

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO
MESTRADO EM ADMINISTRAÇÃO

Thiago Rafael Nogueira Cardoso

**APLICAÇÃO DE ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS E TEORIA DE REDES
COMO SUPORTE ÀS DECISÕES NA PÓS-GRADUAÇÃO**

Belo Horizonte
2020

Thiago Rafael Nogueira Cardoso

**APLICAÇÃO DE ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS E TEORIA DE REDES
COMO SUPORTE ÀS DECISÕES NA PÓS-GRADUAÇÃO**

**Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Administração do Centro Federal de Educação Tecnológica
de Minas Gerais**

**Área de concentração: Processos e Sistemas Decisórios em
Arranjos Organizacionais**

Orientador: Dr. Uajará Pessoa Araújo

**Belo Horizonte
2020**

Cardoso, Thiago Rafael Nogueira
C268a Aplicação de análise envoltória de dados e teoria de redes como
suporte às decisões na pós-graduação / Thiago Rafael Nogueira Cardoso.
– 2020.
139 f.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Administração.
Orientador: Uajará Pessoa Araújo.
Dissertação (mestrado) – Centro Federal de Educação Tecnológica de
Minas Gerais.

1. Análise de envoltória de dados – Teses 2. Universidade e
faculdades – Administração – Minas Gerais – Teses. 3. Processo
decisório – Teses. 4. Redes sociais – Teses. 5. Ensino superior – Minas
Gerais – Teses. I. Araújo, Uajará Pessoa. II. Centro Federal de Educação
Tecnológica de Minas Gerais. III. Título.

CDD 378.098151



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO
TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ADMINISTRAÇÃO - NG



ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO N 3 / 2020 - PPGA (11.52.13)

N do Protocolo: 23062.027800/2020-09

Belo Horizonte-MG, 29 de outubro de 2020.

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM ADMINISTRAÇÃO do Senhor Thiago Rafael Nogueira Cardoso. No dia 26 de outubro de 2020, às 10h00min, reuniu-se em videoconferência a Banca Examinadora de dissertação designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Administração do CEFET-MG para julgar o trabalho final intitulado "**Aplicação de DEA e Redes como Suporte às Decisões na Pós-Graduação do CEFET-MG**", requisito para a obtenção do **Grau de Mestre em Administração**, linha de pesquisa: **Processos e Sistemas Decisórios em Arranjos Organizacionais**. Abrindo a sessão, o Senhor Presidente da Banca, Prof. Dr. Uajará Pessoa Araújo, após dar conhecimento aos presentes do teor das Normas Regulamentares do Trabalho Final, passou a palavra ao aluno para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores com a respectiva defesa do aluno. Logo após, a Banca se reuniu, sem a presença do aluno e do público, para julgamento e expedição do seguinte resultado final: **Aprovação**. O resultado final foi comunicado publicamente ao aluno pelo Senhor Presidente da Banca. Nada mais havendo a tratar, o Senhor Presidente encerrou a reunião e lavrou a presente ATA, que será assinada por todos os membros participantes da Banca Examinadora.

(Assinado digitalmente em 26/11/2020 20:33)

LIVIA MARIA DE PADUA RIBEIRO
PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO
Matricula: 1260588

(Assinado digitalmente em 24/11/2020 20:25)

UAJARA PESSOA ARAUJO
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
Matricula: 1459466

(Assinado digitalmente em 25/11/2020 10:25)

MATHEUS LEMOS DE
Matricula:

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sjg.cefetmg.br/public/documentos/index.jsp> informando seu número: 3, ano: 2020, tipo: ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO, data de emissão: 29/10/2020 e o código de verificação: bddfda3a2a

RESUMO

Os programas de pós-graduação em organizações de ensino superior brasileiros apresentaram um crescimento considerável nos últimos anos. Com o aumento quantitativo desses programas de pós-graduação, ocorre também uma preocupação com a qualidade dos cursos, bem como na forma de gerenciá-los. No contexto das organizações públicas, nas quais os recursos são sustentados pela contribuição da sociedade, torna-se ainda mais necessário a avaliação da eficiência para que os resultados obtidos estejam de acordo aos recursos empregados. Visando esta avaliação, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) afere a qualidade das organizações educacionais por meio de um sistema de pontuação, gerando notas que podem ser comparadas entre programas de pós-graduação da mesma área em diferentes instituições. No entanto, através dessa avaliação da CAPES não é possível a comparação direta de programas de pós-graduação de diferentes áreas, dificultando a gestão interna dos programas de pós-graduação de uma mesma organização educacional. Este estudo tem como objetivo verificar a eficácia da junção da técnica de análise envoltória de dados (DEA) e de redes como ferramentas para comparar a eficiência dos programas de pós-graduação de diferentes áreas, contribuindo para que os gestores de pós-graduação tomem decisões dentro da organização educacional a qual pertencem. A pesquisa tem uma abordagem mista sob um prisma funcionalista. Foi realizado um corte transversal dos anos de 2013 a 2018. A investigação empregou análises descritivas, nuvem de palavras, sociogramas, testes estruturais da teoria de redes (*small-world*, *scale free* e homofilia) e análise envoltória de dados como ferramentas de apoio à decisão. Verificou-se que os programas do CEFET apresentam características de *small world* e identificou-se a presença de homofilia entre os programas. Foi possível mensurar a eficiência dos programas de Pós-graduação através da junção de técnicas DEA e redes. Em ambas as aplicações, o programa benchmark, foi mantido após aplicação de indicadores de rede. Foi utilizado modelos de supereficiência para melhorar a distinção dos 6 programas escolhidos, sendo os programas de Educação Tecnológica e Administração aqueles que se mostraram mais eficientes dentro do CEFET-MG, conforme as variáveis escolhidas.

Palavras-Chave: DEA. Redes Sociais. Ferramenta de apoio a decisão. CEFET-MG.

ABSTRACT

Post-graduate programs in Brazilian higher education organizations have grown considerably in recent years. With the quantitative increase of these programs, there is also a concern with the quality of the courses and the way of managing them. In the context of public organizations, in which society's contribution supports resources, it is even more necessary to evaluate efficiency so that the results obtained are according to the resources employed. With a view to this evaluation, CAPES measures educational organizations' quality through a scoring system, generating scores that can be compared among programs in the same area at different institutions. However, even though CAPES' evaluation, it is impossible to compare post-graduate programs in different areas, making difficult internal management of post-graduate programs in the same educational organization. This study aims to verify the effectiveness of joining the data envelopment analysis technique (DEA) and networks as tools to compare post-graduate programs' efficiency in different areas, contributing to post-graduate managers to make decisions within the educational organization to which they belong. The research is with a mixed approach from a functionalist perspective. A cross-section of the years 2013 to 2018 was carried out. The investigation employed descriptive analyzes, word cloud, sociograms, structural tests of network theory (small-world, scale-free, hemophilia), and data envelopment analysis as tools to support the decision. It was found that CEFET-MG programs have characteristics of the small-world, and the presence of hemophilia among the programs was identified. It was possible to measure the efficiency of graduate programs through the combination of DEA techniques and networks. In both applications, the benchmark program was maintained after applying network indicators. Superefficiency models were used to improve the distinction of the six chosen programs, with the Technological Education and Administration programs being the ones that were most efficient within CEFET-MG, according to the chosen variables.

Keywords: DEA. Social Networks. Decision support tools. CEFET-MG.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	- Relação de multiplicidade de papéis dos pesquisadores.....	22
Figura 2	- Diferenciação da abordagem paramétrica de Análise de Regressão pela fronteira não paramétrica gerada pelo DEA.....	28
Figura 3	- Resumo dos passos metodológicos.....	43
Figura 4	- Organograma Conselho Diretor e Diretoria Geral CEFET-MG.....	44
Figura 5	- Organograma Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação do CEFET-MG.	46
Figura 6	- Exemplo de rede Randômica (esquerda) e rede de livre escala(direita).	56
Figura 7	- Fronteira de produção modelo CRS.....	58
Figura 8	- Fronteira de produção modelo BBC.....	58
Figura 9	- Exemplo Supereficiência.....	59
Figura 10	- Características estruturais do Arranjo do CEFET-MG 2013-2018.....	69
Figura 11	- Administração 2013-2018.....	71
Figura 12	- Administração 2013-2016.....	72
Figura 13	- Administração 2014-2017.....	72
Figura 14	- Administração 2015-2018.....	72
Figura 15	- Educação Tecnológica 2013-2018.....	74
Figura 16	- Educação Tecnológica 2013-2016.....	74
Figura 17	- Educação Tecnológica 2014-2017.....	74
Figura 18	- Educação Tecnológica 2015-2018.....	75
Figura 19	- Engenharia Civil 2013-2018.....	76
Figura 20	- Engenharia Civil 2013-2016.....	76
Figura 21	- Engenharia Civil 2014-2017.....	76
Figura 22	- Engenharia Civil 2015-2018.....	77
Figura 23	- Eng. Materiais 2013-2018.....	78
Figura 24	- Eng. Materiais 2013-2016.....	78
Figura 25	- Eng. Materiais 2014-2017.....	78
Figura 26	- Eng. Materiais 2015-2018.....	79
Figura 27	- Estudos de Linguagem 2013-2018.....	80
Figura 28	- Estudos de Linguagem 2013-2016.....	80
Figura 29	- Estudos de Linguagem 2014-2017.....	80
Figura 30	- Estudos de Linguagem 2015-2018.....	81

Figura 31	- Modelagem Matemática e Computacional 2013-2018.....	82
Figura 32	- Modelagem Matemática e Computacional 2013-2016.....	82
Figura 33	- Modelagem Matemática e Computacional 2014-2017.....	83
Figura 34	- Modelagem Matemática e Computacional 2015-2018.....	83
Figura 35	- CEFET-MG 2013-2018.....	84
Figura 36	- CEFET-MG 2013-2016.....	84
Figura 37	- CEFET-MG 2014-2017.....	85
Figura 38	- CEFET-MG 2015-2018.....	85
Figura 39	- Administração 2013-2018.....	87
Figura 40	- Educação Tecnológica 2013-2018.....	87
Figura 41	- Engenharia Civil 2013-2018.....	88
Figura 42	- Eng. Materiais 2013-2018.....	88
Figura 43	- Estudos de Linguagem 2013-2018.....	89
Figura 44	- Modelagem Matemática e Computacional 2013-2018.....	90
Figura 45	- CEFET-MG 2013-2018.....	90
Figura 46	- Modelo Esquemático Modelo.....	91
Figura 47	- Modelo Esquemático Modelo.....	94
Figura 48	- Modelo Esquemático Modelo.....	97
Gráfico 1	- Quantidade de professores nos programas CEFET-MG 2013-2018.....	62
Gráfico 2	- Gênero professores nos programas CEFET-MG 2013-2018.....	62
Gráfico 3	- Idade dos professores nos programas CEFET-MG 2018.....	63
Gráfico 4	- Quantidade de alunos nos programas CEFET-MG 2013-2018.....	63
Gráfico 5	- Idade dos alunos nos programas CEFET-MG.....	64
Gráfico 6	- Gênero discentes nos programas CEFET-MG 2013-2018.....	64
Gráfico 7	- Quantidade de artigos publicados no CEFET-MG 2013-2018.....	65
Gráfico 8	- Percentual de publicações por programas de pós-graduação CEFET-MG 2013-2018.....	66
Gráfico 9	- Scale Free do Arranjo do CEFET-MG 2013-2018.....	71
Gráfico 10	- Box Plot das supereficiências + Indicadores sociométricos por programas – CEFET-MG.....	94
Gráfico 11	- Box Plot das supereficiências + Indicadores sociométricos por programas – CEFET-MG.....	96
Quadro 1	- Cronologia das redes de colaboração na área acadêmica.....	42

Quadro 2	- Evolução da Pós-Graduação stricto sensu no CEFET-MG.....	45
Quadro 3	- Linha de pesquisa dos programas do CEFET-MG.....	52
Quadro 4	- Conceitos principais indicadores sociométricos.....	53
Quadro 5	- Variáveis utilizadas para fins comparativos na dissertação.....	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Status dos programas escolhidos do CEFET-MG considerados e avaliados no CAPES 2013 a 2016.....	47
Tabela 2	- Evolução das notas dos programas do CEFET-MG.....	61
Tabela 3	- Comparação: pontuação entre os programas de pós-graduação CEFET-MG 2013-2018.....	66
Tabela 4	- Revistas com maior número de publicações dos programas CEFET-MG 2013-2018.....	68
Tabela 5	- Small-Worlds entre os programas de Pós-Graduação CEFET-MG.....	69
Tabela 6	- Administração -Principais Indicadores de Rede.....	73
Tabela 7	- Educação Tecnológica -Principais Indicadores de Rede.....	75
Tabela 8	- Engenharia Civil -Principais Indicadores de Rede.....	77
Tabela 9	Eng. Materiais -Principais Indicadores de Rede.....	79
Tabela 10	Estudos de Linguagem -Principais Indicadores de Rede.....	81
Tabela 11	Modelagem Matemática e Computacional -Principais Indicadores de Rede..	83
Tabela 12	CEFET-MG -Principais Indicadores de Rede.....	85
Tabela 13	Modelo BCC - Orientado a Output.....	92
Tabela 14	Modelo SUPEREFICIÊNCIA - Orientado a Output.....	92
Tabela 15	Análise Descritiva Modelo SUPEREFICIÊNCIA - Orientado a Output.....	93
Tabela 16	Modelo BCC + Indicadores sociométricos - Orientado a Output.....	95
Tabela 17	Modelo SUPEREFICIÊNCIA - Orientado a Output.....	95
Tabela 18	Análise Descritiva Modelo SUPEREFICIÊNCIA - Orientado a Output.....	95
Tabela 19	Modelo BCC - Orientado a Output.....	97
Tabela 20	Modelo SUPEREFICIÊNCIA - Orientado a Output.....	98
Tabela 21	Modelo BCC + Indicadores sociométricos - Orientado a Output.....	98
Tabela 22	Modelo SUPEREFICIÊNCIA + Indicadores sociométricos - Orientado a Output.....	100
Tabela 23	Análise Descritiva Modelo SUPEREFICIÊNCIA - Orientado a Output.....	100
Tabela 24	Ordenação da eficiência conforme modelo utilizado.....	100

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AEPEX	Assessoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Extensão
AHP	Processo Analítico Hierárquico
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEFET-MG	Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais
DEA	<i>Data Envelopment Analysis</i>
DPPG	Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
IDH-M	Índice de Desenvolvimento Humano dos Municípios
ITA	Instituto Tecnológico de Aeronáutica
MCDA-C	Multicritério de Apoio à Decisão Construtivista
NRD	Núcleo de referência Docente
SBM	Medida Baseada em Folgas
RAM	Medida Ajustada por Amplitude
SFA	Fronteira de Produção Estocástica
UDESC	Universidade do Estado de Santa Catarina
UEG	Universidade Estadual de Goiás
UFB	Universidade Federal da Paraíba
USP	Universidade de São Paulo
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
PUCMG	Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
UFSCAR	Universidade Federal de São Carlos
PUCPR	Pontifícia Universidade Católica do Paraná
UFRPE	Universidade Federal Rural de Pernambuco
PUCCAMP	Pontifícia Universidade Católica de Campinas
PUCRIO	Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
UFRN	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
UFAM	Universidade Federal do Amazonas
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFPEL	Universidade Federal de Pelotas
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UFPA	Universidade Federal do Pará

UFOP	Universidade Federal de Ouro Preto
UFJF	Universidade Federal de Juiz de Fora
UFLA	Universidade Federal de Lavras
UFMA	Universidade Federal do Maranhão
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFMT	Universidade Federal de Mato Grosso

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	Contextualização do tema.....	12
1.2	Problema de pesquisa.....	14
1.3	Objetivos.....	14
1.3.1	<i>Objetivo geral.....</i>	14
1.3.2	<i>Objetivos específicos.....</i>	14
1.4	Delimitação do estudo.....	15
1.5	Ética em pesquisa.....	15
1.6	Relevância do estudo.....	16
1.7	Alinhamento da proposta com o programa.....	18
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	20
2.1	Institucionalismo	20
2.2	Avaliação da pós-graduação no Brasil.....	24
2.3	Modelos de avaliação utilizando DEA.....	27
2.4	Teoria de redes.....	35
3	METODOLOGIA.....	43
3.1	A instituição de ensino– CEFET-MG.....	43
3.2	Os programas de pós-graduação.....	45
3.3	Identificação dos fatores educacionais.....	47
3.4	O software.....	48
3.5	O banco de dados.....	49
3.6	Construção da nuvem de palavras.....	50
3.7	Os indicadores sociométricos.....	52
3.8	Seleção das variáveis.....	56
3.9	Cálculo do indicador de eficiência.....	57
3.10	Análise dos resultados.....	60
4	ANÁLISE DOS DADOS, RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	61
4.1	Análise Descritiva.....	61
4.1.1	<i>Análise Docentes.....</i>	61
4.1.2	<i>Análise Discentes.....</i>	63
4.1.3	<i>Análise das publicações.....</i>	65

4.2	Análise Sociométrica.....	68
4.2.1	<i>Teste homofilia.....</i>	68
4.2.2	<i>Teste Small-World.....</i>	69
4.2.3	<i>Teste Scale-Free.....</i>	70
4.2.4	<i>Sociogramas e indicadores de rede.....</i>	71
4.3	Nuvem de palavras das publicações.....	86
4.4	Modelagem DEA.....	91
4.4.1	<i>Modelagem segundo Belloni (2000).....</i>	91
4.4.2	<i>Modelagem segundo Belloni (2000) junto a indicadores sociométricos.....</i>	94
4.4.3	<i>Modelagem segundo Oliveira (2011).....</i>	96
4.4.4	<i>Modelagem segundo Oliveira (2011) junto a indicadores sociométricos</i>	98
5	CONCLUSÃO.....	101
	REFERÊNCIAS.....	106
	ANEXOS.....	121

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização do tema

As universidades brasileiras experimentaram, nos últimos anos, um crescimento considerável no número de cursos de pós-graduação *strictu sensu*. Se no ano de 2000 existia 1.430 programas de pós-graduação, no ano de 2017 o número chegava a 3.557 (LOPES, 2019). Com o aumento em quantidade, ocorre também uma preocupação com a qualidade desses cursos, bem como melhores formas de gerenciá-los.

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) é a responsável pela expansão, consolidação e avaliação dos programas de pós-graduação no Brasil de modo a criar um formato de comparação com foco em aperfeiçoamento dos programas e estratégias para alocação de recursos. Para que um programa de pós-graduação se mantenha ativo é necessário constante reflexão sobre o desempenho recomendado pelas respectivas áreas de avaliação (GHENO *et al.*, 2019).

A avaliação de universidades é reconhecida e legitimada. “A avaliação institucional das Universidades é (...) reconhecida como uma necessidade por todos os setores envolvidos com a vida universitária (dirigentes, docentes, discentes, sindicatos e governo)”. (BRASIL, 1994, p. 5). No entanto, por mais que seja importante, não existe um consenso da melhor forma para que esta avaliação ocorra (FREITAS; SILVEIRA, 1997).

Além do mais, as mesmas comparam os programas intra-áreas, e não programas de áreas diferentes, podendo ser um dificultador para os gestores de dentro do mesmo ambiente educacional ao alocar recursos. A pesquisa retoma o ambiente no qual, os programas estão inseridos e as pressões impostas pelo órgão regulador CAPES. Os mecanismos que estimulam as organizações para a mudança são denominados de pressões isomórficas (DIMAGGIO; POWELL, 2005). Este estudo utiliza conceitos da técnica de análise envoltória de dados (DEA) e da teoria de redes.

A técnica DEA (*Data Envelopment Analysis*) é uma ferramenta de apoio a decisão não paramétrica utilizada para mensurar e comparar eficiências de unidades tomadoras de decisão. Diversos são os trabalhos que utilizam a técnica DEA como avaliação na área da educação.

Bem como no ensino fundamental por Moita (1995), Hung (2016); no ensino superior como Alencastro (2006), na pós-graduação como Paiva (2000), Marcelice (2006), Oliveira (2011) e em instituições federais em geral Belloni (2000), Melo (2019), etc.

No entanto, em nenhum deles foi utilizado elementos da teoria de redes como *inputs* e *outputs* para cálculo da eficiência. As redes têm como base inicial que as ligações entre as pessoas são relevantes por que elas transmitem comportamentos, atitudes e informações que delimitam fronteiras de um grupo (ARAÚJO *et al.*, 2017). Aplicadas ao contexto de pesquisa, poderiam fornecer explicações acerca da dinâmica estrutural dos programas de pós-graduação avaliados. Para Goffman e Warren (1980), pesquisas de colaboração científica que utilizam grandes grupos tendem a ter mais influência no meio científico que publicações individuais. Este estudo buscou inovar, ao abordar junto as técnicas de DEA, os conceitos de redes, além de uma tentativa de aproximação entre essas duas teorias, aplicadas ao contexto da educação pública.

Em um cenário de reformas políticas, crises e diversas críticas à Administração Pública, os gestores e servidores concursados, precisam responder de forma aderente às demandas esperadas pela sociedade com maior qualidade e eficiência (MARCIANO, 2019). Neste sentido, analisar a educação por meio de ferramentas de apoio à decisão, sob a ótica do insumo e do produto gerado possibilita que cada programa seja visto como uma unidade produtiva.

Os recursos utilizados pela educação e o produto que ela gera são temas inevitáveis quando se discute o assunto. Desta forma, categorias como insumos, produtos e processos devem fazer parte integrante dos estudos sobre educação (SCHWARTZMAN, 1997, p. 6).

Este trabalho foi composto da forma descrita a seguir. O primeiro capítulo introduz o tema, o problema de pesquisa, objetivos gerais e específicos. Além disso, é apresentado as delimitações do trabalho, questões referentes a ética na pesquisa e a relevância dessa obra no contexto geral.

O segundo capítulo é apresentado o referencial teórico destacando as principais referências nacionais e internacionais ressaltando a institucionalização da avaliação de educação e o papel da CAPES na avaliação dos programas, recapitulado sua função na avaliação dos programas de pós-graduação no Brasil ao longo dos anos e os isomorfismos no ambiente educacional. Foram apresentados os principais trabalhos de DEA aplicados à educação para construir o estado da arte sobre o assunto. A teoria de redes também é incluída no trabalho.

O terceiro capítulo apresenta a metodologia desenvolvida, direcionando a pesquisa em seu espectro funcionalista através de um estudo de caso usando uma abordagem mista. Foram apresentadas 10 etapas para construção do modelo sendo elas: selecionar a organização de ensino, selecionar os programas de pós-graduação, identificação dos fatores educacionais, definição dos softwares a serem utilizados, consolidação da base de dados, construção da nuvem de palavras, cálculo dos indicadores de rede, seleção das variáveis, cálculo do indicador de eficiência por meio da DEA e análises dos resultados

O capítulo quatro apresenta uma análise dos dados, acerca do comportamento dos programas do CEFET-MG, com análises descritivas das publicações, perfil dos alunos e dos professores, sociogramas para identificar as ligações entre os pesquisadores, análise de nuvem de palavras dos artigos gerados, principais indicadores sociométricos e aplicação da DEA junto a indicadores de redes na avaliação da eficiência.

Esta dissertação termina com o capítulo cinco apresentando as considerações finais provenientes do estudo, limitações e futuras recomendações para continuidade da pesquisa.

1.2 Problema de pesquisa

Frente ao exposto chegou-se ao seguinte problema de pesquisa:

Como avaliar o desempenho dos programas de pós-graduação de uma instituição de ensino superior, fazendo uso da junção de ferramentas de redes e análise envoltória de dados (DEA) para apoio a tomada de decisão?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Segundo Vergara (2004, p. 25), o “objetivo é um resultado a alcançar”. O objetivo geral deste estudo é realizar a avaliação de programas de pós-graduação por meio da junção da técnica de análise envoltória de dados (DEA) e de redes para auxiliar os gestores dos programas na tomada de decisão dentro do ambiente educacional ao qual pertencem.

1.3.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos são:

- Descrever o perfil dos professores e alunos dos programas de pós-graduação da unidade de ensino superior escolhida.
- Apresentar a evolução temporal dos sociogramas de cada programa.
- Identificar os indicadores de redes para avaliar o desempenho dos programas de pós-graduação.
- Mensurar a eficiência dos programas de pós-graduação.
- Identificar programas considerados benchmark e programas ineficientes.

1.4 Delimitação do estudo

Apesar de a educação superior abranger diferentes modalidades como cursos sequenciais, extensão, graduação e pós-graduação, o estudo dará foco a programas de pós-graduação *stricto sensu*, englobando os programas de mestrado e doutorado.

O estudo está limitado à comparação de eficiência dentro dos programas de pós-graduação do CEFET-MG e não inclui comparações com outras organizações educacionais federais, estaduais, públicas ou privadas de ensino de áreas correlatas em outras cidades, estados ou países. Para o caso da dissertação compõe-se um grupo homogêneo, que compete por recursos semelhantes dentro da organização educacional e passíveis de comparação de eficiência.

O modelo foi aplicado, conforme as informações contidas na plataforma de dados abertos da CAPES referente aos programas de pós-graduação e no site do CEFET-MG. Não foram solicitadas informações de atualização de base de dados aos coordenadores dos programas. Assume-se que as informações coletadas são confiáveis e seguras para utilização

1.5 Ética em pesquisa

Todas as fontes utilizadas no trabalho foram com utilização de dados secundários, não sendo necessária submissão à plataforma Brasil ou Comitê de Ética, por não se tratar diretamente de um estudo com seres humanos ou animais, através de métodos diretos ou indiretos de coleta em sua composição, que afetem esses objetos de estudo.

1.6 Relevância do estudo

Para entender a relevância desse estudo, é preciso antes, compreender a importância da educação para sociedade. Segundo Barros, Henriques e Mendonça (2000), a expansão da educação no Brasil influencia significativamente na redução do crescimento populacional, na queda da mortalidade infantil e no aumento da expectativa de vida. Existe uma relação entre investimento em capital humano como parte fundamental para o desenvolvimento econômico do país (ARROW, 1962).

Como parte desse amplo sistema educacional, a pós-graduação *stricto sensu* é fundamental para a formação e a qualificação dos quadros de pessoal do ensino superior, e tem-se constituído como o principal instrumento de modernização desse nível de educação (MARTINS, 2002). A pós-graduação apresenta um papel importante na formação de pesquisadores que se tornarão mestre e doutores, gerando valor para sociedade. Esse valor pode ser direcionado ao próprio ensino superior, devido a sua capacidade multiplicativa em formar alunos qualificados em suas respectivas profissões (CAMPOS, 1972).

Sendo o suprimento de professores de nível superior pelo ensino pós-graduado prioritário, “não é contraditório com o objetivo de atendimento direto às empresas e ao serviço público, já que abre caminho para a utilização de mestres e doutores”. (CUNHA, 1974). Seja via acadêmica educacional ou via empresarial, o papel do pesquisador é vital para a sociedade.

[...] pesquisadores ampliam o conhecimento das nossas riquezas potenciais, desenvolvendo novos métodos e processos de produção que melhor se adaptem às peculiaridades da matéria-prima, da mão-de-obra e do mercado brasileiros, e que concorram para o aumento das nossas exportações (SANTOS, 1971, p. 4).

Junto às organizações educacionais privadas, as universidades públicas buscam cumprir esse papel de formar o pesquisador, no entanto o recurso é limitado. As verbas alocadas no serviço público passam por um momento de questionamento de seu investimento e se tornam cada vez mais escassas. “Observa-se claramente que os recursos despendidos pelo governo federal com as universidades federais apresentam-se de forma insuficiente, o que faz com que essas universidades enfrentem tanto dificuldades financeiras, períodos de greve e/ou sucateamento, em alguns casos”. (MACHADO, 2008). Essa informação também pode ser confirmada com

informações do Banco Mundial no qual afirma que o Brasil destinou apenas 1,27% do seu produto interno bruto às atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação no ano de 2016 em comparação com outros países que em média destinaram 2,23% do PIB (LOPES, 2019). Houve uma redução de 56% no investimento em educação, de R\$11,3 bilhões em 2014 para R\$4,9 bilhões em 2018 (STEFANI; AGUIAR, 2019).

Neste cenário de escassez, a otimização dos recursos se torna bastante relevante. Assim, a mensuração da eficiência dos programas de pós-graduação, a partir de métodos que relacionam os insumos investidos em relação aos resultados apresentados, revela grande importância para a academia e sociedade. A eficiência dos programas de pós-graduação é medida pelas avaliações institucionais conduzidas pela CAPES.

A avaliação institucional é um tema bastante discutido acerca da universidade. (BELLONI, 2000). Apesar da CAPES ter sido criada em 1951, apenas em 1976 foi criado seu sistema de Avaliação de Cursos de Pós-Graduação no país. O objetivo de ter um modelo de avaliação institucional é aperfeiçoar o funcionamento da universidade para que a mesma cumpra sua missão perante a sociedade. (BELLONI, 2000). A avaliação de desempenho precisa ser um instrumento para direcionar os caminhos para esse desenvolvimento. (BELLONI, 2000). Se o instrumento falhar em apontar esse caminho, o mesmo perde sua função.

O método de avaliação da CAPES é muitas vezes questionado na academia. Ainda percebe-se um grande amadorismo nas práticas de avaliação institucional em educação, sendo necessário maior aprofundamento teórico e metodológico nessa área (BELLONI; MAGALHÃES; SOUSA, 2000). Para Lopes (1998), apesar de existirem modelos como a CAPES, CNPq, Abril e Exame Nacional de Cursos que realizam avaliações da pesquisa e do ensino, estas muitas vezes fornecem informações desagregadas. Não parece existir um modelo de avaliação da produtividade de departamentos acadêmicos que englobe as múltiplas atividades desenvolvidas nos mesmos. (LOPES, 1998).

Outra crítica identificada, refere-se aos modelos existentes muito baseados em conceitos qualitativos, o que causa uma dependência da opinião do avaliador (MELLO *et al.*, 2001). “A literatura sobre a avaliação de ensino de pós-graduação no Brasil está carente de modelos quantitativos de avaliação da eficiência produtiva que contemplem os múltiplos fatores envolvidos na atividade universitária”. (PAIVA 2000, p. 3).

As avaliações geradas pela CAPES, boas ou ruins, tornam-se um instrumento para tomada de decisão da comunidade acadêmica, estudantes, stakeholders, do governo e dos gestores das organizações de ensino. Estes últimos decidem a melhor forma de alocar os recursos dentro de um ambiente complexo como as instituições educacionais, nas quais seus programas de pós-graduação, competem e cooperam entre si.

Elas (unidades acadêmicas) certamente competem por alguns recursos escassos, como por exemplo: prédios, salas de aula, professores, técnico-administrativos, investimentos financeiros, entre outros, mas também cooperam entre si na produção do ensino, pesquisa e extensão. (MELO, 2019, p. 13).

Dada a importância do sistema de avaliação faz-se necessário um método robusto e abrangente para tomada de decisão. “A disponibilidade de um conjunto confiável de indicadores para as universidades tende a ser um produto em crescente demanda, tanto pelas próprias universidades, como pela Sociedade e pelo Estado”. (SCHWARTZMAN, 1997 p. 149).

O trabalho revigora esse debate e inova com a apresentação da ferramenta DEA (Análise Envolvória de Dados) associado à teoria de redes para avaliação do desempenho dos programas de pós-graduação. “A utilização da teoria de redes conjectura uma mudança do individualismo comum nas ciências sociais em busca de uma análise mais estrutural”. (GARTON; HARTHORNTWHAITE; WELLMAN, 1997).

O estudo também discute a presença do isomorfismo no ambiente educacional, além de contribuir com o meio acadêmico através de modelagens para avaliação institucional, podendo também, caso confirmado sua relevância, sua utilização nos processos de avaliação pelos gestores das instituições de ensino visando a tomada de decisão mais assertiva para alocação de recursos e cobrança dos resultados.

1.7 Alinhamento da proposta com o programa

O mestrado em Administração pelo CEFET-MG tem por objetivo formar e capacitar pessoas que possam agregar na consolidação do conhecimento acerca dos sistemas e processos decisórios nas organizações (COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR, 2019). Posto isto, o objetivo do presente estudo está alinhado à proposta original do referido programa, uma vez que, a avaliação do potencial da técnica de

análise envoltória de dados (DEA), que é uma ferramenta de apoio à decisão, para mensurar a eficiência técnica do programa de pós-graduação poderá auxiliar gestores educacionais.

Além disso, esse estudo utiliza de uma abordagem sociométrica para mapear o ambiente no qual o programa de pós-graduação em Administração está inserido, retratando, portanto, o próprio curso e o auxiliará no processo de tomada de decisão no que se refere ao seu desempenho em relação às outras unidades dentro do CEFET-MG, que também estão sendo avaliadas.

Além do ganho teórico, associa-se ao ganho prático através de uma ferramenta que apoie e suporte decisões da direção de pós-graduação dentro do ambiente educacional e de outras no país, para decisões de alocação de recursos, controles de desempenho e direcionamentos através dos benchmarks a serem seguidos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Com o objetivo de fundamentar o tratamento dos dados e direcionar as análises seguintes, são apresentadas a seguir algumas proposições da literatura acerca dos temas correlatos à pesquisa, sendo estes: Institucionalismo, avaliação de instituições de pós-graduação no Brasil, modelos de avaliação utilizando DEA e teoria de redes.

2.1 Institucionalismo

A teoria institucional aborda os processos, no qual as instituições através de regras, normas e rotinas, guiam as interações sociais (HALL; TAYLOR, 1996). Deste modo, as instituições influenciam o comportamento dos atores sociais, que por não serem unidades passivas, também influenciam as instituições. Esta teoria se tornou conhecida por seus autores seminais (MEYER; ROWAN, 1977; ZUCKER, 1977; MEYER; ROWAN; SCOTT, 1983; DIMAGGIO; POWELL, 2005; TOLBERT; ZUCKER, 1983).

Novos arranjos surgem, interagem com atores sociais já existentes e ganham aprovação social (legitimidade) na visão de atores críticos. (HININGS; GEGENHUBER; GREENWOOD, 2018). Para melhor caracterização das instituições, Scott (2001) apresenta 3 pilares principais. São eles os sistemas regulatórios, normativos e culturais cognitivos. Segundo o autor, esses pilares suportam as instituições.

O aspecto regulatório ressalta a capacidade de estabelecer regras, inspecionar conformidades, instaurar sanções de recompensa e punição com o objetivo de influenciar o comportamento (ROSSONI, 2006). Para o autor, este pilar está associado com o mecanismo coercitivo através de isomorfismo coercitivo.

O isomorfismo coercitivo resulta tanto de pressões formais quanto de pressões informais exercidas sobre as organizações por outras organizações das quais elas dependem, e pelas expectativas culturais da sociedade em que as organizações atuam. Tais pressões podem ser sentidas como coerção, como persuasão, ou como um convite para se unirem em conluio. (DIMAGGIO; POWELL, 2005 p. 77).

Aplicado à pós-graduação, a CAPES apresenta direcionamentos a toda comunidade acadêmica, esta acata para evitar as devidas penalizações impostas a quem não cumpre as normas

(SPAGNOLO; SOUZA, 2004). Uma das penalidades impostas é o descredenciamento do programa de pós-graduação *stricto sensu*. Para Miranda (2018), as principais categorias que levam a esse descredenciamento são: descumprimento de notas mínimas em quesitos principais estabelecidas no regulamento da avaliação quadrienal; existência de crise interna nos cursos, levando a não apresentação de relatórios e a não oferta de processos seletivos; mudança da proposta original aprovada no momento de criação do curso e baixa qualidade dos dados apresentados nos relatórios anuais.

O segundo aspecto refere-se ao aspecto normativo. Para Scott (2001), o foco é em regras normativas incluindo tantos valores como normas. Para o autor, as normas especificam como as coisas devem ser realizadas, definindo assim, os meios legitimados com o objetivo de atingir os fins que são buscados. Este aspecto normativo está associado através de isomorfismo normativo, derivados da profissionalização (ROSSONI, 2006).

