

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E
SISTEMAS

REGINA DUARTE RIBEIRO MELO

**APLICAÇÃO DA TEORIA DAS REDES COMPLEXAS E DA ANÁLISE DE
REDES SOCIAIS PARA AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO INTELECTUAL
CIENTÍFICA DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*
ACADÊMICOS EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO 2013-2015**

**GOIÂNIA
2017**

REGINA DUARTE RIBEIRO MELO

**APLICAÇÃO DA TEORIA DAS REDES COMPLEXAS E DA ANÁLISE DE
REDES SOCIAIS PARA AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO INTELECTUAL
CIENTÍFICA DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*
ACADÊMICOS EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO 2013-2015**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Pontifícia Universidade Católica de Goiás como parte dos requisitos para a obtenção do título de “Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas”.

Orientadora: Prof.^a Maria José Pereira Dantas, Dra.

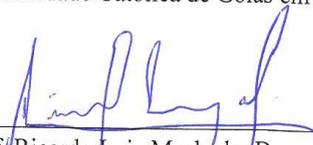
GOIÂNIA

2017

REGINA DUARTE RIBEIRO MELO

**APLICAÇÃO DA TEORIA DAS REDES COMPLEXAS E DA ANÁLISE DE REDES
SOCIAIS PARA AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO INTELECTUAL CIENTÍFICA DOS
PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* ACADÊMICOS EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO 2013-2015**

Esta dissertação julgada adequada para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas é aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Pontifícia Universidade Católica de Goiás em abril de 2017.



Prof. Ricardo Luiz Machado, Dr.
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção e Sistemas

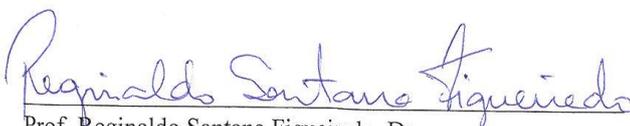
Banca Examinadora:



Prof.ª Maria José Pereira Dantas, Dra.
Orientadora



Prof. Ricardo Luiz Machado, Dr.
Examinador Interno



Prof. Reginaldo Santana Figueiredo, Dr.
Examinador Externo

GOIÂNIA

2017

M528a Melo, Regina Duarte Ribeiro.

Aplicação da teoria das redes complexas e da análise de redes sociais para avaliação da produção intelectual científica dos Programas de Pós-Graduação *Stricto Sensu* Acadêmicos em Engenharia de Produção 2013-2015 [manuscrito]

/Regina Duarte Ribeiro Melo. Goiânia, 2017.

123 f.; il. 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Engenharia de Produção e Sistemas, 2017.

“Orientadora: Prof.^a Dra. Maria José Pereira Dantas”

Referências Bibliográficas. f.114 - 123

1. *software R*, 2. Publicações em periódicos, 3. Plataforma Sucupira,
4. medidas de centralidade.

CDU: 658.5:001.8(043)

Dedico este trabalho ao meu esposo, Marcos Antônio pelo amor e companheirismo. Aos meus pais, Jair Quintino (*in memoriam*) e Maria da Conceição em forma de eterno amor e gratidão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida e infinita proteção.

Aos meus pais, em especial a minha mãe, Maria da Conceição por ser responsável por eu nunca ter deixado de trilhar o caminho do conhecimento, me incentivando com suas palavras tão sábias e ditas com tanta fé.

Ao meu esposo, Marcos Antônio, esposo, amigo, companheiro, cúmplice em todos os momentos. Sempre me auxiliando nos meus propósitos de vida que acabam se tornando nossos. Responsável também por grande parte da coleta de dados desta pesquisa.

A minha amiga irmã, Zenilda Alexandria Taniguti, pela parceria de momentos mais que especiais e jamais esquecidos. Sua bondade e carinho acabam por nos fazer bem mais que amigas, minha irmã de coração e alma. Obrigada por me deixar fazer parte de sua vida.

A minha orientadora, Maria José, responsável por me fazer chegar até aqui. Deixado de ser orientadora para ser amiga e companheira em vários momentos. Sua competência transborda enchendo seus orientandos e alunos de frutos tão almejados, como artigos, dissertações, projetos. Sabe buscar de cada um o melhor. Obrigada por estar comigo nesta caminhada.

A Elvia, por ter sido tão amiga, paciente e companheira. Seus auxílios nos scripts foram fundamentais para conclusão da pesquisa. Sabe que nossa jornada vai além deste trabalho e espero um dia poder retribuir sua generosidade.

A todos do IFG - Cidade de Goiás por acreditarem e me colocarem a disposição da pesquisa. Muito me orgulho de fazer parte deste time. Barreiras e lutas sempre existirão, mas tudo se torna simples quando entendemos que Deus está à frente de tudo.

A minha família pela colaboração com os cuidados a nossa mãe e também pela garra na confecção da arte de representação do trabalho.

Aos meus colegas das turmas MEPROS e LEMM pela a atenção e carinho.

Que Deus nos abençoe sempre, nos dando saúde, sabedoria e paz para continuarmos na luta, tentando sermos melhores a cada dia.

“A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original”
(Albert Einstein)

RESUMO

Resumo da dissertação apresentada ao MEPROS-PUC Goiás como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas (M. Sc.).

APLICAÇÃO DA TEORIA DAS REDES COMPLEXAS E DA ANÁLISE DE REDES SOCIAIS PARA AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO INTELECTUAL CIENTÍFICA DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU ACADÊMICOS EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO 2013-2015.

Este trabalho apresenta a aplicação da Teoria de Redes Complexas e Análise de Redes Sociais (ARS) para avaliação da produção científica dos Programas de Pós-graduação Acadêmicos em Engenharia de Produção. Os dados foram coletados na Plataforma Sucupira (PS) para o período de 2013 a 2015, parte do quadriênio de avaliação atual (2013 a 2016). A base de dados foi disposta em planilhas do *Excel* com as variáveis adquiridas da PS. Os dados foram transformados da extensão *xlsx* para *csv*, ao compatibilizá-los para utilização do *software R*, versão 3.1.1 e ambiente *RStudio 0.99.891*. Os *scripts* desenvolvidos utilizaram os pacotes *Igraph*, *Network*, *Bipartite* e *Ggraph* que foram adequados para as análises das redes bipartidas. O estudo dos padrões demográficos de colaboração entre os programas aponta que estes são mais fortes entre programas de mesma região. Os padrões de produção dos programas conceito CAPES 3 indicaram a produção dos 1437 artigos no período, em que a maioria são do estrato B5 e menor produção em estratos superiores (A1, A2 e B1), nos quais participaram 5002 colaboradores, que são em maioria de participantes externos. Quando analisados os padrões de todos os programas notou-se que os conceitos CAPES dos programas obtidos no triênio 2010-2012 não implicaram nas maiores produções nos estratos superiores. Os periódicos mais procurados para publicações em A1 (*Journal of Cleaner Production*, com 18,51%), para A2 (*Energy Policy*, com 8,11%) e B1 (*International Journal, Advanced Manufacturing Technology*, com 6,44%). A ARS corroborou na exploração dos dados em rede bipartida evidenciando seu potencial de análise e visualização.

Palavras chave: *software R*, publicações em periódicos, Plataforma Sucupira, medidas de centralidade.

ABSTRACT

Abstract of the dissertation presented to the MEPROS - PUC Goiás as part of the necessary requirements for the obtainment of the Master Degree in Production and System Engineering (M. Sc.).

APPLICATION OF COMPLEX NETWORKS THEORY AND THE ANALYSIS OF SOCIAL NETWORKS FOR EVALUATION OF THE SCIENTIFIC INTELLECTUAL PRODUCTION OF POST-GRADUATE PROGRAMS STRICTO SENSU ACADEMICS IN PRODUCTION ENGINEERING 2013-2015.

This paper presents the application of Complex Networks Theory and Analysis of Social Networks (ARS) to evaluate the scientific production of the Academic Postgraduate Programs in Production Engineering. The data were collected in the Sucupira Platform (PS) for the period from 2013 to 2015, part of the current evaluation quadrennium (2013 to 2016). The database was arranged in Excel spreadsheets with the variables acquired from the PS. The data were transformed from the extension *xlsx* to *csv*, when compatibilizing them for use of software R, version 3.1.1 and environment RStudio 0.99.891. The developed scripts used the Igraph, Network, Bipartite and Ggraph packages that were suitable for bipartite network analysis. The study of the demographic patterns of collaboration between programs indicates that these are stronger among programs from the same region. The production patterns of the CAPES 3 programs indicated the production of the 1437 articles in the period, most of which are from strata B5 and lower production in upper strata (A1, A2 and B1), in which 5002 employees participated, Of external participants. When analyzing the standards of all the programs, it was noticed that the CAPES concepts of the programs obtained in the triennium 2010-2012 did not imply in the higher productions in the upper strata. The most wanted journals for publications in A1 (Journal of Cleaner Production, with 18.51%), for A2 (Energy Policy with 8.11%) and B1 (International Journal, Advanced Manufacturing Technology with 6.44%). The ARS corroborated in the exploration of the data in bipartite network evidencing its potential of analysis and visualization.

Keywords: software R, publications in periodicals, Sucupira Platform, centrality measures.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Etapas de desenvolvimento da Revisão Teórica.....	30
Figura 2 - Rede com sete nós e oito arestas	31
Figura 3 - Rede com 6 nós e 8 arestas e Matriz adjacência da mesma.....	33
Figura 4 - Rede direcionada	33
Figura 5 - Rede não direcionada	33
Figura 6 - Rede mista	34
Figura 7 - Componente e Componente Gigante.....	35
Figura 8 - Grau do nó 2.....	35
Figura 9 - Arestas direcionais e peso	36
Figura 10 - Distância do nó 4 a 6	36
Figura 11 - Diâmetro do nó de 4 a 6	37
Figura 12 - Grafo Bipartido.....	42
Figura 13 - Surgimento da Engenharia de Produção frente ao Mercado Consumidor.....	47
Figura 14 - Etapas da Metodologia	58
Figura 15 - Modos de coleta na Plataforma Sucupira	59
Figura 16 - Formatação da Tabela de Dados.....	59
Figura 17 - Filtro na validação dos autores	60
Figura 18 - Filtro na validação dos periódicos	60
Figura 19 - Proposta de Visualização - Redes de autores e artigos de 2014.....	62
Figura 20 - Centralidade de Grau de toda a Rede de Colaboração por Região.....	65
Figura 21 - Centralidade de Grau de Estrato A1 por Região	67
Figura 22 - Centralidade de Grau de Estrato A2 por Região	68
Figura 23 - Centralidade de Grau de Estrato B1 por Região.....	69
Figura 24 - Centralidade de Grau de Estrato B2 por Região.....	69
Figura 25 - Centralidade de Grau de Estrato B3 por Região.....	70
Figura 26 - Centralidade de Grau de Estrato B4 por Região.....	71
Figura 27 - Centralidade de Grau de Estrato B5 por Região.....	71
Figura 28 - Centralidade de Grau de Estrato C por Região.....	72
Figura 29 - Rede de Centralidade de Grau dos Estratos Superiores.....	76
Figura 30 - Rede de Centralidade de Proximidade dos Estratos Superiores	79
Figura 31 - Rede de Centralidade de Intermediação dos Estratos Superiores.....	81
Figura 32 - Centralidade de Grau por Estrato Superior A1	83
Figura 33 - Centralidade de Grau por Estrato Superior A2.....	84

Figura 34 - Centralidade de Grau por Estrato Superior B1	84
Figura 35 - Centralidade de Proximidade por Estrato A1	86
Figura 36 - Centralidade de Proximidade por Estrato A2	87
Figura 37 - Centralidade de Proximidade por Estrato B1	87
Figura 38 - Centralidade de Intermediação por Estrato Superior A1	89
Figura 39 - Centralidade de Intermediação por Estrato Superior A2.....	89
Figura 40 - Centralidade de Intermediação por Estrato Superior B1	90
Figura 41 - Rede de Publicações em Periódicos dos Programas de Conceito 3.....	93
Figura 42 - Rede de colaboração científica das publicações de estratos A1, A2 e B1.....	97
Figura 43- Rede de Centralidade de Grau dos Periódicos A1, A2 e B1.....	100
Figura 44 - Rede de Centralidade de Grau dos Periódicos e Artigos em Todos os Estratos.....	102

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Índices do Critério da Produção Intelectual Junto ao Docente	56
Tabela 2 - Medidas das Rede de Colaboração por Estratos	72
Tabela 3 - Vínculos dos Autores na Produção de Estratos Superiores.....	75
Tabela 4 - Rank da Centralidade de Grau da Rede de Estratos Superiores.....	77
Tabela 5 - Rank da Centralidade de Proximidade da Rede de Estratos Superiores	80
Tabela 6 - Rank da Centralidade de Intermediação da Rede de Estratos Superiores.....	82
Tabela 7 - Rank da Centralidade de Grau por Estrato A1, A2 e B1.....	85
Tabela 8 - Rank da Centralidade de Proximidade por Estratos A1, A2 e B1.....	88
Tabela 9 - Rank da Centralidade de Intermediação por Estratos A1, A2 e B1	90
Tabela 10 – Programas Conceito 3 em Funcionamento.....	92
Tabela 11 – Rank das medidas de Centralidade de Grau por Estrato	94
Tabela 12– Rank centralidade de Grau e Classificações Qualis	95
Tabela 13 – Artigos Publicados por Estrato.....	96
Tabela 14 – Participação na produção de artigos por vínculos	96
Tabela 15 – Participação na Produção de Artigos por Qualis	98
Tabela 16 – Rank dos Colaboradores na Produção de Artigos em Estratos Superiores	98
Tabela 17 – Rank dos Periódicos nos Estratos A1, A2 e B1.....	99
Tabela 18 – Rank de Todos os Periódicos	103
Tabela 19 – Rank de Periódicos A1	104
Tabela 20 – Rank de Periódicos A2.....	104
Tabela 21 – Rank de Periódicos B1	105
Tabela 22 – Rank de Periódicos B2	106
Tabela 23 – Rank de Periódicos B3	106
Tabela 24 – Rank de Periódicos B4	107
Tabela 25 – Rank de Periódicos B5	108
Tabela 26 – Rank dos 5 Periódicos de cada Estrato.....	109

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Definições de elementos que compõem uma rede	32
Quadro 2 - Cronologia dos Modelos de Redes.....	38
Quadro 3 - Cursos de Pós-graduação Acadêmicos em Engenharia de Produção no Brasil	50
Quadro 4 - Evolução do Sistema de Avaliação da Pós-Graduação – CAPES	52
Quadro 5 - Cursos de Pós-graduação Acadêmicos em EP no Brasil por Conceito e Região.....	66
Quadro 6 - Total de produção no Estrato Superior da Rede de Programas e Artigos	74

LISTA DE ABREVIATURAS

ABEPRO - Associação Brasileira de Engenharia de Produção

ARS – Análise de Redes Social

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

COOPE/UFRJ - Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia.

CTC - Conselho Técnico Científico

EP - Engenharia de Produção

GeoCapes - Sistema de Informações Georreferenciadas

ISSN - *International Standard Serial Number*

PL - Plataforma Lattes

PS - Plataforma Sucupira

SNPG - Sistema Nacional de Pós-Graduação

CEFET - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas do Centro Federal de Educação Tecn. Celso Suckow da Fonseca

PUCGO - Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Engenharia de Produção e Sistemas da Pontifícia Universidade Católica de Goiás

PUCPR - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Pontifícia Universidade Católica do Paraná

PUCRIO - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

UCAM - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Cândido Mendes

UENF - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro

UFBA - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial da Universidade Federal da Bahia

UFF - Programa Acadêmico de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal Fluminense

UFMG - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Minas Gerais

UFPB - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal da Paraíba/João Pessoa

UFPE - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco

UFPEAG - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção Centro Acadêmico do Agreste

UFPR - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Paraná

UFRGS - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

UFRJ - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio de Janeiro

UFRJPE - Programa de Pós-Graduação em Planejamento Energético da Universidade Federal do Rio de Janeiro

UFRN - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

UFSC - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina

UFSCARSC - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos/São Carlos

UFSCARSO - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos/Sorocaba

UFSM - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Maria

UNESP - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho/Bauru

UNICAMPLI - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e de Manufatura da Universidade Estadual de Campinas/Limeira

UNIFEI - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Itajubá

UNIMEP - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Metodista de Piracicaba

UNINOVE - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Nove de Julho

UNIP - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista

UNISC - Programa de Pós-Graduação em Sistemas e Processos Industriais da Universidade de Santa Cruz do Sul

UNISINOS - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade do Vale do Rio dos Sinos

USP - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade de São Paulo

USPSC - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade de São Paulo/São Carlos

UTFPR - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Pato Branco)

UTFPRPG - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Ponta Grossa)

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO.....	20
1.1 Contextualização e Problemática.....	20
1.3 Questões da Pesquisa	24
1.4 Objetivos	25
1.4.1 Objetivo geral.....	25
1.4.2 Objetivos específicos.....	25
1.5. Justificativa	26
1.6 Etapas e estruturação da pesquisa	29
CAPÍTULO 2 - REFERENCIAL TEÓRICO.....	30
2.1 Redes Complexas	30
2.1.1 Definições de Rede.....	31
2.1.2 Representação em forma de matriz de adjacência.....	32
2.1.3 Rede direcionada, não direcionada ou mista	33
2.1.4 Component e Giant Component	34
2.1.5 Degree (Grau).....	35
2.1.6 Pesos.....	36
2.1.7 Distância.....	36
2.2 Modelos de Redes.....	37
2.3 Redes Sociais, Colaboração e Coautoria	39
2.4 Análise de Redes Sociais.....	40
2.5 Grafo Bipartido	41
2.6 Centralidade	42
2.6.1 Centralidade de Grau.....	42
2.6.2 Centralidade de Proximidade	43
2.6.3 Centralidade de Intermediação	44
2.7 Software R e Layout Kamada Kawai	44
2.7.1 Software R.....	44
2.7.2 Layout Kamada-Kawai	45
2.8 História da Engenharia de Produção e Criação dos Cursos de Pós-graduação	46
2.8.1 Surgimento da Engenharia de Produção	46
2.8.2 A Área de Estudo da Engenharia de Produção.....	48
2.8.3 A criação dos cursos de pós-graduação no Brasil	49
2.9. Base de Dados Capes	51
2.9.1 Sistema antes da Plataforma Sucupira.....	51
2.9.2 Plataforma Sucupira - Base atual (CAPES)	53

2.9.3 Qualis Periódicos	54
2.9.4 Produção Intelectual.....	54
CAPITULO 3 - METODOLOGIA.....	57
3.1 Variáveis da pesquisa.....	57
3.2 Base de Dados	57
3.3 Etapa 01 - Coleta de Dados	58
3.4 Etapa 02 - Validar Dados e Filtrar	59
3.5 Etapa 03 - Software R, scripts para obter as visualizações e métricas	61
CAPITULO 4 - RESULTADOS E ANÁLISES.....	63
4.1 Estudos Preliminares	63
4.2 Resultados e Análises.....	63
4.2.1 Perfil Demográfico dos Programas de Pós-graduação Acadêmicos em Engenharia de Produção.....	64
4.2.2 Estabelecimento do padrão das publicações de artigos em periódicos nos estratos superiores A1, A2 e B1	74
4.2.2.1 Resultados e Análise da Centralidade de Grau dos Estratos Superiores	76
4.2.2.2 Resultados e Análise da Centralidade de Proximidade dos Estratos Superiores.....	78
4.2.2.3 Resultado e Análise da Centralidade de Intermediação dos Estratos Superiores.....	81
4.2.2.4 Resultado e Análise das Centralidades por Estrato A1, A2 e B1	82
4.2.3 Padrões das publicações de artigos em periódicos dos programas com conceito CAPES 3	92
4.2.3.1 Centralidade de Grau dos Programas	94
4.2.3.2 Centralidade de Grau dos Periódicos	94
4.2.4 Mapeamento dos destinos de publicações de artigos em periódicos.....	102
CAPITULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	110
5.1 Considerações Finais.....	110
5.2 Sugestões para Trabalhos Futuros.....	112
REFERÊNCIAS	113

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização e Problemática

Rede é uma representação matemática de um sistema complexo (GAO et al., 2015). Seu estudo está presente na ciência em geral “da neurobiologia à estatística física” (STROGATZ, 2001) e descreve grande parte dos sistemas complexos presentes na natureza e na sociedade (ALBERT; BARABÁSI, 2002).

É uma área de estudo relativamente recente, mas tem chamado à atenção da comunidade científica e vem sendo aplicada com êxito em diferentes áreas de atuação. (CASANOVA, 2013). Devido a sua grande interdisciplinaridade, o estudo das redes complexas abrange diversas áreas do conhecimento, tais como a ciência da computação, matemática, física, biologia e sociologia. Avaliar a qualidade das afinidades e como acontecem tem gerado muito interesse e pesquisa em várias disciplinas (KEARNS, 2012).

Brandes e Erlebach (2005) descrevem que ao estudar as redes podem ser notadas as possíveis ligações entre seus atores, muitas vezes não percebidas. As redes complexas são organizadas em quatro tipos: sociais, tecnológicas, biológicas e de informação. Este trabalho tem o foco voltado às redes sociais que são formadas por “indivíduos, grupos ou organizações, e sua dinâmica está voltada para a perpetuação, a consolidação e o desenvolvimento das atividades dos seus membros” (MARTELETO, 2001).

“A rede social é um conjunto de indivíduos ou grupos que possuem relacionamentos de algum tipo entre si” (NEWMAN, 2001). Fortunato (2010) menciona que quando as relações sociais dentre pessoas de uma determinada população são expressas por redes, os grupos ali conformados podem ser classificados por “comunidades” e ao analisa-las são percebidas as intensidades de conexão entre os nós desta rede. Estas comunidades podem ser de amizades, profissionais, estudantes, enfim, toda relação que envolva o indivíduo.

Quanto maior o número de participantes da rede, mais desafiador é o entendimento de como as relações acontecem. Ferramentas hábeis e eficazes devem ser empregadas a fim de esclarecer esta complexidade, apresentando suas topologias e calculando suas métricas. Assim é empregada a Análise de Redes Sociais (ARS) por ser uma forte ferramenta quando utilizada para compreender como as entidades (indivíduos, organizações) estão relacionadas nas redes (SMITH; TRYGSTAD e HAYES, 2016).

Sampaio, Rosa e Pereira (2012) compreendem que a ARS tem uma maneira precisa de definir conceitos sociais importantes na rede, bem como apresenta uma estrutura capaz de testar teorias sobre relações sociais estruturadas. É uma metodologia que examina as relações entre entidades sociais como elementos de um grupo, corporações ou nações, sendo conveniente para analisar as propriedades estruturais e locais, tais como: centralidade, prestígio e equilíbrio estrutural (WASSERMAN; FAUST, 1994).

Segundo Ruas e Ferreira (2016) a ARS vêm sendo largamente empregada com a finalidade de entender a ligação entre “pesquisadores, instituições de ensino e pesquisa, organizações documentos”. Confirmando Abbasi, Altmann e Huang; Vanz e Stumpf (2010) estimulam a utilização da ARS por seu poder de visualização, fator importante na análise que desperta ao estudo em várias óticas direcionadas pelas diferentes variáveis.

Computadores com alto desempenho e o desenvolvimento da informatização têm colaborado na obtenção de dados de forma mais simples e eficiente, em bases cada vez mais disponíveis (BARABÁSI; ALBERT e JEONG, 1999; STROGATZ, 2001).

Portanto a comunidade científica se tornou motivada a estudar as redes a fim de observar sua evolução e em todas as vertentes e obter suas estruturas topologias e métricas (ALBERT; BARABÁSI, 2002). Tendo a rede de colaboração como uma das linhas de

estudo, compreender como se dá este entrelaçamento entre autores, coautores, publicações, programas e periódicos, torna a pesquisa relevante.

Mali et al. (2012) compreendem esta importância e cita que as redes de colaboração científica são exploradas por indicar os vários níveis de comportamentos e afinidades dos pesquisadores. As relações de estudo são estruturadas conforme os anseios da pesquisa, “seja de pesquisador a pesquisador, pesquisador a instituições, pesquisador e produção”, considerando até mesmo seus espaços geográficos.

Phelps et al. (2012) sustentam que, para elucidar as dimensões destas relações e influências das mesmas, são estudados métodos de criação e propagação do conhecimento. Estas relações nascem por vários motivos, Vanz (2009) lista alguns deles como a obtenção de uma produção melhor qualificada, uma visibilidade maior da pesquisa e intercâmbios.

Descrevem Milios (2004) e Newman (2001) que as redes mais analisadas têm sido a de rede de citação (mapeamento fundamentado em referências) e a rede de colaboração (mapeamento fundamentado em colaboração nas publicações), confirmando a importância deste estudo. Nestas redes os pesquisadores são representados por nós, enquanto suas publicações estarão representadas pelas ligações, ou arestas (SILVA, 2009). Em uma concepção mais geral, Gao et al. (2015) citam que os componentes da rede são os considerados nós e as interações entre eles como arestas.

Bordin, Gonçalves e Todesco (2014) defendem que na colaboração científica a coautoria é um dos indicadores mais perceptível, apesar de outros autores estabelecerem que esta ocorra de várias formas (projetos de pesquisa, orientações acadêmicas, dentre outras). O estudo das relações de colaboração, internas ou externas as instituições, permitem o planejamento de novas cooperações de forma que possam causar impacto

direto na qualidade da produção científica dos indivíduos envolvidos (HERMAN; MELANÇON e MARSHALL, 2000).

Conforme Freeman (1996) a ARS tem como foco no estudo das ligações relacionais entre os atores sociais, colaborando imensamente nesta pesquisa. A matemática implícita a ARS é a teoria dos grafos (PARK; YOON e LEYDESDORFF, 2016). Ainda alegam que existe um número expressivo de programas de computador para análise e visualização de redes, o que também é confirmado por (SCOTT, 2012). Dentre os *softwares* disponíveis estão o *R* (Ihaka e Robert Gentleman, 1993), *Ucinet* (Borgatti; Everett e Freeman, 2002), *Pajek* (Batagelj e Mrvar, 1998), *ORA* (Carley e Reminga, 2004) e *Gephi* (Bastian; Heymann e Jacomy, 2009).

O *software Ucinet*, por não ser livre para o tratamento de grandes bases de dados, não foi explorado, mas os *softwares R, Pajek e Gephi* foram testados em uma pequena parte da base de dados. Deste modo, após uma averiguação de sua capacidade de cálculos e visualização gráfica o *software R* foi utilizado no desenvolvimento da pesquisa. Ele atende requisitos fundamentais, como ser um *software* livre, facilidade de operação e programação, rápido ao dar respostas gráficas e ter pacotes essenciais na pesquisa (*Igraph, Network, Bipartite e Ggraph*).

Para esta verificação serão estudadas as métricas de Centralidade de grau, proximidade e intermediação, formação de grandes componentes e vínculos dos autores nesta produção. O estudo se torna interessante na medida em que vem propor um estudo de redes em uma área um tanto interdisciplinar.

Como esta pesquisa analisa mais de um grupo de atores a rede é identificada como sendo de “2-modos” (dois modos, bipartite ou bipartida) e sua presença é muito habitual em redes complexas (MAROTTA et al., 2015). Borgatti (2009) esclarece que a expressão “modo” representa um grupo de entidades, onde seus elementos se ligam a

outros elementos (programas e autores), e quando estes elementos se ligam a outro grupo, formam a rede dois modos (programas e autores se ligando aos artigos). Explica ainda que “os modos de uma matriz correspondem aos conjuntos distintos de entidades indexadas pelos caminhos”.

Tomaél e Marteleto (2013) descrevem que poucas são as publicações no Brasil a utilizarem a abordagem de rede dois modos. Também não se encontraram pesquisas relacionando artigos e programas na Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Ao pesquisar a rede de colaboração associada à coautoria dos Programas de Pós-graduação de Engenharia de Produção no Brasil, não se encontrou nenhuma pesquisa neste contexto.

