

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS
Programa de Pós-Graduação em Administração

Dirley dos Reis Moreira Bicalho

**LIGAÇÃO PREFERENCIAL NA EVOLUÇÃO DA REDE NO PROCESSO DE
INTERNACIONALIZAÇÃO DA MULTINACIONAL**

Belo Horizonte

2018

Dirley dos Reis Moreira Bicalho

**LIGAÇÃO PREFERENCIAL NA EVOLUÇÃO DA REDE NO PROCESSO DE
INTERNACIONALIZAÇÃO DA MULTINACIONAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Administração

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Fernando Loureiro Rezende

Área de Concentração: Gestão Estratégica das Organizações

**Belo Horizonte
2018**

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

B5831 Bicalho, Dirley dos Reis Moreira
Ligação preferencial na evolução da rede no processo de internacionalização da multinacional / Dirley dos Reis Moreira Bicalho. Belo Horizonte, 2018.
108 f.: il.

Orientador: Sérgio Fernando Loureiro Rezende
Tese (Doutorado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.
Programa de Pós-Graduação em Administração

1. Comércio internacional. 2. Empresas multinacionais. 3. Redes de negócios. 4. Redes sociais. 5. Empresas subsidiárias. I. Rezende, Sérgio Fernando Loureiro. II. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Administração. III. Título.

SIB PUC MINAS

CDU: 338.86

Ficha catalográfica elaborada por Roziane do Amparo Araújo Michielini - CRB 6/2563

DIRLEY DOS REIS MOREIRA BICALHO

**LIGAÇÃO PREFERENCIAL NA EVOLUÇÃO DA REDE NO PROCESSO DE
INTERNACIONALIZAÇÃO DA MULTINACIONAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Administração.

Prof. Dr. Sérgio Fernando Loureiro Rezende – PUC Minas (Orientador)

Prof^ª. Dra. Ângela França Versiani – PUC Minas (Banca Examinadora)

Prof. Dr. Ilan Avrichir – ESPM (Banca Examinadora)

Belo Horizonte, 12 de julho de 2018

Ào meu parceiro de vida Gustavo.
Você foi meu maior entusiasta nesta jornada.

AGRADECIMENTOS

Concluir este trabalho só possível devido a colaboração de muitas pessoas. Então deixo meus sinceros agradecimentos à todos que me apoiaram, incentivaram, se doaram e colaboraram para que eu cruzasse a linha de chegada deste desafio.

Agradeço especialmente ao meu orientador Prof. Dr. Sérgio Fernando Loureiro Rezende, pelo empenho, disponibilidade e pela humildade no compartilhamento de seus conhecimentos. Você é brilhante, não consigo uma melhor descrição do talento e sabedoria que a vida lhe confiou.

Agradeço ao Alysso Alves, pela gentileza em ceder os dados para elaboração deste novo estudo, espero que tenhamos a oportunidade de explorar ainda mais estas informações.

As queridas Cinthya Tameirão e Luciana Assis, pela colaboração, fiquei surpresa com a tamanha generosidade e disposição. Muito obrigada.

À todos os professores e funcionários do PPGA – PUC Minas, que contribuíram para realização deste estudo.

Aos amigos Elza, Patrícia e Reginaldo (*Team Sérgio*), pelas longas, divertidas e prazerosas conversas, o mestrado acaba, mas o grupo não.

À minha mãezinha Irani, pela dedicação, doação e incentivo que sempre me ofereceu. Você é um exemplo de mulher, de coragem, de garra e de amor.

Aos meus familiares, pai, irmãos e sobrinhos, vocês são meu refúgio. Amo cada um do jeito que merecem ser amados.

Ao meu marido, amante, companheiro, incentivador e pai das meninas mais preciosas da minha vida. A você o meu mais sincero e puro amor.

As minhas doçuras Mah e Bia. Vocês são minha maior motivação, o meu lado de luz, de amor, de humanidade e de afeto. Vocês me enchem de orgulho e gratidão. Mesmo com o passar dos anos e a independência de vocês, sempre haverá aqui um colo de mãe, cheio de amor e acolhimento.

Sobretudo, agradeço à Deus, fonte de vida e amor. Meu amigo inseparável, fiel e ajudador. Obrigada por me fortalecer e me proporcionar tamanha dádiva. A Ti seja a honra, a glória e o louvor.

“O vento é o mesmo, mas sua resposta é diferente em cada folha.”

Cecília Meireles

RESUMO

Neste estudo analisamos a evolução de redes no processo de internacionalização de uma multinacional enfatizando o mecanismo de ligação preferencial. Utilizamos a abordagem de redes na internacionalização da firma e a Análise de Redes Sociais, especificamente Redes Complexas. A atuação da multinacional no mercado brasileiro abrange o período de 1996 a 2012. Sendo assim, o mecanismo de ligação preferencial é analisado por meio de um estudo de caso quantitativo, sob uma perspectiva longitudinal. A análise dos dados se deu em três etapas: a primeira foi a obtenção, a partir da matriz binária, do grau de relacionamento de cada ator em cada janela de análise. A segunda foi a verificação do ajuste dos dados empíricos à Lei de Potência. E por fim, foi feita a análise do mecanismo de ligação preferencial e seus efeitos na evolução da rede estudada. Os resultados indicam que a rede no processo de internacionalização é mais bem entendida sobre o ponto de vista dinâmico. O crescimento da rede segue um padrão de rede complexa livre de escala. Devido à existência de poucos atores com alto grau de relacionamentos e muitos atores com baixo grau de relacionamento, ocorre que a distribuição de graus dos atores é representada pela lei de potência. O principal mecanismo que atua na evolução da rede é o de ligação preferencial, da forma não-linear, sublinear. Existe a presença, mesmo que pontual, de um mecanismo generativo concorrente, a saber mecanismo de adaptação. A rede, ao longo do processo de internacionalização, não é guiada apenas por um único mecanismo generativo. Tanto a presença quanto a força de atuação dos mecanismos generativos presentes na rede estudada estão sujeitos ao tempo.

Palavras Chave: Processo de internacionalização. Redes Complexas. Livre de Escala. Lei de Potência. Ligação Preferencial.

ABSTRACT

In this study we analyze the evolution of networks in the internationalization process of a multinational by emphasizing the preferential attachment mechanism. The theoretical background is based on the firm internationalization network approach, as well as the Social Network Analysis, in particular Complex Networks. The multinational operations in Brazil span a period of sixteen years, starting in 1996 and ending in 2012. Therefore, the preferential attachment mechanism is analyzed by using a backward longitudinal, quantitative case study as research method. Data analysis was carried out in three steps. First, based on the binary matrix, we calculated the relationship degree of each actor in each temporal window. Second, we analyzed the adjustment of the empirical to the power law. Third, we analyzed the preferential attachment mechanism and its effects on the evolution of the selected network. We suggest that the evolution of the network in the internationalization process of the selected firm is better understood by a dynamics standpoint. The growth of the network follows a free scale complex network. The distribution is statistically represented by power law because few actors have a high relationship degree and many actors have a low relationship degree. The major mechanism that influences the evolution of the network is the non-linear, sub-linear preferential attachment. Occasionally a competitive generative mechanism emerges, that is, the fit mechanism. In this sense, we suggest that that network is not subject to a single generative mechanism. Yet, the presence and strength of the generative mechanisms in the network evolution depends on time.

Keywords: Internationalization process. Complex Networks. Scale free. Power Law. Preferential Attachment

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Período de duração x episódios x eventos do processo de internacionalização da firma.....	39
Figura 2 - Episódios, eventos, atores e dados binários em cada evento do processo de internacionalização da firma.....	40
Figura 3 - Representação de uma dinâmica temporal com uso da janela de expansão	43
Figura 4 - Relação de janelas de análise por episódios	44
Figura 5 - Comparação do ajuste dos dados a distribuições alternativas da Janela 1.....	54
Figura 6 - Comparação do ajuste dos dados a distribuições alternativas da Janela 2.....	57
Figura 7 - Comparação do ajuste dos dados a distribuições alternativas da Janela 3.....	60
Figura 8 - Comparação do ajuste dos dados a distribuições alternativas da Janela 4.....	62
Figura 9 - Comparação do ajuste dos dados a distribuições alternativas da Janela 5.....	65
Figura 10 - Rede na Janela 1 do processo de internacionalização da OilTubs	69
Figura 11 - Grau de relacionamento x frequência de ocorrência da Janela 1	70
Figura 12 - Gráfico da função de ligação preferencial com efeito da função do mecanismo de adaptação da Janela 1	71
Figura 13 - Distribuição estimada da adaptação da Janela 1	72
Figura 14 - Rede na Janela 2 do processo de internacionalização da OilTubs	73
Figura 15 - Grau de relacionamento x frequência de ocorrência da Janela 2	74
Figura 16 - Gráfico da função de ligação preferencial com efeito da função do mecanismo de adaptação da Janela 2	75
Figura 17 - Distribuição estimada da adaptação da Janela 2	76
Figura 18 - Rede na Janela 3 do processo de internacionalização da OilTubs	77
Figura 19 - Grau de relacionamento x frequência de ocorrência da Janela 3	78
Figura 20 - Gráfico da função de ligação preferencial com efeito da função do mecanismo de adaptação da Janela 3	79
Figura 21 - Distribuição estimada da adaptação da Janela 3	80

Figura 22 - Rede na Janela 4 do processo de internacionalização da OilTubs	82
Figura 23 - Grau de relacionamento x frequência de ocorrência da Janela 4	82
Figura 24 - Gráfico da função de ligação preferencial com efeito da função do mecanismo de adaptação da Janela 4	84
Figura 25 - Distribuição estimada da adaptação da Janela 4	85
Figura 26 - Rede na Janela 5 do processo de internacionalização da OilTubs	86
Figura 27 - Grau de relacionamento x frequência de ocorrência da Janela 5	87
Figura 28 - Gráfico da função de ligação preferencial com efeito da função do mecanismo de adaptação da Janela 5	88
Figura 29 - Distribuição estimada da adaptação da Janela 5	89
Figura 30 - Evolução da rede de relacionamentos no processo de internacionalização da OilTubs	90
Figura 31 - Evolução do gráfico da função de ligação preferencial com efeito da função do mecanismo de adaptação	91
Figura 32 - Evolução da distribuição estimada da adaptação	92

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Síntese – Redes como variável independente	25
Tabela 2 - Síntese – Redes como variável dependente	27
Tabela 3 - Distribuição de graus da rede da Janela 1	53
Tabela 4 - Teste máxima verossimilhança: Comparativo entre as distribuições alternativas da Janela 1	55
Tabela 5 - Distribuição de graus da rede da Janela 2	56
Tabela 6 - Teste máxima verossimilhança: Comparativo entre as distribuições alternativas da Janela 2	58
Tabela 7 - Distribuição de graus da rede da Janela 3	59
Tabela 8 - Teste máxima verossimilhança: Comparativo entre as distribuições alternativas da Janela 3	60
Tabela 9 - Distribuição de graus da rede da Janela 4	61
Tabela 10 - Teste máxima verossimilhança: Comparativo entre as distribuições alternativas da Janela 4	63
Tabela 11 - Distribuição de graus da rede da Janela 5	64
Tabela 12 - Teste máxima verossimilhança: Comparativo entre as distribuições alternativas da Janela 5	66
Tabela 13 - Comparação dos resultados – Verificação da Lei de Potência	67
Tabela 14 - Estimativa dos mecanismos de ligação preferencial e adaptação da Janela 1	70
Tabela 15 - Estimativa dos mecanismos de ligação preferencial e adaptação da Janela 2	74
Tabela 16 - Estimativa dos mecanismos de ligação preferencial e adaptação da Janela 3	79
Tabela 17 - Estimativa dos mecanismos de ligação preferencial e adaptação da Janela 4	83
Tabela 18 - Estimativa dos mecanismos de ligação preferencial e adaptação da Janela 5	87

LISTA DE SIGLAS E ABREVIações

ARS	Análise de Redes Sociais
LE	Livre de Escala
MG	Minas Gerais
MP	Mundo Pequeno
NI	Negócios Internacionais
PE	Pernambuco
PRFV	Polímero reforçado com fibra de vidro
PUC	Pontifícia Universidade Católica

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1 Contextualização e questão de pesquisa.....	13
1.2 Estrutura da dissertação	19
2. REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1 Redes na internacionalização da firma	20
2.2 Redes complexas.....	28
3. METODOLOGIA	35
3.1 Método	35
3.2 Base de dados.....	36
3.3 Análise de dados.....	42
4. RESULTADOS	50
4.1 Breve descrição da internacionalização da firma OilTubs.....	50
4.2 Lei de potência no processo de internacionalização da OilTubs	52
4.2.1 Janela 1 - Episódio I: Eventos de 1 ao 5	53
4.2.2 Janela 2 - Episódios I e II: Eventos de 1 ao 10.....	56
4.2.3 Janela 3 - Episódios I, II e III: Eventos de 1 ao 15.....	58
4.2.4 Janela 4 - Episódios I, II, III e IV: Eventos de 1 ao 19	61
4.2.5 Janela 5 - Episódios I, II, III, IV e V: Eventos de 1 ao 21	63
4.2.6 Análise comparativa	67
4.3 Ligação preferencial no processo de internacionalização da OilTubs	68
4.3.1 Janela 1 - Episódio I: Eventos de 1 ao 5	68
4.3.2 Janela 2 – Episódios I e II: Eventos de 1 ao 10.....	72
4.3.3 Janela 3 - Episódios I, II e III: Eventos de 1 ao 15.....	76
4.3.4 Janela 4 - Episódios I, II, III e IV: Eventos de 1 ao 19	81
4.3.5 Janela 5 - Episódios I, II, III, IV e V: Eventos de 1 ao 21	85
4.3.6 Análise Comparativa	89
5. CONCLUSÃO	94
5.1 Principais resultados	94
5.2 Revisitando a questão de pesquisa.....	98
5.3 Contribuições, limitações e sugestões de pesquisas futuras	98

REFERÊNCIAS	100
APÊNDICE A.....	1077
APÊNDICE B.....	108

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo visa apresentar o objetivo e a estrutura deste trabalho, sendo composto por duas seções. A primeira é destinada à contextualização do tema, bem como à questão de pesquisa e às principais contribuições pretendidas. A segunda seção apresenta a forma como a dissertação está estruturada.

1.1 Contextualização e questão de pesquisa

A internacionalização da firma tem sido explicada por meio de diversas abordagens teóricas que, no geral, buscam entender como e por que as firmas fazem investimentos tangíveis e intangíveis em mercados estrangeiros (Rugman, Verbeke & Nguyen, 2011). Entre elas podemos citar a abordagem econômica e a comportamental da internacionalização. Para a abordagem econômica temos a Internalização (Buckley & Casson, 1976 e Rugman, 1980) e o Paradigma Eclético (Dunning, 1980) por exemplo. Ambas sugerem que as decisões quanto à internacionalização são racionais, baseadas nas vantagens que a firma possui em relação às firmas que já operam em determinado mercado estrangeiro, tais como marca e tecnologia patenteadas. Também ressaltam as vantagens que a firma possui em relação ao mercado quando buscam explicar as razões pelas quais ela opta pelo Investimento Direto Estrangeiro (Buckley & Casson, 1976). O Paradigma Eclético, em especial, ainda enfatiza às reduções de custos e vantagens atreladas à localização (Dunning, 1977).

Tem-se também as abordagens consideradas comportamentais, como Comportamento Exportador (Bilkey & Tesar, 1977 e Bilkey, 1978), modelo de Uppsala (Johanson & Vahlne, 1977) e Abordagem de Redes (Johanson & Mattsson, 1988), cujo foco está no aumento do comprometimento associado à redução das incertezas de determinado mercado estrangeiro (Rugman, Verbeke & Nguyen, 2011). Assim, a internacionalização é tida como incremental, orientada pela aquisição, integração e uso do conhecimento no mercado estrangeiro para subsidiar as decisões quanto ao comprometimento de recursos tangíveis e intangíveis. (Johanson & Vahlne, 2003). Ou seja, tais abordagens não consideram unicamente fatores econômicos (Johanson & Vahlne, 1990).

Neste estudo, selecionamos a abordagem de redes como embasamento teórico (ver, por exemplo, Johanson & Mattsson, 1988). Nesta abordagem, a internacionalização é proposta como um processo conduzido pelas interações recorrentes entre os atores que compõem a rede. A internacionalização da firma deixa de ser vista apenas como expansão e transferência de atividades (Cavusgil, 1984) para ser entendida como uma forma de gerar, desenvolver e integrar redes no mercado estrangeiro (Johanson & Mattsson, 1988; Johanson & Vahlne, 2009; Vahlne & Johanson, 2013).

De modo geral, a rede proporciona à firma condições para aprendizado e troca de informações (Johanson & Vahlne, 2009), associados a confiança (McDougall, Shane & Oviatt, 1994), e alcançados pelo comprometimento dos atores nos relacionamentos (Johanson & Vahlne, 2009). Uma firma, ao estar inserida na rede de relacionamentos, passa a adquirir e ampliar o conhecimento ao relacionar com outros atores da rede (Johanson & Vahlne, 2009). Relacionado à troca de conhecimento, estão as oportunidades que circulam na rede. Segundo Johanson e Vahlne (2006), o desenvolvimento de oportunidades internacionais está associado com os relacionamentos diretos da firma no mercado estrangeiro, bem como com sua rede de relacionamentos. Daí a importância dos relacionamentos no processo de internacionalização da firma. Estes tornam acessível o reconhecimento e exploração de oportunidades internacionais, que podem levar à entrada e desenvolvimento de operações em mercados estrangeiros (Andersson, Holm & Johanson, 2005; Johanson & Vahlne, 2009, 2013).

Diversos estudos foram desenvolvidos na área de internacionalização tendo como referência a abordagem de redes (ver, por exemplo, Coviello & Munro, 1995; Hadley & Wilson, 2003, Oviatt & McDougall, 2005). Tais estudos podem ser categorizados em dois grandes grupos. O primeiro refere-se aos estudos que abordam redes como variável independente e o segundo refere-se àqueles que entendem redes como variável dependente.

No primeiro grupo, assume-se que as redes são antecedentes do processo de internacionalização (Hohenthal, Johanson & Johanson, 2014), atuando como facilitadoras (Zain & Ng, 2006) ou como canal de acesso a oportunidades e recursos (Coviello & Munro, 1995; Oviatt & McDougall, 1994). Assume-se ainda

que as redes são desenvolvidas com o intuito de iniciar o próprio processo de internacionalização (Evers O’Gorman, 2011).

Nos estudos que tratam redes como variável dependente do processo de internacionalização da firma, as redes surgem após a ocorrência de alguma atividade no mercado estrangeiro, como, por exemplo, feiras internacionais e exposições comerciais (Evers & Knight, 2008; Kontinen & Ojala, 2011). Podem ainda resultar de relacionamentos interpessoais (McDougall, Shane & Oviatt, 1994). Ellis (2000) sugere que nem todas as oportunidades internacionais surgem das redes da firma. Para o autor, tais oportunidades são usualmente desenvolvidas pelos relacionamentos interpessoais do fundador da firma. Isso é particularmente válido para pequenas e médias firmas.

É interessante observar que boa parte dos estudos, tanto que os que abordam redes como variável independente como os que abordam redes como variável dependente, compartilham dois pontos: são diádicos e transversais. O primeiro significa que os estudos tratam principalmente dos relacionamentos diretos entre dois atores, como, por exemplo, a firma focal e fornecedor ou a firma focal e comprador. Sobre o segundo ponto, embora seja consenso que redes são dinâmicas (Johanson & Vahlne, 2017), vários estudiosos do campo da internacionalização ressaltam o fato de as pesquisas priorizarem o enfoque estático de análise (ver, por exemplo, Coviello & Munro, 1997; Lamb, Sandberg & Liesch, 2011; Hohenthal & Johanson, 2014). A adoção de uma análise estática consiste em seccionar a rede transversalmente em determinado horizonte temporal, normalmente de curto prazo, e efetuar as análises tendo como referência tal período de tempo. Além de não retratarem a evolução da rede em si, a análise estática enfatiza a realização de associações de variáveis no horizonte temporal analisado. A associação é resultado da relação de variáveis que, embora não possuam causalidade entre si, compactuam algo em comum.

Hohenthal, Johanson e Johanson (2014) sugerem que os estudos sobre internacionalização da firma tendo como referência a abordagem de redes tendem a negligenciar as alterações que ocorrem à medida que a rede é formada e evolui ao longo do tempo e, por conseguinte, seus mecanismos generativos. Os autores reconhecem a existência de estudos qualitativos em Negócios Internacionais, os quais estariam mais propensos a lançar luzes sobre o aspecto evolucionário das

redes em processos de internacionalização. Porém, segundo os autores, poucos analisam a evolução da rede no processo de internacionalização.

Estudos de redes no processo de internacionalização, com perspectiva longitudinal, permitem registrar a dinâmica de evolução da rede, ou seja, as alterações ocasionadas pela formação e dissolução dos relacionamentos entre os atores que compõem a rede. Além disso, permitem analisar se os benefícios identificados na rede no horizonte temporal ($t=0$) se mantêm no instante temporal posterior ($t=1$); ou se a dinâmica dos relacionamentos da rede altera esses benefícios, sejam eles comerciais, financeiros, acesso a oportunidades que circulam na rede ou outros.

Para entender a internacionalização da firma de acordo com a abordagem de redes sob o aspecto dinâmico, utilizamos a literatura de redes complexas (Boccaletti *et al.*, 2006). Justifica-se a inclusão dessa literatura a partir de dois pontos. Primeiro, conforme mencionado anteriormente, há uma escassez de trabalhos na área de Negócios Internacionais que tratam o aspecto dinâmico das redes (ver, em nível de exceção, Coviello, 2006; de Almeida, da Rocha & da Silva, 2017). Como resultado, o entendimento acerca da formação e evolução de redes no processo de internacionalização da firma encontra-se em estágio embrionário (Lamb, Sandberg & Liesch, 2011; Hohenthal, Johanson & Johanson, 2014, Johanson & Vahlne, 2017). A literatura de redes complexas aborda a formação e evolução da rede, bem como os mecanismos generativos subjacentes à estrutura da rede no decorrer de sua evolução. Segundo, Cuypers *et al.* (2016) reconhecem que a área de Negócios Internacionais pode se beneficiar da Análise de Redes Sociais (ARS), mais especificamente de redes complexas. Segundo os autores, as pesquisas em Negócios Internacionais ainda não se apropriaram de forma efetiva das ferramentas e análises disponíveis na ARS. Assim, o objetivo é valer-se de *insights* e ferramentas oferecidos pela ARS para conceber uma compreensão mais profunda de questões de interesse para a pesquisa em Negócios Internacionais, como, por exemplo, a formação e evolução de redes no processo de internacionalização da firma.

Redes complexas são dinâmicas (Ahuja *et al.*, 2012), representadas a partir dos relacionamentos entre os atores que refletem um comportamento na estrutura da rede (Holland, 1992). Em redes complexas, têm-se os relacionamentos que

ocorrem na rede como um todo, ou seja, o foco está nas relações totais da rede (Hanneman & Riddle, 2005), já que a informação isolada de cada ator não é suficiente para explicar o comportamento coletivo da rede (Newman, 2003). Isso possibilita, por exemplo, observar os mecanismos que operam na dinâmica de evolução da mesma quando analisada sob uma perspectiva longitudinal (Albert & Barabasi, 2002).

Dentre os vários tipos de redes complexas, destacamos as redes complexas livres de escala, por possuírem um padrão de crescimento não regular (Boccaletti et al., 2006; Newman, 2005). Tais redes são caracterizadas por uma heterogeneidade na distribuição dos graus dos atores que a compõem (Boccaletti et al., 2006). É possível identificar poucos atores que concentram uma quantidade grande de relacionamentos (alto grau) e muitos atores com baixo grau de relacionamentos. Como resultado, tem-se que a distribuição dos graus nas redes complexas livres de escala apresenta uma cauda pesada (Adriani & McKelvey, 2011). Dentre os vários mecanismos que podem causar este efeito, neste estudo trataremos do mecanismo de ligação preferencial.

O mecanismo de ligação preferencial é um mecanismo generativo pelo qual uma rede completa livre de escala se forma e evolui (Newman, 2003). Em redes complexas regidas pelo mecanismo de ligação preferencial, a formação de novos relacionamentos é comumente orientada pela quantidade de relacionamentos que determinado ator possui (Albert & Barabasi, 2002). Este processo reforça a visão de que o “rico cada vez fica mais rico”. O ator com maior número de relacionamentos, ou maior grau de relacionamento, inevitavelmente atrairá mais e mais relacionamentos ao longo do tempo (Albert & Barabasi, 2002).

Tendo essa discussão em vista, o objetivo deste estudo é analisar a formação e evolução da rede durante o processo de internacionalização de uma multinacional, dando ênfase ao mecanismo de ligação preferencial. Portanto, esta pesquisa está norteadas por duas questões: Como ocorre a formação e evolução da rede durante o processo de internacionalização da firma? Como o mecanismo de ligação preferencial atua na formação e evolução da rede no processo de internacionalização da firma?

A primeira questão dispõe sobre propriedades da estrutura da rede no processo de internacionalização da firma, bem como as dinâmicas envolvidas na

formação e extinção dos relacionamentos no decorrer da evolução da rede. A segunda questão refere-se ao mecanismo que atua na evolução da rede, especificamente, o de ligação preferencial, o qual estabelece que a probabilidade de formação de relacionamentos é proporcional a quantidade de relacionamentos que determinado ator possui.

Para se alcançar este objetivo, foi realizado um estudo de caso único com uma perspectiva longitudinal (Eisenhardt, 1989; Leonard-Barton, 1990; Yin, 2015) e de natureza quantitativa (Ragin & Byrne, 2009). O objeto de análise foi a internacionalização de uma multinacional americana da indústria petrolífera para o Brasil. A base de dados foi gentilmente cedida por Alysson Alves¹ para este estudo. A partir dessa base de dados foram calculados os graus de cada ator em cada episódio do processo de internacionalização. Também foram efetuados os testes estatísticos para verificação da hipótese de ocorrência da lei de potência e, conseqüentemente, o comportamento livre de escala (Clauset *et al*, 2009). A partir dessa verificação foram feitos os testes estatísticos com a finalidade de analisar se a evolução da rede se dá por meio do mecanismo de ligação preferencial (Pham *et al*, 2015).

Este trabalho contribui da seguinte maneira. Primeiro, tenta aproximar dois campos de conhecimento distintos: Negócios Internacionais (internacionalização em rede) e ARS (redes complexas). Tal aproximação atende a sugestão de Cuypers *et al*. (2016) no sentido de utilizar as ferramentas e as análises disponíveis pela ARS com intuito de enriquecer questões ainda não suficientemente exploradas em Negócios Internacionais. Segundo, busca compreender a formação e evolução de redes no processo de internacionalização da firma, por meio da análise longitudinal de formação e extinção dos relacionamentos da rede, conforme sugestão de Hohenthal, Johanson e Johanson (2014). Ao privilegiar o mecanismo de ligação preferencial, este trabalho mostra não somente como a rede evolui, mas as razões subjacentes a tal evolução. Assim, lança luzes sobre mecanismos generativos que regem o processo evolucionário de redes na internacionalização da firma.

¹ Parte dos dados cedidos foi utilizada na dissertação de Alysson Alves (Alves, 2015).

1.2 Estrutura da dissertação

Para além deste capítulo, esta dissertação está dividida em cinco capítulos. O segundo capítulo detalha o referencial teórico utilizado neste estudo. Está dividido em duas seções. A primeira aborda redes na internacionalização da firma, com base no modelo revisitado de Uppsala (Vahlne & Johanson, 2013) e discute a importância de estudos longitudinais. A segunda seção traz a abordagem de redes sociais no processo de internacionalização da firma, mais especificamente, redes complexas livres de escala e mecanismo de ligação preferencial (Barabási & Albert, 1999).

O terceiro capítulo detalha a metodologia na qual esta dissertação se baseia, sendo dividida em três seções. A primeira é referente ao método de pesquisa adotado para realização deste estudo, bem como as justificativas que suportam esta escolha. A segunda é empregada para discorrer sobre a base de dados. Finalmente, a terceira seção é destinada a descrever os procedimentos empregados para análise dos dados.

O quarto capítulo contém os resultados obtidos e está dividido em três seções. A primeira destina-se a fazer uma breve descrição sobre como ocorreu a internacionalização da firma pesquisada no Brasil. A segunda seção apresenta os resultados obtidos nos testes estatísticos de verificação da lei de potência. Por fim, a terceira seção traz os resultados dos testes estatísticos referentes à verificação de ocorrência do mecanismo de ligação preferencial na evolução da rede no processo de internacionalização da firma.

O quinto e último capítulo apresenta as conclusões desta dissertação, que enquadra teoricamente, na primeira seção, os resultados obtidos. Na segunda seção a questão de pesquisa é revisitada e por fim, abre-se uma discussão sobre as principais contribuições e limitações, bem como sugestões de futuras pesquisas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo tem por objetivo revisar a literatura sobre o tema pesquisado. Primeiramente, será apresentada a abordagem de redes na internacionalização da firma. Posteriormente, valendo-se da literatura de redes complexas, discute-se redes complexas livres de escalas e ligação preferencial como mecanismo generativo da formação e evolução de tais redes.

2.1 Redes na internacionalização da firma

A forma como as firmas se relacionam em mercados estrangeiros tem papel fundamental no processo de internacionalização (Johanson & Vahlne, 2009), sendo pontuada por diversos teóricos (ver, por exemplo, Coviello & Munro, 1997; Johanson & Vahlne, 1988; Lamb, Sandberg & Liesch, 2011), que, em maior ou menor grau, recorrem aos estudos pioneiros desenvolvidos pela Universidade de Uppsala na Suécia (Johanson & Wiedersheim-Paul, 1975). Conhecido como modelo de Uppsala, é considerado uma das construções teóricas dominantes em Negócios Internacionais (Welch, Nummela & Liesch, 2016).