Dois aspectos da profissionalização são fontes importantes de isomorfismo. Um deles é o apoio da educação formal e da legitimação em uma base cognitiva produzida por especialistas universitários. O segundo aspecto é o crescimento e a constituição de redes profissionais que perpassam as organizações e por meio das quais novos modelos são rapidamente difundidos. As universidades e as instituições de treinamento profissional constituem importantes centros de desenvolvimento de normas organizacionais entre os gerentes profissionais e seus funcionários. (DIMAGGIO; POWELL, 2005 p. 80)

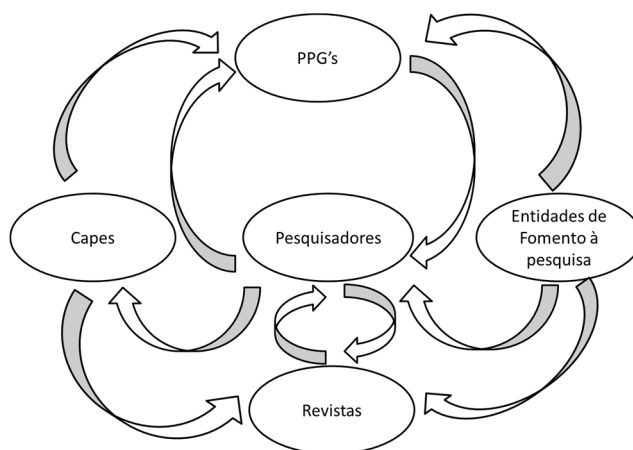
A CAPES também exerce um papel normativo influenciando o comportamento dos pesquisadores e dos programas de todo o país. Uma possível influenciadora deste comportamento é a institucionalização dos critérios de avaliação da CAPES (KIRSHBAUM; PORTO; FERREIRA, 2004). Para o autor, a produção acadêmica vem aumentando devido ao papel desempenhado pela CAPES de estabelecer sistemas de pontuação dos acadêmicos e exigir pontuações mínimas para docentes pesquisadores.

No entanto o aumento da quantidade de publicações, influenciada pelas regras da CAPES, não significou um aumento da qualidade, pois os níveis de qualidade dessa produção não acompanharam o crescimento quantitativo e nem um aumento da inserção social. Tendo a produção como um fenômeno da academia, nela gerada e por ela própria consumida (BERTERO; CALDAS; WOOD, 1999).

Esses mesmos pesquisadores exercem vários papéis no campo científico. Para Villar *et al.* (2019), além do papel de professor pesquisador, o docente se torna editor, avaliador, conselheiro, gestor, consultor e orientador. Os pesquisadores publicam nas revistas e são avaliadores das publicações de seus pares. Buscam através dos editais fomentos à sua pesquisa, mas também participam dos órgãos fomentadores. Ora seguem as regras enquanto docentes e pesquisadores, ora em posição de interferir e modificar as regras de avaliação compondo os comitês de avaliação CAPES. Essa multiplicidade de papéis enquanto ensino, pesquisa, extensão e gestão exigem diferentes competências por parte do docente, o que ao assumir esses diferentes papéis, pode originar conflitos, stress e sofrimento (FREITAS, 2007)

Para Berger e Luckmann (2012), os papéis representam uma forma de ordem institucional, no qual, uma instituição só se torna real através dessa pluralidade de papéis representados por diferentes atores. Os papéis do professor, do aluno, do servidor compõem a instituição Universidade e, esta, enquanto instituição, permite que esses papéis se objetivem. (VILLAR *et al.*, 2019). Esta situação é representada pela figura abaixo que demonstra a relação multiprocessual dos pesquisadores.

Figura 1 - Relação de multiplicidade de papéis dos pesquisadores



Fonte: Adaptado Cardoso; Bernardino; Araújo (2018).

O último pilar é o pilar cultural cognitivo. Para Scott (2001), este pilar reforça que a estrutura institucional tendo como centro a dimensão cognitiva da existência humana nas quais internalizam as representações simbólicas guiadas principalmente por mimetismo entre atores sociais. Este aspecto cultural cognitivo está associado através de isomorfismo mimético (ROSSONI, 2006).

Para este caso, em ambientes de incerteza simbólica, as organizações podem vir a tomar outras organizações como modelo (DIMAGGIO; POWELL, 2005). Para o autor, a incerteza é uma forma potente de incentivar a imitação. Assim como as novas organizações tomam como modelo organizações mais antigas (KIMBERLY, 1980), o mesmo pode ser aplicado para os pesquisadores nacionais que utilizam referencial estrangeiro como foco de publicações.

Como destacado por Bertero e Keinert (1994), a produção científica brasileira fundamenta-se em produção estrangeira, à medida que os temas e problemas são os levantados por autores de outros países. “Sintomaticamente, a produção nacional reproduz as oscilações e os modismos de inspiração quase que exclusivamente norte-americana”. (BERTERO; CALDAS; WOOD, 1999, p. 151). Neste caso, a ciência brasileira imita a estrangeira por enxergá-la mais legítima. “As organizações tendem a tomar como modelo em seu campo outras organizações que elas percebem ser mais legítimas ou bem-sucedidas”. (DIMAGGIO; POWELL, 2005 p. 79).

Considera-se dentre as principais contribuições da teoria institucional, reforçar a influência do ambiente, resgatando, entre eles, o isomorfismo como elemento vital à sobrevivência das organizações. (PERROW, 1986). Para Pacheco (2002), esta sobrevivência organizacional vai depender da sua capacidade de manter um ajuste permanente entre as pressões de legitimidade que são impostas pelo ambiente institucional e pelas exigências constantes de eficiência e eficácia.

A opção pelo uso deste conceito tem como objetivo observar características que aproximam os programas de pós-graduação em uma mesma instituição e entender o impacto das mesmas em relação ao ambiente externo principalmente pelo órgão regulador e normativo da pós-graduação, CAPES. Ao avaliar o contexto de instituições públicas, as influências acontecem de forma contínua. “O setor público está sempre sujeito às influências políticas e pressões constantes para atender um ou outro padrão institucionalizado”. (ZAMBENEDETTI; ANGONESE, 2020).

2.2 Avaliação da pós-graduação no Brasil

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), criada em 11 de julho de 1951, é a responsável pela expansão e consolidação da pós-graduação *stricto sensu* em todo o país apresentando diversas atividades como fomento da formação de professores,

promoção da cooperação científica internacional, investimento na formação de recursos humanos, divulgação da produção científica e avaliação da pós-graduação *stricto sensu* no Brasil (COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR, 2020).

O Brasil teve seu primeiro curso superior no início do século XIX, nessa época foram criados três cursos de médicos cirurgiões e uma Academia Real Militar no Rio de Janeiro. Até a década de 1950, havia uma predominância de cursos de graduação no Brasil (ROMÊO, J; ROMÊO C.; JORGE, 2004). Naquela época, os cursos de pós-graduação constituíam-se de uma iniciativa de pequena dimensão e estavam ligados aos cursos de graduação.

Somente em 1965 que o Ministério da Educação, através da regulamentação do *Parecer Sucupira*, reconheceu os cursos de pós-graduação, considerando-os em separado dos cursos de bacharelado e apresentou a diferenciação entre as modalidades mestrado e doutorado, sendo o mestrado o pré-requisito para o ingresso do discente no doutorado (BALBACHEVSKY, 2005). Neste ano ocorreu a primeira classificação de 38 cursos de pós-graduação *stricto sensu* no Brasil, sendo 27 de mestrado e 11 de doutorado (COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR, 2020).

No ano de 1966, foi apresentado pelo governo o PDI (Plano de desenvolvimento Institucional), fornecendo a CAPES um orçamento próprio para que a mesma tenha autonomia e possa intervir na qualificação do corpo docente das universidades (PATRUS; SHIGAKI; DANTAS, 2018). No ano de 1970 sua sede passou do Rio de Janeiro para Brasília (COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR, 2020). O salto de qualidade da pós-graduação aconteceu também na década de 70 quando o governo brasileiro incitou o desenvolvimento científico como estratégia de desenvolvimento do país através de apoio científico e tecnológico (SCHWARTZMAN, 1997).

No ano de 1976 foi criado o programa de avaliação de cursos de pós-graduação no país, com o objetivo de facilitar a distribuição de bolsas, subsidiar políticas, criar um sistema permanente de informação e credenciar cursos tornando-os válidos a nível nacional (PATRUS; SHIGAKI; DANTAS, 2018). Assim, foram instituídos comitês formados por pesquisadores de referência para avaliarem as áreas de pesquisa e classificarem os programas. Os critérios de avaliação tinham forte relação com a produção científica dos pesquisadores (BALBACHEVSKY, 2005).

Neste período a pós-graduação brasileira apresentou crescimento expressivo, saindo de 38 programas ativos no ano de 1965 para 578 programas, sendo 429 programas de mestrado e 149 de doutorado no ano de 1975 (BALBACHEVSKY, 2005).

Desde 1977 as avaliações são realizadas por estes comitês constituídos por acadêmicos com o intuito de, além de avaliar os programas, fazê-los atingir padrões internacionais de qualidade (COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR, 1997). A atividade desses comitês passou a desempenhar um papel de destaque no processo de institucionalização dos campos de conhecimento (BALBACHEVSKY, 2005).

A partir de 1980, a sistemática de avaliação da pós-graduação se consolidou, com a introdução de formulários para obtenção de dados dos programas de pós-graduação *stricto sensu*, com a criação de comissões de especialistas para cada área de conhecimento e a prática de visitas *in loco* às universidades (KUENZER; MORAES, 2005). Entre os anos de 1982 e 1989, ocorreu um período de estabilidade, quando a transição para a Nova República, em 1985, não trouxe modificações para CAPES e para a sociedade (COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR, 2020).

Embora não tenham ocorrido mudanças significativas, houve um momento na comunidade acadêmica brasileira de bastante euforia provocado pela publicação da lista dos 56 cursos de pós-graduação que obtiveram o pior conceito na avaliação da CAPES (PATRUS; SHIGAKI; DANTAS, 2018). Esta lista ganhou repercussão na imprensa, tendo as universidades passando a divulgarem as notas dos cursos. As avaliações de 1985 consideraram apenas a quantidade de publicações, diferentemente das avaliações a partir de 1989, que passaram a considerar a quantidade e também a qualidade das publicações (FONSECA, 2001).

Em 15 de março de 1990, durante o governo Collor, a CAPES foi dissolvida através da Medida Provisória nº 150, gerando uma imediata paralisação na pós-graduação brasileira alcançando opiniões pública e acadêmica (COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR, 2020). No entanto, após 28 dias da extinção, o Congresso Nacional restabeleceu a CAPES como órgão específico do Ministério da Educação pela Lei nº 8.028/90 (LOPES, 2019).

O sistema de avaliação da CAPES sofreu modificações no ano de 1998, neste ano a referida instituição adotou um conjunto de indicadores para avaliação dos cursos de pós-graduação, tornando-se mais rígido nos processos avaliativos (BALBACHEVSKY, 2005). A partir deste ano passou a utilizar a escala de 7 pontos, para programas de doutorado comparado a padrões internacionais, em substituição à escala de 5 pontos.

No ano de 2007, o Congresso nacional aprovou a lei 11.502/2007, durante a gestão do presidente Luiz Inácio Lula da Silva, a responsabilidade da CAPES em também fomentar a formação inicial e continuada de professores para a Educação Básica (COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR, 2020). No ano entre 2005 a 2010, foi executado o Plano Nacional de Pós-Graduação com o objetivo de reafirmar a avaliação baseada na qualidade dos resultados, avaliação da qualidade dos programas de formação de recursos humanos – pós-graduados e avaliação individual dos pesquisadores (PATRUS; SHIGAKI; DANTAS, 2018). No ano de 2011 foi lançado o programa Ciência sem Fronteiras, interrompido parcialmente em 2016. (PATRUS; SHIGAKI; DANTAS, 2018).

Atualmente, o sistema de avaliação da CAPES é dividido em duas formas referentes à entrada de novos programas e a permanência dos programas existentes (COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR, 2018). A coleta de dados é online por meios digitais através da plataforma Sucupira, sendo cada instituição de ensino superior responsável por seu preenchimento anual (PATRUS; SHIGAKI; DANTAS, 2018). A avaliação tem periodicidade quadrienal (4 anos) com seu resultado definitivo divulgado em portaria assinada pelo Ministro de Estado de Educação e publicada no Diário Oficial da União (COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR, 2018).

Para realização das avaliações são necessárias duas instâncias: a Comissão de Avaliação responsável pela análise dos dados relativos às atividades dos programas de pós-graduação *stricto sensu*, conforme as definições estabelecidas nos respectivos documentos de área e o Conselho Técnico-Científico da Educação Superior. No qual delibera sobre os resultados da Avaliação Quadrienal com base nas fichas de avaliação de cada programa e nos Relatórios de Avaliação que foram elaborados pelas Comissões de Avaliação (COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR, 2017a).

A avaliação do quadriênio é realizada conforme 5 critérios principais que são a) proposta do programa; b) corpo docente; c) corpo discente, teses e dissertações; d) produção intelectual; e) inserção social (PATRUS; SHIGAKI; DANTAS, 2018). Esses itens podem ser classificados em 5 conceitos, tendo cada conceito uma respectiva nota. Os conceitos são: Muito Bom (MB), Bom (B), Regular (R), Fraco (F) ou Insuficiente (I) aos itens e respectivos quesitos da Ficha de Avaliação e uma nota na escala de 1 a 5 para cada Programa, tendo nota 1 para insuficiente e nota 5 para Muito Bom; (COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR, 2017b).

Os programas de pós-graduação *stricto sensu* constituem uma base importante para formação de profissionais altamente qualificados com o objetivo de atuarem no ensino e pesquisa científica e para suprir demandas que surgem no mercado, tanto na iniciativa pública como na privada (BORBA, 2011). Para Freitas e Silveira (1997 p. 16), “não se discute mais se a avaliação institucional deve ou não ser feita, mas, como fazê-la, ou seja, qual a metodologia que conduzirá a maior qualidade e eficiência”. A seguir foram apresentadas algumas metodologias utilizadas como forma de mensuração da eficiência.

2.3 Modelos de avaliação utilizando DEA

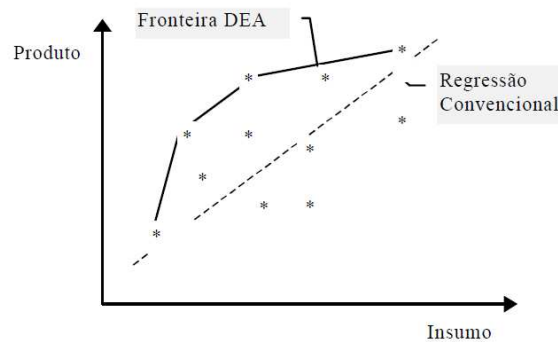
Diversas são as ferramentas para apoio e tomada de decisão. Entre as principais estão Processo Analítico Hierárquico (AHP); Fronteira de Produção Estocástica (SFA); Multicritério de Apoio à Decisão Construtivista (MCDA-C) e DEA (*Data Envelopment Analysis*). No entanto, a última citada, está entre as técnicas de avaliação de eficiência preferidas pelos pesquisadores tanto das áreas de Engenharia como de Administração (NASCIMENTO, 2010).

O DEA é um método utilizado para mensurar e comparar eficiências de unidades tomadoras de decisão (DMU) que apresentam características semelhantes de forma multiobjetiva, ou seja, se divergem pelos *inputs* utilizados e *outputs* produzidos (SOUZA; WILHELM, 2009).

Diferente das abordagens paramétricas, que tem como objetivo estimar uma reta de regressão através dos dados, o DEA é uma abordagem não paramétrica que otimiza cada observação individual com o foco em calcular uma fronteira discreta formada pelas unidades. (CHARNES *et al.*, 1994). Para Casado (2007), análise envoltória de dados é uma técnica não paramétrica que utiliza programação matemática com o objetivo de construir fronteiras de produção de

DMU's que empregam processos tecnológicos semelhantes transformando múltiplos insumos em múltiplos produtos.

Figura 2 - Diferenciação da abordagem paramétrica de Análise de Regressão pela fronteira não paramétrica gerada pelo DEA.



Fonte: Charnes *et al.* (1994)

O método é utilizado há décadas em diversas áreas e teve sua origem na avaliação de programas escolares nos EUA no estado do Texas através do trabalho seminal que gerou o modelo CCR (CHARNES; COOPER; RHODES, 1978). Este formado pelas iniciais de seus autores. Esses modelos também podem ser denominados como um modelo de retornos constante de escala (CRS), ou seja, as mudanças nos valores de entrada geram alterações proporcionais nas saídas (MARIANO; ALMEIDA; REBELATTO, 2005).

O modelo BCC (BANKER; CHARNES; COOPER, 1984) foi desenvolvido em 1984 e também recebeu este nome em homenagem aos seus autores. Nele incorporaram-se os conceitos de retornos variáveis de escala, sendo denominados também de modelo VRS (*Variable Returns to Scale*). Ser um modelo VRS significa que mudanças nos valores das entradas podem gerar alterações maiores, menores ou constantes nas saídas, sendo estas não necessariamente proporcionais. (MELO, 2019). Esses modelos podem ser orientados à diminuição de insumos ou ao aumento de produtos.

Segundo Charnes *et al.*, (1994) podem ser consideradas a seguir como algumas das vantagens da utilização do DEA as seguintes:

- Possui um foco nas observações individuais, antes que em médias populacionais.
- Pode utilizar múltiplos insumos e múltiplos produtos simultaneamente.

- Os *inputs* ou *outputs* utilizados podem estar em diferentes tipos de unidades de medidas.
- Possibilita a utilização de variáveis categóricas tipo “*dummy*”.
- Não requerem conhecimento prévio dos pesos para os insumos e produtos.
- Há flexibilidade a ponto de utilizar no modelo julgamento caso necessário.

Para Lapa e Neiva (1996), tais utilizações tornam o método DEA adequado para a realização de avaliação institucional de universidades públicas e privadas, bem como de unidades acadêmicas, centros de ensino e departamentos. Muitos são os estudos de eficiência utilizando DEA na educação básica, graduação e pós-graduação. A seguir, será apresentada uma breve revisão dos principais trabalhos seminais e nacionais que abordam o assunto.

No ensino fundamental, essa técnica foi utilizada para mensuração da eficiência nos seguintes trabalhos: Charnes, Cooper e Rhodes (1978); Bessent A. e Bessent B. (1980); Bessent *et al.* (1982), Ray (1991); MCCarty e Yasawang (1993); Thanassoulis (1996).

Estudos bibliométricos apontam que existe um aumento da utilização DEA no Brasil ao longo dos anos (ARAÚJO *et al.*, 2016a). Neste estudo citado, foram identificados 487 artigos, 240 dissertações, 75 teses e 1 pesquisa de livre docência, concentrados nas áreas de Economia, Engenharia de Produção e Administração, obtidas em repositórios virtuais, cujos autores são pesquisadores brasileiros. Foram encontrados dados entre os anos de 1996 a 2014, concluindo-se que não há indícios de saturação no campo e que quem pretende aprender DEA deve encontrar aceitação para publicar em um horizonte de tempo ainda razoável. (ARAÚJO *et al.*, 2016a)

Os primeiros trabalhos para construção de medida de avaliação de instituições de ensino superior com a utilização do método DEA teve origem nos grupos de pesquisa da Universidade Federal de Santa Catarina (BORBA, 2011).

Lopes (1998) em sua tese de doutorado propôs uma metodologia com o intuito de avaliar desempenho, produtividade e qualidade dos departamentos da Universidade Federal de Santa Catarina. A referida pesquisadora utilizou análise envoltória de dados nas dimensões de ensino, qualidade, extensão e pesquisa que identificou que dos 58 departamentos haviam 15 com baixas notas de performance. Para modelagem dos dados utilizou-se de 5 indicadores de ensino, 10

indicadores de produtividade, 9 indicadores de extensão e 10 indicadores da qualidade dos departamentos. Como uma das conclusões, a área de Engenharia demonstrou um conjunto de maior excelência em comparação com outros departamentos. Como diferencial, esta pesquisa engloba a utilização do Modelo DEA o fator de que cada unidade tomadora de decisão avalia e é avaliada por outros departamentos.

Como extensão da conclusão, Paiva (2000) realizou uma comparação avaliando os programas de pós-graduação de Engenharia reconhecidos pela CAPES. Pela utilização da ferramenta obteve apenas 6 programas de pós-graduação eficientes e no total de 113 programas ineficientes. Os programas considerados eficientes são: Engenharia Aeronáutica e Mecânica do ITA, Engenharia Civil da UFF, Engenharia de Materiais e Processos Avançados da UDESC, Engenharia Metalúrgica da USP, Engenharia de Infra Estrutura Aeronáutica do ITA e Engenharia Química da UFPB. Dos programas eficientes tem-se 4 composto apenas pelo programa de mestrado e 2 com programas de mestrado e doutorado. Este trabalho contribui ao utilizar o DEA dado seu objeto de estudo, de modo a avaliar a pós-graduação comparando às Engenharias I,II,III,IV.

Belloni (2000) elaborou uma metodologia de eficiência produtiva respeitando as características da avaliação institucional vigente e aplicou em 33 universidades brasileiras. A unidade de pesquisa para observação são as universidades federais e os indicadores de eficiência utilizando análise envoltória de dados. Das 33 universidades apenas 6 foram consideradas tecnicamente eficientes. Como sugestão dos ganhos para maior produtividade está em direcionar seus recursos para uma ênfase maior na atividade de pesquisa. O estudo identificou quatro variáveis relevantes para avaliar a eficiência como: total de professores (insumo), número de formados na graduação e na pós, número de artigos publicados e um indicador da qualidade das atividades de graduação, as três últimas como resultado. As universidades consideradas eficientes são: Universidade Federal de Ouro Preto, Universidade Federal de Viçosa, Universidade de Brasília, Universidade Federal do Pará, Universidade Federal de Minas Gerais e Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Brito (2003) dissertou sobre duas aplicações de tipos de DEA como Medida Baseada em Folgas (SBM) e a Medida Ajustada por Amplitude (RAM). Essas aplicações eram pouco conhecidas até então na academia brasileira sendo sua disseminação como uma das motivações das autoras. O método utilizou dados de 1994 sendo aplicado a um conjunto de 33 universidades federais

brasileiras na mesma base de dados utilizados por Belloni (2000). A relevância do estudo bibliográfico estava em se constituir com um referencial teórico sobre a evolução das medidas de eficiência técnica. Segundo a autora o desenvolvimento dos computadores no século XX e a evolução das técnicas estatísticas, tiveram um papel fundamental da análise envoltória de dados nos estudos de produtividade.

Alencastro (2006) em seu trabalho avaliou a eficiência dos cursos de graduação de uma universidade privada e no final gerou um ranking entre os cursos indicando os cursos que encontram-se acima e abaixo da fronteira de eficiência. Os dados foram cedidos pelo setor administrativo da instituição sendo 30 cursos de graduação em 2000, 32 cursos em 2001, 32 cursos em 2002 e 2003 e 34 cursos no ano de 2004.

Marcelice (2006) aplicou DEA na avaliação de desempenho acadêmico de programas de pós-graduação de Engenharia Mecânica e Engenharia de Produção em todo país no triênio 2001-2003. Ao comparar os resultados do modelo com os resultados obtidos para o método da CAPES os resultados apontaram inconsistências como programas bem avaliados, no entanto para o método DEA com escores baixos. O autor apontou como ganho do estudo o incentivo a utilização da metodologia pela CAPES como forma de simplificar o processo avaliativo em sua etapa quantitativa. Foram utilizados como entrada o número de professores efetivos dos programas de pós-graduação e como saída o número de egressos e o número de produções científicas indexadas por docente permanente

Vários trabalhos se dedicaram a temática de uma análise consistente da realidade das universidades brasileiras. Machado (2008) focou nas Universidades Federais e as Pontifícias Universidades Católicas uma vez que possuem grande representatividade no cenário brasileiro. Foram utilizadas 32 instituições das quais 26 são públicas e 6 são privadas, Apenas 20 organizações educacionais foram consideradas eficientes. São elas: UFSM; PUCMG; UFSCAR; PUCRS; UFRPE; PUCCAMP; PUCRIO; UFRN; UFAM; UFRJ; UFRGS; UFPEL; UFPE; UFPA; UFOP; UFJF; UFLA; UFMA; UFMG; UFMT. Para as instituições ineficientes, foram identificados fatores individualizados. No entanto, não conseguiu extrapolar para fatores globais ineficientes para o ensino brasileiro.

Moreira (2008), buscou avaliar a eficiência relativa dos programas de pós-graduação acadêmicos em Administração, Contabilidade e Turismo utilizando análise envoltória de dados

de retorno constantes de escala para o triênio 2004 a 2006. Os resultados demonstraram que 2006 foi o ano de maior eficiência. Os programas com maior número de alunos matriculados apresentaram-se mais eficientes, sugerindo como conclusão para que os programas operem em maior escala. Dentre outras variáveis que influenciam na eficiência estão o envolvimento dos docentes em projetos de pesquisa e a participação de membros externos ao programa. Verificou-se também que em média 60% das horas-aula do corpo docente são dedicadas a disciplina de graduação, o que pode prejudicar o desempenho da pós. Como resultado de análise, os programas de pós-graduação de instituições privadas apresentam-se mais eficientes se comparados aos da rede pública.

Outra pesquisa na área de educação foi realizada por Sampaio e Guimarães (2009) no qual teve como objetivo comparar desempenhos de instituições de ensino básico entre público e privado. Na comparação apresentada, os colégios privados foram mais eficientes que os colégios públicos. No entanto, para os melhores alunos, os ensinos públicos federais apresentaram o mesmo nível de eficiência das escolas particulares. O ganho da pesquisa se dá em seu sentido social por analisar eficiência de instituições de ensino básico e ainda utilizar a metodologia de Thanassoulis (1999) que separa eficiência geral em dois componentes: o primeiro atribuído à instituição que o aluno estudou e o segundo atribuído a eficiência do estudante.

Uma vez que Sampaio e Guimarães (2009) utilizou a comparação de público e privado para o ensino básico, Coelho Junior (2011), aplicou comparações para instituições de ensino superior. A pesquisa buscou mensurar eficiência técnica de unidades públicas e privadas do ensino superior entre os anos de 2004 a 2007. Os dados foram coletados por meio do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, vinculado ao MEC. Foram retirados DMUS com informações faltantes e outras consideradas *outliers* quando acima de 2 desvios padrão da média. O trabalho adotou como saída as variáveis: total de concluintes, total de cursos, total de matrículas e como entradas: total de docentes, total de docentes em tempo de integral, total de docentes com doutorado, total de servidores. Das 61 unidades analisadas tem-se que 22 instituições apresentaram nível máximo de eficiência no ano de 2007.

Oliveira (2011) buscou avaliar a eficiência relativa dos programas de pós-graduação acadêmicos em Administração, Contabilidade e Turismo utilizando análise envoltória de dados de retorno variáveis de escala para o triênio 2004 a 2006 e 2007 a 2009. Os dados obtidos foram a partir do site da CAPES e teve como principais resultados: programas mais antigos se

mostram mais eficientes, programas com doutorado apresentam maior eficiência em relação àqueles que têm apenas mestrado. Observou-se também maior eficiência média dos programas vinculados às instituições públicas em relação às privadas, contrariando os achados de Moreira (2008), no qual direcionava escolas privadas como de maior eficiência. Apesar das duas pesquisas serem direcionadas para pós-graduação em Administração, Contabilidade e Turismo, estas utilizaram variáveis *inputs*, *outputs* e modelos DEA diferentes.

Os trabalhos com DEA na educação foram realizados em diversas partes do país, como a realizada na Universidade Estadual de Goiás (UEG) do qual demonstra que 20 das 39 unidades são ineficientes. No estudo mostrou que as 20 unidades ineficientes sofrem pelo contexto socioeconômico e ao retirar esse efeito, o número de unidades ineficientes cai para 11 unidades. (ROSANO-PEÑA, 2012) A contribuição deste trabalho está em mostrar a aplicação da ferramenta DEA contemplando o contexto socioeconômico de cada unidade tomadora de decisão. Para representar o contexto social utilizou-se o IDH-M (Índice de Desenvolvimento Humano dos Municípios), para sintetizar o entorno das unidades da universidade estadual.

Giacomello e Oliveira (2014) apresentaram uma aplicação de DEA para avaliar as unidades de ensino da Universidade de Caxias do Sul utilizando dados de dois semestres de 2012. Como resultado as unidades foram classificadas em 3 grupos, tendo 4 unidades no grupo de ineficiência. A metodologia teve como *inputs* a quantidade de cursos oferecidos pelas unidades, o custo financeiro do docente em atividades de graduação, o número de créditos oferecidos pela instituição e como *output* a quantidade de alunos na graduação, a quantidade de créditos contratados pelos alunos e a receita financeira de cada curso. Apesar de ter utilizado variáveis de desempenho do ensino das unidades acadêmicas selecionadas, incluiu-se na pesquisa indicadores financeiros como relevantes para avaliação de eficiência. O estudo relacionou DEA com indicadores financeiros ao apresentar um gráfico comparando o percentual da margem de contribuição sobre a receita com o valor da eficiência obtida da análise envoltória de dados. As unidades de Ciências Sociais Aplicadas apresentaram alta eficiência e alto desempenho financeiro.

O DEA além de poder ser aplicado de forma estática, foi também utilizado para cálculo de eficiência ao longo do tempo como em universidades federais brasileiras no ano de 2004 a 2008 (COSTA *et al.*, 2015). A pesquisa demonstra que a eficiência das universidades veio se deteriorando com o passar dos anos. Foram utilizadas como variáveis consideradas nos

relatórios de gestão das universidades apresentados ao Tribunal de Contas da União (TCU), utilizando assim, os mesmos critérios adotados pelo governo federal. Este estudo se diferencia pelo uso de um modelo dinâmico no tempo.

Hung (2016) analisou a qualidade de ensino das escolas públicas do Distrito Federal através dos resultados da prova Brasil. Apesar das escolas públicas possuírem semelhantes fontes financeiras, professores com mesmo plano de carreira e alunos com os mesmos tipos de acessos, as notas da prova Brasil apresentaram-se consideravelmente variável. As escolas foram divididas em 2 grupos de Ensino Fundamental I e II. Verificou-se como resultado que escolas mais equipadas possuem melhores notas, sendo uma recomendação investimentos como televisão em sala de aula, acesso a computadores, etc. Outra observação importante é que a maior formação dos professores não influencia na nota dos alunos.

Estudos mais recentes buscaram avaliar a eficiência produtiva no ensino superior utilizando análise envoltória de dados buscando comparar a eficiência de 56 universidades brasileiras e 31 universidades colombianas. As universidades em cada país foram separadas em grupos daquelas mais voltadas ao ensino e aquelas mais voltadas para a pesquisa. Como uma das conclusões entre as principais causas dos baixos scores estão como o uso ineficiente dos docentes e dos recursos financeiros. (COHEN, 2019). Diante dos resultados tanto Colômbia quanto Brasil precisam melhorar seus índices de eficiência.

Melo (2019) utilizou o modelo DEA para comparar as unidades acadêmicas das Universidade Federal de Goiás no ano de 2017, no qual entre as 27 unidades avaliadas apenas duas são eficientes. Verificou-se também que a faculdade de Medicina possuía o maior quantitativo de docentes e a faculdade de Filosofia apresentava o menor quantitativo.

No âmbito internacional, diversos são os estudos na mensuração da eficiência de faculdades, departamentos acadêmicos e universidades. O DEA ocupa um importante espaço nos estudos comparativos de eficiência em unidades de ensino superior no mundo todo (NADERI, 2019). Alguns estudos estão em comparações dentro do mesmo país (PIETRZAK M.; PIETRZAK P.; BARAN *et al.*, 2016), comparações entre países (WOLSZCZAK-DERLACZ; PARTEKA, 2011; WOLSZCZAK-DERLACZ, 2017), avaliando faculdades, universidades e departamentos acadêmicos (ERKOC, 2015; ALI *et al.*, 2018; NADERI, 2019).

2.4 Teoria de redes

A análise de redes é uma ferramenta para o estudo da ação social aplicável em níveis estrutural, individual e relacional, aplicando métricas para a investigação das relações sociais. No nível estrutural, a conectividade define os componentes de rede, com propriedades específicas de coesão, como a densidade. No nível do indivíduo, o principal conceito é a centralidade, relacionado à importância estrutural e proeminência de um indivíduo na rede. E ainda no nível relacional, que diz respeito à forma na qual os atores ocupam papéis nas redes (BARBOZA; LARUCCIA, 2016).

Entendem-se redes sociais como um conjunto de participantes autônomos, unidos por ideias e recursos, em torno de valores e interesses compartilhados através dos contatos que se relacionam (MARTELETO, 2001). Esses laços podem ser fortes ou fracos (GRANOVETTER, 1973), sendo a força de uma relação considerada uma combinação de muitos fatores como tempo, intensidade e intimidade. Entre os grupos que não se conectam, existem os chamados buracos estruturais. Para Burt (2017), estes buracos estruturais são uma oportunidade para intermediar os fluxos de informação entre as pessoas e ser o elo de controle de projetos que reúnem pessoas dos lados opostos do buraco.

As relações sociais facilitam a obtenção de recursos, entre eles a informação, pois por estas relações a informação flui (COLEMAN, 1988). Quanto mais recurso perpassa por uma rede, mais qualificada ela se torna. Para Bourdieu (1998), esses recursos reais ou potenciais ligados à posse de uma rede ajudam na explicação do conceito de capital social. A premissa por trás do conceito de capital social é bastante simples e direta, investimento nas relações sociais com retornos esperados (LIN, 2017). Segundo o mesmo autor, três situações podem ser oferecidas como resultados desta ação como a facilidade de acesso ao fluxo de informação, a possibilidade influenciar os agentes que desempenham um papel crítico nas decisões e utilização como credencial social.

A busca do capital social pode ser observada em diversas áreas da sociedade, inclusive na academia. Uma das aplicações que reúne estes conceitos é o estudo de redes de coautoria, que são um tipo de rede social baseada na investigação de colaboração entre unidades de pesquisa. Esta pode ser construída a partir de indivíduos (autores) ou instituições participantes na

elaboração de artigos (LIU *et al.*, 2005). Netas redes ocorrem o compartilhamento de ideias e técnicas de pesquisa, além de influência mútua entre os autores participantes (MOODY, 2004).

Uma vez estabelecidas tais parcerias colaborativas, elas são, muitas vezes, firmadas na comunicação de seus resultados a partir da produção de artigos científicos produzidos pelos colaboradores (LOPEZ-LOPEZ *et al.*, 2015). Através da publicação ocorre a legitimação da ciência pelos pares. Podendo a mesma ser representada nas etapas: a pesquisa, os resultados da pesquisa, os resultados da pesquisa escritos em texto, os textos submetidos a publicações, os textos candidatos à publicação submetidos à avaliação por pares, a publicação dos resultados e a finalmente a legitimação como ciência (HOPPEN, 2014).

Uma pesquisa ganha reconhecimento de sua importância e passa a existir para a comunidade científica após a publicação dos seus resultados, isto é, após sua divulgação por meio da publicação de um artigo científico nos canais formais de comunicação científica. A publicação dos resultados de uma pesquisa, como parte de um processo maior denominado de comunicação científica, permite ao pesquisador divulgar suas descobertas. (SILVA; PINHEIRO; REINHEIMER, 2013, p. 145).

O estudo de redes colaborativas já tem certa tradição na academia brasileira, usualmente emprega análise sociométrica das ligações estabelecidas por coautoria ou parceria em projetos para traçar a estrutura do arranjo, discutir a sua dinâmica e revelar a lógica e o impacto das ligações (ARAÚJO *et al.*, 2016b). A seguir foram apresentadas as principais referências correlatas às redes de pesquisadores na pós-graduação.

Um dos primeiros autores a observar crescimento de coautoria em artigos foi Smith (1958). Os dados de sua pesquisa foram retirados das publicações no *American Psychologist* no período de 1946 a 1957. A pesquisa revelava uma tendência crescente na porcentagem de artigos de 2 e 3 autores e uma tendência decrescente na porcentagem de artigos de um autor. Foram analisados 4.189 trabalhos na área de psicologia, no qual revelou um aumento considerável nos grupos de pesquisa após a II Guerra Mundial.

Em sua obra, Hagstrom (1965) realizou entrevistas a diversos pesquisadores, no qual constatou-se que alguns professores não consideravam seus orientandos como colaboradores de suas pesquisas, mesmo tratando-se de publicações e artigos escritos de forma conjunta.

De Solla, Derek e Beaver, (1966) estudaram a *collaboration invisible college* no qual grande parte das colaborações iniciam informalmente seja em congressos, conferências ou durante o período de treinamento do pesquisador.