As pesquisas encontradas que mais se assemelham a esta foram: Um novo indicador para a visibilidade internacional: explorar a comunidade científica brasileira (LEITE et al., 2011). A produção científica brasileira em gestão do conhecimento: análise cienciométrica e mapeamento de redes de autores do Enegep 1998-2008 (QUANDT et al., 2009). A rede de coautoria dos bolsistas de produtividade em pesquisa da área de Engenharia de Produção e a sua influência no nível de Produtividade (DE ANDRADE e REGO, 2015).

Portanto, empregando a ARS e o *software R*, rede 2-modos e base de dados da Plataforma Sucupira, este trabalho tem como objetivo analisar as redes de colaboração nos cursos de pós-graduação de Engenharia de Produção.

Espera-se, ao fim deste trabalho evidenciar a participação dos programas na rede de colaboração, identificando suas produções, suas parcerias e a participação dos atores (autores) no processo da produção científica intelectual nesta área tão interdisciplinar.

1.3 Questões da Pesquisa

Acerca das estruturas das relações no campo científico, seguem as questões a serem verificadas nesta pesquisa:

- a) Os programas estabelecem relacionamentos de competitividade e ou colaboração?
- b) Os programas e autores se relacionam em relação à regionalidade?
- c) As publicações obedecem determinados padrões de publicação e colaboração conforme os conceitos dos programas?
- d) Qual o padrão de publicação e parcerias dos programas com conceito 3 CAPES?

1.4 Objetivos

Para responder as questões da pesquisa foram formulados objetivos específicos a fim de atingir o objetivo geral, exposto a seguir.

1.4.1 Objetivo geral

Mapear a rede de colaboração para entender o processo do conhecimento científico produzido nos Programas de Pós-graduação no campo da Engenharia de Produção no período de 2013 a 2015, explorando a base de dados da Plataforma Sucupira.

1.4.2 Objetivos específicos

- a) Mapear o perfil demográfico do relacionamento entre os Programas de Pós-graduação *Stricto Sensu* de Engenharia de Produção (EP);
- b) Estabelecer o padrão das publicações de artigos em periódicos nos estratos superiores A1, A2 e B1 relacionando os autores com seus vínculos, considerando a área da Engenharia III;
- c) Identificar os padrões das publicações de artigos em periódicos dos programas com conceito CAPES 3;
- d) Mapear os perfis dos autores e destinos das publicações de artigos em periódicos, conforme o sistema Qualis da área Engenharia III.

1.5. Justificativa

A colaboração científica é um tema de estudos na ciência moderna que traz consigo inúmeras vantagens, segundo (BORDIN; GONÇALVES e TODESCO, 2014). Assim, muito se tem estudado sobre a rede de colaboração, nos quais alguns trabalhos correlatos serão apresentados a seguir.

Leite et al. (2014) relatam que a cobrança de forma quantitativa no setor acadêmico brasileiro vem causando um certo desânimo, em que o docente é avaliado de forma individual. Os autores comentam ainda que apesar do trabalho de pesquisa ser em grupo, ainda não é avaliado com a mesma ponderação. Eles estudaram a produção de grupos de pesquisadores A1 do CNPq, líderes de grupo de pesquisa. Utilizaram a ARS como uma das ferramentas de análise e depararam com dez marcadores de avaliação: autores da rede, interna e extra do Brasil, grupos de nós evidenciando a posição de isolamento ou não na rede, tipo e localização das instituições a que pertencem ou autores, publicações por número de autores; publicações por inserção geográfica; periódicos por inserção geográfica, grau de centralização, poder do líder do grupo na rede e intensidade da colaboração. Estes parâmetros se tornam importantes ao identificar quem, onde e como os elementos da rede estão produzindo.

Wagner, Park e Leydesdorff (2015) estudaram as redes de cooperação global em pesquisa, averiguando que a colaboração global tem aumentado, assim como a rede de colaboração científica, medida pela coautoria. O percentual de artigos científicos que tem como coautor participantes internacionais, mais do que duplicou em 20 anos, sendo responsáveis pelo aumento da produção entre os países cientificamente avançados. Os chineses cada vez mais aparecem como coautores em artigos científicos internacionais. As redes de coautorias têm se tornado mais densas e com diminuição de *clusters*, significando a não formação de grupos fechados. A rede do estudo apresentou

características de um sistema aberto, tornando atrativo aos cientistas produtivos na participação de projetos internacionais. Concluem ainda que os governos nacionais poderiam ganhar eficiência e influência por meio do desenvolvimento de políticas e estratégias, investindo em pesquisas diferentemente do modelo projetado para sistemas nacionais.

Zhang et al. (2016) pesquisaram a evolução e dinâmica da estrutura da rede de colaborações científicas da Academia de Ciências da China (CAS). Na pesquisa de colaborações de pesquisa e inovação, apontam os autores como especialmente importantes para o desenvolvimento de ciência e tecnologia. A união entre as instituições acadêmicas, institutos públicos de pesquisa e as universidades são fontes para a geração de conhecimentos científicos e técnicos para o sector industrial, formando uma rede de colaboração. Entre 1978 e 2015 concluem que redes de colaboração bilaterais/ trilaterais de CAS com indústrias ou/e universidades aumentou ao longo do tempo. Analisaram que durante o período de estudo, houve algumas alterações significativas na rede de colaboração. Detectaram a formação da estrutura de *small world*, onde existem um grupo de atores que formam laços locais que se ligam a pares de atores da mesma comunidade para criar redes de agrupamentos superiores, estabelecendo laços que são pontes, formando um caminho mais curto para se ligarem a redes de agrupamentos mais elevadas.

Coccia e Wang (2016) pesquisaram a evolução e convergência dos padrões de colaboração científica internacional, utilizando um conjunto de dados da *National Science Foundation*, para calcular a representatividade dos artigos que tem como coautores pesquisadores internacionais institucionais em vários campos da ciência, comparando com resultados já estudados em 1970. Os resultados indicaram certo padrão de colaboração científica internacional, convergindo aos campos básicos e

aplicados, talvez por ser associado a "dinâmica sociais da ciência". Propõe um aprofundamento em outros campos de pesquisa a fim de entender o processo de internacionalização na colaboração científica.

Os trabalhos que utilizam a ARS em estudos de colaboração científica são inúmeros, alguns deles são retratados a seguir.

Yan e Ding (2009) aplicaram medidas de centralidade para analisar uma rede de coautoria.

Li, Liao e Yen (2013) pesquisaram a aplicação do capital social em rede de coautoria para melhorar o impacto da pesquisa, empregando dentre outros indicadores a centralidade de grau, centralidade de proximidade e centralidade de intermediação.

Alves et al. (2014) consideraram os artigos dos periódicos brasileiros pertencentes a base *Scopus* para estudo da rede de coautoria entre instituições nacionais e internacionais, comparando os indicadores de centralidade de grau e conceitos CAPES.

Zare-Farashbandi, Geraei e Siamaki (2014) utilizaram as ARS para relacionar os elementos que são capazes de controlar a informação, com base nos caminhos curtos.

Digiampetri et al. (2015) apresentaram o comportamento das relações da rede de coautoria dos pesquisadores que participam dos Programas de Pós-graduação na ciência da computação.

Bordons et al. (2015) investigaram a composição das redes de coautoria em três diferentes campos da ciência, fazendo uma analogia entre o desempenho da pesquisa e disposições de seus participantes na rede.

Assim, tendo como foco a cooperação científica, o propósito desta pesquisa é identificar as redes de coautorias nos Programas de Pós-graduação na Engenharia de Produção que possibilitará a comunidade científica ações, tais como:

- a) Planejamento de novas cooperações;

- b) Orientar parcerias a fim de angariar recursos e investimentos em pesquisa;
- c) Nortear aos autores na construção de parcerias na pesquisa e onde investir suas publicações;
- d) Melhorar as produções com a finalidade de melhorar a qualificação dos programas no conceito CAPES.

1.6 Etapas e estruturação da pesquisa

A pesquisa está apresentada em cinco capítulos.

O capítulo 2 apresenta o Referencial Teórico, descrevendo os conceitos e abordagens relativos às Redes Complexas que apoiaram as métricas da Análise das Redes Sociais. Apresenta, ainda, o histórico da Engenharia de Produção no Brasil e a Plataforma Sucupira.

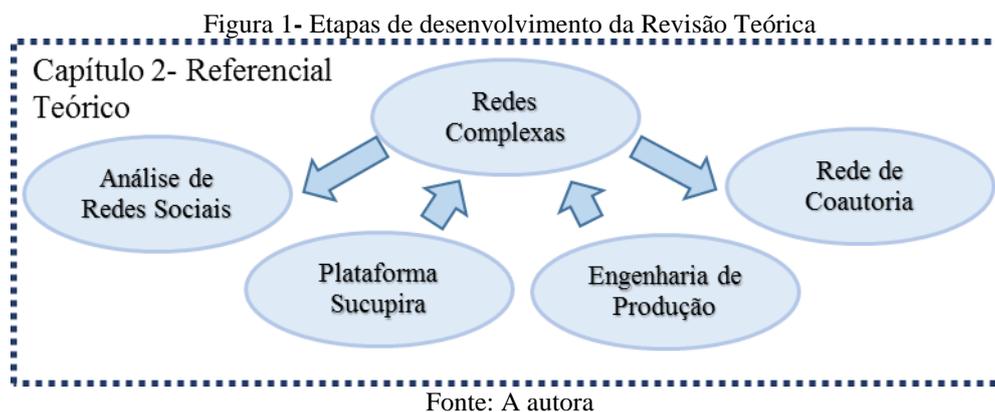
O capítulo 3 apresenta a Metodologia da pesquisa, descrevendo os métodos utilizados na coleta e análise dos dados, assim como a descrição do *software* e pacotes utilizados. Está dividido em três etapas: Variáveis da Pesquisa; Coleta, Validação e Filtros aplicados, e ARS e Visualizações.

O Capítulo 4 discute as análises e resultados e alcançados para cada objetivo proposto.

E, por fim, o Capítulo 5 apresenta a conclusão e as considerações finais sobre a pesquisa.

CAPÍTULO 2 - REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo se desdobra em torno das diferentes explicações, citações, conceitos e exemplos, afim de uma melhor fundamentação da pesquisa. Os temas abordados estão representados na Figura 1.



2.1 Redes Complexas

Redes complexas é um tema ainda novo e suas ferramentas estão constantemente em evolução, sendo utilizada por várias disciplinas (Borgatti; Halgin, 2011) alcançando cada vez mais maturidade e que conforme Ahn, Bagrow e Lehmann (2010) vêm sendo utilizada especialmente no estudo de sistemas complexos.

As redes complexas podem ser visualizadas em grafos que exibem suas topologias configuradas por nós interligados por arestas (BARABÁSI, 2002b).

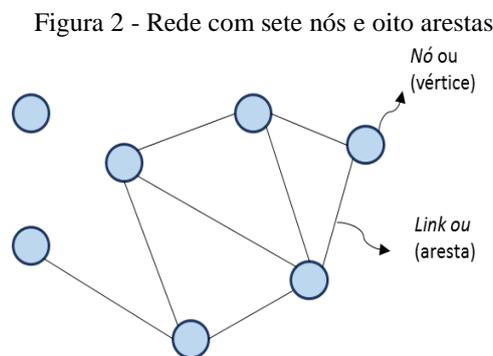
Os grafos são recursos matemáticos utilizados nas pesquisas de redes por possuírem propriedades relevantes além de serem adequados para representar a topologia das mesmas. Como objetos para representar interações entre elementos de um sistema complexo, as redes gráficas são frequentemente o foco principal da análise de rede (KOLACZYK; CSÁRDI, 2014). Newman, Barabási e Watts (2006), afirmam que o poder dos grafos em descrever com clareza as características topológicas importantes nas redes, estimulou a busca de soluções em diversas áreas. Tackx, Guillaume e Tarissan (2015)

citam que esta abordagem comprovou ser eficaz no reconhecimento de propriedades não comuns das estruturas de redes em várias situações.

2.1.1 Definições de Rede

Para Metz et al. (2007) as redes complexas são grafos que apresentam propriedades topográficas bastante específicas. Suas arestas formam alguma relação entre dois vértices conforme o problema a ser modelado e podem ser direcionados ou não.

Newman (2003) e Toivonen et al. (2012) dizem ser a rede um conjunto de elementos que denominamos vértices, conectados por arestas ou arcos (Figura 2), representadas matematicamente por “grafos” (da literatura matemática) e presente em exemplos tais como: Internet, redes sociais, redes organizacionais, relações comerciais, redes neurais, redes metabólicas, teias alimentares, enfim, em inúmeros sistemas reais ou virtuais.



Fonte: Adaptado de Newman (2003)

Na literatura científica muito se usa os termos redes e grafos como sinônimos. Barabási (2012) expõe que há uma diferença tênue, pois, os termos *nó* e *link* são utilizados para se referir a sistemas reais, enquanto os termos grafos, vértice e aresta no estudo da topologia, são utilizados nos modelos matemáticos.

A denominação de cada elemento da rede é empregada por autores conforme o tipo de rede que estudam. Desta forma, Campos (2012) faz um apanhado das diferentes definições, denominações e áreas de uso, mostradas no Quadro 1.

Quadro 1 - Definições de elementos que compõem uma rede

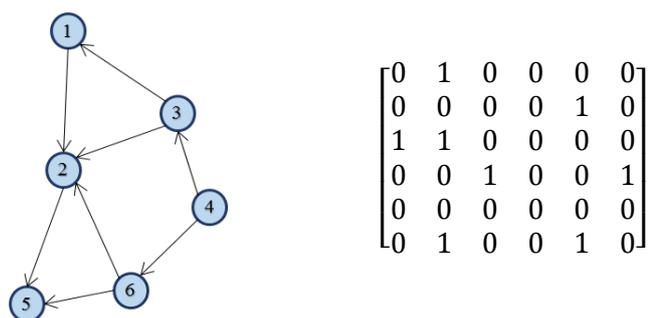
Definições	Palavras utilizadas	Principal área de uso	Referência Bibliográfica
Conjunto ou coleção de elementos	Rede	Teoria das Redes	Barabási, 2012
	Grafo	Matemática / Teoria dos Grafos	Barabási, 2012
Objeto que compõem a rede	<i>vertex</i> (vértice)	Matemática / Teoria dos Grafos/ Física	Newman (2003) Barabási (2012)
	<i>node</i> (nó)	Teoria das Redes / Computação	Newman (2003) Barabási (2012)
	<i>actor</i> (ator)	Sociologia	Newman (2003)
Conexões entre os nós	<i>edge</i> (aresta)	Matemática / Teoria dos Grafos	Barabási (2012)
	<i>bond</i>	Física	Newman (2003)
Elementos da rede	<i>link</i> (conexão)	Teoria das Redes / Computação	Newman (2003); Barabási (2012)
	<i>tie</i> (laço)	Sociologia	Newman (2003)

Fonte: Campos (2014)

2.1.2 Representação em forma de matriz de adjacência

Izquierdo e Hanemman (2006) sob a ótica da análise de redes, as células da matriz adjacência representam a aresta (relacionamento) entre os nós. As células são preenchidas por binários, caso exista relacionamento coloca-se “1” e caso contrário “0”, conforme a Figura 3. São seis nós, assim a matriz será 6 x 6. Cada linha representa um nó e cada coluna o relacionamento. Assim o nó um só faz ligação com o nó dois, onde aparece na matriz o 1 na segunda coluna da primeira linha. O nó três faz ligação com o nó um e nó dois, aparecendo então o 1 na primeira e segunda coluna, e assim sucessivamente.

Figura 3 - Rede com 6 nós e 8 arestas e Matriz adjacência da mesma.

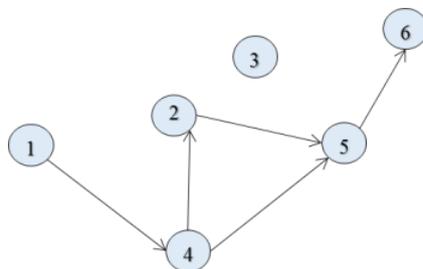


Fonte: A autora

2.1.3 Rede direcionada, não direcionada ou mista.

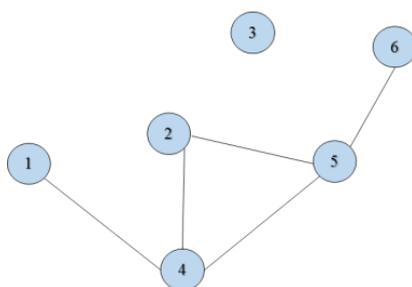
A rede direcionada tem seus nós ligados pelas arestas com direções específicas de um nó a outro, Figura 4. A rede não direcionada tem seus nós ligados pelas arestas, mas sem orientação, Figura 5. A rede mista tem ambas as categorias, arestas direcionadas e não orientadas, Figura 6.

Figura 4 - Rede direcionada



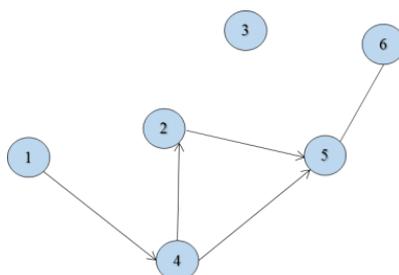
Fonte: A autora

Figura 5 - Rede não direcionada



Fonte: A autora

Figura 6 - Rede mista



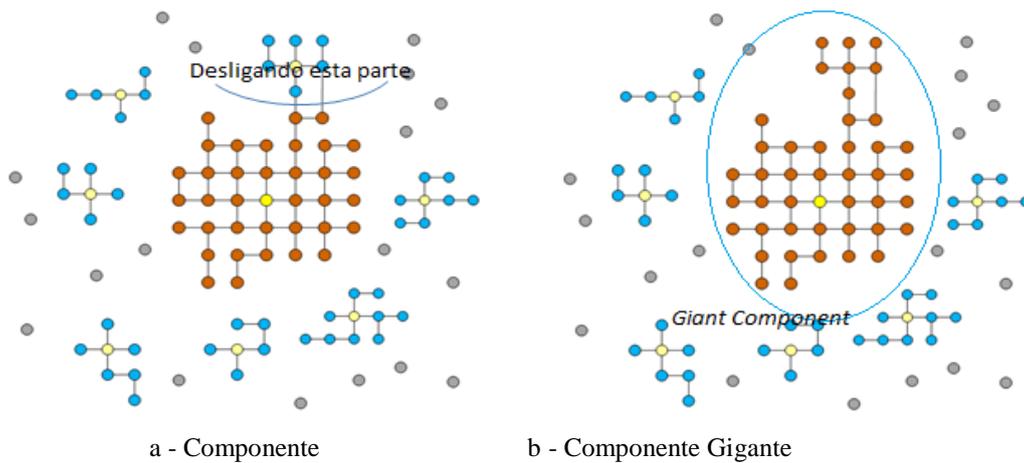
Fonte: A autora

2.1.4 *Component e Giant Component*

Um *component* (componente) é um subconjunto de nós do grafo em que todo nó se ligue aos demais por arestas. Quando estes subconjuntos não são formados pela maior quantidade dos nós interligados, formam assim os componentes. Easley e Kleinberg (2010) citam ainda que quando um componente tem a maioria dos nós estes são denominados *giant component* (componente gigante).

Para Valente et al. (2015) a componente gigante é o conjunto de todos os nós da rede que são acessíveis por meio de qualquer número de arestas. E esta deverá conter a maior proporção de nós do que qualquer outro componente (HAN et al., 2015). Na Figura 7a o grupo de nós azuis acima da linha ainda se encontram ligados aos nós vermelhos baixo da linha. O grupo de nós vermelhos só formaram uma grande componente se desligados dos azuis, pois são subconjuntos diferentes. Ocorrendo o desligamento forma-se a grande componente, representada pela parte envolta pela linha fechada, Figura 7b.

Figura 7 - Componente e Componente Gigante

Fonte: Link ¹

2.1.5 Degree (Grau)

Grau de um nó é a soma da quantidade de arestas conectadas a este nó conforme apresentado na Equação 1a, onde o grau é representado por k e a_{ij} são as arestas. Para Cohen e Havlin (2010) o grau médio (L) da rede é a média da soma do grau (k_i), Equação 1b.

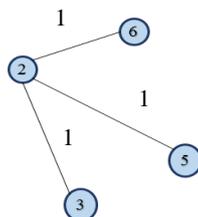
$$k_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} \quad \text{Equação 1a}$$

$$L = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n k_i \quad \text{Equação 1b}$$

A Equação 1 é exemplificada na Figura 8.

$$k_2 = 1 + 1 + 1 = 3 \text{ (Grau do nó 2)}$$

Figura 8 - Grau do nó 2



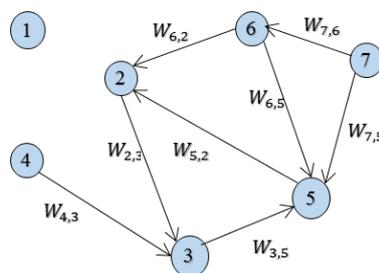
Fonte: A autora

¹Fonte : <http://boxesandarrows.com/social-networks-and-group-formation/>

2.1.6 Pesos

No estudo dos pesos, Opsahl, Agneessens e Skvoretz (2010) dizem que este é calculado da mesma forma que o grau, mas considerando os pesos de uma rede, ou seja, este é calculado em “redes de peso”, Figura 9. Sendo o peso da aresta (w), então o peso da rede é o somatório dos pesos das arestas conectadas aos nós. O cálculo é definido pela Equação 2, onde no caso apresentado, o peso w_{12} tem valor “0”.

Figura 9 - Arestas direcionais e peso



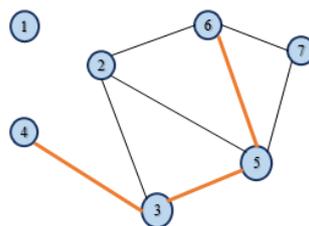
Fonte: Adaptado de Boccaletti *et al.* (2006)

$$S_i = \sum_{j=1}^n W_{ij} \quad \text{Equação 2}$$

2.1.7 Distância

Distância é definida como a menor distância percorrida para se chegar de um nó a outro. Como exemplo, a distância do nó 4 ao 6, existem dois caminhos, onde o primeiro é dado por 4-3-6 e o segundo por 4-3-2-5-6, assim o menor caminho será o primeiro (supondo que todas as arestas sejam iguais a 1), conforme mostrado na Figura 10.

Figura 10 - Distância do nó 4 a 6



Fonte: A autora

É também chamado de caminho mínimo ou caminho geodésico (BARABÁSI, 2012). Ainda cita que distância entre dois nós i e j , pode ser representada por d_{ij} ou d . A distância média dos caminhos mínimos (l) pode ser calculada pela Equação 3, onde n é o número de nós na rede e d_{ij} é a distância entre os nós.

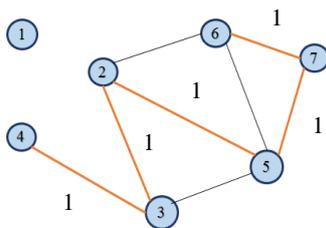
$$l = \sum_{i < j}^n d_{ij} \quad \text{Equação 3}$$

2.1.8 Diâmetro

O diâmetro representa a maior distância percorrida pelos menores caminhos (ALBERT; BARABÁSI, 2002). Assim quando temos uma rede com nós desconectados, o diâmetro será infinito. A Figura 11, identifica a maior distância entre o nó 4 e 6. O cálculo do diâmetro ($Diâm_{(G)}$) pode ser encontrado através da Equação 4. Nela para as arestas iguais a 1, o $Maxd_G = 5$.

$$Diâm(G) = Maxd_G(i, j) \quad \text{Equação 4}$$

Figura 11 - Diâmetro do nó de 4 a 6



Fonte: A autora

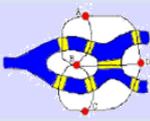
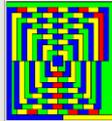
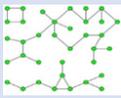
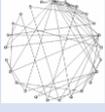
2.2 Modelos de Redes

As diferentes estruturas de uma rede são provenientes da quantidade de arestas e seus padrões de ligações. Campos (2014) comenta que no início dos estudos sobre redes, as ligações eram normalmente consideradas como aleatórias. O primeiro dos modelos foi o estudo das Pontes de Königsberg em 1736. O Quadro 2 traz uma breve cronologia dos

fatos dos estudos nesta área. A evolução revela que nem sempre as conexões se dão somente com os elementos (nós) mais próximos e as ligações não são aleatórias obedecendo a padrões de ligação.

Os modelos são apresentados em uma breve descrição, indicando seus autores e datas do estudo. As representações foram catalogadas de diversas fontes e citadas.

Quadro 2 - Cronologia dos Modelos de Redes

Data	Autor	Formação/País	Experimento	Descrição	Representação	Citação da Representação
1736	Leonhard Euler	Matemático e Físico (Suíça)	Fundamentou a Teoria dos Grafos e a Topologia	Ponte de Königsberg: Atravessar as sete pontes que separavam os quatro bairros da cidade, sem passar duas vezes pela mesma ponte. Euler provou ser impossível, criando uma regra para aplicar a qualquer rede de pontes de qualquer cidade, onde os bairros são vértices e as pontes as arestas. Modelou a cidade em um grafo.		Texto: Singh (1998) Figura: Adaptado do autor
1847	Gustav Robert Kirchhoff	Físico (Rússia)	Teoria das Árvores	Iniciou o desenvolvimento da Teoria das Árvores, uma particular e importante classe de grafos cuja codificação, feita por Prüfer, data de 1918. A Teoria das Árvores prosseguiu com Cayley (1857), aplicada à Química Orgânica, e com Jordan (1869), de forma puramente matemática.		Texto: Possani (2011) Figura: http://pt.slideshare.net/nathannlucas/09-grafos
1852	Francis Guthrie	Matemático (Inglaterra)	Conjectura das Quatro Cores	Todo mapa desenhado no plano, dividido em um número qualquer de regiões, pode ser colorido, de forma que regiões de divisa não recebam a mesma cor, com um mínimo de quatro cores. Demonstrada apenas em 1976, com o auxílio de um computador.		Texto: Netto (2001) Figura: http://terraquegira.blogspot.com.br/2007/10/teorema-do-mapa-de-quatro-cores.html
1859	William Rowan Hamilton	Matemático, físico e astrônomo (Irlanda)	Jogo dodecaedro regular	Inventou um jogo cujo objetivo era percorrer, uma única vez, todos os vértices de um dodecaedro regular		Texto: Netto (2001) Figura: https://pt.wikipedia.org/wiki/Do_decaedro#/media/File:Dodekaeder-Animation.gif
1959	Erdős e Rényi	Matemático (Hungria)	Grafos Aleatórios	Estudo sistemático de grafos aleatórios. Onde um grafo é aleatório quando existe uma disposição desordenada de arestas conectando os seus vértices		Texto: Erdős e Rényi (1959) Figura: http://es.slideshare.net/noeljime nez520/rboles-binarios-y-grafos
1967	Stanley Milgran	Psicólogo social (USA)	Problema do Pequeno Mundo (Seis Graus de Separação)	Experimento - Problema do Pequeno Mundo para avaliar o grau de ligação entre pessoas (Seis graus de separação)		Texto: Stanley Milgran (1957) Figura: https://pt.wikipedia.org/wiki/Teoria_dos_seis_graus_de_separ
1998	Watts e Strogatz	Matemáticos (USA)	Grafos aleatórios para o Problema do Pequeno Mundo	Desenvolveram um algoritmo baseado em grafos aleatórios para estudar o Problema do Pequeno Mundo de maneira mais geral		Texto: The Small-World Problem By Stanley Milgram (1998) Figura: Adaptada do Autor
1999	Albert-László Barabási e Réka Albert	Físico (Romeno) Física e Bióloga (Romena)	Redes Livres de Escala	Publicaram um artigo propondo um modelo genérico para construir redes que se assemelham à estrutura encontrada em redes genéticas, ou redes de internet. Tais redes foram chamadas de Redes livres de escala.		Texto: The Small-World Problem By Stanley Milgram (1998) Figura: Adaptada do Autor

Fonte: Adaptado de Bessa et al. (2010)

2.3 Redes Sociais, Colaboração e Coautoria.

As redes sociais estão presentes em todos os lugares e acontecem de interações entre indivíduos ou organizações em diferentes circunstâncias (VALENTE et al., 2015), em que as conexões que ligam um elemento a outro da rede são chamados laços (arestas) e os elementos do grupo são denominados atores ou (nós).