Em decorrência da incerteza inerente a mercados estrangeiros, o modelo de Uppsala sugere um padrão de internacionalização incremental e seleção de mercados estrangeiros com base na distância psíquica (Johanson & Vahlne, 1977). A internacionalização incremental indica que a firma compromete recursos em mercados estrangeiros de forma gradual (Figueira-de-Lemos & Hadjikhani, 2014). Tal comprometimento é dependente da obtenção de conhecimento de mercado, principalmente o conhecimento fruto da experiência (Johanson & Vahlne, 1977). Além disso, o modelo propõe que a firma tende a se internacionalizar para países de menor distância psíquica em relação ao país de origem da firma (Johanson & Vahlne, 1977). Johanson e Wiedersheim-Paul (1975) conceituam distância como o montante de fatores que impossibilitam ou prejudicam o fluxo de informação entre a firma e os mercados. Quanto maior a distância psíquica mais difícil é a inserção da firma em mercados estrangeiros (Johanson & Vahlne, 2009).

Sobre o primeiro ponto, Johanson e Vahlne (1997) sugerem que a falta de conhecimento é o principal obstáculo para o desenvolvimento de operações no

mercado estrangeiro (Eriksson, Johanson, Majkgalrd & Sharma, 1997). Os autores explicam o processo de internacionalização da firma por meio do mecanismo de autorreforço positivo do conhecimento. Isso significa que o aprendizado com base na experiência e o comprometimento de recursos influenciam o estoque de conhecimento, bem como a tomada de decisão quanto a investimento de recursos, e vice-versa. (Johanson & Vahlne, 1977). Quanto maior o conhecimento em relação ao mercado estrangeiro, menores serão as incertezas, levando a um maior comprometimento de recursos (Johanson & Vahlne; 1977). Quanto mais se investe em determinado mercado estrangeiro, mais conhecimento é adquirido. Com isso, novas oportunidades são identificadas como reflexo do passado da firma (Johanson & Vahlne; 1977), ocasionando um ciclo de autorreforço positivo que liga passado, presente e futuro (Welch, Nummela & Liesh, 2016).

Em outras palavras, no modelo original de Uppsala, o foco está na redução de incertezas (Johanson & Vahlne, 1977, 1990), referindo o processo de internacionalização incremental à interação entre a aquisição de conhecimento e aprendizado, com o aumento do comprometimento de recursos no mercado estrangeiro (Johanson & Vahlne, 2006). Essa interação no processo de internacionalização traz a concepção de um modelo dinâmico (Johanson & Vahlne, 1977), sendo o estado atual da firma fruto das experiências passadas, que envolve o conhecimento de oportunidades bem como o comprometimento de recursos no mercado estrangeiro (Welch, Nummela & Liesh, 2016).

O modelo de Uppsala foi revisitado pelos seus formuladores em diversos artigos (ver, por exemplo, Johanson & Vahlne, 2009; Vahlne & Johanson, 2013, 2017). Para Johanson e Vahlne (2009), o modelo revisitado é um avanço na explicação do processo de internacionalização da firma, principalmente por incorporar a abordagem de redes. Os autores sugerem que os mercados são redes de negócios em que as firmas estão ligadas entre si em padrões variados, complexos e, em grande parte, invisíveis. A internacionalização da firma passa a ser vista como uma forma de formar, desenvolver e integrar redes em mercados estrangeiros (Johanson & Mattsson, 1988; Johanson & Vahlne, 2009; Vahlne & Johanson, 2013). Assim, as decisões relacionadas ao processo de internacionalização são influenciadas de forma direta ou indireta pelos relacionamentos desenvolvidos pela firma (Welch, Nummela & Liesh, 2016).

Em função dessa concepção, a unidade de análise do modelo revisitado passa a ser as redes nas quais a firma que se internacionaliza está inserida (Johanson & Vahlne, 2009). Os relacionamentos deixam de ser unicamente unilaterais (matriz e subsidiária). São considerados também os relacionamentos multilaterais (Johanson & Vahlne, 1990), ou seja, a firma e sua interação com compradores e fornecedores na rede (Johanson & Vahlne, 2009). Como resultado, a base de conhecimento disponível vai além da firma e encontra-se difundido em relacionamentos e redes (Welch, Nummela & Liesh, 2016). Para Johanson e Vahlne (2009), o conhecimento não advém apenas das atividades da firma, mas também das atividades dos outros atores da rede, visto que estes atores possuem outras fontes de conhecimento, caracterizando um processo de obtenção de conhecimento sem fronteiras bem definidas. Em outras palavras, a firma, juntamente com a rede de relacionamentos, fornece uma base de conhecimento ampliada (Hagg & Johanson, 1983; Kogut, 2000). Nessa troca de conhecimento, estão as oportunidades internacionais na rede. Segundo Johanson e Vahlne (2006), as oportunidades desenvolvidas tem relação com os relacionamentos diretos da firma e ainda com a rede na qual a firma está inserida. No processo de internacionalização da firma, os relacionamentos proporcionam o reconhecimento bem como exploração de oportunidades que podem levar a firma à entrada em um novo mercado estrangeiro (Andersson, Holm & Johanson, 2005; Johanson & Vahlne, 2009, 2013).

Em Negócios Internacionais é possível categorizar os estudos sobre internacionalização da firma tendo como referência a abordagem de redes em dois grandes grupos: os que tratam redes como variável independente e aqueles que tratam redes como variável dependente (Hohenthal, Johanson & Johanson, 2014).

O primeiro grupo contém os estudos que tratam redes como variável independente. Ou seja, as redes são vistas como antecedentes do processo de internacionalização (Hohenthal, Johanson & Johanson, 2014). Neste caso, as redes atuam como facilitadoras na internacionalização (por exemplo, Madsen & Servais, 1997, Elfring & Hulsink, 2003; Child & Rodrigues, 2005; Figueira-de-Lemos, Johanson & Vahlne, 2011; Zain & Ng, 2006), canal de acesso a oportunidades de internacionalização (por exemplo, Coviello & Munro 1995; Vasilchenko & Morrish 2011; Zhou *et al.*, 2007), acesso a recursos para

internacionalização (por exemplo, Oviatt & McDougall 1994; Chandra, Styles & Wilkinson, 2009; Child & Hsieh, 2014) e, finalmente, existem os estudos que abordam as redes construídas para internacionalização (por exemplo, Coviello & Munro, 1997; Hadley & Wilson, 2003; Oviatt & McDougall, 2005; Freeman *et al.*, 2006; Sydow *et al.*, 2010; Loane & Bell, 2006; Freeman *et al.*, 2006; Evers O’Gorman, 2011).

Redes como facilitadoras na internacionalização da firma significam que as redes proporcionam condições para o aprendizado e troca de informações, atrelados a construção de confiança e comprometimento no processo de internacionalização (Johanson & Vahlne, 2009). Madsen e Servais (1997) apontam que o processo de internacionalização da firma pode depender da rede que a firma opera. Elfring e Hulsink (2003) argumentam que as redes são amplamente reconhecidas como um aspecto importante do sucesso da internacionalização. Já Child e Rodrigues (2005), em pesquisa sobre a internacionalização de firmas de pequeno porte do Reino Unido para o Brasil, reforçam a importância da rede no processo de internacionalização. Figueira-de-Lemos, Johanson e Vahlne (2011) sugerem que as redes funcionam como um redutor dos riscos atrelados à exploração de um novo mercado estrangeiro. Para Zain e Ng (2006), as redes atuais tendem a desencadear e motivar a internacionalização das firmas. Child e Hsieh (2014), ao pesquisarem o processo de internacionalização de firmas de pequeno porte, concluem que os tomadores de decisão podem escolher modos mais ou menos racionais de internacionalização, influenciados pela experiência internacional, bem como por seus relacionamentos em rede.

Redes como canal de acesso a oportunidades internacionais englobam os estudos que defendem que tais oportunidades são, em grande parte, produtos da rede em que a firma está inserida (Coviello & Munro, 1995). Para Vasilchenko e Morrish (2011), redes podem ser instrumentais na exploração de oportunidades internacionais. Ou seja, pode existir colaboração na rede de forma a facilitar a exploração dessas oportunidades, ocasionando em uma entrada bem-sucedida no mercado estrangeiro. Para Zhou *et al* (2007), a troca de informação referente a oportunidades internacionais entre firmas em rede pode aumentar as chances de as firmas se internacionalizarem com sucesso.

Redes como canal de acesso a recursos para internacionalização apontam que as firmas encontram nas redes recursos escassos, fundamentais ao processo de internacionalização (Chandra, Styles & Wilkinson, 2009). Oviatt e McDougall (1994) argumentam que a existência de redes é uma das alternativas de obtenção de recursos para a internacionalização. Para Chetty e Wilson (2003), o uso efetivo das redes permite que as firmas superem as barreiras, como falta de recursos internos, tamanho e a distância dos mercados estrangeiros de forma a atuar internacionalmente (Chetty & Wilson, 2003; Oviatt & McDougall, 1994)

Finalmente, as redes podem ser construídas com intuito de obter a internacionalização. Pesquisas evidenciam como a construção de uma rede pode ser usada oportunamente para que ocorra a internacionalização da firma (Coviello & Munro, 1997; Hadley & Wilson, 2003; Oviatt & McDougall, 2005). Ou seja, a firma, com intuito de se expandir no mercado estrangeiro, atua no sentido de construir vários tipos de relacionamentos e, dessa forma, obter ação conjunta entre os atores da rede (Freeman *et al.*, 2006; Sydow *et al.*, 2010). Loane e Bell (2006) sugerem que para algumas firmas, mais comum que a utilização de redes existentes, é a construção de novas redes, uma vez que a firma pode não possuir redes relevantes ou que se adequam às necessidades do negócio, principalmente em nichos bem específicos. Freeman *et al* (2006) identificam que, para pequenas firmas de tecnologia, a construção e a utilização das redes pode facilitar a comercialização de produtos e soluções em mercados internacionais. Evers e O’Gorman (2011) sugerem que a internacionalização de algumas firmas pesquisadas só foi possível devido a criação ou reconfiguração da rede. Muitas vezes, essas firmas não possuíam o conhecimento detalhado das oportunidades internacionais.

A Tabela 1 apresenta, sinteticamente, os diversos autores e pesquisas em Negócios Internacionais que reconhecem redes como antecedentes do processo de internacionalização da firma. Ou seja, tratam a rede como variável independente desse processo.

Tabela 1 - Síntese – Redes como variável independente

Redes como antecedentes do processo de internacionalização	Autores/Pesquisas
Redes como facilitadoras na Internacionalização	Madsen e Servais (1997) Elfring e Hulsink (2003) Child e Rodrigues (2006) Figueira-de-Lemos, Johanson e Vahlne (2011) Zain e Ng (2006) Child e Hsieh (2014)
Redes como canal de acesso a oportunidades internacionais	Coviello e Munro (1995) Vasilchenko e Morrish (2011) Zhou <i>et al.</i> (2007)
Redes como acesso a recursos para Internacionalização	Oviatt e McDougall (1994) Chandra, Styles e Wilkinson (2009) Chetty e Wilson (2003)
Redes construídas para Internacionalização	Coviello e Munro (1997) Hadley e Wilson (2003) Oviatt e McDougall (2005) Freeman <i>et al.</i> (2006) Sydow <i>et al.</i> (2010) Loane e Bell (2006) Freeman <i>et al.</i> (2006) Evers O’Gorman (2011)

Fonte: Elaborada pela autora

O segundo grupo contém estudos que tratam redes como variável dependente (Hohenthal, Johanson & Johanson, 2013). Neste caso, as redes são geradas após a realização de alguma atividade relacionada à internacionalização, como, por exemplo, feiras internacionais (Evers & Knight, 2008) e eventos

industriais (Vasilchenko & Morrish, 2011). Há também a existência de relacionamentos interpessoais, culminando na exploração de oportunidades internacionais (Vasilchenko & Marrish, 2011). Na perspectiva de redes como variável dependente, Ellis (2000) reconhece que nem todas as oportunidades no mercado estrangeiro surgem de redes da firma, podendo ocorrer por quatro meios diferentes, a saber: (1) pesquisas formais, (2) a participação em feiras internacionais e exposições, (3) os relacionamentos sociais, e (4) respostas a anúncios.

Em consonância com a tratativa de redes como variável dependente, Evers e Knight (2008) sugerem que as feiras são plataformas de informações e contribuem para o estabelecimento de redes para as firmas se expandirem internacionalmente, podendo, inclusive, acelerar o processo de internacionalização. Kontinen e Ojala (2011) indicam que o reconhecimento de oportunidades internacionais é fruto de exposições comerciais, reforçando a literatura que demonstra o papel importante dessas exposições para o acesso a tais oportunidades (Ellis, 2000; McAuley, 1999; Meyer & Skak, 2002). Estes eventos proporcionam um contexto que facilita o acesso a informações importantes (Kontinen & Ojala, 2011), já que a concentração de parceiros potenciais é alta (Coviello, 2006) e os relacionamentos entre diferentes partes é facilitada (Oviatt e McDougall, 2005). Ademais, os participantes compartilham interesses comuns sem grande investimento de tempo e dinheiro (Kontinen e Ojala, 2011). Ainda em relação a estudos sobre redes como variável dependente, McDougall, Shane e Oviatt (1994) reforçam o pensamento que a confiança e a obrigação moral, abrigados em relacionamentos interpessoais, são ingredientes para o surgimento de redes capazes de facilitar as operações internacionais da firma.

A Tabela 2 apresenta, sinteticamente, os autores e pesquisas em Negócios Internacionais que reconhecem os antecedentes das redes na internacionalização da firma. Ou seja, tratam a rede como variável dependente do processo de internacionalização da firma.

Tabela 2 - Síntese – Redes como variável dependente

Antecedentes das Redes na Internacionalização da Firma	Autores/Pesquisas
Feiras e exposições comercial	Evers e Kngith (2008) Kontinen e Ojala (2011)
Relacionamentos interpessoais	McDougall, Shane e Oviatt (1994) Ellis (2000)

Fonte: Elaborada pela autora

Os estudos apresentados anteriormente têm dois pontos em comum: são transversais e diádicos. Quanto ao primeiro ponto, alguns autores criticam o fato de que as redes são teoricamente vistas como dinâmicas, porém, empiricamente, são tratadas como estáticas (Lamb, Sandberg & Liesch, 2011). Tais estudos comumente utilizam métodos de pesquisa, como, por exemplo, *surveys*, os quais sofrem severas limitações para capturar as alterações das redes que ocorrem ao longo do tempo. Hohenthal, Johanson e Johanson (2014) admitem que no campo de NI existem vários estudos do tipo qualitativo, porém uma pequena parcela analisa a evolução ou as alterações ocorridas na rede no decorrer do processo de internacionalização.

Os estudos de Coviello e Munro (1995, 1997) são exceções já que as autoras abordam a formação e a evolução da rede no processo de internacionalização da firma. Por exemplo, Coviello e Munro (1997) desenvolvem uma análise que integra os fatores tempo, influência das redes no processo de internacionalização, bem como as características da firma estudada. Os resultados apontam que o processo de internacionalização foi acelerado e pode ser conduzido, facilitado e inibido pelo conjunto de relacionamentos desenvolvidos na rede da firma.

No sentido de que as redes no processo de internacionalização da firma são dinâmicas e que, portanto, existe um processo evolucionário subjacente à mesma (Vahlne & Johanson, 2017), Coviello (2006) argumenta que os estudos ainda se concentram nas redes que são formadas para a entrada em mercados estrangeiros e não na evolução da rede propriamente dita. Para compreender tal evolução, a autora sugere que as análises devam ser sensíveis ao tempo de forma a identificar como e porque as redes se alteram, e ainda como isso influencia o processo de

internacionalização da firma. Weick e Quinn (1999) destacam que a evolução engloba dinâmicas em que as relações de causalidade podem não ser evidentes em um período curto de tempo. A observação dessa cadeia de causalidade é normalmente feita a partir de análises longitudinais, as quais possibilitam mapear o que é antecedente e o que é consequência em uma trajetória ou evolução. Nesse sentido a questão temporal é um elemento essencial para análise das alterações ocorridas na rede.

Em relação ao segundo ponto, existem duas maneiras de se analisar uma rede (Hanneman & Riddle, 2005): em nível dos atores (diádicos) e em nível da própria rede (rede completa). Grande parte da literatura em Negócios Internacionais é construída a partir de estudos realizados em nível dos atores (Coviello, 2006), ou seja, tratam dos relacionamentos diretos entre dois atores, podendo ser a firma e fornecedores, firma e clientes, entre outros. Já as redes completas incluem todos os atores envolvidos em determinado evento (Hanneman & Riddle, 2005), ligados direta ou indiretamente entre si. Portanto, a rede completa é uma estrutura maior se comparada com a rede diádica, o que possibilita entender o comportamento geral da rede, bem como sua evolução ao longo do tempo.

Recentemente, Cuypers *et al* (2016) propuseram uma agenda de pesquisas em Negócios Internacionais incentivando estudos que incorporem a ARS com o intuito de explorar redes em diferentes níveis de análise, como por exemplo, estudar as origens, a evolução e as consequências dos relacionamentos individuais, grupos ou ainda interfirmas em firmas internacionalizadas. No próximo tópico abordaremos a ARS, em particular os estudos que ressaltam a dinâmica de redes complexas (Newman, 2005), de livre escala (Boccaletti *et al.*, 2006) já que o nosso interesse reside na investigação de uma rede complexa e suas alterações ao longo do tempo.

2.2 Redes complexas

Para Hanneman e Riddle (2005), existem vários níveis de análise para os relacionamentos sociais: díades, tríades e redes como um todo. Os relacionamentos em nível de díades ou diádicas ocorrem entre dois atores, considerada a menor estrutura que se pode analisar. Em tais redes o poder de

decisão individual sobrepõe o coletivo. Por exemplo, se um dos atores decidir não cooperar o relacionamento se desfaz. Já os relacionamentos em nível das tríades, segundo Everett e Borgatti (2005), têm como foco de análise os relacionamentos de um ator (ego) e seu meio social. Observa-se um ator versus outros atores, valendo-se de medidas como, por exemplo, centralidade, proximidade, força dos relacionamentos e buracos estruturais. E por fim, têm-se os relacionamentos que ocorrem na rede como um todo. O foco está nos relacionamentos totais da rede (Hanneman & Riddle, 2005), pois a informação isolada de cada ator não é suficiente para explicar o comportamento coletivo da rede (Newman, 2003). Neste tipo de análise são verificadas medidas como distribuição de graus, densidade e coeficiente de aglomeração (Ahuja, Soda & Zaheer, 2012). Isso possibilita, por exemplo, analisar o resultado de todos os relacionamentos que ocorrem na rede ou a forma em que se dá a dinâmica de evolução da mesma, quando analisada sob uma perspectiva longitudinal (Provan, Fish & Sydow, 2007). Esta dinâmica ocorre porque à medida que a rede cresce, o conjunto de atores que a compõem e seus relacionamentos se modificam. Novos relacionamentos são criados ou desfeitos, ocasionando alterações na estrutura da rede (Takaffoli, Sangi, Fagnan & Zaiane, 2011).

Os estudos de tais redes ganharam destaque na literatura de redes complexas devido à capacidade de representação e análise de uma variedade de sistemas em diferentes campos do conhecimento, como, por exemplo, redes de sistemas biológicos (Barabási & Oltvai, 2004), sociais (Park & Newman, 2004), tecnológicos (Holme, 2003) e físicos (Amaral & Ottino, 2004). Foram desenvolvidos diversos modelos de redes complexas na literatura, sendo classificadas conforme suas propriedades estatísticas (Boccaletti *et al.*, 2006). Entre as principais propriedades analisadas estão o coeficiente de aglomeração – medida que pode ser interpretada como a probabilidade de dois vizinhos de um ator estarem conectados (Newman, 2001), e distribuição dos graus – função de probabilidade que considera o número de relacionamentos incidentes em um dado ator (Newman, 2001). Em decorrência dessas propriedades estatísticas, as redes complexas podem ser representadas por meio de 3 principais modelos (Boccaletti *et al.*, 2006): Redes Aleatórias, Redes de Mundos Pequenos (Watts & Strogatz, 1998) e Redes Livres de Escala (Barabási & Albert, 1999).

Nas redes aleatórias, os atores se relacionam com outros aleatoriamente. Todos os atores possuem equivalência de quantidade e probabilidade de receber novos relacionamentos (Barabási & Albert, 1999). Ademais, os eventos futuros são independentes de eventos anteriores, de modo que não há inferências de um determinado curso de evolução no futuro (Gluckler, 2007). Isso significa que não existe dependência do caminho. A estrutura atual da rede é fruto de uma evolução randômica não influenciada pelo passado.

Neste modelo, a rede começa com n atores sem relacionamentos e então os relacionamentos iniciam-se com uma probabilidade $p > 0$ entre todos os pares possíveis de atores da rede (Gluckler, 2007), possibilitando uma distribuição de grau² aleatória entre os atores. Trata-se de uma distribuição normal ou gaussiana, visto que é possível estabelecer uma média dominante de relacionamentos por ator. Isso implica em uma distribuição de graus mais homogênea entre os atores existentes na rede (Scharnhorst, 2003).

Já as Redes de Mundos Pequenos (MP) indicam que os atores são separados por poucos graus uns dos outros, em um “mundo pequeno”. São redes em que a maioria dos atores se conecta a outros através de um caminho mínimo (Watts & Strogatz, 1998). No modelo MP, a rede começa composta por n atores dispostos em círculo, ligados aos atores mais próximos em cada direção. Em seguida, cada relacionamento é redirecionado a outro ator (escolhido aleatoriamente), com probabilidade p de relacionamento fixa (Watts & Strogatz, 1998). Sendo assim, redes MP apresentam uma elevada taxa de agrupamento e menor média da distância ou menor caminho entre dois atores (Watts & Strogatz, 1998).

Por fim, as redes Livres de Escala (LE) são assim chamadas porque seguem um padrão de crescimento não regular (Boccaletti *et al.*, 2006; Newman, 2005). A probabilidade p de um novo ator se relacionar com àqueles que já integram os relacionamentos da rede não apresenta distribuição uniforme, expandindo-se de acordo com o número de relacionamentos ou grau de ligações que determinado ator possui (Boccaletti *et al.*, 2006). No modelo LE, a rede é iniciada com um pequeno número de atores que se relacionam de forma aleatória. A cada unidade

² Grau de um ator é a quantidade de relacionamentos que este ator possui na rede (Newman, 2001).

de tempo um novo ator é adicionado a rede, ligado proporcionalmente com os atores mais conectados. Ou seja, a probabilidade de relacionamento de um ator na rede está relacionada com o grau de relacionamentos que este ator possui (Barabási & Albert, 1999). Para Barabási (2009), a análise de redes LE possibilita capturar a dinâmica de evolução da rede. Dito de outra maneira, redes LE são caracterizadas por uma distribuição de graus heterogênea entre os atores, cuja estrutura possui poucos atores encarregados, em grande parte, pelos relacionamentos da rede de modo geral (Boccaletti *et al.*, 2006). Os atores com baixo grau de relacionamento tendem a se conectar com os atores altamente relacionados, chamados de *hubs* (Newman, 2005).

As redes LE são redes complexas cujo grau de distribuição dos atores segue uma lei de potência. Tal lei é representada matematicamente por $p(k) \sim k^{-\gamma}$, onde $p(k)$ é a probabilidade de encontrar um ator com grau k . Geralmente, o expoente γ da lei de potência situa-se entre $2 \leq \gamma \leq 3$ (Boccaletti *et al.*, 2006). Como resultado, tem-se que a distribuição dos graus apresenta cauda pesada em sua distribuição de Pareto (classificação/frequência), variância potencialmente infinita, média e intervalo de confiança instáveis (Adriani & McKelvey, 2011).

A Lei de Potência tem sido evidenciada em diversos fenômenos naturais e sociais (Clauset *et al.*, 2009), como, por exemplo, populações das cidades, intensidades dos terremotos, fortunas pessoais, quantidade de acessos nas páginas da internet. Além disso, a distribuição de cauda pesada, como reflexo dessa lei, pode ser atribuída a diversos mecanismos (Andriani & McKelvey, 2009). Neste trabalho será tratado exclusivamente o mecanismo de ligação preferencial.

O mecanismo de ligação preferencial é conhecido em outros campos do conhecimento como princípio da vantagem cumulativa, Efeito Mateus ou "*rich-gets-richer*" (Mantegna & Stanley, 2000). Essas diferentes terminologias tratam de um mecanismo generativo para explicar a desigualdade em diversos processos temporais, através do qual uma posição relativamente favorável pode ser considerada como recurso para gerar ganhos adicionais futuros (DiPetre & Eirich, 2006). Dada a evidência empírica em inúmeros campos científicos, incluindo ciências naturais, biológicas e sociais, segundo Andriani e McKelvey (2009), o mecanismo de ligação preferencial foi elevado ao status de um axioma, uma premissa tão evidente que é aceita como verdadeira sem controvérsia.

Segundo Aguinis *et al* (2016), foi Merton que, em 1968, introduziu a ideia de ligação preferencial nas Ciências Sociais, sugerindo que pequenas vantagens iniciais como riqueza, educação e oportunidade ao longo do tempo levam a lacunas muito grandes entre os “que tem” e os “que não tem”. Paralelamente, na Física, há uma referência comum aos *loops* de *feedback* que amplificam pequenos eventos aleatórios em mudanças sistemáticas e complexas que são mais bem modeladas com uma distribuição de cauda pesada (Gong & van Leeuwen, 2004).

Em outras palavras, as diferenças que inicialmente são mínimas tornam-se reações em cadeia que ocasionam diferenças expressivas. Criam-se sistemas que são representados não por um grande número de unidades que produzem uma média, como ocorre em distribuições normais, mas por um pequeno número de unidades que produzem quantidades expressivas (Aguinis *et al.*, 2016). Para DiPetre e Eirich (2006), o mecanismo de ligação preferencial é capaz de ampliar pequenas diferenças ao longo do tempo, tornando difícil para um indivíduo ou grupo que está em “atraso”, num dado momento, recuperar a diferença em relação ao mais avançado. De maneira similar, Crawford e Lepine (2013) argumentam que, ao longo do tempo, o mecanismo de ligação preferencial permite acumular recursos intangíveis, como conhecimento e capacidade de absorção que podem impulsionar relacionamentos posteriores. Para DiPetre e Eirich (2006), em um processo de crescimento guiado por tal mecanismo, os níveis atuais de acumulação têm relação causal e direta sobre os níveis de acumulação futuros.

Barabási e Albert (1999) introduzem um modelo para análise de redes LE, com base em duas premissas: evolução da rede e ligação preferencial. Para a primeira premissa, os autores sugerem que as redes reais são abertas, pois sofrem alterações ao longo de sua evolução por meio da introdução de novos atores, estabelecendo uma perspectiva dinâmica. A título de exemplo, a rede de literatura científica cresce constantemente à medida que novos artigos são publicados (Barabási & Albert, 1999). Em relação à segunda premissa, os novos atores que passam a compor a rede estabelecem relacionamento com um ator existente a partir de um mecanismo de ligação preferencial. A probabilidade de se relacionar com um ator depende do grau de relacionamento do ator. Este mecanismo sinaliza que probabilidade de novos relacionamentos depende da quantidade de relacionamentos já existentes, delineando a trajetória de crescimento da rede

(Newman, 2005). Quanto mais relacionamentos um ator possui, mais central ele se encontra na rede e, por esse motivo, maior será a chance de formar novos relacionamentos. Isso implica redes com poucos atores que possuem papel relevante na estrutura da rede (Newman, 2005). À medida que os atores estabelecem um maior número de relacionamentos, ficam ainda mais atrativos e atraem cada vez mais os novos atores que chegam à rede. Como resultado, há uma pequena parcela de atores ligados a muitos outros atores, e uma grande parcela ligados a poucos atores (Boccaletti *et al.*, 2006).

O mecanismo de ligação preferencial foi identificado, por exemplo, por Powell *et al* (2005) na pesquisa sobre a formação de novos relacionamentos no campo da biotecnologia. O resultado mostra que novas alianças eram mais propensas a serem formadas entre as firmas mais bem relacionadas ou firmas patrocinadas por atores mais centrais. Outro estudo diz respeito à rede de citações científicas e à rede de internet, onde foi evidenciado que um ator que possui uma maior quantidade de relacionamentos na fase inicial tem maior probabilidade de atrair novos relacionamentos, tornando-se cada vez mais central (Jeong, Néda & Barabási, 2003). Venkatraman e Lee (2004) também identificaram o mecanismo de ligação preferencial na rede estudada, que é dado pela influência na escolha das plataformas tecnológicas pelos desenvolvedores de jogos de videogames. Eles concluem que é mais provável que o desenvolvedor de jogos se relacione com uma plataforma tecnológica que possua posição central na rede.

Para Glucker (2007), é possível relacionar o mecanismo de ligação preferencial com resultados de mudanças dependentes da trajetória, onde uma sequência de eventos cria preferências desiguais para eventos futuros. A dependência da trajetória sinaliza que determinados sistemas possuem consequências que se relacionam diretamente com as condições iniciais de formação (DiPrete & Eirich, 2006). Ou seja, uma contingência histórica pode intervir na trajetória subsequente. Por exemplo, os estudos na área de gestão estratégica elaborados por Latham (2009) concluem que a capacidade produtiva do passado de grandes firmas lhes permite além de emprestar mais, suportar recessões econômicas, caracterizando uma capacidade de continuar produzindo com base na produção passada. Outro exemplo correlato é o estudo Gould (2002) na área de marketing, onde os clientes estão dispostos a experimentar um novo produto, caso

os produtos anteriores da firma atendam às expectativas dos clientes, caracterizando uma oportunidade aumentada com base no sucesso passado.

Em síntese o mecanismo de ligação preferencial é um mecanismo generativo pelo qual uma rede complexa livre de escala se forma e evolui (Newman, 2003). A formação de novos relacionamentos é comumente orientada pela quantidade de relacionamentos que determinado ator possui (Albert & Barabasi, 2002). Este processo reforça a visão de que o “rico cada vez fica mais rico”, pelo qual o ator dominante inevitavelmente atrairá mais e mais relacionamentos (Albert & Barabasi, 2002).

3 METODOLOGIA

Este capítulo tem por objetivo detalhar e discutir a metodologia envolvida neste estudo, e está dividido em três seções. A primeira é referente ao método de pesquisa adotado. A segunda é empregada para discorrer sobre a base de dados e por fim, a terceira seção é destinada a descrever os procedimentos empregados para análise dos dados.