Milgram (1967), estudou o problema *small world*. Dado dois pontos escolhidos de forma aleatória no universo de 200 milhões de pontos. Qual é o menor caminho para se conectar esses dois pontos utilizando os pontos intermediários entre eles? O autor realizou diversos experimentos através de cartas com origem em Kansas e Nebraska, a outra pessoa localizada em Boston, com o objetivo de a carta chegar a uma pessoa desconhecida. Em seus experimentos, a carta foi repassada por seis vezes até chegar ao seu destino. Este modelo afirma que os atores em uma rede podem encontrar outro ator através de 6 (seis) passos em média – também conhecido como “seis graus de separação”. No campo da colaboração acadêmica, essa teoria auxiliou na reflexão sobre as distâncias entre os pesquisadores. (BALANCIERI, 2004)

Já na década de 70, as pesquisas estavam direcionadas para identificação de quais áreas da ciência mais colaboravam. (BALANCIERI, 2004). Em suas pesquisas, Storer (1970) identificou que o grau de cooperação varia entre as diversas áreas da ciência. O autor verificou que as ciências aplicadas e as ciências sociais colaboram menos do que as ciências básicas e naturais. Isso se dá devido as ciências básicas e naturais utilizarem um maior aporte financeiro, repartição dos custos entre as áreas e uma maior necessidade de orientação internacional e nas ciências sociais apresentam problemas de caráter mais local. (STORER, 1970).

Outros pesquisadores posteriormente confirmaram esse direcionamento como (LODAHL; GORDON, 1972) afirmando que químicos colaboram mais com estudantes de pós-graduação do que cientistas de outros campos do conhecimento. Um dos motivos se dá através ao consenso pragmático das ciências naturais em contraposto as ciências sociais que operam em um ambiente muito menos previsível. (FRAME; CARPENTER, 1979) afirmam que áreas como Física e Química colaboram mais que em ciências aplicadas como Medicina.

Meows e O’conor (1971), aborda em seus trabalhos o conceito de cooperação científica, caracterizado por trabalhos colaborativos que, frequentemente ao final, são consolidados por artigos co-assinados, identificando autores e suas instituições. Os autores também destacaram

as autocitações como parte de um processo marcador de estágios iniciais de áreas em crescimento.

A socióloga Crane (1972), trabalhou o conceito de colégios invisíveis (DE SOLLA, 1963). Escolas invisíveis são comunidades informais de pesquisadores que se comunicavam, trocavam informações sobre o campo, experiências e publicavam formalmente seus resultados de pesquisa. (DE SOLLA, 1963). A autora defendeu que as escolas invisíveis são uma forma de alcançar alta produtividade, produzir e monitorar o conhecimento dentro do campo.

Nudelman e Landers (1972) apresenta que o total de créditos concedido a todos os autores de um artigo de autoria conjunta é superior ao crédito concedido ao autor de um artigo de autoria única. Nesta mesma linha, Goffman e Warren (1980), mostram que pesquisas de colaboração científica que utilizam grandes grupos tendem a ter mais influência no meio científico. Diamond (1985), reforçou ao concluir que uma citação a um artigo de autoria múltipla (independente da ordem do nome do autor) vale mais para seu autor do que uma citação para um autor único artigo.

Subramanyam (1983), realizou alguns questionamentos em relação a colaboração. Que apesar da pesquisa científica estar se tornando cada vez mais colaborativa, a intensidade e natureza dessa colaboração varia conforme vários fatores, como natureza do problema de pesquisa, o ambiente e fatores demográficos. Algumas colaborações podem ser dadas, mesmo em coautoria por fornecimento de material, realização de operação de rotina, sugestões na pesquisa por meio de discussões informais, etc.

As pesquisas de Lawani, (1986) e Pravdic e Oluic-Vukovic (1986) apontam que o desejo dos pesquisadores em serem reconhecidos pelos pares estimula a colaboração científica no meio em que atuam. Lawani também demonstrou que, à medida que o número de autores por artigo aumenta, a proporção de artigos de alto impacto também aumenta. (LAWANI, 1986)

Narin e Whitlow, (1990) estudaram a influência geográfica das publicações. Os autores verificaram que artigos de coautoria internacional são citados o dobro de vezes dos artigos de coautoria dentro de um único país. Nesta mesma linha de pesquisa, (NARIN; STEVENS; WHITLOW, 1991) concluíram que os padrões de coautoria países europeus estão longe de serem homogêneos e são bastante afetados por fatores linguísticos, históricos e culturais. O

trabalho pesquisou publicações, coautoria e citação em 28 campos científicos relacionados a vários programas da Comunidade Europeia. Comportamento de Materiais Radioativos no Ambiente, Manufatura de Ferro e Aço, Agricultura e Ciência de Alimentos apresentaram coautoria internacional maior do que em outras áreas.

Leclerc *et al.*, (1992) apresentaram uma análise estatística sobre a colaboração internacional entre os países da comunidade europeia e o Canadá utilizando o Science Citation Index. A colaboração canadense estava concentrada principalmente em três países que são a Grã-Bretanha, França e Alemanha Ocidental. Os autores apontaram que em 1986 quase 8% da pesquisa no mundo ocorreu através da colaboração internacional, tendo o percentual aumentando desde então. Outra contribuição do artigo é o apontamento do papel dos governantes cada vez mais crescentes a ser desempenhado na construção de acordos bilaterais formais entre países.

Para Kodama (1992), aponta em seus estudos que a interdisciplinaridade é um fator motivador que reforça a colaboração científica. Segundo o autor, grandes descobertas na ciência foram através das junções de campos da ciência anteriormente separados.

Katz (1994) em seu artigo apesar de reconhecer que fatores geográficos, econômicos, sócio-políticos e o idioma afetam o nível de colaboração, desenvolveu um artigo especificamente isolando o fator geográfico dos outros fatores. Seus estudos revelaram que a pesquisa colaborativa decresce exponencialmente com a distância que separa os pesquisadores nas universidades do Reino Unido, Canadá e Austrália. O autor afirma que o contato informal é um ingrediente essencial para colaboração, sendo muito reduzida nas pesquisas de altas distâncias geográficas, no qual tem os custos adicionais de viagem como um dificultador.

Vários autores estudaram o crescimento das colaborações internacionais. Colonomos, (1995) estudou como a mesma se desenvolve no contexto político internacional. O autor traça um histórico desde a 2ª Guerra Mundial até o fim da Guerra Fria e mostra como as pesquisas são influenciadas e originadas através das mudanças que afetam os sistemas políticos no mundo.

Observou-se também que os projetos de pesquisa e ensino têm sido concebidos e executados na forma colaborativa, em que diferentes pesquisadores e/ou instituições assumem tarefas

distintas com vistas a um dado objetivo, formando as redes de colaboração (WEISZ; ROCO, 1996).

Usando banco de dados de artigos científicos na área de física, biomédica e ciências da computação, várias redes de colaboração foram construídas. Para Newman (2000), dois cientistas são considerados conectados se tiverem um artigo de coautoria publicados. Pesquisaram artigos escritos por autores, número de autores por artigo, número de colaboradores que os cientistas têm com o objetivo de encontrar quem é o melhor cientista conectado. Assim, os atores são os pesquisadores, e os nós entre eles são as colaborações científicas.

Barabási (2003) apresenta seus esforços para entender como as redes evoluem e quais são as implicações para tudo e para todos que fazem parte de uma rede. Em seu livro *Linked* fez um estudo sobre a influência das Redes Sociais trazendo analogias de fácil entendimento. Ele conta a história do MafiaBoy, o adolescente canadense que atacou e paralisou o mecanismo de busca na Internet Yahoo.com em 2000 o menino reconheceu que ele poderia prejudicar uma parte significativa do Internet desabilitando um conector principal, como o Yahoo, no mundo.

Liu *et al.* (2005) examinou o estado do domínio das bibliotecas digitais após uma década de atividade aplicando a análise de redes sociais à coautoria. Verificou-se que o domínio das bibliotecas digitais é menos conectado que outros domínios científicos. Os autores contribuíram ao criarem indicadores como o *PageRank* ou *AuthorRank* usados como métricas alternativas para avaliar os impactos na pesquisa.

A área de Ciências da Informação foi estudada por pesquisadores brasileiros. O resultado indica uma concentração de autoria única e de autores com apenas um único artigo na área (PARREIRAS *et al.*, 2006). Os autores apontam como uma tendência de integração entre a análise de redes sociais, a bibliometria e o crescente papel da web na comunicação formal e informal dos pesquisadores.

A área de estratégia também foi tema de estudo por Machado-Da-Silva e Rossoni (2007). Mediante uso da técnica de análise de redes, foram avaliados 2.332 artigos publicados sobre o tema em periódicos e anais de congressos científicos brasileiros entre os anos de 1997 e 2005. A análise dos dados mostrou que o campo científico da estratégia em organizações na Academia

Brasileira de Administração, não é amplamente conectado. Verificou-se também que as instituições são condicionadas pela sua localização, pois se constatou tendência de relacionamento mais frequente entre instituições pertencentes à mesma unidade federativa. (ROSSONI; GUARIDO FILHO, 2007). Espejo *et al.*, (2009) em seu trabalho pesquisaram os autores e as instituições de destaque envolvidos no campo da pesquisa em Contabilidade no período entre 2004 e 2008 sob a perspectiva da teoria institucional.

No ano de 2010 a 2019, vários programas de pós-graduação foram estudados no Brasil sob a perspectiva de redes. Como exemplo ciências da informação (SANTOS *et al.*, 2012); educação (CUSTÓDIO, 2012); fonoaudiologia (DANUELLO; OLIVEIRA, 2012); contabilidade (GOMES; OLIVEIRA; VIEIRA, 2012); economia (HADDAD; MENA-CHALCO; SIDONE, 2017), ciências do movimento (JOB; IRIZAGA, 2010), computação (DIGIAMPIETRI; LINDEN; BARBOSA, 2019), geociências (LIMA, 2011), administração (MELLO; CRUBELLATE; ROSSONI, 2010), psicologia (NEIVA; CORRADI, 2010), comunicação (NUNEZ; MOURA, 2013) e medicina (SOBRAL *et al.*, 2016)

Os programas de pós-graduação tiveram um papel importante no campo de pesquisa sociométrica no Brasil. Tanto como pano de fundo para aplicação como para disseminação do conhecimento. Percebe-se uma popularização das ferramentas computacionais como Ucinet e Pajek para trabalhos na academia brasileira. (ARAÚJO *et al.*, 2017). No entanto, conclui-se que a qualidade média das pesquisas foi caindo com o aumento do número de trabalhos ao passar do tempo. (ARAÚJO *et al.*, 2017).

Algumas das conclusões dos estudos nessa década estão a baixa quantidade de artigos realizados em autoria única, alta motivação para a construção de um reconhecimento coletivo em comparação ao sucesso individual, a coletivização dos recursos de laboratório, a oportunidade de resolver grandes problemas de pesquisa a partir do trabalho em equipe (SOBRAL *et al.*, 2016)

Quadro 1 - Cronologia das redes de colaboração na área acadêmica

1960 a 1969	Início dos estudos; Investigação de formas colaborativas; Identificação dos colégios invisíveis; Maioria das publicações – coautorias; Coautoria entre orientador e orientando; Teoria do Mundo Pequeno; Seis graus de separação;
1970 a 1979	Áreas do conhecimento colaborativas, quais e por qual (is) motivo(s). Comparação entre as áreas do conhecimento; Identificação dos pesquisadores, instituições e países envolvidos; O número de coautores correlato com seu impacto; Os colégios invisíveis possuem alta produtividade; Fortalecimento coautoria
1980 a 1989	Questionamentos relativos à definição de colaboração; Diferenças em qualificar alguém como colaborador; Influência de artigos com maior número de coautores; Contagem de coautorias como medida mais usada; Fatores determinantes para a colaboração científica.
1990 a 1999	Colaborações nacionais versus colaborações internacionais; Fase pré-web, colaborações decrescem com a distância geográfica; Comparação dos trabalhos teóricos com trabalhos experimentais; Visão dos diferentes níveis de colaboração; Junção de várias áreas para entendimento e/ou visualização das redes.
2000 a 2009	Fase web, análise da colaboração na internet; Relação colaboração e produtividade; intensificação de estudos da colaboração em congressos e periódicos de áreas específicos
2010 a 2019	Intensificação da aplicação em programas de pós-graduação, popularização de softwares para aplicação em redes, motivação para construção coletiva, decréscimo na qualidade das análises sociométricas.

Fonte: Adaptado de Balancieri (2004)

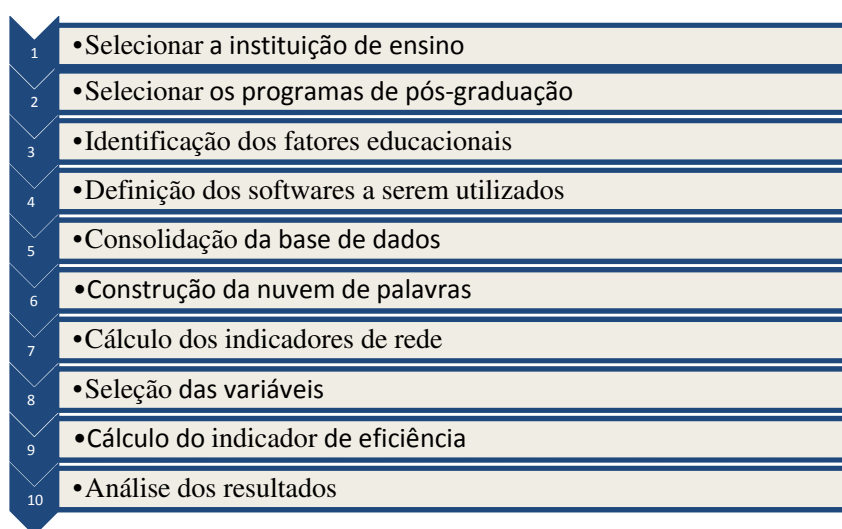
Estes conceitos foram aplicados às redes dos programas de pós-graduação do CEFET-MG e os resultados se encontram no quarto capítulo deste trabalho. A seguir será apresentada a metodologia utilizada para se alcançar tais resultados.

3 METODOLOGIA

A pesquisa teve uma abordagem quanti-qualitativa sob um prisma funcionalista. Utilizou-se de sociobibliometria para seus fins descritivos. A bibliometria versa sobre o uso de métodos estatísticos no estudo de artigos, livros e outros meios de comunicação (PRITCHARD *et al.*, 1969). Uma vez que é realizada no campo das ciências sociais, tem-se a sociobibliometria (KLAPPENBACH, 2017). Para a realização do trabalho toda atenção foi tomada desde a composição da base até o tratamento dos dados e teve como unidade de análise para o estudo de caso o Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais.

Abaixo um fluxograma ilustrativo com o intuito de resumir os passos metodológicos realizados e que foram detalhados nos tópicos posteriores.

Figura 3 – Resumo dos passos metodológicos



Fonte: Elaborado pelo autor baseado em Belloni (2000)

3.1 A instituição de ensino– CEFET-MG

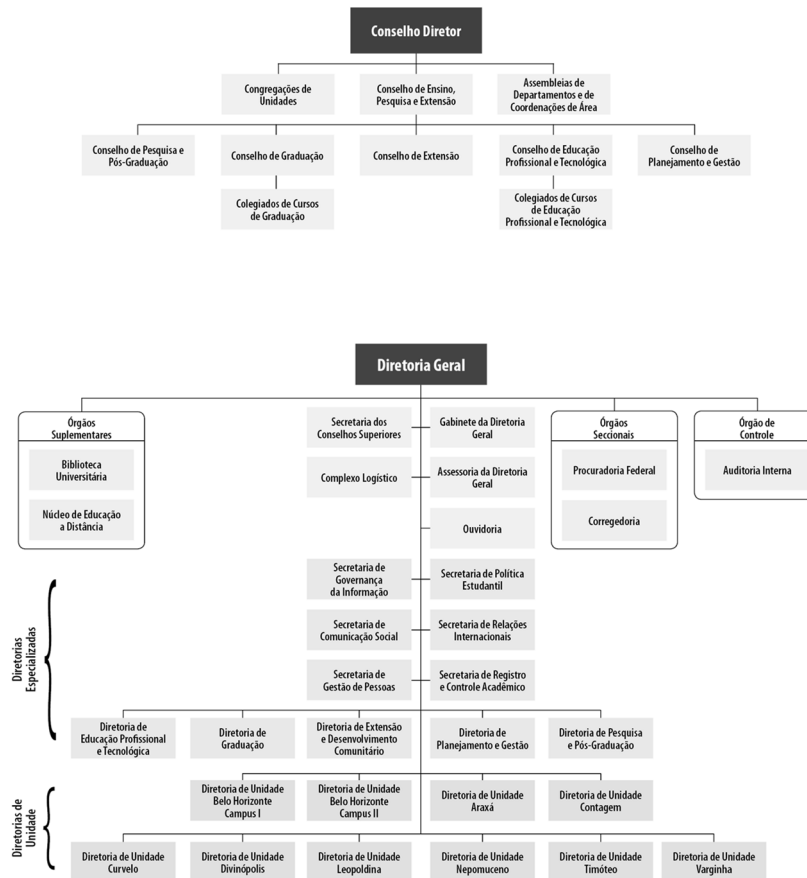
O Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG) é uma instituição de ensino que teve sua origem a partir do Decreto nº 7.566, assinado pelo Presidente Nilo Peçanha, em 23 de setembro de 1909. É uma autarquia federal brasileira, vinculada ao ministério de Educação que oferece ensino técnico, médio, superior, pós-graduação *stricto sensu* e *lato sensu*. É composto ao todo por onze unidades sendo 8 em cidades do interior (Unidade Leopoldina, Unidade Araxá, Unidade Divinópolis, Unidade Timóteo, Unidade

Varginha, Unidade Nepomuceno, Unidade Curvelo e Unidade Contagem) e três localizadas em Belo Horizonte (Campus I, Campus II e Campus VI). (CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS, 2019)

Ao longo de sua história já recebeu diversos nomes como Escola de Aprendizes Artífices de Minas Gerais (1909), Liceu Industrial de Minas Gerais (1941), Escola Técnica de Belo Horizonte (1942), Escola Técnica Federal de Minas Gerais (1969) e Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (1978), ano esse que passou a oferecer cursos de Ensino Superior.

A gestão da instituição é realizada pela diretoria geral que tem como função coordenar e supervisionar a execução das atividades do CEFET-MG como forma de cumprir as deliberações dos órgãos colegiados superiores (CENTRO FEDERAL E EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS, 2019) se organizando na seguinte estrutura:

Figura 4 - Organograma Conselho Diretor e Diretoria Geral CEFET-MG.



Fonte: Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (2019)

Sua organização abrange os órgãos de deliberação coletiva (Conselho Diretor e o Conselho de Ensino Pesquisa e Extensão); os órgãos colegiados e executivos especializados nas áreas fins da Instituição (ensino, pesquisa e extensão); o órgão executivo superior (Diretoria Geral); as instâncias executoras das atividades fins (unidades, coordenações e departamentos) e das atividades meios (CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS, 2019)

3.2 Os programas de pós-graduação

As atividades de Pesquisa e Pós-Graduação no CEFET-MG tiveram origem no final da década de 80 com a criação da Assessoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Extensão (AEPEX) e na época foi aprovado pela CAPES o Mestrado em Tecnologia, instituído a partir de um convênio com a *Loughborough University* na Inglaterra (CENTRO FEDERAL E EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS, 2019). Entre o período de 1992 a 2005 o referido curso apresentou uma produção de 198 dissertações e teve suas atividades encerradas em 2005. O mestrado em Tecnologia que teve sua data de início no ano de 1988 foi desativado em 11/01/2005.

A partir do ano de 2005 ocorreu uma expansão da pós-graduação na instituição conforme demonstrado no QUADRO abaixo:

Quadro 2 - Evolução da pós-graduação stricto sensu no CEFET-MG

(Continua)

Programas	Criação
Mestrado em Educação Tecnológica	2005
Mestrado em Modelagem Matemática e Computacional	2005
Mestrado em Engenharia Civil	2007
Mestrado em Engenharia da Energia - CEFET-MG - UFSJ	2008
Mestrado em Engenharia Elétrica (UFSJ - CEFET-MG)	2009
Mestrado em Estudos de Linguagens	2009
Mestrado em Engenharia de Materiais	2010
Doutorado em Modelagem Matemática e Computacional	2013
Mestrado em Administração	2014
Doutorado em Estudos de Linguagens	2015
Mestrado Multicêntrico em Química de Minas Gerais	2016

Quadro 2 - Evolução da Pós-Graduação *stricto sensu* no CEFET-MG

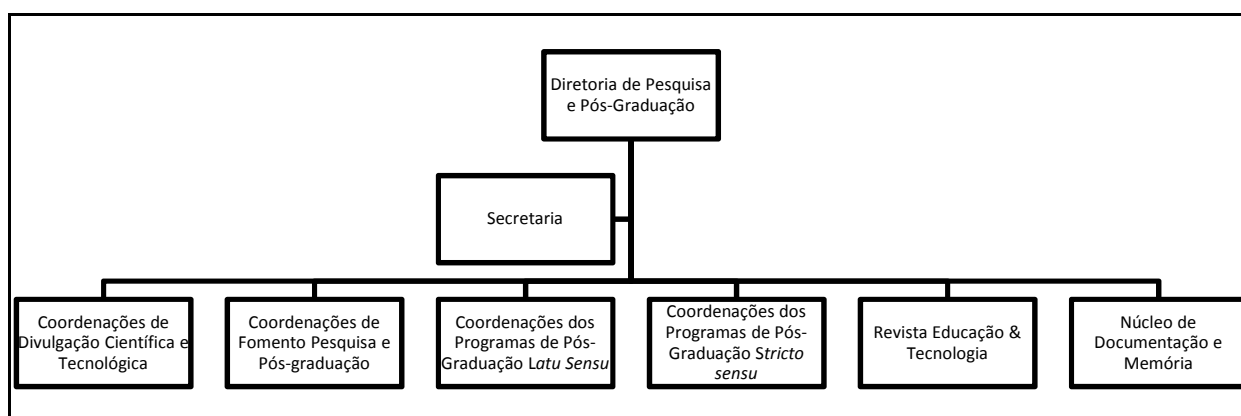
Programas	(conclusão) Criação
Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica	2017
Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional	2017
Doutorado em Engenharia Civil	2017
Mestrado Profissional em Engenharia de Minas	2019
Mestrado em Engenharia Mecânica	2019
Mestrado em Tecnologia de Produtos e Processos	2019
Doutorado Multicêntrico em Química de Minas Gerais	2020

Fonte: Centro Federal E Educação Tecnológica De Minas Gerais (2019)

Nota: Elaborado pelo autor

Atualmente a Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação no CEFET-MG é o órgão executivo responsável pela gestão, implementação, incentivo da pesquisa e dos cursos de Pós-Graduação *stricto e lato sensu* (CENTRO FEDERAL E EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS, 2019) se organizando na seguinte estrutura:

Figura 5 - Organograma Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação do CEFET-MG.



Fonte: Elaborado pelo autor com dados do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas GERAIS (2019)

Inicialmente foram pesquisados quais eram os programas de pós-graduação *Stricto Sensu* presentes no site do DPPG na data da pesquisa com 14 programas ao todo, sendo contabilizados uma única vez quando possuem mestrado e doutorado. No entanto, como recorte para a dissertação foram utilizados apenas os 6 programas exclusivamente do CEFET-MG que constavam na última avaliação CAPES disponível 2013 a 2016 sendo listados na TAB. abaixo, com seus respectivos status de nota do mestrado e doutorado e sua situação atual:

Tabela 1 - Status dos programas escolhidos do CEFET-MG considerados e avaliados no CAPES 2013 a 2016

Código	Programa	Situação	Mestrado	Doutorado
32020015008P9	ADMINISTRAÇÃO	EM FUNCIONAMENTO	3	-
32020015003P7	EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA	EM FUNCIONAMENTO	3	-
32020015004P3	ENGENHARIA CIVIL	EM FUNCIONAMENTO	4	4
32020015007P2	ENGENHARIA DE MATERIAIS	EM FUNCIONAMENTO	3	-
32020015006P6	ESTUDOS DE LINGUAGENS	EM FUNCIONAMENTO	4	4
32020015002P0	MODELAGEM MATEMÁTICA E COMPUTACIONAL	EM FUNCIONAMENTO	4	4

Fonte: Elaborado pelo autor com dados Sucupira (2019)

Para análise de produtividade, cada programa de pós-graduação é visto como um processo produtivo no qual a partir dos insumos (professores, laboratórios, bibliotecas) realizam suas atividades, gerando *outputs* na educação (ensino, pesquisa e extensão) (MOREIRA, 1996). Cada um dos departamentos escolhidos são unidades tomadoras de decisão, responsáveis pela conversão das entradas em saídas.

3.3 Identificação dos fatores educacionais

Dado que a quantidade de cada “produto” acadêmico (ensino, pesquisa e extensão) não é bem definida, há a possibilidade de estimá-la apenas indiretamente pelos indicadores de desempenho (LOPES, 1998). Essa etapa aborda sobre a importância de realização de um fichamento das variáveis utilizadas na literatura sobre os fatores para *input* e *output*.

Para isso foi realizada uma pesquisa em 17 trabalhos sobre o tema comparando cada um dos *inputs* e *outputs* utilizados. As informações se encontra em anexo detalhando ano do trabalho, tipo de publicação, referencia bibliográfica, insumos e *outputs* utilizados no modelo DEA. Recomenda-se a leitura do ANEXO I para melhor entendimento dos passos posteriores.

Como conclusões da apuração dos fatores educacionais, a maioria dos trabalhos tem “docente” como *inputs* sendo ele utilizado de diversas formas no DEA como apenas permanentes, docentes com doutorado ou mestrado, custo do docente e até relações entre aluno/docente. Alguns *inputs* foram menos comuns como é o caso de área construída em metro quadrado por departamento aparecendo apenas no trabalho de Rosano-Peña (2012). Para os *outputs*, alunos total, alunos mestres e alunos doutores apareceram em maiores quantidades junto número de artigos publicados pelo programa.

3.4 O software

Uma vez identificados os possíveis fatores educacionais foram necessários para a escolha dos softwares a serem utilizados. O Excel 2019 foi utilizado para consolidação dos anos de 2013 a 2018. Foram realizadas análises descritivas das publicações através de gráficos e tabelas dinâmicas de consolidação. Os dados foram tabulados no Excel para que se adequem as bases de entrada dos softwares utilizados que foram o SDEA.BR sendo este desenvolvido pelo Núcleo de Pesquisa em Eficiência, Sustentabilidade e Produtividade (NESP-UFMG) para a construção da análise envoltória de dados.

Foi utilizado o software R (R CORE TEAM, 2018) para tratamento dos dados provenientes da CAPES. O software R foi criado em 1993 originalmente por Ross Ihaka e por Robert Gentleman no departamento de Estatística da universidade de Auckland, Nova Zelândia. O nome foi utilizado das iniciais dos criadores sendo um software aberto disponível para toda comunidade acadêmica.

Para análise de nuvem de palavras foi utilizado o software Wordle (FEINBERG, 2014). O sistema foi criado por Jonathan Feinberg utilizando a plataforma em Java. Essa ferramenta foi utilizada no trabalho com o objetivo de coletar as palavras-chave das publicações realizadas no programa de pós-graduação. O sistema está disponível na web gratuitamente no endereço www.wordle.net, podendo também ser baixado sua versão em desktop, sendo a última forma utilizada neste trabalho na versão v0.2 para Windows.

Para gerar os indicadores sociométricos dos artigos publicados foi utilizado o Ucinet (BORGATTI; EVERETT; FREEMAN, 2002). O Ucinet foi desenvolvido nos anos 80 pela empresa *Analytic Technologies* é um software utilizado para análise de dados sociais. Para a elaboração da pesquisa, foi utilizada a versão 6.658 de 32-bit.

O software Pajek (NOOY; MRVAR; BATAGELJ, 2018) foi utilizado para a criação das redes dos pesquisadores nos programas de pós-graduação estudados. O Pajek é um programa não comercializável desenvolvido em novembro de 1996 por Andrej Mrvar (Faculty of Social Sciences, University of Ljubljana) e Vladimir Batagelj (Faculty of Applied Mathematics, University of Ljubljana). O software realiza análise de rede e visualização, especialmente

projetadas para lidar com grandes conjuntos de dados. A versão utilizada foi de Pajek 5.4 32-bit.

3.5 O banco de dados

A pesquisa foi descritiva e documental. A análise documental teve como objetivo central identificar informações factuais nos documentos tendo como ponto de partida as questões e hipóteses de interesse do pesquisador (CAULLEY, 1983). Vários foram os documentos e as bases de dados utilizadas para a pesquisa.

Foi realizada uma pesquisa em plataforma de dados abertos da CAPES referente aos programas de pós-graduação do CEFET-MG. As bases selecionadas na plataforma foram: [2013 a 2016] Autor da Produção Intelectual de Programas de Pós-Graduação Stricto Sensu no Brasil e [2017 a 2020] Autor da Produção Intelectual de Programas de Pós-Graduação Stricto Sensu no Brasil, contendo nesta última as informações do ano de 2017 e 2018. Nestas bases, foram retirados todos os programas de pós-graduação que não sejam pertencentes aos 6 programas do CEFET-MG através do software R. Os dados foram utilizados com o propósito de construção das redes dos pesquisadores.

No entanto, nestas bases anteriores, não havia as informações mais detalhadas sobre a publicação. Sendo utilizada outra base, para a partir do ID de produção intelectual, coletar os títulos dos artigos de cada programa objetivando a realização de análises de nuvem de palavras. As novas bases coletadas foram: [2013 a 2016] Produção Intelectual de Pós-Graduação stricto sensu no Brasil e [2017 a 2020] Produção Intelectual de Pós-Graduação stricto sensu no Brasil. Ressalta ainda que para interpretação das análises de nuvem, foram utilizadas as Fichas de Avaliação de cada programa no período 2013 a 2016.

A informação de qual revista era relevante para realização da análise comparativa dos programas através das notas das revistas. A pontuação foi obtida através dos seguintes critérios (A1: 100 pontos, A2: 80, B1: 60, B2: 50, B3: 30, B4: 20, B5:10, C e D: zero) (ARAÚJO *et al.*, 2017). As avaliações das revistas foram realizadas através da Plataforma Sucupira por classificação de periódicos do quadriênio 2013-2016 em suas respectivas áreas de atuação. O trabalho contemplou todas as publicações adotando sistema de pontuação para cada artigo.

Considerou-se para esse trabalho uma publicação qualificada se publicada em uma revista A1, A2 ou B1 da área de atuação do curso (ARAÚJO *et al.*, 2017). As bases utilizadas para esse fim foram: [2013 a 2016] Detalhes da Produção Intelectual Bibliográfica de Programas de Pós-Graduação Stricto Sensu no Brasil e [2017 a 2020] Detalhes da Produção Intelectual Bibliográfica de Programas de Pós-Graduação Stricto Sensu no Brasil.

Foram realizadas tratativas nas bases com o objetivo de eliminar possíveis casos de homônimos e padronização de nomes e vocábulos. Para cada pesquisador, foi criado um sistema de indexação de siglas biunívoco, suas entidades e periódicos com o objetivo de eliminar erros na construção das redes.

Para análises descritivas foram também utilizadas as bases: [2013 a 2016] Docentes da Pós-Graduação Stricto Sensu no Brasil e [2017 a 2020] Docentes da Pós-Graduação Stricto Sensu no Brasil com o objetivo de traçar o perfil dos docentes pesquisadores dentro do CEFET-MG. Foram geradas análises referentes a idade, gênero e localidades onde realizaram o doutorado. Foram também realizadas análises descritivas para os discentes dos programas no período de 2013 a 2018 através das bases: [2013 a 2016] Discentes da Pós-Graduação Stricto Sensu do Brasil e [2017 a 2020] Discentes da Pós-Graduação stricto sensu do Brasil

3.6 Construção da nuvem de palavras

A técnica nuvem de palavras é uma representação gráfico-visual que indica o grau de frequência de palavras no texto (VILELA; RIBEIRO; BATISTA, 2020). As diferenças são ressaltadas no tamanho da fonte das palavras na nuvem, no qual tem seu tamanho aumentado quando a palavra aparece com maior frequência, sendo assim mais relevante ao contexto. A aplicação dessa técnica é complementar ao objetivo do estudo sobre eficiência.

Para a nuvem, foram utilizados os títulos dos artigos publicados pelos 6 programas da instituição: P1 –Administração, P2 - Educação tecnológica, P3 - Engenharia Civil, P4 - Engenharia de Materiais, P5 - Estudos de Linguagem, P6 - Modelagem Matemática e Computacional no período 2013 a 2018. Essas classificações foram utilizadas durante todo trabalho.

Os dados foram retirados do site CAPES através da base de dados br-CAPES-colsucup-producao, no qual se encontrava as informações dos programas citados. Para utilização da base, considerou-se imprescindível a revisão de todo arquivo, correção dos erros de digitação e uniformização das siglas. Após essa etapa, as informações foram transcritas para janela do sistema Wordle.

Foram ainda retirados os termos mais comuns como artigos, advérbios e preposições do idioma português e inglês. Isso possibilita um foco apenas nas classes de palavras que carregam sentidos e significados relevantes (VILELA; RIBEIRO; BATISTA, 2020). Para essa pesquisa não foram traduzidas as palavras para um único idioma, uma vez que poderia se perder em interpretação dado os títulos técnicos dos artigos. O software Wordle apresenta uma limitação por não gerar em forma de tabelas as palavras, gerando apenas o gráfico de nuvens. Algumas das palavras de destaque nos programas foram contadas no Excel. Dentro do sistema, foram selecionados – *Font > Gnuolane Free* e *layout > mostly horizontal*. A última configuração feita foi em relação ao número máximo de palavras por nuvem. Com o objetivo de concentrar as palavras mais importantes, configurou-se a nuvem para ter no máximo 150 palavras: *layout > maximum words*.

Foi realizada a análise de conteúdo através das palavras geradas pela nuvem dos títulos dos artigos publicados pelos programas de pós-graduação do CEFET-MG. Para Bardin (1977, p. 38) a análise de conteúdo é um conjunto de técnicas de análise das comunicações, que utiliza procedimentos sistemáticos para descrição do conteúdo das mensagens. Para o seguinte trabalho optou-se por utilizar a técnica de análise de conteúdo segundo Bardin (1977) por ser o autor mais citado no Brasil em pesquisas que adotam a análise de conteúdo como técnica de análise de dados (MOZZATO; GRZYBOVSK, 2011).

A análise de conteúdo está organizada em três fases: pré-análise, exploração do material e tratamentos dos resultados, inferência e interpretação (BARDIN, 1977). A pré-análise é a fase em que procura organizar o material a ser estudado com o objetivo de torná-lo mais operacional (MOZZATO; GRZYBOVSK, 2011). A segunda fase consiste na exploração do material, sendo ela uma descrição analítica com o objetivo de submeter o material a um estudo aprofundado (MOZZATO; GRZYBOVSK, 2011). A terceira etapa consiste na condensação e destaque das informações para que ocorra a análise. Para Bardin (1977), este é o momento da análise reflexiva e crítica. A reflexão construída por essa prática é verificar se os artigos gerados estão

correlacionados com as linhas de pesquisa do programa. Esta coerência é desejada pelos critérios atuais da CAPES.

Na parte da análise foi destacado as palavras mais importantes de cada programa. Sendo os dados destacados na nuvem de palavras, comparados a suas respectivas linhas de pesquisa descritas a seguir e suas fichas de avaliação do quadriênio 2013 a 2016.

Quadro 3 - Linha de pesquisa dos programas do CEFET-MG

Programa	Linha de Pesquisa
Administração	• Processos e sistemas decisórios em Arranjos Organizacionais
Educação Tecnológica	• Ciência, tecnologia e trabalho: abordagens filosóficas, históricas e sociológicas • Processos formativos em educação tecnológica • Tecnologias da informação e Educação • Práticas educativas em ciência e tecnologia
Engenharia Civil	• Componentes da construção e processos construtivos • Materiais de construção sustentáveis • Materiais, componentes de construção e processos construtivos • Análise e projeto de estruturas • Mecânica das estruturas
Engenharia de materiais	• Biomateriais • Seleção, processamento e caracterização • Reciclagem
Estudos de linguagens	• Literatura, Cultura e Tecnologia • Discurso, Mídia e Tecnologia • Linguagem, Ensino, Aprendizagem e Tecnologia • Edição, Linguagem e Tecnologia
Modelagem Matemática e Computacional	• Métodos matemáticos aplicados • Sistemas inteligentes

Fonte: Elaborado pelo autor com dados CEFET-MG (2020)

3.7 Os indicadores sociométricos

A sociometria aparece como uma das estratégias mais avançadas e ordenadas para descrever e mensurar a dinâmica de grupo, pois permite o estudo quantitativo das relações interpessoais (MORENO; BOUZA; KARSZ, 1972). Uma das formas de visualizar essas relações, utilizada neste trabalho, são os sociogramas. Estes, são diagramas que permitem explorar de forma gráfica a posição dos indivíduos dentro do grupo, bem como suas inter-relações (MORENO;

BOUZA; KARSZ, 1972).