Biscaro e Giupponi (2014) entendem que a produção do conhecimento científico é uma atividade social onde os pesquisadores criam vínculos afim de produzir, apurar ideias e obterem melhores resultados, sendo que tal processo é advindo de relações fortalecidas com o tempo. Citam ainda que nesta relação, a diversidade de conhecimento dos autores, ocasionam em melhores ideias e trabalhos, do que propriamente a quantidade de autores envolvidos.

A rede de coautoria é uma importante classe de rede social (UDDIN; HOSSAIN e RASMUSSEN, 2013). Os atores e seus laços podem ser definidos de diferentes maneiras. Silva, Fialho e Saragoça (2013), dizem que a estrutura de laços entre atores que podem interagir em vários âmbitos, assim como artigos, instituições, setores, organizações, nações, dentre tantos. Em nosso estudo os pesquisadores serão os atores e os laços serão as produções intelectuais, constituindo uma rede social.

Newman (2004) cita que a produção de um artigo pode ser considerada como uma forma de colaboração entre dois ou mais autores. Assim sendo também é uma coautoria, pois participam do mesmo processo na execução.

A colaboração indica propriamente que é uma união de esforços e se considerarmos somente a produção de artigos ou atividades afins, se tornam coautorias. Uddin, Hossain e Rasmussen (2013) consideram a coautoria um tipo de análise relativamente nova que investiga os padrões de colaboração científica.

Newman (2004) argumenta que uma rede de coautoria entre pesquisadores, também é chamada de rede de colaboração científica e basta que dois cientistas sejam coautores em um texto para que exista uma conexão entre eles (NEWMAN, 2001).

Silva, Fialho e Saragoça (2013) observando estas estruturas, entendem os atores (nós da rede), podem interagir em várias esferas, tais como artigos, instituições, setores, organizações, nações, dentre outros. Ductor (2015) concorda com esta afirmação.

O estudo da rede de coautoria é um tipo de análise relativamente nova e investiga os padrões de colaboração científica (UDDIN; HOSSAIN e RASMUSSEN, 2013). Tendo a coautoria como um enfoque da colaboração, Ponomariov e Boardman (2016) recomenda que pesquisadores e avaliadores utilizem dela como um *proxy* na coleta de dados utilizando de recursos disponíveis. Um destes recursos seria os dados bibliométricos que segundo Yan e Guns (2014) certifica o nível do indivíduo da análise.

Quandt et al. (2009) consideram que na pesquisa científica, a rede de coautoria pode ser analisada utilizando da estatística e medidas de rede. Em casos onde a estrutura é grande, ou seja, robusta, se aplica a ARS.

2.4 Análise de Redes Sociais

A Análise de Redes Sociais (ARS) é um método, que possibilita o estudo das redes pelo mapeamento e descrição das ligações entre os atores, calculando as métricas e construindo a visualização das mesmas em formas de grafos.

Newman, Barabási e Watts (2006), afirmam que o poder dos grafos em descrever com clareza as características topológicas das redes vem estimulando sua aplicação em diversas áreas.

Marteletto (2010) diz que a ARS vem sendo aplicadas em várias áreas do conhecimento, onde as métricas dão maior entendimento do que acontece nas relações, que

segundo Anjos et al. (2015) permitem conhecer os atores e seus poderes de iteração na rede.

Conforme Kolaczyk e Csárdi (2014) a visualização e caracterização numérica normalmente é um dos primeiros passos em análise de rede. As medidas de análise de rede e a visualização dos grafos permitem caracterizar e compreender os papéis dos atores e suas conexões.

A ARS proporciona um conjunto de teorias, técnicas e ferramentas de grande poder para o entendimento das várias mudanças do comportamento humano em relação as suas interações com outros indivíduos (VALENTE et al., 2015). Onde Shea et al. (2014) esclarecem que a ferramenta ARS é proficiente na análise visual da estrutura da rede, apresentando as interações entre seus participantes e fornecendo *insights* sobre as métricas de centralidade, permitindo perceber o prestígio e influência do nó analisado.

Kolaczyk e Csárdi (2014) apontam que a construção dos grafos e as métricas são as primeiras etapas da análise de rede. Alves (2014) cita que ultimamente a ARS sustenta vários estudos sobre colaboração e coautoria.

Para Mazza (2009) uma eficiente representação das redes são os grafos, recursos matemáticos utilizados para apresentar as topologias das redes. As relações a serem avaliadas nos grafos devem seguir as intenções da pesquisa, seja de pesquisador a pesquisador, pesquisador a instituições, pesquisador e produção (MALI et al., 2012).

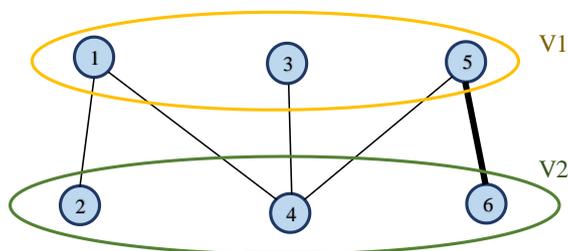
Este estudo utiliza ARS em grafos bipartidos explicitados a seguir.

2.5 Grafo Bipartido

A singularidade do grafo bipartido está nas ligações entre seus elementos, pois as conexões existem apenas entre dois elementos de grupos distintos. O grafo bipartido é para Tumminello et al. (2011) e Peña e Rochat (2012) composto por $G(V_1 + V_2, R)$, onde V_1 e V_2 são dois conjuntos de atores da rede que compõe os vértices do grafo e estão

conectados pelas ligações estabelecidas em R, apresentado na Figura 12, onde o nó 5 do conjunto V_1 está relacionado ao nó 6 do conjunto V_2 .

Figura 12 - Grafo Bipartido



Fonte: A autora

2.6 Centralidade

Freeman (1979) formula as medidas de centralidade, que, para Gabardo (2015), tem sua importância em identificar os atores, acompanhar como se propaga as informações e o fluxo da rede. Borgatti (2009) diz ser a centralidade “uma família de conceitos para distinguir o prestígio de um nó na rede”. Nesta pesquisa serão abordadas as medidas de centralidade de grau, proximidade e intermediação.

2.6.1 Centralidade de Grau

A centralidade de grau (d_i) de uma rede é definida pelo número de conexões que um nó forma com outros na rede. De acordo com Borgatti (2009) a normalização da medida de um deve ser realizada pela divisão do número de atores do outro grupo, pois corresponde a máxima possibilidade de conexões, apresentada na Equação 5.

d_i = número de arestas adjacentes

n_i = número máximo de atores do conjunto V_1 ,

n_j = número máximo de atores do conjunto V_2

$$C_{\text{grau}}(n_i \in V_1) = d_i$$

Equação 5

2.6.2 Centralidade de Proximidade

A centralidade de proximidade $C_{C(i)}$ de um nó i , detecta os nós que estão mais próximos a todos os outros nós da rede (NEWMAN, 2003). Através desta medida será possível calcular a distância entre um programa e outros em uma rede de colaboração científica e definir os que possuem melhor posição para alcançar os demais. A distância de um nó a outro é possível somente entre os elementos que estão conectados.

Segundo Borgatti (2009) o cálculo é definido pelo inverso do somatório das distâncias geodésica de um ator aos outros da rede. As pesquisas em rede devem tomar cuidado na utilização desta medida com relação aos nós que não fazem parte de uma mesma componente. Neste caso, distância aos nós é infinita e ao serem somadas o valor será infinito.

Com o propósito de evitar problemas de leitura dos valores ou seleção de amostras, Opsahl, Agneessens e Skvoretz (2010), reescreve a equação de proximidade como a soma das distâncias inversas para todos os nós da matriz de adjacência ponderada w envolvendo a força de relacionamento. Entretanto em uma rede o peso e a força de relacionamento, podem ser apontadores do nível de envolvimento de um nó, tornando importante incorporar ambas as medidas no estudo, assim α é utilizado como parâmetro de ajuste. Quando igual $\alpha=0$ as os valores das arestas são iguais a forças dos nós, para $\alpha<1$ e a força total do nó é fixa, o número de contatos sobre a qual a força é distribuída aumenta o valor da medida e quando $\alpha>1$ e a força total do nó é fixa, o número de contatos dos quais a força é distribuída diminui o valor da medida em favor de uma maior concentração de força do nó em apenas alguns nós. A Equação 6 apresenta a relação de todas as variáveis apresentadas.

$$C_c^{w\alpha}(i) = \left[\sum_j^n d^{w\alpha}(i, j) \right]^{-1} \quad \text{Equação 6}$$

2.6.3 Centralidade de Intermediação

A centralidade de intermediação (b_i) em redes dois modos têm sua importância ao representar a capacidade que um nó tem em servir de conexão para ligação entre atores da rede, passando pelos menores caminhos. De acordo com Anjos e Bazzo et al. (2015), ela identifica os responsáveis pelo controle e pela mediação da informação na rede. Esta medida quantifica o número de vezes que um nó atua como ponte, conectando diferentes nós da rede.

Conforme Borgatti (2009) a centralidade de intermediação (b_k) é a soma dos caminhos geodésicos (g_{ikj}) mais curtos que ligam um ator do grupo i ao outro do grupo j passando por k , dividido pela soma dos caminhos geodésicos (g_{ij}), também mais curtos que ligam um ator do grupo i ao outro grupo j , de acordo com Equação 7.

$$b_k = \frac{1}{2} \sum_{i \neq k}^n \sum_{j \neq k, i}^n \frac{g_{ikj}}{g_{ij}} \quad \text{Equação 7}$$

2.7 Software R e Layout Kamada Kawai

Estes foram dois instrumentos fundamentais para o desenvolvimento desta pesquisa. O *software R* imprescindível para a aplicação da ARS e implementação dos dados e o *Layout Kamada Kawai* para tornar as visualizações dos grafos melhores para a interpretação dos dados, pois para Toivonen et al. (2012) o *layout* apropriado auxilia no entendimento das estruturas fundamentais da rede.

2.7.1 Software R

Desenvolvido por Robert Gentleman e Ross Ihaka o *software R* foi lançado em 1993. Se trata de um *software* de distribuição livre e de grande alcance ao público por ser compatível com as plataformas do *Windows*, *Linux* e *Mac OS*. Vários cientistas assim como seus criadores sempre o mantém o *software* atualizado, através da disposição de versões.

Constantini et al. (2014) são categóricos ao afirmar que a plataforma *R* dispõe de uma vasta biblioteca de pacotes, podendo seus usuários implementá-los e combiná-los conforme o foco de sua pesquisa.

Apesar de ser um *software* com bastantes recursos, para utilizá-lo é necessário que se saiba um pouco de programação. Ao compor os *scripts*, executados por linhas de comando, o usuário pode desenvolver códigos para resolver questões específicas de sua pesquisa, tornando o processo da pesquisa mais rápido. É interessante e importante que cada usuário disponha de seus *scripts* para auxiliar aos outros que participam da grande comunidade *R*.

Para Luke (2015) suas principais vantagens são: ser um *software* livre e aberto; dispor de uma grande comunidade de usuários e desenvolvedores (que aperfeiçoam constantemente o código base *R*); está conectada a uma diversidade enorme de pacotes e funções; apresenta uma grande biblioteca na área de visualização; permite a manipulação de dados; tem alto poder de análise e possui pacotes para modelagens de dados em redes estocásticas, redes dinâmicas e vários algoritmos para simulação de rede.

Sua aplicabilidade ao estudo foi segura tanto na implementação dos dados como na utilização dos pacotes existentes.

2.7.2 Layout Kamada-Kawai

Conforme Crnovrsanin (2014) o *Kamada-Kawai* é um algoritmo muito tradicional e comumente utilizado em análises de redes sociais. Seu *layout* é direcionado à força e tem como característica distribuir os nós bem espalhados no espaço bidimensional, mas ao mesmo tempo mantém os nós conectados próximos.

Kamada e Kawai (1989) descrevem que os nós da rede são dispostos iterativamente de forma que a aresta que os ligam trabalha como molas empurrando e puxando os nós até a estabilização do sistema.

Guanga Ortiz (2015) cita que neste tipo de *layout* os nós são vistos dispersos de forma uniforme, pois o algoritmo tende a posicionar o nó de forma que os cruzamentos dos arcos (arestas) sejam mínimos aprimorando a visualização e também a sobreposição dos nós é evitada (XU; KLINGER e HERO, 2013).

Por todas estas razões o *layout Kamada-Kawai* foi utilizado no processo de composição da visualização dos grafos da pesquisa.

2.8 História da Engenharia de Produção e Criação dos Cursos de Pós-graduação

Aqui é apresentado um breve relato dos acontecimentos históricos responsáveis pela inserção da Engenharia de Produção como campo de estudo dentre as Engenharias. Está inserida na área das Engenharias III e por ser ainda nova, estudos são ampliados a fim de esclarecer sua atuação.

2.8.1 Surgimento da Engenharia de Produção

Segundo Leme (1983) as primeiras indicações do surgimento da Engenharia de Produção aconteceram na Inglaterra durante o período da Revolução Industrial. A criação de novas sistemáticas para satisfazer o mercado mundial, tais como a grande demanda de produção e mecanização dos sistemas.

Leme (1983) descreve ainda ser natural que muitos dos métodos da EP tenham sido praticados nas fábricas da Inglaterra, fruto dos anseios da Revolução Industrial nos fins do século XVIII. Estavam dentre os métodos, a pesquisa de mercado, arranjo físico de máquinas, planejamento de instalações, programação da produção.

Os responsáveis destas práticas merecem, segundo Leme, o título de pioneiros da Engenharia de Produção, sendo estes, Matthew Robinson Boulton, James Watt Júnior e Richard Arkwright (LEME, 1983).

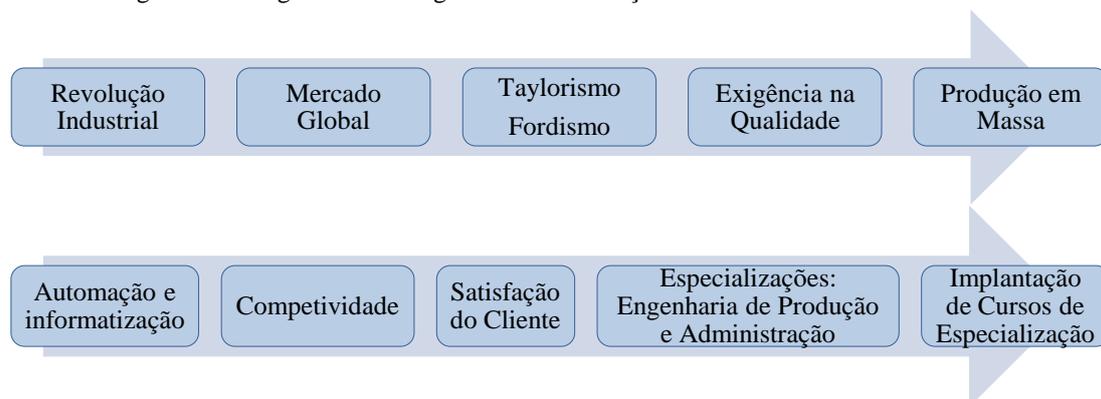
Piratelli (2005), conta que em 1832, o primeiro livro relacionado à Engenharia de Produção, intitulado “*The Economy of Machinery and Manufactures*” escrito por

Babbage é publicado e não tinha noção que estaria contribuindo na criação de um ramo da engenharia e atividade profissional.

Faé e Ribeiro (2005) e Leme (1983) relatam que a Engenharia Industrial tem sua origem nos Estados Unidos no período entre 1882 a 1912, com a implementação do “Scientific Management”, criado pelos engenheiros: Frederick Winslow Taylor, Carl Barth, o casal Frank e Lillian Gilbreth, Harrington Emerson, Henry Gantt e Hugo Münsterberg. Neste contexto, Taylor é tido como o pai da Administração (paternidade também contestada) por sua obra ser mais holística aos demais.

Cunha (2002) na obra “Raízes Históricas da Engenharia da Produção” descreve a evolução da EP na medida em que as demandas do mercado global por necessidade vão surgindo, ora representadas na Figura 13. Após a Revolução Industrial o crescimento fabril é fato. O mercado exige uma produção quantitativa, o setor fabril passa pela mecanização. Surge o Taylorismo e o Fordismo. O taylorismo com abordagem na otimização da organização de chão-de-fábrica e pela urgência em haver a rentabilização dos investimentos em equipamentos. O Fordismo com abordagem em arranjar as linhas de produção. Assim, novamente o mercado se manifesta.

Figura 13 - Surgimento da Engenharia de Produção frente ao Mercado Consumidor



Fonte: Adaptação de Cunha (2002)

Devido à globalização as exigências se refletem na qualidade e produção em massa. Para atingir tais exigências o processo de produção passa a ser automatizado e

informatizado. Com a alta produção das indústrias surge a competitividade, originando a produção que pensando no cliente, em sua satisfação. Todo este processo é seguido de perto pela Engenharia Industrial, onde para atingir alvos do mercado mais consumista e exigente quanto à qualidade, são inseridas as especializações, subdivisões de grandes áreas. Assim surge a Engenharia de Produção e Administração, derivadas da Engenharia Industrial.

2.8.2 A Área de Estudo da Engenharia de Produção

Rodrigues e Da Costa (2013) descrevem a Engenharia de Produção como a parte da engenharia que promove a gestão da produção e trabalho, observadas as relações entre custo e produtividade conforme o sistema produtivo.

A ABEPRO² em seu documento cita que compete a Engenharia de Produção “o projeto, a implantação, a operação, a melhoria e a manutenção de sistemas produtivos integrados de bens e serviços, envolvendo homens, materiais, tecnologia, informação e energia”, bem como “especificar, prever e avaliar os resultados obtidos destes sistemas para a sociedade e o meio ambiente”.

São conteúdos próprios da Engenharia de Produção³: Engenharia de operações e processos da produção, Cadeia de suprimentos, Pesquisa operacional, Engenharia da qualidade, Engenharia do produto, Engenharia organizacional, Engenharia econômica, Engenharia do trabalho e Engenharia da sustentabilidade, em que podem ser detalhados conforme cada especificidade.

A Engenharia de Produção cresce e se fortalece, quanto mais a Qualidade e Produtividade são exigidas no processo de globalização, fomentado pela competitividade. O mercado lança a cada momento novos produtos. A exigência de processos e técnicas

² <http://www.abepro.org.br/arquivos/websites/1/DiretrCurr19981.pdf>

³ http://download.inep.gov.br/educacao_superior/enade/legislacao/2014/diretrizes_cursos_diplomas_bacharel/diretrizes_bacharel_engenharia_producao.pdf

produtivas mais eficazes segundo Zancul et al. (2006) ocorrem de forma intensa e em uma dinâmica produtivo-concorrencial. Citam ainda que esta concorrência causa a valorização dos profissionais desta área de estudo.

Seguindo o propósito da qualificação dos profissionais para atuação na área da Engenharia de Produção, são implantados os Programas de Pós-Graduação.

2.8.3 A criação dos cursos de pós-graduação no Brasil

A formação em EP vem se desenvolvendo cronologicamente em paralelo com as tecnologias. Em seu projeto memória a Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO) cita que em 1950, Edwards Deming começa o ensino de Controle Estatístico de Qualidade, em 1953 as empresas japonesas e a IBM lançam o primeiro computador digital. Em abril de 1959, Leme (1983) no documento “História de Engenharia de Produção no Brasil”, propôs dividir o curso de Engenharia Mecânica em dois: Projeto e Produção, consolidando então o primeiro curso de EP no Brasil e abrindo mais este leque na grande área das engenharias (LEME, 1983).

Essas atividades, tratadas em profundidade e de forma integrada por esta engenharia, são de grande importância para a elevação da competitividade das empresas e, por conseguinte, do país.

Em 1966 é implantado o primeiro curso de mestrado em EP na Pontifícia Universidade do Rio de Janeiro (PUC – Rio). Já em 1967, é implantado no Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia (COOPE/UFRJ), em 1968 na Escola Politécnica da USP e em 1969 na Universidade Federal de Santa Catarina (LEME, 1983).

Os cursos de Mestrados Acadêmicos até 2015 levantados na Plataforma Sucupira são trinta e três, logo apresentados no Quadro 3. Alguns programas apresentam o mestrado e doutorado.

Quadro 3 - Cursos de Pós-graduação Acadêmicos em Engenharia de Produção no Brasil

Programas	Conceitos CAPES				Categoria da Pós		Início dos Cursos	
	3	4	5	6	Mestrado (M)	Doutorado (D)	Início M	Início D
CEFET		4			4	4	1992	2016
PUCPR		4			4	4	2001	2011
PUCGO	3				3	-	2010	-
PUCRIO			5		5	5	1967	1993
UCAM	3				3	-	2011	-
UENF	3				3	-	1994	-
UFBA			5		5	5	2008	2007
UFF		4			4	4	1972	2006
UFMG		4			4	4	1995	2009
UFPB	3				3	-	1975	-
UFPE				6	6	6	1979	2001
UFPEAG	3				3	-	2013	-
UFPR	3				3	-	2010	-
UFRGS				6	6	6	1994	1999
UFRJ			5		5	5	1967	1979
UFRJ-PE				6	6	6	1991	1995
UFRN	3				3	-	1999	-
UFSC			5		5	5	2002	2002
UFSCARSC		4			4	4	1992	1999
UFSCARSO	3				3	-	2011	-
UFSM	3				3	-	1974	-
UNESP		4			4	4	2006	-
UNICAMP	3				3	-	2013	-
UNIFEI			5		5	5	1994	2011
UNIMEP	3				3	3	1994	2003
UNINOVE		4			4	4	2009	-
UNIP			5		5	5	1997	2007
UNISC	3				3	-	2005	-
UNISINOS			5		5	4	2006	2013
USP		4			4	4	1971	1972
USPSC			5		5	5	1996	2002
UTFPR		4			4	4	2004	2012
UTFPRPG	3				3	-	2014	-

Fonte: Plataforma Sucupira

2.9. Base de Dados Capes

A evolução do sistema de armazenamento e coleta de dados da CAPES são apresentados a fim de esclarecer as necessidades que o sistema enfrenta com a crescente demanda de criação de novos programas de pós-graduação, analisados aqui como antes e pós a Plataforma Sucupira.

2.9.1 Sistema antes da Plataforma Sucupira

Com o processo de industrialização no país, surge a necessidade de formar e especializar profissionais, bem como pesquisadores, nos vários ramos da ciência a fim de se preparar e acompanhar os avanços tecnológicos. A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) foi criada pelo Decreto nº 29.741 em 11 de julho de 1951.

Tem como objetivo "assegurar a existência de pessoal especializado em quantidade e qualidade suficientes para atender às necessidades dos empreendimentos públicos e privados que visam ao desenvolvimento do país". Suas ações a fim de consolidar e expandir os cursos de pós-graduação *stricto sensu* (mestrado e doutorado) em todo país são:

- a) Avaliar a pós-graduação *stricto sensu*;
- b) Dar acesso e divulgar da produção científica;
- c) Investir na formação do pesquisador no país e exterior;
- d) Promover a colaboração científica internacional;
- e) Induzir e fomentar a formação inicial e continuada de professores para a educação básica (presencial e a distância), desde 2009.

Através do Parecer nº 977 de 1965, sob a responsabilidade do relator professor Newton Sucupira, os cursos de pós-graduação são conceituados, formatados e institucionalizados no que se mantém até a atualidade.

Os marcos da evolução do Sistema CAPES estão dispostos no documento⁴ de Nicolato (2010) de forma a explicitar cronologicamente os acontecimentos desde a primeira avaliação até o lançamento da Plataforma Sucupira, demonstrados no Quadro 4.

Quadro 4 - Evolução do Sistema de Avaliação da Pós-Graduação – CAPES

Ano	Acontecimento
1976	Executa-se a primeira avaliação dos cursos de mestrado e doutorado. Implantação do sistema com as seguintes características: periodicidade anual, avaliação em separado dos cursos de mestrado e de doutorado; adoção de uma escala de cinco conceitos (A, conceito mais alto, B, C, D e E); consideração dos resultados da avaliação como informação reservada, restrita ao âmbito das agências federais;
1980	Inclui-se de visitas de consultores aos programas como parte do processo de avaliação;
1982	Decide-se remeter aos programas de pós- graduação os relatórios de avaliação de seus respectivos cursos, sendo a divulgação desses resultados restrita à esfera das agências governamentais e de cada instituição e programa em particular.
1983	Inicia-se da prática de a CAPES solicitar aos programas a indicação de nomes de consultores para a composição das listas para a escolha de representantes de área – que são os membros da comunidade acadêmica responsáveis pela coordenação do processo de avaliação da pós- graduação em suas respectivas áreas;
1984	Adota-se a periodicidade bienal, e não mais anual, para a avaliação;
1985	Inicia-se a divulgação ampla dos resultados da avaliação, que passaram a ser objeto de publicações periódicas retratando a evolução do desempenho do conjunto de cursos avaliados;
1990 a 1994	Realizam-se discussões sistemáticas sobre aspectos relacionados com a elevação do padrão de desempenho dos cursos, maior uniformidade dos critérios adotados pelas diferentes comissões de avaliação e redefinição dos critérios de qualidade correspondentes a cada área;
1996 a 1997	Realizam-se estudos e seminários – regionais e nacional – voltados para a reformulação do sistema de avaliação; formação de comissão internacional de especialistas para a análise da concepção e funcionamento do sistema; consolidação do conjunto de críticas e sugestões apresentadas;
1998	Adota-se a periodicidade trienal de avaliação que perdura até 2012;
2012	Mudança na periodicidade que passa a vigorar por quadriênio. Portanto este trabalho sobre o Quadriênio que se vai de 2013-2016.
2014	O sistema de coleta passa a ser a Plataforma Sucupira, uma ferramenta de coleta, <i>online</i> e análise.

Fonte – Adaptado de Nicolato³ (2010).

Alves et al. (2011) tinha conhecimento do desenvolvimento da Plataforma Sucupira e que seus objetivos principais era “identificar relacionamentos acadêmicos entre os pesquisadores”, georreferenciá-los e construir a visualização das redes sociais em grafos.

⁴ <http://www.capes.gov.br/images/stories/download/avaliacao/avaliacao-n/evolucao-da-avaliacao-enviado-ed-26fev.pdf>.

2.9.2 Plataforma Sucupira - Base atual (CAPES)

Com uma taxa de crescimento dos cursos de pós-graduação a 20%, ou seja, mais de seis mil cursos por triênio, o antigo sistema da CAPES é superado.

A fim de solucionar o problema, no dia 27 de maio de 2014 a Coordenação de Capes, lança a Plataforma Sucupira. Recebe este nome em homenagem ao professor Newton Sucupira e passa a ser a Base de referência ao Sistema Nacional de Pós-Graduação (SNPG).

Desenvolvida em parceria entre a Capes - Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) se torna especial por ser uma plataforma integrada, tornando o banco de dados único e *online*.

No ato da inauguração da Plataforma o diretor de Tecnologia da Informação, Sergio Cortes, explica reafirmando o que Alves cita, que a PS estará integrada com vários sistemas internos da Capes, tais como GeoCapes (Sistema de Informações Georreferenciadas/CAPES), banco de teses, Sistema de Acompanhamento de Concessões, entre outros. Externamente terão links com a Receita Federal (como já acontece), ISSN Register e SIMEC.

Com toda esta rede formada, os processos da CAPES terão:

- a) maior transparência dos dados para toda a comunidade acadêmica;
- b) redução de tempo, esforços e imprecisões na execução da avaliação SNPG;
- c) maior facilidade no acompanhamento de avaliação;
- d) maior confiabilidade, precisão e segurança das informações;
- e) controle gerencial mais eficiente.

Por ser uma ferramenta nova, espera-se ser melhorada com normatizações no preenchimento das coletas, vindo ser mais eficaz em coletas futuras.

2.9.3 Qualis Periódicos

Qualis Periódicos é um instrumento utilizado pela Capes para classificar os veículos que difundem as produções intelectuais dos Programas de Pós-graduação no Brasil ⁵. Conforme a decisão do Conselho Técnico Científico - CTC de 17/04/2008, a classificação dos periódicos divulgados no Qualis das áreas passou a ser composta de oito estratos: A1 (maior peso), A2, B1, B2, B3, B4, B5 e C (peso nulo), conforme a área de avaliação.