3.1 Método

O método de pesquisa utilizado neste trabalho é o estudo de caso único com uma perspectiva longitudinal (Eisenhardt, 1989; Leonard-Barton, 1990; Yin, 2005) e de natureza quantitativa (Ragin & Byrne, 2009).

Tal método permite examinar um fenômeno atual no contexto onde realmente ocorre, especialmente quando os limites entre o fenômeno estudado e contexto não são claramente discerníveis (Yin, 2005). Usualmente, as decisões envolvidas no decorrer do processo de internacionalização da firma refletem os variados contextos nos quais a firma está inserida (Poulis, Poulis & Plakoyiannaki, 2013). Nesse sentido, observa-se que a rede analisada engloba atores localizados em diversos mercados estrangeiros e, conseqüentemente, diferentes contextos. Tendo em vista que um dos objetivos é compreender a evolução da rede, é fundamental estudar os relacionamentos entre os atores dessa rede, bem como os respectivos eventos de formação, manutenção e rompimentos destes relacionamentos no contexto em que ocorrem.

Para Yin (1989), a opção pelo estudo de caso deve ser feita com intuito de se analisar eventos contemporâneos, em situações onde as ações relevantes não podem ser manipuladas, mas observações diretas e entrevistas são mais adequadas. Isso possibilita coletar uma variedade de evidências: documentos, artefatos, entrevistas e observações. No caso desta pesquisa, tal método possibilitou o levantamento de uma ampla gama de dados (primário e secundários), mapeando detalhes como, por exemplo, processos de aquisição e encerramento de operações que ocorreram ao longo do processo de internacionalização da firma estudada.

Por sua vez, a adoção da perspectiva longitudinal busca evidenciar o processo evolucionário da rede ao longo da internacionalização da firma. Segundo Hand (2017), pesquisas longitudinais são aquelas em que as variáveis selecionadas são analisadas para o mesmo fenômeno em no mínimo dois instantes diferentes no tempo. Para Buckley (2016), as pesquisas que utilizam análises longitudinais permitem conceber o processo de internacionalização como um conjunto de decisões sequenciadas no tempo. Como resultado, possibilitam estudar as alterações ocorridas ao longo do tempo, visto que se explicita os efeitos do tempo nos fenômenos estudados (Hand, 2017). Para esta pesquisa, a perspectiva longitudinal torna-se adequada. A rede é analisada temporalmente a fim de se entender como se deu sua evolução no decorrer do processo de internacionalização da firma e o papel da ligação preferencial como mecanismo generativo deste processo evolutivo.

Para Buckley (2016), a pesquisa de natureza longitudinal se baseia tanto em métodos narrativos quanto em modelos estatísticos e matemáticos, como é o caso do presente estudo. Assim, a natureza quantitativa justifica-se pelo fato de se utilizar análises estatísticas para verificar a ocorrência ou não do fenômeno e, em caso positivo, seu grau de significância. No nosso caso, a natureza quantitativa é exemplificada pelas análises estatísticas subjacentes à distribuição dos graus (Clauset et al., 2009) e a existência e força do mecanismo de ligação preferencial (Pham et al., 2015, 2016).

3.2 Base da dados

A base de dados foi gerada a partir da coleta de dados realizada para a dissertação “Evolução da rede no processo de internacionalização da firma” (Alves, 2015) apresentada ao Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Administração da PUC Minas. O trabalho teve como objetivo identificar e analisar a evolução da rede no processo de internacionalização da firma por meio de um estudo de caso qualitativo sob uma perspectiva longitudinal (Alves, 2015). Os resultados apresentados indicam que a internacionalização é fruto de relacionamentos multilaterais entre atores, sendo melhor analisada sob o ponto de vista dinâmico ou evolucionário. O autor também identifica que houve crescimento

da rede, diminuição da densidade e do grau de distribuição. Variações ao longo do tempo em dimensões como distância geodésica da rede e seu desvio padrão foram ainda observadas. Ademais, a pesquisa constata que, no decorrer do processo de internacionalização, a evolução da rede foi marcada pela sobreposição de redes de escopos geográficos distintos nas fases mais tardias da internacionalização. Atores pertencentes a uma rede com escopo geográfico local também participaram de outras redes cujo escopo geográfico era internacional. Porém, isso não foi evidenciado no decorrer de todo o processo de internacionalização, mas somente em eventos mais tardios.

Alves (2015) realizou 37 entrevistas, no período de junho a novembro de 2013, em cinco países distintos: Argentina, Brasil, Cingapura, Estados Unidos e Holanda. As entrevistas transcritas foram gentilmente cedidas para este novo estudo e totalizaram 259 páginas em formato A4, fonte Arial 10, espaço 1,5 com alinhamento justificado. Além disso, o autor valeu-se de arquivos, relatórios gerenciais, contratos, materiais de marketing e treinamento, artigos de jornais, de revistas técnicas especializadas, bem como portais disponíveis na internet. O conjunto de dados secundários fornecidos engloba um total de 973 páginas de documentos, 11 notícias, 23 contratos e 17 websites, e também foram cedidos para este estudo.

Segundo Alves (2015), após a análise dos dados primários e secundários, foi possível identificar a existência de relacionamentos entre os atores citados no processo de internacionalização da firma. O autor elaborou uma narrativa contendo os principais eventos e episódios que caracterizam o processo de internacionalização da firma pesquisada. Essa técnica de análise de dados é tradicionalmente usada em estudos sobre internacionalização da firma (ver, por exemplo, Bingham & Davis, 2012), em que os pesquisadores rastreiam a mudança de uma unidade menor (evento) até chegar a uma unidade maior (episódio), classificando as alterações de forma cronológica em episódios. Por exemplo, Eriksson (2016), em sua tese de doutorado referente ao processo de internacionalização de uma firma multinacional no mercado chinês, sugere que mudanças maiores sejam classificadas cronologicamente como episódios. Tais episódios são compostos de pequenos eventos interligados entre si. Dessa forma, Alves (2015) analisou o processo de internacionalização da firma, classificando

uma série de eventos em episódios. Posteriormente, com intuito de compreender a conexão dos eventos e episódios ao longo do tempo, foi identificada a relação de eventos com episódios, bem como entre episódios.

O processo de internacionalização da firma pesquisada é caracterizado por 5 episódios e 21 eventos, abrangendo um período de 16 anos. Os episódios identificados durante o processo de internacionalização da firma foram: I- Exportações (Entrada no Mercado Brasileiro), ocorrido no período de 1996 à 2006; II- Aquisição Firma no Brasil, ocorrido no período de 2004 à 2006; III- Operação de *greenfield* no Brasil, ocorrido no período de 2006 à 2007; IV- Exportação de Produtos Fabricados no Brasil, ocorrido no período de 2007 à 2012 e por fim o episódio V- Venda Mundial da Firma C, ocorrido no ano de 2011. Em relação aos eventos, foram identificados 21 eventos. A Figura 1 relaciona os eventos que caracterizam o processo de internacionalização da firma pesquisada com seus respectivos episódios, bem como com o período de duração de cada episódio. A identificação dos eventos se dá em letras do alfabeto latino em ordem sequencial de ocorrência dentro do episódio, indexados ao episódio correspondente.

Figura 1 - Período de duração x episódios x eventos do processo de internacionalização da firma

Duração - Anos	Episódios e Eventos que Retratam a Evolução da Rede da Firma	
1996 - 2006	EPISÓDIO I	I. Exportações (Entrada Mercado Brasileiro)
		Eventos
		I-a. Visitas técnicas em parceria com fornecedores
		I-b. Início exportações da linha de produtos <i>onshore</i>
		I-c. 1ª Iniciativa de Desenvolvimento de concorrente nacional
		I-d. Início exportações da linha de produtos <i>offshore</i>
I-e. 2ª Iniciativa de Desenvolvimento de Concorrente nacional		
2004 - 2006	EPISÓDIO II	II. Aquisição Firma no Brasil
		Eventos
		II-a. Cancelamento do acordo de <i>Joint Venture</i> c\ firma Argentina
		II-b. Lançamento do programa "Conteúdo Local"
		II-c. Estreitamento de relacionamento c\ fornecedores no Brasil
		II-d. Aquisição da firma nacional
II-e. Desenvolvimento de fornecedores locais		
2006 - 2007	EPISÓDIO III	III. Operação de <i>Greenfield</i> no Brasil
		Eventos
		III-a. <i>Greenfield</i> em Betim - MG para produção das linhas <i>onshore</i> e <i>offshore</i>
		III-b. Homologação de produtos e certificação da planta fabril
		III-c. Venda e instalação do maior <i>pipeline</i> em PRFV da América Latina
		III-d. <i>Road show</i> em todas as unidades operacionais do cliente no Brasil
III-e. Desenvolvimento de projetos e produtos em parceria c\ fornecedores no Brasil		
2007 - 2012	EPISÓDIO IV	IV. Exportações de Produtos Fabricados no Brasil
		Eventos
		IV-a. Vendas <i>intracompany</i>
		IV-b. Contrato para fornecimento de 8 navios e 15 plataformas
		IV-c. Desenvolvimento de projetos para exploração Pré-sal em parceria com cliente
IV-d. <i>Greenfield</i> em Recife - PE para produção das linhas <i>onshore</i> e <i>offshore</i>		
2011	EPISÓDIO V	V. Venda Mundial da Multinacional
		Eventos
		V-a. Realinhamento de estratégias e sobreposição de produtos
V-b. Encerramento de atividades da planta em Betim, MG		

Fonte: Adaptado pela autora (Alves, 2015)

A partir da identificação dos eventos de cada episódio, foram detectados os atores citados nas entrevistas e ou explicitados em outra das fontes de dados. No total foram identificados 61 atores distintos. Posteriormente, foi elaborada a rede para cada um dos 21 eventos que caracterizam o processo de internacionalização da firma. O autor valeu-se de matrizes binárias simétricas, cuja finalidade é registrar a presença (preenchida com algarismo "1" na matriz) e ou ausência (preenchida com algarismo "0" na matriz) de relacionamentos entre os atores da rede nos eventos. A Figura 2 relaciona a quantidade de atores que compõem a rede em cada

um dos eventos, bem como a quantidade de dados binários utilizados para identificar a presença ou ausência de relacionamentos entre os atores da rede de cada evento.

Figura 2 - Episódios, eventos, atores e dados binários em cada evento do processo de internacionalização da firma

Episódios e Eventos que Retratam a Evolução da Rede da Firma		Número de Firmas na Rede	Quantidade de Dados Binários	
I. Exportações (Entrada Mercado Brasileiro)			1723	
EPISÓDIO I	Eventos	I-a. Visitas técnicas em parceria com fornecedores	10	100
		I-b. Início exportações da linha de produtos <i>onshore</i>	13	169
		I-c. 1ª Iniciativa de Desenvolvimento de concorrente nacional	21	441
		I-d. Início exportações da linha de produtos <i>offshore</i>	22	484
		I-e. 2ª Iniciativa de Desenvolvimento de Concorrente nacional	23	529
II. Aquisição Firma no Brasil			2583	
EPISÓDIO II	Eventos	II-a. Cancelamento do acordo de <i>Joint Venture</i> c\ firma Argentina	27	729
		II-b. Lançamento do programa "Conteúdo Local"	22	484
		II-c. Estreitamento de relacionamento c\ fornecedores no Brasil	21	441
		II-d. Aquisição da firma nacional	20	400
		II-e. Desenvolvimento de fornecedores locais	23	529
III. Operação de <i>Greenfield</i> no Brasil			3367	
EPISÓDIO III	Eventos	III-a. <i>Greenfield</i> em Betim - MG para produção das linhas <i>onshore</i> e <i>offshore</i>	23	529
		III-b. Homologação de produtos e certificação da planta fabril	22	484
		III-c. Venda e instalação do maior <i>pipeline</i> em PRFV da América Latina	27	729
		III-d. <i>Road show</i> em todas as unidades operacionais do cliente no Brasil	28	784
		III-e. Desenvolvimento de projetos e produtos em parceria c\ fornecedores no Brasil	29	841
IV. Exportações de Produtos Fabricados no Brasil			4561	
EPISÓDIO IV	Eventos	IV-a. Vendas <i>intracompany</i>	32	1024
		IV-b. Contrato para fornecimento de 8 navios e 15 plataformas	34	1156
		IV-c. Desenvolvimento de projetos para exploração Pré-sal em parceria com cliente	34	1156
		IV-d. <i>Greenfield</i> em Recife - PE para produção das linhas <i>onshore</i> e <i>offshore</i>	35	1225
V. Venda Mundial da Multinacional			2450	
EPISÓDIO V	Eventos	V-a. Realinhamento de estratégias e sobreposição de produtos	35	1225
		V-b. Encerramento de atividades da planta em Betim, MG	35	1225

Fonte: Adaptado pela autora (Alves, 2015)

As matrizes elaboradas para cada um dos 21 eventos são binárias (preenchidas com "0" ou "1"), do tipo não direcionadas, ou seja, o fluxo de relacionamentos ocorre em ambas as direções (o ator "A" se relaciona com ator "B"

assim como “B” se relaciona com “A”). Seguindo os procedimentos adotados por Powell, White, Koput e Owen-Smith (2005), atores sem relacionamentos no horizonte temporal de 5 anos foram considerados como inativos na rede, sendo excluídos dos episódios seguintes.

Assim, o autor chegou a base de dados, constituída por 29.368 dados binários destinados a identificar os relacionamentos nas redes dos 21 eventos que caracterizaram o processo de internacionalização da firma, indexados em 5 episódios em ordem cronológica. Estes dados, organizados na matriz binária, compõem este novo estudo.

Conforme mencionado anteriormente, os resultados de Alves (2015) são expostos de forma descritiva, salientando que alguns indicadores da rede se alteraram durante o processo de internacionalização da firma pesquisada. No nosso estudo, avançamos ao adotar testes estatísticos de análise de dados utilizados em redes complexas (Broido & Clauset, 2018; Clauset *et al.*, 2009).

Devido o difícil entendimento de algumas propriedades de redes complexas, estudos descritivos enfrentam dificuldades em identificar variações em algumas dessas propriedades, bem como se as mesmas são significativas ou não do ponto de vista estatístico. Isso não ocorre quando utilizamos testes estatísticos para a análise do processo evolutivo de redes complexas (Clauset *et al.*, 2009).

Portanto, quando se trata de uma rede como um todo, normalmente caracterizada por um grande número de relacionamentos, a análise por meio de testes estatísticos é mais recomendada (Newman, 2003). Por exemplo, Broido e Clauset (2018) mostram que redes de natureza distinta, tais como redes tecnológicas e sociais, quando submetidas a testes estatísticos, parecem não conter determinadas propriedades a elas atribuídas em estudos que utilizam unicamente análises descritivas. Em especial, os autores questionam se tais redes podem ser caracterizadas como LE já que testes estatísticos não as diferenciaram de outras distribuições concorrentes, tais como Log-Normal e ou Exponencial.

No caso da nossa pesquisa, aproveitamos então a existência de uma base de dados construída de forma rigorosa, seguindo os procedimentos recomendados pela ARS (Borgatti, Everett, & Johanson, 2013), para avançar a análise de dados empreendida por Alves (2015). Para além da análise descritiva, utilizamos testes

estatísticos para desvendar propriedades da rede que, em função da análise de dados empreendida pelo autor, não teriam como ser identificadas.

Especificamente, analisamos a hipótese de ocorrência da Lei de Potência e, conseqüentemente, o comportamento LE, via análise da distribuição de graus dos atores que compõem a rede (Broido & Clauset, 2018; Clauset *et al.*, 2009). Também analisamos um mecanismo específico de formação e evolução da rede que é o de ligação preferencial (Pham *et al.*, 2015, 2016). O resultado final é que mostramos não somente “como”, mas também “por que” a rede no processo de internacionalização da firma pesquisada evolui.

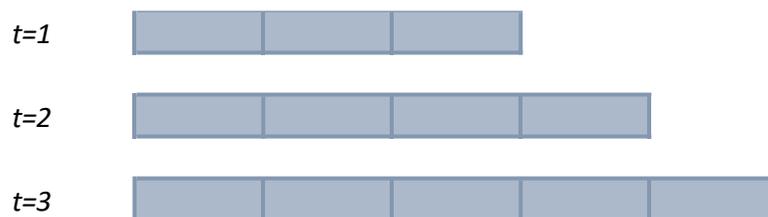
3.3 Análise de dados

A partir da matriz binária de cada evento, contendo a presença ou ausência de relacionamento durante o processo de internacionalização da firma, foi elaborada uma planilha auxiliar no *software* MS-Excel 2013, com intuito de quantificar o grau de relacionamento de cada ator em cada janela de análise.

Entende-se por grau de relacionamento do ator a quantidade de atores distintos com os quais determinado ator se relacionou (Barabási *et al.*, 2002). Já a janela de análise, que envolve a dinâmica temporal da rede, engloba os eventos em cada episódio. A análise da dinâmica da rede por episódios se faz necessária para obtenção de uma quantidade suficiente de dados que possibilite a execução dos testes estatísticos. Os eventos, isoladamente, não conteriam dados suficientes para uma análise estatística robusta

Optamos pelo uso da janela de expansão, em que a janela temporal fica maior a cada unidade temporal. Este método, proposto por Doreian (1986), tem o mérito de mostrar o acúmulo evolutivo da estrutura da rede já que mantém o histórico de relacionamentos. Assim, permite considerar as características relacionadas à acumulação de relacionamentos refletida no grau de relacionamento de cada ator da rede. A título de exemplo, a Figura 3 representa uma dinâmica temporal com uso da janela de expansão de três períodos ($t=1$, $t=2$ e $t=3$).

Figura 3 - Representação de uma dinâmica temporal com uso da janela de expansão



Fonte: Elaborada pela autora

Seguindo o método citado acima, as janelas foram assim definidas:

- Janela 1 – $t=1$: referente à rede no momento temporal $t=1$. Ou seja, a rede inicial composta pelo Episódio I (engloba os Eventos 1 ao 5). Este episódio foi marcado pela entrada da firma no Brasil através de exportações.
- Janela 2 – $t=2$: referente à rede no momento temporal $t=2$ que é composta pelos Episódios I e II (engloba os Eventos 1 ao 10). O episódio é representado pela aquisição de uma firma no Brasil.
- Janela 3 – $t=3$: referente à rede no momento temporal $t=3$ que é composta pelos Episódios I, II e III (engloba os Eventos 1 ao 15). A Janela 3, além dos episódios I e II, é marcada pela operação de *greenfield* no Brasil.
- Janela 4 – $t=4$: referente à rede no momento temporal $t=4$ que é composta pelos Episódios I, II, III e IV (engloba os Eventos 1 ao 19). O momento temporal da Janela 4 é determinado, além dos episódios já citados nas outras janelas, pelas exportações de produtos fabricados nacionalmente.
- Janela 5 – $t=5$: referente a rede no momento temporal $t=5$ que é composta pelos Episódios I, II, III, IV e V (engloba os Eventos 1 ao 21). A Janela 5 trata do processo de internacionalização da firma como um todo. Compreende todos os episódios deste estudo, tendo como ponto final a venda mundial da multinacional.

A Figura 4 mostra as 5 janelas, conectando-as com os episódios e eventos do processo de internacionalização da firma estudada.

Figura 4 - Relação de janelas de análise por episódios

Janelas de Análise	Episódios e Eventos que Retrata a Evolução da Rede da Firma				
	EPISÓDIO I Eventos	I. Exportações (Entrada Mercado Brasileiro) I-a. Visitas técnicas em parceria com fornecedores I-b. Início exportações da linha de produtos <i>onshore</i> I-c. 1ª Iniciativa de Desenvolvimento de concorrente nacional I-d. Início exportações da linha de produtos <i>offshore</i> I-e. 2ª Iniciativa de Desenvolvimento de Concorrente nacional			
		EPISÓDIO II Eventos	II. Aquisição Firma no Brasil II-a. Cancelamento do acordo de <i>Joint Venture</i> c/ firma Argentina II-b. Lançamento do programa "Conteúdo Local" II-c. Estreitamento de relacionamento c/ fornecedores no Brasil II-d. Aquisição da firma nacional II-e. Desenvolvimento de fornecedores locais		
			EPISÓDIO III Eventos	III. Operação de Greenfield no Brasil III-a. <i>Greenfield</i> em Betim - MG para produção das linhas <i>onshore</i> e <i>offshore</i> III-b. Homologação de produtos e certificação da planta fabril III-c. Venda e instalação do maior <i>pipeline</i> em PRFV da América Latina III-d. <i>Road show</i> em todas as unidades operacionais do cliente no Brasil III-e. Desenvolvimento de projetos e produtos em parceria c/ fornecedores no Brasil	
				EPISÓDIO IV Eventos	IV. Exportações de Produtos Fabricados no Brasil IV-a. Vendas <i>intracompany</i> IV-b. Contrato para fornecimento de 8 navios e 15 plataformas IV-c. Desenvolvimento de projetos para exploração Pré-sal em parceria com cliente IV-d. <i>Greenfield</i> em Recife - PE para produção das linhas <i>onshore</i> e <i>offshore</i>
					EPISÓDIO V Eventos

Fonte: Elaborada pela autora

Foi elaborada uma planilha contendo o grau de relacionamento de cada ator nos episódios que compõem a janela de análise. Tendo em vista que um episódio é composto por vários eventos, a obtenção do grau no episódio é o resultado do somatório da presença de relacionamento de atores distintos em cada evento. O grau de relacionamento de cada ator, nas devidas janelas de análise, pode ser visto no Apêndice A.

Em seguida, analisamos se a distribuição de graus da rede no processo de internacionalização da firma assemelha-se à distribuição de lei de potência

seguindo os procedimentos propostos por Clauset *et al* (2009). Para esta análise utilizamos o *software* RStudio 2009-2017, versão 1.0.153, por meio do pacote *powerLaw-R*.

Conforme discutido anteriormente, redes que seguem a Lei de Potência são representadas matematicamente por uma expressão do tipo: $p(k) \sim k^{-\gamma}$, onde $p(k)$ é a probabilidade de encontrar um ator com grau k , sendo $k > k_{min} > 0$. O expoente γ ou parâmetro de escala, em uma rede LE, varia entre $2 \leq \gamma \leq 3$ (Boccaletti *et al.*, 2006).

Diante desta representação matemática, a determinação de k_{min} é necessária porque o ajuste dos dados empíricos à Lei de Potência nem sempre se aplica a todos os graus observados na rede. Isso ocorre devido a grandes flutuações na parte superior da cauda da distribuição dos graus em redes reais. Portanto, o k_{min} é o ponto de corte a partir do qual o comportamento da lei de potência pode ser observado (Drees e Kaufmann, 1998). Assim, todos os graus inferiores a k_{min} são descartados, mantendo-se apenas os graus da rede para os quais a Lei de Potência é válida.

O método para determinação de k_{min} precisa ser o mais confiável possível. É a partir desse valor que o programa calcula o parâmetro de escala γ , dado pela inclinação absoluta da reta traçada a partir do ponto de corte determinado por k_{min} . Se k_{min} for de valor pequeno acarretará uma estimativa tendenciosa do parâmetro de escala γ , já que podem existir dados que não se ajustam à Lei de Potência. Por outro lado, caso o k_{min} seja de valor muito alto, corremos o risco de descartar dados legítimos ocasionando uma diminuição do conjunto de dados, o que torna o teste mais fraco sob o ponto de vista estatístico.

Segundo Clauset *et al* (2009), existe uma variedade de formas de estimar k_{min} . Neste estudo adotamos o teste de Kolmogorov-Smirnov (KS) que se baseia em minimizar a distância entre os dados empíricos e o modelo ajustado à Lei de Potência. A partir dos procedimentos apresentados, os cálculos de k_{min} e γ são elaborados automaticamente pelo pacote *powerLaw-R*, podendo, porém, ser alterados pela pesquisadora a seu critério.

Os testes apresentados até então nos permitem ajustar os dados empíricos a uma distribuição que segue a Lei de Potência e ainda estimar os parâmetros γ e k_{min} . A fim de quantificar a incerteza nas estimativas dos parâmetros γ e k_{min} e

ainda verificar se a hipótese de lei de potência é plausível para os dados apresentados, utilizamos o método *bootstrap* por meio do pacote *powerLaw-R*. Este método é uma técnica de reamostragem que permite quantificar a incerteza via cálculo dos erros padrões, intervalos de confiança e ainda testes de significância. Com aplicação do método *bootstrap* calculamos o valor-*p* capaz de indicar a plausibilidade da hipótese de lei de potência. Segundo Clauset *et al* (2009), se o valor-*p* for elevado, próximo de 1, a diferença entre os dados empíricos e o modelo é atribuída às flutuações estatísticas, sendo o modelo de ajuste à Lei de Potência uma hipótese plausível. Caso o valor-*p* seja pequeno (valor-*p* $\leq 0,1$), o modelo não é um ajuste plausível para os dados, o que descarta a hipótese.

Em síntese, por meio do pacote *powerLaw-R*, na primeira etapa da análise de dados, calculamos, para cada janela de análise, os valores de:

- a) k_{min} : limite mínimo a partir do qual o grau de relacionamento do ator se ajusta a lei de potência;
- b) γ : parâmetro de escala que varia entre $2 \leq \gamma \leq 3$;
- c) Desvio padrão referente a estimativa de k_{min} e γ ;
- d) Valor-*p*: plausibilidade da hipótese de lei de potência se valor-*p* $\geq 0,1$.

Os testes estatísticos utilizados têm como objetivo verificar a plausibilidade dos graus de relacionamento da rede no processo de internacionalização da firma ao ajuste da lei de potência. Porém, é possível que estes dados sejam mais bem ajustados a outras distribuições como Log-normal, Exponencial e Poisson.

Por meio dos procedimentos apresentados no cálculo de k_{min} e γ , para verificar a plausibilidade da lei de potência, o pacote *powerLaw-R* calcula, para cada distribuição alternativa, um k_{min} e γ . Posteriormente, traça sua respectiva curva a fim de fornecer uma representação gráfica da distribuição de graus dos dados empíricos, juntamente com a distribuição ajustada para cada uma das hipóteses alternativas à Lei de Potência. Porém, o resultado do gráfico gerado não fornece embasamento estatístico, pois apresenta apenas indícios, por meio de uma ferramenta visual, de qual das hipóteses testadas mais se aproxima da distribuição de graus dos dados empíricos.

Para verificação estatística da distribuição que fornece o melhor ajuste aos dados empíricos executamos um novo teste de ajuste. Para tanto, igualamos o limite mínimo (k_{min}) entre as distribuições alternativas, adotando o valor calculado

para a distribuição que estamos observando, ou seja, a da lei de potência. As conclusões deste teste são baseadas em dois resultados. O primeiro é referente ao teste da razão de verossimilhança (LR) que faz a comparação da qualidade do ajuste de dois modelos a fim de determinar qual oferece uma melhor representação para os dados empíricos. O segundo é relacionado ao valor- p de cada distribuição alternativa a fim de verificar se o teste é estatisticamente significativo. Conforme Clauset *et al* (2009), adotamos os seguintes passos:

- a) Verificamos se LR é significativamente diferente de zero. Valores em torno de zero podem ser originados de flutuações estatísticas. Quanto mais distante LR for de zero, mais robusto será o produto da análise deste resultado. Portanto, caso LR se aproxime de zero o resultado do teste estatístico é inconclusivo.
- b) Se LR for significativamente diferente de zero, verificamos o sinal do resultado. Se positivo, favorece a distribuição de lei de potência, se negativo favorece a distribuição alternativa.
- c) Analisamos por meio do valor- p se o resultado do teste é significativo sob o ponto de vista estatístico. Se o valor- p da distribuição alternativa for menor que 0,1 ($valor - p_{Alt} < 0,1$), o resultado é significativo estatisticamente. Se o valor- p da distribuição alternativa for maior que 0,1 ($valor - p_{Alt} > 0,1$), o resultado não é significativo estatisticamente.

Uma vez verificado, estatisticamente, se a distribuição dos graus da rede no processo de internacionalização da firma segue a Lei de Potência, partimos para a segunda etapa da análise de dados. O objetivo foi o de analisar estatisticamente se a evolução da rede se dá por meio do mecanismo de ligação preferencial. Para tanto, utilizamos os procedimentos propostos por Pham *et al* (2015), denominados *PAFit*.

O *PAFit* fornece uma estrutura abrangente para analisar mecanismos generativos envolvidos na evolução de redes, em particular o mecanismo de ligação preferencial. Especificamente, adota testes estatísticos para estimar tanto o mecanismo de ligação preferencial quanto um mecanismo generativo competitivo, denominado, pelos autores, adaptação do ator. A adaptação reconhece que os atores possuem uma capacidade intrínseca de formação de relacionamentos que proporciona um aumento na quantidade de relacionamentos

de determinado ator, independentemente do grau acumulado de relacionamentos. Para esta etapa utilizamos o *software* RStudio 2009-2017, versão 1.0.153.

Subjacente ao PAFIT, tem-se a concepção de redes complexas como sendo geradas por meio da adição e remoção incremental de relacionamentos ao longo de uma sequência temporal, representada por $\{G_t\}_{t=1}^T$, onde $G_0 =$ rede inicial em $t = 1$ e $G_T =$ rede final em $t = T$ (Pham *et al* 2016). O mecanismo de evolução é capturado pela regra de transição entre a rede G_{t-1} (rede no instante $t - 1$) para a rede G_t (rede no instante t para $t \geq 1$).

Conforme discutido anteriormente, um dos mecanismos generativos de redes LE é a ligação preferencial (Barabasi & Albert, 1999). Este mecanismo é dado pela probabilidade de um ator (v_i) de grau de relacionamento igual a $k_i(t) = k$ formar novos relacionamentos. É representado matematicamente por $\Pr(v_i \text{ de formar novos relacionamentos}) \propto A_k \times n_i$, onde A_k é uma função de grau k e n_i é a adaptação do ator (v_i) de formar novos relacionamentos. Portanto, a adaptação (n_i) influencia a probabilidade de formação de relacionamentos por um determinado ator, visto que é um multiplicador da função A_k . Sendo assim, a ligação preferencial e a adaptação são considerados mecanismos generativos concorrentes (Pham *et al.*, 2016).

Ao considerar essa possibilidade, A_k e n_i são estimados conjuntamente no PAFit. Além disso, são utilizados dois termos de regularização, um para a ligação preferencial A_k (termo “ r ”) e outro para adaptação n_i (termo “ s ”). Os valores de r e s são selecionados automaticamente pela validação cruzada.