Por mais que as relações possam ser representadas por diversas formas de contato formais ou informais, para o trabalho será considerada a interação entre os pesquisadores através dos artigos publicados em conjunto, já consolidada por análises de coautoria desde Smith (1958). Pode-se assumir que em um laço (se A publica com B, então B publica com A) demonstrando a existência de ligação (ARAÚJO *et al.*, 2017). Para interpretação dos sociogramas, os círculos representam os vértices indicando os autores das publicações. E as linhas entre os vértices retratam a relação de coautoria.

Para entendimento dessas redes, além dos sociogramas, a literatura apresenta alguns indicadores, a fim de aprofundar a análise da estrutura de uma rede. A seguir será apresentado um resumo dos principais indicadores utilizados no trabalho para que interessados, principalmente principiantes na área de redes, possam se beneficiar de pequena explicação e se ambientarem ao texto.

Quadro 4 - Conceitos principais indicadores sociométricos

(Continua)

Indicador	Conceito
Autores	Representa as entidades sociais podendo ser indivíduos, organizações, países (ROSSONI, 2006). A pesquisa considera cada autor como um pesquisador que publicou algum artigo científico no ano 2013 a 2018 dentro dos programas do CEFET-MG.
Laços	Representa número de autores com que cada autor colaborou, não considerando a frequência de colaboração (NOOY; MRVAR; BATAGELJ, 2018). Os autores são ligados por laços (artigos publicados em coautoria), quanto maior a quantidade de laços que o programa tem, maior o número de ligações que o mesmo possui.
Média laços por autor	Divisão do número de laços do programa pela quantidade de autores. Quando o valor aumenta indica o aumento de cooperação (ROSSONI; MACHADO-DA-SILVA, 2008).
Componentes	Componentes são sub-redes em que os nós estão conectados entre si (NOOY, MRVAR; BATAGELJ, 2018). Uma dupla de autores isolados, ou artigos de publicações de um único autor já contabiliza como sub-rede.
Densidade	A densidade permite avaliar a coesão da rede. É calculada pela razão entre o número de laços existentes pelo número total de laços possíveis de serem realizados (OTTE; ROUSSEAU, 2002). Quanto mais próxima de 1, maior a coesão da rede avaliada.

Quadro 4 - Conceitos principais indicadores sociométricos
(conclusão)

Indicador	Conceito
Diâmetro	A maior distância geodésica entre qualquer par de vértices, podendo variar de um mínimo de 1 a no máximo de $n - 1$, onde n é o número de autores (ANDRADE, 2016).
Distância média	Distância geodésica média entre todos os nós (BORGATTI, 1998). Representa o número de passos médios que um autor da rede pode encontrar outro autor.
Centralização	Condição em que um ator na rede exerce um papel claramente central ao estar ligado a todos os nós, aos quais necessitam passar pelo nó para se ligarem uns aos outros. Para valores baixos indicam ausência de atores claramente centrais na rede (ALEJANDRO; NORMAN, 2005).

Fonte: Elaborado pelo autor

Esses indicadores foram utilizados para a explicação da dinâmica estrutural dos programas. Para verificar o comportamento ao longo do tempo, utilizou-se para cada programa a média móvel de 4 anos (período de avaliação dos programas pela CAPES). Neste caso foram avaliados, além do período geral, o período 2013 a 2016; 2014 a 2017; 2015 a 2018. Para evidenciar os arranjos das publicações recomenda-se a média móvel conforme o período de avaliação da CAPES. (ARAÚJO *et al.*, 2017)

Para os programas de pós-graduação do CEFET-MG foram utilizados alguns testes dentro da teoria de redes: homofilia, *Small World* e *Scale-free*. Essas teorias auxiliaram a melhor compreender as características dos pesquisadores dentro e fora dos programas e como estão estruturados.

Um dos grandes interesses em análise de rede sociais é identificar subgrupos coesos de atores em uma rede (ROSSONI, 2006). Para mensurar essa coesão, o teste de homofilia indica que indivíduos tendem a formar laços com outros indivíduos que possuem características similares as suas (MCPHERSON; SMITH-LOVIN; COOK, 2001). Ou seja, é mais provável que grupos de indivíduos equivalentes em seus atributos (idade, sexo, características sociais, etc) tenham mais frequência em seus encontros, mais concordância em suas opiniões ou práticas semelhantes do que caso essa equivalência não ocorra (COLINA; VERD, 2011).

O trabalho utilizou como teste de homofilia o vínculo organizacional de cada pesquisador com o programa pertencente. Esse teste de homofilia pode ser realizado através do indicador E-I

Index. O indicador é proveniente da divisão entre o número de laços externos menos o número de laços internos de uma categoria e o número total de laços (CARDOSO; BERNARDINO; ARAÚJO, 2018). Para sua interpretação quanto mais próximo de -1,0 maior é o indicativo de homofilia e quanto mais próximo de 1 maior a tendência a relacionamentos externos (heterofilia).

O segundo teste realizado foi de *Small World*, também conhecida como mundo pequeno.

A proposição foi desenvolvida por Watts e Strogatz (1998) indicando que dois elementos quaisquer na rede estariam separados por um número pequeno de intermediários, quando se toma o caminho mais curto (geodésia) (ARAÚJO *et al.*, 2017).

Para a avaliação do fenômeno *small world* neste trabalho seguiu-se o formato utilizado por Rossoni (2014). Foram construídos dois conjuntos de dados, sendo eles os observados, extraídos das fontes primárias dos programas de pós-graduação do CEFET-MG; e os dados aleatórios, que correspondem aos indicadores elaborados por Watts e Strogatz (1998). Fez-se uma comparação do modelo real com o modelo aleatório. E por fim, foi verificado o valor do coeficiente *small world* W criado por Uzzi e Spiro (2005). Esse indicador é dado pela taxa do coeficiente de agrupamento dividida pela distância média (ROSSONI, 2014). Para avaliá-lo utiliza-se um valor maior que 1 para indicação dos mundos pequenos. Quanto maior o valor, maior a força de ocorrência desse fenômeno.

Para o teste de *Scale-free* foi proposto por Barabasi e Albert (1999). Observou-se que algumas redes, quando complexas e grandes, apresentam um alto grau de auto-organização, sendo caracterizado pelo estado livre escala (CARDOSO; BERNARDINO; ARAÚJO, 2018).

Ou seja, as redes não se formam aleatoriamente com a mesma probabilidade independente dos seus nós, os modelos de rede sem escala sugerem que um pequeno número de nós concentra um maior número de contatos na rede (GOMES, 2017). O contrário das redes de livre escala são as redes randômicas.

Figura 6 - Exemplo de rede Randômica (esquerda) e rede de livre escala(direita)



Fonte: GOMES (2017)

Para as redes de livre escala a probabilidade $P(k)$ de um vértice na rede interagir com outros k vértices decai conforme a seguinte expressão: $P(k) \sim k^{-\gamma}$. Este resultado indica que as grandes redes se auto-organizam em um estado de livre escala quando o valor de γ é um valor real positivo $2 < \gamma < 3$ (CARDOSO; BERNARDINO; ARAÚJO, 2018). A teoria foi testada na rede completa dos programas de pós-graduação do CEFET.

3.8 Seleção das variáveis

No passo 3.3 de identificação dos fatores educacionais foi realizado um fichamento dos diversos *inputs* e *outputs* existentes sobre o tema. Uma vez identificadas as variáveis nos trabalhos anteriores, foi selecionado as variáveis utilizadas para o presente trabalho. As mesmas foram discutidas e repensadas na aplicação da teoria de redes, sendo proposta a aplicação do modelo para as variáveis *inputs* e *outputs*, a partir do modelo já utilizado no trabalho de Belloni (2000) e Brito (2003). Em seguida, a aplicação do modelo junto a variável média de laços por autor. Esse indicador de rede foi escolhido uma vez que indica a cooperação entre os programas fazendo uso do número de autores e a quantidade de laços que o programa possui.

Quadro 5 - Variáveis utilizadas para fins comparativos na dissertação

(Continua)

	Modelo BELLONI (2000)	Modelo BRITO (2003) + indicador sociométrico	OLIVEIRA (2011)	OLIVEIRA (2011) + indicador sociométrico
Variáveis de Entrada	Número total professores	- Número total professores; - Média laços por autor ano anterior	- Número total professores - Dissertações defendidas - Teses defendidas	- Número total professores - Dissertações defendidas - Teses defendidas - Média laços por autor ano anterior

Quadro 5 - Variáveis utilizadas para fins comparativos na dissertação

	Modelo BELLONI (2000)	Modelo BRITO (2003) + indicador sociométrico	OLIVEIRA (2011)	(conclusão) OLIVEIRA (2011) + indicador sociométrico
Variáveis de Saída	- Número total de alunos formados - Total de artigos publicados; - Indicador de qualidade.	- Número total de alunos formados - Total de artigos publicados; - Indicador de qualidade. - Média laços por autor ano corrente	- pontuação de artigos A1 e A2 - pontuação de artigos B1 a B5	- pontuação de artigos A1 e A2 - pontuação de artigos B1 a B5 - Média laços por autor ano corrente

Fonte: Elaborado pelo autor

3.9 Cálculo do indicador de eficiência

O conceito do método de análise envoltória de dados derivou do conceito de eficiência proposto por Farrel (1957) através das razões ponderadas de produtos e recursos expressos na equação abaixo:

$$\theta_k = \frac{\sum_j u_j y_{jk}}{\sum_i v_i x_{ik}} \quad (1)$$

Nesta expressão o índice de eficiência representado por θ_k está em função de entradas e saídas múltiplos. Os termos u_j representa o peso de cada *output* e v_i o peso de cada *input*. Os termos y_{jk} representam os resultados em comparação com termos x_{ik} que representam os insumos.

A DEA determina uma condição ótima de operação para cada uma das unidades produtivas de forma separada como forma de maximizar sua eficiência (SAURIN *et al.*, 2013). O método apresenta-se em uma grande quantidade de artigos com aplicações teóricas e práticas ao longo de pouco mais de três décadas (COOK; SEIFORD, 2009)

O modelo originalmente proposto por Charnes, Cooper e Rhodes (1978) é o CCR (Charnes, Cooper e Rhodes), modelo este que considera retornos constantes de escala

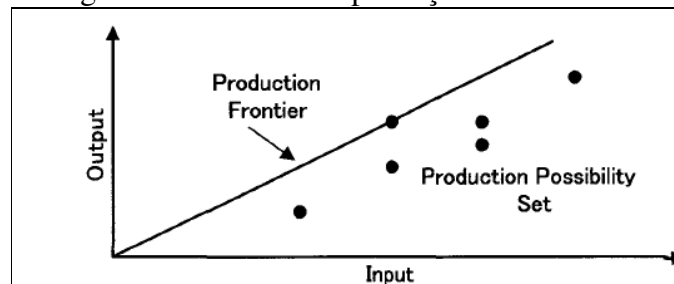
$$Max \theta_{ko} = \frac{\sum_j u_j y_{jko}}{\sum_i v_i x_{iko}}$$

$$\frac{\sum_j u_j y_{jk}}{\sum_i v_i x_{ik}} \leq 1 \text{ para } k = 1, \dots, n$$

$$u_j, v_i \geq \varepsilon$$

No qual ko representa a DMU avaliada, θ_{ko} indica a taxa de eficiência da unidade ko ; o u_j representa o valor atribuído ao produto j ; v_i é o valor atribuído ao insumo i ; y_{jk} representa a quantidade produzida do produto j pela unidade k , x_{ik} representa a quantidade consumida do insumo i pela unidade k ; ε é um número infinitesimal não euclidiano e maior do que zero. A seguir é mostrado a fronteira de eficiência pelo modelo, sendo cada ponto uma unidade tomadora de decisão.

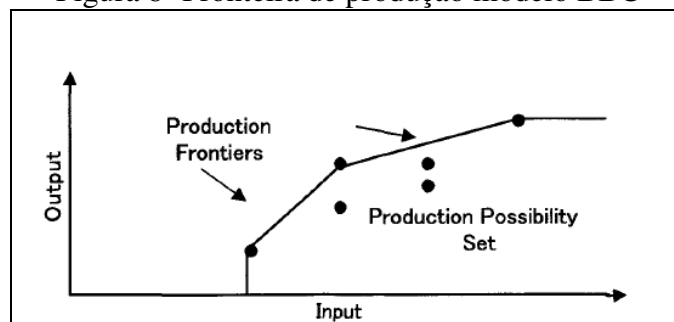
Figura 7 - Fronteira de produção modelo CRS



Fonte: Cooper, Seiford e Tone, (2000)

Várias extensões desse modelo estão presentes na literatura, entre eles o BBC (BANKER; CHARNES; COOPER, 1984) modelos esses que consideram retornos variáveis de escala que altera o axioma de proporcionalidade de *input* e *output* existentes nos modelos de CCR por retornos decrescentes de escala, dos quais gera um modelo convexo para fronteira de eficiência (SILVEIRA, 2017)

Figura 8- Fronteira de produção modelo BBC



Fonte: Cooper, Seiford e Tone (2000)

realização de avaliações de universidades, centros de ensino, departamentos, unidades acadêmicas (LAPA; NEIVA, 1996).

3.10 Análise dos resultados

Essa etapa propõe a realização de averiguação dos resultados junto às teorias propostas no referencial. Identificar quais programas foram *benchmarks* no quesito eficiência e quais apresentaram notas inferiores, além da operacionalização das análises descritiva e sociométricas para entender as características dos programas

Foram realizadas comparações entre os programas através dos ranqueamentos das eficiências pelo método Belloni (2000), Belloni (2000) + Indicador Sociométrico, Brito (2003) e Brito (2003) + Indicador Sociométrico. Para o trabalho foi comparado se ocorre o ganho ao associar os indicadores de redes junto a DEA.

4 ANÁLISE DOS DADOS, RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise Descritiva

O estudo em questão buscou avaliar o Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais e realizar análises dos seus programas de pós-graduação. Neste capítulo é apresentado uma análise estatística descritiva dos 6 programas da instituição analisados

A seguir é apresentado a evolução dos programas de pós-graduação no CEFET. Verifica-se que a primeira nota do programa de Administração realizada no último quadriênio igual a 3. O programa de Educação Tecnológica apresentou-se com nota 3 desde 2004, não alcançando sua evolução no aumento da nota. Engenharia Civil, Modelagem em matemática e Estudos de Linguagem alcançaram nota 4 a partir da avaliação trienal de 2013. O programa de Engenharia de Materiais apresentou por duas rodadas de avaliação nota 3.

Tabela 2 - Evolução das notas dos programas do CEFET-MG

DMU	2004 a 2006	2007 a 2009	2010 a 2012	2013 a 2016
	Nota Avaliação Trienal 2007	Nota Avaliação Trienal 2010	Nota Avaliação Trienal 2013	Nota Avaliação Quadrienal 2013 a 2016
P1 - ADMINISTRAÇÃO	-	-	-	3
P2 - EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA	3	3	3	3
P3 - ENGENHARIA CIVIL	-	3	4	4
P4 - ENGENHARIA DE MATERIAIS	-	-	3	3
P5 - ESTUDOS DE LINGUAGENS	-	3	4	4
P6 - MODELAGEM MATEMÁTICA	3	3	4	4

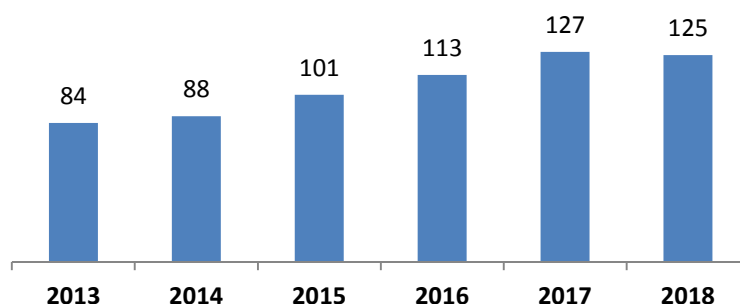
Fonte: Elaborado pelo autor com dados CAPES (2020)

A seguir, foi apresentado as características dos docentes, na segunda parte as características dos discentes e na terceira parte a caracterização das publicações dos programas.

4.1.1 Análise Docentes

Observando a quantidade de professores dos programas escolhidos dentro do CEFET-MG, percebe-se que teve um aumento significativo desde 2014, chegando a 125 professores no ano de 2018. No último ano separando por cursos tem-se que Modelagem Matemática e Computacional (23%), Estudos de linguagens (21%), Engenharia de materiais (18%), Administração (14%), Educação tecnológica (13%), Engenharia Civil (11%) do total de professores.

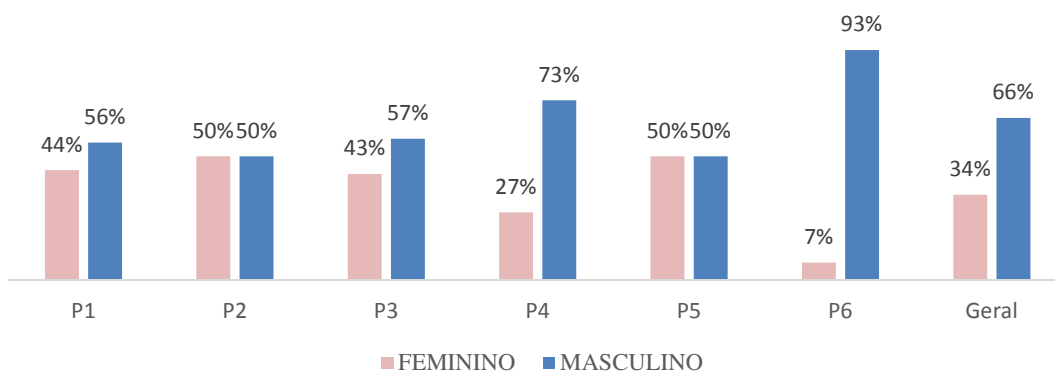
Gráfico 1 - Quantidade de professores nos programas CEFET-MG 2013-2018



Fonte: Elaborado pelo autor

Ao avaliar o ano de 2018, totaliza-se 125 professores, tendo os maiores números de professores concentrados de 35 a 39 anos e 50 a 54 anos. Em sua maioria são homens (66%) no total dos programas avaliados, sendo que em nenhum dos programas o número de professoras foi maior que o número de professores. Verifica-se uma igualdade na quantidade de homens e mulheres lecionando nos programas Educação Tecnológica e Estudos de Linguagem e uma discrepante diferença no programa de Modelagem em Matemática Computacional com apenas 7% de professoras.

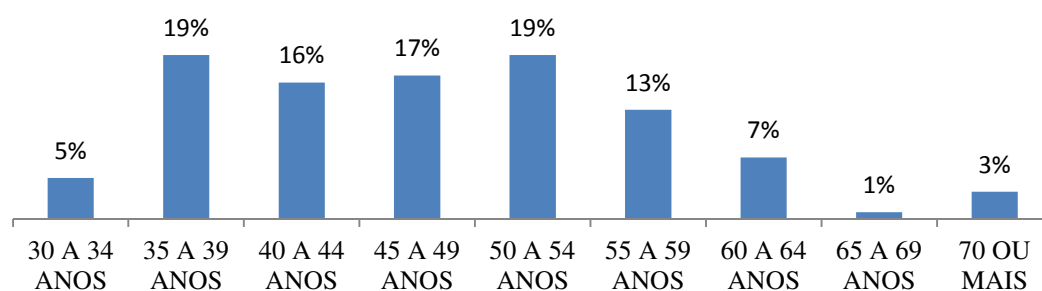
Gráfico 2 - Gênero professores nos programas CEFET-MG 2013-2018



Fonte: Elaborado pelo autor

Ao avaliar a formação no qual concluíram o doutorado, 60% deles foram provenientes da UFMG, 4% da UFRJ, 4% concluíram o doutorado no CEFET-MG e 3% da USP. Apenas 10% do total de professores associados concluíram o doutorado em algum país estrangeiro como é o caso dos países Reino Unido, França, México, Holanda, Canadá, Portugal, Espanha, Alemanha e Estados Unidos.

Gráfico 3 - Idade dos professores nos programas escolhidos CEFET-MG 2018

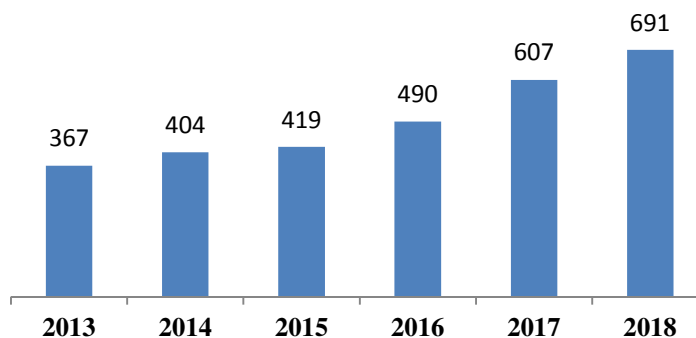


Fonte: Elaborado pelo autor

4.1.2 Análise Discentes

Verifica-se que o número de aluno na pós-graduação do CEFET está aumentando ao longo dos anos, tendo seu maior valor no ano de 2018 com 691 alunos distribuídos nos 6 programas estudados. No ano de 2018, separando por cursos, tem-se que Estudos de Linguagens (29%), Modelagem Matemática e Computacional (23%), Educação tecnológica (17%), Engenharia de materiais (15%), Engenharia Civil (9%), Administração (6%), do total de alunos do CEFET-MG

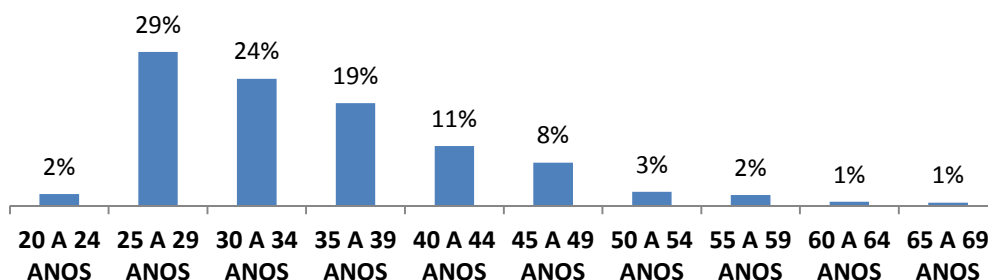
Gráfico 4 - Quantidade de alunos nos programas escolhidos CEFET-MG 2013-2018



Fonte: Elaborado pelo autor

Observa-se que a idade dos alunos dos programas escolhidos do CEFET-MG está concentrada como abaixo de 35 anos representando 55% do total, tendo o maior grupo de alunos na categoria 25 a 29 anos com 29%. Verifica-se apenas 6% do total dos alunos estão acima dos 50 anos.

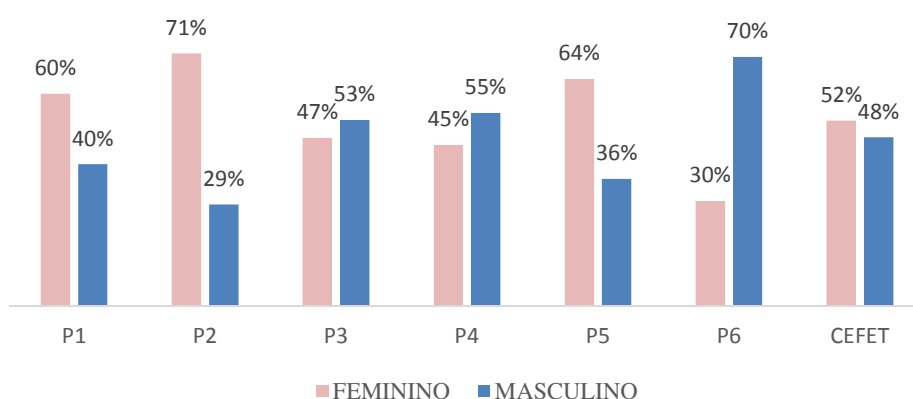
Gráfico 5 - Idade dos alunos nos programas escolhidos CEFET-MG 2018



Fonte: Elaborado pelo autor

No que se refere ao gênero têm-se que 52% do total são mulheres e 48% são homens. Segundo Lopes (2019), o predomínio de estudantes mulheres na pós-graduação têm sido crescente nos últimos anos. O programa com um menor número de alunas é o Modelagem Matemática e Computacional com apenas 30%.

Gráfico 6 - Gênero discentes nos programas CEFET-MG 2013-2018



Fonte: Elaborado pelo autor

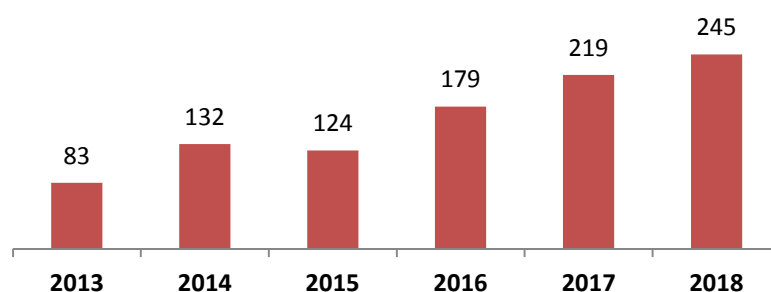
Apenas 1% dos alunos de pós-graduação tem nacionalidade estrangeira. Os 41 alunos que possuem são provenientes dos seguintes países: República Dominicana (22 alunos), Benim (10 alunos), Índia (6 alunos) e Chile (3 alunos). Segundo Lopes (2019), os programas de pós-

graduação aqui no Brasil são pouco atrativos para estudantes estrangeiros. Os únicos programas registrados com discentes estrangeiros foram os de Engenharia Civil e Estudos de Linguagem.

4.1.3 Análise das publicações

Foram considerados 1.186 pesquisadores entre docentes, discentes e participantes externos ao programa, gerando um total de 982 artigos no período de 2013 a 2018. O ano de 2018 foi o ano de maior publicação do período com 245 artigos publicados.

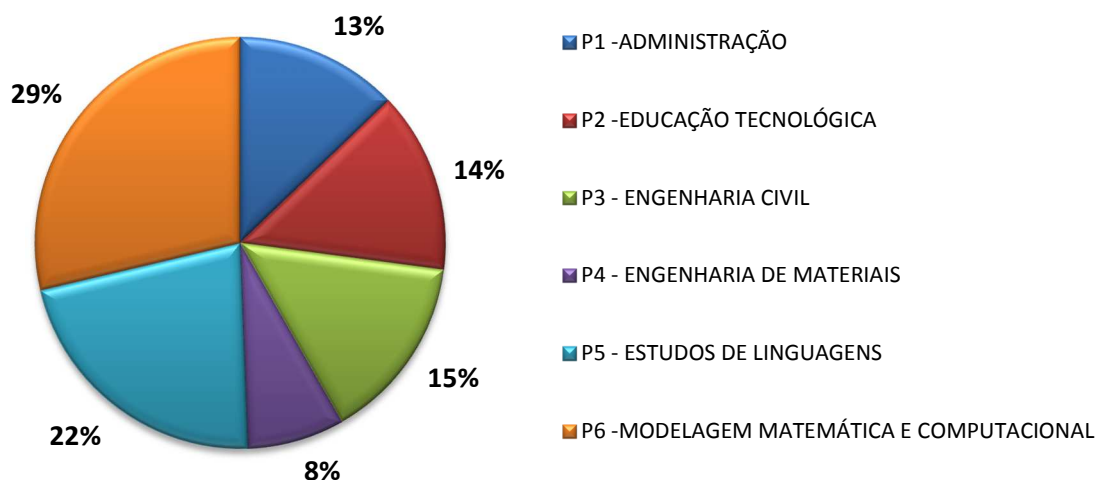
Gráfico 7 - Quantidade de artigos publicados no CEFET-MG 2013-2018



Fonte: Elaborado pelo autor

Em média, os artigos publicados por pesquisadores vinculados ao CEFET-MG no período de 2013 a 2018 apresentam 3 autores por publicação com as seguintes quantidades de publicações: artigos de apenas um autor no trabalho (261), dois autores (197), três autores (194), quatro autores (171), cinco autores (85) e seis ou mais autores (74). O curso de Modelagem e Matemática e Computacional com 29% das publicações, seguidos por Estudos de Linguagens com 22% e Engenharia Civil com 15%. O curso de menor produção foi o curso de Engenharia de Materiais com 8%.

Gráfico 8 - Percentual de publicações por programas de pós-graduação CEFET-MG 2013-2018



Fonte: Elaborado pelo autor

Os programas de Modelagem Matemática e Computacional e Estudos de Linguagem foram os programas que alcançaram a maior pontuação. A pontuação foi obtida através dos seguintes critérios (A1: 100 pontos, A2: 80, B1: 60, B2: 50, B3: 30, B4: 20, B5:10, C e D: zero) conforme apresentado na metodologia. Ao se comparar o percentual de produção qualificada pelo total de produção do programa tem-se que o curso de Modelagem em Matemática Computacional possui 54% de suas publicações qualificadas, seguido por Engenharia Civil com 51% das publicações qualificadas e Educação Tecnológica com 46% das publicações qualificadas. Estes centros citados apresentam *hight performance* nas publicações considerando publicação qualificada artigos publicados em A1,A2 e B1.

Tabela 3 - Comparação: pontuação entre os programas de pós-graduação CEFET-MG 2013-2018 (Continua)

Classe	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Total Geral
A1	6	12	16	7	18	29	88
A2	22	18	21	6	19	68	154
B1	21	35	37	5	39	54	191
B2	35	29	12	7	60	57	200
B3	10	19	29	24	17	38	137
B4	4	5	7	14	16	17	63
B5	2	13	14	7	17	10	63
C	0	4	4	2	7	3	20
N/C	26	5	4	3	22	6	66
Total Geral	126	140	144	75	215	282	982

Tabela 3 – Comparação: pontuação entre os programas de pós-graduação CEFET-MG 2013-2018

Classe	P1	P2	P3	P4	P5	P6	(conclusão) Total Geral
A1 + A2 + B1	49	65	74	18	76	151	433
% Prod. Qualif.	39%	46%	51%	24%	35%	54%	44%
Pont. Avaliada	5770	6990	7250	2900	9660	16010	48580
Pont. Média	45,8	49,9	50,3	38,7	44,9	56,8	49,5

Fonte: Elaborado pelo autor

O curso de Engenharia de Materiais apresentou a menor quantidade de publicação no período com 75 artigos. Ao comparar percentualmente obteve também, o menor percentual de produção qualificada entre os programas (24%). Essa observação também foi notada pelos avaliadores CAPES em sua ficha de avaliação do Programa no quadriênio 2013 a 2016 que deram uma nota “Regular” no item 4.2. Distribuição de publicações qualificadas em relação ao corpo docente permanente do Programa.

A quantidade de publicações nos periódicos A1, A2 e B1 entre os docentes permanentes é baixa, a sua distribuição pelo corpo docente ainda precisa ser melhorada. É fundamental o programa incentivar fortemente a publicação em periódicos indexados. Existe a participação dos alunos de mestrado nas publicações de forma mais geral, tal como trabalho de congresso, mas deve-se fortalecer a publicação em periódicos A1, A2 e B1. (Ficha de Avaliação Quadrienal 2013 -2016 - Engenharia de Materiais - COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR, 2017c, p. 3).

Importante ressaltar que estas análises não contemplam as mudanças que estão sendo realizadas pela CAPES. Os critérios objetivos de avaliação foram alterados em 2019 considerando número de citações do periódico dentro de três bases: Scopus (CiteScore), Web of Science (Fator de Impacto) e Google Scholar (índice h5) gerando classificações de A1 a A4, B1 a B4 e C. As mesmas serão implementadas apenas no próximo quadriênio em 2021.

A seguir é apresentado os principais periódicos publicados no período 2013-2018. Verifica-se que *Electronic notes in discrete Mathematics* (B2), *Physica. A (print)* (A2), Trabalho & educação (UFMG) (B1) são as três revistas mais procuradas entre os pesquisadores do CEFET-MG. Neste período, foram ao todo 594 revistas diferentes que tiveram algum tipo de publicação e em nenhuma delas teve publicações anuais consecutivas.

Tabela 4 - Revistas com maior número de publicações dos programas CEFET-MG 2013-2018

Nome Revistas	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Geral
ELECTRONIC NOTES IN DISCRETE MATHEMATICS	1		1		2	9	13
PHYSICA. A (PRINT)		1	1		4	5	11
TRABALHO & EDUCAÇÃO (UFMG)	3		2		2	3	10
INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENCE AND ENGINEERING INVESTIGATIONS					6	4	10
SOLID STATE COMMUNICATIONS				5	3	1	9
MATERIALS SCIENCE FORUM (ONLINE)		5		2		2	9
TEXTO DIGITAL (UFSC)		7		1	1		9
LATIN AMERICAN JOURNAL OF SCIENCE EDUCATION	1	4			3	1	9
JOURNAL OF MAGNETISM AND MAGNETIC MATERIALS				3	2	3	8
ABAKÓS		1	3	2	2		8

Fonte: Elaborado pelo autor

Para evidenciar os arranjos dos programas foi apresentada a estrutura em redes dos pesquisadores. Em sequência é apresentada a tabela de indicadores contendo os principais índices utilizados para mensuração e comparabilidade das redes (número de vértices, densidade, total de linhas, grau médio entre outras).

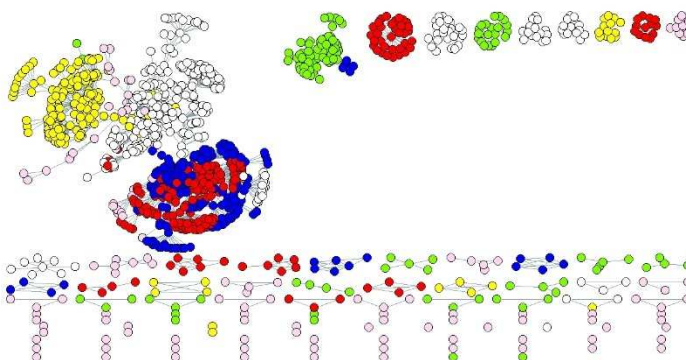
4.2 Análise Sociométrica

Foram realizadas análises dos 6 programas da instituição: P1 –Administração (Amarelo), P2 - Educação tecnológica (Verde), P3 - Engenharia Civil (Vermelho), P4 - Engenharia de Materiais (Azul), P5 - Estudos de Linguagem (Rosa), P6 - Modelagem Matemática e Computacional (Branco). Para cada programa realizou-se também desenhos sociométricos com aplicação de algumas das principais teorias de redes para melhor compreensão da dinâmica estrutural.

4.2.1 Teste homofilia

Na FIG. seguinte é possível observar além da estrutura da rede, a filiação entre os programas. Através do indicador $E-I = -0.889$ verifica-se fortemente a presença de homofilia na rede do CEFET-MG. Quanto mais próximo de -1 maior é a homofilia. Ou seja, os pesquisadores dos programas publicam entre pesquisadores do mesmo programa.

Figura 10 - Características estruturais do Arranjo do CEFET-MG 2013-2018



Fonte: Elaborado pelo autor

4.2.2 Teste *Small-World*

Procurou-se testar a hipótese de que as redes dos programas do CEFET-MG no período de 2013-2018 apresentam uma lógica do tipo *Small-World*. Segundo os parâmetros de Uzzi e Spiro (2005), todos os programas podem ser considerados muito pequenos uma vez que o indicador *Q* foi superior a 1 em todos os casos. O *Small-World* ocorre quando os autores estão agrupados localmente e ao mesmo tempo precisam de poucos contatos para acessar qualquer um dos membros da rede (ROSSONI; MACHADO-DA-SILVA, 2008).

Verifica-se também que o CEFET-MG como um todo também configura como *small world*. A proximidade entre os autores da instituição facilita o compartilhamento de práticas, valores e crenças. Uma vez que a rede é mais conectada e mais coesa facilita o fluxo de material criativo e a colaboração entre grupos de cientistas (UZZI; SPIRO, 2005).