O manual Web-Qualis⁶ cita que os critérios de classificação podem ser definidos pelas áreas de avaliação desde que respeitem as normas de construção do Qualis. Os comitês de consultores formados por cada área, aprovados pelo CTC são responsáveis por esta classificação da publicação. Barata (2016) sustenta que o Qualis tem revisão contínua e sua utilização é somente pertinente para a avaliação dos Programas de Pós-graduação.

Os critérios gerais e específicos de avaliação são disponibilizados pela Capes em seus documentos de área. Assim, o trabalho empregará o Qualis 2015 por ser a última classificação publicada em janeiro de 2017 na PS, considerando a produção do período 2013-2015.

2.9.4 Produção Intelectual

A produção intelectual como base de análise dos programas está a cargo da Fundação de Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), em que a mesma é responsável por esta avaliação. Criada pelo Decreto nº 29.741 em 11 de julho de 1951 para “assegurar a existência de pessoal especializado em quantidade e qualidade suficientes para atender às necessidades dos empreendimentos públicos e

⁵ https://www.capes.gov.br/images/stories/download/avaliacao/Manual_WebQualis_3.pdf

⁶ https://www.capes.gov.br/images/stories/download/avaliacao/Manual_WebQualis_3.pdf

privados que visam ao desenvolvimento do país”⁷. Assim é ela responsável por determinar as normas para abertura, funcionamento e avaliação periódica dos cursos de pós-graduação no Brasil. (MIRANDA; ALMEIDA, 2003).

O processo de avaliação da CAPES pode compreender por visitas de consultores aos programas ou apresentação de seminários. Nestes seminários são repassados os indicadores de desempenho, apresentação de análises e estado da arte pertinente a cada curso avaliado, bem como a construção de debates⁸. Furtado e Hostins (2014) citam que é neste processo, a partir da qualidade do desempenho que os novos conceitos são apontados e os mesmos servem como indicativos aos financiamentos de pesquisa.

Os dois processos avaliados pela CAPES, tanto a abertura de novos cursos, como a permanência seguem critérios e parâmetros instituídos por suas áreas de avaliação. Nas Engenharias III – Mestrado Acadêmico, estes critérios estão disponíveis em seu Documento de Área⁹. Nele cada critério de avaliação recebe um peso, assim divididos: Propostas dos Programas (0% - não são cursos novos), 20% - Corpo Docente, 35% Corpo Discente, Teses e Dissertações, 35% Produção Intelectual e 10% Inserção Social. Ao final da avaliação os programas são conceituados de 1 a 7, sendo que somente os de conceito maior ou igual a 3 são reconhecidos junto a CAPES.

Do critério total de 35%, o docente é em um primeiro instante avaliado de forma direta, como autor de produções qualificadas em todos os estratos e pontuados conforme o coeficiente estipulado a cada um deles (coeficiente de 50%). Em segundo instante ele é avaliado de forma a ter participado de uma produção nos estratos superiores (A1, A2 e B1), em que lhe é atribuído um coeficiente de 30%. Por fim é avaliado sua presença em produções técnicas, patentes e demais produções de caráter relevantes, podendo serem

⁷ <http://www.capes.gov.br/historia-e-missao>

⁸ <http://www.capes.gov.br/avaliacao/sobre-a-avaliacao>

⁹ http://www.capes.gov.br/images/documentos/Documentos_de_area_2017/13_engIII_docarea_2016.pdf

acompanhados na Tabela 1. Estes itens de avaliação deixam evidente o peso da participação do docente no processo da produção intelectual.

Tabela 1 - Índices do Critério da Produção Intelectual Junto ao Docente

Produção Intelectual	Índice do Critério (35%)	
Publicações qualificadas do Programa por docente permanente	$PQDP = A1 + 0,9 A2 + 0,75 B1 + 0,5 B2 + 0,3 B3 + 0,1 B4 + 0,05 B5.$	50%
Distribuição de publicações qualificadas em relação ao corpo	DPD = porcentagem de Docentes Permanentes que tiveram participação em publicações A1, A2 e B1, no quadriênio.	30%
Produção técnica, patentes e outras produções consideradas relevantes (PTC).	$PTC = (QTP / TD)$, onde TD - Total de Docentes e $QTP = 4 PIL + 3 PNL + 2 PIC + PNC + 0,1 PID + 0,05 PND + 0,05 SWR + 0,2 CLI + 0,1 CLN + 0,5 LID + 0,1 Anais (Internacional) + 0,05 Anais (Nacional) + 0,025 Resumos Estendidos Internacionais$	20%
Observações		
DP: Número de docentes permanentes do programa TD: Total de docentes permanentes QTP: Produção Técnica/Tecnológica dos DP Docentes Permanentes PIL: Número de patentes internacionais licenciadas PNL: Número de patentes nacionais licenciadas PIC: Número de patentes internacionais concedidas PID: Número de patentes internacionais depositadas PNC: Número de patentes nacionais concedidas PND: Número de patentes nacionais depositadas SWR: Software registrado no INPI CLI: Número de capítulos de livros de circulação internacional CLN: Número de capítulos de livros de circulação nacional LID: Número de livros (texto integral) com repercussão tecnológica, de extensão ou didática (não científica)	A1: Número de publicações A1 no Qualis Periódicos - Engenharias III A2: Número de publicações A2 no Qualis Periódicos - Engenharias III B1: Número de publicações B1 no Qualis Periódicos - Engenharias III B2: Número de publicações B2 no Qualis Periódicos - Engenharias III B3: Número de publicações B3 no Qualis Periódicos - Engenharias III B4: Número de publicações B4 no Qualis Periódicos - Engenharias III B5: Número de publicações B5 no Qualis Periódicos - Engenharias III	

Fonte: Adaptado do Documento de Área (Engenharias III – Mestrado Acadêmico)

Cabe ressaltar que a produção do discente embora não faça parte deste critério, também tem seu coeficiente na avaliação do programa.

Como a Produção Intelectual é um dos critérios de maior peso, esta pesquisa se mostra relevante ao analisar os padrões desta produção utilizando o método da Análise de Redes Sociais (ARS), a fim de obter as métricas da centralidade de grau da rede de colaboração, visualização e conseqüentemente as participações dos programas e autores na rede e a qualidade desta produção.

CAPITULO 3 - METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho tem objetivo exploratório definido por Mattar (1996) como as pesquisas que tem como finalidade aprofundar o conhecimento do pesquisador sobre o assunto estudado. A pesquisa é descritiva, por apresentar as características de determinada população e relações entre as variáveis (GIL, 1991). Quanto a natureza das variáveis é qualitativa, que segundo Bryman (1989) torna a pesquisa menos estruturada, mas não menos rigorosa e de procedimento experimental pois foi determinado um objeto de estudo cujas variáveis foram selecionadas para estruturar a experimentação (GIL, 1991). Também é quantitativa pois será explicada também por quantidades (PRODANOV; DE FREITAS, 2013).

3.1 Variáveis da pesquisa

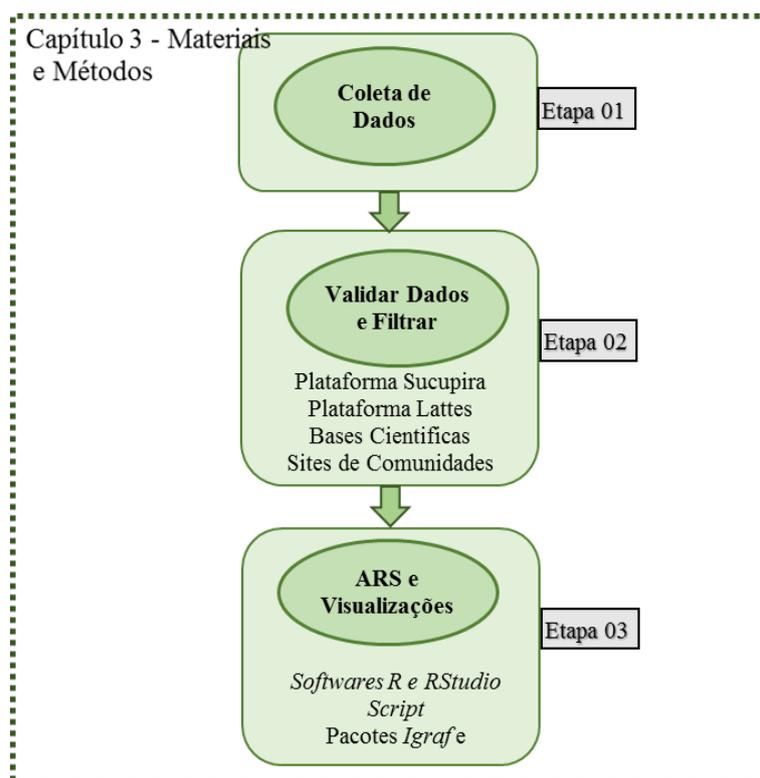
As variáveis foram retiradas da PS e aqui relacionadas: estado, região, programa, título do periódico, autor principal, título do artigo, coautor, vínculo, ISSN, Qualis, ano, Instituição de Ensino Superior (IES) e conceito CAPES. Os dados foram coletados no período de 2013 a 2015, da PS.

3.2 Base de Dados

A Base de Dados (*Excel*) é formada por 17289 linhas e 13 colunas. Nas colunas estão descritos os programas, estado, autores, vínculo, título do artigo, autor principal, tipo de produção, subtipo produção, ano, título do periódico, classificação Qualis, ISSN, conceito do programa.

Este capítulo será apresentado em três etapas. Sua finalidade é descrever os métodos usados na condução da pesquisa. As etapas são apresentadas conforme Figura 14.

Figura 14 - Etapas da Metodologia



Fonte: A autora.

3.3 Etapa 01 - Coleta de Dados

A coleta foi executada com a exploração da Base de Dados da Plataforma Sucupira (PS). Podendo ser acessada a qualquer momento pelo *link*¹⁰, onde a interface de trabalho é representada pela Figura 15 (a e b).

A coleta de dados para o desenvolvimento da pesquisa foi referente ao período de 2013 a 2015, parte do quadriênio da avaliação da CAPES que vai até 2016.

Os dados da produção em periódicos foram coletados no intervalo de tempo de 17/03/2016 a 10/07/2016.

Os dados na PS podem ser coletados de duas formas. Uma das formas é utilizando o ícone das Produções Intelectuais e abrindo as informações referentes a cada Instituição de Ensino Superior (IESP) e programa, 15a. A outra forma é através Coleta *online*, Figura 15b.

¹⁰ <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/>

Figura 15 - Modos de coleta na Plataforma Sucupira



a - Coleta de dados Produções Intelectuais

b - Coleta de dados coleta online

Fonte: Plataforma Sucupira

Dentre os dados disponibilizados na PS, foram escolhidas as variáveis que pudessem sustentar o desenvolvimento desta pesquisa. As variáveis coletadas para o estudo das bases de dados foram: estado, região, programa, título do periódico, autor principal, título do artigo, coautores, vínculo, ISSN do periódico, ano, IES, conceito CAPES e linha de pesquisa. Os dados foram postos em linhas e colunas em planilha em *Excel*, formando a Base de Dados, conforme Figura 16 (exemplo).

Figura 16 - Formatação da Tabela de Dados

Estado	Região	Programa	Título do Periódico	Autor Principal	Tipo da Produção	Coautores	Vínculo	ISSN	Ano	IES	Conceito Capes	Linha de Pesquisa

Fonte: A autora

Seguindo os objetivos propostos da pesquisa o campo ISSN foi preenchido conforme o Qualis 2015 (baixado em 14 de fevereiro de 2017), antes de passar para a validação.

3.4 Etapa 02 - Validar Dados e Filtrar

A alimentação de dados na PS é de responsabilidade das Instituições de Ensino Superior (IES) através de seus coordenadores de cursos. Ainda que feita de maneira a

minimizar os erros de preenchimentos, não é automática, a inserção é feita item por item, utilizando-se de digitação.

Na validação são encontrados autores e coautores que com nomes abreviados. Estes nomes eram colocados da forma que se encontrava em *sites* de comunidades científicas (Escavador, Google Acadêmico e *LinkedIn*), dentre outros. As informações encontradas eram checadas na Plataforma Lattes (PL) a fim de validar os dados e retornados para a Base de Dados.

Vários erros de preenchimentos na Sucupira foram identificados provocando dificuldade na validação, tais como:

- a) Espaços em branco e apóstrofe no início ou final do preenchimento do título;
- b) Preenchimentos com nomes diferentes para o mesmo autor, conforme Figura 17;
- c) Caracteres estranhos no preenchimento, dentre outros;
- d) Dados inseridos de forma duplicada (problema crítico);
- e) Títulos diferentes para um mesmo periódico, Figura 18.

Figura 17 - Filtro na validação dos autores



Fonte: A autora

Figura 18 - Filtro na validação dos periódicos



Fonte: A autora

Filtros foram utilizados em duas situações, tanto para filtrar os dados a fim de encontrar e solucionar as falhas, bem como na separação de dados para análises envolvendo as variáveis de estudo. Assim os dados ficaram prontos para a próxima etapa.

3.5 Etapa 03 - *Software R, scripts* para obter as visualizações e métricas

Antes de qualquer análise dos dados, estes foram transformados de extensão *xlsx*, para *csv*, para atender o padrão exigido pelo *software R*. Para a condução e obtenção dos resultados parciais, utilizou-se o *software R*, para geração e visualização das redes e cálculos das métricas. Preferiu-se adotar o *R* por diversos motivos: realizar diversos cálculos estatísticos, ter distribuição livre e versões para todas as plataformas, possuir diversos tutoriais compartilhados, contar com uma rede de usuários ativos dispostos a ajudar e contemplar as funcionalidades necessárias para realização da pesquisa. Existem dezenas de pacotes *R* dedicados a algum aspecto de análise de rede, juntos eles podem resolver tarefas desde a manipulação padrão, visualização, caracterização e modelagem de redes (KOLACZY; CSÁRDI, 2014).

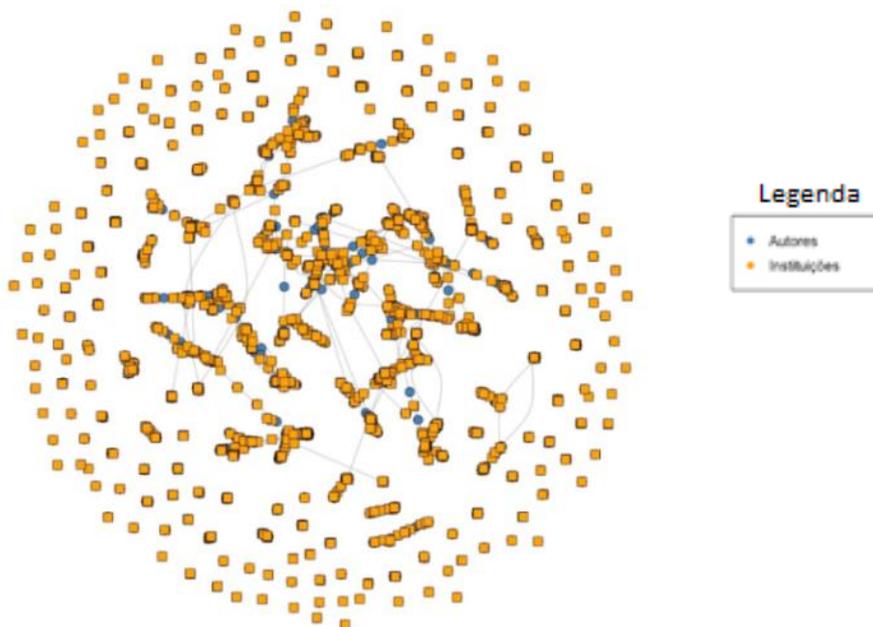
A pesquisa no *R* exige o desenvolvimento de *scripts* em linha de comandos. Portanto, aqueles que possuem conhecimentos básicos de programação terão mais facilidade. Neste estudo foi utilizado o *software R*, versão 3.3.1, utilizando os pacotes *Igraph*, *Network*, *Bipartite* e *Ggraph*, para desenvolver a geração, as métricas e a visualização das redes. Utilizou-se também o *RStudio* 0.99.891, integrado ao *software R*, promovendo um ambiente de desenvolvimento mais agradável.

O pacote *Igraph* foi desenvolvido em 2005 por Gábor Csárdi, pesquisador em ciência da computação com aplicação de redes, que publica desde então, versões de atualizações. Aplicou-se as funções, *centr_degree()*, *closeness_w()*, *betweenness_w()*, aos dados da rede e encontrou-se as medidas de centralidade absolutas.

A visualização dos grafos no *software R* é padronizada conforme o pacote gráfico, trazendo em suas configurações todo o estudo de cores e design aceitando personalizações.

As visualizações foram bastante estudadas, ~~apostando~~ buscando sempre em uma melhor construção para aumentar o poder de compreensão das relações da rede e análises através das visualizações. Para demonstrar esta evolução a Figura 19, apresenta uma das primeiras visualizações obtidas, até chegar ao padrão utilizado na apresentação deste trabalho. Ainda na rede da Figura 19, percebe-se a sobreposição de nós dificultando a leitura das redes. Nota-se ainda os artigos vinculados aos autores, onde na parte central observa-se os autores que mantêm coautoria e no entorno os autores isolados. A cor laranja representa os artigos, azul os autores e cinza as arestas. As visualizações não esclarecem de forma clara a intenção da pesquisa.

Figura 19 - Proposta de Visualização - Redes de autores e artigos de 2014



Fonte: A autora

Com toda a metodologia esclarecida, o próximo passo é a apresentação dos resultados e análises da pesquisa.

CAPITULO 4 - RESULTADOS E ANÁLISES

4.1 Estudos Preliminares

Melo, Ribeiro e Dantas (2016) utilizaram as informações da Plataforma Sucupira referente a produção científica de Programas de Pós-graduação Acadêmicos em Engenharia de Produção no ano de 2014 para estudar as medidas de centralidade e visualização da rede dois modos aplicados nesta estrutura de dados. Os autores empregaram a ARS como ferramenta para criação dos grafos, visualização e cálculo de métricas obtendo resultados satisfatórios. Assim, esta pesquisa segue em uma abordagem mais ampla envolvendo uma amostra dos anos de 2013 a 2015, parte do quadriênio (2013-2016) que tem previsão de liberação dos dados na PS ao se atualizar os dados de 2017.

4.2 Resultados e Análises

Para os dados coletados da PS referentes ao período 2013 a 2015 (uma amostra do quadriênio) dos Programas de Pós-graduação Acadêmicos em Engenharia de Produção, somente os dados referentes a publicações em periódicos foi analisada. Ainda que os resultados apresentados sejam de parte do quadriênio, a pesquisa já aponta uma substancial resposta da produção dos programas.

Os Programas de Pós-graduação, objeto da análise, são representados pelas siglas das IES aos quais pertencem, conforme o Lista de Abreviaturas utilizadas na pesquisa.

As representações dos elementos dos grafos são comentadas em suas respectivas abordagens e legendas das figuras.

4.2.1 Perfil Demográfico dos Programas de Pós-graduação Acadêmicos em Engenharia de Produção

As interações entre os programas podem ser observadas sob diversas óticas. No caso do perfil demográfico tem-se a finalidade de apontar as relações formadas pelos 33 programas na rede analisada, conforme suas regiões de atuação no país.

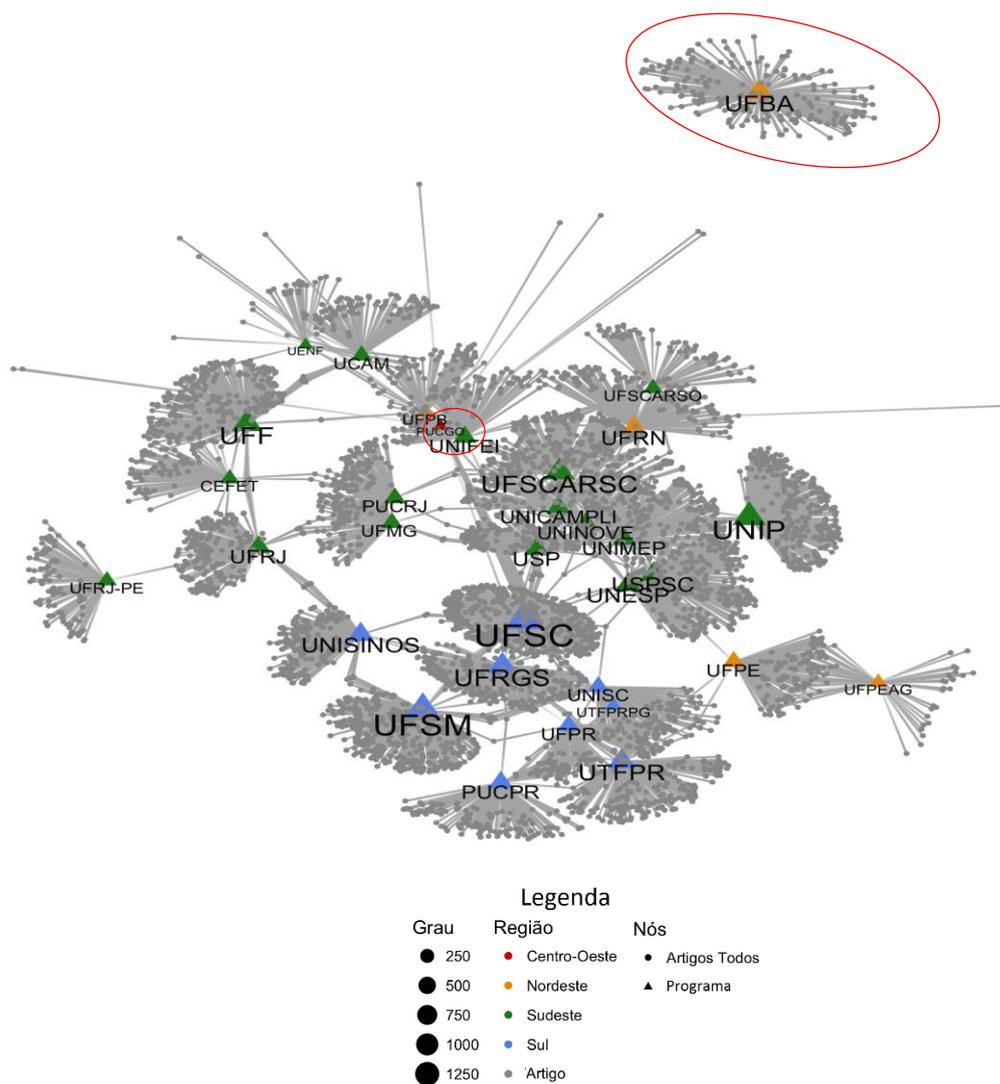
Para evidenciar a rede do perfil demográfico, será utilizada a centralidade de grau da rede de programas e artigos. Neste caso a centralidade de grau traduz o número de publicações de um programa, ou seja, quanto mais produz, mais central se mostra na rede.

Como a rede é formada de programas e artigos têm-se assim dois grupos de nós. Um dos grupos são os programas representados por triângulos, e o outro pelos artigos produzidos, representados por círculos. Para esta rede, as arestas que ligam os dois nós são os autores principais.

A intensidade do grau está associada à variação de tamanho da letra do nome e do triângulo que o representa. Desta forma, os programas que mais produziram apresentam destaque na rede apresentada na Figura 20.

Na Figura 20, todos os estratos são abordados a fim de acompanhar o processo de colaboração e regionalismo da produção científica.

Figura 20 - Centralidade de Grau de toda a Rede de Colaboração por Região



Fonte: A autora

Nesta rede foram identificadas 03 componentes (círculos envoltórios vermelhos), sendo uma formada pelo programa UFBA, outra pela PUCGO, por estar isolada no Centro Oeste em sua produção e a última pelos demais programas.

As ligações se mostram mais fortes ou fracas conforme a intensidade de colaborações entre os programas.

Assim, ainda na Figura 20, percebe-se fracos envoltórios dos programas da Região Sul com a Região Sudeste e com o Nordeste, a exemplo dos programas UFSC (Sul) com UNIMEP/UNINOVE/USPSC (Sudeste) e UTFPR (Sul) com UFPE

(Nordeste). As fortes ligações são constatadas entre os programas de mesma região, como mostram as ligações entre o UFPR e PUCPR (Sul), UTFPR e UTFPRPG (Sul), UFPE e UFPEAG (Nordeste) e UFSCARSO e UFSCAR (Sudeste).

O Quadro 5 relaciona os programas com suas devidas regiões no Brasil, auxiliando a interpretação dos programas por região e conceito.

Quadro 5 - Cursos de Pós-graduação Acadêmicos em EP no Brasil por Conceito e Região

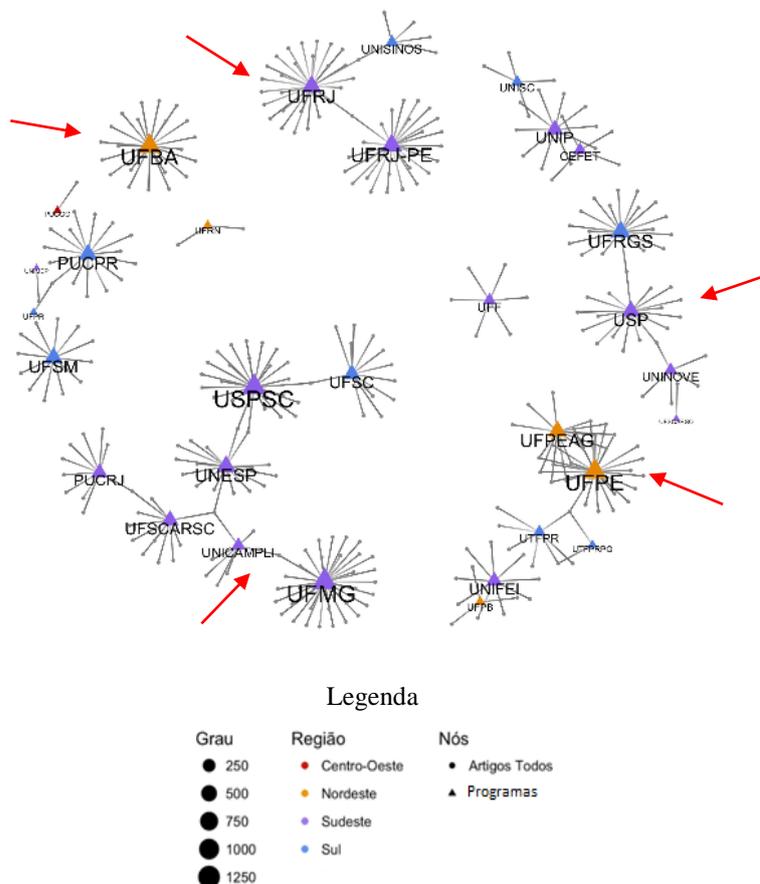
Programas	Conceitos CAPES				Categoria da Pós		Região
	3	4	5	6	Mestrado (M)	Doutorado (D)	
PUCGO	3				3	-	Centro Oeste
UFBA			5		5	5	Nordeste
UFPB	3				3	-	Nordeste
UFPE				6	6	6	Nordeste
UFPEAG	3				3	-	Nordeste
UFRN	3				3	-	Nordeste
CEFET		4			4	4	Sudeste
PUCRIO			5		5	5	Sudeste
UCAM	3				3	-	Sudeste
UENF	3				3	-	Sudeste
UFF		4			4	4	Sudeste
UFMG		4			4	4	Sudeste
UFRJ			5		5	5	Sudeste
UFRJ-PE				6	6	6	Sudeste
UFSCARSC		4			4	4	Sudeste
UFSCARSO	3				3	-	Sudeste
UNESP		4			4	4	Sudeste
UNICAMP	3				3	-	Sudeste
UNIFEI			5		5	5	Sudeste
UNIMEP	3				3	3	Sudeste
UNINOVE		4			4	4	Sudeste
UNIP			5		5	5	Sudeste
USP		4			4	4	Sudeste
USPSC			5		5	5	Sudeste
PUCPR		4			4	4	Sul
UFPR	3				3	-	Sul
UFRGS				6	6	6	Sul
UFSC			5		5	5	Sul
UFSCAR	3				3	-	Sul
UNISC	3				3	-	Sul
UNISINOS			5		5	4	Sul
UTFPR		4			4	4	Sul
UTFPRPG	3				3	-	Sul

Fonte: A autora

Outro passo da apresentação dos resultados quanto ao perfil demográfico, são os desenvolvimentos das colaborações por estrato.