Como r regula a forma de A_k , quanto maior r , maior é a tendência de a função A_k tornar-se linear na escala logarítmica. Ou seja, há evidências do mecanismo de ligação preferencial quando A_k for uma função crescente em média. Para obter a reta da função A_k o PAFit calcula a função logarítmica de A_k (log-linear $A_k = k^\alpha$). Todavia, apenas a função A_k ser crescente em média não é suficiente para confirmar, estatisticamente, a existência do mecanismo de ligação preferencial. É necessário analisar, em conjunto, o expoente α .

Segundo Pham *et al* (2015), quando $A_k = k$, ou seja $\alpha = 1$, a rede resultante pode ser considerada LE. Por outro lado, caso $A_k = 1$, ou seja $\alpha = 0$, a rede aproxima-se à Rede Aleatória, onde todos os atores possuem a mesma probabilidade de formar novos relacionamentos. Portanto, quanto mais próximo de

1 for o expoente α , mais robusto é o argumento que o mecanismo de ligação preferencial atua na formação e evolução da rede. Também podemos aferir a “força” de tal mecanismo por meio do valor do expoente α . Exponentes com valores mais elevados, como, por exemplo, superiores a 0.50, indicam uma forte presença do mecanismo de ligação preferencial (Pham et al., 2016).

Em relação ao parâmetro s temos que quanto maior o valor de s , mais fortemente concentrados em torno da média estão os valores para a adaptação dos atores (n_i) que compõem a rede. Isso ocorre porque o parâmetro s indica a dispersão ou variância da distribuição de adaptação entre os atores da rede, dada por $1/s$ (Pham et al., 2016). Quanto maior o parâmetro s , menor será a variância, indicando que não existe uma diferenciação importante entre a adaptação dos atores. Neste caso, o mecanismo de adaptação não interfere na evolução da rede já que os atores têm uma capacidade de adaptação similar.

4 RESULTADOS

Os resultados estão divididos em três seções. A primeira descreve sinteticamente o processo de internacionalização da firma estudada. A segunda seção contém os resultados da distribuição dos graus de relacionamento da rede no processo de internacionalização da firma. E a terceira diz respeito à verificação da ocorrência do mecanismo de ligação preferencial na evolução da rede no processo de internacionalização da firma.

4.1 Breve descrição da internacionalização da firma OilTubs

A matriz da firma OilTubs é uma *holding* da indústria petrolífera, gestora de 237 firmas distribuídas em 48 países. Estruturalmente, a matriz é dividida em quatro unidades de negócios: Tecnologia de Poços, Equipamentos para Prospecção de Petróleo, Distribuição e Manufatura & Serviços. A divisão que estamos analisando pertence a unidade de negócios Manufatura & Serviços, que identificamos, de forma fictícia, como OilTubs. OilTubs é destinada a comercializar tubos e conexões específicos para exploração e processamento de óleo e gás, tanto para a modalidade de exploração de petróleo *onshore* (em terra firme) quanto *offshore* (em alto mar).

O início do processo de internacionalização da OilTubs é caracterizado pela entrada da matriz no mercado brasileiro, iniciado por meio de visitas técnicas e parceria com fornecedores. Posteriormente, após estreitamento dos relacionamentos e desenvolvimento de oportunidades de negócios, inicia-se as exportações para o Brasil de produtos com aplicação *onshore*, destinados a exploração de petróleo do seu principal comprador, doravante denominado Comprador 1.

As exportações, que a princípio eram esporádicas, passaram a exportações regulares, por meio de contratos. Os produtos eram fabricados por subsidiárias da OilTubs localizadas em vários países, as quais, posteriormente, exportavam para compradores brasileiros (Comprador 1 e também outra firma local denominada Comprador 2), bem como para outros compradores da América do Sul. Devido ao grande volume de produtos importados, tanto Comprador 1 quanto Comprador 2

foram motivados a procurar e desenvolver fornecedores locais. Ocorreu a primeira tentativa de desenvolver um fornecedor local para tubos e conexões de aplicação *onshore*. Um dos concorrentes da OilTubs aceitou fabricar estes produtos, porém não houve aprovação por parte do Comprador 1. Somado a isso, a firma concorrente enfrentou problemas financeiros, interrompendo o desenvolvimento dos tubos e conexões. Como resultado, as exportações continuaram via matriz para Comprador 1. Tais exportações eram apenas de produtos para aplicação *onshore*.

As exportações de produtos com aplicação *offshore* para Comprador 1 se deram, a princípio, de forma indireta. Comprador 1 adquiria plataformas marítimas de fornecedores fora do Brasil, que utilizavam os produtos fabricados por uma das subsidiárias da OilTubs. Os fornecedores das plataformas marítimas traziam os módulos para o Brasil e posteriormente os integravam em estaleiros locais. Ademais, outros navios e plataformas que já faziam parte dos ativos de Comprador 1 utilizavam os produtos de uma das subsidiárias da OilTubs. Com isso, o primeiro contrato para produtos *offshore* foi firmado com intuito de reposição dos produtos aplicados na construção de navios e plataformas marítimas. Nesta fase as exportações regulares eram tanto de produtos para aplicação *onshore* quanto *offshore*.

Devido aos altos custos de importação e aos riscos de dependência, os Compradores 1 e 2 retomaram a iniciativa de desenvolver um fornecedor local para os tubos e conexões e identificaram um novo concorrente interessado em participar do projeto. Após vários meses, por problemas técnicos, as primeiras remessas dos produtos foram rejeitadas. Os problemas foram solucionados em seguida, mas, devido à baixa capacidade de produção deste concorrente, as importações continuaram.

Dando sequência ao processo de internacionalização, OilTubs solidifica sua entrada no mercado brasileiro por meio da aquisição de um concorrente nacional. Isto foi decorrência, entre outros fatores, do lançamento do programa “Conteúdo Local”, por parte do Governo Federal Brasileiro. Este programa previa que os principais fornecedores do Comprador 1 produzissem e comercializassem produtos em fábricas nacionais a fim de alavancar o desenvolvimento tecnológico do país. Com isso, a matriz rompeu o acordo de *joint venture* que tinha com um concorrente argentino e passou a investir nos relacionamentos formados localmente a fim de

desenvolver fornecedores no Brasil. Tendo em vista que o foco principal era atender a demanda do Comprador 1, parte do desenvolvimento de fornecedores foi feita em conjunto com o próprio Comprador 1.

Em decorrência de diversos aspectos, entre eles o rompimento do acordo de *joint venture* e ainda o lançamento do programa de “Conteúdo Local” atrelados à incentivos fiscais em determinados estados do Brasil, o processo de internacionalização da OilTubs avançou consideravelmente, culminando, nessa época, no investimento em *greenfield* no Brasil. Desde então, os relacionamentos foram estreitados entre OilTubs, fornecedores e subfornecedores.

Uma vez consolidada a fabricação e venda dos produtos no Brasil, inicia-se o processo de exportações de tubos e conexões fabricados nacionalmente. Nesta ocasião é observado o surgimento de novos compradores. Porém, Comprador 1 continua se destacando, principalmente pelo fato de a venda e instalação do maior *pipeline* (instalação de tubos para transporte de fluídos extraídos do petróleo) da América Latina, destinado a Comprador 4 transportar fluídos para Comprador 1.

Por fim, o processo de internacionalização da OilTubs no Brasil compreende o período de um ano, marcado pela venda mundial da multinacional. Com isso, ocorreu a revisão das estratégias mundiais da matriz, culminando no encerramento das atividades da OilTubs no mercado brasileiro.

É importante destacar que Comprador 1 foi um dos atores mais relevantes do processo de internacionalização da OilTubs no mercado brasileiro. Além de Comprador 1, podemos citar Comprador 2 como outro importante ator. Enfim, podemos dizer que o processo de internacionalização da OilTubs, que compreendeu um período de 16 anos, é marcado por três principais atores: Comprador 1, Comprador 2 e Matriz. Esta constatação pode ser verificada por meio do grau de relacionamento destes atores. Esses três atores, que representam 5% do total de atores que participaram da rede ao longo desse período, detêm 36% dos graus de relacionamentos acumulados.

4.2 Lei de potência no processo de internacionalização da OilTubs

Esta seção será segmentada em 5 partes, destinadas a apresentar os resultados do ajuste da distribuição dos graus da rede no processo de

internacionalização da OilTubs à Lei de Potência. Estes resultados são apresentados para cada uma das cinco janelas de análise, começando pela janela do Episódio I até o Episódio V, sendo a quinta janela nosso resultado geral. Ao final, além das 5 partes citadas, apresentamos uma análise comparativa dos resultados.

4.2.1 Janela 1 - Episódio I: Eventos de 1 ao 5

Os resultados a seguir são referentes a nossa menor janela que representa a rede no primeiro episódio, entrada no mercado brasileiro, do processo de internacionalização da OilTubs. É composta por cinco eventos: Ia - Visitas técnicas em parceria com fornecedores, Ib - Início de exportações regulares de produtos *onshore* para compradores no Brasil, Ic – Primeira iniciativa de desenvolvimento de concorrente nacional, Id - Início de exportações regulares de produtos *offshore* para compradores no Brasil, e evento Ie - Segunda iniciativa de desenvolvimento de concorrente nacional. Este episódio compreende um período de 10 anos.

A Tabela 3 apresenta o resultado da distribuição de graus da rede para a Janela 1 – Entrada no mercado brasileiro, ajustados ao modelo de lei de potência.

Tabela 3 - Distribuição de graus da rede da Janela 1

Rede do Episódio I (Eventos 1 ao 5)	k_{min}	γ	n_{tail}	gof	Bootstrap Desvio Padrão		valor-p
					k_{min}	γ	
Lei de Potência	4	2,91	14	0,09	0,89	0,88	0,51

Fonte: Dados da pesquisa

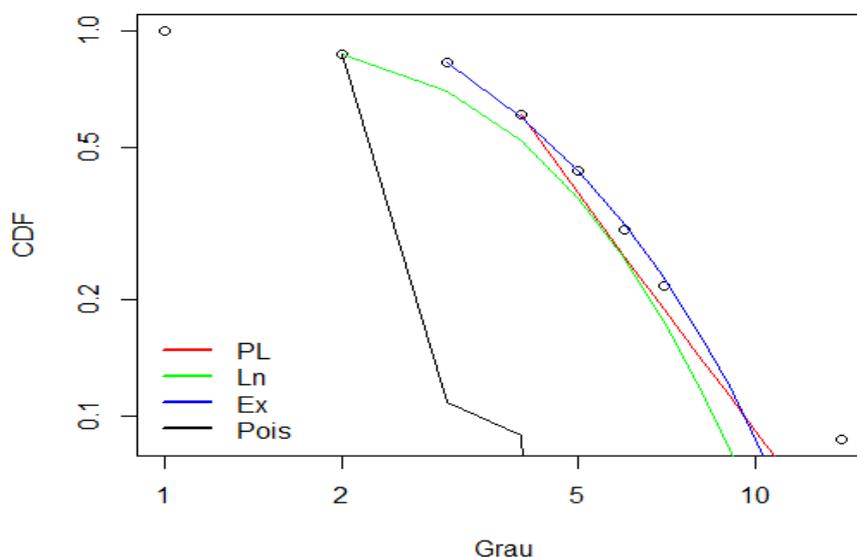
Conforme os resultados apresentados, o ponto de corte da curva de ajuste da lei de potência é 4, ou seja $k_{min} = 4$, consequentemente $n_{tail} = 14$. Devido à Lei de Potência se ajustar a partir do grau de relacionamento maior ou igual a 4, a cauda pesada é composta por 14 atores que têm o grau de relacionamento no mínimo igual a k_{min} . A partir de k_{min} , tem-se o parâmetro de escala $\gamma = 2,91$, cujo valor está de acordo com o expoente de uma distribuição de lei de potência (Clauset et al, 2009). O desvio padrão de k_{min} e γ foram 0,89 e 0,88 respectivamente. O valor-p=0,51 indica uma considerável plausibilidade de ocorrência da Lei de

Potência na distribuição dos graus de relacionamento da rede no processo de internacionalização da OilTubs.

Podemos afirmar que a rede referente à entrada da OilTubs no mercado brasileiro foi marcada por uma heterogeneidade na distribuição de grau dos atores, sugerindo que a formação dos relacionamentos neste episódio não é aleatória. Nesse sentido, por meio da planilha de graus de relacionamentos para este episódio (ver Apêndice A) é possível verificar que 25% dos relacionamentos da rede na Janela 1 concentram-se em dois atores da rede (Matriz e Comprador 1). Os outros 75% dos relacionamentos estão pulverizados entre os demais 21 atores.

A Figura 5 fornece uma comparação visual entre a distribuição dos graus de relacionamento ajustados à Lei de Potência (PL - linha vermelha), Log-normal (Ln - linha verde), Exponencial (Ex - linha azul) e Poisson (Pois - linha preta). Os pontos discretos representam os dados empíricos, dado pelo grau de relacionamento dos atores na entrada da OilTubs no mercado brasileiro.

Figura 5 - Comparação do ajuste dos dados a distribuições alternativas da Janela 1



Fonte: Dados da pesquisa

Na Figura 5 verificamos que as distribuições alternativas são compostas por um maior conjunto de dados tendo em vista que o ponto de corte do ajuste (k_{min}) é menor se comparado com o k_{min} do ajuste da Lei de Potência. No entanto, como o parâmetro de escala γ é menor, em decorrência do valor de k_{min} maior, o decaimento na cauda nas curvas de distribuições alternativas é mais rápido do que

na distribuição de lei de potência. Sendo assim, a cauda pesada, que concentra os dados mais relevantes ou os graus mais elevados de relacionamento, é mais bem ajustada, graficamente, à Lei de Potência do que as distribuições alternativas.

Visualmente, podemos ainda fazer algumas constatações. Primeiro, o ajuste à distribuição de Poisson não parece uma boa alternativa, dado o distanciamento da curva de ajuste em relação aos dados empíricos. Segundo, referente ao ajuste da Log-normal, é possível evidenciar, mesmo que ligeiramente, um distanciamento aos dados empíricos ao final da cauda pesada. Terceiro, o ajuste à distribuição exponencial tem um decaimento pouco mais rápido que a distribuição da lei de potência. Por fim, o ajuste à distribuição de lei de potência, apesar de a reta iniciar em um grau mais elevado que as distribuições alternativas, parece ser uma distribuição adequada aos dados empíricos.

A fim de verificar estatisticamente se a distribuição dos graus da rede na entrada da OilTubs no mercado brasileiro (Janela 1) é mais bem representada pela Lei de Potência, apresentamos, na Tabela 4, os resultados do teste comparativo entre a distribuição de lei de potência e as distribuições alternativas.

Tabela 4 - Teste máxima verossimilhança: Comparativo entre as distribuições alternativas da Janela 1

Rede do Episódio I (Eventos 1 ao 5)	Lei de Potência	Log-normal		Exponencial		Poisson	
	valor- p	LR	valor - p_{Alt}	LR	valor - p_{Alt}	LR	valor - p_{Alt}
	0,51	-0,726	0,468	-0,535	0,593	0,955	0,339

Fonte: Dados da pesquisa

Pode-se perceber que os dados ora favorecem a distribuição alternativa, ora a Lei de Potência. Porém, nas três comparações, os testes não apresentam significância estatística. Na distribuição log-normal, o LR é igual a -0,726. Ou seja, é negativo, o que favorece a distribuição alternativa. Porém, esse resultado não é estatisticamente significativo ($p=0,468$, n.s.). Em relação à distribuição exponencial, o LR é igual a -0,535, também favorecendo a distribuição alternativa. Entretanto, não é estatisticamente significativo ($p=0,593$, n.s.). Por fim, na comparação com a distribuição de Poisson, o LR é 0,955. Sendo positivo, favorece a distribuição de lei de potência, porém não é estatisticamente significativo ($p=0,339$, n.s.).

Dessa forma, os resultados estatísticos da comparação entre a distribuição da lei de potência e as distribuições alternativas indicam não ser possível descartar a hipótese de que os dados se ajustam a Lei de Potência. Podemos afirmar, com base no valor- $p=0,51$, que é plausível que a distribuição de graus da rede na entrada da OilTubs no mercado brasileiro segue a Lei de Potência.

4.2.2 Janela 2 - Episódios I e II: Eventos de 1 ao 10

Os resultados aqui apresentados são referentes a janela de expansão dos Episódios I e II que representa a rede da OilTubs no segundo estágio de sua evolução. Refere-se à entrada no mercado brasileiro e aquisição da firma no Brasil, sendo composta por 10 eventos. Além dos eventos que compõem o Episódio I, temos os eventos: II-a. Cancelamento do acordo de *joint venture* com firma Argentina, II-b. Lançamento do programa "Conteúdo Local", II-c. Estreitamento de relacionamento com fornecedores no Brasil, II-d. Aquisição da firma nacional e evento II-e. Desenvolvimento de fornecedores locais. A Janela 2 compreende um período de 10 anos e é marcada pela consolidação da operação no mercado brasileiro por meio da aquisição de um concorrente nacional.

A Tabela 5 apresenta o resultado da distribuição de graus da rede para a Janela 2 – Entrada no mercado brasileiro e aquisição da firma no Brasil, ajustados ao modelo de lei de potência.

Tabela 5 - Distribuição de graus da rede da Janela 2

Rede dos Episódios I ao II (Eventos 1 ao 10)	k_{min}	γ	n_{tail}	gof	Bootstrap Desvio Padrão		valor- p
					k_{min}	γ	
Lei de Potência	3	2,47	28	0,07	1,42	1,17	0,63

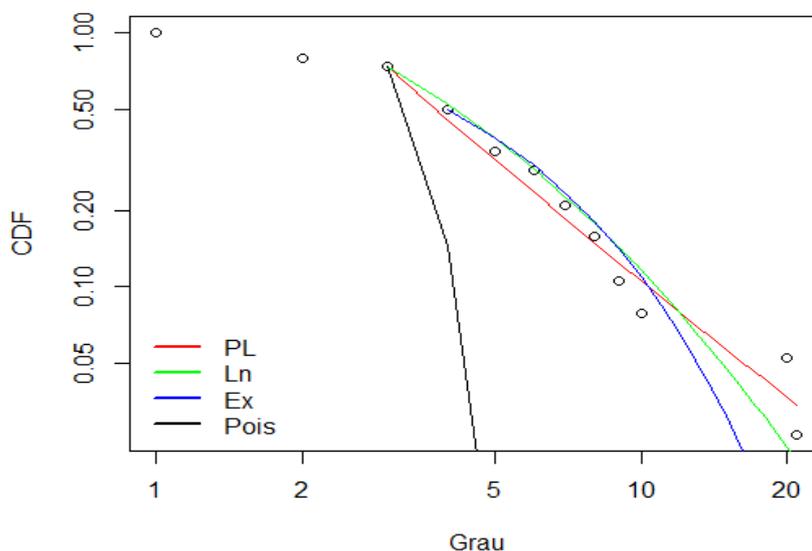
Fonte: Dados da pesquisa

Conforme os resultados apresentados na Tabela 5, a lei de potência é ajustada a partir do grau 3 ($k_{min} = 3$) e $n_{tail} = 28$, ou seja, pelo menos 28 atores na rede analisada possuem grau de relacionamento maior ou igual a 3. O valor calculado para o parâmetro de escala $\gamma = 2,47$, está de acordo com expoente de uma distribuição de lei de potência, cujo desvio padrão é igual a 1,17. Em

decorrência do valor- $p=0,63$, podemos afirmar que a distribuição de graus da rede da OilTubs na entrada no mercado brasileiro em conjunto com a rede na aquisição da firma no Brasil segue a Lei de Potência. Cerca de 23% dos relacionamentos, nos Episódios I e II, se concentram na Matriz e no Comprador 1. Os demais 77% estão distribuídos entre os outros 36 atores que compõem a rede nos episódios analisados (ver Apêndice A).

Pela Figura 6, que compara visualmente as distribuições dos graus de relacionamento ajustados à Lei de Potência, Log-normal, Exponencial e Poisson, verificamos que tanto a Lei de Potência quanto a Poisson partem do mesmo k_{min} e possuem o mesmo conjunto de dados. Porém, a Poisson se distancia consideravelmente da distribuição dos dados empíricos. A distribuição exponencial tem um decaimento na cauda pesada mais rápido que o da lei de potência, o que poderia descartar graus significativos na cauda pesada da curva. Sendo assim, na comparação visual, a Lei de potência e a Log-normal parecem se ajustar melhor aos dados que as distribuições alternativas.

Figura 6 - Comparação do ajuste dos dados a distribuições alternativas da Janela 2



Fonte: Dados da pesquisa

Os resultados da análise estatística entre a distribuição da lei de potência e as distribuições alternativas para os graus de relacionamento da rede nos episódios I e II são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Teste máxima verossimilhança: Comparativo entre as distribuições alternativas da Janela 2

Rede dos Episódios I ao II (Eventos 1 ao 10)	Lei de Potência	Log-normal		Exponencial		Poisson	
	valor- <i>p</i>	LR	valor - <i>p</i> _{Alt}	LR	valor - <i>p</i> _{Alt}	LR	valor - <i>p</i> _{Alt}
	0,63	-0,794	0,427	0,130	0,897	1,536	0,125

Fonte: Dados da pesquisa

O teste comparativo não é estatisticamente significativo para nenhuma das três hipóteses, apesar de favorecer a Lei de Potência tanto na comparação com a distribuição Exponencial quanto a Poisson. Na distribuição Log-Normal, o LR é igual a -0,794. Por ser negativo favorece a distribuição log-normal, mas o teste não é significativo sob o ponto de vista estatístico ($p=0,427$, n.s.). Em relação à distribuição exponencial, o LR é igual a -0,130, ou seja, favorece a distribuição de lei de potência. Porém, o teste também não é estatisticamente significativo ($p=0,897$, n.s.). O mesmo ocorre com a comparação entre a distribuição de lei de potência e Poisson, cujo LR é 1,536, distante de zero, o que favorece a Lei de Potência. Porém, o *valor-p* igual a 0,125 não dá respaldo estatístico ($p=0,125$, n.s.).

Sendo assim, os resultados estatísticos da comparação entre a distribuição da lei de potência e as distribuições alternativas indicam que não é possível encontrar uma distribuição, dentre as hipóteses alternativas, que melhor se ajusta aos dados empíricos. Com base no *valor-p*=0,63, é plausível afirmar que a rede da OilTubs referente a sua entrada no mercado brasileiro e a aquisição da firma no Brasil segue a Lei de Potência.

4.2.3 Janela 3 - Episódios I, II e III: Eventos de 1 ao 15

Os resultados apresentados referem-se à janela de expansão dos Episódios I, II e III, que representam a rede da OilTubs no terceiro estágio do seu processo de internacionalização no Brasil. Compreende a entrada no mercado brasileiro, aquisição da firma no Brasil e início da operação em *greenfield* no Brasil. A Janela 3 é composta por 15 eventos. Além dos eventos que compõem os Episódios I e II, temos os eventos: III-a. *Greenfield* em Betim - MG para produção das linhas *onshore* e *offshore*, III-b. Homologação de produtos e certificação da planta fabril, III-c. Venda e instalação do maior *pipeline* da América Latina, III-d. *Road show* em

todas as unidades operacionais do comprador no Brasil e III-e. Desenvolvimento de projetos e produtos em parceria com fornecedores no Brasil. A Janela 3 compreende um período de 11 anos e é marcada pela operação de *greenfield* no Brasil, na cidade de Betim/MG, com objetivo de produzir tubos e conexões de aplicação *onshore* e *offshore*.

A Tabela 7, com intuito de verificar se a distribuição de graus da rede para a Janela 3 – Entrada no mercado brasileiro, aquisição da firma no Brasil e operação de *greenfield* no Brasil, apresenta os seguintes resultados:

Tabela 7 - Distribuição de graus da rede da Janela 3

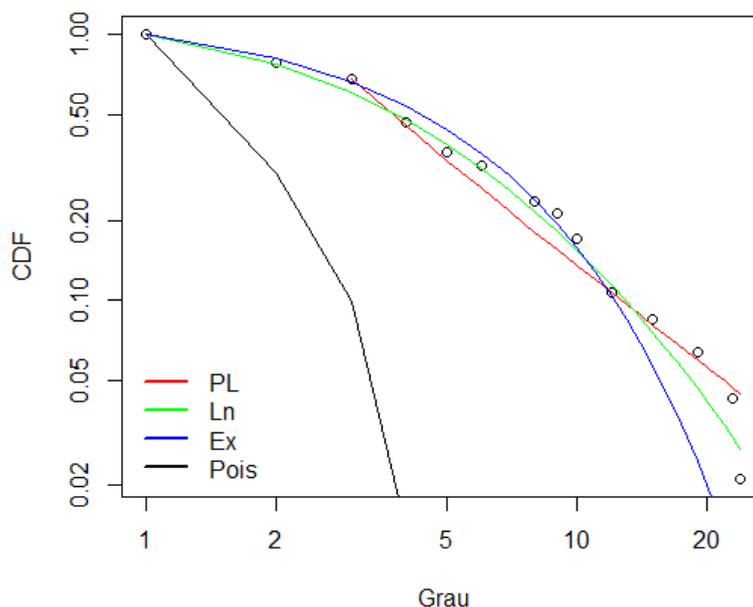
Rede dos Episódios I ao III (Eventos 1 ao 15)	k_{min}	γ	n_{tail}	gof	Bootstrap Desvio Padrão		valor-p
					k_{min}	γ	
Lei de Potência	3	2,22	32	0,09	2,02	0,81	0,49

Fonte: Dados da pesquisa

O ajuste à Lei de Potência é dado a partir do grau de relacionamento igual a 3 para um $n_{tail} = 32$. O conjunto de atores que compõem os dados para ajuste a tal lei é igual a 32. O parâmetro de escala $\gamma = 2,22$ está em conformidade com o expoente de uma distribuição de lei de potência. Sendo que o $valor-p=0,49$, é admissível afirmar que a distribuição de graus da rede da OilTubs nessa fase do processo de internacionalização, compreendido pelos Episódios I, II e III, segue à Lei de Potência. E com base nos graus de relacionamento dos atores (Apêndice A), verificamos que cerca de 20% dos relacionamentos, nos Episódios I, II e III, se concentram na Matriz e no Comprador 1. Os demais 80% estão distribuídos nos outros 45 atores que compõem a rede nos episódios analisados. Portanto, há evidência que a heterogeneidade na distribuição dos graus continua presente no processo de internacionalização da OilTubs.

De acordo com a Figura 7, o ajuste à Lei de Potência possui o menor conjunto de dados em virtude do maior ponto de corte (k_{min}). Em contrapartida, possui um decaimento que acompanha mais adequadamente a cauda pesada dos dados empíricos (pontos discretos). Visualmente, a distribuição log-normal é a concorrente mais próxima da lei de potência.

Figura 7 - Comparação do ajuste dos dados a distribuições alternativas da Janela 3



Fonte: Dados da pesquisa

Os resultados apresentados pela Figura 7 são apenas visuais. Já resultados estatísticos de verificação da distribuição da lei de potência e as hipóteses alternativas para os graus de relacionamento da rede nos Episódios I, II e III são apresentados na Tabela 8 abaixo.

Tabela 8 - Teste máxima verossimilhança: Comparativo entre as distribuições alternativas da Janela 3

Rede dos Episódios I ao III (Eventos 1 ao 15)	Lei de Potência	Log-normal		Exponencial		Poisson	
	valor-p	LR	valor - p_{Alt}	LR	valor - p_{Alt}	LR	valor - p_{Alt}
	0,49	-0,930	0,352	0,028	0,978	2,403	0,016

Fonte: Dados da pesquisa

Na comparação com a Log-normal o LR é igual a -0,930. Pelo sinal negativo favorece esta distribuição, mas o teste não é significativo sob o ponto de vista estatístico ($p=0,352$, n.s.). Referente à distribuição exponencial, o LR é igual a 0,028. Pelo sinal positivo, favorece a distribuição de lei de potência, porém o teste não é estatisticamente significativo ($p=0,978$, n.s.). Já na comparação entre a distribuição de lei de potência e a Poisson, a primeira é favorecida (LR=2,403), sendo que esse resultado é estatisticamente significativo.

Logo, os resultados estatísticos da comparação entre a distribuição da lei de potência e as distribuições alternativas indicam que o ajuste à Lei de Potência

representa melhor os dados empíricos que a Poisson. Dentre as demais hipóteses alternativas (Log-normal e Exponencial), os testes não foram significativos estatisticamente. Portanto, é possível afirmar, com base no $\text{valor-}p=0,49$, que a rede da OilTubs referente à Janela 3, que compreende a entrada no mercado brasileiro, a aquisição da firma no Brasil e a operação de *greenfield* no Brasil, segue a Lei de Potência.

4.2.4 Janela 4 - Episódios I, II, III e IV: Eventos de 1 ao 19

Os próximos resultados são para a janela de expansão dos Episódios I, II, III e IV (janela 4), que se destinam a representar a rede da OilTubs no quarto estágio do processo de internacionalização. Compreende a entrada no mercado brasileiro, aquisição da firma no Brasil, início da operação em *greenfield* no Brasil e exportações de produtos fabricados nacionalmente. A Janela 4 é composta por 19 eventos. Além dos eventos que compõem os Episódios I, II e III temos os seguintes eventos: IV-a. Vendas *intracompany*, IV-b. Contrato para fornecimento de 8 navios e 15 plataformas, IV-c. Desenvolvimento de projetos para exploração pré-sal em parceria com comprador e IV-d. *Greenfield* em Recife - PE para produção das linhas *onshore* e *offshore*. Estes compreendem um período de 16 anos e têm como marco as exportações dos produtos fabricados no Brasil.

Conforme Tabela 9, verificamos que o ponto de corte do ajuste se dá a partir do grau 6 ($k_{min} = 6$). Existem 19 atores com grau de relacionamento acima de 6 ($n_{tail} = 19$). O parâmetro de escala calculado foi de 2,58 ($\gamma = 2,58$), estando em conformidade com o expoente da Lei de Potência.