Tabela 5 - Small-Worlds entre os programas de pós-graduação CEFET-MG

(Continua)

Parâmetros		P1	P2	P3	P4	P5	P6	Geral
Dados Observados	Vértices (n)	187	66	172	144	22	251	781
	Ligações (L)	472	124	556	483	28	726	2341
	$k = (L) / (n)$	2,52	1,88	3,23	3,35	1,27	2,89	3,00
	Densidade	0,03	0,06	0,04	0,04	0,12	0,02	0,01
	Distância Média Observada (PLObservado)	5,00	3,75	6,46	6,70	2,54	5,78	5,99

Tabela 5 - Small-Worlds entre os programas de pós-graduação CEFET-MG

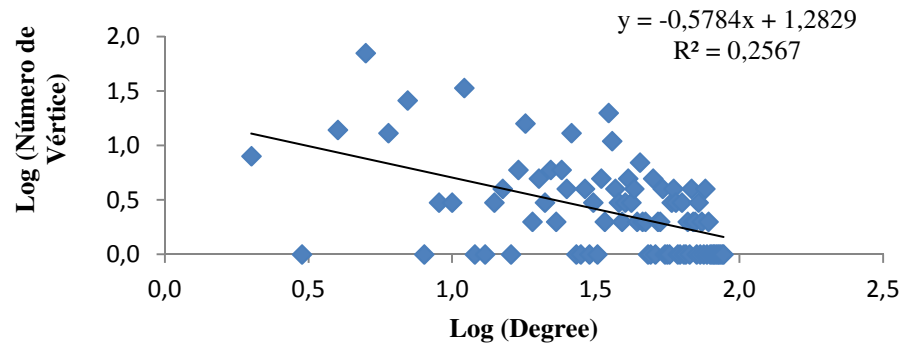
<i>Parâmetros</i>	(conclusão)						
	<i>P1</i>	<i>P2</i>	<i>P3</i>	<i>P4</i>	<i>P5</i>	<i>P6</i>	<i>Geral</i>
Dados Observados	Vértices (n)	187	66	172	144	22	781
	Ligações (L)	472	124	556	483	28	2341
	$k = (L) / (n)$	2,52	1,88	3,23	3,35	1,27	3,00
	Densidade	0,03	0,06	0,04	0,04	0,12	0,01
	Distância Média Observada (PLObservado)	5,00	3,75	6,46	6,70	2,54	5,99
	Coeficiente de Agrupamento Observado (CC Observado)	1,49	0,81	0,90	0,88	0,86	1,94
Dados	Distância média Aleatória (PLaleatória= $\ln(n)/\ln(k)$)	5,65	6,64	4,39	4,11	12,82	6,07
Aleatórios	Coeficiente de Agrupamento Aleatório (Ccaleatório)=($k/(n)$)	0,01	0,03	0,02	0,02	0,06	0,01
Small World	PLTaxa = PLObservado/Plaleatória	0,88	0,56	1,47	1,63	0,20	0,99
	Cctaxa = Ccobservado/Ccaleatório	110,61	28,42	47,62	37,65	14,93	168,61
	Coeficiente Small World Q (CCtaxa/Pltaxa)	124,99	50,35	32,34	23,08	75,36	472,16

Fonte: Elaborado pelo autor

4.2.3 Teste Scale-Free

Para os dados foram testados a teoria de modelo scale-free proposta por Barbasi e Albert (1999), no qual alguns vértices são mais relevantes que outros tendo um papel mais relevante no fluxo de informação, Verifica-se também que o CEFET-MG como um todo também não configura uma rede de livre escala, ou seja, a rede é robusta em relação a remoção aleatória de um vértice qualquer.

Gráfico 9 - Scale Free do Arranjo do CEFET-MG 2013-2018

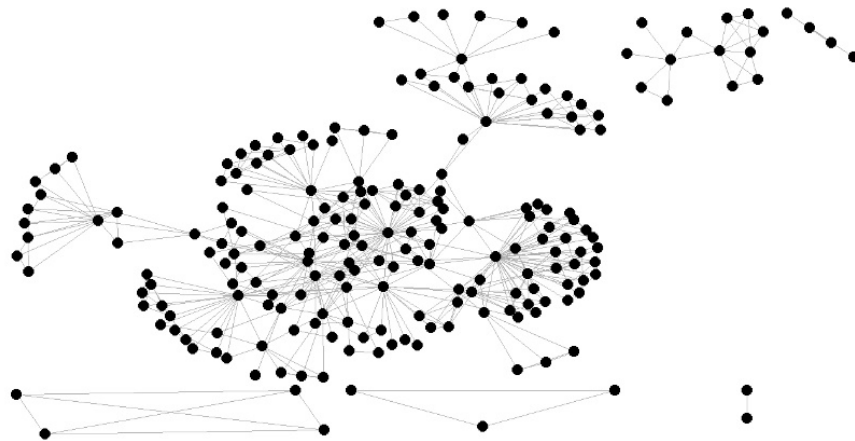


Fonte: Elaborado pelo autor

4.2.4 Sociogramas e indicadores de rede

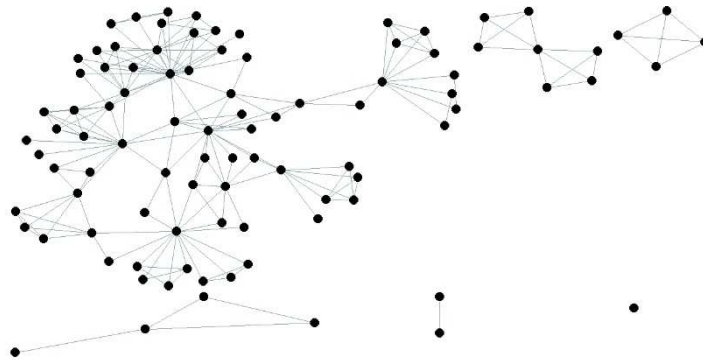
Foi considerado o período de 2013 a 2018; 2013 a 2016; 2014 a 2017 e 2015 a 2018 para cada programa do CEFET-MG. Em conjunto foram apresentados alguns dos principais indicadores da rede para auxiliar no acompanhamento temporal da dinâmica estrutural de cada um deles.

Figura 11 - Administração 2013-2018



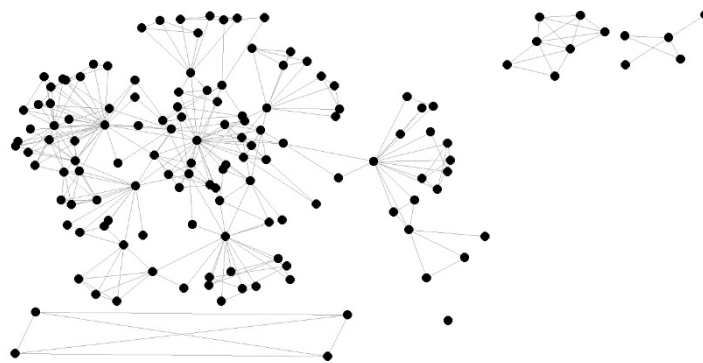
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 12- Administração 2013-2016



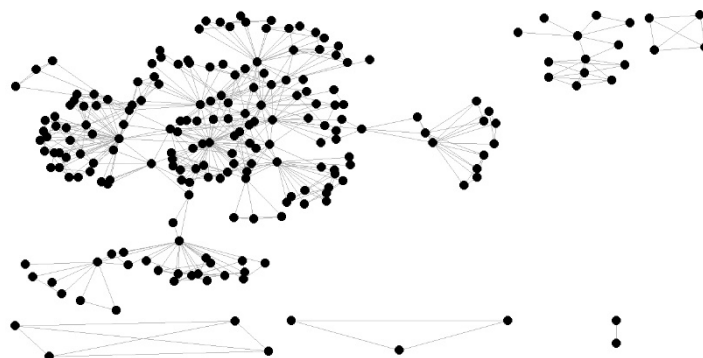
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 13- Administração 2014-2017



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 14- Administração 2015-2018



Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 6 - Administração -Principais Indicadores de Rede

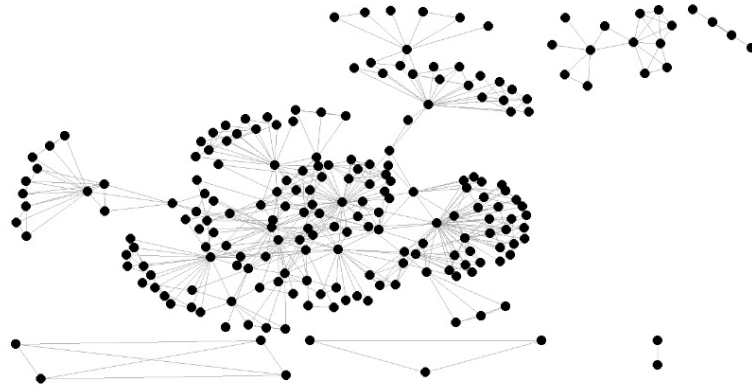
Indicador	2013 a 2016	2014 a 2017	2015 a 2018	Geral
Autores	94	139	213	213
Nº Laços	198	310	511	511
Média laços por autor	2,11	2,23	2,40	2,40
Número de Componentes	6	5	6	6
Tamanho do componente principal	76	122	187	187
Densidade	0,05	0,03	0,02	0,02
Diâmetro	12	17	8	8
Distância média	4,21	4,46	4,79	4,79
Centralização	0,068	0,057	0,181	0,181

Fonte: Elaborado pelo autor

Observa-se que o tamanho da rede (número de autores) vem aumentando ao longo dos anos, mais que duplica o observar o quadriênio 2013 a 2016 se comparado ao de 2015 a 2018. Muito se dá devido ao curso ter iniciado suas atividades a partir do ano de 2015. Além do número de autores, verifica-se um crescimento ainda maior do número de laços. O aumento do número de laços indica um aumento da cooperação no programa (ROSSONI; MACHADO-DA-SILVA, 2008). No quadriênio 2013 a 2016 havia 2,11 laços por autor, sendo o último quadriênio avaliado como 2,40.

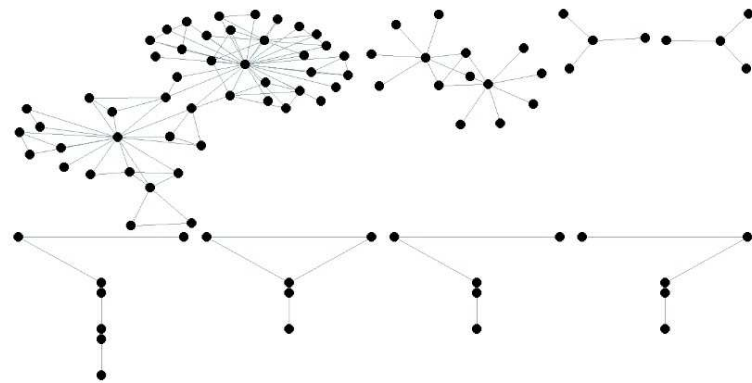
O número de componentes praticamente permanece constante ao longo dos anos, tendo divergido no quadriênio 2014 a 2017 com 5 componentes. O componente principal vem aumentando o número seu número de autores, em geral com 187 autores, (87,8% do total). Para o programa de Administração, obtiveram apenas 7 publicações de autores individuais, representando menos de 5% do total das publicações. A busca por publicações coletivas reforça os estudos de Smith (1958), no qual indica uma tendência decrescente na porcentagem de artigos de autoria única. Para Rossoni e Machado-da-Silva (2008), o campo de pesquisa nas áreas não é mais um campo de autorias solitárias como indicavam na maioria das ciências em momentos passados.

Figura 15 - Educação Tecnológica 2013-2018



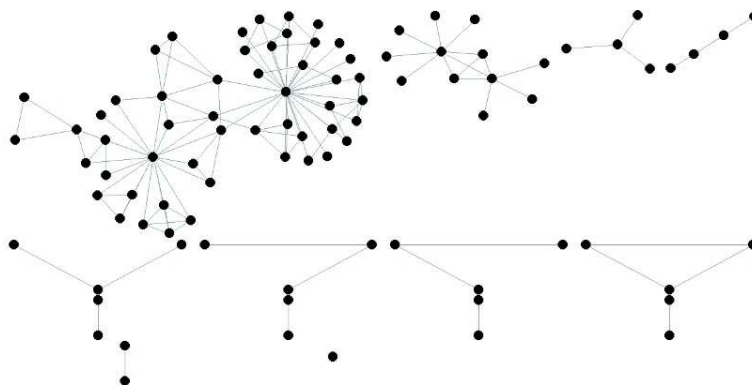
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 16 - Educação Tecnológica 2013-2016



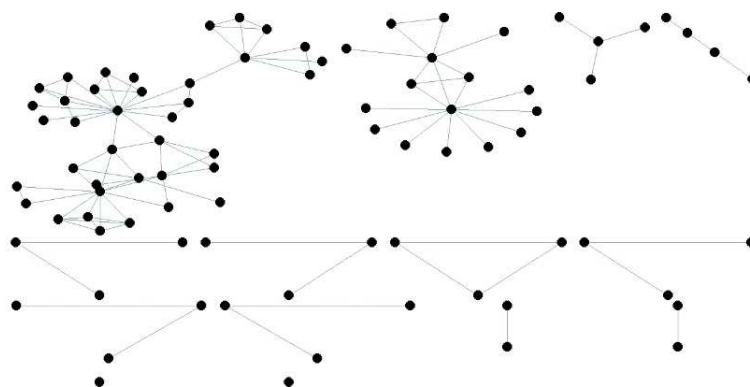
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 17 - Educação Tecnológica 2014-2017



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 18 - Educação Tecnológica 2015-2018



Fonte: Elaborado pelo autor

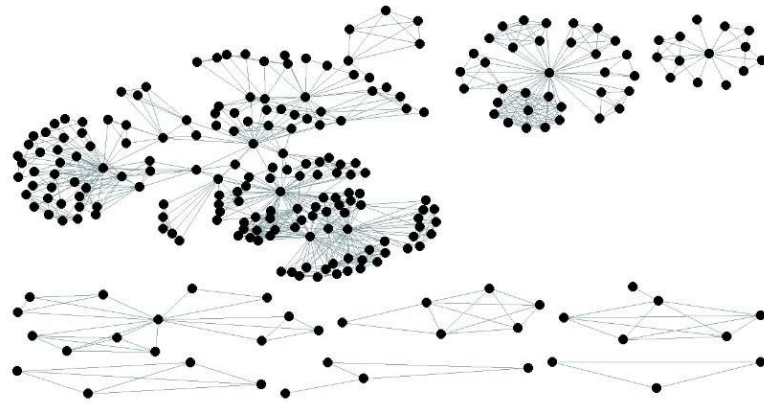
Tabela 7 - Educação Tecnológica -Principais Indicadores de Rede

Indicador	2013 a 2016	2014 a 2017	2015 a 2018	Geral
Autores	91	94	86	128
Nº Laços	123	132	106	176
Média laços por autor	1,35	1,40	1,23	1,38
Número de Componentes	13	14	14	16
Tamanho do componente principal	47	51	38	66
Densidade	0,03	0,03	0,03	0,02
Diâmetro	5	5	6	7
Distância média	2,70	2,80	2,46	2,75
Centralização	0,295	0,274	0,149	0,24

Fonte: Elaborado pelo autor

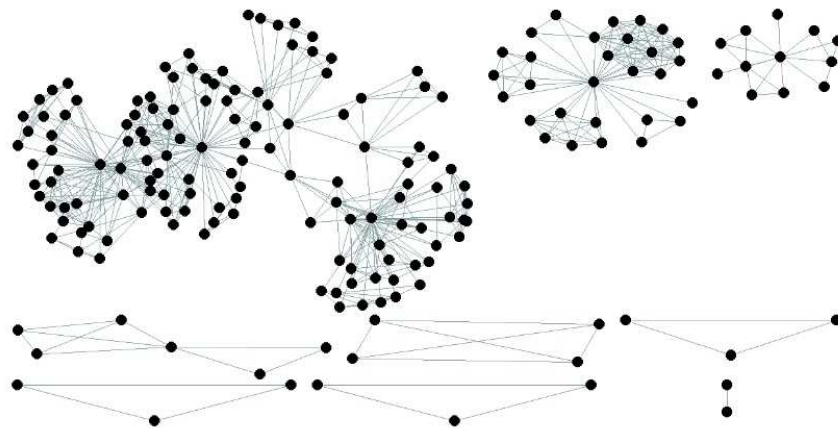
A rede de Educação Tecnológica no período de 2013 a 2018 apresenta uma densidade baixa de 0,022, que significa que apenas 2,2% das relações possíveis estão presentes. Diferente do programa de Administração, o número de autores reduziu de 91, 94 para 86 autores no último quadriênio. Verifica-se que o diâmetro vem aumentando, deixando de ser uma rede centralizada em alguns autores. A centralização vem diminuindo de 0,29; 0,27 para 0,15 no último quadriênio. A quantidade de laços apresentou seu menor número no quadriênio 2015 a 2018. O tamanho da rede também diminuiu de 91 no primeiro quadriênio para 86 no último quadriênio. O programa de Educação tecnológica tem o menor diâmetro de 7 passos. Ou seja, a distância máxima de um pesquisador ao outro é alcançada em 7 passos. Esta medida de distância é importante por estar relacionada à capacidade de difusão da informação entre os autores do programa (CRUBELLATE, 2004)

Figura 19 - Engenharia Civil 2013-2018



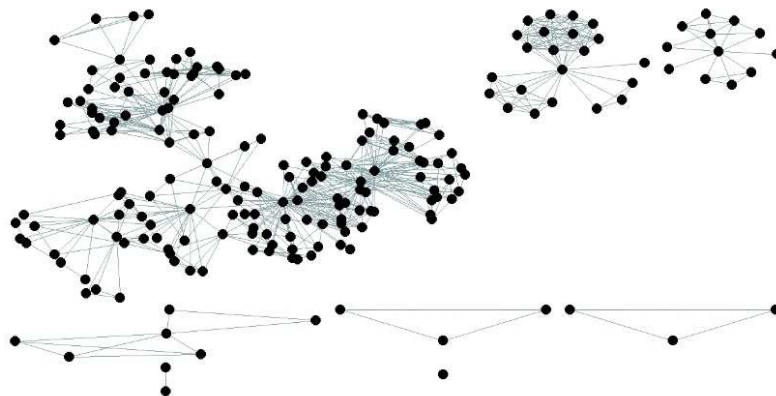
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 20 - Engenharia Civil 2013-2016



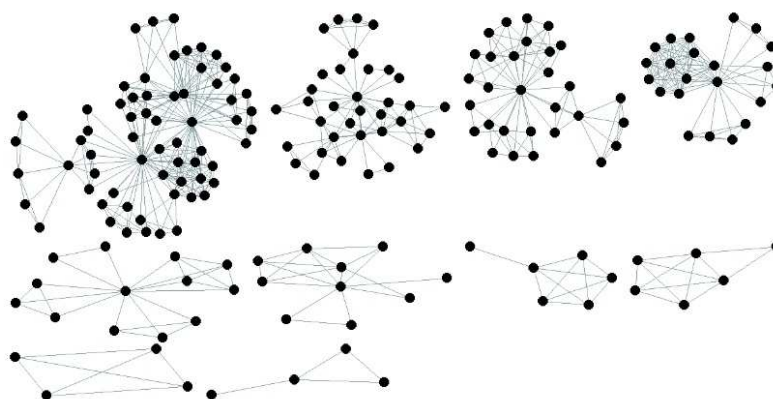
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 21 - Engenharia Civil 2014-2017



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 22 - Engenharia Civil 2015-2018



Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 8 - Engenharia Civil -Principais Indicadores de Rede

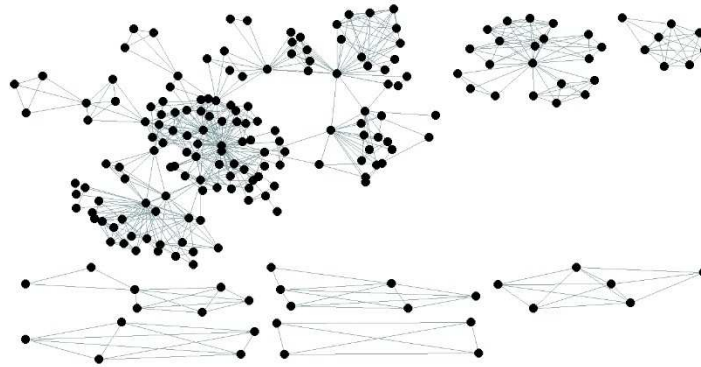
Indicador	2013 a 2016	2014 a 2017	2015 a 2018	Geral
Autores	193	205	194	256
Nº Laços	612	645	579	775
Média laços por autor	3,17	3,15	2,98	3,03
Número de Componentes	9	8	10	9
Tamanho do componente principal	131	156	64	172
Densidade	0,03	0,03	0,03	0,02
Diâmetro	5	6	4	6
Distância média	6,34	6,29	5,96	6,05
Centralização	0,239	0,230	0,182	0,189

Fonte: Elaborado pelo autor

O programa de Engenharia Civil apresentou um aumento do número de componentes ao passar do tempo e uma diminuição na cooperação dentro do programa, com a média de laços por autor caindo de 3,17 para 2,98. O programa também vem perdendo centralização em sua rede. Este afastamento da rede é um indicativo de aumento dos buracos estruturais.

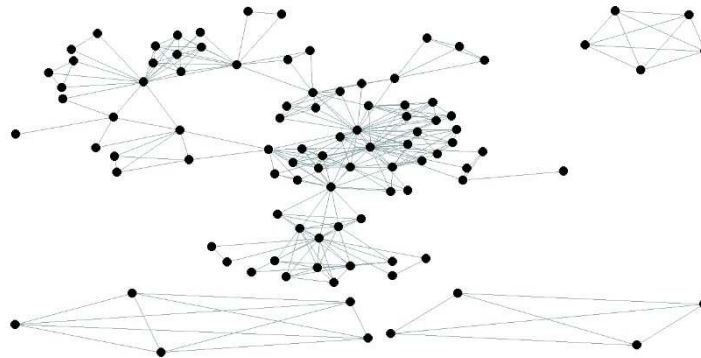
Os buracos ou espaços estruturais são lacunas nas redes que se apresentam como oportunidades de novas conexões entre indivíduos, empresas e grupos (BURT, 1993). Segundo o autor, para que a inovação ocorra é necessário estabelecer relações entre grupos, uma vez que grupos fechados geram informações redundantes. Avaliando a ficha de avaliação do Programa de Engenharia Civil no quadriênio 2013 a 2016, observa-se uma nota de avaliação “fraca” para o item 4.3. Produção técnica, patentes e outras produções consideradas relevantes.

Figura 23 - Eng. Materiais 2013-2018



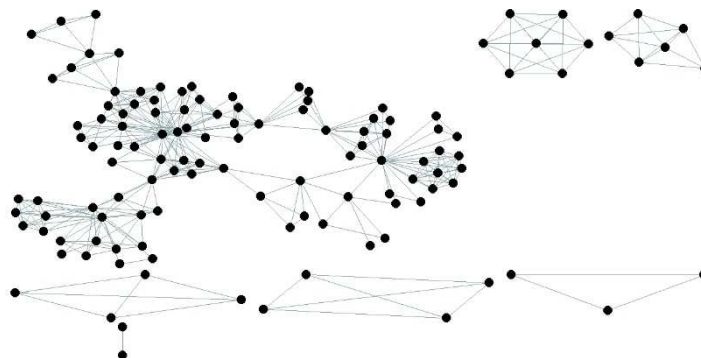
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 24 - Eng. Materiais 2013-2016



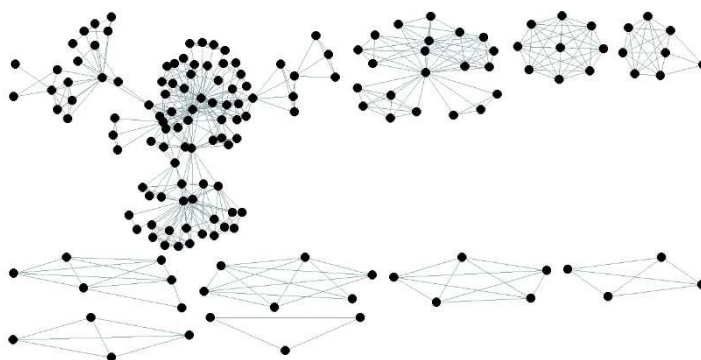
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 25 - Eng. Materiais 2014-2017



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 26 - Eng. Materiais 2015-2018



Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 9 - Eng. Materiais -Principais Indicadores de Rede

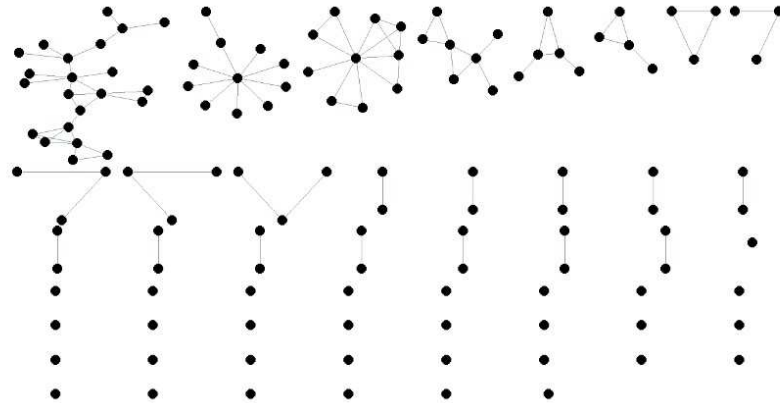
Indicador	2013 a 2016	2014 a 2017	2015 a 2018	Geral
Autores	97	124	162	201
Nº Laços	277	385	507	631
Média laços por autor	2,86	3,10	3,13	3,14
Número de Componentes	4	7	10	8
Tamanho do componente principal	83	98	96	144
Densidade	0,05	0,05	0,04	0,03
Diâmetro	6	7	7	7
Distância média	5,71	6,21	6,25	6,27
Centralização	0,256	0,211	0,211	0,22

Fonte: Elaborado pelo autor

Observa-se que o programa vem aumentando o número de autores e de laços ao longo dos quadriênios. A média de laços por autor chegou a 3,13 no quadriênio 2015 a 2018. O programa possui as maiores densidades entre os outros programas do CEFET-MG. Segundo de Mello, Crubellate e Rossoni (2010 p. 450) os programas que apresentam maior densidade tendem a formar redes mais robustas com maior capacidade de responder rapidamente e efetivamente as avaliações institucionais da CAPES.

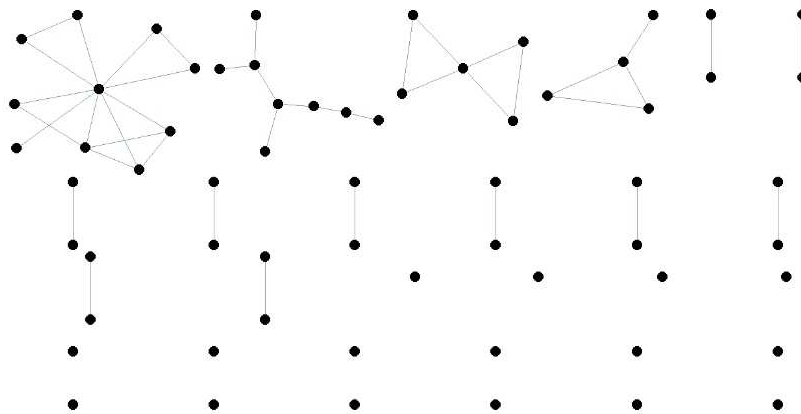
A centralização do programa comparativamente está entre as mais altas. O programa está distribuído em alguns autores mais centrais. Os atores centrais têm uma situação social mais favorável quando comparados aos periféricos na rede dentro de um programa de pós-graduação. Eles possuem mais alternativas para satisfazer suas necessidades, podendo acessar mais recursos uma vez que acumulam mais vínculos (FREEMAN, 1977).

Figura 27 - Estudos de Linguagem 2013-2018



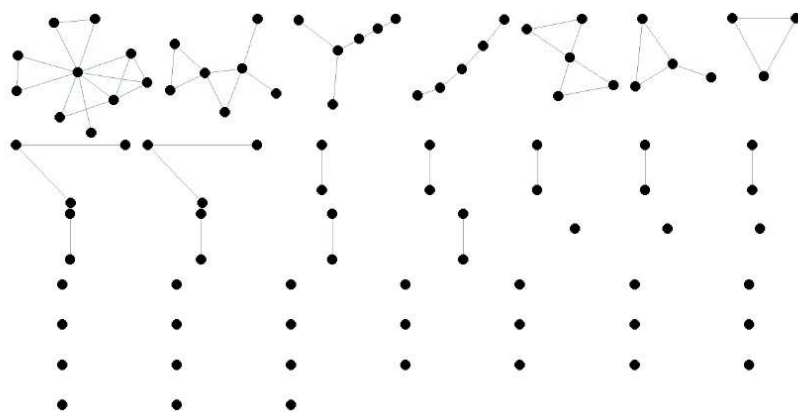
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 28 - Estudos de Linguagem 2013-2016



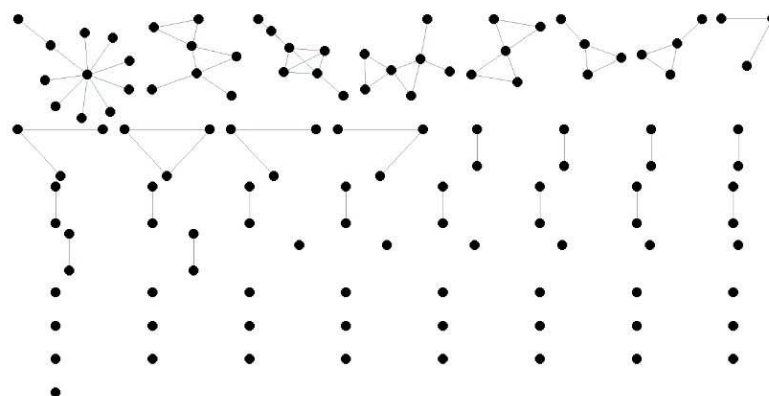
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 29 - Estudos de Linguagem 2014-2017



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 30 - Estudos de Linguagem 2015-2018



Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 10 - Estudos de Linguagem -Principais Indicadores de Rede

Indicador	2013 a 2016	2014 a 2017	2015 a 2018	Geral
Autores	63	91	119	129
Nº Laços	42	58	75	93
Média laços por autor	0,67	0,64	0,63	0,72
Número de Componentes	30	45	57	54
Tamanho do componente principal	10	10	11	22
Densidade	0,02	0,01	0,01	0,01
Diâmetro	5	4	3	9
Distância média	1,33	1,27	1,26	1,44
Centralização	0,126	0,087	0,066	0,06

Fonte: Elaborado pelo autor

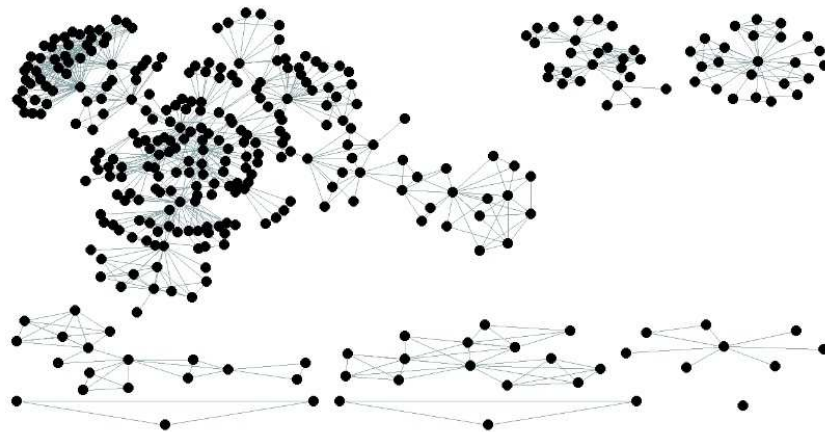
O programa de Estudos de Linguagem apresentou a rede mais dispersa entre os programas com 54 componentes no período de 2013 a 2018. Muito desse número de componentes é dado pela quantidade de publicações unitárias serem 24% do total de autores. Verifica-se que alunos, principalmente do doutorado, publicam por si só. O número de autores vem aumentando de 62, 91 para 119, no último quadriênio.

O tamanho do maior componente permanece próximo de 10 autores, ao longo do tempo sendo também o menor entre os programas. Para Moody (2004), algumas áreas, diferente das ciências exatas, apresentam várias perspectivas epistemológicas, teóricas e metodológicas, o que pode levar a uma maior separação entre os autores.

Avaliando o período total 2013 a 2018, o maior componente (22 autores) representam 17% do total, o segundo maior grupo representa de 11 autores (9%) e o terceiro maior grupo com 10 autores (8%). Verifica-se uma rede fragmentada e concentrada em alguns grupos. Para Fuchs (2002), o fato de as redes entre cientistas tornarem-se fragmentadas pode ser indício de disputas ideológicas, fragmentando também a atenção comum ao espaço da pesquisa.

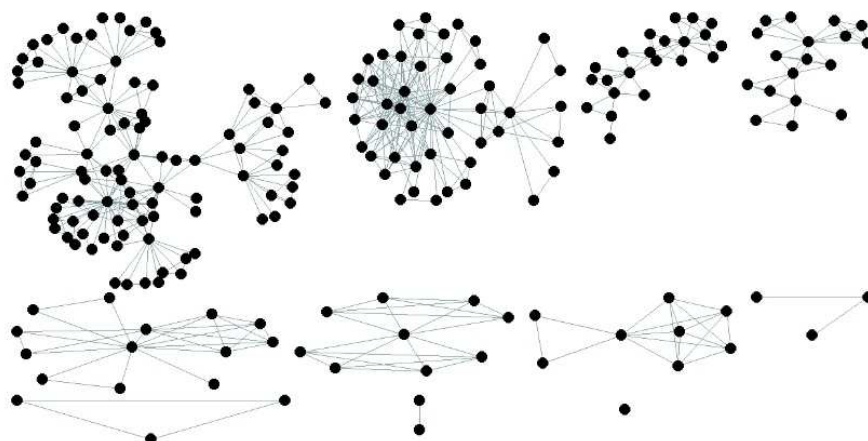
A rede apresentou os menores valores de densidade com 0,01 observando o período geral 2013 a 2018. Os docentes que têm redes de baixa densidade também podem ser entendidas como redes com laços fracos (GRANOVETTER, 1973).