A rede de Centralidade de Grau dos Estratos A1, apresentada na Figura 21, está representada por outras cores, mas cumpre a mesma finalidade em esclarecer as ligações entre programas em relação às suas regiões de atuação.

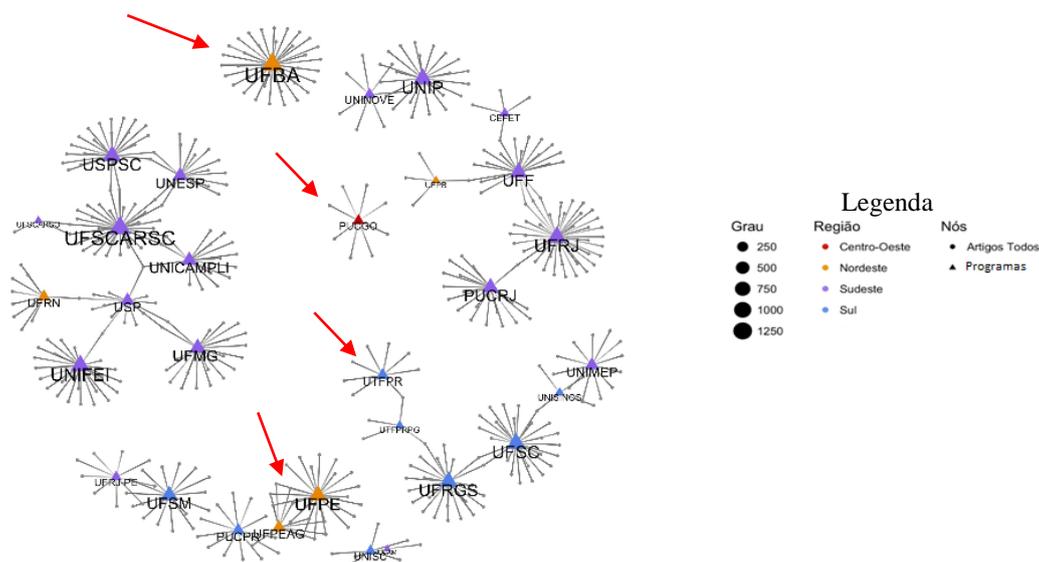
Figura 21 - Centralidade de Grau de Estrato A1 por Região



Fonte: A autora

Percebe-se que a colaboração na produção deste estrato é entre programas de mesma IES. O programa da UFBA (Nordeste) tem expressiva produção neste estrato e trabalha isoladamente. Nota-se uma maior produção dos programas do Sudeste, seguido pelo Sul e Nordeste. O Nordeste (UFPE) se liga a Região Sul em colaborações com os programas UTFPR/UTFPRPG. Os programas do Sul têm poucas colaborações com o Sudeste. Outra pontuação sobre a produção no estrato A1 é que ela acontece mais em caráter individual do que colaborativa. Outra percepção é que o sistema isola os programas, ao concorrerem entre si.

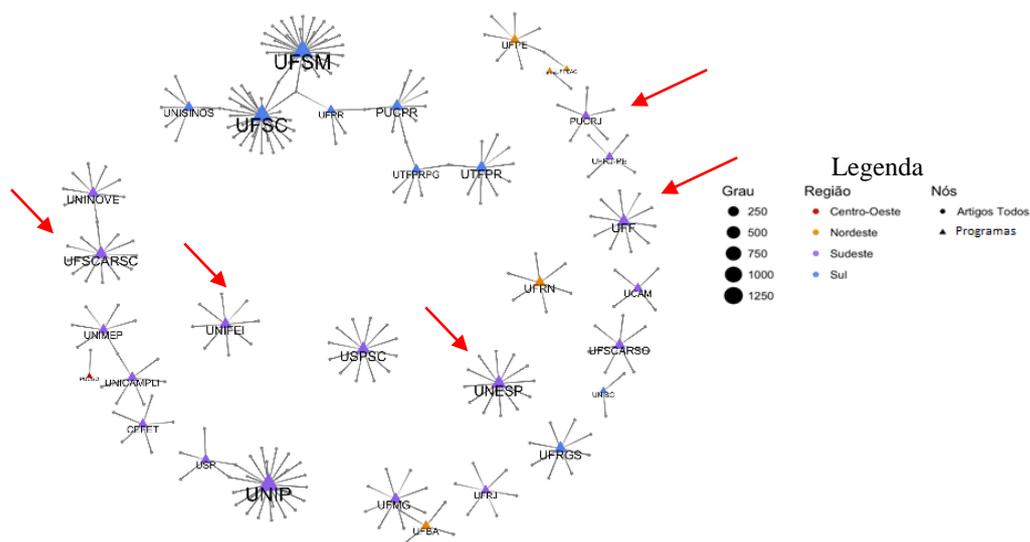
Figura 23 - Centralidade de Grau de Estrato B1 por Região



Fonte: A autora

Na Figura 24 é apresentada a rede de centralidade de grau da produção em estratos B2. Percebe-se uma menor produção neste estrato e o isolamento dos programas.

Figura 24 - Centralidade de Grau de Estrato B2 por Região

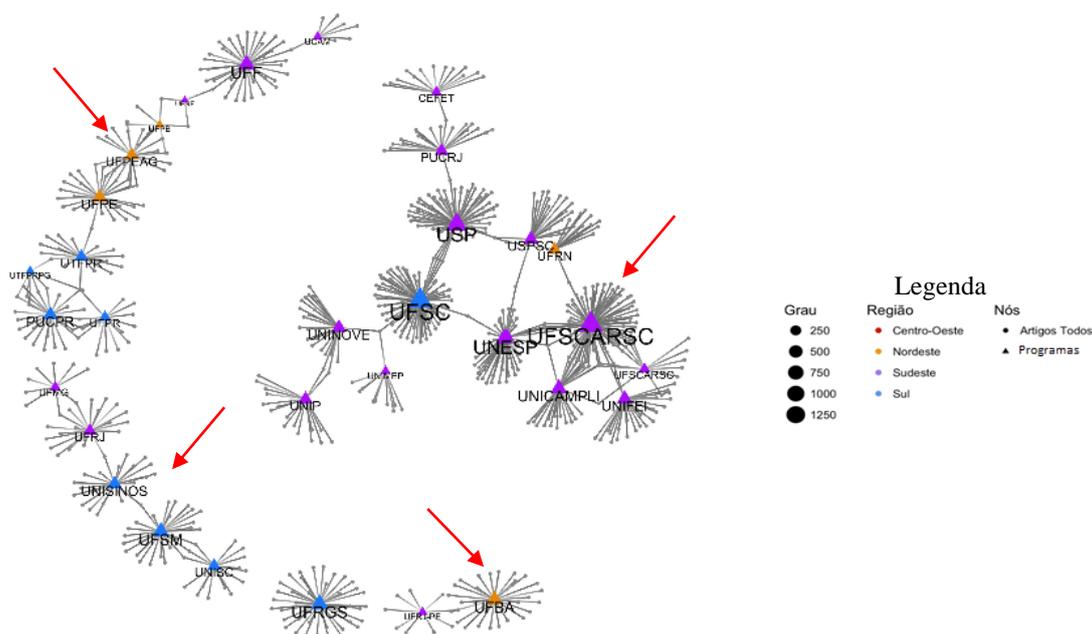


Fonte: A autora

Percebe-se que a produção neste estrato é um pouco menor, bem como as colaborações. Mais programas produzem de forma isolada. Dos que ainda fazem parcerias, o padrão de colaboração continua entre as mesmas regiões já citadas.

A Figura 25 apresenta as colaborações em relação ao estrato B3. Nota-se uma separação mais acentuada entre as regiões. Os programas que mais produzem neste estrato se encontram mais agrupados, formados por programas do Sul, Sudeste e Nordeste. Percebe-se que em estratos inferiores as colaborações são em maior número, pois a mesma não impacta o resultado competitivo.

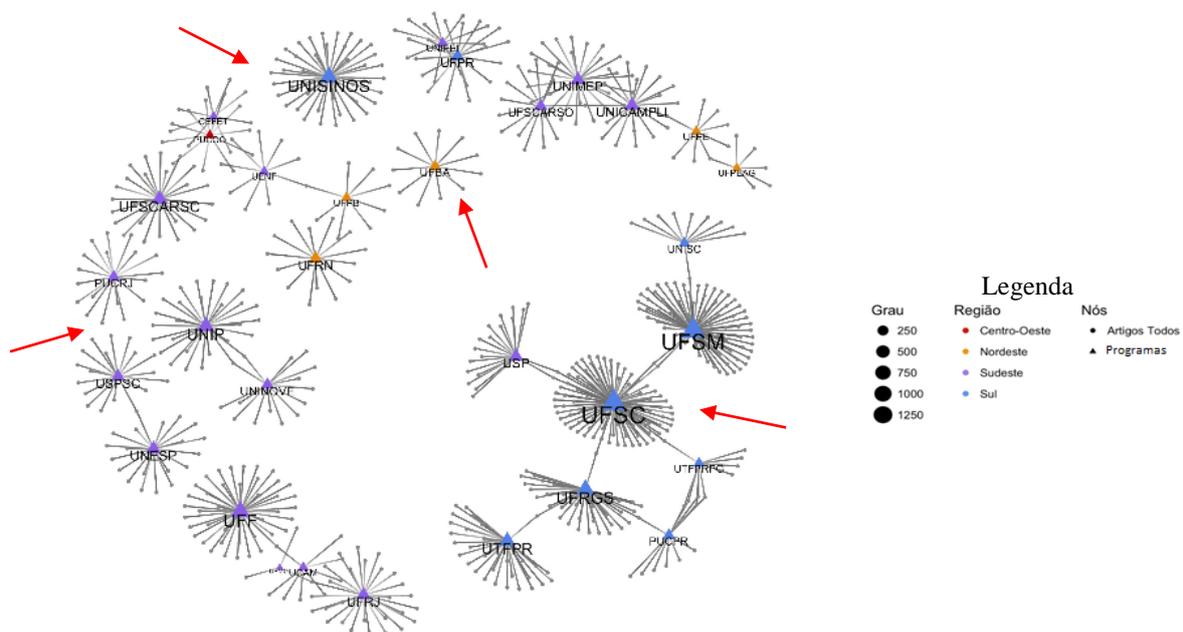
Figura 25 - Centralidade de Grau de Estrato B3 por Região



Fonte: A autora

Na Figura 26 é retratada a centralidade de grau do estrato B4, em que se percebe uma grande produtividade se relacionado aos demais estratos já apresentados. As colaborações são percebidas quase sempre entre programas de suas próprias regiões. Repara-se que os programas do Sul produzem muito neste estrato, seguidos pelo Sudeste. É percebido a PUCGO (Centro-Oeste), mesmo que perto dos outros programas, ainda está isolada, assim como a UFBA (Nordeste). Pontuais colaborações acontecem entre o Nordeste (UFPE) com o Sudeste (UNICAMPLI). A UFPE e UFPEAG mais uma vez estão juntas.

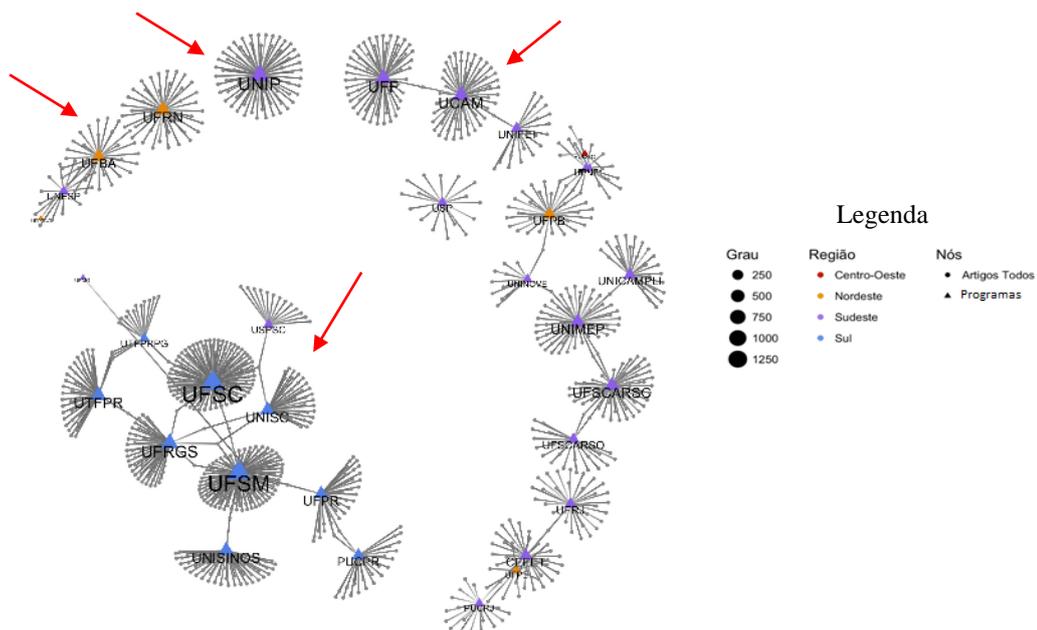
Figura 26 - Centralidade de Grau de Estrato B4 por Região



Fonte: A autora

A centralidade de grau do estrato B5 é visualizada na Figura 27, mostrando as regiões divididas, com poucas colaborações entre elas. Mais programas se isolaram nesta produção.

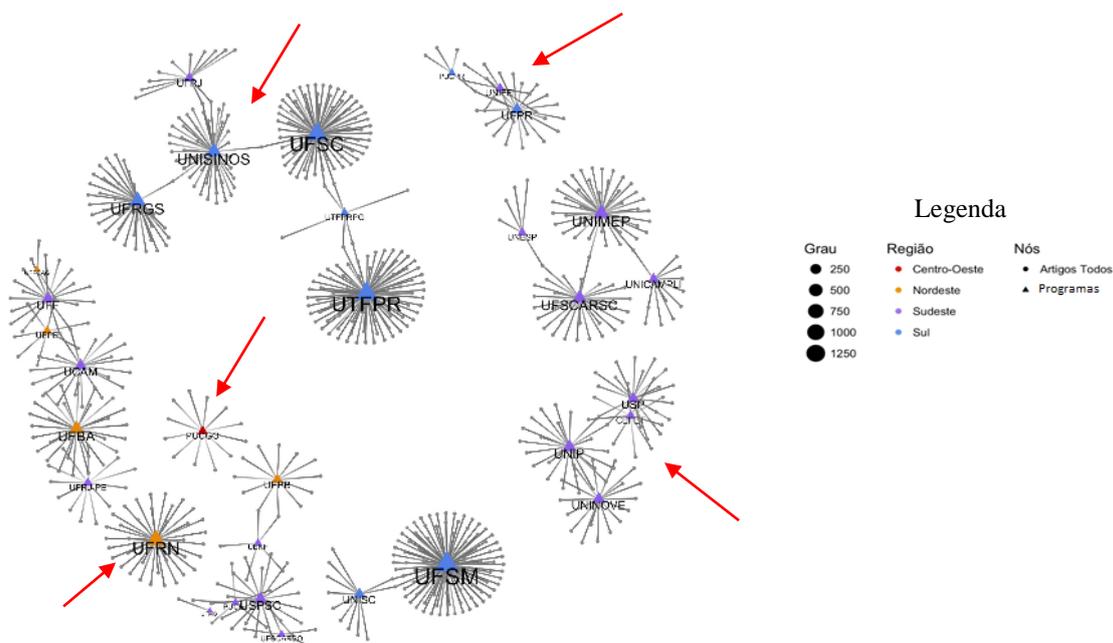
Figura 27 - Centralidade de Grau de Estrato B5 por Região



Fonte: A autora

Para a visualização das centralidade de grau dos estratos C é visualizada na Figura 28, mostrando as regiões mais divididas, com poucas colaborações entre elas. Mais programas se isolaram na produção deste estrato.

Figura 28 - Centralidade de Grau de Estrato C por Região



Fonte: A autora

Fazendo uma análise mais global utilizando de todas as figuras e também da Tabela 2, que traz medidas das redes de colaboração por estrato, percebe-se que as Figuras 21 a 28 retratam respectivamente as colaborações dos estratos A1, A2, B1, B2, B3, B4, B5 e C. A rede mais coesa é a rede de estratos B3 e a rede de maior produção é a rede de estratos B5.

Tabela 2 - Medidas das Rede de Colaboração por Estratos

Rede	Nós		Componentes	Diâmetro
	Instituições	Artigos		
A1	31	324	17	10
A2	32	280	21	12
B1	31	429	14	10
B2	32	245	22	12
B3	32	712	7	12
B4	32	653	17	10
B5	33	1051	14	12
C	33	683	19	10

Fonte: A autora

As redes de colaborações são pouco expressivas e acontecem em maior número de vezes entre as Regiões Sul e Sudeste. Há alguns envolvimento dos programas da Região Sudeste com Nordeste e Nordeste com Sul.

O programa da Região Centro-Oeste (PUCGO) se encontra isolado em sua produção em todos os estratos, assim como o programa da Região Nordeste (UFBA). No estrato A1 (Figura 21) percebe-se a colaboração entre os programas da Região Nordeste (UFPE) com programas da Região Sul (UTFPR e UTFPRPG com UFPE). No estrato B1 (Figura 23) se nota que os programas da Região Nordeste (UFPB e UFRN) têm colaborado com programas da Região Sudeste (UFF e USP) Figura 23. Na Figura 25 (estratos B3) os programas da Região Sul, Sudeste e Nordeste (com exceção da UFBA) estão bem próximos na colaboração, embora que ainda fraca. Nos estratos mais baixos (B4, B5 e C) apresentados nas Figuras 26 a 27, as colaborações se tornam mais entre programas da própria região, com algumas poucas exceções. Como exemplo tem-se a relação de colaboração ente os programas UFPE e UFPEAG, em que suas interações só não acontecem no estrato B5 (Figura 27). Nos demais estão sempre presentes de forma mais intensa em suas relações. Na Figura 28 são identificadas várias produções de Conceito C, sem validade no processo de avaliação por ter peso “0”.

O estudo de certa forma aponta o forte envolvimento de colaboração na produção científica entre programas de mesma região. No entanto colaborações entre programas de regiões distintas são identificadas com fraco relacionamento. Assim se cumpre primeiro objetivo específico da pesquisa em traçar o perfil demográfico dos Programas de Pós-graduação em Engenharia de Produção.

4.2.2 Estabelecimento do padrão das publicações de artigos em periódicos nos estratos superiores A1, A2 e B1

Esta rede é formada por 1066 nós (33 programas e 1033 artigos) onde existem 2831 arestas (colaboradores) ligando estes dois conjuntos de entidades (programas e artigos). Ao dividir esta produção por estratos, eles ficam assim quantificados, A1 (324), A2 (280) e B1 (429). Toda a produção nestes estratos está apresentada no Quadro 5.

Quadro 6 - Total de produção no Estrato Superior da Rede de Programas e Artigos

Colaboradores	Programas	Artigos	A1	A2	B1
2831	33	1033	324	280	429

Fonte: A autora

Toda a produção, considerando todos os estratos no período de 2013 a 2015 é de 4893 artigos. Quando se analisa somente os estratos superiores, estes chegam então a 21,11 % da produção total.

A produção científica em estratos superiores e vínculos dos autores desta produção fazem parte dos critérios do processo de avaliação dos Programas de Pós-graduação. É imprescindível identificar os colaboradores da rede, por assim entender o processo de produção como um todo, onde qualquer vínculo constituído na colaboração tem importância e significância.

Deste modo a distribuição de participantes nesta rede por vínculo é apresentada na Tabela 3. Nota-se que há uma pequena diferença entre produção por colaboradores docentes e participantes externos. A produção por colaboração de discente é pouco superior a produção de colaboradores sem categoria. Os colaboradores docentes são representados por 41,64%, discentes representam 11,80%, ficando a colaboração de participantes externos com 37,41% e colaboradores sem categoria com 9,15%.

Tabela 3 - Vínculos dos Autores na Produção de Estratos Superiores

Colaboração por Participação (Vínculo)				Qualis
Docente	Discente	Participante Externo	Sem Categoria	
386	108	324	89	A1
313	92	271	55	A2
480	134	464	115	B1
1179	334	1059	259	A1, A2, B1

Fonte: A autora

Percebe-se que a produção por colaboradores docentes e discentes detém 53,44 % de toda a produção.

O padrão de colaboração da produção científica nos estratos superiores é estudado utilizando a rede dos programas e artigos, observando a publicação envolvida a partir da centralidade de grau, de proximidade e de intermediação. Nestas redes os programas são indicados pelo nome de suas instituições.

Nos grafos os programas são apresentados por triângulos e nomes, em que os conceitos são identificados pelas cores em suas respectivas legendas. O grau do programa na rede é apontado pelo tamanho dos nomes e triângulos correspondentes. Os artigos são exibidos por círculos. As arestas indicam a autoria e coautoria dos artigos. Portanto, a colaboração na produção de artigos é identificada por cada aresta. Assim quando há mais de uma aresta significa que houve mais colaboradores na produção do artigo.

As cores das arestas representam os tipos de vínculos dos participantes na colaboração (docente, discente, participante externo e sem categoria) junto ao programa.

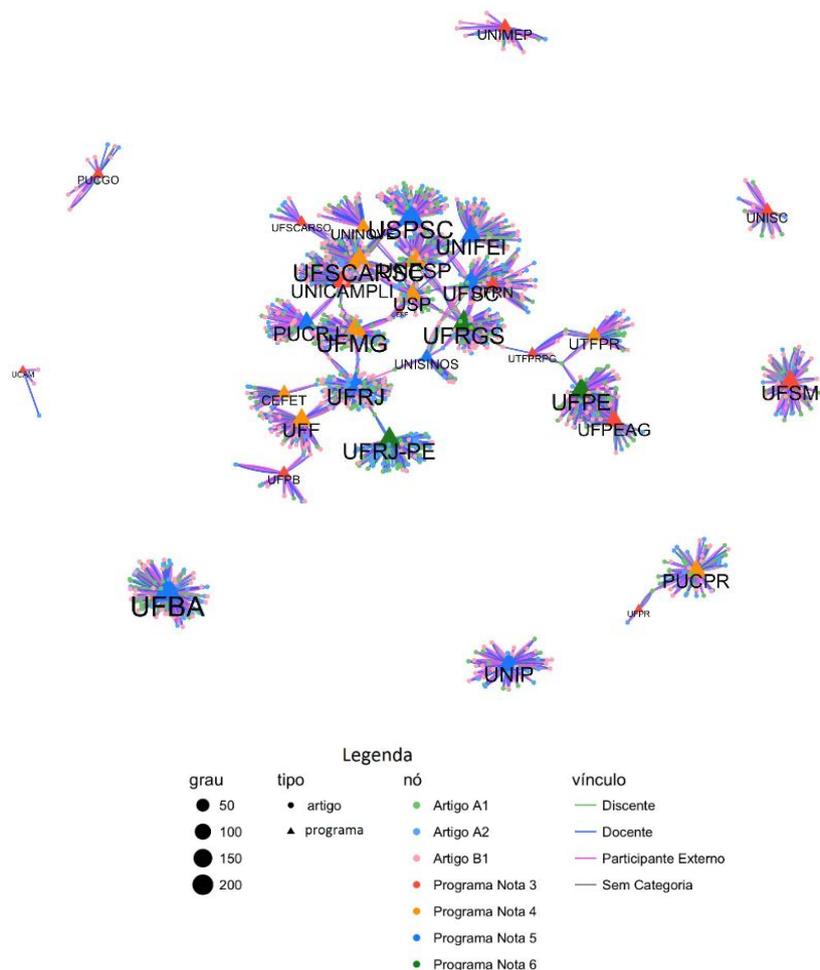
Os programas são identificados em suas posições na rede de colaboração quanto as centralidades. A centralidade de grau posiciona o nível de participação do programa na produção científica. A centralidade de proximidade identifica os programas que se encontram mais próximos ou afastados dos outros. Já a centralidade de intermediação aponta os programas que facilitam o fluxo de informações na rede, ou seja, servem de pontes entre os programas.

As medidas de centralidades auxiliam na interpretação visual dos grafos por apontar as relações com maior propriedade.

4.2.2.1 Resultados e Análise da Centralidade de Grau dos Estratos Superiores

A rede de Centralidade de grau dos estratos superiores A1, A2 e B1, representada na Figura 29, tem diâmetro 16 e é formada por 10 componentes, sendo oito compostas por somente um programa, outra composta por dois programas e a grande componente agrupa os demais 24 programas.

Figura 29 - Rede de Centralidade de Grau dos Estratos Superiores



Fonte: A autora

Os programas que se apresentam isolados na rede são a PUCGO, UNISC, UFISM, UCAM, UENF, UNIMEP (Conceitos 3), UFBA e UNIP (conceito 5). A componente formada por dois programas, une a PUCPR (conceito 4) a UFPR (conceito

3). A grande componente é composta por UFRJ-PE, UFPE e UFRGS (conceito 6), USPSC, UNIFEI, UFSC, UFRJ, UNISINOS E PUCRJ (conceito 5), UNINOVE, UFSCARSC, UNESP, USP, UFMG, UTFPR, CEFET, UFF (conceito 4) e UNICAMPLI, UFPEAG, UFRN, UFSCARSO, UFPB e UTFPRPG (conceito 3).

Nesta rede de programas e artigos a centralidade de grau reflete justamente a produção dos programas, ou seja, quanto mais alta a centralidade de grau de um programa, mais este produziu nos estratos superiores.

As produções nos estratos superiores não estão refletidas nos conceitos, ou seja, existem programas de conceitos 4 (UFMG) produzindo mais que programas de conceito 6 (UFRGS). Há programas de conceitos mais baixos e de menores números de produções isolados (exemplo PUCGO - conceito 3), assim como programas de conceitos mais altos e grande número de produções isolados, (exemplo UFBA - conceito 5).

Ao observar os vínculos no grafo percebe-se a predominância das cores lilás (participante externo) e azul (docente), sendo providencial para dar *feedback* dos números da Tabela 3.

Na rede de centralidade de grau da Figura 29 as informações da visualização podem ser confrontadas com a Tabela 4, construída considerando os dez programas de maior centralidade de grau, ou seja, os dez programas que mais produziram nestes estratos, em que o *rank* os demais programas podem ser acessados no Apêndice I.

Tabela 4 - *Rank* da Centralidade de Grau da Rede de Estratos Superiores

Programa	Conceito	Grau
UFBA	5	234
USPSC	5	180
UFMG	4	171
UFSCARSC	4	163
UFRGS	6	154
UFRJ	5	146
UFPE	6	141
UFRJ-PE	6	132
UNIFEI	5	126
UNESP	4	120

Fonte: A autora

No *rank* da Tabela 4, estão classificados os 3 programas Conceito 6 (UFRGS, UFPE e UFRJ-PE), 4 programas Conceito 5 (UFBA, USPSC, UFRJ e UNIFEI) e 3 programas Conceito 4 (UFMG, UFSCARSC e UNESP). O programa UFBA consegue o primeiro lugar no *rank* em produção nos estratos superiores sem o auxílio de colaboradores de outros programas, sendo confirmado pela Figura 29.

Na tabela 4 percebe-se que os programas que apresentam maior produção, também são programas melhores conceituados pela CAPES (5 e 6). Para se ter uma visão geral, tomando o Apêndice II como referência nota-se que os programas de maior conceito estão à frente em número de publicações que os programas menos conceituados (3 e 4), com exceção da UNISINOS (5) que mantém baixa publicação. Assim como, são poucos os programas de conceito 3 que se enquadram como grandes produtores nesta categoria de estratos, a UFSM se faz uma exceção.