Tabela 9 - Distribuição de graus da rede da Janela 4

Rede dos Episódios I ao IV (Eventos 1 ao 19)	k_{min}	γ	n_{tail}	gof	Bootstrap Desvio Padrão		$\text{valor-}p$
					k_{min}	γ	
Lei de Potência	6	2,58	19	0,10	2,09	0,72	0,36

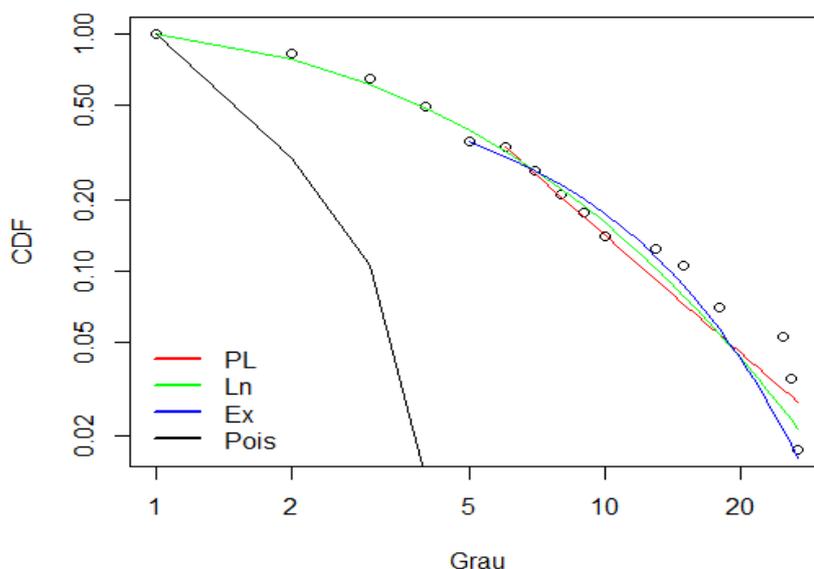
Fonte: Dados da pesquisa

Considerando que o $\text{valor-}p$ foi igual a 0,36, é plausível afirmar que a distribuição de graus da rede da OilTubs no estágio do processo de

internacionalização, compreendido pelos Episódios I, II, III e IV, segue a Lei de Potência. A heterogeneidade na distribuição dos graus também pode ser verificada, ainda que não estatisticamente, com base no grau de relacionamento dos atores (Apêndice A). Cerca de 25% dos relacionamentos na Janela 4 se concentram na Matriz, Comprador 1 e Subsidiária. Os demais 75% estão distribuídos nos outros 54 atores que compõem a rede nos episódios analisados.

Seguindo a análise, verificamos que o ajuste à Lei de Potência possui o menor conjunto de dados (Figura 8). Porém, o decaimento é ligeiramente mais suave que as outras distribuições. Todavia, visualmente, as distribuições log-normal, exponencial também parecem ser boas alternativas para o ajuste aos dados.

Figura 8 - Comparação do ajuste dos dados a distribuições alternativas da Janela 4



Fonte: Dados da pesquisa

A Tabela 10 fornece os resultados estatísticos de verificação da distribuição da lei de potência e as hipóteses alternativas para os graus de relacionamento da rede nos Episódios I, II, III e IV. Estes resultados indicam que a Log-normal e a Exponencial são favorecidas em detrimento à Lei de Potência, porém tais resultados não apresentam significância estatística. A Lei de Potência se ajusta melhor aos dados que a Poisson, sendo o teste é estatisticamente significativo.

Tabela 10 - Teste máxima verossimilhança: Comparativo entre as distribuições alternativas da Janela 4

Rede dos Episódios I ao IV (Eventos 1 ao 19)	Lei de Potência	Log-normal		Exponencial		Poisson	
	valor- <i>p</i>	LR	valor - <i>p</i> _{Alt}	LR	valor - <i>p</i> _{Alt}	LR	valor - <i>p</i> _{Alt}
	0,36	-0,655	0,513	-0,197	0,844	2,587	0,010

Fonte: Dados da pesquisa

Conforme Tabela 10, na comparação com a Log-normal o LR é igual a -0,655. Devido ao sinal negativo, tal resultado favorece esta distribuição, mas o teste não é significativo sob o ponto de vista estatístico ($p=0,513$ n.s.). Em relação à distribuição exponencial, o LR é igual a -0,197. Pelo sinal negativo, também favorece esta, porém o teste não é estatisticamente significativo ($p=0,844$, n.s.). Referente à comparação entre a distribuição de lei de potência e Poisson, podemos dizer que primeira é favorecida, dado o valor e sinal de LR (+2,587). Tal resultado é significativo estatisticamente ($p=0,010$, $p<0.10$).

O resultado estatístico da comparação entre a distribuição da lei de potência e as distribuições alternativas indica que o ajuste à Lei de Potência representa melhor os dados empíricos que a Poisson. Entre as demais distribuições alternativas (Log-normal e Exponencial), o teste não foi significativo estatisticamente. Portanto, pode-se afirmar, com base no $valor-p=0,36$, que a rede da OilTubs referente à Janela 4, que compreende a entrada da OilTubs no mercado brasileiro, a aquisição da firma no Brasil, a operação de *greenfiled* no Brasil e as exportações de produtos fabricados nacionalmente, segue a Lei de Potência.

4.2.5 Janela 5 - Episódios I, II, III, IV e V: Eventos de 1 ao 21

Os resultados da Janela 5 refletem o nosso resultado geral, pois compreende a rede completa do processo de internacionalização da OilTubs. Refere-se a um período de 16 anos, por meio dos cinco episódios que marcaram a internacionalização da OilTubs, a saber: entrada no mercado brasileiro, aquisição da firma no Brasil, início da operação em *greefield* no Brasil, exportações de produtos fabricados nacionalmente e por fim, venda mundial da multinacional. A Janela 5, por compreender os cinco episódios, comporta todos os 21 eventos. Assim, além dos eventos que compõem os Episódios I, II, III e IV, temos os

seguintes eventos: V-a. Realinhamento de estratégias e sobreposição de produtos e V-b. Encerramento de atividades da planta em Betim, MG. O fim do processo de internacionalização da OilTubs é marcado pela venda mundial da multinacional e, com isso, o encerramento das atividades na subsidiária localizada em Betim, MG.

Apresentamos, por meio da Tabela 11, nosso principal resultado, relacionado à distribuição de graus da rede, para todos os episódios do processo de internacionalização da *OilTubs*.

Tabela 11 - Distribuição de graus da rede da Janela 5

Rede dos Episódios I ao V (Eventos 1 ao 21)	k_{min}	γ	n_{tail}	gof	Bootstrap Desvio Padrão		valor-p
					k_{min}	γ	
Lei de Potência	3	2,16	41	0,08	1,54	0,51	0,26

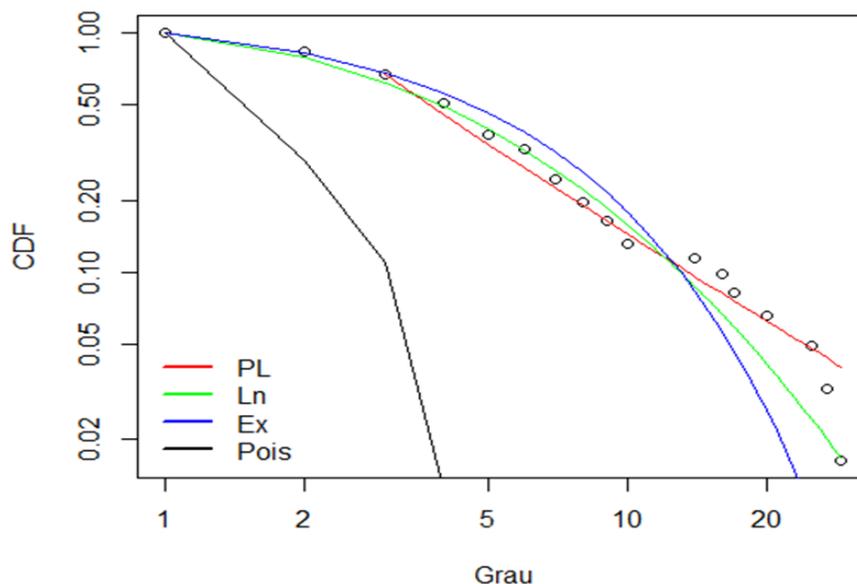
Fonte: Dados da pesquisa

Conforme os resultados apresentados na Tabela 11, o ponto de corte da curva de ajuste da lei de potência é 3, ou seja $k_{min} = 3$, sendo que $n_{tail} = 41$. Devido à Lei de Potência se ajustar a partir do grau de relacionamento maior ou igual a 3, a cauda pesada é composta por 41 dados, ou seja, 41 atores tiveram o grau de relacionamento no mínimo igual a k_{min} . O parâmetro de escala é $\gamma = 2,16$, cujo valor está de acordo com expoente de uma distribuição de lei de potência. O valor- $p=0,26$ indica plausibilidade de ocorrência da Lei de Potência na distribuição dos graus de relacionamento da rede no processo de internacionalização da OilTubs.

Verificamos ainda que o processo de internacionalização da OilTubs teve como ator principal Comprador 1, sendo que boa parte das operações envolvia este ator, direta ou indiretamente (ver Apêndice A). Portanto, fica evidente a diferença entre o grau de relacionamento do Comprador 1 e aos demais atores da rede. Este resultado é observado desde o início do processo de internacionalização da OilTubs.

Tal como realizado anteriormente, comparamos estes resultados com os das distribuições alternativas. A Figura 9 fornece uma comparação visual. Os pontos discretos representam os dados empíricos dado pelo grau de relacionamento dos atores na rede do processo de internacionalização da firma.

Figura 9 - Comparação do ajuste dos dados a distribuições alternativas da Janela 5



Fonte: Dados da pesquisa

Por meio da Figura 9 é possível constatar que as distribuições alternativas são compostas por um maior conjunto de dados, tendo em vista que o ponto de corte do ajuste (k_{min}) é menor se comparado com o k_{min} do ajuste da lei de potência. No entanto, como o parâmetro de escala γ é menor, em decorrência do valor de k_{min} maior, o decaimento na cauda nas curvas de distribuições alternativas é mais rápido do que na distribuição de lei de potência. Sendo assim, a cauda pesada, que concentra os dados mais relevantes ou os graus mais elevados de relacionamento (Comprador 1, Matriz e Subsidiária), parece ser mais bem ajustada graficamente à Lei de Potência do que as distribuições alternativas.

Visualmente, podemos ainda fazer algumas constatações em relação à comparação entre o ajuste da lei de potência aos dados empíricos e as distribuições alternativas. Primeiro, o ajuste à distribuição de Poisson parece não ser uma boa alternativa dado o distanciamento da curva de ajuste em relação aos dados empíricos. Segundo, para o ajuste à Log-normal, é possível evidenciar um distanciamento dos dados empíricos no final da cauda pesada. Porém, esta parece ser uma hipótese alternativa razoável aos dados. Terceiro, o ajuste à distribuição exponencial tem um decaimento súbito antes da cauda pesada o que, visualmente, compromete esta distribuição.

A fim de verificar estatisticamente se a distribuição dos graus da rede no processo de internacionalização da OilTubs é mais bem representada pela Lei de Potência, apresentamos, na Tabela 12 os resultados dos testes estatísticos. Para tanto, seguem o valor- p para cada uma das distribuições, bem como o valor de LR.

Tabela 12 - Teste máxima verossimilhança: Comparativo entre as distribuições alternativas da Janela 5

Rede dos Episódios I ao V (Eventos 1 ao 21)	Lei de Potência	Log-normal		Exponencial		Poisson	
	valor- p	LR	valor - p_{Alt}	LR	valor - p_{Alt}	LR	valor - p_{Alt}
	0,26	-1,228	0,219	0,175	0,861	2,778	0,005

Fonte: Dados da pesquisa

De maneira geral, os dados favorecem a distribuição de lei de potência. A Poisson é descartada e as outras distribuições não apresentam resultados significativos estatisticamente. Para a distribuição log-normal, o LR é igual a -1,228, ou seja, é negativo, o que favorece esta distribuição. Porém, esse resultado não é estatisticamente significativo ($p=0,219$, n.s.). Em relação à distribuição exponencial, o LR é igual a 0,175, ou seja, é positivo. Porém, não é estatisticamente significativo ($p=0,861$, n.s.). Sendo assim, na comparação entre a distribuição de lei de potência e a exponencial a Lei de Potência é favorecida dado o resultado positivo. Por fim, na comparação com a distribuição de Poisson, o LR é 2,778, ou seja, é positivo, favorecendo a distribuição de lei de potência. Além disso, o teste é estatisticamente significativo ($p=0.005$, $p<0.10$).

O resultado estatístico da comparação entre a distribuição da lei de potência e as distribuições alternativas é que há evidências de que a Poisson não é uma distribuição adequada. Porém, o mesmo não pode ser dito com relação à Log-normal e a Exponencial. Para a Log-normal o sinal negativo do resultado a favorece, porém o valor- p não é estatisticamente significativo. Referente à Exponencial, o sinal positivo favorece a Lei de Potência, mas também não é significativo. Portanto, o teste de comparação entre as distribuições não permite descartar a hipótese de que os dados empíricos se ajustam à Lei de Potência.

4.2.6 Análise comparativa

A Tabela 13 apresenta a comparação dos resultados de verificação se a distribuição de graus da rede no processo de internacionalização da OilTubs segue a Lei de Potência.

Tabela 13 - Comparação dos resultados – Verificação da Lei de Potência

	Lei de Potência		Comparação com hipóteses Alternativas					
			Log-normal		Exponencial		Poisson	
	valor- <i>p</i>	γ	<i>LR</i>	valor- <i>p</i>	<i>LR</i>	valor- <i>p</i>	<i>LR</i>	valor- <i>p</i>
Janela 1 Episódio I - Eventos 1 ao 5	0,51	2,91	-0,726	0,468	-0,535	0,593	0,955	0,339
Janela 2 Episódios I e II - Eventos 1 ao 10	0,63	2,47	-0,794	0,427	0,130	0,897	1,536	0,125
Janela 3 Episódios I ao III - Eventos 1 ao 15	0,49	2,22	-0,930	0,352	0,028	0,978	2,403	0,016
Janela 4 Episódios I ao IV - Eventos 1 ao 19	0,36	2,58	-0,655	0,513	-0,197	0,844	2,587	0,010
Janela 5 Episódios I ao V - Eventos 1 ao 21	0,26	2,16	-1,228	0,219	0,175	0,861	2,778	0,005

Fonte: Dados da pesquisa

Com base no *valor-p*, não é possível descartar a hipótese que a distribuição dos dados no processo de internacionalização da OilTubs segue a Lei de Potência. Desde o primeiro episódio, o *valor-p* encontra-se acima de 0,1 (Clauset *et al*, 2009). Em relação às distribuições alternativas, constatamos que a Poisson sempre é descartada, apesar de nas Janela 1 e 2 o teste não ser significativo estatisticamente. Por sua vez, a Exponencial, ora é favorecida, ora é descartada. Porém, em nenhuma das janelas, seus valores foram significativos sob o ponto de vista estatístico. Quanto à distribuição log-normal, esta parece ser uma distribuição plausível para os dados. Em todas as janelas registramos valores negativos para *LR*. Todavia, em função do *valor-p* ser sempre superior a 0,1, eles não apresentam significância estatística.

Outro resultado que dá robustez a essas constatações é o valor do expoente (γ). No decorrer da evolução da rede no processo de internacionalização da

OilTubs, o expoente sempre variou entre 2 e 3, evidenciando que a rede pode ser considerada livre de escala (Barabási, 2009).

Observamos ainda que na Janela 2 encontramos o maior $valor-p = 0,63$. Isso se dá porque no Episódio II - Aquisição da firma no Brasil, encontramos uma maior heterogeneidade na distribuição dos graus de relacionamentos (ver Apêndice A), tendo como atores centrais Comprador 1 e Matriz. Mais interessante, no decorrer da evolução da rede, marcada pelos cinco episódios analisados, o $valor-p$ vai diminuindo. Ou seja, a Lei de Potência vai enfraquecendo ao longo do processo de internacionalização da *OilTubs*. Isso ocorre devido à redução na diferença da distribuição dos graus de relacionamentos dos atores. Atores entraram na rede mais tardiamente e começaram a concentrar graus, principalmente Subsidiária 5 e Comprador 2. Sendo assim, no início do processo de internacionalização da *OilTubs*, a rede apresenta uma maior heterogeneidade na distribuição dos graus, tendo seu pico no Episódio 2. Conforme a rede foi evoluindo, novos atores entraram na rede e passaram a atrair novos relacionamentos, resultando na diminuição da diferença que existia inicialmente entre os graus dos atores.

4.3 Ligação preferencial no processo de internacionalização da OilTubs

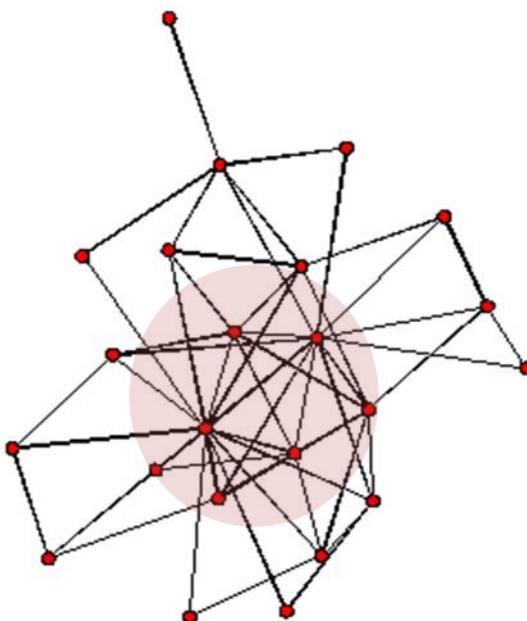
Nesta seção trazemos os resultados da análise do mecanismo de ligação preferencial na rede do processo de internacionalização da *OilTubs*. Está dividida em 5 partes, uma para cada janela de análise. Todas as partes apresentam os dados gerais da rede em cada janela analisada, bem como o resultado estatístico da estimativa da função A_k (ligação preferencial) e de n_i (adaptação). Contêm ainda a figura gráfica que permite analisar se a função A_k é crescente em média, conjuntamente com a adaptação do ator (n_i). Ao final, apresentamos uma análise comparativa dos resultados.

4.3.1 Janela 1 - Episódio I: Eventos de 1 ao 5

Estes resultados correspondem à rede no primeiro episódio, entrada no mercado brasileiro, do processo de internacionalização da *OilTubs*. Este episódio é caracterizado pelo início das exportações de tubos e conexões na exploração de

petróleo *onshore*. De acordo com o grau de relacionamentos acumulados (Apêndice B) ao longo do Episódio I, a rede é concentrada, principalmente, pelo Comprador 1 (40 relacionamentos), Matriz (47 relacionamentos) e Comprador 2 (30 relacionamentos). A Figura 10 representa a rede de relacionamentos entre os 23 atores que participam da rede no Episódio 1. Podemos observar que a rede apresenta alguns atores periféricos ou pouco relacionados e outros sete atores, localizados, de forma estimada, na região em laranja. Essa região concentra uma quantidade maior de relacionamentos se comparado com as demais, já sinalizando uma heterogeneidade na distribuição de graus dos atores.

Figura 10 - Rede na Janela 1 do processo de internacionalização da OilTubs

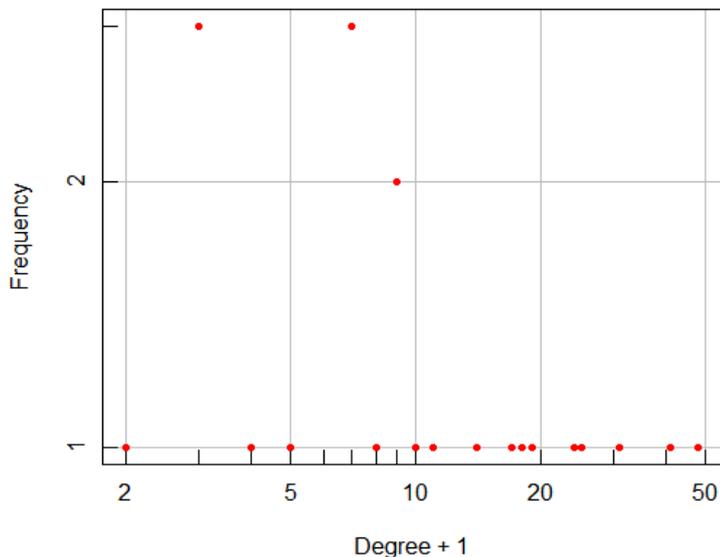


Fonte: Dados da pesquisa

Na Figura 11 observamos a representação gráfica entre o grau de relacionamento dos atores e a frequência que estes graus ocorrem no início da rede no processo de internacionalização da *OilTubs*. As maiores frequências estão relacionadas a um baixo grau de relacionamento. Por exemplo, atores com graus de relacionamento iguais a 2 e 6 (eixo *Degree+1*), possuem frequência 3 (eixo *Frequency*). Por sua vez, para os graus mais elevados, a frequência é sempre pequena. Graus de relacionamentos acima de 10 correspondem à frequência 1. Isso significa que somente um ator possui 10 relacionamentos, um ator possui 20 relacionamentos e assim sucessivamente. Há, portanto, novas evidências de que

a rede é marcada por uma diferenciação na distribuição dos graus, onde alguns graus mais baixos são mais frequentes que os graus mais elevados.

Figura 11 - Grau de relacionamento x frequência de ocorrência da Janela 1



Fonte: Dados da pesquisa

A Tabela 14 apresenta os resultados estatísticos da estimativa do expoente da função de ligação preferencial (A_k) bem como da adaptação do ator (n_i) dada pelo parâmetro s . Na entrada no mercado brasileiro, podemos afirmar que na Janela 1 existe o mecanismo de ligação preferencial no processo de evolução da rede ($\alpha = 0,79$), sem relevância do mecanismo de adaptação ($s = 1071$). E tal ligação preferencial pode ser considerada forte (Pham et al., 2016), assumindo a forma não-linear, sublinear.

Tabela 14 - Estimativa dos mecanismos de ligação preferencial e adaptação da Janela 1

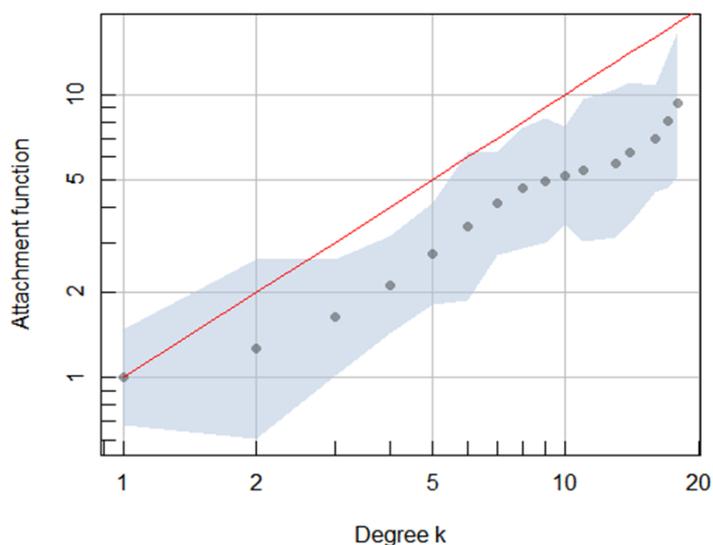
Janela 1 Episódio I - Eventos 1 ao 5	α	s
	0,79	1071

Fonte: Dados da pesquisa

Notamos que a linha vermelha da Figura 12 representa a função $A_k = k$, ou seja, o expoente $\alpha = 1$. Resulta em uma reta crescente, configurando uma rede LE. A distribuição dos graus da rede no Episódio I (linha pontilhada) é crescente na média. Conforme o grau de relacionamento do ator aumenta (eixo *Degree k*), a

função de ligação também aumenta (eixo *Attachment function*). Isso evidencia que a formação de relacionamentos na evolução da rede no processo de internacionalização da *OilTubs* é sujeita ao mecanismo de ligação preferencial. A probabilidade de um ator receber novos relacionamentos é aumentada juntamente com o grau de relacionamentos que este ator possui. Por exemplo, um ator da rede que possui 10 relacionamentos tem quatro vezes mais chance (*Attachment function* = 5) de formar um novo relacionamento quando comparado com um ator que se relaciona com apenas um (*Attachment function* = 1). A faixa azul clara descreve os intervalos de confiança das funções A_k e n_i ($\pm 0,95$).

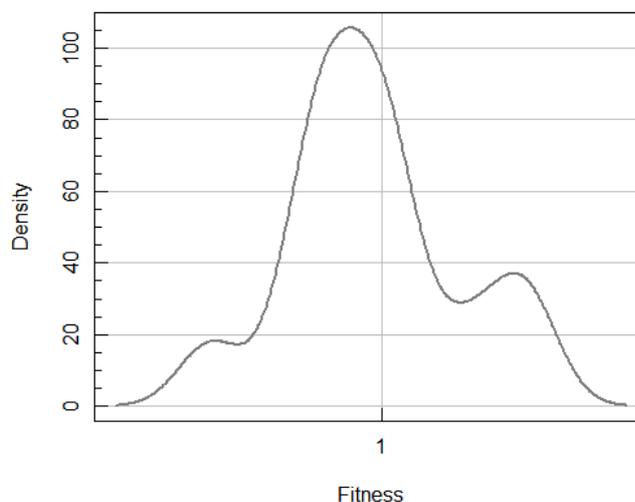
Figura 12 - Gráfico da função de ligação preferencial com efeito da função do mecanismo de adaptação da Janela 1



Fonte: Dados da pesquisa

Em relação à adaptação do ator, apresentamos a Figura 13, cuja finalidade é mostrar como está distribuída a capacidade de formação de novos relacionamentos dos atores que compõem a rede da *OilTubs* na entrada no mercado brasileiro. Ressaltamos que o eixo horizontal (*Fitness*) está na escala logarítmica. Conforme Pham *et al* (2015), o valor 1 representa o ponto médio da distribuição analisada. Observamos que a curva de adaptação por densidade que está à direita da média apresenta uma tendência de comportamento de cauda pesada. Boa parte dos atores se concentra antes da média, evidenciando que a adaptação desses atores é equivalente. Portanto, o mecanismo de adaptação não se destaca na evolução da rede em seu período inicial.

Figura 13 - Distribuição estimada da adaptação da Janela 1



Fonte: Dados da pesquisa

Portanto, verificamos que a rede no processo de internacionalização da OilTubs na Janela 1 apresenta ocorrência do mecanismo de ligação preferencial dado que o expoente da função de ligação preferencial é maior que 0,1 ($\alpha = 0,79$) e a função A_k ser, em média, crescente. Ou seja, quando maior for o grau de relacionamento do ator maior será a probabilidade de atrair um novo relacionamento. Ademais, verificamos que a parcela de atores com maior capacidade adaptação é menor. Isso evidencia que poucos atores se destacam no que diz respeito à adaptação, a saber Compradores 1 e 2 e a Matriz. Entretanto, dado que o parâmetro s é elevado, a adaptação, de modo geral, não interfere na dinâmica da rede na Janela 1.

4.3.2 Janela 2 – Episódios I e II: Eventos de 1 ao 10

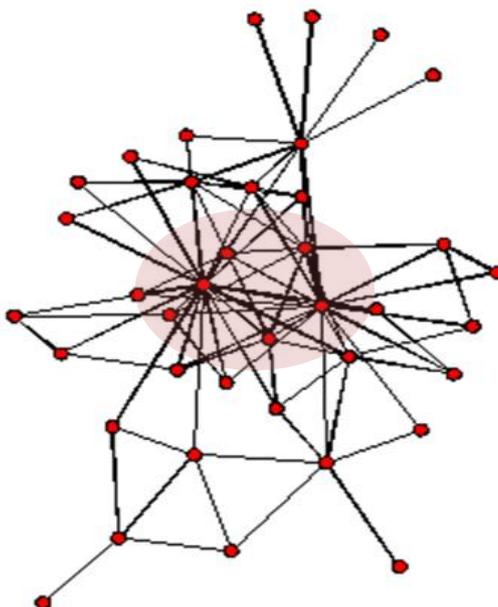
Os resultados analisados correspondem à Janela 2, a qual engloba os Episódios I e II. Esse estágio de evolução no processo de internacionalização da OilTubs é marcado pela aquisição da firma no Brasil, sendo composto por 10 eventos, conforme descrito anteriormente.

Na Figura 14 pode ser observada a rede de relacionamentos formada entre os 38 atores que compõem a rede para a Janela 2. A rede da OilTubs cresceu consideravelmente uma vez que passou de 23 atores (Janela 1) para 38 atores (Janela 2), correspondendo a um aumento de 65%. De acordo com o grau

acumulado, ao longo dos Episódios I e II, a rede é concentrada, principalmente, na Matriz (84 relacionamentos), Comprador 1 (80 relacionamentos) e Comprador 2 (54 relacionamentos), que são os atores mais centrais, demarcados pela região laranja.

A quantidade de atores periféricos aumentou em relação à rede da Janela 1, o que reforça a heterogeneidade na distribuição de graus dos atores já identificada anteriormente.

Figura 14 - Rede na Janela 2 do processo de internacionalização da OiITubs

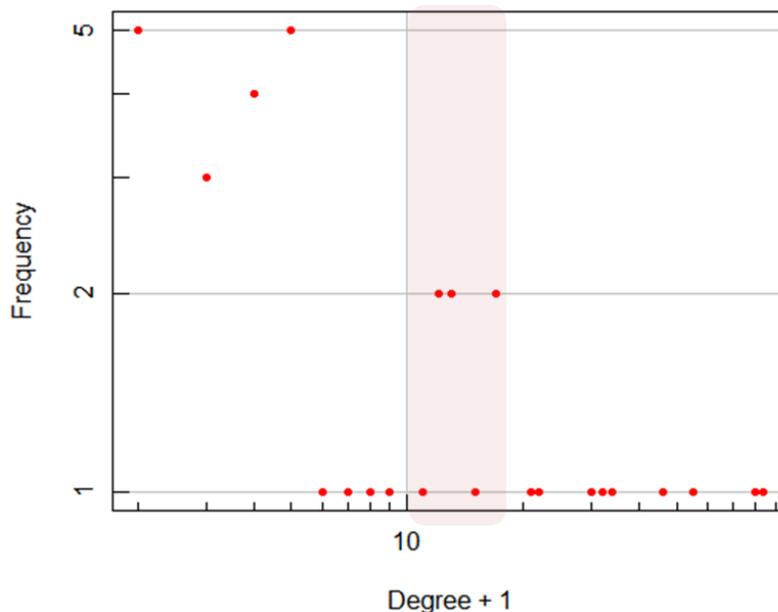


Fonte: Dados da pesquisa

Por meio da Figura 15, verificamos que as maiores frequências continuam relacionadas aos menores graus de relacionamento. Tomemos como exemplo os atores cujos graus são 1, 2, 3 e 4 (eixo *Degree+1*). Para esses atores temos as frequências 5, 3, 4 e 5 respectivamente (eixo *Frequency*), denotando que menores graus estão relacionados a frequências mais elevadas. A evolução da rede manteve o mesmo comportamento apresentado anteriormente, onde os atores que se destacam, por possuírem maior grau de relacionamento, são minoria. E esta minoria aumentou seu grau de relacionamento consideravelmente. O grau da Matriz, por exemplo, passou de próximo a 50 para um grau superior a 80. Observamos ainda um aumento do número de atores que estão servem como pontes entre os atores pouco relacionados e os que são considerados relevantes

na rede, dado seu grau de relacionamento. Estes estão sinalizados pela faixa laranja.