Figura 31 - Modelagem Matemática e Computacional 2013-2018



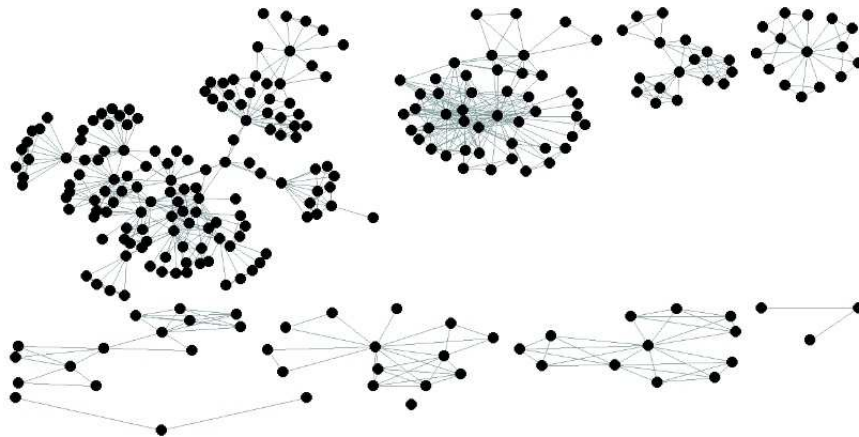
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 32 - Modelagem Matemática e Computacional 2013-2016



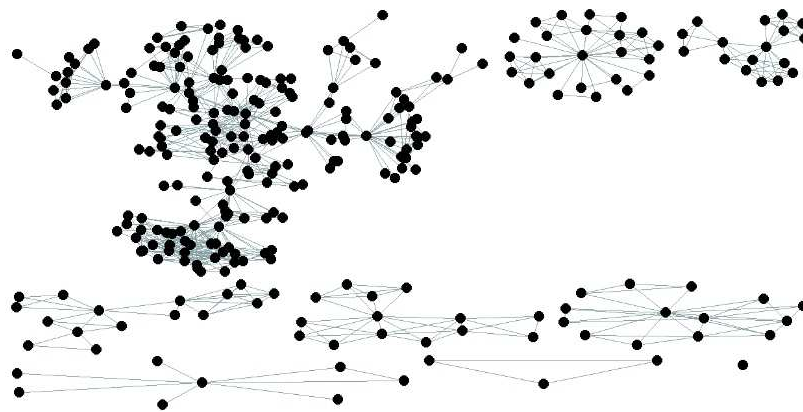
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 33 - Modelagem Matemática e Computacional 2014-2017



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 34 - Modelagem Matemática e Computacional 2015-2018



Fonte: Elaborado pelo autor

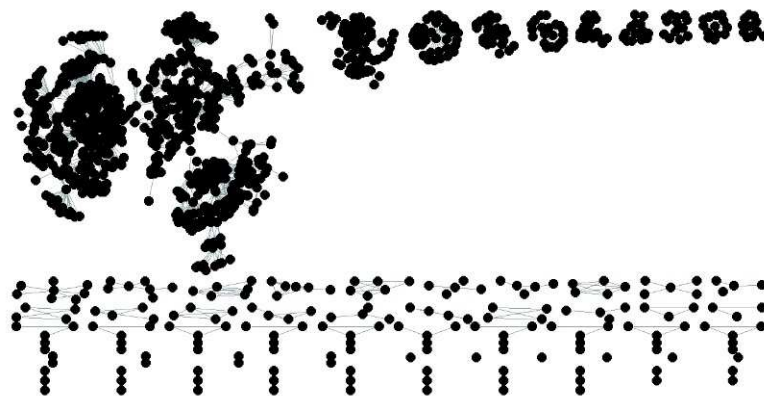
Tabela 11 - Modelagem Matemática e Computacional -Principais Indicadores de Rede

Indicador	2013 a 2016	2014 a 2017	2015 a 2018	Geral
Autores	222	264	293	346
Nº Laços	553	703	810	933
Média laços por autor	2,49	2,66	2,76	2,70
Número de Componentes	11	10	9	9
Tamanho do componente principal	96	140	196	251
Densidade	0,02	0,02	0,02	0,02
Diâmetro	7	8	9	10
Distância média	4,98	5,32	5,52	5,39
Centralização	0,159	0,132	0,098	0,101

Fonte: Elaborado pelo autor

O programa de Modelagem Matemática e Computacional está entre os programas com o maior número de autores e o maior número de laços. O número de autores no programa vem aumentando de 222, 264 e 293 ao longo dos quadriênios. O programa não obteve nenhuma nota regular no parecer final da comissão de área sobre o mérito do programa de acordo com a Ficha de Avaliação Quadrienal 2013 a 2016 do curso. Além disso, foi o curso com a maior quantidade de “muito bom”: Proposta do Programa (Muito Bom); Corpo Docente (Bom); Corpo Discente, Teses e Dissertações (Muito Bom); Produção Intelectual (Bom); Inserção Social (Muito Bom) Programas como o da Modelagem e Matemática Computacional estão mais propensos a serem mimetizados, pois as organizações tendem a imitar aquelas que lhes parecem mais bem-sucedidas ou que apresentam maior legitimidade (DIMAGGIO; POWELL, 2005).

Figura 35 - CEFET-MG 2013-2018



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 36 - CEFET-MG 2013-2016



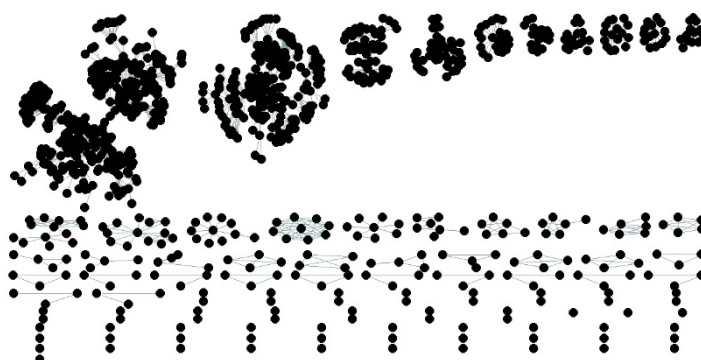
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 37 - CEFET-MG 2014-2017



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 38 - CEFET-MG 2015-2018



Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 12 - CEFET-MG -Principais Indicadores de Rede

Indicador	2013 a 2016	2014 a 2017	2015 a 2018	Geral
Autores	715	857	991	1186
Nº Laços	1732	2137	2470	2982
Média laços por autor	2,42	2,49	2,49	2,51
Número de Componentes	66	79	91	88
Tamanho do componente principal	364	490	365	781
Densidade	0,01	0,01	0,01	0,00
Diâmetro	12	17	11	14
Distância média	4,84	4,98	4,98	5,02
Centralização	0,068	0,057	0,038	0,042

Fonte: Elaborado pelo autor

O número de autores dentre os programas do CEFET vem aumentando nas avaliações evolutivas dos quadriênios e diminuindo sua centralização. O número total de componentes também vem aumentando ao longo do período avaliado.

A média de laços por autores permaneceu constante no quadriênio 2014 a 2017 para 2015 a 2018. Os laços de coautoria entre os pesquisadores do CEFET são feitas de forma livre. No entanto, “o professor opta por ter ou não relação de coautoria com outros, mas a configuração estrutural da rede é o resultado (não planejado) das relações formadas” (MELLO; CRUBELLATE; ROSSONI, 2010 p. 439). Essas redes, quando integradas, são capaz de gerar produtos de qualidade, isto é fortemente recomendada pela CAPES e seus critérios de avaliações

Uma das maiores ilusões sobre a CAPES é a do assim-chamado “produtivismo”, isto é, a ideia de que a agência só quer saber se e quanto você produz. Não é verdade. O mais importante é a qualidade do que se produz. (COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL, SUPERIOR. 2017b, p. 1).

Ou seja, um curso “muito bom” não é aquele que tem dois ou três professores excelentes e vinte apenas regulares. É um curso que tem sua linha de equilíbrio no muito bom, e, portanto, assegura a seus alunos uma chance elevada de ter professores e orientadores desse quilate. COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL, SUPERIOR. 2017b, p. 1).

São nestas redes formadas que se encontram as vantagens individuais permitidas pelo capital social (RODAN; GALUNIC, 2004). Esse capital obtido por meio das relações entre os pesquisadores do CEFET-MG não refere a qualidade exclusivamente do pesquisador, mas sim às características da rede social na qual este indivíduo está imerso (BURT, 1993). Uma rede integrada, permite que informações sejam compartilhadas e disseminadas rapidamente, além de incentivarem novas descobertas. (MELLO; CRUBELLATE; ROSSONI, 2010 p. 439).

4.3 Nuvem de palavras das publicações

A seguir foi realizado a análise dos títulos das publicações realizadas pelos programas do CEFET-MG no período de 2013-2018. Juntamente uma relação com as linhas de pesquisa dos programas e suas fichas de avaliações no último quadriênio do ano de 2013 a 2016.

Observando a ficha de avaliação de todos os cursos no quadriênio 2013 a 2016, verifica-se a oportunidade de realização de benchmark interno entre os programas tendo programas que se destacam na coerência das áreas de concentração como é o caso da Matemática Computacional que recebeu nota muito boa em comparação com a Educação Tecnológica que para esse item recebeu avaliação fraco. A prática do isomorfismo pode ser uma força na busca de melhores resultados.

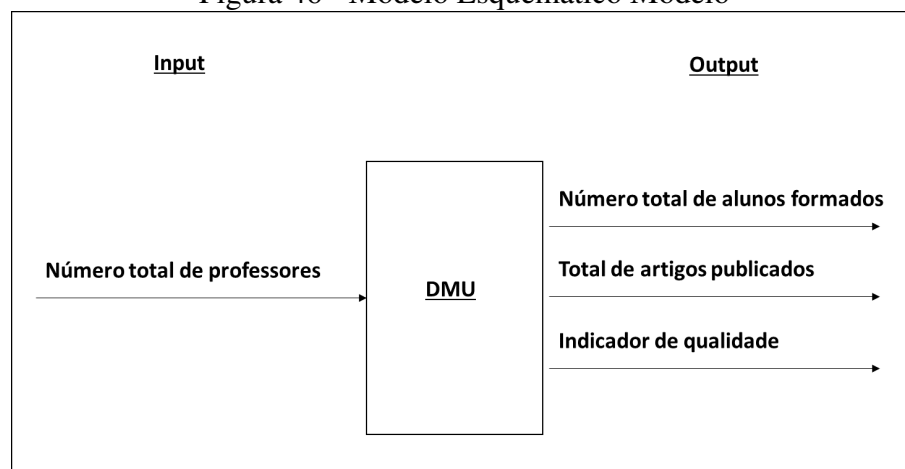
4.4 Modelagem DEA

Esse tópico trata da aplicação da análise envoltória de dados avaliando a eficiência técnica dos 6 programas escolhidos da instituição: P1 –Administração, P2 - Educação Tecnológica, P3 - Engenharia Civil, P4 - Engenharia de Materiais, P5 - Estudos de Linguagem, P6 - Modelagem Matemática e Computacional.

4.4.1 Modelagem segundo BELLONI (2000)

A seguir, o modelo escolhido de Belloni (2000), aplicado aos programas do CEFET-MG. Para as variáveis de entrada foi considerado o número total professores e para variáveis de saída número totais de alunos formados, total de artigos publicados e indicador de qualidade, que para pós-graduação foram considerados os indicadores gerados pela CAPES no quadriênio 2013 a 2016.

Figura 46 - Modelo Esquemático Modelo



Fonte: Elaborado pelo autor com informações de Belloni (2000)

Tabela 13 – Modelo BCC - Orientado a Output

DMU	2013	2014	2015	2016	2017	2018
ADMINISTRAÇÃO	-		100%	100%	75%	100%
EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA	100%	100%	100%	98%	100%	100%
ENGENHARIA CIVIL	100%	100%	100%	100%	100%	100%
ENGENHARIA DE MATERIAIS	75%	92%	92%	100%	75%	89%
ESTUDOS DE LINGUAGENS	100%	100%	100%	100%	100%	100%
MODELAGEM MATEMÁTICA	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 14 - Modelo SUPEREFICIÊNCIA - Orientado a Output

DMU	2013	2014	2015	2016	2017	2018
ADMINISTRAÇÃO	-	-	135%	86%	71%	112%
EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA	98%	120%	153%	92%	281%	156%
ENGENHARIA CIVIL	74%	109%	80%	155%	125%	152%
ENGENHARIA DE MATERIAIS	68%	99%	84%	74%	63%	69%
ESTUDOS DE LINGUAGENS	144%	92%	74%	106%	73%	107%
MODELAGEM MATEMÁTICA	153%	121%	133%	118%	97%	92%

Fonte: Elaborado pelo autor

Verificou-se que dado a quantidade pequena de DMU's em relação as variáveis o modelo BCC orientado a *output* não se mostrou suficiente para discriminação dos programas, sendo necessária a técnica de supereficiência conforme recomendado por Leta *et al.* (2005).

O programa mais eficiente pelo modelo foi Educação Tecnológica. Apesar da série histórica das avaliações da CAPES indicarem notas 3 ao longo dos anos de existência do programa, percebe-se uma melhora nos anos de 2017 e 2018. Mesmo não tendo as notas do próximo quadriênio, os resultados indicam uma suposição de melhoria no próximo ciclo. Educação tecnológica apresentou uma mediana de 137%. O programa teve também a maior variabilidade apresentando o desvio padrão de 0,7 no período avaliado.

O segundo melhor programa apontado foi o de Modelagem Matemática e computacional. O programa teve as melhores pontuações nos anos 2013 e 2014 observando uma queda de eficiência nos anos posteriores. Seu maior valor foi de 153% no ano de 2013 e seu menor valor foi de 92% no último ano avaliado de 2018.

Tabela 15 – Análise Descritiva Modelo SUPEREFICIÊNCIA - Orientado a Output

DMU	Mediana	Média	Desvio padrão	Maior	Menor	Amplitude
P2 -EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA	137%	150%	0,70	281%	92%	189%
P6 - MODELAGEM						
MATEMÁTICA	120%	119%	0,23	153%	92%	61%
P3 - ENGENHARIA CIVIL	117%	116%	0,35	155%	74%	81%
P1 - ADMINISTRAÇÃO	99%	101%	0,28	135%	71%	64%
P5 - ESTUDOS DE LINGUAGENS	99%	99%	0,26	144%	73%	71%
P4 - ENGENHARIA DE						
MATERIAIS	72%	76%	0,13	99%	63%	36%

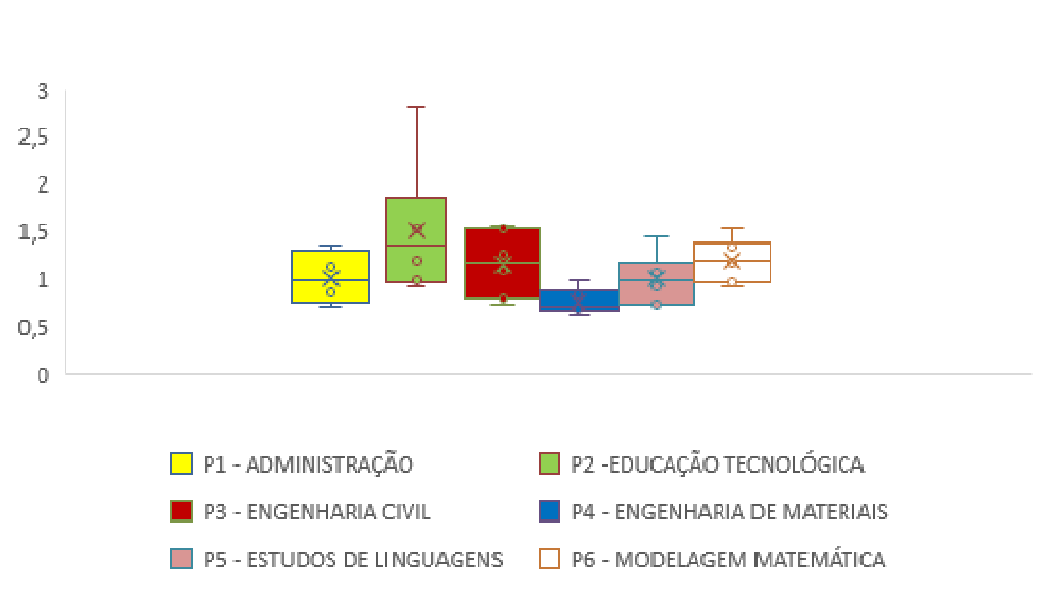
Fonte: Elaborado pelo autor

Estando próximo a Modelagem Matemática e Computacional, o programa de Engenharia Civil foi o terceiro em eficiência. O programa apresentou notas menores de 2013 a 2015, melhorando sua performance nos anos posteriores. A média de 116% com a amplitude de 81%.

O curso de Administração é o próximo do ranking com uma média de 101%, apesar de não ter tido nota os anos 2013 e 2014, o curso na sua criação, iniciou sendo o segundo colocado do ano de 2015 com uma média de 101%; Estudos de Linguagens segue como quinto entre os avaliados, teve seu maior valor com 144% no ano de 2013.

Em último lugar segue o curso de Engenharia de materiais, no qual apresentou a menor média com 76% e também o menor desvio padrão com 0,13. Suas notas inferiores também eram retratadas no modelo BBC. A maior nota foi 99% e sua menor nota foi 63%.

Gráfico 10 - Box Plot das supereficiências + Indicadores sociométricos por programas – CEFET-MG

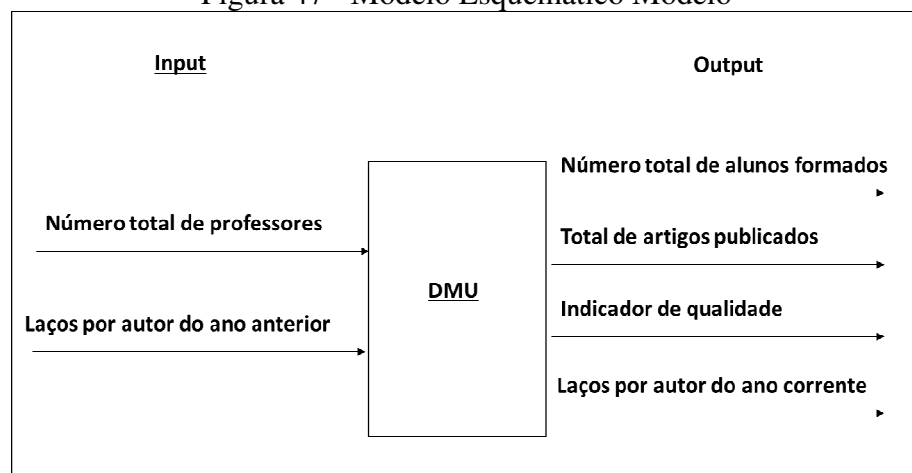


Fonte: Elaborado pelo autor

4.4.2 Modelagem segundo Belloni (2000) junto a indicadores sociométricos

Nesta etapa, será aplicado o modelo escolhido de Belloni (2000) junto a indicadores sociométricos. Para as variáveis de entrada foi considerado o número total professores e laços por autor no ano anterior, para variáveis de saída o número total de alunos formados, total de artigos publicados, laços por autor no ano corrente e indicador de qualidade, que para pós-graduação os indicadores gerados pela CAPES no quadriênio 2013 a 2016.

Figura 47 - Modelo Esquemático Modelo



Fonte: Elaborado pelo autor com informações de Belloni (2000)

Verificou-se que dado a quantidade pequena de DMU's em relação as variáveis o modelo BCC orientado a *output* também não se mostrou suficiente para discriminação dos programas do CEFET-MG, tendo sua única distinção no ano de 2017 para o programa de Administração com 87,9%.

Tabela 16 - Modelo BCC + Indicadores sociométricos - Orientado a Output

DMU	2013	2014	2015	2016	2017	2018
ADMINISTRAÇÃO			100%	100%	87,9%	100%
EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA	100%	100%	100%	100%	100%	100%
ENGENHARIA CIVIL	100%	100%	100%	100%	100%	100%
ENGENHARIA DE MATERIAIS	100%	100%	100%	100%	100%	100%
ESTUDOS DE LINGUAGENS	100%	100%	100%	100%	100%	100%
MODELAGEM MATEMÁTICA	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 17 - Modelo SUPEREFICIÊNCIA + Indicadores sociométricos - Orientado a Output

DMU	2013	2014	2015	2016	2017	2018
P1 - ADMINISTRAÇÃO			136%	111%	87%	117%
P2 -EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA	153%	185%	157%	95%	330%	161%
P3 - ENGENHARIA CIVIL	147%	151%	182%	125%	443%	161%
P4 - ENGENHARIA DE MATERIAIS	96%	125%	98%	131%	107%	121%
P5 - ESTUDOS DE LINGUAGENS	107%	109%	80%	630%	73%	476%
P6 - MODELAGEM MATEMÁTICA	76%	99%	84%	128%	97%	128%

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 18 - Análise Descritiva Modelo SUPEREFICIÊNCIA - Orientado a Output

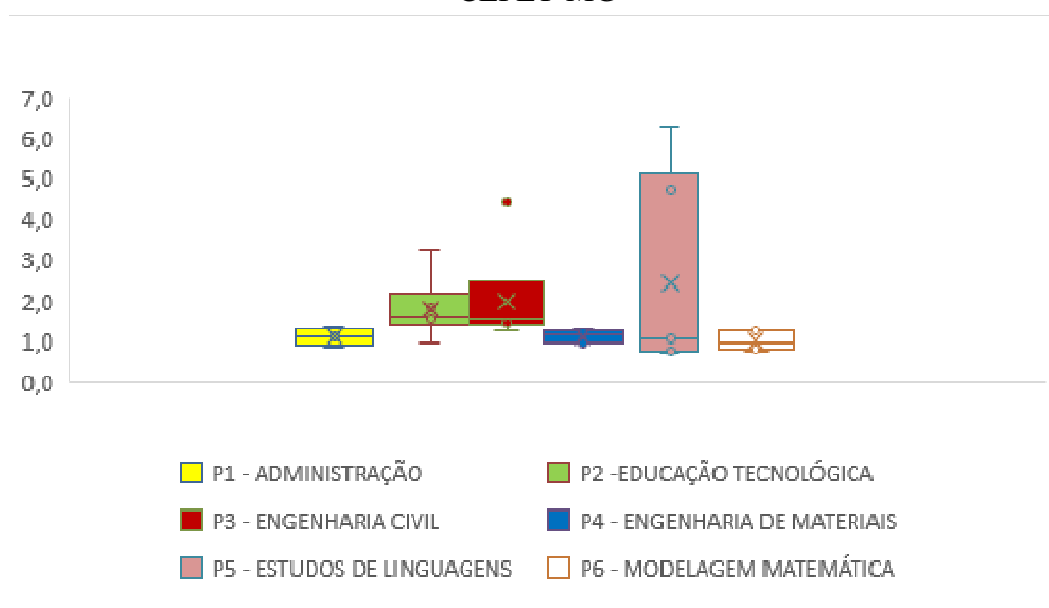
DMU	Mediana	Média	Desvio padrão	Maior	Menor	Amplitude
P2 -EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA	159%	180%	0,79	330%	95%	235%
P3 - ENGENHARIA CIVIL	156%	201%	1,20	443%	125%	318%
P4 - ENGENHARIA DE MATERIAIS	114%	113%	0,15	131%	96%	35%
P1 - ADMINISTRAÇÃO	114%	113%	0,20	136%	87%	49%
P5 - ESTUDOS DE LINGUAGENS	108%	246%	2,43	630%	73%	557%
P6 - MODELAGEM MATEMÁTICA	98%	102%	0,22	128%	76%	53%

Fonte: Elaborado pelo autor

O programa mais eficiente continuou sendo Educação Tecnológica. Com uma mediana de 159%. A utilização de indicadores sociométricos não gerou alteração no melhor programa apontado, no entanto modificou as ordens posteriores. O segundo melhor programa apontado foi de Engenharia Civil com mediana de 156%, teve seu maior valor 443% e seu menor valor com 125%. O programa de engenharia civil foi o programa mais eficiente nos anos de 2015 e 2017. O programa de Engenharia de Materiais teve uma mediana de 114,2% ficando pouco acima do programa de Administração.

Os programas de Administração e Estudos de Linguagem mantiveram a mesma posição de quarto e quinto lugar em relação a aplicação do modelo sem a variável sociométrica aplicada. O programa de Estudos de Linguagem teve a maior amplitude entre os programas com 557%. O programa de Modelagem em Matemática Computacional teve a maior queda pois se antes era o segundo melhor programa, aplicando os critérios sociométricos passou a última posição com mediana de 98%.

Gráfico 11 - Box Plot das supereficiências + Indicadores sociométricos por programas – CEFET-MG



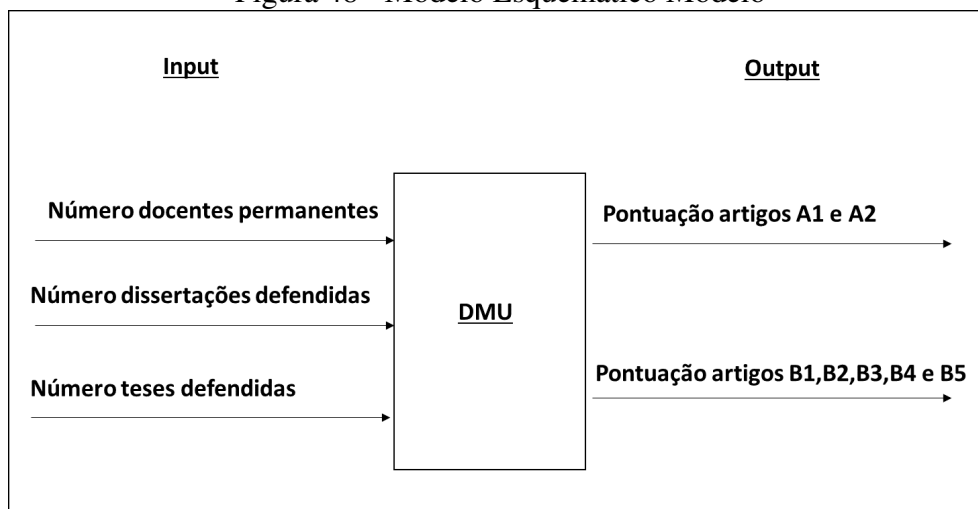
Fonte: Elaborado pelo autor

4.4.3 Modelagem segundo Oliveira (2011)

Como forma comparativa, será aplicado o modelo escolhido de Oliveira (2011). Para as variáveis de entrada foi considerado o número total de professores permanentes, número de dissertações defendidas e número de teses defendidas; já para variáveis de saída a pontuação de

artigos A1 e A2 e a pontuação de artigos B1 a B5. Para Oliveira (2011), essas variáveis representam a capacidade dos programas em transformar dissertações e teses em periódicos classificados na Qualis.

Figura 48 - Modelo Esquemático Modelo



Fonte: Elaborado pelo autor com informações de Oliveira (2011)

Verificou-se que dado a quantidade pequena de DMU's em relação as variáveis o modelo BCC orientado a *output* também não se mostrou suficiente para discriminação dos programas do CEFET-MG. Apesar disso, pode-se observar que Modelagem Matemática e Administração se mostraram eficientes em todos os anos em que tiveram avaliação.

Tabela 19 - Modelo BCC - Orientado a Output

DMU	2013	2014	2015	2016	2017	2018
ADMINISTRAÇÃO			100%	100%	100%	100%
EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA	100%	85%	100%	36%	100%	78%
ENGENHARIA CIVIL	100%	100%	76%	100%	100%	100%
ENGENHARIA DE MATERIAIS	37%	54%	18%	67%	32%	46%
ESTUDOS DE LINGUAGENS	70%	94%	100%	100%	100%	100%
MODELAGEM MATEMÁTICA	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: Elaborado pelo autor

Na maioria dos anos analisados, a Administração apresentou valores muito superiores aos dos outros programas. Presume-se pela configuração da DEA os *inputs* de entrada foram muito pequenos pela quantidade de publicações geradas no programa. Teve também os maiores desvios padrão e amplitude. O curso de Engenharia Civil ocupou os primeiros lugares nos anos 2013 e 2014. O curso de Modelagem Matemática Computacional teve a segunda maior mediana

com 149%. Os cursos de Estudos de Linguagem e Engenharia de Materiais foram os cursos com as menores pontuações neste modelo.

Tabela 20 - Modelo SUPEREFICIÊNCIA - Orientado a Output

DMU	2013	2014	2015	2016	2017	2018
P1 - ADMINISTRAÇÃO			10536%	5529%	229%	1089%
P2 -EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA	167%	74%	106%	36%	112%	63%
P3 - ENGENHARIA CIVIL	296%	311%	68%	140%	121%	72%
P4 - ENGENHARIA DE MATERIAIS	31%	41%	16%	67%	31%	33%
P5 - ESTUDOS DE LINGUAGENS	57%	78%	101%	266%	243%	69%
P6 - MODELAGEM MATEMÁTICA	155%	143%	191%	133%	180%	100%

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 21 - Análise Descritiva Modelo SUPEREFICIÊNCIA - Orientado a Output

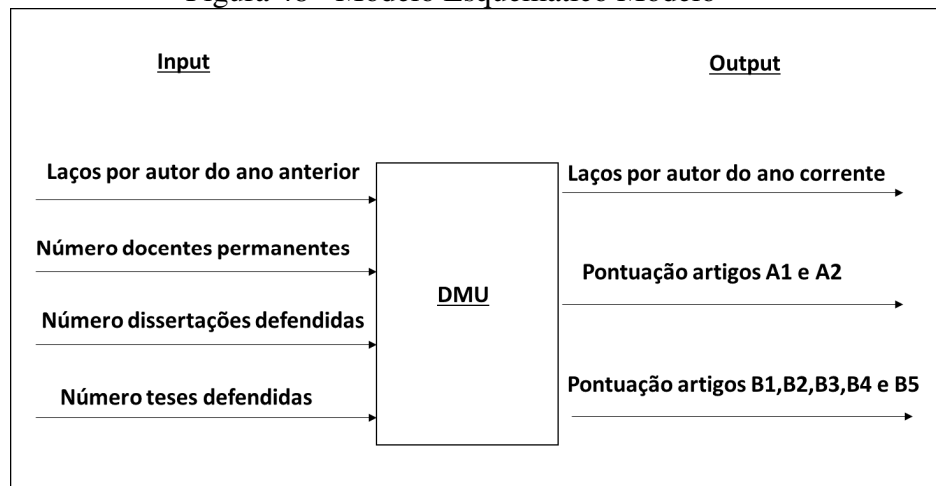
DMU	Mediana	Média	Desvio padrão	Maior	Menor	Amplitude
P1 - ADMINISTRAÇÃO	3309%	4346%	47,35	10536%	229%	10307%
P6 - MODELAGEM MATEMÁTICA	149%	150%	0,33	191%	100%	91%
P3 - ENGENHARIA CIVIL	131%	168%	1,09	311%	68%	244%
P2 -EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA	90%	93%	0,46	167%	36%	132%
P5 - ESTUDOS DE LINGUAGENS	90%	136%	0,93	266%	57%	208%
P4 - ENGENHARIA DE MATERIAIS	32%	36%	0,17	67%	16%	50%

Fonte: Elaborado pelo autor

4.4.4 Modelagem segundo Oliveira (2011) junto a indicadores sociométricos

Será também aplicado o modelo escolhido de Oliveira (2011) junto a indicadores sociométricos. Para as variáveis de entrada foi considerado laços por autor no ano anterior, o número total de professores permanentes, número de dissertações defendidas e número de teses defendidas; já para variáveis de saída os laços por autor no ano corrente, pontuação de artigos A1 e A2 e a pontuação de artigos B1 a B5.

Figura 48 - Modelo Esquemático Modelo



Fonte: Elaborado pelo autor

Verificou-se mais uma vez que dado a quantidade pequena de DMU's em relação as variáveis o modelo BCC orientado a *output* não se mostrou suficiente para discriminação dos programas do CEFET-MG junto a indicadores sociométricos.

Tabela 21 - Modelo BCC + Indicadores sociométricos - Orientado a Output

DMU	2013	2014	2015	2016	2017	2018
ADMINISTRAÇÃO			100%	100%	100%	100%
EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA	100%	100%	100%	80%	100%	100%
ENGENHARIA CIVIL	100%	100%	100%	100%	100%	100%
ENGENHARIA DE MATERIAIS	96%	100%	100%	100%	100%	100%
ESTUDOS DE LINGUAGENS	77%	94%	75%	100%	100%	100%
MODELAGEM MATEMÁTICA	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: Elaborado pelo autor

O programa de Administração as maiores médias, medianas, desvio padrão e amplitudes comparadas aos outros programas. O segundo melhor programa foi de Engenharia Civil apresentando uma mediana de 270% que ganhou posição em relação a modelagem Matemática comparado ao modelo anterior. O programa de Engenharia de Materiais apresentou o menor desvio padrão tendo também a menor mediana com 97%. O valor de sua amplitude foi de 30%.

Tabela 22 - Modelo SUPEREFICIÊNCIA + Indicadores sociométricos - Orientado a Output

DMU	2013	2014	2015	2016	2017	2018
P1 - ADMINISTRAÇÃO			11095%	10206%	307%	1089%
P2 -EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA	167%	110%	106%	68%	158%	130%
P3 - ENGENHARIA CIVIL	362%	356%	183%	122%	470%	96%
P4 - ENGENHARIA DE MATERIAIS	96%	92%	75%	105%	101%	98%
P5 - ESTUDOS DE LINGUAGENS	77%	78%	113%	574%	243%	421%
P6 - MODELAGEM MATEMÁTICA	155%	170%	191%	234%	184%	129%

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 23 - Análise Descritiva Modelo SUPEREFICIÊNCIA - Orientado a Output

DMU	Mediana	Média	Desvio padrão	Maior	Menor	Amplitude
P1 - ADMINISTRAÇÃO	5648%	5674%	57,67	11095%	307%	10789%
P3 - ENGENHARIA CIVIL	270%	265%	1,52	470%	96%	374%
P5 - ESTUDOS DE LINGUAGENS	178%	251%	2,06	574%	77%	497%
P6 - MODELAGEM MATEMÁTICA	177%	177%	0,36	234%	129%	105%
P2 -EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA	120%	123%	0,37	167%	68%	100%
P4 - ENGENHARIA DE MATERIAIS	97%	95%	0,11	105%	75%	30%

Fonte: Elaborado pelo autor

Ao realizar a comparação entre os modelos verificou-se que após a aplicação dos indicadores sociométricos não alterou o primeiro lugar conforme o modelo escolhido. Se aplicado Belonni (2010) o programa mais eficiente foi Educação Tecnológica, para Oliveira (2011) o programa benchmark foi Administração.

Tabela 24 - Ordenação da eficiencia conforme modelo utilizado

DMU	BELLONI (2000)	BELLONI (2000) + SOCIOMETRIA	OLIVEIRA (2011)	OLIVEIRA (2011) + SOCIOMETRIA
P1 - ADMINISTRAÇÃO	4	4	1	1
P2 -EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA	1	1	4	5
P3 - ENGENHARIA CIVIL	3	2	3	2
P4 - ENGENHARIA DE MATERIAIS	6	3	6	6
P5 - ESTUDOS DE LINGUAGENS	4	5	5	3
P6 - MODELAGEM MATEMÁTICA	2	6	2	4

Fonte: Elaborado pelo autor

5 CONCLUSÃO

A dissertação se insere como uma iniciativa junto à comunidade científica para reforçar, debater e aprimorar as avaliações institucionais de ensino de pós-graduação no Brasil. O trabalho contribuiu na discussão propositiva de unir ferramentas de apoio a decisão junto a indicadores sociométricos com o objetivo de avaliar os desempenhos dos programas de pós-graduação.

A carência de modelos quantitativos para um aperfeiçoamento dos modelos de avaliação da pós-graduação existentes motivou a seguinte questão: Como avaliar o desempenho dos programas de pós-graduação de uma instituição de ensino superior fazendo uso da junção de ferramentas de redes e de apoio à decisão (DEA)?

Conclui-se que, antes de tudo que, é possível mensurar a eficiência dos programas de pós-graduação através da junção de técnicas DEA e indicadores sociométricos. Em ambas as aplicações, os programas *benchmarks* foram mantidos após aplicação de indicadores de rede. Pelo método de Belloni (2000) o programa de Educação Tecnológica foi o benchmark, já pelo método Oliveira (2011) o programa que se destacou foi a Administração. O programa de Engenharia de Materiais apresentou as piores notas entre os métodos selecionados.

Os resultados não corroboram com os resultados encontrados por Oliveira (2011), no qual os programas de doutorado obtiveram escores maiores do que programas que tinha apenas mestrado. Outra dissonância é que não necessariamente programas mais antigos obtiveram notas de scores maiores. O programa de Administração, mesmo sendo recente entre os avaliados, obteve pontuação superior a programas mais antigos.

No entanto, algumas críticas podem ser aplicadas a esta utilização. Percebe-se que o modelo DEA não é constante na priorização dos programas, uma vez que mudam-se as variáveis de entrada e de saída os resultados e eficiências de priorização do programa também mudam. Entende-se que isso não invalida a ferramenta, mas cabem esforços em direcionar quais são as melhores variáveis que representam a qualidade de um programa. Essa constatação já foi observada em Moreira (2008), no qual afirma “a inclusão de diferentes variáveis poderá apresentar resultados distintos dos alcançados”.

Para Alencastro (2006), a preocupação dos autores com a escolha das variáveis para utilização do DEA é notória. O trabalho corrobora com essa preocupação. Dado que o modelo altera a classificação conforme as variáveis escolhidas, antes de tudo é essencial o debate profundo sobre as variáveis que realmente impactam na qualidade dos programas.

Reforça-se também o papel da instituição em escolher as variáveis para o modelo conforme desejo de aperfeiçoamento do gestor educacional a partir dos gaps identificados dos programas. “Os interesses dos proprietários, gestores e tomadores de decisão são diferentes e devem ser levados em consideração no momento da definição das variáveis”. (MARCELICE, 2006). Se a mesma quiser reforçar a colaboração interna no programa, publicações, impacto social, etc utilizar como *input* ou *output* do modelo para priorização da eficiência.

Para estudos futuros recomenda-se avaliar essas variáveis de forma mais crítica, como por exemplo: o insumo professor não deveria entrar como insumo integral do modelo, sendo que ele se dedica apenas algumas horas do seu tempo para os programas. Moreira (2008), em sua dissertação, verificou que cerca de 60% da hora-aula do corpo docente são dedicados a graduação, podendo esse fato prejudicar o desempenho dos programas de pós-graduação. Uma vez que o professor, não é um recurso integral do programa é razoável supor que apenas uma parte das horas deles deveria entrar no modelo. Várias são as ferramentas para melhor discriminação das variáveis a serem utilizadas como análise de regressão, análise de componentes principais, análise de cluster, etc.