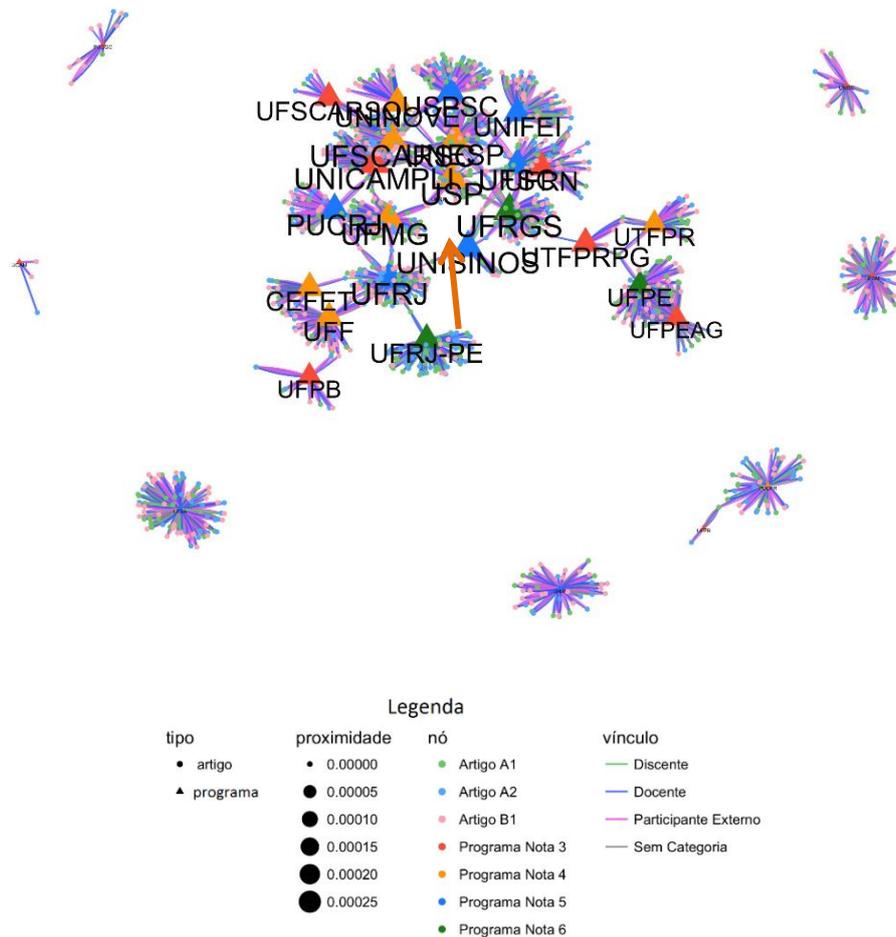
O conceito do programa e a centralidade de grau auxilia a esclarecer que os programas com maior conceito estão melhor colocados nesta centralidade com poucas exceções.

4.2.2.2 Resultados e Análise da Centralidade de Proximidade dos Estratos Superiores

A representação da centralidade de proximidade para a rede de programas e artigos de estratos superiores na Figura 30, retrata que alguns programas aparecem aglomerados no centro e outros na periferia. Os programas que estão isolados são de conceito alto (UNIP e UFBA) ou baixo (PUCGO e UCAM), produzem pouco (PUCGO e UCAM) ou muito (UFBA e UFSM) evidenciando a competição entre os programas.

Percebe-se quase não há diferenças entre os tamanhos dos nomes dos programas e dimensões dos triângulos para os programas centrais, indicando que estão bem próximos.

Figura 30 - Rede de Centralidade de Proximidade dos Estratos Superiores



Fonte: A autora

Estas pequenas diferenças são comprovadas pelas métricas de proximidade da Tabela 5. Os programas que se mostram isolados quanto a centralidade de grau, aqui se torna mais nítido seus afastamentos e em alguns casos tem valores iguais a “zero”, com menores representações dos triângulos e nomes.

Na construção da Tabela 5, foram considerados os dez programas de maior centralidade de proximidade, onde pode ser visualizada de forma completa no Apêndice II. Nela as métricas nos indicam que os programas estão bem próximos com exceção dos programas isolados encontrados na periferia e o programa UENF (3) está sob os

programas da grande concentração, identificado pela seta na figura próximo a USP. Ele é uma componente isolada da rede de proximidade.

Tabela 5 - Rank da Centralidade de Proximidade da Rede de Estratos Superiores

Programa	Conceito	Proximidade
USP	4	0,000265675
UFRGS	6	0,000256148
UFRJ	5	0,000254842
UFSCARSC	4	0,00025025
UFMG	4	0,000248385
UNISINOS	5	0,000240964
UNICAMPLI	3	0,000236407
PUCRJ	5	0,000225124
UNESP	4	0,000224115
UFSC	5	0,000222916

Fonte: A autora

Os programas como UFRJ/ UFRJ-PE, UFPE/ UFPEAG, UTFPR/ UTFPRPG e UFSCARSC/UFSCARSO estão sempre próximos e colaborativos entre si. A UFBA e UNISC continuam solitárias quanto a proximidade também. A proximidade no grafo sempre repercute em uma colaboração.

O *rank* da Tabela 5 classifica somente um programa conceito 6 (UFRGS), 4 programas conceito 5 (UFRJ, UNISINOS, PUCRJ e UFSC), 4 programas Conceito 4 (USP, UFSCARSC, UFMG e UNESP) e um programa conceito 3 (UNICAMPLI). A USP se mostra o programa mais próximo aos demais, onde visualmente pode ser confirmado na Figura 30, por estar central aos demais.

Percebe-se que somente um programa de conceito 6 (UFRGS) está bem próximo aos demais. Repara-se que a maioria dos programas se colocam bem próximos uns aos outros na colaboração dos estratos superiores, talvez almejando uma parceria.

Os dez programas com maior centralidade de intermediação são apresentados na Tabela 6, podendo ser consultados o *rank* dos demais programas no Apêndice III. Os programas de maior intermediação estão assim distribuídos: Conceito 3 (UTFPRPG), Conceito 4 (UFMG, USP, UFSCARSC e UNESP), Conceito 5 (UFRJ, PUCRJ e UNISINOS) e Conceito 6 (UFRGS e UFRJ - PE). Nota-se que os programas de conceito 4 estão bem envolvidos na intermediação.

Tabela 6 - Rank da Centralidade de Intermediação da Rede de Estratos Superiores

Programa	Conceito	Intermediação
UFRJ	5	152682,8832
UFRGS	6	113486,1404
USP	4	98703,4556
UFSCARSC	4	92179,2774
UFMG	4	82604,0531
UTFPRPG	3	61229,5000
PUCRJ	5	59537,9551
UNISINOS	5	54223,5840
UNESP	4	51306,7399
UFRJ-PE	6	50272,0000

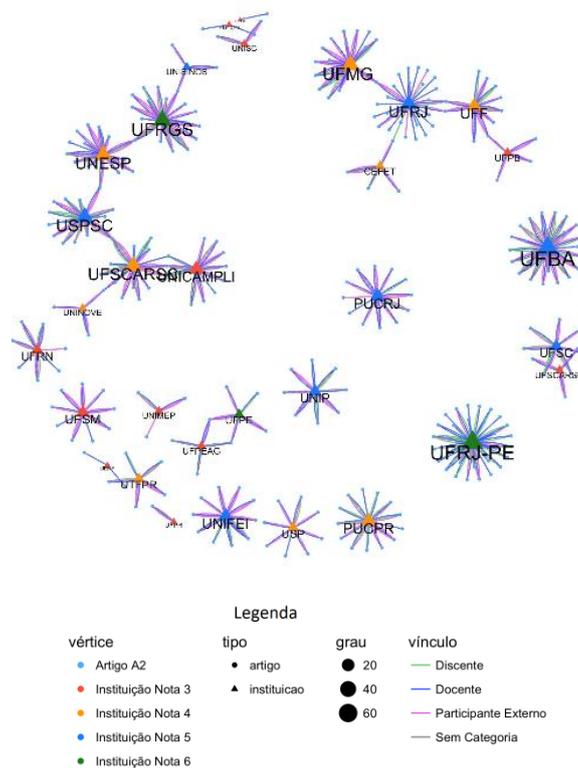
Fonte: A autora

Mostra ainda que os dois programas de maior intermediação têm também altos conceitos, sendo o UFRJ (5) e UFRGS (6). Analisando a Tabela 6 completa no Apêndice III, percebe-se que na sua maioria os conceitos dos programas seguem o grau de intermediação, portanto pode-se entender que existe uma relação, então os programas de maiores conceitos também têm maior poder de intermediação.

4.2.2.4 Resultado e Análise das Centralidades por Estrato A1, A2 e B1

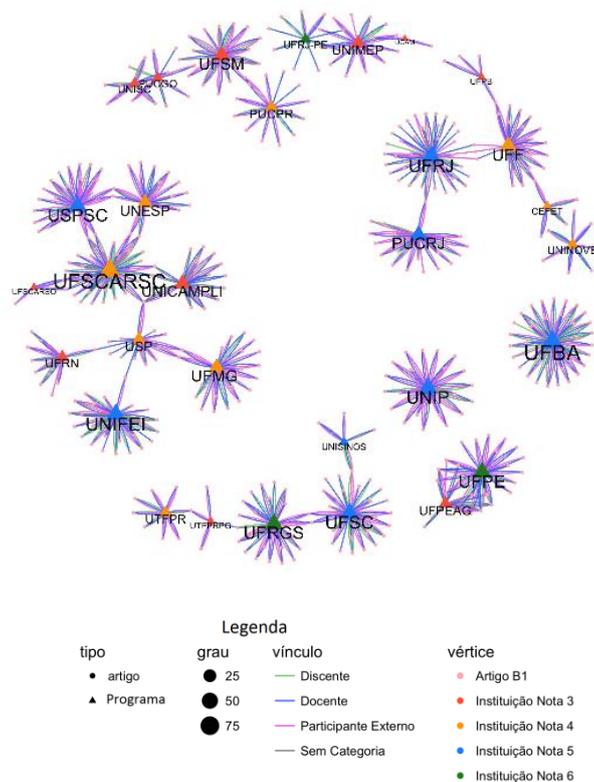
Para a apresentação dos resultados das centralidades por estrato, foram construídas tabelas para cada estrato e suas centralidades de grau, proximidade e intermediação.

Figura 33 - Centralidade de Grau por Estrato Superior A2



Fonte: A autora

Figura 34 - Centralidade de Grau por Estrato Superior B1



Fonte: A autora

Analisando os vínculos de colaboração na Figuras 32, no programa da UFRJ e UFRJ-PE, PUCPR nota-se a colaboração do docente muito presente. Nos programas UFPE e UFMG percebe-se a grande colaboração dos participantes externos. Observando-se de forma geral a participação externa é bastante presente, confirmando o já exposto em tabela. Na Figura 33, percebe-se um menor número de produções com a participação da colaboração dos docentes e participantes externos não se sobressaem, ficando num mesmo patamar de colaborações. Nos programas da UFRJ-PE e UFRJ nota-se mais a presença do colaborador docente. Na Figura 34 há uma maior percepção do colaborador participante externo quando vista como um todo, sendo o mesmo observado nas Figuras 32 e 33, com exceção das pontuações já mencionadas.

Para estudar a centralidade de grau por cada estrato foi construída a Tabela 7 que traz os dez programas melhores pontuados e formar o *rank* por estrato de centralidade de grau. Portanto o programa UFBA aponta como a maior produção em estratos A2 e B1, conquistando o quarto lugar na produção A1. O programa UFMG se encontra no primeiro em A1, terceiro em A2, mas não está no *rank* do B1.

Tabela 7 - *Rank* da Centralidade de Grau por Estrato A1, A2 e B1

A1			A2			B1		
Programa	Grau	Grau	Programa	Conceito	Grau	Programa	Conceito	Grau
UFMG	4	78	UFBA	5	73	UFBA	5	97
USPSC	5	77	UFRJ-PE	6	67	UFSCARSC	4	90
UFPE	6	67	UFRGS	6	50	UNIFEI	5	69
UFBA	5	64	UFMG	4	46	UFRJ	5	65
UFRJ-PE	6	49	USPSC	5	42	UNIP	5	65
UFRJ	5	46	UFSCARSC	4	41	UFSC	5	64
UFRGS	6	45	UNESP	4	40	UFPE	6	62
UFPEAG	3	41	UFRJ	5	35	USPSC	5	61
UNESP	4	41	PUCPR	4	30	UFRGS	6	59
UFMSM	3	38	UFF	4	29	UFF	4	54

Fonte: A autora

Portanto o programa UFBA aponta como a maior produção em estratos A2 e B1, conquistando o quarto lugar na produção A1. O programa UFMG se encontra no

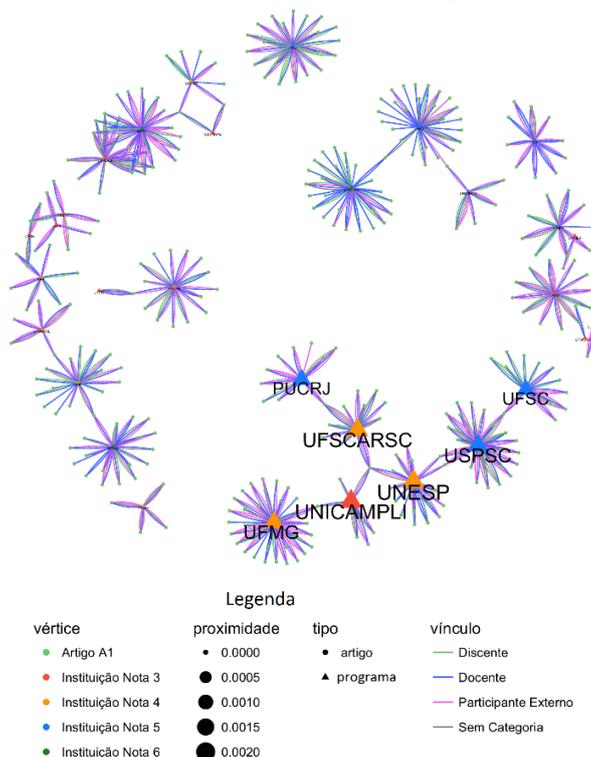
primeiro em A1, terceiro em A2, mas não está no *rank* do B1. O Programa UFPEAG sempre ligado ao UFPE, se despoeta entre os dez no *rank* de produção em A1.

Percebe-se que os programas que possuem maior conceito também estão melhores colocados no rank de produção A1. Programas de conceito 3 estão entremeados na produção de A1 e A2, tendo uma maior produção em B1, conforme Figura 34.

Continuando a análise das medidas de centralidade por estrato, a Figuras 35, 36 e 37 vem apontar a centralidade de proximidade A1, seguida pela proximidade de A2 e B1.

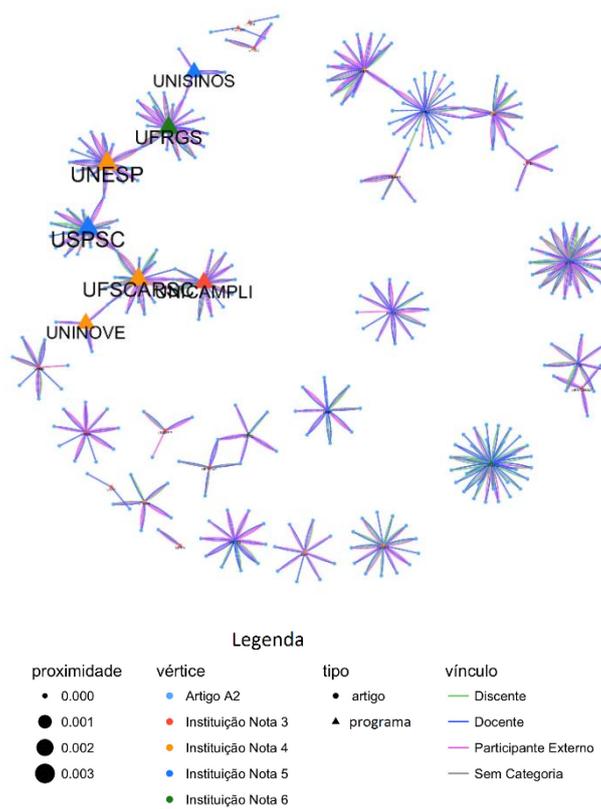
Identifica-se que programas de conceitos 3(UNICAMPLI) e 4 (UFMG, UFSCARSC e UNESP) estão bem próximos a programas de maior conceito (PUCRJ, USPSC e UFSC). A grande componente é formada justamente por estes 7 programas citados. Observa-se também, que a colaboração na produção destes programas em sua maioria são colaboradores externos, com exceção do UFSC em que há predominância do docente e discente.

Figura 35 - Centralidade de Proximidade por Estrato A1



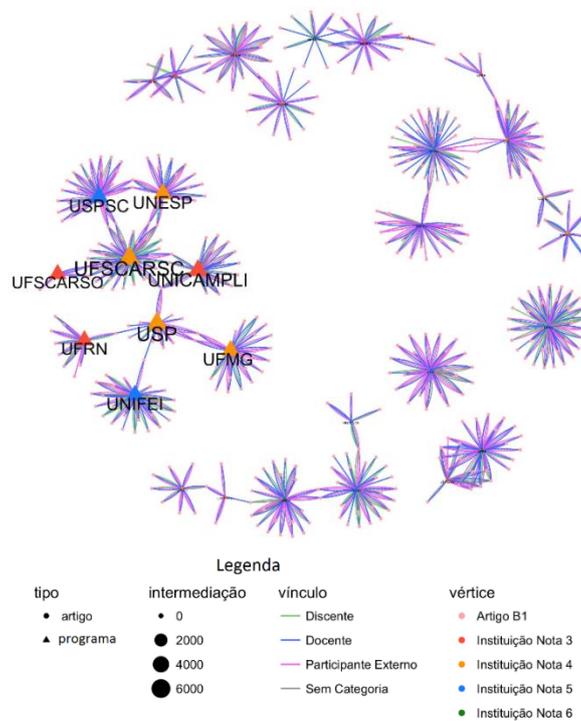
Fonte: A autora

Figura 36 - Centralidade de Proximidade por Estrato A2



Fonte: A autora

Figura 37 - Centralidade de Proximidade por Estrato B1



Fonte: A autora

Nos programas periféricos e componentes menores, identifica colaborações de participantes externo mais acentuada.

A Tabela 8 indica os programas com as dez maiores proximidades em cada um dos estratos superiores. A medida de centralidade de proximidade dos programas UFPE, UFBA e UFRJ-PE (A1); UFPE, UFBA e UFRJ-PE (A2) e UFBA (B1) é igual a zero, indicando o completo isolamento destes nas redes.

Tabela 8 - Rank da Centralidade de Proximidade por Estratos A1, A2 e B1

A1			A2			B1		
Programa	Conceito	Proxim.	Programa	Conceito	Proxim.	Programa	Conceito	Proxim.
UNESP	4	0,0025	USPSC	5	0,0038	UFSCARSC	4	0,0021
UNICAMPLI	3	0,0023	UNESP	4	0,0036	USP	4	0,0021
UFSCARSC	4	0,0022	UFSCARSC	4	0,0032	UNICAMPLI	3	0,0017
USPSC	5	0,0021	UFRGS	6	0,0029	USPSC	5	0,0015
UFMG	4	0,0019	UNICAMPLI	3	0,0024	UNESP	4	0,0015
PUCRJ	5	0,0015	UNINOVE	4	0,0022	UNIFEI	5	0,0015
UFSC	5	0,0015	UNISINOS	5	0,0021	UFMG	4	0,0014
UFPE	6	0,0000	UFBA	5	0,0000	UFRN	3	0,0014
UFBA	5	0,0000	UFRJ-PE	6	0,0000	UFSCARSO	3	0,0013
UFRJ-PE	6	0,0000	UFMG	4	0,0000	UFBA	5	0,0000

Observação: Proxim. – Proximidade.

Fonte: A autora

Os programas conceito 3 (UNICAMPLI), conceito 4 (UFSCARSC, UNESP, USPSC) estão tem medidas de centralidade de proximidade que os mantem primeiro entre os cinco melhores do *rank*.

A Figura 38 apresenta a rede de centralidade de intermediação do estrato A1. A rede de intermediação para os estratos A1 tem em sua grande componente 7 programas, em que os programas são de conceito 3 (UNICAMPLI), conceito 4 (UFSCARSC, UNESP e UFMG) e conceito 5 (USPSC, PUCRJ e UFSC). Observa-se que a colaboração no programa UFSC a maioria é formada por colaboradores docentes e discentes.

No próximo passo é analisar a centralidade de intermediação para cada um dos estratos que compõe o extrato superior.

Observa-se que os programas de conceito 6 aparecem como intermediadores na produção em diferentes estratos, assim o UFRJ-PE (A1), UFRJ-PR e UFRGS (A2) e UFRGS (B1). O grau de intermediação em no estrato B1 é alto se comparado com os estratos A1 e A2.

Fazendo uma análise geral, nota-se a 46,56% da produção é relativa a colaboração por participantes externos e sem categoria, enquanto que 53,44% são colaborações por docentes e discentes.

A produção em estratos superiores é representada por 21,11%. O programa da UFBA está sempre isolado, porém no topo do rank da produção para os estratos superiores, sendo mais eficiente na produção em A2 e B1 do que em A1.

A produção não reflete exatamente no conceito dos programas, mas sempre programas bem-conceituados acabam estar no rank dos que mais produzem nos estratos superiores.

Observa-se que os programas que se isolam, ora por produzir muito (UFBA, UFRJ-PE) ou por produzir pouco (CEFET, PUCGO).

As relações entre os programas UFRJ e UFRJ-PE, UFPE e UFPEAG, UTFPR e UTFPRPG, se mantém sempre, refletindo quase sempre em colocações de ambos no *rank*.

Os programas UFBA, UFRJ, UFRJ-PE produzem muito por colaboração de docentes, enquanto os demais fazem mais parcerias com colaborações externas.

Os programas que não se isolam estão bem próximos aos demais da rede, constituindo um aglomerado de programas com todos os conceitos e vários níveis de produção.

O programa de conceito 6 (UFRGS) aparece como muito próximo de programas de conceito 5 e 4, ou seja, é alvo de parceria em colaborações com estes programas, onde o programa de conceito 3 (UNICAMPLI) aparece proximidade a este grupo.

Há uma relação na intermediação, onde programas de maiores conceitos, tem maior poder de intermediação.

Assim, se cumpre o segundo objetivo específico ao estabelecer o padrão das publicações de artigos em periódicos nos estratos superiores A1, A2 e B1, com indicações de seus vínculos de colaboração.

4.2.3 Padrões das publicações de artigos em periódicos dos programas com conceito

CAPES 3

São 13 os programas de conceito CAPES 3, apresentados na Tabela 10, apenas a UNIMEP possui o Doutorado desde 2003, tendo as demais somente o Mestrado.

Tabela 10 – Programas Conceito 3 em Funcionamento

PROGRAMA	ESTADO	ANO DE INÍCIO	MATURIDADE
PUCGO	GO	2010	6
UCAM	RJ	2011	5
UENF	RJ	1994	22
UFPB	PB	1975	41
UFPEAG	PE	2013	3
UFPR	PR	2010	6
UFRN	RN	1999	17
UFSCARSO	SP	2011	5
UFSM	RS	1974	42
UNICAMPLI	SP	2013	3
UNIMEP	SP	2002	14
UNISC	RS	2005	11
UTFPRPG	PR	2014	2

Fonte: Plataforma Sucupira 2016

Observa-se que a maturidade não é uma característica que relevante pela disparidade os anos de programas envolvidos em uma mesma classe de conceituação. Nota-se os programas mais novos, como PUCGO, UCAM, UFPEAG, UFPR, UFSCARSO, UNICAMPLI e o recém-criado UTFPRPG (2014). Os com maior maturidade, são os programas UENF, UFPB, UFRN, UFSM.

A rede de publicações em periódicos dos programas de conceito 3 é apresentada na Figura 41, em que o conjunto de nós com a forma de círculo caracterizam os programas

Percebe-se pela rede da Figura 41 que a variação de tamanho do nó e de seu identificador facilita distinguir a produção do programa na rede e observar os periódicos com maior número de publicações entre 2013 e 2015.

4.2.3.1 Centralidade de Grau dos Programas

A Tabela 11 apresenta o *rank* das medidas de centralidade de grau dos programas conceito CAPES 3.

Tabela 11 – *Rank* das medidas de Centralidade de Grau por Estrato

PROGRAMA	Medidas de Centralidade de Grau									
	A1	A2	BI	B2	B3	B4	B5	C	SC	
UFSM	12	9	15	28	27	70	113	87	29	390
UNIMEP	1	3	12	6	10	25	52	40	16	165
UFRN	2	7	9	6	13	14	38	36	6	131
UNICAMPLI	7	11	15	6	28	18	25	11	3	124
UFPR	1	1	0	4	14	17	33	19	20	109
UCAM	0	1	2	4	7	8	54	20	1	97
UNISC	4	2	5	2	15	10	36	11	3	88
UFSCARSO	1	3	3	7	13	13	22	4	7	73
UFPB	3	4	4	1	6	8	30	12	3	71
UFPEAG	15	4	11	1	20	6	1	2	1	61
UTFPRPG	2	0	4	5	7	10	15	6	1	50
PUCGO	1	2	8	1	0	11	4	12	3	42
UENF	0	2	0	0	3	9	12	5	5	36
TOTAL	49	49	88	71	163	219	435	265	98	1437

Fonte: A Autora

A UFSM, UNIMEP, UFRN, UNICAMPLI, UFPR, são os cinco programas com centralidade de grau acima de 100, ou seja, são os programas de conceito 3 líderes em produção científica. A UFSM, produziu mais que o dobro de artigos em relação a UNIMEP, segundo colocado, e mais de dez vezes que o último colocado (UENF), demonstrando o maior esforço deste programa com relação aos demais.

4.2.3.2 Centralidade de Grau dos Periódicos

Na Figura 41 a participação dos programas UFSM e UNIMEP na publicação do periódico *Espacios* (Caracas) identificado pelo número 138 no grafo é bem expressiva.

As arestas são ponderadas, em que suas espessuras representam a intensidade de publicações direcionadas ao periódico. Na Figura 41 percebe-se a grande publicação da UFSM e UNIMEP no periódico Espacios (Caracas).

Os periódicos que alcançaram centralidade de grau acima de 10 forma relacionados no *rank* e expostos na Tabela 12, ou seja, periódicos que mais publicam as produções dos programas de conceito 3. Observando os periódicos do *rank* da Tabela 4, está em primeiro lugar o periódico Espacios (Caracas), seguido por Revista Produção Online, Produção (São Paulo. Impresso), Revista Eletrônica em Gestão e Educação e Tecnologia Ambiental.

Tabela 12– *Rank* centralidade de Grau e Classificações Qualis

ID	PERIÓDICO	QUALIS 2014	QUALIS 2015	GRAU
138	Espacios (Caracas)	B3	C	113
538	Revista Produção Online	B4	B4	29
378	Produção (São Paulo. Impresso)	B2	B3	28
496	Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental	B5	B4	25
457	Revista de Administração da UFSM	B4	B4	22
180	Iberoamerican Journal of Industrial Engineering	B4	B5	19
507	Revista GEINTEC: gestão, inovação e tecnologias	SC	B5	18
510	Revista Gestão do Conhecimento (Curitiba. Impresso)	B5	SC	18
163	GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas (Online)	B4	B4	17
56	Business Management Review (BMR)	B5	B5	15
166	Gestão & Produção (UFSCAR. Impresso)	B3	B3	14
300	Latin American Applied Research	B2	B2	13
511	Revista Gestão Industrial	B5	B5	13
572	Tecno-lógica (Santa Cruz do Sul. Online)	SC	SC	13
516	Revista IEEE América Latina	B2	B2	12
553	S & G. Sistemas & Gestão	B5	B5	12
6	Acta Biomedica Brasiliensia	B5	B5	11
193	Independent Journal of Management & Production	B5	B4	11
540	Revista SODEBRAS	B5	B5	11

Fonte: A Autora

A mudança de Qualis ocasiona sempre mudanças de classificação dos periódicos anualmente (Tabela 4). O Qualis de 2015 foi publicado na PS em janeiro de 2016, assim ao ser adotado, nota-se nas colunas de Qualis 2014 e 2015, o rebaixamento do conceito dos periódicos Espacios (Caracas) (138), Produção (São Paulo. Impresso) (378),

Iberoamerican Journal of Industrial Engineering (180) e Iberoamerican Journal of Industrial Engineering (510). Elevou seu conceito o periódico Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental (496) e os positivamente para os 496 e Revista GEINTEC: gestão, inovação e tecnologias (507). Os demais permaneceram.