Figura 15 - Grau de relacionamento x frequência de ocorrência da Janela 2



Fonte: Dados da pesquisa

Na Tabela 15 encontramos os resultados estatísticos das estimativas de ligação preferencial (função A_k) e adaptação do ator (n_i). O mecanismo de ligação preferencial continua sendo observado na rede no estágio de evolução representado pela Janela 2 ($\alpha = 0,88$). Temos que o mecanismo de ligação preferencial é forte (Pham et al., 2016) e, novamente, assume a forma não-linear, sublinear. Em relação à adaptação dos atores, observamos que o parâmetro s não se alterou substancialmente em relação ao da Janela 1, apresentando valor distante de zero ($s = 1071$). Portanto, dada a baixa variância da adaptação dos atores, o mecanismo de adaptação não é relevante.

Tabela 15 - Estimativa dos mecanismos de ligação preferencial e adaptação da Janela 2

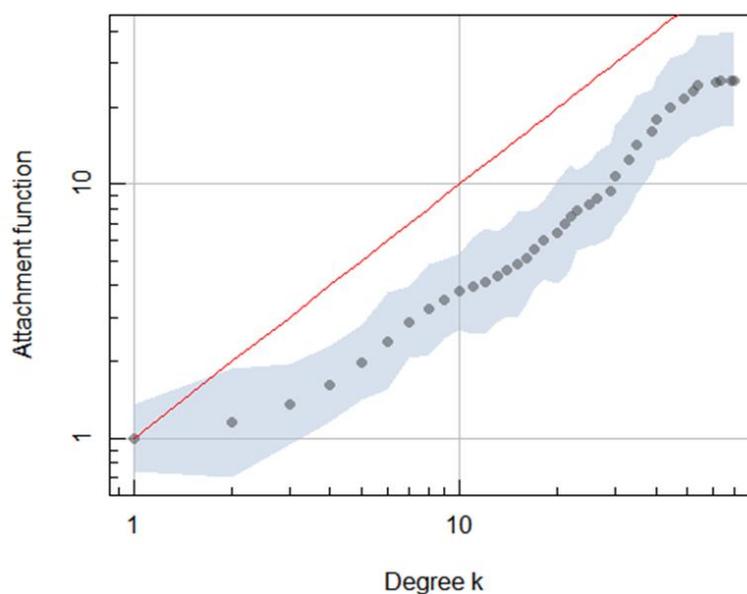
Janela 2 Episódios I e II - Eventos 1 ao 10	α	s
	0,88	1071

Fonte: Dados da pesquisa

O comportamento crescente na média é observado nos dados, conforme apresentado na Figura 16. Isso é uma confirmação válida e necessária de que a

função A_k é crescente. Também evidencia que a formação dos relacionamentos na evolução da rede no processo de internacionalização da OilTubs é regido pelo mecanismo de ligação preferencial. Novamente, a probabilidade de um ator receber novos relacionamentos é aumentada juntamente com o grau de relacionamentos que este ator possui. Por exemplo, um ator com grau igual a 10, nesse estágio de evolução da rede, possui, aproximadamente, três vezes mais chances de atrair um novo relacionamento se comparado com um ator que possui grau igual a 1. Temos ainda, a faixa azul, representando o intervalo de confiança de $\pm 0,95$ das funções A_k e de adaptação.

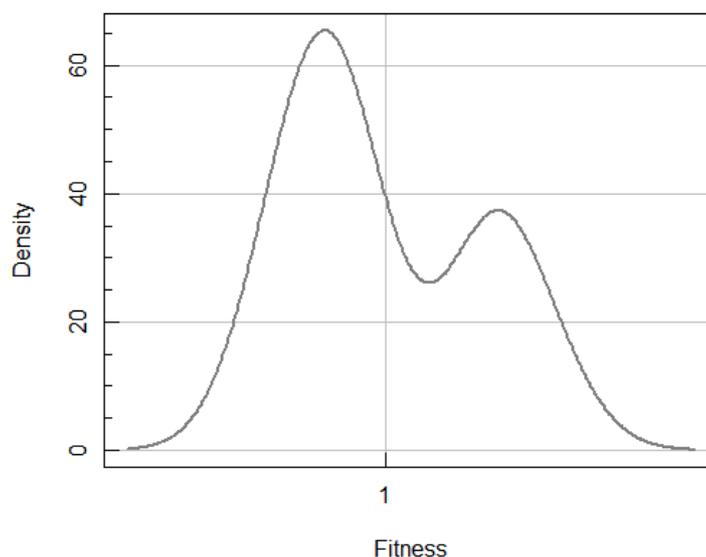
Figura 16 - Gráfico da função de ligação preferencial com efeito da função do mecanismo de adaptação da Janela 2



Fonte: Dados da pesquisa

Apresentamos a Figura 17, que tem o objetivo de mostrar como está distribuída a capacidade de formação de novos relacionamentos dos atores que compõem a rede da *OilTubs*, nos Episódios I e II. O comportamento de cauda pesada, na curva à direita da média, é menos acentuado se comparado com o da Janela 1. Isso ocorre devido a uma distribuição de graus relativamente mais uniforme entre os atores da rede. Porém, isso não é suficiente para afirmar que o mecanismo de adaptação interfere na evolução da rede.

Figura 17 - Distribuição estimada da adaptação da Janela 2



Fonte: Dados da pesquisa

Dessa forma, os resultados para a Janela 2 indicam que a rede da OilTubs, no Episódio II tem o mecanismo de ligação preferencial como regente da formação de novos relacionamentos visto que $\alpha = 0,88$, e a função A_k ser, em média, crescente. Conforme o grau de relacionamento de um dado ator aumenta, aumenta também a probabilidade deste formar novos relacionamentos. Por sua vez, o mecanismo de adaptação dos atores não apresenta variância importante, indicando que a atuação desse mecanismo não é relevante na rede.

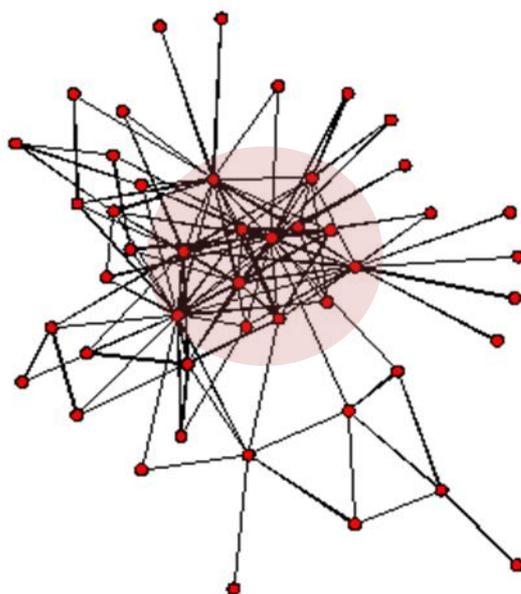
4.3.3 Janela 3 - Episódios I, II e III: Eventos de 1 ao 15

A Janela 3 é caracterizada pela inclusão do Episódio III que se junta aos Episódios I e II para compor os dados a serem analisados. Nesse estágio de evolução do processo de internacionalização da OilTubs são analisados a entrada no mercado brasileiro, a aquisição da firma no Brasil e o início da operação em *greenfield* no Brasil. É composto por um total de 15 eventos já devidamente descritos anteriormente.

Por meio da Figura 18 pode ser observada a representação da rede de relacionamentos entre os 47 atores, pontos em vermelho, que compõem a rede da Janela 3 do processo de internacionalização da OilTubs. Neste estágio de evolução do processo de internacionalização observamos uma redução percentual de crescimento da rede, se comparado com o crescimento ocorrido da Janela 1 para

a Janela 2. Se anteriormente o crescimento registrado foi de 65%, nesta janela houve um crescimento de 24%, passando de 38 atores para 47 atores. Por meio da quantidade de graus acumulados nos Episódios I, II e III, observamos que a rede tem como principais atores centrais a Matriz (114 relacionamentos), o Comprador 1 (101 relacionamentos) e o Comprador 2 (70 relacionamentos), que são os atores mais centrais. Visualmente, nota-se que a quantidade de atores periféricos é maior, o que é esperado em redes complexas LE.

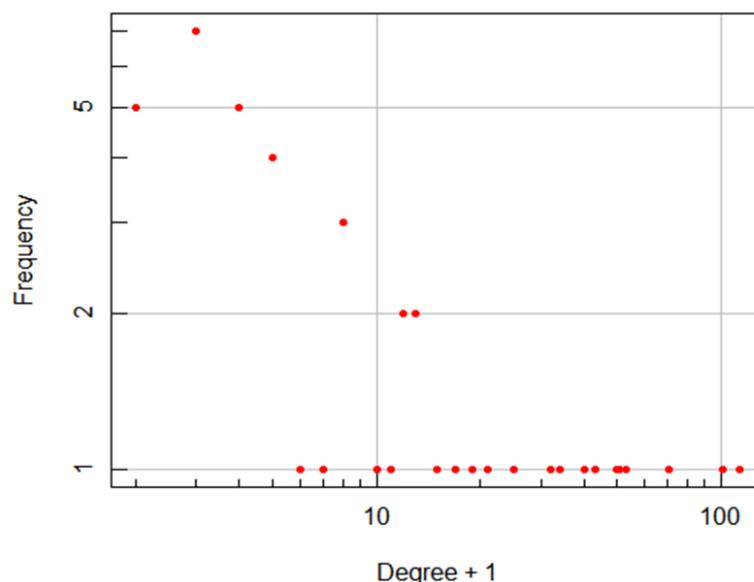
Figura 18 - Rede na Janela 3 do processo de internacionalização da OiITubs



Fonte: Dados da pesquisa

Por meio da Figura 19 verifica-se um aumento no grau dos atores da rede, sendo que já há atores com graus acima de 100 ao passo que na Janela 2 o grau máximo era pouco mais de 80. Além disso, um comportamento começa a ficar mais nítido: há uma concentração de atores com graus mais baixos e uma distribuição de atores, cuja frequência é igual a 1, com graus mais elevados. Por exemplo, atores com graus de relacionamento 1 e 3 possuem frequência igual a 5, ao passo que atores com graus de relacionamento entre, aproximadamente, 20 e 110, possuem frequência igual a 1. Para a Janela 3, o ator com grau de relacionamento aproximadamente igual a 20 já é considerado um ator relevante em termos de quantidade de graus.

Figura 19 - Grau de relacionamento x frequência de ocorrência da Janela 3



Fonte: Dados da pesquisa

Os dados estatísticos referentes ao mecanismo de ligação preferencial (função A_k) e a adaptação do ator (n_i) na Janela 3 estão evidenciados na Tabela 16. O mecanismo de ligação preferencial continua sendo observado na evolução da rede ($\alpha = 0,55$). Segundo Pham *et al.* (2016), quando o expoente α da função A_k é maior que 0,50, pode-se afirmar que o mecanismo de ligação preferencial é forte; e para os casos em que é menor que 1, tal mecanismo assume a forma não linear do tipo sublinear. Apesar de mecanismo de ligação ser considerado forte, observamos um enfraquecimento em relação ao valor de α apresentado na Janela 2 ($\alpha = 0,88$). Ademais, verificamos que a variância do mecanismo de adaptação aumentou de maneira expressiva. O valor do parâmetro s reduziu drasticamente, passando de 1071 para 1,2. Tal redução indica a emergência de atores com alta capacidade de adaptação. Sendo assim, nesse estágio de evolução da rede no processo de internacionalização da firma analisada, pode-se dizer que o mecanismo de ligação preferencial ainda é relevante como força motriz da dinâmica da rede. Porém, o mecanismo de adaptação, que é concorrente com o de ligação preferencial, também se mostra relevante.

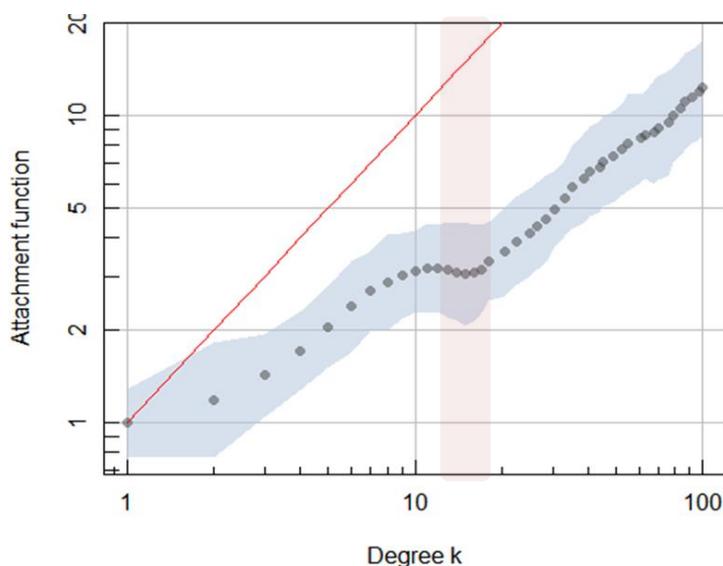
Tabela 16 - Estimativa dos mecanismos de ligação preferencial e adaptação da Janela 3

Janela 3 Episódios I ao III - Eventos 1 ao 15	α	s
	0,55	1,2

Fonte: Dados da pesquisa

Observamos na Figura 20, que os graus são em média crescentes, atentando que a função A_k é crescente. Contudo, verificamos a influência do mecanismo de adaptação na evolução da rede em função de um maior distanciamento do traçado dos dados empíricos (linha pontilhada) da reta de referência que temos $\alpha = 1$, principalmente, entre o grau 10 e 20 (região destacada com uma faixa laranja). Isso é característico da forma do mecanismo de ligação preferencial não-linear, mais especificamente sublinear. Além deste distanciamento, no ponto mais baixo da curva da região destacada, temos atores que possuem grau de relacionamento mais alto, porém com probabilidade de formar novos relacionamentos menor do que atores com grau inferior. Em outras palavras, observamos, em um dado momento, a presença de atores menos relacionados com mais chance de formar novos relacionamentos que atores mais bem relacionados. A faixa azul clara representa, para as funções A_k e de adaptação, o intervalo de confiança de $\pm 0,95$.

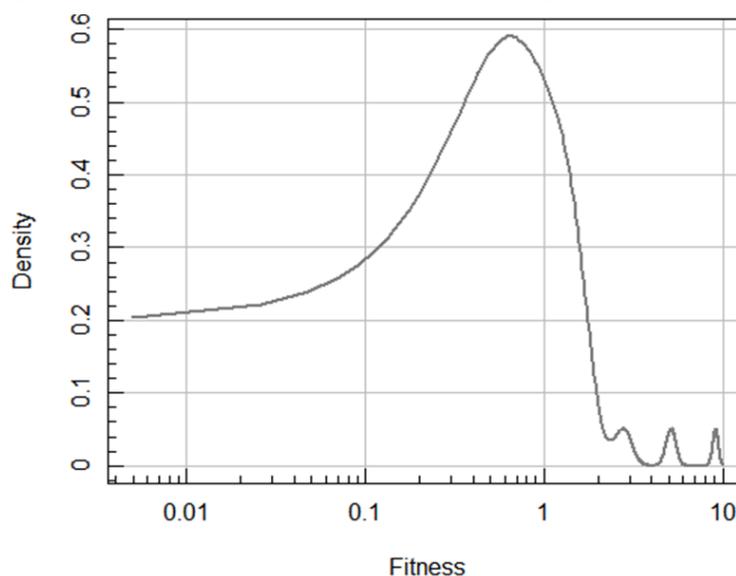
Figura 20 - Gráfico da função de ligação preferencial com efeito da função do mecanismo de adaptação da Janela 3



Fonte: Dados da pesquisa

O gráfico de adaptação ilustrado pela Figura 21 tem o objetivo de mostrar como está a distribuição da capacidade dos atores referente à formar de novos relacionamentos. De forma mais clara, observa-se a formação da cauda pesada (curva à direita da média 1), evidenciando a diferenciação de adaptação entre os atores que compõem a rede. Esta não uniformidade na distribuição da capacidade de formação de novos relacionamentos é devido ao surgimento de atores com alta adaptação na rede. Ou seja, atores que, mesmo com grau inferior, possuem uma capacidade de atração capaz de enfraquecer o mecanismo de ligação preferencial, ilustrados, por exemplo, pela Subsidiária 5. Com o início da operação de *greenfield* no Brasil a Subsidiária 5 passou a integrar a rede no Episódio III e este ator, mesmo entrando tardiamente, conseguiu ocupar um lugar mais central na rede. Na Janela 3, é o quinto ator mais relevante em termos de grau de relacionamento.

Figura 21 - Distribuição estimada da adaptação da Janela 3



Fonte: Dados da pesquisa

Conforme os resultados apresentados para a Janela 3, a rede apresenta o mecanismo de ligação preferencial forte, dado que o expoente da função A_k é superior a 0,5 ($\alpha = 0,55$). Novamente temos um mecanismo de ligação preferencial não-linear da forma sublinear. No entanto, há uma atenuação da força de tal mecanismo visto que α passou de 0,88 na Janela 2, para 0,55 na Janela 3. A influência do mecanismo de adaptação é aqui evidenciada. Isso ocorre devido à entrada na rede de atores com alta capacidade de atração de novos

relacionamentos como, por exemplo, a Subsidiária 5. Nessa janela, a rede cresceu de forma menos acentuada se comparada com o crescimento apresentado entre a Janela 1 e Janela 2: 24% e 65% respectivamente.

4.3.4 Janela 4 - Episódios I, II, III e IV: Eventos de 1 ao 19

Marcada pelo início das exportações de tubos e conexões fabricados no Brasil, a Janela 4 é composta pelos Episódios I, II, III e IV. Nesse estágio de evolução do processo de internacionalização da OilTubs são analisados a entrada no mercado brasileiro, a aquisição da firma no Brasil, a operação em *greenfield* no Brasil e ainda o início de vendas para o mercado estrangeiro de produtos fabricados no Brasil. Portanto, a Janela 4 é composta por um total de 19 eventos já descritos no início deste capítulo.

Na Figura 22, mostramos a rede formada entre os 57 atores, representados pelos pontos em vermelho, que integram a rede na Janela 3. Com o início das exportações de tubos e conexões fabricados nacionalmente, a rede continua a diminuir seu índice de crescimento no que diz respeito à quantidade de atores se comparada com as janelas apresentadas anteriormente. Dada a quantidade de novos atores que passam a compor e rede na Janela 4, observamos um crescimento de 21% em relação à quantidade de atores evidenciados na rede da Janela 3. Há também um aumento do número de atores que possuem poucos relacionamentos (pontos vermelhos mais externos), especialmente pela entrada na rede de compradores interessados em exportar os produtos fabricado no Brasil. Por outro lado, observamos, atores cada vez mais centrais, por concentrarem uma quantidade elevada de relacionamentos. Estes atores estão sinalizados, de forma estimada, pela demarcação em laranja. Na Janela 4, os atores mais centrais da rede são a Matriz (134 relacionamentos), Comprador 1 (125 relacionamentos), Comprador 2 (81 relacionamentos) e Subsidiária 5 (80 relacionamentos).

Por meio da Tabela 17, observamos os resultados do teste estatístico para as estimativas de ligação preferencial, via função A_k , bem como de adaptação do ator (n_i), referente à Janela 4. O mecanismo de ligação preferencial continua forte, dado que o expoente da função A_k , é 0,58. O mecanismo de ligação preferencial assume a forma não linear, sublinear, dando continuidade à forma observada nas demais janelas. Contudo, observamos que o mecanismo de adaptação perdeu força em relação à Janela 3. Houve um aumento de mais de 300% no parâmetro s , que passou de 1,2 na Janela 3. para 5 na Janela 4. Com isso, o mecanismo de ligação preferencial tornou-se mais forte em relação à janela anterior.

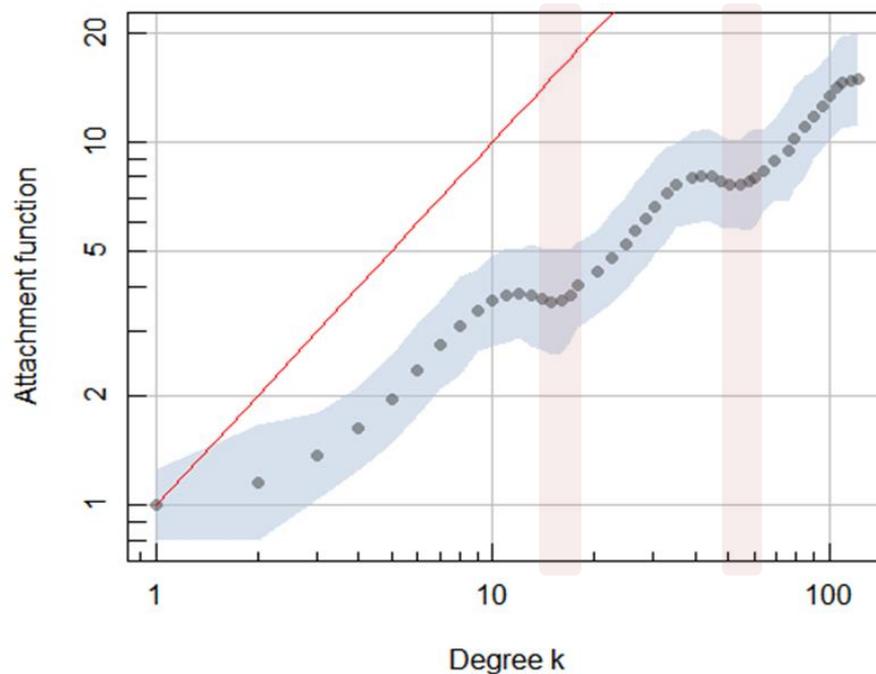
Tabela 17 - Estimativa dos mecanismos de ligação preferencial e adaptação da Janela 4

Janela 4 Episódios I ao IV - Eventos 1 ao 19	α	s
	0,58	5

Fonte: Dados da pesquisa

Atrelado ao resultado estatístico acima ($\alpha = 0,58$), observamos na Figura 24 que os graus dos atores da rede são em média crescentes. Portanto, a função A_k é crescente. Entretanto, observamos a presença de atores que subvertem o mecanismo de ligação preferencial, ainda que tal efeito não seja estendido para a rede como um todo. Por exemplo, a probabilidade de um ator de com grau = 52 (Subfornecedor 2) de formar novos relacionamentos é 7, enquanto o ator de grau = 35 (Fornecedor 3) possui probabilidade 8. Assim, a rede apresenta, de forma isolada, atores com graus menores, porém com probabilidades maiores de formar em um dado momento um novo relacionamento. Isso se deve ao mecanismo de adaptação. Isto posto, as evidências indicam que a evolução da rede na Janela 4 sofre influência predominante do mecanismo de ligação preferencial.

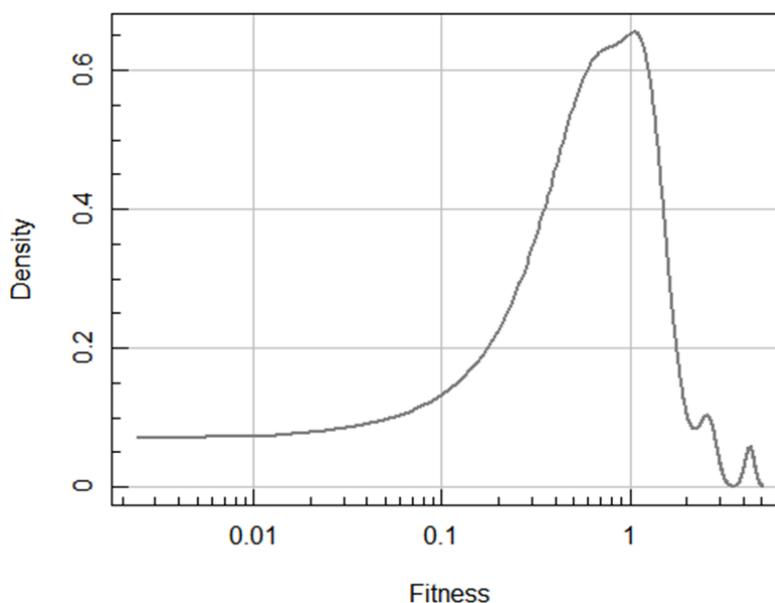
Figura 24 - Gráfico da função de ligação preferencial com efeito da função do mecanismo de adaptação da Janela 4



Fonte: Dados da pesquisa

Observamos no gráfico de adaptação estimada por densidade, ilustrado pela Figura 25, o surgimento da curva de cauda pesada, de forma mais concreta. Esta curva situa-se à direita da média, evidenciando a diferenciação de adaptação entre os atores que compõem a rede. Mais importante, temos que o pico da curva se aproxima de 1, o que revela certa homogeneidade da adaptação dos atores. Assim, concluímos que o mecanismo de adaptação, apesar de ser importante para alguns poucos atores, perdeu força em relação à rede como um todo se comparado com o resultado apresentado na Janela 3.

Figura 25 - Distribuição estimada da adaptação da Janela 4



Fonte: Dados da pesquisa

Portanto, a rede no processo de internacionalização da OilTubs na Janela 4 sofre influência, de forma predominante, do mecanismo de ligação preferencial. Isso é evidente devido ao expoente α , da função A_k , ser 0,58, revelando um mecanismo de ligação preferencial forte. Este resultado indica um mecanismo de ligação preferencial da forma não linear do tipo sublinear. Quanto ao mecanismo de adaptação, há uma menor interferência na probabilidade de atração de novos relacionamentos, se comparado com a Janela 3.

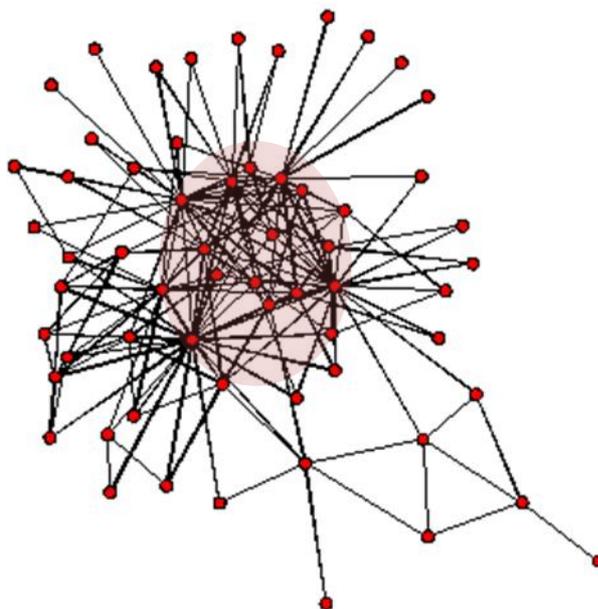
4.3.5 Janela 5 - Episódios I, II, III, IV e V: Eventos de 1 ao 21

Os resultados analisados correspondem à Janela V, a qual engloba todos os cinco episódios, a saber: entrada no mercado brasileiro, aquisição da firma no Brasil, operação em *greenfield* no Brasil, início de vendas para o mercado externo de produtos fabricados no Brasil e por fim, considerado o último episódio do processo de internacionalização da OilTubs, temos a venda mundial da multinacional. A rede analisada na Janela 5 é composta pelos 21 eventos que marcam o processo de internacionalização da OilTubs, sendo este o nosso resultado final.

A Figura 26 representa a rede completa de todo processo de internacionalização por conter todos os atores que participaram da rede. Tal rede

é formada por 61 atores (pontos em vermelho). Em relação às janelas anteriores, é a rede que apresenta o menor crescimento, 7%, correspondendo a entrada de somente quatro novos atores. Mais uma vez, os atores com maior grau de relacionamento, ou os mais centrais na rede, são minoria (região marcada em laranja). Na Janela 5 os atores centrais na Figura 26 são, por exemplo, Comprador 1 (137 relacionamentos), Matriz (134 relacionamentos), Comprador 2 (94 relacionamentos) e Subsidiária 5 (83 relacionamentos).

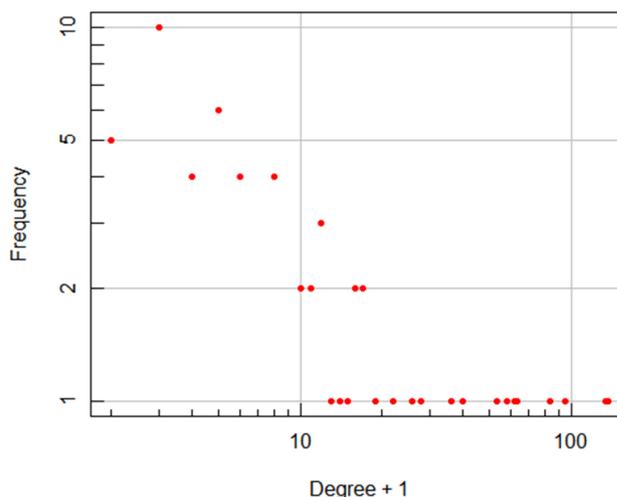
Figura 26 - Rede na Janela 5 do processo de internacionalização da OiITubs



Fonte: Dados da pesquisa

A rede da OiITubs cresceu consideravelmente desde o início do processo de internacionalização, passando de 23 atores (Janela 1) para 61 atores (Janela 5). Todavia, as maiores frequências continuam relacionadas aos menores graus de relacionamento (ver Figura 27). Atores com grau de relacionamento acima de 20 compõem a parcela minoritária dos atores mais relacionados na rede, ou de menor frequência. Dessa forma, a evolução da rede mantém o mesmo comportamento em todos os episódios analisados, onde os atores que se destacam, por possuírem maior grau de relacionamento, são menos frequentes na rede. Parte destes atores aumentou seu grau de relacionamento de forma notável. O grau de Comprador 1, por exemplo, passou de próximo a 50 para um grau superior a 100. O fato de atores com grau 20, aproximadamente, serem relevantes na rede, dado a frequência de ocorrência, é observado desde a Janela 2, permanecendo até a Janela 5.