Por mais que seja possível incluir variáveis sociométricas ao modelo, não foi possível concluir seus benefícios imediatos. Sendo a rede de pesquisadores do programa uma fonte de recursos, quanto mais recurso perpassa por uma rede, mais qualificada ela se torna (COLEMAN, 1988). A aquisição de recursos é influenciada pela ampliação e utilização da rede quando pela legitimidade que os membros e a organização no seu ambiente de interação (ROSSONI; TEIXEIRA, 2006). Era de se supor que programas com redes mais fortes de pesquisadores qualificassem o programa com notas maiores de produtividade, no entanto o mesmo não aconteceu. O estudo se limitou a utilização do indicador sociométrico laços por autor, sendo recomendada a utilização de outros indicadores de rede para futuros testes. Indicadores de redes podem oferecer informações sobre a dinâmica estrutural dos programas para o gestor educacional, podendo ser um requisito importante para entendimento das ligações entre os pesquisadores

A classificação não estável decorrente do modelo DEA frente as mudanças de variáveis, podem ser mais bem exploradas em estudos futuros ao simular vários modelos, com diversas entradas e saídas. Após o resultado dessas simulações, o DEA apontaria o percentual de vezes que determinado programa aparece em primeiro lugar. Esta forma poderia ser uma forma mais refinada de eliminar variações conforme as variáveis escolhidas, partindo do pressuposto que se o programa de pós-graduação é bom ele precisa ser benchmark nos mais diversos âmbitos do ensino, pesquisa e extensão.

Além de ser influenciada através dos *inputs* e *outputs* escolhidos, o DEA é um método não paramétrico, e por isso não incorpora em seu modelo erros estocásticos (ALENCASTRO, 2006). Esta fragilidade tem como consequência ficar suscetível a erros de medidas. O modelo não paramétrico não permite extrapolações, sendo as conclusões possíveis de serem constatadas apenas para o conjunto de dados testado (ALENCASTRO, 2006). Diferente da regressão, não é possível prever o desempenho futuro das unidades tomadores de decisão (BANDEIRA, 2000).

Em contrapartida, é possível destacar algumas vantagens do método. Conforme destacado por Melo (2019), existe a possibilidade de trabalhar com muitos insumos e muitos produtos em sua aplicação. Além da fácil comparação de cada DMU dentro do modelo, já listando para o gestor um ranking de priorização. Com o avanço da tecnologia, a apresentação numérica e gráfica permitida pela utilização dos softwares tornam-se facilitadores na utilização dos gestores educacionais (MELO, 2019).

O trabalho cumpriu o seu objetivo principal contribuindo para discussão e utilização do método DEA. Além disso proporcionou descobertas relevantes para o ambiente no qual o CEFET-MG se encontra. Algumas descobertas foram desdobradas a seguir atendendo aos objetivos específicos propostos.

O trabalho contribui para o processo decisório dos gestores educacionais. Em especial para o diretor de pós-graduação sendo criada uma ferramenta que ordena os cursos pela sua eficiência. Uma vez ordenado, o gestor tem acesso a informações relevantes para a distribuição de recursos financeiros, comparações de benchmark e identificação de gargalos na instituição. A CAPES avalia os programas em períodos quadrienais, tendo o gestor tempo limitado para a busca de

melhorias. Possuir ferramentas para tomada de decisão é crucial, pois as complexidades são crescentes e exigem respostas cada vez mais rápidas (GONTIJO; MAIA, 2004).

Foi apresentado o perfil dos professores dos programas do CEFET-MG. Verificou-se que o número de professores aumentou de 2013 a 2018. Em sua maioria são homens (66%), tendo uma discrepância considerável no programa de Modelagem e Matemática Computacional com apenas 7% de professoras. Os professores do CEFET, em sua maioria, tiveram seu doutorado concluído na Universidade Federal de Minas Gerais, localizada na mesma cidade da instituição de estudo desse trabalho.

Foi também apresentado o perfil dos estudantes dos programas do CEFET-MG. A cada ano verificou-se o aumento do número de alunos, chegando ao seu auge em 2018 com 691. Em sua maioria, encontram-se na faixa etária de 25 a 29 anos. Observou-se que existe apenas uma pequena parcela de alunos na pós-graduação de nacionalidade estrangeira, com apenas 1%. A maioria dos alunos estão nos programas Estudos de Linguagens (29%) em seguida de Modelagem Matemática e Computacional (23%).

Para cada programa, foi apresentado a evolução temporal através dos sociogramas. Junto a parte gráfica foram destacados indicadores de redes que descrevem os programas e a instituição. Ao avaliar o CEFET-MG como um todo, verificou-se o aumento do número de laços ao longo dos anos. O aumento do número de laços indica um aumento da cooperação no programa (ROSSONI; MACHADO-DA-SILVA, 2008).

Foi apresentada nuvens de palavras dos artigos publicados dos programas, sendo realizado uma comparação com as fichas de avaliação no período de 2013 a 2016. Verificou-se dissonâncias de notas entre os programas como o item 1.1. Coerência, consistência, abrangência e atualização das áreas de concentração, linhas de pesquisa, projetos em andamento e proposta curricular. A Modelagem e Matemática Computacional recebeu nota muito boa em comparação com a Educação Tecnológica que para esse item recebeu avaliação fraco. Uma vez que o isomorfismo consiste na tendência à semelhança na organização (ROSSONI; SÃO PEDRO FILHO, 2015), essa prática pode ser utilizada e incentivada pelos gestores em um mesmo ambiente educacional para nivelar as notas das fichas de avaliação para cima.

Meyer e Rowan (1977) em seus trabalhos, levantem para o problema das empresas que necessitam atender as regras institucionalizadas para manter sua sobrevivência. Entendendo a CAPES como um órgão normatizado e os programas que não se adequarem a essas normas são descredenciados e morrem, o isomorfismo coercitivo, que já acontecem pelas mudanças impostas, podem ser revertidos como ferramentas de gestão estratégicas com práticas para elevar as notas dos programas e melhor se adaptarem a esse ambiente. Utilizar dos benchmarks internos dentro das organizações educacionais é uma autodefesa das mudanças de regras impostas.

O que leva as organizações a assumirem esta postura isomórfica em relação às organizações líderes no seu ambiente específico é o fato delas buscarem uma autodefesa em relação aos problemas que não conseguem resolver com ideias criadas por elas próprias (ROSSETTO C.; ROSSETTO A., 2005 p. 6).

Algumas recomendações de pesquisas futuras incluem análises e aplicações do método em outras instituições de ensino superior pública ou particular, utilização de outros indicadores de redes, aplicação do modelo comparando antes e após as mudanças de regras pela CAPES e até outros modelos DEA neste mesmo contexto.

Como limitação a ser considerada, o trabalho utilizou dados secundários para sua elaboração. Assume-se que as informações coletadas disponibilizadas pelos relatórios da CAPES são confiáveis e seguras para utilização. Além disso, os modelos gerados, de forma alguma substituem a avaliação atual existente, no entanto, podendo ser utilizada de forma complementar, principalmente em casos de comparações inter-áreas.

REFERÊNCIAS

- ALEJANDRO, Velazquez Alvarez O.; NORMAN, Aguilar Gallegos. **Manual introdutório à análise de redes sociais: medidas de centralidade**. Universidade Autónoma Del Estado de México, Centro de Capacitacion y Evaluacion para El desarrollo Rural SC, 2005. Disponível em: http://www2.unicentro.br/lmqqa/files/2016/05/Manualintrodutorio_ex_ucinet.pdf. Acesso em: 23 ago. 2020.
- ALENCASTRO, L. D. **Eficiência na gestão de recursos em instituições privadas de ensino superior: estudo de caso**. 2006. 107 f. Dissertação (Mestrado em Economia do Desenvolvimento) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.
- ALI, Imran *et al.* Estimating Technical Efficiency of Academic Departments: Case of Government PG College. In: **SOFT COMPUTING: Theories and Applications**. Singapore: Springer, 2018. p. 405-417.
- ANDRADE, Ricardo Lopes de. **A influência das redes de coautoria na performance dos bolsistas de produtividade e nos Programas de Pós-Graduação em Engenharia de Produção**. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016.
- ANGULO-MEZA, L.; LINS, M. P. E. Review of methods for increasing discrimination in data envelopment analysis. **Annals of Operations Research**, [S.l.], v. 116, n. 1-4, p. 225-242, 2002.
- ARAÚJO, U. P. *et al.* Metainterpretação: quinze anos de pesquisa com o Relatório da Administração. **Revista Contabilidade & Finanças**, São Paulo, v. 27, n. 71, p. 217-231, 2016a.
- ARAÚJO, U. P. *et al.* Dinâmica da assimilação de métodos analíticos pela ciência no Brasil. **REAd-Revista Eletrônica de Administração**, Porto Alegre, v. 22, n. 2, p. 307-332, 2016b.
- ARAÚJO, U. P. *et al.* Trajetória e estado corrente da sociometria brasileira. Redes. **Revista hispana para el análisis de redes sociales**, [S.l.], v. 28, n. 2, p. 97-128, 2017.
- ARROW, K. J. The economic implications of learning by doing. **Review of Economic Studies**, [S.l.], v. 29, n. 3, p. 155-173, 1962.
- BALANCIERI, R. **Análise de redes de pesquisa em uma plataforma de gestão em ciência e tecnologia: uma aplicação à Plataforma Lattes**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2004. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/87468?show=full> Acesso em: 01 abr. 2020.
- BALBACHEVSKY, E. A pós-graduação no Brasil: novos desafios para uma política bem-sucedida. In: BROCK. C.; SCHWARTZMAN, S. **Os desafios da educação no Brasil**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2005. v. 1, p. 285-314,
- BANDEIRA, D. L. **Análise da Eficiência Relativa de Departamentos**

Acadêmicos – O Caso da UFRGS. 2000. 133 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Escola de Administração, UFRGS, Porto Alegre, 2000,

BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. **Management science**, [S.l.], v. 30, n. 9, p. 1078-1092, 1984.

BARABÁSI, A.; ALBERT, R. Emergence of scaling in random networks. **science**, Fayetteville, v. 286, n. 5439, p. 509-512, 1999.

BARABÁSI, Albert-László. **Linked: how everything is connected to everything else and what it means for business, science, and everyday life.** [S.l.]: A Plume Book, 2003

BARBOZA, A. P. C.; LARUCCIA, M. M. Redes de Inovação: os efeitos da colaboração em indústrias de petróleo e gás. **Revista de Administração da Unimep**, Piracicaba, v. 14, n. 1, p. 220-241, 2016.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo.** Lisboa: Edições, v. 70, 1977.

BARROS, R. P.; HENRIQUES, R.; MENDONÇA, R. Education and equitable economic development. *Economia*, v. 1, n. 1, p. 111-144, 2000.

BELLONI, J. A. **Uma metodologia de avaliação da eficiência produtiva de universidades federais brasileiras.** 2000. 246f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/78457/153160.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 01 out. 2019.

BELLONI, I.; MAGALHÃES, H.; SOUSA, L.C. Metodologia de avaliação em políticas públicas: uma experiência em educação profissional. *In*: BELLONI, I.; MAGALHÃES, H.; SOUSA, L.C. **Metodologia de avaliação em políticas públicas: uma experiência em educação profissional.** 2000. p. 96-96.

BERGER, P. L.; LUCKMANN, T. **A Construção Social da Realidade:** tratado de sociologia do conhecimento. Rio de Janeiro: Vozes, 2012.

BERTERO, C. O.; KEINERT, T. M. M. A evolução da análise organizacional no Brasil. *Revista de Administração de Empresas*, Rio de Janeiro, v. 34, n. 3, p. 81-90, 1994.

BERTERO, C. O.; CALDAS, M. P.; WOOD Jr., T. Produção científica em administração de empresas: provocações, insinuações e contribuições para um debate local. *Revista de Administração Contemporânea*, Curitiba: CEPPAD/UFPR, v. 3, n. 1, p. 147-178, 1999

BESSENT, A.; BESSENT, W. Determining the Comparative Efficiency of Schools Through Data Envelopment Analysis. **Education Administration Quarterly**, [S.l.], v. 16, n. 2, p. 57-75, 1980.

BESSENT, A. *et al.* Na Application of Mathematical Programming to Assess Productivity in the Houston Independent School Districts. **Management Science**, [S.l.], v. 28, n. 12, p. 1355-1367, 1982.

BORBA, J. T. **Uma Metodologia DEA para avaliar a eficiência técnica do ensino de programas de pós-graduação**: uma aplicação aos programas das Engenharias III da CAPES. 2011. 145f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/95356/294755.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 01 out. 2019.

BORGATTI, S. What is social network analysis. *In*: BORGATTI, S. 1998.1998 **Social Networks Conference in Barcelona**. [S.l.;s.n]1998. p. 5-21.

BOURDIEU, P. O Capital Social: notas provisórias. *In*: NOGUEIRA, M. A.; CATANI, A. (org.). **Escritos de Educação**. Petrópolis, Vozes, 1998.

BORGATTI, S. P.; EVERETT, M. G.; JOHNSON, J. C. **Analyzing social networks**. Thousand Oaks: Sage Publications, 2018.

BRASIL. **Programa de avaliação institucional das universidades brasileiras**. Brasília: Ministério da Educação e Cultura, 1994. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me002072.pdf>. Acesso em: 03 out. 2019.

BRITO, S. G. D. **Medidas completas de eficiência técnica**. 90f. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

BURT, R. S. **Structural holes**: the social structure of competition. Harvard: Harvard University Press, 1993. Cap. 2, p.

BURT, R. S. Structural holes versus network closure as social capital. *In*: LIN, N.; COOK, K.; BURT, R. S. **Social capital**: theory and research. New York: Routledge, 2017. p. 31-56.

CARDOSO, T. R. N.; BERNARDINO, C. F.; ARAÚJO, U. P. Isomorfismo normativo e redes na pesquisa científica brasileira. **Redes. Revista hispana para el análisis de redes sociales**, Sevilla, v. 29, n. 2, p. 248-270, 2018.

CASADO, F. L. Análise Envoltória de Dados: conceitos, metodologia e estudo da arte na Educação Superior. **Revista do Centro de Ciências Sociais**, Santa Maria, v. 20, n. 1, p. 17, 2007.

CAULLEY, D. N. Document analysis in program evaluation. **Evaluation and Program Planning**, [S.l.], v. 6, n. 1, p. 19-29, 1983.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision-making units. **European Journal of Operational Research**, [S.l.], v. 2, n. 6, p. 429-444, 1978.

CHARNES, A *et al.* **Data Envelopment Analysis: theory, methodology and applications.** [S.l.]: Kluwer Academic Publishers, 1994.

COELHO JÚNIOR, A. F. **Avaliação das eficiências técnicas das instituições de ensino superior (públicas e privadas) por meio da Data Envelopment Analysis (DEA) no período de 2004-2007.** 105 f. 2011. Dissertação (Mestrado em Economia do Trabalho e Economia de Empresas) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2011.

COLEMAN, J. S. Social capital in the creation of human capital. **American journal of sociology**, Chicago, v. 94, p. S95-S120, 1988.

COLINA, C. L.; VERD, J. M. De la Homofilia a la Cohesión social y viceversa. **Redes. Revista hispana para el análisis de redes sociales**, [S.l.], v. 20, p. 29-50, 2011.

COLONOMOS, A. **Sociologie des réseaux transnationaux; communautés, entreprises et individus: lien social et système international.** Paris: l'Harmattan, 1995.

COHEN, M. L. A. M. **Eficiência produtiva no ensino superior: uma aplicação da análise envoltória de dados entre universidades colombianas e brasileiras.** 2019. 82f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019.

COOK, W. D.; SEIFORD, L. M. Data envelopment analysis (DEA): thirty years on. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, v. 192, n. 1, p. 1-17, 2009.

COOPER, W. W.; SEIFORD, L. M.; TONE, K. Data envelopment analysis. In: COOPER, W. W.; SEIFORD, L. M.; ZHU, J. (ed). **Handbook on Data Envelopment Analysis.** Stanford: Frederick S. Hillier Stanford University, 2000. p. 1-40.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR. **Relatório da Comissão Internacional de Avaliação sobre o processo de avaliação do Programa de Pós-Graduação da CAPES.** Brasília: Ministério da Educação, 1997.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR. Portaria nº 1, de 3 de Janeiro de 2020. Brasília: Ministério da Educação, 2017a. Disponível em: <<http://cad.CAPES.gov.br/ato-administrativo-detalhar?idAtoAdmElastic=240#anchor>>. Acesso em: 05 jul. 2020.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR. Os critérios de avaliação. Brasília: Ministério da Educação, 2017b. Disponível em: http://download.inep.gov.br/educacao_superior/avaliacao_cursos_graduacao/instrumentos/2016/instrumento_2016.pdf. Acesso em: 30 jun. 2020.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR. **Fichas de avaliação por curso.** Brasília, 2017c. Disponível em: <https://sucupira.CAPES.gov.br/sucupira/public/consultas/avaliacao/consultaFichaAvaliacao.xhtml>. Acesso em: 15 maio 2020.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR.
Avaliação da Pós-graduação. Brasília: Ministério da Educação, 2018. Disponível em:
<<https://www.CAPES.gov.br/perguntas-frequentes>>. Acesso em: 05 jul. 2020.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR.
Plataforma Sucupira: dados cadastrais do programa. Brasília: Ministério da Educação, 2019.
Disponível em:
<<https://sucupira.CAPES.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/programa/listaPrograma.jsf?acao=detalhamentoIes&codigoPrograma=2300101132020015010P3>>. Acesso em: 06 out. 2019.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR.
História e missão. Brasília: Ministério da Educação, 2020. Disponível em:
<https://www.gov.br/CAPES/pt-br/aceso-a-informacao/institucional/historia-e-missao>. Acesso em: 05 jul. 2020.

COSTA, Edward Martins *et al.* Dinâmica da eficiência produtiva das instituições federais de ensino superior. **Planejamento e Políticas Pública**, [S.l.], n. 44, p. 51-84, jan./jun. 2015.

CRANE, D. **Invisible colleges.** Chicago: University of Chicago Press, 1972.

CRUBELLATE, J. M. **Parâmetros de qualidade de ensino superior: análise institucional em IES privadas do Estado de São Paulo.** 2004. 359f. Tese (Doutorado em Administração de Empresas) - Escola de Administração de Empresas de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2004.

CUSTÓDIO, P. A. G. R. C. Um estudo da mediação da informação na produção científica da pós-graduação em educação da unesp/campus de marília: análise das citações e cocitações. **Nuances: estudos sobre educação**, [S.l.], v. 23, n. 24, p. 200-223, 2012.

DANUELLO, J. C.; OLIVEIRA, E. F. T. Análise cientométrica: produção científica e redes colaborativas a partir das publicações dos docentes dos programas de pós-graduação em Fonoaudiologia no Brasil. **Em Questão**, [S.l.], v. 18, n. 3, p. 65-79, 2012.

DE SOLLA, P. D. J. **Little science, big science.** New Cork: Columbia University Press, 1963.

DE SOLLA, P. D. J.; DEREK, J.; BEAVER, D. Collaboration in an invisible college. **American psychologist**, [S.l.], v. 21, n. 11, p. 1011-1018, 1966.

DIAMOND, A. M. The money value of citations to single-authored and multiple-authored articles. **Scientometrics**, [S.l.], v. 8, n. 5/6, p. 315-320, 1985.

DIGIAMPIETRI, L. A.; LINDEN, R.; BARBOSA, L. Caracterizando departamentos e programas de computação utilizando análise de redes sociais e bibliometria. In: Anais do V BRAZILIAN WORKSHOP ON SOCIAL NETWORK ANALYSIS AND MINING, 5., 2016. Porto Alegre. **Anais [...]**. Porto Alegre: SBC, 2016. p. 49-60.

DIMAGGIO, P. J.; POWELL, W. W. A gaiola de ferro revisitada: isomorfismo institucional e racionalidade coletiva nos campos organizacionais. **Revista Administração de Empresa**, Rio de Janeiro, v. 45, n. 2, p. 74-89, abr./jun. 2005.

CAMPOS, M. A. P. Política de pós-graduação no Brasil. **Revista brasileira de estudos pedagógicos**, Brasília, n. 128, p. 235 out./dez. 1972.

CENTRO FEDERAL E EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS.

Apresentação. Belo Horizonte, 2019. Disponível em: <http://www.dppg.CEFETmg.br/dppg-2/apresentacao/>. Acesso em: 06 out. 2019.

CUNHA, L. A. C. R. A pós-graduação no Brasil: função técnica e função social. **Rev. adm. empres.**, São Paulo, v. 14, n. 5, p. 66-70, Oct. 1974. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75901974000500006&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 25 Jun. 2020.

ERKOC, Taptuk Emre. Assessing the research performance in higher education with stochastic distance function approach. **International Journal of Education Economics and Development**, [S.l.], v. 6, n. 4, p. 366-380, 2015.

ESPEJO, M. M. D. S. B. *et al.* Campo de pesquisa em contabilidade: uma análise de redes sob a perspectiva institucional. **Revista de Educação e Pesquisa em Contabilidade**, v. 3, n. 2, art. 3, p. 45-71, maio/ago. 2009.

FARREL, M. J. The measurement of productive efficiency. **Journal of Royal Statistical Society Series A**, [S.l.] v. 120, n. 3, p. 253-290, 1957. Disponível em: https://www.jstor.org/stable/2343100?seq=1#metadata_info_tab_contents. Acesso em: 29 set. 2019.

FEINBERG, J. Wordle – Beautiful word clouds. 2014. Disponível em: <http://www.wordle.net/credits>. Acesso em: 20 jun. 2020.

FONSECA, C. Avaliação dos programas de pós-graduação: do ponto de vista de um nativo. **Horizontes Antropológicos**, [S.l.], v. 7, n. 16, p. 261-275, 2001.

FRAME, J. D.; CARPENTER, M. P. International research collaboration. **Social Studies of Science**. v. 9, n. 4, p. 481-497, 1979.

FREEMAN, L. C. A set of measures of centrality based on betweenness. **Sociometry**, [S.l.], v. 40, n. 1, p. 35-41, 1977.

FREITAS, I. M. A. C.; SILVEIRA, A. **Avaliação da Educação Superior**. Florianópolis: Insular, 1997.

FREITAS, M. E. A carne e os ossos do ofício acadêmico. **Revista Organização e Sociedade**, [S.l.], v. 14, n. 42, jul./set., p. 187-191, 2007.

FUCHS, S. What Makes Sciences “Scientific”. In: TURNER, J. H. *Handbook of Sociological Theory*. New York: Plenum Publishers, 2002.

- GARTON, L.; HARTHORNTHTWAITE, C.; WELLMAN, B. Studying Online Social Networks. **Journal of Computer Mediated Communication**, [S.l.], v. 3, n. 1, 1997. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1083-6101.1997.tb00062.x>. Acesso em: 25 maio 2020.
- GHENO, E. M. *et al.*, Sistema de avaliação da CAPES: indicadores e procedimentos de monitoramento e avaliação de desempenho. **Em Questão**, [S.l.], v. 25, n. 3, p. 184-213, 2019.
- GOMES, C. H. P. **Redes sociais de coautoria científica: reflexões sobre inovação na docência da educação superior**. 206f. 2017. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2017.
- GOMES, J. S.; OLIVEIRA, R. R; VIEIRA, S. S. C. Inserção do tema internacionalização de empresas em artigos produzidos no programa de mestrado em ciências contábeis da UERJ. **Sistemas & Gestão**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 4, p. 508-520, 2012.
- GIACOMELLO, C. P.; OLIVEIRA, R. L. Análise Envoltória de Dados (DEA): uma proposta para avaliação de desempenho de unidades acadêmicas de uma universidade. **Revista Gestão Universitária na América Latina - GUAL**, Florianópolis, v. 7, n. 2, p. 130-151, maio 2014.
- GOFFMAN, W.; WARREN, K. S. **Scientific information systems and the principle of selectivity**. New York: Praeger, 1980. p. 127.
- GONTIJO, A.C; MAIA, C.S.C. Tomada de decisão, do modelo racional ao comportamental: uma síntese teórica. **Cadernos de Pesquisa em Administração**, v. 11, n. 4, p. 13-30, 2004.
- GONZÁLEZ-ARAYA, M. C. Uma metodologia para projetar DMUs em facets eficientes de maior dimensão. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 34., 2002, Rio de Janeiro, Anais [...]. Rio de Janeiro, 2002.
- GRANOVETTER, M. S. The strength of weak ties. **American Journal of Sociology**, Chicago, v. 78, n. 6, p. 1360-1380, 1973.
- CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS. **Guia Acadêmico da Graduação**. Belo Horizonte: Diretoria de Graduação. 2019. Disponível em: http://www.dirgrad.CEFETmg.br/wp-content/uploads/sites/81/2019/01/2019_1_Guia_Graduacao_A5_CEFETMG_WEB.pdf. Acesso em: 24 fev. 2020.
- HADDAD, E. A.; MENA-CHALCO, J. P.; SIDONE, O. Produção científica e redes de colaboração dos docentes vinculados aos programas de pós-graduação em Economia no Brasil. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 47, n. 4, p. 617-679, 2017.
- HALL, P. A.; TAYLOR, R. Political science and the three new institutionalisms. **Political studies**, [S.l.], v. 44, n. 5, p. 936-957, 1996.
- HAGSTROM, Warren O. **The scientific community**. New York: Basic Books, 1965.

HININGS, B.; GEGENHUBER, T.; GREENWOOD, R. Digital innovation and transformation: An institutional perspective. **Information and Organization**, [S.l.], v. 28, n. 1, p. 52-61, 2018.

HOPPEN, N. H. F. **A Neurociências no Brasil de 2006 a 2013, indexada na Web of Science: produção científica, colaboração e impacto**. 163f. 2014. Dissertação (Mestrado em Comunicação e Informação) – Faculdade de biblioteconomia e Comunicação, Universidade do Rio de Janeiro, 2014.

HUNG, A. **Análise de qualidade do ensino nas escolas públicas do Distrito Federal utilizando prova Brasil: uma aplicação de análise por envoltória de dados**. 2016. 80f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) - Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

JOB, I.; IRIZAGA, K. R. F. A colaboração na produção de artigos dos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Movimento Humano da ESEF, da UFRGS, entre 2007 e 2009: análise de rede social. **Movimento**, Porto Alegre, v. 16, n. esp, p. 155-188, 2010.

KATZ, J. S. Geographical proximity and scientific collaboration. **Scientometrics**, [S.l.], v. 31, n. 1, p. 31-43, 1994

KIMBERLY, J. Initiation, innovation and institutionalization in the creation process. In: KIMBERLY, J.; MILES, R. B. (eds.). **The Organizational Life Cycle**. San Francisco: Jossey-Bass, 1980. p. 18-43.

KIRSHBAUM, Charles; PORTO, Elvio Corrêa; FERREIRA, Fernando Coelho Martins. Neo-institucionalismo na produção acadêmica em administração. **RAE-eletrônica**, São Paulo, v. 3, n. 1, Jun. 2004.

KLAPPENBACH, Hugo. Los aportes de la socio-bibliometría a la historia de las disciplinas científicas. **Revista Guillermo de Ockham**, [S.l.], v. 15, n. 2, p. 5-7, 2017.

KODAMA, F. Technology fusion and the new R&D. **Harvard Business Review**, [S.l.], p. 70-78, July/Aug. 1992. Disponível em: <https://hbr.org/1992/07/technology-fusion-and-the-new-rd>. Acesso em: 15 maio 2020.

KUENZER, A. Z.; MORAES, M. C. M. Temas e tramas na pós-graduação em educação. **Educação e Sociedade**, Campinas, v. 93, n. 26, p. 1341-1362, 2005.

LAWANI, S. M. Some bibliometric correlates of quality in scientific research. **Scientometrics**, [S.l.], v. 9, p. 325-342, 1986.

LAPA, J. S.; NEIVA, C. C. Avaliação em educação: comentários sobre desempenho e qualidade. **Ensaio**, Belo Horizonte, v. 4, n. 12, p. 213-236, 1996.

LECLERC, M. *et al.* Scientific co-operation between Canada and European Community. **Science and Public Policy**, [S.l.], v. 19, n. 1, p. 15-24, Feb. 1992.

LETA, F. R. *et al.* Métodos de melhora de ordenação em DEA aplicados à avaliação estática de tornos mecânicos. **Investigação Operacional**, [S.l.], v. 25, n. 2, p. 229-242, 2005.

LIMA, Maycke Young de. Coautoria na produção científica do PPGGeo/UFRGS: uma análise de redes sociais. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 40, n. 1, p. 38-51, 2011.

LIN, N. Building a network theory of social capital. In: LIN, N.; COOK, K.; BURT, R. S. **Social capital: theory and research**. New York: Routledge, 2017. p. 3-28.

LIU, X. *et al.* Co-authorship networks in the digital library research community. **Information processing & management**, Amsterdã, v. 41, n. 6, p. 1462-1480, 2005.

LODAHL, J. B.; GORDON, G. The structure of scientific fields and the functioning of university graduate departments. **American Sociological Review**, [S.l.], v. 37, p. 57-72, 1972.

LOPES, A. L. M. **Um modelo de análise envoltória de dados e conjuntos difusos para avaliação cruzada da produtividade e qualidade de departamentos acadêmicos: uma aplicação na UFSC**. 161f. 1998. Tese (Doutorado em Engenharia) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

LÓPEZ-LÓPEZ, Wilson *et al.* Psychological research collaboration and visibility in Iberoamerica. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, Porto Alegre, v. 28, p. 72-81, 2015.

LOPES, C. **Pós-Graduação stricto sensu e produção científica no Brasil**. Câmara dos Deputados. 2019. Disponível em:
http://bd.camara.leg.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/39019/p%C3%B3sgradua%C3%A7%C3%A3o_stricto_sensu_LopesCristiano.pdf?sequence=1 Acesso em: 05 jul. 2020

MACHADO, E. Z. **Análise envoltória de dados sobre as universidades brasileiras: uma análise sobre eficiência**. 117f. 2008. Dissertação (Mestrado em Economia do Desenvolvimento) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

MACHADO-DA-SILVA, C. L.; ROSSONI, L. Persistência e mudança de temas na estruturação do campo científico da estratégia em organizações no Brasil. **Revista de Administração Contemporânea**, Maringá, v. 11, n. 4, p. 33-58, 2007.

MARCELICE, H. J. G. **Applying dea to academic performance evaluation: a study on mechanical and production engineering graduate programs in Brazil**. 120f. 2006. Dissertação (Mestrado em Estratégia; Qualidade; Gestão Ambiental; Gestão da Produção e Operações) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2006.

MARCIANO, M. H. **Aplicação da análise envoltória de dados (DEA) para avaliação de desempenho das unidades acadêmicas de uma universidade federal**. 93f. 2019.. Dissertação (Mestrado em Administração Pública) – Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal de Goiás, 2019.

MARIANO, Enzo B.; ALMEIDA, Mariana R.; REBELATTO, Daisy AN. Peculiaridades da análise por envoltória de dados. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 7., 2005. São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo, Unesp, 2005. p. 1-11.

MARTELETO, R. M. Análise de redes sociais: aplicação nos estudos de transferência da informação. **Ciência da informação**, Brasília, v. 30, n. 1, p. 71-81, 2001.

MARTINS, C. B. A formação do sistema nacional de pós-graduação. *In*: SOARES, Maria Susana Arrosa (org.). **A educação superior no Brasil**. Porto Alegre: Instituto Internacional para a Educação Superior na América Latina e no Caribe/UNESCO, 2002. p. 69-87

MEYER, J. W.; ROWAN, B. Institutionalized organizations: formal structure as myth and ceremony. **American journal of sociology**, Chicago, v. 83, n. 2, p. 340-363, 1977.

MEYER, J.; ROWAN, B.; SCOTT, W. R. **Organizational Environments**: ritual and rationality. Beverly Hills: Sage, 1983.

MELLO, C. M.; CRUBELLATE, J. M.; ROSSONI, L. Dinâmica de relacionamento e prováveis respostas estratégicas de programas brasileiros de pós-graduação em administração à avaliação da CAPES: proposições institucionais a partir da análise de redes de co-autorias. **Revista de Administração Contemporânea**, Maringá, v. 14, n. 3, p. 434-457, 2010.

MELLO, J. C. C. B. *et al.* Avaliação qualitativa e quantitativa: uma metodologia de integração. **Ensaio—Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 31, p. 237-251, 2001.

MELO, H. M. **Aplicação da Análise Envoltória de Dados (DEA) para avaliação de desempenho das unidades acadêmicas de uma universidade federal**. 93f. 2019. Dissertação (Mestrado em Administração Pública) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2019.

MCCARTY, T. A.; YAISAWANG, S. Technical Efficiency in New Jersey School Districts. *In*: FRIED, H. O.; SCHMIDT, S. S (ed.). **The Measurement of Productive Efficiency**: techniques and applications. Oxford: Oxford University Press, 1993. p. 271-287

MCPHERSON, M.; SMITH-LOVIN, L.; COOK, J. M. Birds of a feather: homophily in social networks. **Annual review of sociology**, [S.l.], v. 27, n. 1, p. 415-444, 2001.

MEDOWS, A. J.; O'CONOR, J. G. Bibliographic statistics as a guide to growth point in science. **Science Studies**, [S.l.], v. 1, p. 95-99, 1971

MILGRAM, S. The small world problem. **Psychology Today**, [S.l.], v. 1, p. 61-67, 1967.

MIRANDA, I. S. Descredenciamento dos cursos de Pós-Graduação stricto sensu do Brasil: impactos e motivos. **Revista Espacios**, [S.l.], v. 39, n. 3, p. 9, 2018. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a18v39n23/a18v39n23p09.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2020.

MOITA, Márcia Helena Velda. Medindo a eficiência relativa de escolas municipais da cidade do Rio Grande-RS usando a abordagem DEA (Data Envelopment Analysis). 105f. 1995. Dissertação (Mestrado) - Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995.

MOODY, J. The structure of a social science collaboration network: disciplinary cohesion from 1963 to 1999. **American sociological review**, Chicago, v. 69, n. 2, p. 213-238, 2004.

MOREIRA, D. A. **Dimensões do Desempenho em Manufatura e Serviços**. São Paulo: Pioneira, 1996.

MOREIRA, N. P. Análise da eficiência relativa dos programas de pós-graduação acadêmicos em Administração, Contabilidade e Turismo. 130f. 2008. Dissertação (Mestrado em Administração). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa.

MORENO, J. L.; BOUZA, J. G.; KARSZ, S. **Fundamentos de la sociometría**. Buenos Aires: Paidós, 1972.

MOZZATO, A. R.; GRZYBOVSKI, D. Análise de conteúdo como técnica de análise de dados qualitativos no campo da administração: potencial e desafios. **Revista de Administração Contemporânea**, Maringá, v. 15, n. 4, p. 731-747, 2011.

MEYER, J. W.; ROWAN, B. Institutionalized organizations: formal structure as myth and ceremony. **American Journal of Sociology**, [S.l.], v. 83, p. 340-363, 1977.

NADERI, A. Data envelopment analysis of the efficiency of academic departments at a public university in Iran. **International Journal of Education Economics and Development**, [S.l.], v. 10, n. 1, p. 57-75, 2019.

NARIN, Francis; WHITLOW, Edith S. **Measurement of scientific cooperation and coauthorship in CEC-Related areas of science**. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 1990. v. 1.

NARIN, F.; STEVENS, K.; WHITLOW, E. S. Scientific co-operation in Europe and the citation of multinationally authored papers. **Scientometrics**, [S.l.], v. 21, n. 3, p. 313-323, 1991.

NASCIMENTO, S. Investigação da produção científica. **Revista de Contabilidade do Mestrado em Ciências Contábeis da UERJ**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 3, p. 78-92, 2010.

NEIVA, E. R.; CORRADI, A. A. A Psicologia organizacional e do trabalho no Brasil: uma análise a partir das redes sociais de pesquisadores da pós-graduação. **Revista Psicologia: Organizações e Trabalho**, Florianópolis, v. 10, n. 2, p. 67-84, 2010.

NEWMAN, M. E. J. **Who is the best connected scientist?: a study of scientific coauthorship networks**. Santa Fé: The Santa Fé Institute, 2000

NOOY, W.; MRVAR, A.; BATAGELJ, V. **Exploratory social network analysis with Pajek**: revised and expanded edition for updated software. Cambridge: Cambridge University Press, 2018.

NUDELMAN, A. E.; LANDERS, C. E. The failure of 100 divided by 3 to equal 33 1/3. **The American Sociologist**, [S.l.], v. 7, n. 9, 1972.

NUNEZ, Z. A. G.; MOURA, A. A. M. Análise de citações na área de Comunicação e Informação: o caso de um programa de pós-graduação. **Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, Campinas, v. 11, n. 2, p. 40-60, 2013.