A produção dos programas conceito 3 repercutiu em 1437 artigos utilizando 603 periódicos da relação Qualis 2015, relacionados pela PS. A Tabela 13 representa os artigos publicados por cada estrato e respectivos percentuais. Os estratos com maior produção foram o B5 e C, totalizando 700 das publicações (48,72%), enquanto os estratos superiores publicaram 98 artigos (6,82 %).

Tabela 13 – Artigos Publicados por Estrato

Estrato	A1	A2	B1	B2	B3	B4	B5	C	SC	Total
Artigo	49	49	88	71	163	219	435	265	98	1437
(%)	3,41	3,41	6,12	4,94	11,34	15,24	30,27	18,45	6,82	100

Fonte: A Autora

O perfil dos colaboradores da produção científica dos 1437 artigos, são expostos na Tabela 14, que mostra o comprometimento dos colaboradores dentre colaborações oriundas dos autores e dos coautores na produção dos artigos publicados. Percebe-se que as colaborações provenientes das participações externa são em maioria e reflete em 2005 atuações. As colaborações por docentes foram de 1581. Os colaboradores sem categoria com 749 participações, foram mais atuantes que os discentes, em 667 colaborações.

Tabela 14 – Participação na produção de artigos por vínculos

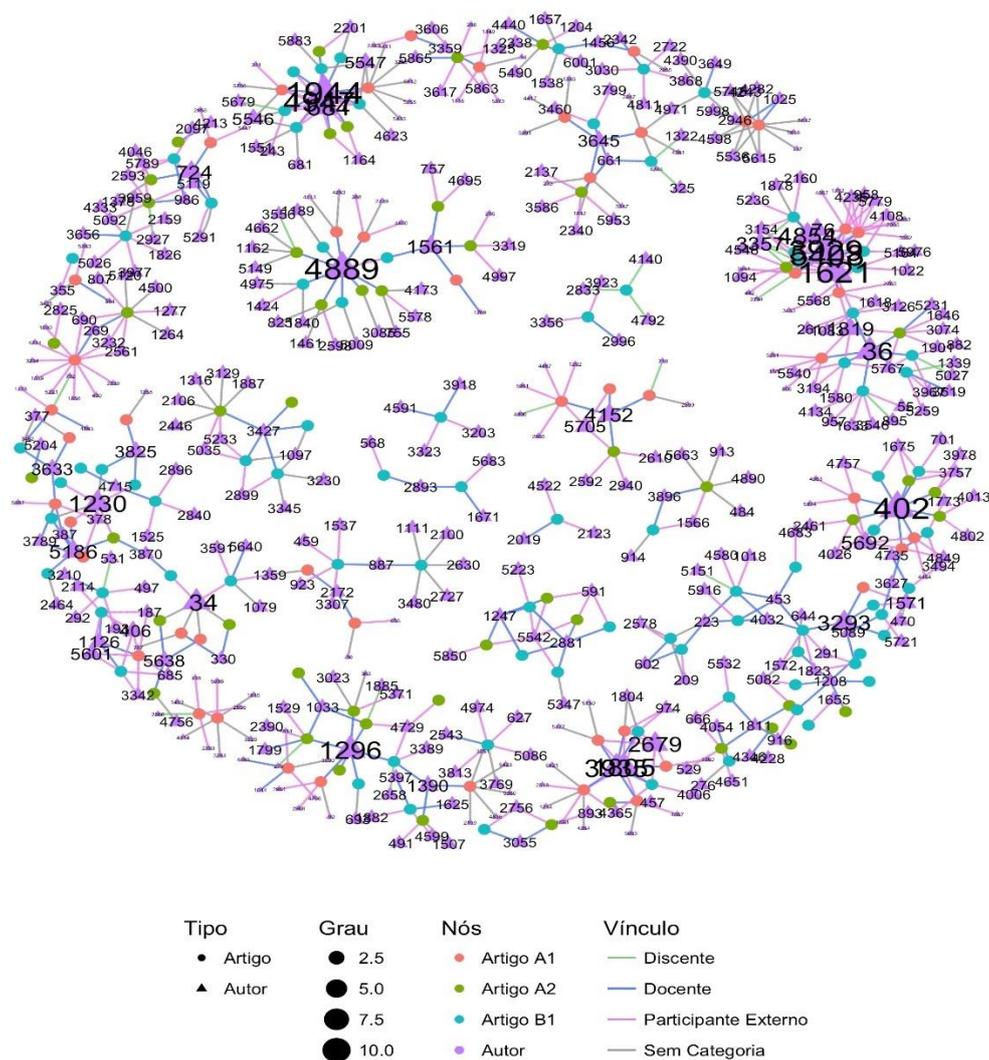
Vínculo	Discente	Docente	Participante Externo	Sem Categoria	Total
Colaboração	667	1581	2005	749	5002

Fonte: A Autora

Para a CAPES os pesos que refletem na classificação dos programas são docentes e discentes. Devido à falta de caracterização do colaborador “sem categoria”, não se sabendo ao certo como analisar esta grande participação na produção dos artigos, fica -se por saber se é conveniente ou não este empenho, podendo ser um dos prováveis trabalhos futuros.

Devido a produção dos estratos superiores repercutir de forma direta na avaliação dos programas, foi dada uma atenção a este respeito nesta parte do estudo. Assim esta análise é feita a partir da Figura 42, que mapeia toda a produção dos programas de conceito 3 nos estratos A1, A2 e B1. Nela é possível apontar as colaborações da produção científica, conforme as cores dos vínculos detalhadas na legenda.

Figura 42 - Rede de colaboração científica das publicações de estratos A1, A2 e B1



Fonte: A Autora

Os dados referentes a Figura 42, foram detalhados na Tabela 15, separadas por tipo de vínculo de colaboração.

As publicações em A1 dos programas de conceito 3 tem grande parceria de colaboradores participante externo e colaborações sem categoria, chegando a ser mais alta que as colaborações por docentes e discentes. A participação do docente tem uma participação equilibrada na produção dos estratos superiores, ficando em um intervalo de 26 a 33 % em colaborações por estrato. O discente fica em um intervalo de 2 a 4 % de participação, o participante externo no intervalo de 45 a 50% e o sem categoria no intervalo de 14 a 28%.

Tabela 15 – Participação na Produção de Artigos por Qualis

Colaboração por Vínculo	Discente	Docente	Participante Externo	Sem Categoria	Total
Colaboração em A1	2	34	47	21	104
Colaboração em A2	5	51	86	55	197
Colaboração em B1	10	84	133	37	264
Colaboração em A1, A2 e B1	17	169	266	113	565

Fonte: A Autora

A Tabela 16 é composta por colaboradores que mais produziram nos estratos superiores, estabelecendo o *rank*. Foram considerados as medidas de centralidade de grau (número de artigos) abaixo de 6. Os colaboradores que mais se destacaram foram discriminados na tabela, como seu vínculo e programa.

Tabela 16 – *Rank* dos Colaboradores na Produção de Artigos em Estratos Superiores

ID	Colaborador	Grau	Programa	Vínculo
1944	Fabio Mariano Bayer	11	UFMS	Docente
402	Anand Subramanian	10	UFF	Participante externo
1621	Edson Luiz Foletto	10	UFMS	Participante externo
3929	Marcio Antonio Mazutti	10	UFMS	Participante externo
4889	Reinaldo Morabito Neto	10	UFSCARSC	Docente
5408	Sergio Luiz Jahn	10	UFMS	Docente
4947	Renato Jose de Sobral Cintra	9	UFPEAG	Participante externo
36	Adilson Ben da Costa	7	UNISC	Docente
1296	Daniel Aloise	7	UFRN	Docente
1805	Enrique Andres Lopez Droguett	7	UFPEAG	Docente
3935	Marcio Jose das Chagas Moura	7	UFPEAG	Docente
34	Adiel Teixeira de Almeida	6	UFPEAG	Docente
684	Arjuna Madanayake	6	UFMS	Participante externo
1230	Cristiano Alexandre Virginio Cavalcante	6	UFPEAG	Docente
4854	Raquel Cristine Kuhn	6	UFMS	Participante externo
1208	Cloves Goncalves Rodrigues	6	PUCGO	Docente

Fonte: A Autora

Dos dezesseis colaboradores que mais produziram nos estratos superiores, conforme o *rank* da Tabela 16, seis são do programa UFSM (dois docentes e quatro participantes externos), cinco do UFPEAG (um participante externo e quatro docentes) em que os demais tiveram um colaborador, UFF (participante externo), PUCGO (docente), UFSCARSC (docente), UNISC (docente) e UFRN (docente). Na Figura 42, podem ser localizados os três maiores pontuadores pelos seus indicadores (ID), sendo o 1944 (UFSM), 402(UFF) e 1621(UFSM).

Finalizando a pesquisa desta etapa, é analisado na rede de periódicos e programas de conceito 3, Figura 43. Nela estão representados os periódicos que mais forma utilizados para publicar os artigos dos estratos superiores da produção dos programas conceito 3 e A Tabela 17 apresenta o *rank* dos 3 periódicos de cada estrato que mais publicaram os estratos superiores dos programas conceito 3.

Tabela 17 – *Rank* dos Periódicos nos Estratos A1, A2 e B1

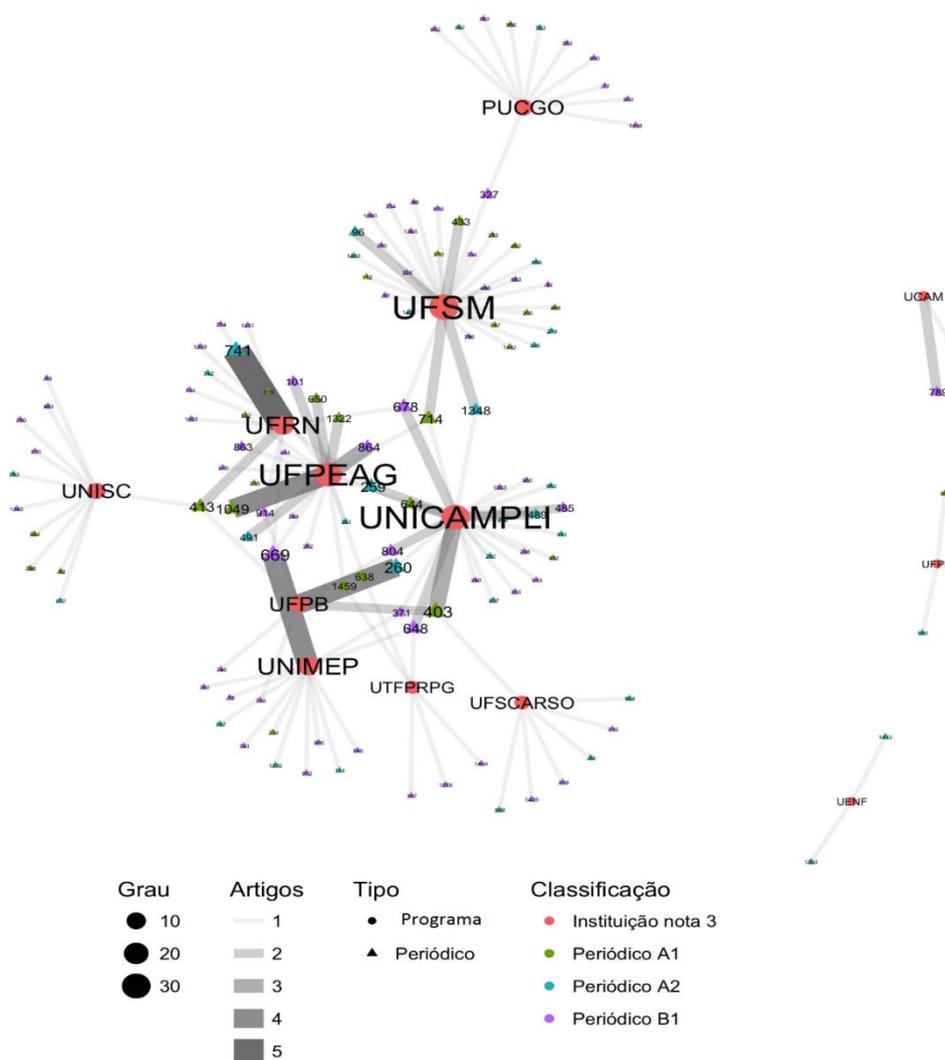
ID	Periódico	Estrato	Grau
403	European Journal of Operational Research	A1	6
714	Journal of Cleaner Production	A1	4
1049	Reliability Engineering & Systems Safety	A1	4
260	Computers & Operations Research	A2	5
741	Journal of Global Optimization	A2	5
259	Computers & Industrial Engineering	A2	4
669	International Journal, Advanced Manufacturing Technology	B1	6
648	International Journal of Production Research (Print)	B1	4
678	International Transactions in Operational Research	B1	4

Fonte: A Autora

Os *Id* dos periódicos podem ser vistos, quando reportados diretamente à Figura 43, rede de periódicos dos estratos superiores dos programas de conceito 3. O que mais publica A1 é o *European Journal of Operational Research*, A2 o *Computers & Operations Research* e B1 o *International Journal, Advanced Manufacturing Technology*.

A Figura 43 vem retratar os periódicos indicados pelos *Id* e programas que o utilizam na publicação nos estratos superiores.

Figura 43– Rede de Centralidade de Grau dos Periódicos A1, A2 e B1



Fonte: A Autora

Consolidando os dados encontrados nesta fase do estudo temos que a aplicação da ARS é eficaz para este tipo de estudo, com métricas e grafos que se fazem entender facilmente todo o processo produtivo e colaboração.

Tem-se na produção total dos programas de conceito 3, o programa UNIMEP que possui em sua grade a formação em Doutorado, ocupando o 2º lugar no *rank* da produção total.

A produção global no período estudado de 2013 a 2015 foi de 1437 artigos A1(49), A2 (49), B1(88), B2(71), B3(163), B4(219), B5(435), C (265) e SC (88). Percebe-se que a maior produção foi no estrato B5 e menores A1, A2 e B1.

Os colaboradores envolvidos forma em 5002 para esta produção, em que são os colaboradores docentes (1581), discente (667), participantes externos (2005) e SC (749), tendo como maior colaborador o participante externo.

A produção em estratos superiores (A1, A2 e B1) destes programas de conceito 3, foi quantificada em 186 artigos, sendo a maior produção de B1, seguidos com a mesma faixa de produção o A1 e A2 (49 cada).

Os colaboradores envolvidos na produção do estrato superior desta classe de programas de conceito 3 foram em 595 colaboradores, dentre docentes (169), discente (17), participantes externos (266) e SC (113). Percebe-se a presença marcante do colaborador externo nesta produção.

Os programas têm maiores produções em estratos diferentes como o programa UFPEAG maior produtor de A1, o UNICAMPLI de A2 e UFSM de B1, entretanto o UFSM é o maior produtor nesta categoria de estratos superiores.

Os cinco periódicos mais procurados para publicação estão a *Espacios* (Caracas), *Revista Produção Online*, *Produção* (São Paulo) - Impresso, *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental* e *Revista de Administração da UFSM*, em que dois tiveram estrato rebaixado, *Espacios* (Caracas) e *Produção* (São Paulo. Impresso) e a *Revista Produção Online* teve o estrato elevado e as demais permaneceram. No *rank* dos colaboradores que mais produzem, estão em maioria os docentes.

Cumprindo mais este objetivo, o trabalho passa a explorar a análise e resultados do último objetivo da pesquisa.

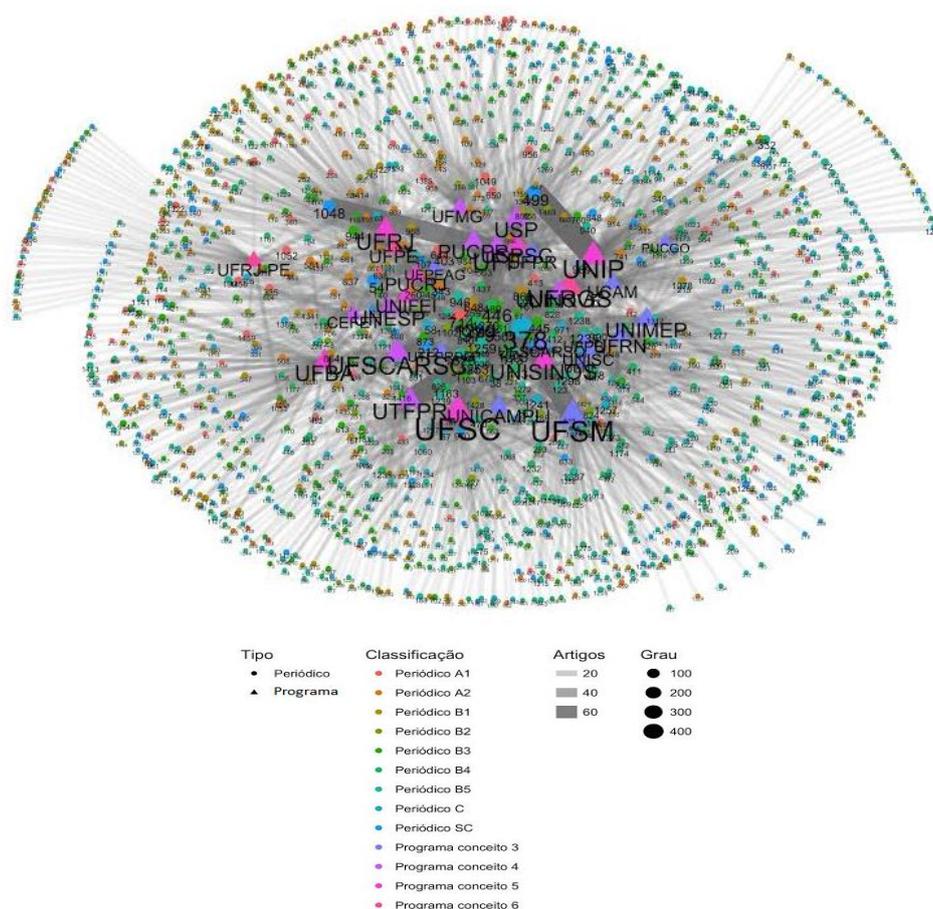
4.2.4 Mapeamento dos destinos de publicações de artigos em periódicos

A rede de centralidade de grau foi utilizada por expressar as quantidades de periódicos (grau) utilizados para as publicações dos artigos no período de 2013 a 2015, parte do quadriênio de 2013 a 2016.

Todas as tabelas que serão apresentadas, se observados os *Id* dos periódicos juntamente com a legenda da figura, poderão ser nela pontuados, bem como os programas.

A Figura 44 apresenta a rede de centralidade de grau de periódicos e programas.

Figura 44 - Rede de Centralidade de Grau dos Periódicos e Artigos em Todos os Estratos.



Fonte: A Autora

A Tabela 18 exibe *rank* dos periódicos em que os programas publicaram vinte ou mais artigos, no período de 2013 a 2015, de 1439 utilizados.

Tabela 18 – *Rank* de Todos os Periódicos

Id	Periódico	Qualis	Grau
378	Espacios (Caracas)	C	311
979	Produção (São Paulo. Impresso)	B3	160
1299	Revista Produção Online	B4	118
446	Gestão & Produção (UFSCAR. Impresso)	B3	110
499	IFIP Advances in Information and Communication Technology	SC	77
714	Journal of Cleaner Production	A1	65
1048	Relatórios de Pesquisa em Engenharia de Produção (UFF)	SC	57
54	Advanced Materials Research (Online)	SC	53
1325	S & G. Sistemas & Gestão	B5	52
1303	Revista SODEBRAS	B5	48
1253	Revista GEINTEC: gestao, inovacao e tecnologias	B5	44
1235	Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental	B4	44
505	Independent Journal of Management & Production	B4	44
1259	Revista Gestão Industrial	B5	44
173	Business Management Review (BMR)	B5	39
212	Chemical Engineering Transactions	SC	37
946	Pesquisa Operacional para o Desenvolvimento	B5	36
445	Gestão & Produção	B3	35
1270	Revista IEEE América Latina	B2	35
443	GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas (Online)	B4	34
403	European Journal of Operational Research	A1	33
796	Journal of Technology Management & Innovation	B3	31
669	International Journal, Advanced Manufacturing Technology	B1	30
983	Product (IGDP)	SC	30
944	Pesquisa Operacional (Impresso)	B3	28
648	International Journal of Production Research (Print)	B1	28
1163	Revista de Administração da UFSM	B4	27
58	African Journal of Business Management	C	26
1241	Revista Espacios	C	26
478	Iberoamerican Journal of Industrial Engineering	B5	25
343	Energy Policy	A2	24
1298	Revista Produção em Foco	B5	24
969	Procedia Computer Science	SC	22
644	International Journal of Production Economics	A1	22
332	Enciclopédia Biosfera	B5	22
990	Produto & Produção (Online)	B5	21
541	Interciencia (Caracas)	B2	20
968	Procedia CIRP	SC	20
873	Midia Virtual do I.B.S.	B3	20
38	Ação Ergonômica	B5	20
480	Iberoamerican Journal of Project Management (IJoPM)	B4	20

Fonte: A Autora

Os periódicos mais utilizados para publicação do *rank* estão assim distribuídos por estrato: A1 (03), A2 (1), B1 (2), B2 (2), B3 (6), B4 (6), B5 (11), C (3) e SC (7).

A Tabela 19 exibe *rank* dos periódicos A1 em que os programas publicaram vinte ou mais artigos, de 91 utilizados nas publicações.

Tabela 19 – *Rank* de Periódicos A1

Id	Periódico	Qualis	Grau
714	Journal of Cleaner Production	A1	65
403	European Journal of Operational Research	A1	33
644	International Journal of Production Economics	A1	22
1052	Renewable & Sustainable Energy Reviews	A1	17
1049	Reliability Engineering & Systems Safety	A1	15
956	Plos One	A1	12
413	Expert Systems with Applications	A1	12
650	International Journal of Project Management	A1	11
335	Energy (Oxford)	A1	9
638	International Journal of Operations & Production Management	A1	8
1456	Waste Management (Elmsford)	A1	6
1322	Risk Analysis	A1	6
1459	Water Resources Management	A1	6
340	Energy Economics	A1	5
1385	Technological Forecasting & Social Change	A1	5
206	Ceramics International	A1	5

Fonte: A Autora

Percebe-se que o número de publicações no periódico primeiro colocado, *Journal of Cleaner Production* é superior 96,96 % aos publicados no segundo colocado.

A Tabela 20 exibe o *rank* dos periódicos A2 em que os programas publicaram até 5 artigos, de 110 utilizados nas publicações.

Tabela 20 – *Rank* de Periódicos A2

Id	Periódico	Qualis	Grau
260	Computers & Operations Research	A2	16
837	Linear Algebra and its Applications	A2	14
581	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	A2	11
1414	The International Journal of Life Cycle Assessment	A2	6
741	Journal of Global Optimization	A2	6
1341	Scientometrics (Print)	A2	5
109	Applied Soft Computing (Print)	A2	5
325	Electric Power Systems Research (Print)	A2	5
508	Industrial & Engineering Chemistry Research	A2	5

Fonte: A Autora

Fazendo umas relações com os três periódicos melhores pontuados no *rank* dos periódicos A2 com os demais e nota-se que receberam mais que o dobro das publicações.

A Tabela 21 apresenta o rank dos periódicos B1 em que os programas publicaram até 5 artigos, de 212 utilizados nas publicações. Dentre os Estratos Superiores o B1 é o mais utilizado.

Tabela 21 – *Rank* de Periódicos B1

Id	Periódico	Qualis	Grau
669	International Journal, Advanced Manufacturing Technology	B1	30
648	International Journal of Production Research (Print)	B1	28
864	Mathematical Problems in Engineering (Print)	B1	15
678	International Transactions in Operational Research	B1	13
1078	Revista Brasileira de Ciência Avícola / Brazilian Journal of Poultry Science	B1	13
1001	Quality and Reliability Engineering International (Print)	B1	10
804	Journal of the Operational Research Society	B1	10
988	Production Planning & Control (Print)	B1	9
802	Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering (Impresso)	B1	8
490	IEEE Transactions on Magnetics	B1	7
422	Filomat (Univerzitet u Nishu)	B1	7
511	Industrial Management + Data Systems	B1	6
914	Optimization Letters (Print)	B1	6
661	International Journal of Sustainable Development and World Ecology	B1	6
1377	Sustainability (Basel)	B1	5
712	Journal of Chemical Thermodynamics	B1	5
167	British Food Journal (1966)	B1	5

Fonte: A Autora

Na tabela percebem-se os dois primeiros no *rank*, com 100% de preferência de publicações aos demais.

A Tabela 22 apresenta o rank dos periódicos B2 em que os programas publicaram até 5 artigos, de 82 utilizados nas publicações. Observa-se que este estrato não é muito escolhido para publicações, talvez pelo fato de estar próximo à última faixa dos estratos superiores (B1). Com um pouco mais de esforço na pesquisa se publica um B1.

Tabela 22 – Rank de Periódicos B2

Id	Periódico	Qualis	Grau
1270	Revista IEEE América Latina	B2	35
541	Interciencia (Caracas)	B2	20
1102	Revista Brasileira de Gestão de Negócios (São Paulo. Impresso)	B2	15
824	Latin American Applied Research	B2	14
349	Engenharia Agrícola (Impresso)	B2	11
288	Custos e @gronegocio Online	B2	10
1428	Transinformação	B2	8
47	Acta Scientiarum. Technology (Impresso)	B2	7
227	Ciência Rural (UFSCM. Impresso)	B2	7
221	Ciência e Saúde Coletiva (Impresso)	B2	6
1019	RAE (Impresso)	B2	6
855	Matéria (UFRJ)	B2	5
1463	Work (Reading, MA)	B2	5
48	Acta Scientiarum. Technology (Online)	B2	5
350	Engenharia Agrícola (Online)	B2	5

Fonte: A Autora

A Tabela 23 apresenta o *rank* dos periódicos B3 em que os programas publicaram até 5 artigos, de 186 utilizados nas publicações.

Tabela 23 – Rank de Periódicos B3

Id	Periódico	Qualis	Grau
979	Produção (São Paulo. Impresso)	B3	160
446	Gestão & Produção (UFSCAR. Impresso)	B3	145
796	Journal of Technology Management & Innovation	B3	31
944	Pesquisa Operacional (Impresso)	B3	28
873	Mídia Virtual do I.B.S.	B3	20
945	Pesquisa Operacional (Online)	B3	13
651	International Journal of Quality and Reliability Management	B3	13
563	International Journal of Business Innovation and Research (Print)	B3	12
984	PRODUCTION	B3	11
175	Business Process Management Journal	B3	11
1103	Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional	B3	9
760	Journal of Manufacturing Technology Management	B3	9
140	Benchmarking (Bradford)	B3	9
937	Perspectivas em Ciência da Informação (Online)	B3	9
845	Management of Environmental Quality	B3	9
1416	The International Journal of Productivity and Performance Management	B3	7
307	DYNA (Medellën)	B3	7
526	Ingeniare. Revista Chilena de IngenierÃa (En lÃnea)	B3	7
357	Ensaio (Fundação Cesgranrio. Impresso)	B3	6
613	International Journal of Innovation and Sustainable Development	B3	6
67	Ambiente & Sociedade (Online)	B3	5
1197	Revista de Globalizacion, Competitividad y Gobernabilidad	B3	5
591	International Journal of Environmental Studies	B3	5

Fonte: A Autora

Observa-se a presença de dois periódicos nacionais como os primeiros do *rank* nesta categoria.

A Tabela 24 apresenta o *rank* dos periódicos B4 em que os programas publicaram até 5 artigos, de 153 utilizados nas publicações.