Figura 27 - Grau de relacionamento x frequência de ocorrência da Janela 5



Fonte: Dados da pesquisa

Com os resultados estatísticos apresentados na Tabela 18, verificamos que a evolução da rede do processo de internacionalização da OilTubs é orientada pelo mecanismo de ligação preferencial, dado que $\alpha = 0,61$. Dado que o expoente α é maior que 0,5 temos a ocorrência de um mecanismo de ligação preferencial forte, sendo não linear, do tipo sublinear. Verificamos que o mecanismo de adaptação continua a atuar na rede, ainda que modestamente. O parâmetro s aumentou de 5, na Janela 4, para 10, na Janela 5. Vale ressaltar que tal aumento significa uma redução na variância do mecanismo de adaptação, enfraquecendo o mecanismo de adaptação frente ao mecanismo de ligação preferencial. Esta constatação também é evidenciada pelo fato do expoente α , da função A_k , ter aumentado de 0,58, na Janela 4 para 0,61 na Janela 5, fortalecendo o mecanismo de ligação preferencial.

Tabela 18 - Estimativa dos mecanismos de ligação preferencial e adaptação da Janela 5

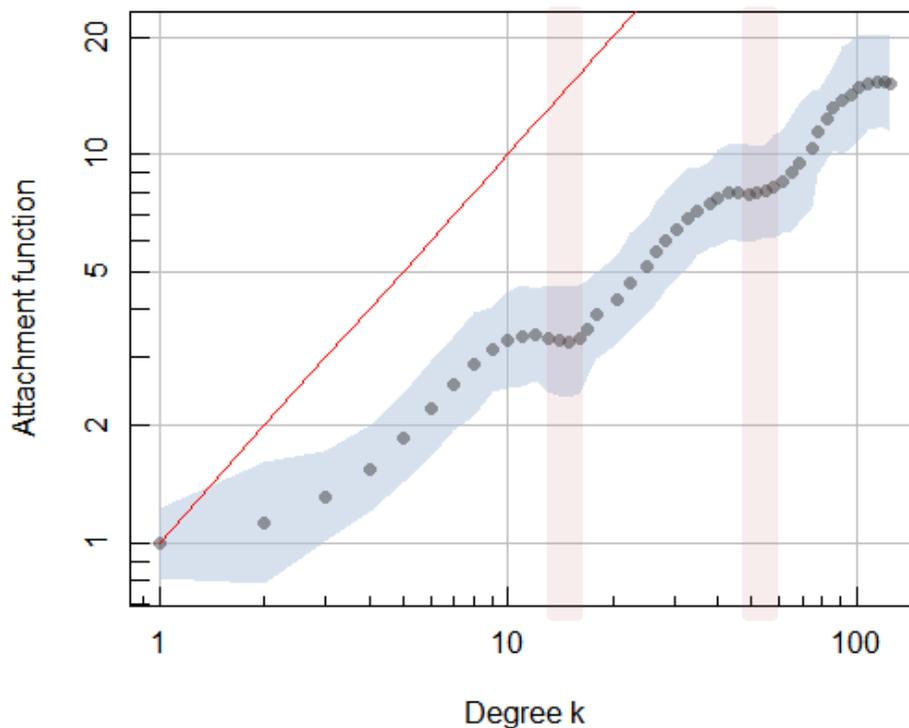
Janela 5 Episódios I ao V - Eventos 1 ao 21	α	s
	0,61	10

Fonte: Dados da pesquisa

O comportamento crescente observado pelos dados, conforme apresentado na Figura 28, é uma confirmação devida de que a função A_k é crescente em média. Isso evidencia que a evolução da rede no processo de internacionalização da

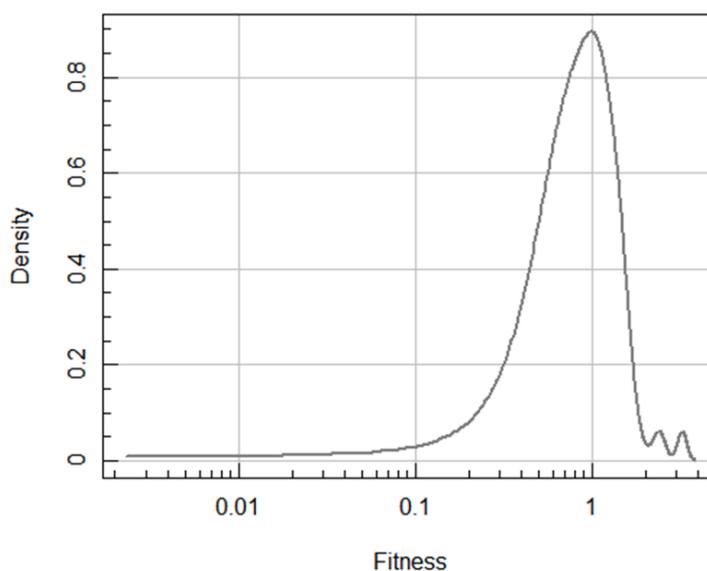
OilTubs é, desde o início do processo, sujeita ao mecanismo de ligação preferencial. A probabilidade de um ator receber novos relacionamentos tem relação direta com o grau de relacionamentos que este ator possui, com exceção dos dois intervalos assinalados em laranja.

Figura 28 - Gráfico da função de ligação preferencial com efeito da função do mecanismo de adaptação da Janela 5



Fonte: Dados da pesquisa

Por meio do gráfico de adaptação, ilustrado pela Figura 29, verificamos a continuação da cauda pesada (curva à direita da média), evidenciando que a diferenciação de adaptação entre os atores que compõem a rede é mantida até o final do processo de internacionalização. Observamos ainda que o pico da curva encontra-se na média, o que confirma o enfraquecimento do mecanismo de adaptação dos atores.

Figura 29 - Distribuição estimada da adaptação da Janela 5

Fonte: Dados da pesquisa

De acordo com os resultados expostos na Janela 5, a evolução da rede no processo de internacionalização da OilTubs, é operada, predominantemente, pelo mecanismo de ligação preferencial. Este fato é evidenciado por $\alpha = 0,61$ indicando um mecanismo de ligação preferencial forte, da forma não-linear, sublinear. Referente ao mecanismo de adaptação, observamos uma atenuação expressiva em sua concorrência com o mecanismo de ligação preferencial, visto que o parâmetro s dobrou de valor em relação ao valor apresentado na Janela 4.

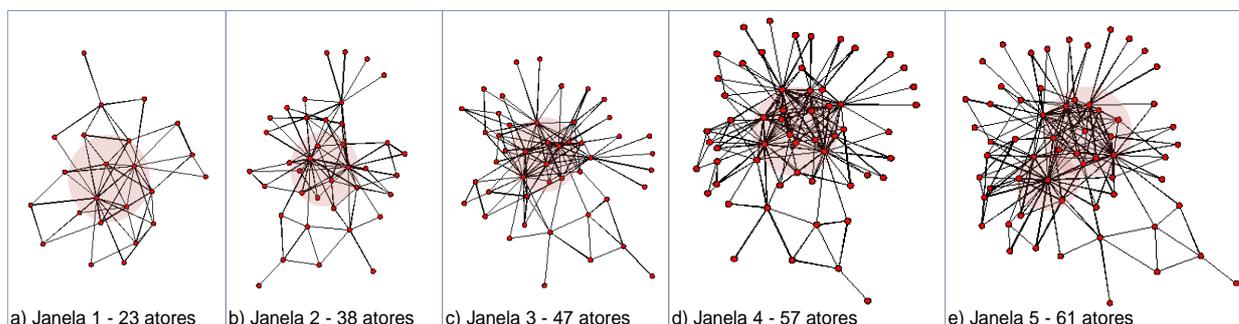
4.3.6 Análise Comparativa

A análise comparativa dos resultados contrasta os resultados dos testes apresentados nesta seção. Apresentamos a seguir a Figura 30 (a, b, c, d, e), com intuito de visualizarmos a evolução da rede, por meio da representação da rede e dos relacionamentos entre os atores, desde a Janela 1 (Episódio I – Figura 30A (a)) até a Janela 5 (Episódios I, II, III, IV e V – Figura 30 (e)).

Nesta figura observamos que a rede cresceu consideravelmente desde o início do processo de internacionalização da OilTubs, passando de 23 atores na Janela 1, para 38 atores na Janela 2, e posteriormente para 47 atores na Janela 3, 57 atores na Janela 4 e por fim 61 atores na Janela 5. O maior crescimento do número de atores se deu da Janela 1 para a Janela 2, onde 15 novos atores

passaram a compor a rede. Ou seja, a rede aumentou mais de 65% em termos de quantidade de atores se comparada com a Janela 1. Tal crescimento é explicado pela aquisição de uma firma local permitindo a entrada na rede novos fornecedores. Sendo assim, podemos afirmar que a rede teve seu ápice de crescimento, referente a quantidade de atores, na Janela 2. A partir deste estágio de evolução, a rede apresentou um declínio no percentual de crescimento. Observamos ainda que desde o início do processo de internacionalização existe uma concentração de graus em alguns poucos atores (atores que se encontram na região demarcada de laranja). Todavia, tal concentração fica, visualmente, mais evidente à medida que a rede evolui. O fenômeno oposto também pode ser facilmente visualizado, que é o aumento na quantidade de atores periféricos ou com poucos graus de relacionamentos. Tal característica é, via de regra, um comportamento típico na evolução de uma rede LE (Barabási, 2009).

Figura 30 - Evolução da rede de relacionamentos no processo de internacionalização da OilTubs

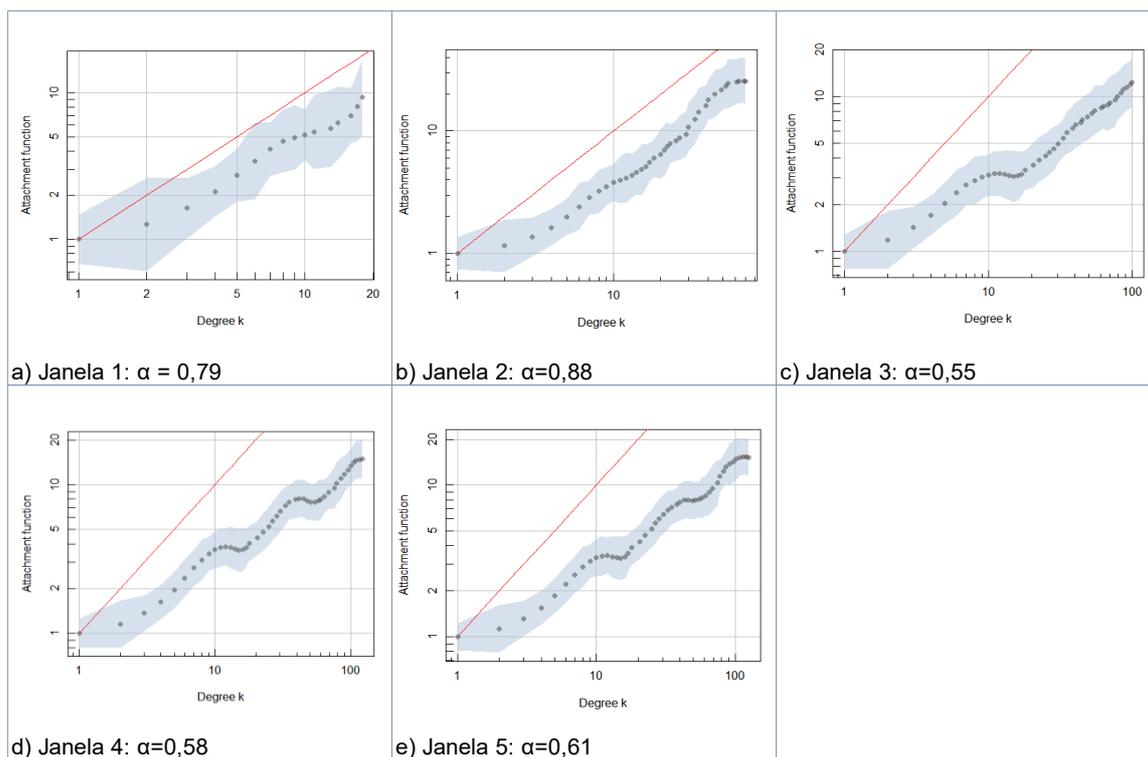


Fonte: Dados da pesquisa

A Figura 31 sintetiza os resultados dos testes estatísticos para cada uma das cinco janelas de análise, bem como o gráfico da função A_k com efeito da função do mecanismo de adaptação. Na evolução da rede no processo de internacionalização da OilTubs, o mecanismo de ligação preferencial é mais acentuado na Janela 2 ($\alpha = 0,88$) e menor na Janela 3 ($\alpha = 0,55$). Apesar disso, ressalta-se que todos os valores do expoente apontam que tal mecanismo possui um papel relevante na evolução da rede. Apesar de existir um forte mecanismo de ligação preferencial, observamos, principalmente na Janela 3, que o mecanismo de adaptação atua como mecanismo concorrente no processo evolucionário da rede. Verificamos ainda que, conforme a rede evolui, o traçado dos dados empíricos, representado

pela linha pontilhada, se afasta cada vez mais da linha de referência, sinalizada em vermelho. Isso ocorre devido a não linearidade do mecanismo de ligação preferencial. Dado que em todas as Janelas temporais α foi menor que 1, temos um mecanismo de ligação preferencial na forma não-linear, sublinear.

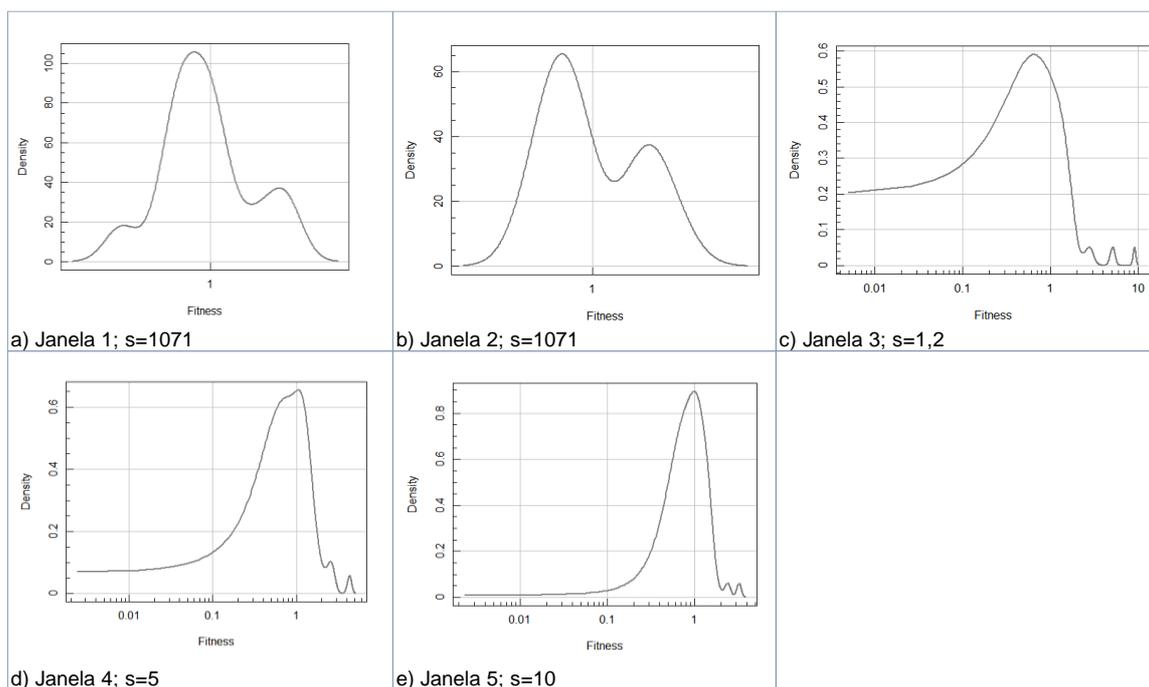
Figura 31 - Evolução do gráfico da função de ligação preferencial com efeito da função do mecanismo de adaptação



Fonte: Dados da pesquisa

Na Figura 32, nota-se que uma pequena parcela de atores possui maior adaptação se comparada com a maioria dos atores que participam da rede. O gráfico de adaptação apresenta um comportamento diferenciado na Janela 3 (Figura 32 (c)). Isso ocorre devido à entrada na rede de atores com elevada capacidade de adaptação, principalmente Subsidiária 5. Tal afirmação é evidente quando tomamos os valores apresentados do parâmetro s , que passou de 1071, nas Janelas 1 e 2, para 1,2 na Janela 3. Contudo verificamos que o pico da distribuição vai se aproximando da média 1 à medida que a rede evolui, sinalizando um enfraquecimento do mecanismo de adaptação. Sendo assim, podemos afirmar que este mecanismo é mais acentuado na Janela 3.

Figura 32 - Evolução da distribuição estimada da adaptação



Fonte: Dados da pesquisa

Tendo em vista todos esses resultados, concluímos que a evolução da rede no processo de internacionalização da OilTubs tem como principal mecanismo generativo o mecanismo de ligação preferencial. Os relacionamentos formados no primeiro estágio de evolução (Episódio I) geraram vantagens cumulativas ao longo do tempo para formação e dissolução de relacionamentos futuros. Citamos, como exemplo, Comprador 1, que no Episódio I teve o maior grau de relacionamento da rede. Este ator atraiu mais e mais relacionamentos no decorrer do processo de internacionalização. Isso reforça a ideia de que o mecanismo de ligação preferencial é capaz de ampliar pequenas diferenças entre os atores ao longo do tempo (DiPetre, 2006). Contudo, a partir da Janela 3, observamos a entrada de atores tardios com elevada adaptação, que passam a se destacar na rede. Por exemplo, Subsidiária 5, que devido à operação de *greenfield* no Brasil, passou de um ator com baixo grau de relacionamento na rede no Episódio I para um ator relevante a partir do Episódio III. Vale ressaltar que a atuação do mecanismo de adaptação ocorre de forma concorrente com o mecanismo de ligação preferencial no caso da rede analisada, principalmente no que tange à Janela 3. Neste estágio de evolução da rede temos que o mecanismo de adaptação influencia a dinâmica da rede a ponto de enfraquecer o mecanismo de ligação preferencial. Todavia isso

ocorre de forma isolada, visto que nas próximas janelas, Janela 4 e 5, o mecanismo de ligação preferencial volta a se fortalecer. A atenuação do mecanismo de adaptação ao longo do processo de internacionalização, especialmente a partir da Janela 3, é notado por meio do comportamento das curvas retratadas pela Figura 32 (d, e), onde encontramos o pico tendendo cada vez mais em direção a média 1.

5 CONCLUSÃO

Este capítulo está dividido em três seções. Inicialmente são discutidos os principais resultados obtidos. Na segunda seção revisitamos as questões de pesquisa. Por fim, discutimos as contribuições e limitações deste estudo, bem como trazemos sugestões para pesquisas futuras.

5.1 Principais resultados

Quatro principais resultados foram alcançados com este estudo: a) a rede do processo de internacionalização da firma estudada pode ser mais bem entendida sob o ponto de vista dinâmico. Tal rede evolui à medida que ao longo do tempo os relacionamentos se alteram. A quantidade de atores, bem como o grau de relacionamento aumentam ao longo do processo de internacionalização. O crescimento da rede segue um padrão livre de escala, onde a probabilidade de relacionamento de um ator com outro está relacionada com o grau de relacionamento que cada ator da rede possui. Como resultado, temos a ocorrência de uma cauda pesada na distribuição de graus dos atores, representada pela Lei de Potência. b) subjacente ao fato de a rede ser livre de escala, temos que o mecanismo principal que atua na evolução da rede no processo de internacionalização da firma estudada é o de ligação preferencial. Este mecanismo apresenta-se na forma não-linear, do tipo sublinear. A probabilidade de formação de relacionamentos entre um ator participante da rede e um novo relacionamento não é diretamente proporcional à quantidade de relacionamentos que o ator possui dada a ocorrência eventual do mecanismo de adaptação. c) Apesar de o mecanismo de ligação preferencial ser o principal mecanismo generativo da evolução da rede analisada, encontramos que o mecanismo de adaptação também possui influência nesse processo evolutivo. Isso pontua para a existência de mecanismos generativos concorrentes na evolução da rede. Ou seja, ao longo do processo de internacionalização a rede não é guiada por um único mecanismo. d) a influência tanto do mecanismo de ligação preferencial quanto do mecanismo de adaptação não é homogênea ao longo da evolução da rede. Não somente a presença como também a força de cada mecanismo são sujeitas ao tempo.

Quanto ao primeiro resultado, a dinâmica da rede no processo de internacionalização da firma estudada é caracterizada pelas alterações nos graus de relacionamentos dos atores à medida que a rede cresce e evolui. Notadamente, o crescimento da rede analisada é marcado por uma heterogeneidade na distribuição de graus de relacionamentos. Esta diferenciação no grau de relacionamento dos atores é observada desde o início do processo de internacionalização e permanece até o fim. Na rede analisada é evidenciada a presença de uma cauda pesada na distribuição de grau de relacionamentos, comportamento típico da Lei de Potência (Boccaletti *et al.*, 2006).

De acordo com o resultado dos testes estatísticos de verificação da lei de potência, temos que a rede do processo de internacionalização da firma estudada apresenta comportamento de cauda pesada, portanto, pode ser considerada LE. São identificados um número pequeno de atores com alto grau de relacionamento e muitos outros atores, cujo grau de relacionamento é baixo. Todavia, o teste estatístico entre as hipóteses alternativas aponta que a distribuição Log-normal possa ser uma distribuição plausível, porém em nenhuma janela o teste foi estatisticamente significativo. Broido e Clauset (2018) alertam para a dificuldade em obter um resultado preciso entre as hipóteses de lei de potência e log-normal quando os testes estatísticos são aplicados em amostras de tamanho finito. Conforme a rede no processo de internacionalização da firma estudada vai evoluindo, a Lei de Potência vai perdendo força. A rede fica sujeita a entrada de atores com alta capacidade de atração de relacionamento, o que pode ocasionar a diminuição da heterogeneidade dos graus e conseqüentemente o enfraquecimento da lei de potência. Portanto, existem fortes evidências que a evolução da rede no processo de internacionalização da firma estudada pode ser representada por uma rede LE, onde a distribuição de grau dos atores que a compõem segue a Lei de Potência.

Tal resultado vai ao encontro da sugestão de Hohenthal e Johanson (2014). O nosso estudo não somente concebe redes no processo da firma da internacionalização como dinâmicas, mas também abre espaço para que o processo evolucionário de tais redes seja compreendido. Com isso agrega aos poucos estudos publicados em NI que adotam o enfoque dinâmico tanto do modo

de vista teórico ou metodológico (ver, por exemplo, Coviello, 2006; de Almeida, da Rocha & da Silva, 2017).

O segundo resultado aponta para o mecanismo generativo, presente em rede LE (Andriani & McKelvey, 2009). Verificamos a existência de poucos atores que, em função do grau de relacionamento, ocupam uma posição favorável desde o início do processo de internacionalização, sendo *hubs* na rede até o final do processo analisado. Isso ocorre, possivelmente, por esta vantagem inicial ou posição favorável proporcionar inúmeros recursos que são acumulados no decurso do tempo, culminando em mais e mais relacionamentos (DiPetre & Eirich, 2006). Ou seja, mesmo com o crescimento acentuado da rede, atores que iniciaram o processo de internacionalização ocupando posição de destaque na rede mantiveram este *status* ao longo do tempo, dada a atuação do mecanismo de ligação preferencial.

Este resultado aponta para o que Crawford (2012) destaca ao afirmar que no decorrer do tempo, o mecanismo de ligação preferencial ocasiona acúmulo de recursos intangíveis, como *status*, conhecimento, entre outros, que possibilitam relacionamentos posteriores. Ademais, os testes estatísticos temporais indicam para a predominância do mecanismo de ligação preferencial na formação dos relacionamentos da rede no processo de internacionalização da firma estudada. Este mecanismo é predominante e não uniforme por apresentar variações ao longo do processo de internacionalização. Tal variação ocasiona que a probabilidade de atração de novos relacionamentos não é diretamente proporcional ao grau de relacionamento que o ator possui (Pham *et al.*, 2016). A dinâmica de formação de relacionamentos da rede analisada apresenta um mecanismo de ligação preferencial da forma não-linear, do tipo sublinear, dada a influência do mecanismo de adaptação.

Diante de tal resultado, mostramos não somente como a evolução da rede no processo de internacionalização da firma analisada ocorre, mas também destacamos por que ela ocorre. O mecanismo generativo destacado é o da ligação preferencial que infunde heterogeneidade de graus de relacionamentos dos atores à medida que a rede evolui (Barabasi & Albert, 1999). Onde as diferenças que, inicialmente, eram pouco expressivas, tornam-se reações em cadeia, amplificando mais e mais esta diferença. Gerando uma rede em que os níveis de

relacionamentos atuais, representado pelo grau de relacionamento, tem relação direta e causal sobre os níveis de relacionamentos futuros, conforme considerado por DiPetre e Eirich (2006).

Em relação ao terceiro resultado, é observado que a evolução da rede está sujeita a mecanismos generativos concorrentes, como o mecanismo de adaptação (Pham *et al*, 2017). A atuação do mecanismo de ligação preferencial não ocorre na mesma intensidade em toda evolução da rede. Em determinadas janelas temporais, o mecanismo pode ser considerado mais forte, como, por exemplo, a Janela 2 onde o expoente é 0,88. Em outras janelas, tal mecanismo perde força indicada pelo expoente $\alpha = 0,55$ (ver Janela 3). Essa diminuição da intensidade do mecanismo de ligação preferencial é atribuída à emergência de outro mecanismo generativo da evolução da rede, que é o mecanismo de adaptação (Pham *et al*, 2017). Tal mecanismo sinaliza para a capacidade intrínseca de novos atores de formarem relacionamentos independentes dos seus graus de relacionamentos (Pham *et al*, 2017). Isso permite a entrada na rede de atores com graus de relacionamentos mais baixos (Pham *et al*, 2017).

Em outras palavras, o nosso terceiro resultado indica que a evolução da rede no processo de internacionalização da firma pesquisa é guiada por mais de um mecanismo generativo. A probabilidade de atração de um novo relacionamento não está relacionada somente ao grau de relacionamento que o ator participante da rede possui, podendo ser atribuída também a outros mecanismos generativos.

Por fim, o quarto resultado sugere que a presença de mais de um mecanismo generativo na condução da rede se dá em determinados momentos de evolução e não em todo processo de internacionalização. No caso da firma estudada temos, predominantemente, o mecanismo de ligação preferencial e de forma concorrente a este, temos o mecanismo de adaptação. Nota-se que o mecanismo de adaptação interfere apenas em um dado momento do processo de internacionalização, no caso deste estudo, na Janela 3, não sendo significativa nas demais janelas. Em estudos de redes no processo de internacionalização sob o enfoque dinâmico, é importante entender não somente o processo evolucionário da rede em si, mas também as variações relacionadas a atuação de diferentes mecanismos generativos.

5.2 Revisitando a questão de pesquisa

Tendo em vista os resultados obtidos, a questão de pesquisa é aqui revisitada. O objetivo deste estudo foi analisar a formação e evolução da rede durante o processo de internacionalização de uma multinacional, dando ênfase ao mecanismo de ligação preferencial, a partir de duas questões.

A primeira questão de pesquisa é: como ocorre a formação e evolução da rede durante o processo de internacionalização da firma? Os resultados indicam que formação e evolução da rede ocorre à medida que a rede recebe novos atores e novos relacionamentos são estabelecidos. O crescimento da rede é caracterizado pelo grau de relacionamento que o ator, já participante da rede, possui. Logo, a probabilidade de atração dos relacionamentos é associada a esta característica, ocasionando em uma heterogeneidade na distribuição de graus entre os atores da rede. A rede analisada pode ser considerada LE, onde a distribuição de graus dos atores segue a Lei de Potência. Em decorrência disso, observamos que a dinâmica dos relacionamentos na rede do processo de internacionalização se dá em função do mecanismo de ligação preferencial.

A segunda questão é: como o mecanismo de ligação preferencial atua na formação e evolução da rede no processo de internacionalização da firma? Conforme sinaliza o primeiro resultado, à medida que a rede evolui e conseqüentemente os atores firmam novos relacionamentos, tornam-se ainda mais atrativos, acarretando em mais relacionamentos. Assim, é observado uma quantidade pequena de atores que se relacionam com muitos outros atores, e o oposto, a presença de muitos atores que se relacionam com poucos. Ou seja, a formação e evolução da rede se dá por meio do mecanismo de ligação preferencial. Devido a existência, em determinados momentos, do mecanismo de adaptação, o mecanismo de ligação preferencial apresenta uma forma não-linear do tipo sublinear. Isso ocasiona uma variação na força do mecanismo de ligação preferencial ao longo do tempo.

5.3 Contribuições, limitações e sugestões de pesquisas futuras

Este estudo contribui de duas maneiras. A primeira está relacionada a busca pela proximidade dos campos de Negócios Internacionais e a ARS, conforme

sugerido por Cuypers *et al.* (2016). A finalidade é assumir redes na internacionalização não só de forma metafórica. Isso foi possível pela utilização de análises e ferramentas próprias do campo de ARS, mais especificamente de redes complexas, aplicadas ao processo de internacionalização da firma estudada. Isso pode ser exemplificado pela distribuição de graus de relacionamentos e a identificação dos mecanismos que atuam na evolução da rede.