OLIVEIRA, F. V. **Avaliação da eficiência dos programas de pós-graduação acadêmicos em Administração, Contabilidade e Turismo**. 78f. 2011. Dissertação (Mestrado em Políticas e Gestão Públicas; Gestão Organizacional) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.

OTTE, E.; ROUSSEAU, R. Social network analysis: a powerful strategy, also for the Information sciences. **Journal of Information Science**, [S.l.], v. 28, n. 6, p. 441-453, 2002.

PACHECO, F. L. O isomorfismo institucional nos teatros da região metropolitana do Recife. Anais do encontro Nacional dos Programas de Pós-graduação em Administração, 2002.

PAIVA, F. C. **Eficiência produtiva de programas de ensino de pós-graduação em engenharias**: uma aplicação do método análise envoltória de dados – DEA. 72f. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

PARREIRAS, F. S. *et al.* REDECI: colaboração e produção científica em ciência da informação no Brasil. **Perspectivas em ciência da informação**, Belo Horizonte, v. 11, n. 3, p. 302-317, 2006.

PATRUS, R.; SHIGAKI, H.B.; DANTAS, D. C. Quem não conhece seu passado está condenado a repeti-lo: distorções da avaliação da pós-graduação no Brasil à luz da história da CAPES. **Cadernos EBAPE. BR**, Belo Horizonte, v. 16, n. 4, p. 642-655, 2018.

PERROW, C. **Complex Organizations**: a critical essay. New York: McGraw-Hill, 1986.

PIETRZAK, Michał; PIETRZAK, Piotr; BARAN, Joanna. Efficiency assessment of public higher education with the application of Data Envelopment Analysis: The evidence from Poland. **Online Journal of Applied Knowledge Management**, [S.l.], v. 4, n. 2, p. 59-73, 2016.

PRAVDIC, N.; OLUIC-VUKOVIC, V. Dual approach to multiple authorship in the study of collaborator/scientific output relationship. **Scientometrics**, [S.l.], v. 10, p. 259-280, 1986.

PRITCHARD, Alan *et al.* Statistical bibliography or bibliometrics. **Journal of documentation**, [S.l.], v. 25, n. 4, p. 348-349, 1969.

RAY, S. C. Resource-Use Efficiency in Public Schools: A Study of Connecticut Data. **Management Science**, New York, v. 37, n. 12, p. 1620-1628, 1991.

RODAN, Simon; GALUNIC, Charles. More than network structure: How knowledge heterogeneity influences managerial performance and innovativeness. **Strategic management journal**, [S.l.], v. 25, n. 6, p. 541-562, 2004.

ROMÊO, J. R. M.; ROMÊO, C. I. M.; JORGE, V. L. **Estudos de pós-graduação no Brasil**. São Paulo: Unesco, 2004. p. 1-75. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000139901>. Acesso em: 23 out. 2019.

ROSANO-PENÑA, C. Eficiência e impacto do contexto na gestão através do DEA: o caso da UEG. **Production**, São Paulo, v. 22, n. 4, p. 778-787, set./dez. 2012.

ROSSETTO, C. R.; ROSSETTO, A. M. Teoria institucional e dependência de recursos na adaptação organizacional: uma visão complementar. **RAE eletrônica**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 1, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/raeel/v4n1/v4n1a10.pdf>. Acesso em: 23 maio 2020.

ROSSONI, E. P.; SÃO PEDRO FILHO, F. Riscos do isomorfismo mimético, a consciência crítica e o comprometimento ético de docentes e pesquisadores. **InterSciencePlace**, v. 1, n. 18, 2015.

ROSSONI, L. A dinâmica de relações no campo da pesquisa em organizações e estratégia no Brasil: uma análise institucional. 296f. 2006. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

ROSSONI, L.; TEIXEIRA, R. M. Integrando empreendedorismo, rede de relações, recursos e legitimidade: o caso da Aliança Empreendedora. *In*: ENCONTRO DA ANPAD, 30., 2006. **Trabalho apresentado [...]**. Salvador, 2006.

ROSSONI, L. Agência e redes mundos pequenos: uma análise multinível da produtividade acadêmica. **Revista de Administração Mackenzie**, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 200-235, 2014.

ROSSONI, L.; GUARIDO FILHO, R. Cooperação interinstitucional no campo da pesquisa em estratégia. **Revista de Administração de Empresas**, Rio de Janeiro, v. 47, n. 4, p. 1-15, 2007.

ROSSONI, L.; MACHADO-DA-SILVA, C. L. Análise institucional da construção do conhecimento científico em mundos pequenos. **Revista de Administração FACES Journal**, [S.l.], v. 7, n. 1, 2008.

SANTOS, R. F. O ensino de pós-graduação no Brasil. **Educação**, [S.l.], v. 1, n. 2, p. 4, jul./set. 1971

SANTOS, F. B. D. *et al.* Inovação tecnológica da UFRGS: uma análise da colaboração identificada nas patentes indexadas na base Orbit. **Revista de Ciência da Informação e Documentação**. Ribeirão Preto, v. 10, n. 2, set. 2019/fev. 2020, p. 92-114, 2020.

SAMPAIO, B.; GUIMARÃES, J. Diferenças de eficiência entre ensino público e privado no Brasil. **Economia Aplicada**, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 45-68, 2009.

SAURIN, V. *et al.* Medidas de eficiência e retorno de Investimento: um estudo nas distribuidoras de energia elétrica brasileiras com base em Data Envelopment Analysis, Índice de Malmquist e ROI. **Revista de Administração da Universidade Federal de Santa Maria**, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 25-38, 2013.

SCHWARTZMAN, J. Um Sistema de Indicadores para as Universidades Brasileiras. *In*: SGUISSARD, V. (org.). **Avaliação Universitária em Questão**: reformas do estado e da educação superior. Campinas: Autores Associados, 1997.

SCOTT, W. R. **Institutions and Organizations**. 2. ed. Thousand Oaks: Sage, 2001.

SILVA, E. L.; PINHEIRO, L.V.; REINHEIMER, F. M. Redes de conhecimento em artigos de comunicação científica: estudo baseado em citações bibliográficas de artigos de periódicos na área de Ciência da Informação no Brasil. **Informação & Sociedade**, João Pessoa, v. 23, n. 1, 2013.

SILVEIRA, A. F. **Fundos de investimento em direitos creditórios no Brasil**: análise do desempenho e da eficiência, 2013-2015. Pedro Leopoldo: FPL, 2017.

SIMON, H. A. **Models of Man**. New York: John Wiley and Sons, 1957.

SMITH, M. The trend toward multiple authorship in psychology. **American Psychologist**, [S.l.], v. 13, p. 596-599, 1958.

SOBRAL, N. V. *et al.* Produção científica colaborativa na área da saúde tropical: uma análise da rede de colaboração do Programa de Pós-Graduação em Medicina Tropical da Universidade Federal de Pernambuco. **RECIIS**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 1, p. 1-15, 2016.

SOUZA, P. C. T.; WILHELM, V. E. Uma introdução aos modelos DEA de eficiência técnica. **Tuiuti: Ciência e Cultura**, Curitiba, n. 42, p. 121-139, 2009.

SPAGNOLO, Fernando; SOUZA, Valdinei Costa. O que mudar na avaliação da CAPES?. **Revista Brasileira de pós-graduação**, Brasília, v. 1, n. 2, 2004.

STEFANI, L. S.; AGUIAR, J. **O papel do gestor público diante da crise gerada pelo corte de verbas na educação no ano de 2019**. Disponível em: <https://repositorio.ifsc.edu.br/bitstream/handle/123456789/1450/Leticia%2c%20Janine%20e%20Icaro%20-%20artigo%20altera%2c%20a7%2c%20b5es%2007-12.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 15 set. 2020. 2020.

STORER, N. W. The internationality of science and the nationality of scientists. **International Science Journal**, [S.l.], v. 22, p. 87-104, 1970.

SUBRAMANYAM, K. Bibliometric study of research collaboration: a review. **Journal of Information Science**, [S.l.], v. 6, p. 35-59, 1983.j

THANASSOULIS, E. Altering the Bias in Differential School Effectiveness Using Data Envelopment Analysis. **Journal of Operational Research Society**, [S.l.], v. 47, n. 7, p. 882-894, 1996.

THANASSOULIS, E. Setting achievement targets for school children. **Education Economics**, [S.l.], v. 7, n. 2, p. 101-119, 1999.

TOLBERT, P. S.; ZUCKER, L. G. Institutional sources of change in the formal structure of organizations: The diffusion of civil service reform, 1880-1935. **Administrative Science Quarterly**, [S.l.], v. 28, p. 22-39, 1983. Disponível em: <http://digitalcommons.ilr.cornell.edu/articles/131/>. Acesso em: 07 out. 2019.

UZZI, B.; SPIRO, J. Collaboration and creativity: the small world problem. **American journal of sociology**, Chicago, v. 111, n. 2, p. 447-504, 2005.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas, 2004.

VILELA, R. B.; RIBEIRO, A.; BATISTA, N. A. Nuvem de palavras como ferramenta de análise de conteúdo. **Millenium-Journal of Education, Technologies, and Health**, [S.l.], n. 11, p. 29-36, 2020.

VILLAR, E. G. *et al.* As Múltiplas Representações no Cotidiano: os Papéis do Docente de Pós-Graduação Stricto Sensu em Administração no Brasil. **Revista Alcance – Eletrônica**, [S.l.], v. 26, n. 3, p. 334-347, set./dez. 2019. Disponível em: <https://search.proquest.com/openview/7eb9db60bf38c0c03fc6c79eb0052930/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2032138>. Acesso em: 15 maio 2020.

WATTS, D. J. Networks, dynamics, and the small-world phenomenon. **American Journal of sociology**, Chicago, v. 105, n. 2, p. 493-527, 1999.

WATTS, D. J.; STROGATZ, S. H. Collective dynamics of ‘small-world’ networks. **Nature**, London, v. 393, n. 6684, p. 440, 1998.

WEISZ, J.; ROCO, M. C. Redes de pesquisa e educação em engenharia nas américas. Rio de Janeiro: FINEP, 1996.

WOLSZCZAK-DERLACZ, Joanna; PARTEKA, Aleksandra. Efficiency of European public higher education institutions: a two-stage multicountry approach. **Scientometrics**, [S.l.], v. 89, n. 3, p. 887-917, 2011.

WOLSZCZAK-DERLACZ, Joanna. An evaluation and explanation of (in) efficiency in higher education institutions in Europe and the US with the application of two-stage semi-parametric DEA. **Research Policy**, [S.l.], v. 46, n. 9, p. 1595-1605, 2017.

ZAMBENEDETTI, L.; ANGONESE, R. O Processo Orçamentário de uma Instituição Pública Federal de Ensino sob a Ótica do Isomorfismo. **Administração Pública e Gestão Social**, Viçosa, v. 12, n. 2, p. 1-15, 2020.

ZHU, J. Robustness of the efficient DMUs in data envelopment analysis. **European Journal of operational research**, [S.l.], v. 90, n. 3, p. 451-460, 1996.

ZUCKER, L. G. The role of institutionalization in cultural persistence. **American sociological review**, Chicago, v. 42, p. 726-743, 1977. Disponível em: https://www.jstor.org/stable/2094862?seq=1#metadata_info_tab_contents. Acesso em: 04 out. 2019.

ANEXO A– Indicadores Gerais Sociométricos ADMINISTRAÇÃO

ID	Indicador	2013 a 2016	2014 a 2017	2015 a 2018	Geral
1	Grau médio	5	5	5	5
2	Índice-H entrada	18	20	12	12
3	Grau de Centralidade	0,07	0,06	0,18	0,18
4	Centralização	0,07	0,06	0,18	0,18
5	Densidade	0,01	0,01	0,02	0,02
6	Componentes	66	79	6	6
7	Razão de componentes	0,09	0,09	0,02	0,02
8	Conectividade	0,27	0,34	0,77	0,77
9	Fragmentação	0,73	0,66	0,23	0,23
10	Fechamento	0,42	0,42	0,29	0,29
11	Distância média	6	7	4	4
12	Desvio-padrão da distância	3	3	1	1
13	Diâmetro	12	17	8	8
14	Índice Wiener	789810	1726408	130916	130916
15	Soma de Dependência	650890	1479606	95946	95946
16	Largura	0,94	0,93	0,76	0,76
17	Compactação	0,06	0,07	0,25	0,25
18	Mutual	0,01	0,01	0,02	0,02
19	Assimetria	0,00	0,00	0,00	0,00
20	Nulos	0,99	0,99	0,98	0,98

ANEXO B – Indicadores Gerais Sociométricos EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA

ID	Indicador	2013 a 2016	2014 a 2017	2015 a 2018	Geral
1	Grau médio	3	3	2	3
2	Índice-H entrada	6	5	6	7
3	Grau de Centralidade	0,30	0,28	0,15	0,24
4	Centralização	0,30	0,27	0,15	0,24
5	Densidade	0,03	0,03	0,03	0,02
6	Componentes	13	14	14	16
7	Razao de componentes	0,13	0,14	0,15	0,12
8	Conectividade	0,29	0,31	0,23	0,29
9	Fragmentação	0,71	0,69	0,77	0,71
10	Fechamento	0,21	0,24	0,33	0,20
11	Distância média	3	3	3	3
12	Desvio-padrão da distância	1	1	1	1
13	Diâmetro	5	5	6	7
14	Indice Wiener	6300	7362	5094	14244
15	Soma de Dependência	3898	4622	3384	9468
16	Largura	0,87	0,86	0,90	0,88
17	Compactação	0,13	0,14	0,10	0,12
18	Mutual	0,03	0,03	0,03	0,02
19	Assimetria	0,00	0,00	0,00	0,00
20	Nulos	0,97	0,97	0,97	0,98

ANEXO C – Indicadores Gerais Sociométricos ENGENHARIA CIVIL

ID	Indicador	2013 a 2016	2014 a 2017	2015 a 2018	Geral
1	Grau médio	6	6	6	6
2	Índice-H entrada	12	12	12	13
3	Grau de Centralidade	0,24	0,23	0,18	0,19
4	Centralização	0,24	0,23	0,18	0,19
5	Densidade	0,03	0,03	0,03	0,02
6	Componentes	9	8	10	9
7	Razao de componentes	0,04	0,03	0,05	0,03
8	Conectividade	0,49	0,59	0,18	0,47
9	Fragmentação	0,51	0,41	0,82	0,53
10	Fechamento	0,43	0,42	0,52	0,41
11	Distância média	3	3	2	3
12	Desvio-padrão da distância	1	1	1	1
13	Diâmetro	5	6	4	6
14	Indice Wiener	53878	81122	14746	101672
15	Soma de Dependência	35842	56304	7862	70710
16	Largura	0,81	0,78	0,90	0,83
17	Compactação	0,20	0,22	0,10	0,17
18	Mutual	0,03	0,03	0,03	0,02
19	Assimetria	0,00	0,00	0,00	0,00
20	Nulos	0,97	0,97	0,97	0,98

ANEXO D – INDICADORES GERAIS SOCIOMÉTRICOS ENGENHARIA DE MATERIAIS

ID	Indicador	2013 a 2016	2014 a 2017	2015 a 2018	Geral
1	Grau médio	6	6	6	6
2	Índice-H entrada	10	11	12	13
3	Grau de Centralidade	0,26	0,21	0,21	0,22
4	Centralização	0,26	0,21	0,21	0,22
5	Densidade	0,06	0,05	0,04	0,03
6	Componentes	4	7	10	8
7	Razao de componentes	0,03	0,05	0,06	0,04
8	Conectividade	0,74	0,63	0,38	0,53
9	Fragmentação	0,26	0,37	0,63	0,47
10	Fechamento	0,47	0,53	0,53	0,44
11	Distância média	3	3	3	3
12	Desvio-padrão da distância	1	1	1	1
13	Diâmetro	6	7	7	7
14	Indice Wiener	22212	33630	29942	72468
15	Soma de Dependência	15354	24020	20164	51266
16	Largura	0,72	0,77	0,85	0,81
17	Compactação	0,28	0,23	0,15	0,19
18	Mutual	0,06	0,05	0,04	0,03
19	Assimetria	0,00	0,00	0,00	0,00
20	Nulos	0,94	0,95	0,96	0,97

ANEXO E – Indicadores Gerais Sociométricos ESTUDOS DE LINGUAGENS

ID	Indicador	2013 a 2016	2014 a 2017	2015 a 2018	Geral
1	Grau médio	1	1	1	1
2	Índice-H entrada	3	4	4	5
3	Grau de Centralidade	0,13	0,09	0,07	0,06
4	Centralização	0,13	0,09	0,07	0,06
5	Densidade	0,02	0,01	0,01	0,01
6	Componentes	30	45	57	54
7	Razao de componentes	0,47	0,49	0,48	0,41
8	Conectividade	0,05	0,03	0,02	0,05
9	Fragmentação	0,95	0,97	0,98	0,95
10	Fechamento	0,40	0,39	0,36	0,31
11	Distância média	2	2	2	3
12	Desvio-padrão da distância	1	1	1	2
13	Diâmetro	5	4	3	9
14	Indice Wiener	354	400	562	2312
15	Soma de Dependência	156	150	224	1522
16	Largura	0,97	0,98	0,98	0,98
17	Compactação	0,04	0,02	0,02	0,02
18	Mutual	0,02	0,01	0,01	0,01
19	Assimetria	0,00	0,00	0,00	0,00
20	Nulos	0,98	0,99	0,99	0,99

ANEXO F – Indicadores Gerais Sociométricos MODELAGEM MATEMÁTICA E COMPUTACIONAL

ID	Indicador	2013 a 2016	2014 a 2017	2015 a 2018	Geral
1	Grau médio	5	5	6	5
2	Índice-H entrada	12	15	17	17
3	Grau de Centralidade	0,16	0,13	0,10	0,10
4	Centralização	0,16	0,13	0,10	0,10
5	Densidade	0,02	0,02	0,02	0,02
6	Componentes	11	10	9	9
7	Razao de componentes	0,05	0,03	0,03	0,02
8	Conectividade	0,25	0,33	0,46	0,54
9	Fragmentação	0,75	0,68	0,54	0,46
10	Fechamento	0,45	0,45	0,45	0,41
11	Distância média	3	4	4	4
12	Desvio-padrão da distância	1	2	2	2
13	Diâmetro	7	8	9	10
14	Indice Wiener	40162	82478	160540	282054
15	Soma de Dependência	27814	59918	120830	217612
16	Largura	0,90	0,89	0,86	0,85
17	Compactação	0,10	0,11	0,14	0,15
18	Mutual	0,02	0,02	0,02	0,02
19	Assimetria	0,00	0,00	0,00	0,00
20	Nulos	0,98	0,98	0,98	0,98

ANEXO G – INDICADORES GERAIS SOCIOMÉTRICOS CEFET-MG

ID	Indicador	2013 a 2016	2014 a 2017	2015 a 2018	Geral
1	Grau médio	5	5	5	5
2	Índice-H entrada	18	20	21	24
3	Grau de Centralidade	0,07	0,06	0,04	0,04
4	Centralização	0,07	0,06	0,04	0,04
5	Densidade	0,01	0,01	0,01	0,00
6	Componentes	66	79	91	88
7	Razão de componentes	0,09	0,09	0,09	0,07
8	Conectividade	0,27	0,34	0,19	0,44
9	Fragmentação	0,73	0,66	0,81	0,56
10	Fechamento	0,42	0,42	0,43	0,38
11	Distância média	6	7	5	6522
12	Desvio-padrão da distância	3	3	2	2571
13	Diâmetro	12	17	11	14
14	Índice Wiener	789810	1726408	882246	4027944
15	Soma de Dependência	650890	1479606	698644	3410322
16	Largura	0,94	0,93	0,95	0,92
17	Compactação	0,06	0,07	0,05	0,09
18	Mutual	0,01	0,01	0,01	0,00
19	Assimetria	0,00	0,00	0,00	0,00
20	Nulos	0,99	0,99	1,00	1,00

ANEXO H – Comparação entre os programas CEFET-MG -2013 a 2018

ID	Indicador	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Total Geral
1	Grau médio	5	3	6	6	1	5	5
2	Índice-H entrada	12	7	13	13	5	17	24
3	Grau de Centralidade	0,18	0,24	0,19	0,22	0,06	0,10	0,04
4	Centralização	0,18	0,24	0,19	0,22	0,06	0,10	0,04
5	Densidade	0,02	0,02	0,02	0,03	0,01	0,02	0,00
6	Componentes	6	16	9	8	54	9	88
7	Razão de componentes	0,02	0,12	0,03	0,04	0,41	0,02	0,07
8	Conectividade	0,77	0,29	0,47	0,53	0,05	0,54	0,44
9	Fragmentação	0,23	0,71	0,53	0,47	0,95	0,46	0,56
10	Fechamento	0,29	0,20	0,41	0,44	0,31	0,41	0,38
11	Distância média	4	3	3	3	3	4	6522
12	Dp da distância	1	1	1	1	2	2	2571
13	Diâmetro	8	7	6	7	9	10	14
14	Índice Wiener	130916	14244	101672	72468	2312	282054	4027944
15	Soma de Dependência	95946	9468	70710	51266	1522	217612	3410322
16	Largura	0,76	0,88	0,83	0,81	0,98	0,85	0,92
17	Compactação	0,25	0,12	0,17	0,19	0,02	0,15	0,09
18	Mutual	0,02	0,02	0,02	0,03	0,01	0,02	0,00
19	Assimetria	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	Nulos	0,98	0,98	0,98	0,97	0,99	0,98	1,00

Ano	Classificação	Título	Inputs	Outputs
1998	Tese	LOPES, A. L. M. Um modelo de análise envoltória de dados e conjuntos difusos para avaliação cruzada da produtividade e qualidade de departamentos acadêmicos: uma aplicação na UFSC. 1998. 161f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.	(1) número de professores de tempo integral	ENSINO (1) número de cursos de graduação, (2) número de cursos de mestrado, (3) número de cursos de doutorado, (4) carga de ensino do departamento, (5) volume de trabalho em cursos de graduação PESQUISA (1) número de papers publicados em jornais científicos indexados pelo ISI (2) número de papers publicados em jornais científicos não indexados pelo ISI (3) número de abstracts publicados em anais de congressos e encontros nacionais (4) número de papers publicados em anais de congressos e encontros nacionais (5) número de abstract publicados em anais de congressos e encontros internacionais (6) número de papers publicados em anais de congressos e encontros internacionais (7) número de papers apresentados na “Semana de Pesquisa” da UFSC (8) número de livros publicados pelo departamento de professores (9) número de capítulos de livros publicados pelo departamento de professores (10) número de livros editados pelo departamento de professores SERVIÇO E EXTENSÃO (1) número de atividades de assistência social registradas no escritório central de serviços da universidade (2) número de atividades culturais registradas no escritório central de serviços da universidade (3) número de encontros científicos e conferências organizadas pelo departamento (4) número de atividades de consultoria fornecida a empresas privadas

Lista de entradas e saídas de trabalhos com DEA

(continuação)

Ano	Classificação	Título	Inputs	Outputs
				(5) número de cursos entregues à comunidade local (6) número de seminários, leituras e simpósios entregues à comunidade local (7) número de serviços técnicos entregues à comunidade local (8) número de bolsas de estudo concedidas a estudantes em projetos de extensão desenvolvidos pelo departamento (9) número de diplomas de especialistas concedida pelo departamento
				QUALIDADE (1) porcentagem de carga de ensino de graduação dedicada a programas de graduação listados pelo “Top 3 Cursos de Graduação Brasileiros” da revista Playboy (2) mesmo que o anterior, exceto que a classificação “Top 10” foi utilizada (3) mesmo que o anterior, exceto que neste caso foi utilizado os “Cursos de Graduação Brasileiros Recomendados” da Revista Abril Guia de Profissões (4) porcentagem de títulos de mestre concedidos pelos programas ranqueados pela Revista Abril Guia das Profissões (5) média de pontos dados pela CAPES a programas de mestrado no qual o departamento teve mais do que 1/4 de carga no programa (6) mesmo que o anterior para programas de doutorado (7) proporção de departamentos de professores que fazem pesquisa concedida pela CNPQ (8) proporção de departamentos de professores que são consultores ad-hoc da CAPES (9) índice de qualificação da equipe (4 para doutores, 3 para mestres, 2 para especialistas e 1 para graduados) (10) desempenho de ensino avaliado pelos estudantes

Lista de entradas e saídas de trabalhos com DEA

(continuação)

Ano	Classificação	Título	Inputs	Outputs
2000	Dissertação	PAIVA, F. C. Eficiência produtiva de programas de ensino de pós-graduação em engenharias: uma aplicação do método análise envoltória de dados – DEA. 2000. 72f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000	(1) Alunos novos do mestrado (2) Alunos novos do doutorado (3) Aluno novo total (4) Alunos matriculados no mestrado (5) Alunos matriculados no doutorado (6) Alunos titulados no mestrado (7) Alunos titulados no doutorado (8) Docente não doutor (9) Docente Doutor (10) Docente Total (11) Publicações no país (12) Publicações no exterior	(1) Alunos Titulados Total (2) Alunos Titulados no Mestrado (3) Alunos Titulados no Doutorado (4) Publicação Total
		BELLONI, J. A. Uma metodologia de avaliação da eficiência produtiva de universidades federais brasileiras. 2000. 246f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/78457153160.pdf?sequence=1&isAllowed=y . Acesso em: 01 out. 2019.	(1) Número total de professores (2) Número de professores com doutorado (3) Número de professores com mestrado (4) Número de professores com graduação ou especialização (5) Número de professores sem doutorado (6) Número de professores com pós-graduação stricto sensu (7) Número de títulos de livros (8) Número de títulos de periódicos (9) Número de vagas oferecidas na graduação	(1) Número total de formados na graduação (2) Número total de formados no mestrado (3) Número total de formados no doutorado (4) Número total de formados na pós-graduação (mestrado + doutorado) (5) Número total de formados (graduação + pós -graduação) (6) Indicador da qualidade da graduação (7) Indicador da qualidade do mestrado (8) Indicador da qualidade do doutorado (9) Indicador da qualidade da pós-graduação (10) Número de livros publicados (11) Número de participações em capítulos de livros (12) Número de artigos publicados em periódicos nacionais (13) Número de artigos publicados em periódicos estrangeiros (14) Número de artigos publicados (periódicos nacionais e estrangeiros)

Lista de entradas e saídas de trabalhos com DEA

(continuação)

Ano	Classificação	Título	Inputs	Outputs
			(10) Número de matrículas no mestrado (11) Número de matrículas no doutorado (12) Número de matrículas na pós - graduação (mestrado + doutorado)	(15) Número total de publicações (16) Indicador da qualidade da pós-graduação
2003	Dissertação	BRITO, S. G. D. Medidas completas de eficiência técnica. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) – Faculdade de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.	(1) Número total de professores;	(1) Número total de alunos formados; (2) Número total de artigos publicados; (3) IQG - indicador de qualidade da graduação por Belloni (2000).
2006	Dissertação	MARCELICE, Harlan Julu Guerra. Applying dea to academic performance evaluation: a study on mechanical and production engineering graduate programs in Brazil. 2006.	(1) Número de professores efetivos dos programas de pós-graduação	(1) Número de Egressos (2) Número de produções científicas indexadas por docente permanente

Lista de entradas e saídas de trabalhos com DEA

(continuação)

Ano	Classificação	Título	Inputs	Outputs
		MARCELICE, Harlan Julu Guerra. Applying dea to academic performance evaluation: a study on mechanical and production engineering graduate programs in Brazil. 2006.120 f. Dissertação (Mestrado em Estratégia; Qualidade; Gestão Ambiental; Gestão da Produção e Operações) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2006		
2006	Dissertação	ALENCASTRO, Luciano Delfini. Eficiência na gestão de recursos em instituições privadas de ensino superior: estudo de caso. 2006. 107 f. Dissertação (Mestrado em Economia do Desenvolvimento) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.	(1) Hora dedicadas do professor doutor (2) Hora dedicadas do professor mestre (3) Hora dedicadas do professor outras titulações (4) Evasão (5) Vagas oferecidas	(1) Receita (2) Número de formandos (3) Número de matrículas

Lista de entradas e saídas de trabalhos com DEA

(continuação)

Ano	Classificação	Título	Inputs	Outputs
2008	Dissertação	MACHADO, Everton Zanini. Análise envoltória de dados sobre as universidades brasileiras : uma análise sobre eficiência. 2008. 117 f. Dissertação (Mestrado em Economia do Desenvolvimento) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008	(1) Número de docentes com doutorado, (2) Número de docentes com mestrado, (3) Número de docentes com especialização, (4) Número de docentes com graduação, (5) Relação entre o número de docentes pelo número de alunos, (6) Quantidade de cursos de graduação avaliados, (7) Quantidade de cursos de pós-graduação avaliados e (8) Número de vagas ofertadas anualmente.	(1) Avaliação dos cursos de pós-graduação efetuada pela CAPES, (2) Avaliação dos cursos de graduação através das notas do Enade e (3) Relação entre o número de alunos concluintes pelo número de alunos matriculados.
		MOREIRA, N.P. Análise da eficiência relativa dos programas de pós-graduação acadêmicos em Administração, Contabilidade e Turismo. 2008. Dissertação (Mestrado em Administração). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa.	(1) Número de docentes permanentes do programa (2) Número total de alunos ingressantes no programa (mestrado + doutorado)	(1) Número total de alunos de mestrado e doutorado titulado no programa de pós-graduação no ano em análise. (2) Publicação científica do programa de pós-graduação (produções científicas vinculadas ao programa com autoria de docentes permanentes)

Lista de entradas e saídas de trabalhos com DEA

(continuação)

Ano	Classificação	Título	Inputs	Outputs
2009	Artigo	SAMPAIO, B.; GUIMARÃES, J. Diferenças de eficiência entre ensino público e privado no Brasil. Economia Aplicada, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 45-68, 2009.	Erro modificado que é utilizado para obtenção do insumo, a partir da equação de regressão onde X é um vetor das variáveis: (1) Idade (2) Filhos (3) Número de vestibulares (4) Educação do Pai (5) Educação da mãe (5) Horas de trabalho (6) Renda Mensal (7) Casado (8) Mora com os pais (9) Fez supletivo (10) Usuário de internet (11) Aulas de laboratório (12) Língua Estrangeira (13) Cursinho Privado (14) Vestibular por experiência (15) Hábito de leitura (16) Religião (17) Raça	(1) Nota 1ª etapa do vestibular na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
		SAMPAIO, B.; GUIMARÃES, J. Diferenças de eficiência entre ensino público e privado no Brasil. Economia Aplicada, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 45-68, 2009.	Erro modificado que é utilizado para obtenção do insumo, a partir da equação de regressão onde X é um vetor das variáveis:	(1) Nota 1ª etapa do vestibular na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Lista de entradas e saídas de trabalhos com DEA

(continuação)

Ano	Classificação	Título	Inputs	Outputs
2009	Artigo	SAMPAIO, B.; GUIMARÃES, J. Diferenças de eficiência entre ensino público e privado no Brasil. Economia Aplicada, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 45-68, 2009.	(1) Idade (2) Filhos (3) Número de vestibulares (4) Educação do Pai (5) Educação da mãe (5) Horas de trabalho (6) Renda Mensal (7) Casado (8) Mora com os pais (9) Fez supletivo (10) Usuário de internet (11) Aulas de laboratório (12) Língua Estrangeira (13) Cursinho Privado (14) Vestibular por experiência (15) Hábito de leitura (16) Religião (17) Raça	
2011	Dissertação	COELHO JÚNIOR, àlvaro Furtado. Avaliação das eficiências técnicas das instituições de ensino superior (públicas e privadas) por meio da Data Envelopment Analysis (DEA) no período de 2004-2007. 2011. 105 f. Dissertação (Mestrado em Economia do Trabalho e Economia de Empresas) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2011.	(1) Total de docentes (2) Total de docentes em tempo de integral (3) Total de docentes com doutorado (4) Total de servidores	(1) Total de concluintes (2) Total de cursos (3) Total de matrículas

Lista de entradas e saídas de trabalhos com DEA

(continuação)

Ano	Classificação	Título	Inputs	Outputs
		OLIVEIRA, Francimário Venâncio de. Avaliação da eficiência dos programas de pós-graduação acadêmicos em Administração, Contabilidade e Turismo. 2011. 78 f. Dissertação (Mestrado em Políticas e Gestão Públicas; Gestão Organizacional) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.	(1) Número de Docentes (2) Número de Dissertações (3) Número de Teses	(1) Pontuação Qualis em periódico de excelência (A1 e A2) (2) Pontuação Qualis em periódico classificada de (B1 a B5)
2012	Artigo	ROSANO-PEÑA, C. Eficiência e impacto do contexto na gestão através do DEA: o caso da UEG. Production, . São Paulo, v. 22, n. 4, p. 778-787, set./dez. 2012.	(1) número de funcionários, (2) número de professores (3) área construída em m2 (4) IDH-M	(1) projetos de pesquisa registrados, (2) cursos de graduação, (3) cursos superiores de qualificação profissional - tecnólogos, sequenciais e licenciatura plena parcelada, (4) cursos de pós-graduação (5) número de alunos regulares.

Lista de entradas e saídas de trabalhos com DEA

(continuação)

Ano	Classificação	Título	Inputs	Outputs
2014	Artigo	GIACOMELLO, C. P.; OLIVEIRA, R. L. Análise Envoltória de Dados (DEA): uma proposta para avaliação de desempenho de unidades acadêmicas de uma universidade. Revista Gestão Universitária na América Latina - GUAL, Florianópolis, v. 7, n. 2, p. 130-151, maio 2014.	(1) Quantidade de cursos de graduação oferecidos (2) Custo docente em atividades da graduação (3) Quantidade de créditos oferecidos (4) Gastos gerais: bolsas, depreciação, materiais, gastos gerais, viagens, estadias, custos de eventos, etc...	(1) Quantidade de alunos na graduação (2) Quantidade de créditos contratados pelos alunos (3) Receita dos cursos
2015	Artigo	COSTA, Edward Martins et al. Dinâmica da eficiência produtiva das instituições federais de ensino superior. Planejamento e Políticas Públicas, ppp, n. 44, jan/jun. 2015.	(1) Custo corrente/aluno equivalente (2) Aluno tempo integral/docente equi- valente (3) Aluno tempo integral/funcionários equivalentes (4) Índice de qualificação do corpo docente	(1) Alunos formados/alunos matriculados (2) Conceito CAPES/MEC para a pós-graduação
2016	Dissertação	HUNG, A. Análise de qualidade do ensino nas escolas públicas do Distrito Federal utilizando prova Brasil: uma aplicação de análise por envoltória de dados. 2016.	(1) Instalações (Computadores, TV, Salas) (2) Número de professores (3) Titulação dos professores	(1) Resultado da Prova Brasil (2) Taxa de Aprovação (3) Total de Alunos

Lista de entradas e saídas de trabalhos com DEA

(conclusão)

Ano	Classificação	Título	Inputs	Outputs
2019	Dissertação	COHEN, M. L. A. M. Eficiência produtiva no ensino superior: uma aplicação da análise envoltória de dados entre universidades colombianas e brasileiras. 2019. 82f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019.	Brasil: (1) Custo corrente/aluno equivalente (2) Aluno tempo integral/docente equivalente (3) Aluno tempo integral/funcionários equivalentes (4) Índice de qualificação do corpo docente Colômbia (1) Aportes Financeiro da nação (2) Aluno tempo Integral/docente equivalente ¹⁷ (3) Professores com mestrado e doutorado tempo Integral	Brasil (1) Taxa de Sucesso na Graduação (2) Conceito CAPES para pós-graduação Colômbia (1) Taxa de Graduação (2) Revistas Indexada Publindex
		MELO, H.M. Aplicação da Análise Envoltória de Dados (DEA) para avaliação de desempenho das unidades acadêmicas de uma universidade federal. Dissertação (Mestrado em Administração Pública) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2019.	(1) Número de docentes total; (2) Número de técnicos-administrativo em educação; (3) Quantidade de Discentes de Tempo Integral / Quantidade de Docentes Equivalente; (4) Quantidade de Discentes de Tempo Integral / Quantidade de Funcionários Equivalente.	(1) Número de cursos de graduação; (2) Número de cursos de pós-graduação na modalidade stricto-sensu; (3) Carga de ensino executada pela unidade em 2017; (4) Volume de trabalho executado pela unidade em 2017; (5) Quantidade Total de Alunos Matriculados; (6) Quantidade de Formados / Quantidade de Matriculados.