Tabela 24 – *Rank* de Periódicos B4

Id	Periódico	Qualis	Grau
1299	Revista Produção Online	B4	118
1235	Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental	B4	44
505	Independent Journal of Management & Production	B4	44
443	GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas (Online)	B4	34
1163	Revista de Administração da UFSM	B4	27
480	Iberoamerican Journal of Project Management (IJoPM)	B4	20
161	Brazilian Journal of Operations and Production Management	B4	19
354	Engevista (UFF)	B4	19
810	Journal of Transport Literature	B4	16
412	Exacta (São Paulo. Impresso)	B4	14
411	Exacta (Online)	B4	12
828	Latin American Journal of Management for Sustainable Development	B4	12
1437	Transportes (Rio de Janeiro)	B4	9
1232	Revista Eletrônica de Estratégia & Negócios	B4	9
1187	Revista de Engenharia e Tecnologia	B4	9
1236	Revista Eletrônica Fafit/Facic	B4	9
442	GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas	B4	8
437	Genome Announcements	B4	7
359	Enseñanza de las Ciencias	B4	5
1188	REVISTA DE ENSINO DE ENGENHARIA	B4	5
393	Estudos em Design (Online)	B4	5
399	European Journal of Business and Social Sciences	B4	5
544	International Business Research	B4	5
415	FACEF Pesquisa	B4	5
1291	Revista Pensamento Contemporâneo em Administração (UFF)	B4	5

Fonte: A Autora

A Tabela 25 apresenta o *rank* dos periódicos B5 em que os programas publicaram até 5 artigos, de 310 utilizados nas publicações. Este estrato detém o maior número de publicações que os demais e é o último estrato pontuado pela CAPES.

Tabela 25 – Rank de Periódicos B5

Id	Periódico	Qualis	Grau
1325	S & G. Sistemas & Gestão	B5	52
1303	Revista SODEBRAS	B5	48
1253	Revista GEINTEC: gestao, inovacao e tecnologias	B5	44
1259	Revista Gestão Industrial	B5	44
173	Business Management Review (BMR)	B5	39
946	Pesquisa Operacional para o Desenvolvimento	B5	36
478	Iberoamerican Journal of Industrial Engineering	B5	25
1298	Revista Produção em Foco	B5	24
332	Enciclopédia Biosfera	B5	22
990	Produto & Produção (Online)	B5	21
38	Ação Ergonômica	B5	20
1238	Revista Eletrônica Gestão & Saúde	B5	16
470	Holos (Natal. Online)	B5	15
1387	Tecno-lógica (Santa Cruz do Sul . Online)	B5	14
940	Perspectivas online: exatas e engenharias	B5	13
1239	Revista Eletrônica Produção & Engenharia	B5	12
939	PERSPECTIVAS EM GESTÃO & CONHECIMENTO	B5	12
42	Acta Biomedica Brasiliensia	B5	11
123	Asian Journal of Business and Management Sciences	B5	11
826	Latin American Journal of Business Management	B5	9
1273	Revista Innovare	B5	9
1174	Revista de Ciência & Tecnologia	B5	9
1164	Revista de administração da Unimep	B5	9
190	Cadernos de Prospecção	B5	8
1277	REVISTA JOVENS PESQUISADORES	B5	8
475	Human Factors in Design	B5	8
1141	Revista Científica e-Locução	B5	8
1060	REUNA (on line)	B5	7
1284	Revista Metropolitana de Sustentabilidade	B5	7
1022	RAI : Revista de Administração e Inovação	B5	7
1272	Revista Ingenieria Industrial	B5	7
891	Navus Revista de Gestão e Tecnologia	B5	7
989	Produto & Produção (Impresso)	B5	6
1121	Revista Brasileira de Qualidade de Vida	B5	6
293	Desafio Online	B5	6
1092	Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas (UNICAMP)	B5	6
1281	Revista Liberato (Novo Hamburgo)	B5	6
1443	Uni-pluri (Medellin)	B5	5
1379	Sustainable Business International Journal	B5	5
194	Cadernos do IME. Série Estatística	B5	5
1312	Revista UNIABEU	B5	5
309	E-tech: Tecnologias para Competitividade Industrial	B5	5
35	ABCustos (São Leopoldo, RS)	B5	5

Fonte: A Autora

Observa-se a grande pontuação dos periódicos neste estrato.

Assim, cumpre-se o estudo do último objetivo de mapear o destino das publicações dos programas de pós-graduação em Engenharia de Produção.

Observa-se que a produção incide muito em periódicos nacionais endereçados ao estrato B5. Dentre os 1439 periódicos alvos de publicações, somente 413 pertencem aos estratos superiores.

Classificando os 5 periódicos mais empregados de cada estrato temos a Tabela 26, finalizando o estudo.

Tabela 26 – Rank dos 5 Periódicos de cada Estrato

Estrato	Periódico	Qualis	Grau
A1	Journal of Cleaner Production	A1	65
	European Journal of Operational Research	A1	33
	International Journal of Production Economics	A1	22
	Renewable & Sustainable Energy Reviews	A1	17
	Reliability Engineering & Systems Safety	A1	15
A2	Computers & Operations Research	A2	16
	Linear Algebra and its Applications	A2	14
	International Journal of Electrical Power & Energy Systems	A2	11
	The International Journal of Life Cycle Assessment	A2	6
	Journal of Global Optimization	A2	6
B1	International Journal, Advanced Manufacturing Technology	B1	30
	International Journal of Production Research (Print)	B1	28
	Mathematical Problems in Engineering (Print)	B1	15
	International Transactions in Operational Research	B1	13
	Revista Brasileira de Ciência Avícola	B1	13
B2	Revista IEEE América Latina	B2	35
	Interciência (Caracas)	B2	20
	Revista Brasileira de Gestão de Negócios (São Paulo. Impresso)	B2	15
	Latin American Applied Research	B2	14
	Engenharia Agrícola (Impresso)	B2	11
B3	Produção (São Paulo. Impresso)	B3	160
	Gestão & Produção (UFSCAR. Impresso)	B3	145
	Journal of Technology Management & Innovation	B3	31
	Pesquisa Operacional (Impresso)	B3	28
	Mídia Virtual do I.B.S.	B3	20
B4	Revista Produção Online	B4	118
	Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental	B4	44
	Independent Journal of Management & Production	B4	44
	GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas (Online)	B4	34
	Revista de Administração da UFSM	B4	27
B5	S & G. Sistemas & Gestão	B5	52
	Revista SODEBRAS	B5	48
	Revista GEINTEC: gestao, inovacao e tecnologias	B5	44
	Revista Gestão Industrial	B5	44
	Business Management Review (BMR)	B5	39

Fonte: A autora

CAPITULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 Considerações Finais

A fim de entender todo o processo de produção intelectual científica dos Programas de Pós-Graduação *Stricto Sensu* Acadêmicos em Engenharia de Produção, foram colocadas algumas questões de pesquisa que puderam ser discutidas pelo estudo.

O perfil de relacionamento relativo à situação demográfica em que os programas se encontram, explicitou além das relações regionais, também as intenções de colaboração competitiva. Observam-se programas com produções bem qualificadas, porém isolados nas redes, o que indicar um isolamento premeditado a fim de uma boa avaliação. Os programas têm uma colaboração mais forte quando se relacionam internamente em suas próprias regiões. Parcerias pontuais foram detectadas na colaboração entre regiões, mas com laços fracos, com pouco volume de produções.

Quanto ao padrão de publicação e colaboração dos programas, observando os conceitos CAPES do triênio 2010-2012, observou-se que programas que possuem conceitos mais altos possuem, também, uma maior produção em estratos superiores. São programas que produzem em menor quantidade e com maior qualidade.

Em todo o processo de construção da produção intelectual científica constatou-se que o colaborador docente e discente tem uma parcela razoável na produção. Em geral, seja na produção em estratos superiores ou não, a colaboração do participante externo é evidentemente maior que a dos demais. Os programas de altos conceitos utilizam mais a colaboração do docente, bem como a colaboração do discente, mas em menor proporção.

A participação do colaborador sem categoria não foi elucidada por falta de dados na Plataforma Sucupira. Não se pode até momento analisar as redes de colaboração que se formam externas aos programas, identificando sua procedência. É necessário que se faça um trabalho neste sentido.

Ao estudar os programas, de conceito CAPES 3, foi constatado a presença de um programa com doutorado, não sendo um fato que fortalecesse o programa frente aos demais, visto que se encontra no *rank* da produção e colaboração atrás de programas sem esta habilitação e mesmo conceito CAPES. Também a maturidade não é indicativa de alto poder no processo da produção intelectual científica.

O perfil de produção dos programas de conceito 3, em estratos superiores, é ainda baixo. Há uma alta presença do colaborador participante externo e muito publicação em periódicos sem classificação (SC). Poucos são os periódicos utilizados pelos programas conceito CAPES 3 pertencentes aos estratos superiores.

Procurando entender o desempenho dos programas de conceito CAPES 3, rumo ao processo de avaliação do quadriênio, é importante que seus investimentos em publicação sejam precisos e focados em periódicos de maior fator de impacto. O que se tem de resposta da pesquisa é um tanto assustador, considerando apenas parte do quadriênio, pois alguns periódicos empregados nas publicações destes programas, tiveram seus Qualis rebaixados.

A mudança de Qualis 2014 para o 2015 ao fim desta pesquisa favoreceu positivamente o objetivo de mapear os destinos de publicações de artigos em periódicos, visto que ao reclassificar os periódicos conforme o Qualis 2015 (atual) percebe-se que os periódicos de estratos superiores praticamente não sofrem alterações, enquanto que os demais ficam vulneráveis ao processo de requalificação alterado ano a ano.

Este processo de mapeamento dos periódicos possibilitará aos programas ter uma visão mais clara sobre onde depositar uma pesquisa para publicação de forma a alcançar os objetivos de progressão dos programas.

Esta pesquisa é somente o princípio da exploração da rede complexa formada pela produção intelectual científica dos programas de pós-graduação *stricto sensu* acadêmicos em engenharia de produção.

5.2 Sugestões para Trabalhos Futuros

No decorrer desta pesquisa a participação em seminários foi essencial para se chegar aos objetivos propostos, visto que dois outros trabalhos utilizaram redes como ferramenta para explorar a gama de dados necessários para confirmar ou não as hipóteses da pesquisa.

Assim, devido a uma abordagem de outro trabalho envolvendo redes sociais para visualização e análise de um curso a distância, a parceria no desenvolvimento de *scripts* para obtenção de um melhor resultado foi fundamental, para melhorar a exploração visual e análise das redes, aplicando a ARS.

Como esta pesquisa tem um vasto campo a explorar, pretende-se ainda:

- Fechamento do quadriênio envolvendo todos os dados do período 2013 a 2016;
- Estudo do padrão de publicações em anais dos mesmos programas estudados;
- Estudar as relações dos estratos já publicados com suas respectivas linhas de pesquisa e aplicação de financiamentos no quadriênio;
- Estudo do perfil do colaborador “sem categoria” nestes programas;
- Estudo de visualizações de redes explorando outros *layouts*;
- Averiguação dos padrões de publicação dos outros conceitos dos programas.

Os estudos devem prosseguir frente ao lançamento de novos dados na Plataforma Sucupira.

REFERÊNCIAS

ABBASI, A.; ALTMANN, J. e HWANG, J. **Evaluating scholars based on their academic collaboration activities: two indices, the RC-index and the CC-index, for quantifying collaboration activities of researchers and scientific communities.** *Scientometrics*, v. 83, p. 1-13, 2010.

AHN, Y.Y; BAGROW, J. P.; LEHMANN, S., **Link communities reveal multiscale complexity in networks.** *Nature*, v. 466, n. 7307, p. 761-764, 2010.

ALBERT, R.; BARABÁSI, A.L., **Statistical mechanics of complex networks.** *Reviews of Modern Physics*, v. 74, n. 1, p. 47, 2002.

ALVES, A. D. *et al.*, **Sucupira: a system for information extraction of the lattes platform to identify academic social networks.** In 6th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), p. 371– 376, Chaves, Portugal, 2011.

ALVES, B. H.; PAVANELLI, M. A. e OLIVEIRA, E.F.T. **Rede de coautoria institucional em Ciência da Informação: uma comparação entre indicadores de rede e os conceitos CAPES.** *Em Questão*, v. 20, p. 73-87, 2014.

ANJOS, M. C. R.; BAZZO, W. A. A. A.; ROVEROTO, G.; WITKOSKI, J. D. **A análise de redes sociais como ferramenta para o mapeamento de relações entre atores sociais de um projeto de extensão universitária.** *Revista Eletrônica de Comunicação, Informação & Inovação em Saúde*, n. 1, v. 9, 2015.

BARABÁSI, A.L, ALBERT, R. e JEONG H., **Emergence of scaling in random networks.** *Science*, v. 286, n. 5439, p. 509-512, 1999.

BARABÁSI, A. L. **Linked: How everything is connected to everything else and what it means for business, science and everyday life.** Plume Editors, 2002.

BARABÁSI, A.L. **Network Science: Understanding the Internal Organization of Complex Systems** (Invited Talk). In: AAAI Spring Symposium: AI, The Fundamental Social Aggregation Challenge. 2012.

BARATA, Rita. Dez coisas que você deveria saber sobre o Qualis. **RBPG**, Brasília, v. 13, n. 1, 2016.

BASTIAN, Mathieu *et al.* Gephi: an open source software for exploring and manipulating networks. **ICWSM**, v. 8, p. 361-362, 2009.

BATAGELJ, Vladimir e MRVAR, Andrej. **Pajek-program for large network analysis**. *Connections*, v. 21, n. 2, p. 47-57, 1998.

BESSA *et al.* **Introdução às Redes Complexas**. FESC – Grupo de Física Estatística e Sistemas Complexos. Universidade Federal da Bahia. 2010. p. 21.

BISCARO, Claudio; GIUPPONI, Carlo. Co-authorship and bibliographic coupling network effects on citations. **PloS one**, v. 9, n. 6, p. e99502, 2014.

BORDIN, A. S.; GONÇALVES, A. L.; TODESCO, José L. **Departmental scientific collaboration analysis through coauthorship networks**. *Perspectivas em Ciência da Informação*, v. 19, n. 2, p. 37-52, 2014.

BORDONS, M.; APARICIO, J.; GONZÁLEZ-ALBO, B. e DÍAZ-FAES, A. A. **The relationship between the research performance of scientists and their position in co-authorship networks in three fields**. *Journal of Informetrics*, 9, p. 135–144, 2015.

BORGATTI, Stephen P.; EVERETT, Martin G.; FREEMAN, Linton C. Ucinet for Windows: **Software for social network analysis**. 2002.

BORGATTI, S. P. **2-Mode concepts in social network analysis**. *Encyclopedia of complexity and system science*, v. 6, 2009.

BORGATTI S.P, HALGIN D. **O manual SAGE de análise de redes sociais**. Londres; Thousand Oaks, Calif .: SAGE; 2011. xvi, 622 pp

BRANDES, U.; ERLEBACH, T. (eds.) **Network Analysis: Methodological Foundations**. Springer - Verlag Berlin Heidelberg, Lecture Notes in Computer Science, vol. 3418, 2005.

BRYMAN, Alan; STEPHENS, Mike; A CAMPO, Charlotte. The importance of context: Qualitative research and the study of leadership. **The Leadership Quarterly**, v. 7, n. 3, p. 353-370, 1996.

CAMPOS, R. R., **Redes Complexas e ações para Compartilhamento de Conhecimento: Uma Análise de Redes Sociais em um Ambiente Web para Apoio à Aprendizagem** - Tese (Doutorado), Escola de Engenharia de São Carlos – USP, SP – 2014.

CARLEY, Kathleen M.; REMINGA, Jeff. **Ora: Organization risk analyzer**. CARNEGIE-MELLON UNIV PITTSBURGH PA INST OF SOFTWARE RESEARCH INTERNAT, 2004.

CASANOVA, D. **Complex networks in Computer vision, with applications in bioinformatics**. 2013. 192 p. Tese (Doutorado) - Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos. 2013.

COCCIA, M.; WANG, L., **Evolution and convergence of the patterns of international scientific collaboration**. Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 113, n. 8, p. 2057-2061, 2016.

COSTANTINI, G., EPSKAMP, S., BORSBOOM, D., PERUGINI, M., MÖTTUS, R., CRNOVRSANIN, Tarik; MUELDER, Chris W.; FARIS, Robert; FELMLEE, Diane; MA, Kwan-Liu. **Visualization techniques for categorical analysis of social networks with multiple edge sets**. **Social Networks**, v. 37, p. 56-64, 2014.

CUNHA, G. D. **Um panorama atual da Engenharia da Produção no Brasil**. Porto Alegre: [s.n.], 2002.

DE ANDRADE, R. L.; REGO, L. C., **Conhecendo a rede de coautoria dos bolsistas de produtividade em pesquisa da área de Engenharia de Produção e a sua influência no nível de Produtividade**, Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, 2015.

DIGIAMPIETRI, L. A.; MENA-CHALCO, J. P.; SILVA, G.; OLIVEIRA e L. B.; MEIRA, D. **O Estudo da dinâmica de relações de coautoria entre pesquisadores associados aos Programas de Pós-graduação em ciência da computação, avaliados pela CAPES no triênio 2007-2009**. Revista Eletrônica de Sistemas de Informação, v.14, n.1, 2015.

DUCTOR, Lorenzo. Does Co- authorship Lead to Higher Academic Productivity? **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, v. 77, n. 3, p. 385-407, 2015.

EASLEY, D.; KLEINBERG, J. **Networks, Crowds, and Markets: Reasoning about a Highly Connected World**. Cambridge University Press. p. 833, 2010

FAÉ, C. S.; RIBEIRO, J. L. D., **Um retrato da engenharia de produção no Brasil**. Revista Gestão Industrial, v. 1, n. 3, p. 24-33, 2005.

FORTUNATO, Santo. Community detection in graphs. **Physics reports**, v. 486, n. 3, p. 75-174, 2010.

FREEMAN, L. C. **A set of measures of centrality based on betweenness**. **Sociometry**, p. 35-41, 1996.

FURTADO, Heitor Luiz; HOSTINS, Regina Célia Linhares. Avaliação da pós-graduação no Brasil. **Revista de Educação PUC-Campinas-ISSN 2318-0870**, v. 19, n. 1, 2014.

GAO, Zhong-Ke et al. **Multivariate weighted complex network analysis for characterizing nonlinear dynamic behavior in two-phase flow**. Experimental Thermal and Fluid Science, v. 60, p. 157-164, 2015.

- GABARDO, Ademir C. **Análise de redes sociais: uma visão computacional**. Novatec Editora, 2015.
- GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1991.
- GUANGA ORTIZ, Fernando David et al. **Interfaz gráfica para consulta de datos basada en operaciones de transformación de grafos**. 2015
- HAVLIN, S.; COHEN, R. **Complex Networks, Structure, Robustness and Function**. Cambridge University Press. New York. p. 238, 2010
- HERMAN, I.; MELANÇON, G.; MARSHALL, M. S.. **Graph visualization and navigation in information visualization: A survey**. IEEE Transactions on visualization and computer graphics, v. 6, n. 1, p. 24-43, 2000.
- IZQUIERDO, L. R.; HANNEMAN, R. A. **Introduction to the formal analysis of social networks using mathematica**. University of California, Riverside, 2006.
- KAMADA, Tomihisa; KAWAI, Satoru. An algorithm for drawing general undirected graphs. **Information processing letters**, v. 31, n. 1, p. 7-15, 1989.
- KOLACZYK, E. D.; CSÁRDI, G. **Statistical analysis of network data with R**. *New York, NY: Springer*, 2014.
- LEITE, Paula; MUGNAINI, Rogério; LETA, Jacqueline. **A new indicator for international visibility: exploring Brazilian scientific community**. *Scientometrics*, v. 88, n. 1, p. 311-319, 2011.
- LEME, R. A. S. **A história da Engenharia de Produção no Brasil**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 3., São Paulo. Anais do III ENEGEP, São Paulo, 1983.
- LI, E. Y.; LIAO, C. H.; YEN, H. R. **Co-authorship networks and research impact: A social capital perspective**. *Policy Research*, 2013.

- LIU, X. *et al.*, **Co-authorship networks in the digital library research community. Information processing & management**, v. 41, n. 6, p. 1462-1480, 2005.
- LUKE, D. A. *A User's Guide to Network Analysis in R. Springer*. (2015).
- MALI, Franc *et al.* **Dynamic scientific co-suthorship networks**. In: Models of science dynamics. Springer Berlin Heidelberg, 2012. p. 195-232.
- MAROTTA, Luca *et al.* **Bank-firm credit network in Japan: an analysis of a bipartite network**. PloS one, v. 10, n. 5, p. e0123079, 2015.
- MARTELETO, Regina Maria. **Análise de redes sociais: aplicação nos estudos de transferência da informação. Ciência da informação**, v. 30, n. 1, p. 71-81, 2001.
- MARTELETO, Regina Maria *et al.* **Redes sociais, mediação e apropriação de informações: situando campos, objetos e conceitos na pesquisa em Ciência da Informação**. 2010.
- MATTAR, F. N. Pesquisa de marketing: edição compacta. São Paulo: Atlas, 1996.
- MAZZA, Riccardo. Introdução à visualização da informação. Springer Science & Business Media, 2009.
- MELO, R.D.R, RIBEIRO, E.N. e DANTAS, M.J.P. - **Medidas de Centralidade e Visualização de Rede dois Modos Aplicadas à Análise de uma Rede de Produção Científica de Programas de Pós-Graduação, XXIII SIMPEP**, 2016.
- METZ, Jean *et al.* **Redes Complexas: conceitos e aplicações**. Relatórios Técnicos do ICMC-USP São Carlos, 2007.
- MILIOS, Y. A. J. E., **Characterizing and Mining the Citation Graph of the Computer Science Literature**, Knowledge and Information Systems, vol. 6, no. 6, p 664–678, 2004.
- MIRANDA, Caroline Maria Guerra de; ALMEIDA, Adiel Teixeira de. Postgraduate evaluation through ELECTRE TRI method: the case of III engineering area of capes. **Production**, v. 13, n. 3, p. 101-112, 2003.

NEWMAN M., **Scientific collaboration networks. i. network construction and fundamental results**, Physical Review E, vol. 64, no. 1, p. 016131, 2001.

NEWMAN, M. E. J.. “**The Structure and Function of complex networks**”. University of Michigan. Department of Physics, University of Michigan, U.S.A. and Santa Fe Institute, Santa Fe, U.S.A, 2003.

NEWMAN, Mark EJ. **Analysis of weighted networks**. Physical review E, v. 70, n. 5, p. 056131, 2004.

NEWMAN, M.; BARABASI, A. L.; WATTS, D. J. **The structure and dynamics of networks**. Princeton University Press, 2006.

OPSAHL, T.; AGNEESSENS, F.; SKVORETZ, J. **Node Centrality in Weighted Networks: Generalizing Degree and Shortest Path**. Social Networks. v. 32, p. 245 – 251, 2010

PARK, Han Woo; YOON, Jungwon; LEYDESDORFF, Loet. The normalization of co-authorship networks in the bibliometric evaluation: the government stimulation programs of China and Korea. **Scientometrics**, v. 109, n. 2, p. 1017-1036, 2016.

PEÑA, Jorge; ROCHAT, Yannick. Bipartite graphs as models of population structures in evolutionary multiplayer games. **PloS one**, v. 7, n. 9, p. e44514, 2012.

PHELPS, C.; HEIDL, R.; WADHWA, A., **Knowledge, networks, and knowledge networks a review and research agenda**. Journal of Management, v. 38, n. 4, p. 1115-1166, 2012.

PIRATELLI, C. L., A engenharia de produção no Brasil. In: **Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Campina Grande**. 2005.

PONOMARIOV, Branco; BOARDMAN, Craig. What is co-authorship? **Scientometrics**, v. 109, n. 3, p. 1939-1963, 2016.

PRODANOV, Cleber Cristiano; DE FREITAS, Ernani Cesar. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico-2ª Edição**. Editora Feevale, 2013.

QUANDT, C. O. et al., **A produção científica brasileira em gestão do conhecimento: análise cienciométrica e mapeamento de redes de autores do ENEGEP, 1998-2008**. Revista Gestão Industrial, v. 5, n. ESPECIAL, 2009.

RODRIGUES, M. G e DA COSTA, F. J. P. **Sistemas produtivos e inovações tecnológicas**. Engineering Sciences, v. 1, n. 1, p. 29-40, 2013.

RUAS, W.J e FERREIRA, M. A. T. - **Análise de Citações e Análise de Redes Sociais: Rede de Referências em Educação Científica no Portal de Periódicos da Capes**. Revista ACB: Biblioteconomia em Santa Catarina, Florianópolis, v. 21, n. 1, p. 156-166, 2016.

SAMPAIO, Renelson Ribeiro; ROSA, Conrado Pereira; PEREIRA, HBDB. **Mapeamento dos fluxos de informação e conhecimento: a governança de TI sob a ótica das redes sociais**. Gestão & Produção, v. 19, n. 2, p. 377-387, 2012.

SCOTT, John. **Social network analysis**. Sage, 2012.

SHEA, Peter et al. Reconceptualizing the community of inquiry framework: An exploratory analysis. **The Internet and Higher Education**, v. 23, p. 9-17, 2014.

SILVA, F.N., **Redes complexas: novas metodologias e modelagem de aquisição de conhecimento**, Dissertação (Mestrado em Ciência - Área de concentração: Física Aplicada - Opção: Física Computacional) - Instituto de Física de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos, 2009.

SILVA, C. A., FIALHO, J e SARAGOÇA, J., **Análise de redes sociais e Sociologia da acção. Pressupostos teórico-metodológicos**, *Revista Angolana de Sociologia*, 11|2013.

SMITH, P. Sean; TRYGSTAD, Peggy J.; HAYES, Meredith L. Social network analysis: a simple but powerful tool for identifying teacher leaders. **International Journal of Leadership in Education**, p. 1-9, 2016.

STROGATZ, Steven H. **Exploring complex networks**. Nature, v. 410, n. 6825, p. 268-276, 2001.

VANZ, S. A. de S.; STUMPF, I. R. C. **Colaboração científica: revisão teórico-conceitual**. Perspectivas em Ciência da Informação, v. 15, n. 2, p. 42-55, 2010.

TACKX, Raphal; GUILLAUME, Jean-loup; TARISSAN, Fabien. **Revealing intricate properties of communities in the bipartite structure of online social networks**. In: Research Challenges in Information Science (RCIS), 2015 IEEE 9th International Conference on. IEEE, 2015. p. 321-326.

TOIVONEN, Riitta *et al.* **Networks of emotion concepts**. PLoS One, v. 7, n. 1, p. e28883, 2012

TOMAÉL, Maria Inês; MARTELETO, Regina Maria. Redes sociais de dois modos: aspectos conceituais. **Transinformação-ISSN 2318-0889**, v. 25, n. 3, 2013.

TUMMINELLO, M., MICCICHE S., LILLO F., PILO J. e MANTEGNA R. N., **“Statistically validated networks in bipartite complex systems”** PloS one, vol. 6, no. 3, p. e17994, 2011.

UDDIN, Shahadat; HOSSAIN, Liaquat; RASMUSSEN, Kim. Network effects on scientific collaborations. **PloS one**, v. 8, n. 2, p. e57546, 2013.

VALENTE, Thomas W. et al. Social network analysis for program implementation. **PloS one**, v. 10, n. 6, p. e0131712, 2015.

WAGNER, C. S.; PARK, H. W. e LEYDESDORFF, L., **The continuing growth of global cooperation networks in research: A conundrum for national governments**. PloS one, v. 10, n. 7, 2015.

WALDORP, L. J., & CRAMER, A. O. State of the aRt personality research: A tutorial on network analysis of personality data in R. *Journal of Research in Personality*, 54, 13-29. (2015).

WASSERMAN, Stanley; FAUST, Katherine. **Social network analysis: Methods and applications**. Cambridge university press, 1994.

XU, Kevin S.; KLIGER, Mark; HERO, Alfred O. **A regularized graph layout framework for dynamic network visualization**. Data Mining and Knowledge Discovery, p. 1-33, 2013.

ZANCUL, E. S. et al. Organização do trabalho no processo de desenvolvimento de produtos: a aplicação da engenharia simultânea em duas montadoras de veículos. **Gestão & Produção**, São Carlos, v.13, n.1, p.15-29, 2006.