A segunda contribuição representa um esforço na busca pela compreensão de como as redes no processo de internacionalização se formam e evoluem. Estas foram lacunas identificadas tanto por Hohenthal, Johanson e Johanson (2014), quanto por Lamb, Sandberg e Liesch (2011). Os autores sugerem estudos que entendam redes no processo de internacionalização sob uma perspectiva dinâmica ou evolutiva. A partir da verificação da ocorrência do mecanismo de ligação preferencial, este estudo explora não somente a dinâmica na evolução da rede, mas também os mecanismos generativos subjacentes a tal evolução.

Os resultados aqui apresentados estão sujeitos a limitações. Primeiro, o estudo de caso único, apesar de possibilitar uma compreensão profunda do fenômeno estudado (Yin, 1994), limita a generalização estatística dos resultados (Yin, 2005). Assim, uma sugestão de pesquisas futuras seria a utilização da metodologia quantitativa aplicada neste estudo, porém valendo-se de estudos de casos múltiplos ou então baseado em bases de dados que contenham dados relativos à evolução da rede no processo de internacionalização da firma.

Segundo, em testes estatísticos quanto maior for a base de dados, mais precisos são os resultados. Nesse sentido, a nossa base de dados pode ser considerada uma limitação já que se trata de uma rede social finita. Conforme sinaliza Broido e Clauset (2018), em redes sociais finitas, é difícil, senão impossível descartar com solidez, hipóteses alternativas de distribuição dos dados empíricos, como foi o caso da Log-normal.

REFERÊNCIAS

- Aguinis, H., O'Boyle, E., Gonzalez-Mulé, E., & Joo, H. (2016). Cumulative advantage: Conductors and insulators of heavy-tailed productivity distributions and productivity stars. *Personnel Psychology*, 69(1), 3-66.
- Albert, R., & Barabási, A. L. (2002). Statistical mechanics of complex networks. *Reviews of modern physics*, 74(1), 47.
- Alves, A. M. (2015). Evolução da rede no processo de internacionalização da firma (*Dissertação de Mestrado*). Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Administração, Belo Horizonte.
- Amaral, L. A., & Ottino, J. M. (2004). Complex networks. *The European Physical Journal B*, 38(2), 147-162.
- Andersson, U., Holm, D. B., & Johanson, M. (2005). Opportunities, relational embeddedness and network structure. In *Managing opportunity development in business networks* (pp. 27-48). Palgrave Macmillan, London.
- Andriani, P., & McKelvey, B. (2009). Perspective—From Gaussian to Paretian thinking: Causes and implications of power laws in organizations. *Organization Science*, 20(6), 1053-1071.
- Andriani, P., & McKelvey, B. (2011). From skew distributions to power-law science. *The sage handbook of complexity and management*, 254-273.
- Ahuja, G., Soda, G., & Zaheer, A. (2012). The genesis and dynamics of organizational networks. *Organization Science*, 23(2), 434-448.
- Barabási, A. L. (2009). Scale-free networks: a decade and beyond. *science*, 325(5939), 412-413.
- Barabási, A. L., & Albert, R. (1999). Emergence of scaling in random networks. *science*, 286(5439), 509-512.
- Barabasi, A. L., & Oltvai, Z. N. (2004). Network biology: understanding the cell's functional organization. *Nature reviews genetics*, 5(2), 101.
- Bilkey, W. J., & Tesar, G. (1977). The export behavior of smaller-sized Wisconsin manufacturing firms. *Journal of international business studies*, 8(1), 93-98.
- Bilkey, W. J. (1978). An attempted integration of the literature on the export behavior of firms. *journal of international Business studies*, 9(1), 33-46.
- Boccaletti, S., Latora, V., Moreno, Y., Chavez, M., & Hwang, D. U. (2006). Complex networks: Structure and dynamics. *Physics reports*, 424(4), 175-308.
- Borgatti, S. P., & Foster, P. C. (2003). The network paradigm in organizational research: A review and typology. *Journal of management*, 29(6), 991-1013.

- Buckley, P. & Casson, M. (1976). *The Future of the Multinational Enterprise*. Great Britain: Macmillan Press Ltd, 33-65.
- Buckley, P. J., & Casson, M. (2016). *The future of the multinational enterprise*. Springer.
- Cavusgil, S. T. (1984). Differences among exporting firms based on their degree of internationalization. *Journal of business research*, 12(2), 195-208.
- Chandra, Y., Styles C., & Wilkinson, I. F. (2009). The recognition of first time international entrepreneurial opportunities: Evidence from firms in knowledge-based industries. *International Marketing Review*, 26(1), 30-61.
- Chetty, S. K., & Wilson, H. I. (2003). Collaborating with competitors to acquire resources. *International Business Review*, 12(1), 61-81.
- Child, J., & Hsieh, L. H. (2014). Decision mode, information and network attachment in the internationalization of SMEs: A configurational and contingency analysis. *Journal of world Business*, 49(4), 598-610.
- Child, J., & Rodrigues, S. B. (2005). The internationalization of Chinese firms: a case for theoretical extension?. *Management and organization review*, 1(3), 381-410.
- Clauset, A., Shalizi, C. R., & Newman, M. E. (2009). Power-law distributions in empirical data. *SIAM review*, 51(4), 661-703.
- Coviello, N.E. and Munro, H.J. (1995) 'Growing the entrepreneurial firm: networking for international market development', *European Journal of Marketing* 29(7): 49-61.
- Coviello, N. and Munro, H. (1997) 'Network relationships and the internationalization process of small software firms', *International Business Review* 6(4): 361-386.
- Coviello, N. E. (2006). The network dynamics of international new ventures. *Journal of International Business Studies*, 37(5), 713-731.
- Crawford, E. R., & Lepine, J. A. (2013). A configural theory of team processes: Accounting for the structure of taskwork and teamwork. *Academy of Management Review*, 38(1), 32-48.
- Cuypers, I., Cantwell, J., Ertug, G., Kilduff, M., Zaheer, A. (2016). *Making Connections: Social Networks in International Business*. Call for papers – Special Issue of the *Journal of International Business Studies*
- de Almeida Moraes, S. T., da Rocha, A., & da Silva, J. F. (2017). Uso de redes no decorrer do processo de internacionalização: Estudo longitudinal no setor de software. *Internext*, 12(1), 76-90.
- DiPrete, T. A., & Eirich, G. M. (2006). Cumulative advantage as a mechanism for inequality: A review of theoretical and empirical developments. *Annu. Rev. Sociol.*, 32, 271-297.

- Dunning, J. H. (1977). Trade, location of economic activity and the MNE: A search for an eclectic approach. In *The international allocation of economic activity* (pp. 395-418). Palgrave Macmillan UK.
- Dunning, J. H. (1980). Toward an eclectic theory of international production: Some empirical tests. *Journal of International Business Studies*, 11, 9-31.
- Eisenhardt, K. M. (1989). Building theories from case study research. *Academy of management review*, 14(4), 532-550.
- Elfring, T., & Hulsink, W. (2003). Networks in entrepreneurship: The case of high-technology firms. *Small business economics*, 21(4), 409-422.
- Ellis, P. (2000). Social ties and foreign market entry. *Journal of international business studies*, 31(3), 443-469.
- Eriksson, M. (2016). *The complex internationalization process unfolded: The case of Atlas Copco's entry into the Chinese mid-market* (Doctoral dissertation, Företagsekonomiska institutionen, Uppsala universitet).
- Eriksson, K., Johanson, J., Majkgård, A., & Sharma, D. D. (1997). Experiential knowledge and costs in the internationalization process. *Journal of international business studies*, 28(2), 337-360.
- Everett, M., & Borgatti, S. P. (2005). Ego network betweenness. *Social networks*, 27(1), 31-38.
- Evers, N., & Knight, J. (2008). Role of international trade shows in small firm internationalization: a network perspective. *International Marketing Review*, 25(5), 544-562.
- Evers, N., & O'Gorman, C. (2011). Improvised internationalization in new ventures: The role of prior knowledge and networks. *Entrepreneurship & Regional Development*, 23(7-8), 549-574.
- Figueira-de-Lemos, F., & Hadjikhani, A. (2014). Internationalization processes in stable and unstable market conditions: Towards a model of commitment decisions in dynamic environments. *Journal of World Business*, 49(3), 332-349.
- Figueira-de-Lemos, F., Johanson, J., & Vahlne, J. E. (2011). Risk management in the internationalization process of the firm: A note on the Uppsala model. *Journal of World Business*, 46(2), 143-153.
- Freeman, S., Edwards, R., & Schroder, B. (2006). How smaller born-global firms use networks and alliances to overcome constraints to rapid internationalization. *Journal of international Marketing*, 14(3), 33-63.
- Glückler, J. (2007). Economic geography and the evolution of networks. *Journal of Economic Geography*, 7(5), 619-634.

- Gong, P., & van Leeuwen, C. (2004). Evolution to a small-world network with chaotic units. *EPL (Europhysics Letters)*, 67(2), 328.
- Gould, R. V. (2002). The origins of status hierarchies: A formal theory and empirical test. *American journal of sociology*, 107(5), 1143-1178.
- Grund, T. U. (2012). Network structure and team performance: The case of English Premier League soccer teams. *Social Networks*, 34(4), 682-690.
- Hadley, R. D., & Wilson, H. I. (2003). The network model of internationalisation and experiential knowledge. *International Business Review*, 12(6), 697-717.
- Hagg, I., & Johanson, J. (1983). Firms in networks. *Business and Social Research Institute, Stockholm, Sweden*.
- Hand, D. J. (2017). *Practical longitudinal data analysis*. Routledge.
- Hanneman, R. A., & Riddle, M. (2005). Introduction to social network methods.
- Hohenthal, J., Johanson, J., & Johanson, M. (2014). Network knowledge and business-relationship value in the foreign market. *International Business Review*, 23(1), 4-19.
- Holland, J. H. (1992). Complex adaptive systems. *Daedalus*, 17-30.
- Holme, P., & Kim, B. J. (2002). Growing scale-free networks with tunable clustering. *Physical review E*, 65(2), 026107.
- Jeong, H., Néda, Z., & Barabási, A. L. (2003). Measuring preferential attachment in evolving networks. *EPL (Europhysics Letters)*, 61(4), 567.
- Johanson, J. and Mattsson, L.-G. (1988) 'Internationalization in Industrial Systems: A Network Approach', in N. Hood and J.-E. Vahlne (eds.) *Strategies in Global Competition*, Croom Helm: New York, pp: 287–314.
- Johanson, J. & Vahlne, J.-E. (1977). The internationalization process of the firm – a model of knowledge development and increasing foreign market commitments. *Journal of International Business Studies*, 8 (1), 23-32.
- Johanson, J., & Vahlne, J. E. (1990). The mechanism of internationalization. *International marketing review*, 7(4).
- Johanson, J., & Vahlne, J. E. (1992). Management of foreign market entry. *Scandinavian International Business Review*, v. 1, n. 3, p. 9-27,
- Johanson, J. and Vahlne, J.-E. (2003) 'Business relationship learning and commitment in the internationalization process', *Journal of International Entrepreneurship* 1(1): 83–101.

- Johanson, J., & Vahlne, J.-E. (2009). The Uppsala internationalization process model revisited: From liability of foreignness to liability of outsidership. *Journal of International Business Studies*, 40, 1411-1431.
- Johanson, J., & Vahlne, J.-E. (2013). The Uppsala model on evolution of the multinational business enterprise: From internalization to coordination of networks. *International Marketing Review*, 30(3), 189-210.
- Johanson, J., & Wiedersheim-Paul, F. (1975). The internationalization of the firm—four Swedish cases. *Journal of management studies*, 12(3), 305-323.
- Kogut, B. (2000). The network as knowledge: Generative rules and the emergence of structure. *Strategic management journal*, 405-425.
- Kontinen, T., & Ojala, A. (2011). Network ties in the international opportunity recognition of family SMEs. *International Business Review*, 20(4), 440-453.
- Leonard-Barton, D. (1990). A dual methodology for case studies: Synergistic use of a longitudinal single site with replicated multiple sites. *Organization science*, 1(3), 248-266.
- Lamb, P., Sandberg, J., & Liesch, P. W. (2011). Small firm internationalisation unveiled through phenomenography. *Journal of International Business Studies*, 42(5), 672-693.
- Latham, S. (2009). Contrasting strategic response to economic recession in start-up versus established software firms. *Journal of Small Business Management*, 47(2), 180-201.
- Loane, S., & Bell, J. (2006). Rapid internationalisation among entrepreneurial firms in Australia, Canada, Ireland and New Zealand: An extension to the network approach. *International marketing review*, 23(5), 467-485.
- Madsen, T. K., & Servais, P. (1997). The internationalization of born globals: an evolutionary process?. *International business review*, 6(6), 561-583.
- Meyer, K., & Skak, A. (2002). Networks, serendipity and SME entry into Eastern Europe. *European Management Journal*, 20(2), 179-188.
- McAuley, A. (1999). Entrepreneurial instant exporters in the Scottish arts and crafts sector. *Journal of International marketing*, 67-82.
- McDougall, P. P., Shane, S., & Oviatt, B. M. (1994). Explaining the formation of international new ventures: The limits of theories from international business research. *Journal of business venturing*, 9(6), 469-487.
- Newman, M. E. (2001). The structure of scientific collaboration networks. *Proceedings of the national academy of sciences*, 98(2), 404-409.
- Newman, M. E. (2003). The structure and function of complex networks. *SIAM review*, 45(2), 167-256.

- Newman, M. E. (2005). Power laws, Pareto distributions and Zipf's law. *Contemporary physics*, 46(5), 323-351.
- Oviatt, B.M. and McDougall, P.P. (1994) 'Toward a theory of international new ventures', *Journal of International Business Studies* 25 (1): 45–64.
- Oviatt, B. M., & McDougall, P. P. (2005). Defining international entrepreneurship and modeling the speed of internationalization. *Entrepreneurship theory and practice*, 29(5), 537-554.
- Park, J., & Newman, M. E. (2004). Statistical mechanics of networks. *Physical Review E*, 70(6), 066117.
- Pham, T., Sheridan, P., & Shimodaira, H. (2015). PAFit: A statistical method for measuring preferential attachment in temporal complex networks. *PloS one*, 10(9), e0137796.
- Pham, T., Sheridan, P., & Shimodaira, H. (2016). Joint estimation of preferential attachment and node fitness in growing complex networks. *Scientific Reports*, 6, 32558.
- Poulis, K., Poulis, E., & Plakoyiannaki, E. (2013). The role of context in case study selection: An international business perspective. *International Business Review*, 22(1), 304-314.
- Powell, W. W., White, D. R., Koput, K. W., & Owen-Smith, J. (2005). Network dynamics and field evolution: The growth of interorganizational collaboration in the life sciences 1. *American journal of sociology*, 110(4), 1132-1205.
- Provan, K. G., Fish, A., & Sydow, J. (2007). Interorganizational networks at the network level: A review of the empirical literature on whole networks. *Journal of management*, 33(3), 479-516.
- Ragin, C., & Byrne, D. (2009). *The SAGE Handbook of Case-based methods*.
- Rugman, A. M. (1980). Internalization as a general theory of foreign direct investment: A re-appraisal of the literature. *Review of World Economics*, 116(2), 365-379.
- Rugman, A., Verbeke, A., & Nguyen, Q. (2011). Fifty years of international business theory and beyond. *Management International Review*, 50, 755-786.
- Scharnhorst, A. (2003). Complex networks and the web: Insights from nonlinear physics. *Journal of computer-mediated communication*, 8(4), JCMC845.
- Stanley, H. E., & Mantegna, R. N. (2000). *An introduction to econophysics*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Sydow, J., Windeler, A., Wirth, C., & Staber, U. (2010). Foreign market entry as network entry: A relational-structuration perspective on internationalization in television content production. *Scandinavian Journal of Management*, 26(1), 13-24.

- Takaffoli, M., Sangi, F., Fagnan, J., & Zäiane, O. R. (2011). Community evolution mining in dynamic social networks. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 22, 49-58.
- Watts, D. J., & Strogatz, S. H. (1998). Collective dynamics of 'small-world' networks. *nature*, 393(6684), 440.
- Weick, K. E., & Quinn, R. E. (1999). Organizational change and development. *Annual review of psychology*, 50(1), 361-386.
- Welch, C., Nummela, N., & Liesch, P. (2016). The internationalization process model revisited: An agenda for future research.
- Vahlne, J. E., & Johanson, J. (2013). The Uppsala model on evolution of the multinational business enterprise—from internalization to coordination of networks. *International Marketing Review*, 30(3), 189-210.
- Vahlne, J. E., & Johanson, J. (2017). The internationalization process of the firm—a model of knowledge development and increasing foreign market commitments. In *International Business* (pp. 145-154). Routledge.
- Van de Ven, A. H., & Poole, M. S. (1995). Explaining development and change in organizations. *Academy of management review*, 20(3), 510-540.
- Vasilchenko, E., & Morrish, S. (2011). The role of entrepreneurial networks in the exploration and exploitation of internationalization opportunities by information and communication technology firms. *Journal of International Marketing*, 19(4), 88-105.
- Venkatraman, N., & Lee, C. H. (2004). Preferential linkage and network evolution: A conceptual model and empirical test in the US video game sector. *Academy of Management Journal*, 47(6), 876-892.
- Yin, R. K. (2015). *Estudo de Caso-: Planejamento e Métodos*. Bookman editora.
- Zain, M., & Ng, S. I. (2006). The impacts of network relationships on SMEs' internationalization process. *Thunderbird international business review*, 48(2), 183-205.
- Zhou, L., Wu, W. P., & Luo, X. (2007). Internationalization and the performance of born-global SMEs: the mediating role of social networks. *Journal of international business studies*, 38(4), 673-690.

APÊNDICE A

RELAÇÃO DE GRAU DE RELACIONAMENTO POR JANELA DE ANÁLISE

Janela 1		Janela 2		Janela 3		Janela 4		Janela 5	
Atores	Grau Episódio 1 (Eventos de 1 à 5)	Atores	Grau Episódio 1 à 2 (Eventos de 1 à 10)	Atores	Grau Episódio 1 à 3 (Eventos de 1 à 15)	Atores	Grau Episódio 1 à 4 (Eventos de 1 à 19)	Atores	Grau Episódio 1 à 5 (Eventos de 1 à 21)
Matriz	14	Matriz	21	Matriz	24	Matriz	25	Matriz	25
Ciente 1	14	Ciente 1	20	Ciente 1	23	Ciente 1	27	Ciente 1	29
Ciente 2	7	Ciente 2	8	Ciente 2	12	Ciente 2	15	Ciente 2	17
Subsid. 1	7	Subsid. 1	7	Ciente 3	2	Ciente 3	2	Ciente 3	2
Subsid. 2	6	Subsid. 2	6	Ciente 4	3	Ciente 4	3	Ciente 4	3
Subsid. 3	7	Subsid. 3	8	Ciente 5	3	Ciente 5	7	Ciente 5	7
Subsid. 6	5	Subsid. 4	10	Subsid. 1	10	Ciente 6	2	Ciente 6	2
Subsid. 8	3	Subsid. 6	5	Subsid. 2	10	Ciente 7	2	Ciente 7	2
Fornecedor 1	3	Subsid. 8	6	Subsid. 3	9	Ciente 8	2	Ciente 8	2
Fornecedor 2	3	Fornecedor 1	3	Subsid. 4	15	Ciente 9	2	Ciente 9	2
Fornecedor 3	4	Fornecedor 2	3	Subsid. 5	19	Ciente 10	2	Ciente 10	2
Fornecedor 4	4	Fornecedor 3	5	Subsid. 6	9	Ciente 11	2	Ciente 11	2
Subform. 1	6	Fornecedor 4	4	Subsid. 7	6	Subsid. 1	13	Subsid. 1	14
Subform. 2	5	Fornecedor 5	4	Subsid. 8	6	Subsid. 2	15	Subsid. 2	16
Subform. 3	4	Fornecedor 6	3	Fornecedor 1	3	Subsid. 3	9	Subsid. 3	9
Subform. 4	3	Fornecedor 7	1	Fornecedor 2	3	Subsid. 4	18	Subsid. 4	20
Subform. 5	4	Fornecedor 8	1	Fornecedor 3	6	Subsid. 5	26	Subsid. 5	27
Concorrente 1	5	Fornecedor 9	1	Fornecedor 4	4	Subsid. 6	9	Subsid. 6	9
Concorrente 2	1	Fornecedor 10	1	Fornecedor 5	4	Subsid. 7	7	Subsid. 7	7
Concorrente 3	1	Subform. 1	9	Fornecedor 6	3	Subsid. 8	6	Subsid. 8	6
Concorrente 4	3	Subform. 2	7	Fornecedor 7	1	Subsid. 9	4	Subsid. 9	5
Concorrente 5	2	Subform. 3	4	Fornecedor 8	1	Subsid. 10	4	Subsid. 10	6
Gov. Feder. 1	1	Subform. 4	3	Fornecedor 9	1	Fornecedor 1	3	Subsid. 11	3
		Subform. 5	4	Fornecedor 10	1	Fornecedor 2	3	Subsid. 12	5
		Subform. 6	3	Fornecedor 11	1	Fornecedor 3	8	Subsid. 13	4
		Concorrente 1	6	Fornecedor 12	1	Fornecedor 4	4	Fornecedor 1	3
		Concorrente 2	1	Subform. 1	10	Fornecedor 5	4	Fornecedor 2	3
		Concorrente 3	1	Subform. 2	8	Fornecedor 6	3	Fornecedor 3	8
		Concorrente 4	3	Subform. 3	4	Fornecedor 7	1	Fornecedor 4	4
		Concorrente 5	2	Subform. 4	3	Fornecedor 8	1	Fornecedor 5	4
		Concorrente 6	3	Subform. 5	5	Fornecedor 9	1	Fornecedor 6	3
		Concorrente 7	3	Subform. 6	5	Fornecedor 10	1	Fornecedor 7	1
		Concorrente 9	4	Subform. 7	2	Fornecedor 11	1	Fornecedor 8	1
		Gov. Estad. 1	3	Concorrente 1	6	Fornecedor 12	1	Fornecedor 9	1
		Gov. Feder. 1	1	Concorrente 2	1	Fornecedor 13	4	Fornecedor 10	1
		Gov. Feder. 2	2	Concorrente 3	1	Subform. 1	10	Fornecedor 11	1
		Gov. Americ. 1	4	Concorrente 4	3	Subform. 2	8	Fornecedor 12	1
		Gov. Americ. 2	1	Concorrente 5	2	Subform. 3	4	Fornecedor 13	4
				Concorrente 6	3	Subform. 4	7	Subform. 1	10
				Concorrente 7	3	Subform. 5	6	Subform. 2	8
				Concorrente 9	4	Subform. 6	5	Subform. 3	4
				Concorrente 10	2	Subform. 7	2	Subform. 4	7
				Gov. Estad. 1	3	Concorrente 1	6	Subform. 5	6
				Gov. Feder. 1	1	Concorrente 2	1	Subform. 6	5
				Gov. Feder. 2	2	Concorrente 3	1	Subform. 7	2
				Gov. Americ. 1	4	Concorrente 4	3	Concorrente 1	6
				Gov. Americ. 2	1	Concorrente 5	2	Concorrente 2	1
						Concorrente 6	3	Concorrente 3	1
						Concorrente 7	3	Concorrente 4	3
						Concorrente 8	2	Concorrente 5	2
						Concorrente 9	4	Concorrente 6	3
						Concorrente 10	3	Concorrente 7	3
						Gov. Estad. 1	3	Concorrente 8	2
						Gov. Feder. 1	1	Concorrente 9	4
						Gov. Feder. 2	6	Concorrente 10	3
						Gov. Americ. 1	4	Nova Matriz	4
						Gov. Americ. 2	1	Gov. Estad. 1	3
								Gov. Feder. 1	1
								Gov. Feder. 2	6
								Gov. Americ. 1	4
								Gov. Americ. 2	1

Fonte: Dados da pesquisa

APÊNDICE B

RELAÇÃO DE GRAU DE RELACIONAMENTO ACUMULADO POR JANELA DE ANÁLISE

Janela 1		Janela 2		Janela 3		Janela 4		Janela 5	
Ator	Grau de Relacionamento Acumulado	Ator	Grau de Relacionamento Acumulado	Ator	Grau de Relacionamento Acumulado	Ator	Grau de Relacionamento Acumulado	Ator	Grau de Relacionamento Acumulado
Matriz	47	Matriz	84	Comprador 1	101	Matriz	134	Comprador 1	137
Comprador 1	40	Comprador 1	80	Matriz	114	Comprador 1	125	Matriz	134
Comprador 2	30	Comprador 2	54	Comprador 2	70	Comprador 2	81	Comprador 2	94
Subsidiária 1	24	Subfornecedor 2	45	Subfornecedor 2	52	Subsidiária 5	80	Subsidiária 5	83
Subfornecedor 2	23	Subfornecedor 1	33	Subsidiária 5	50	Subsidiária 1	58	Subsidiária 4	62
Fornecedor 3	18	Subsidiária 1	31	Subsidiária 1	49	Subsidiária 4	56	Subsidiária 1	61
Subfornecedor 1	17	Fornecedor 3	29	Subsidiária 4	42	Subsidiária 2	54	Subsidiária 2	57
Subsidiária 2	16	Subsidiária 3	21	Subfornecedor 1	39	Subfornecedor 2	52	Subfornecedor 2	52
Subfornecedor 3	13	Subsidiária 2	20	Subsidiária 2	33	Subfornecedor 1	39	Subfornecedor 1	39
Subfornecedor 4	10	Fornecedor 2	16	Fornecedor 3	31	Fornecedor 3	35	Fornecedor 3	35
Fornecedor 4	9	Subfornecedor 3	16	Subsidiária 3	24	Subsidiária 3	27	Subsidiária 3	27
Fornecedor 2	8	Subsidiária 4	14	Subsidiária 6	20	Subsidiária 6	25	Subsidiária 6	25
Subfornecedor 5	8	Fornecedor 1	12	Fornecedor 2	18	Subfornecedor 5	21	Subfornecedor 5	21
Concorrente 4	7	Subfornecedor 4	12	Subfornecedor 3	16	Fornecedor 2	18	Fornecedor 2	18
Concorrente 1	6	Concorrente 5	11	Fornecedor 1	14	Subfornecedor 3	16	Subfornecedor 3	16
Fornecedor 1	6	Fornecedor 4	11	Subfornecedor 4	12	Subfornecedor 4	16	Subfornecedor 4	16
Subsidiária 3	6	Concorrente 1	10	Subfornecedor 5	12	Comprador 5	15	Comprador 5	15
Subsidiária 6	4	Subfornecedor 5	8	Concorrente 5	11	Subsidiária 7	15	Subsidiária 7	15
Concorrente 5	3	Concorrente 4	7	Fornecedor 4	11	Fornecedor 1	14	Fornecedor 1	14
Concorrente 2	2	Governo Federal 2	6	Concorrente 1	10	Governo Federal 2	13	Governo Federal 2	13
Governo Federal 1	2	Subsidiária 8	5	Subsidiária 7	9	Fornecedor 13	12	Fornecedor 13	12
Subsidiária 8	2	Concorrente 2	4	Comprador 4	7	Concorrente 5	11	Concorrente 5	11
Concorrente 3	1	Concorrente 9	4	Concorrente 4	7	Fornecedor 4	11	Fornecedor 4	11
		Governo Americano 1	4	Subfornecedor 6	7	Concorrente 1	10	Subsidiária 9	11
		Governo Estadual 1	4	Governo Federal 2	6	Subfornecedor 6	9	Concorrente 1	10
		Subsidiária 6	4	Subsidiária 8	5	Subsidiária 10	8	Subsidiária 10	10
		Concorrente 7	3	Concorrente 2	4	Comprador 4	7	Nova Matriz	9
		Fornecedor 5	3	Concorrente 9	4	Concorrente 10	7	Subfornecedor 6	9
		Fornecedor 6	3	Governo Americano 1	4	Concorrente 4	7	Comprador 4	7
		Subfornecedor 6	3	Governo Estadual 1	4	Concorrente 8	5	Concorrente 10	7
		Concorrente 3	2	Concorrente 10	3	Subsidiária 8	5	Concorrente 4	7
		Concorrente 6	2	Concorrente 7	3	Subsidiária 9	5	Subsidiária 12	7
		Governo Federal 1	2	Fornecedor 5	3	Comprador 10	4	Concorrente 8	5
		Fornecedor 10	1	Fornecedor 6	3	Comprador 11	4	Subsidiária 11	5
		Fornecedor 7	1	Subfornecedor 7	3	Concorrente 2	4	Subsidiária 13	5
		Fornecedor 8	1	Comprador 3	2	Concorrente 9	4	Subsidiária 8	5
		Fornecedor 9	1	Comprador 5	2	Governo Americano 1	4	Comprador 10	4
		Governo Americano 2	1	Concorrente 3	2	Governo Estadual 1	4	Comprador 11	4
				Concorrente 6	2	Concorrente 7	3	Concorrente 2	4
				Fornecedor 7	2	Fornecedor 5	3	Concorrente 9	4
				Fornecedor 8	2	Fornecedor 6	3	Governo Americano 1	4
				Governo Federal 1	2	Subfornecedor 7	3	Governo Estadual 1	4
				Fornecedor 10	1	Comprador 3	2	Concorrente 7	3
				Fornecedor 11	1	Comprador 6	2	Fornecedor 5	3
				Fornecedor 12	1	Comprador 7	2	Fornecedor 6	3
				Fornecedor 9	1	Comprador 8	2	Subfornecedor 7	3
				Governo Americano 2	1	Comprador 9	2	Comprador 3	2
						Concorrente 3	2	Comprador 6	2
						Concorrente 6	2	Comprador 7	2
						Fornecedor 7	2	Comprador 8	2
						Fornecedor 8	2	Comprador 9	2
						Governo Federal 1	2	Concorrente 3	2
						Fornecedor 10	1	Concorrente 6	2
						Fornecedor 11	1	Fornecedor 7	2
						Fornecedor 12	1	Fornecedor 8	2
						Fornecedor 9	1	Governo Federal 1	2
						Governo Americano 2	1	Fornecedor 10	1
								Fornecedor 11	1
								Fornecedor 12	1
								Fornecedor 9	1
								Governo Americano 2	1

Fonte: Dados da pesquisa