

**UFRRJ**

**INSTITUTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO E  
ESTRATÉGIA**

**DISSERTAÇÃO**

**Utilização do Insumo Professor Pelos Departamentos  
Acadêmicos da UFRRJ: uma Ferramenta de Apoio a  
Distribuição de Novas Vagas no Magistério Superior**

**Fábio Scatamburlo Lenzieire Ferreira**

**2023**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO E ESTRATÉGIA**

**UTILIZAÇÃO DO INSUMO PROFESSOR PELOS DEPARTAMENTOS  
ACADÊMICOS DA UFRRJ: UMA FERRAMENTA DE APOIO A  
DISTRIBUIÇÃO DE NOVAS VAGAS NO MAGISTÉRIO SUPERIOR**

**FÁBIO SCATAMBURLO LIZIEIRE FERREIRA**

Sob a Orientação do Professor  
**Caio Peixoto Chain**

Dissertação submetida como  
requisito parcial para obtenção do  
grau de **Mestre**, no curso de  
Mestrado Profissional em Gestão e  
Estratégia (MPGE) do Programa de  
Pós-Graduação em Gestão E  
Estratégia da UFRRJ.

Seropédica, RJ  
Março de 2023

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

F383u

Ferreira, Fábio Scatamburlo Lenzieire, 1985-  
Utilização do insumo professor pelos departamentos  
acadêmicos da UFRRJ: uma ferramenta de apoio a  
distribuição de novas vagas do magistério superior /  
Fábio Scatamburlo Lenzieire Ferreira. - Seropédica RJ,  
2023.

101 f.: il.

Orientador: Caio Peixoto Chain.  
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal Rural do  
Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Gestão e  
Estratégia, 2023.

1. Análise Envoltória de Dados. 2. Departamentos.  
3. Universidade. 4. Insumo. 5. Distribuição de Código de  
Vagas. I. Chain, Caio Peixoto, 1987-, orient. II  
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Programa de  
Pós-Graduação em Gestão e Estratégia III. Título.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal  
de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.



**TERMO Nº 808 / 2023 - PPGE (12.28.01.00.00.00.05)**

**Nº do Protocolo: 23083.046393/2023-25**

**Seropédica-RJ, 19 de julho de 2023.**

**FÁBIO SCATAMBURLO LIZIEIRE FERREIRA**

Dissertação submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre,  
no Programa de Pós-Graduação em Gestão e Estratégia, na área de  
concentração em Gestão e Estratégia.

**DISSERTAÇÃO APROVADA EM: 10/03/2023**

Prof. Dr. Caio Peixoto Chain  
Presidente da Banca/Orientador  
Membro Interno  
MPGE/UFRRJ

Prof. Dr. Daniel Ribeiro de Oliveira  
Membro Interno  
MPGE/UFRRJ

Prof. Dr. Ney Paulo Moreira  
Membro Externo  
UFV/CRP

*(Assinado digitalmente em 19/07/2023 11:24)*  
CAIO PEIXOTO CHAIN  
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR  
DeptºAdP (12.28.01.00.00.00.06)  
Matrícula: 1258701

*(Assinado digitalmente em 19/07/2023 10:08)*  
DANIEL RIBEIRO DE OLIVEIRA  
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR  
DeptCEcon (12.28.01.00.00.00.09)  
Matrícula: 2652268

*(Assinado digitalmente em 19/07/2023 14:49)*  
NEY PAULO MOREIRA  
ASSINANTE EXTERNO  
CPF: 055.491.186-88

Visualize o documento original em <https://sipac.ufrrj.br/public/documentos/index.jsp>  
informando seu número: **808**, ano: **2023**, tipo: **TERMO**, data de emissão: **19/07/2023** e o  
código de verificação: **885c8c2887**

## RESUMO

FERREIRA, Fábio Scatamburlo Lenzieire. **Utilização do insumo professor pelos departamentos acadêmicos da UFRRJ: uma ferramenta de apoio a distribuição de novas vagas do magistério superior.** 2023. 101p. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Estratégia). Instituto de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2023.

A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, uma Instituição de Ensino Superior, recebe esporadicamente novas vagas para o cargo de professor do Ministério da Educação. Em 2022 ao receber 22 novas vagas, a universidade não possuía um método para realizar a distribuição dessas novas vagas para o cargo de professor do magistério superior, sendo assim, iniciou-se, nos conselhos superiores, a discussão sobre o tema. A presente pesquisa considerou como metodologia de distribuição de novas vagas, um modelo científico que permita medir a utilização, pelos departamentos da universidade, do insumo “professor”. A análise envoltória de dados é em um modelo matemático, e vem sendo amplamente utilizada para a medição da eficiência de unidades produtivas semelhantes, como os departamentos de uma universidade. Utilizando as variáveis de saídas relacionadas aos números de alunos matriculados nas turmas e horas disponibilizadas pelos departamentos por meio dos professores na graduação e pós-graduação (dimensão do ensino) e a quantidade de atividades de pesquisas, orientações a bolsistas e extensão (dimensão de pesquisa e extensão), tendo como insumo, exclusivamente, a quantidade de vezes que os professores foram utilizados nessas dimensões. O modelo CCR foi utilizado, com orientação as saídas, o que permitiu apontar quais departamentos são mais eficientes, isto é, que utilizam o insumo professor da melhor maneira, e quais departamentos o subutilizam, ou seja, utilizam uma quantidade do insumo, sem ter as saídas proporcionais. Foram encontrados 16 departamentos eficientes, sendo assim, esses departamentos foram considerados aptos para receber as novas vagas, pois caso desejem aumentar a produção, possuem uma reserva de insumos menor, já que de acordo com o modelo, estariam utilizando os insumos da maneira mais eficiente que os demais. Em contrapartida, os departamentos que subutilizam o insumo “professor” possuem uma “folga”, ou seja, podem aumentar a sua produção sem a necessidade de novos insumos, apenas utilizando de forma mais eficiente os insumos disponíveis. A pesquisa mostrou que o principal fator para a eficiência dos departamentos é a subutilização, ou não, dos professores nas turmas que são disponibilizadas pelos próprios departamentos na graduação, como turmas com duas ou mais professores dividindo o magistério, podendo ser um indício de que esses departamentos estão com o número de professores suficientes no quadro e não necessitariam de novas vagas. A pesquisa também aponta que os departamentos que orbitam apenas um curso de graduação, isto é, quando um curso de graduação tem a sua disposição mais de um departamento, estes tendem a subutilizar o insumo “professor”.

**Palavras-Chave:** Análise Envoltória de Dados. Departamentos. Universidade. Insumo. Distribuição de Código de Vagas.

## ABSTRACT

**FERREIRA, Fábio Scatamburlo Lzieire. Use of professor input by academic departments at UFRRJ: a tool to support the distribution of new vacancies in higher education.** 2023. 101p. Dissertation (Professional Master in Management and Strategy). Institute of Applied Social Sciences, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2023.

The Federal Rural University of Rio de Janeiro, a higher education institution, receives sporadically new vacancies for the professor position from the Ministry of Education. In 2022, when it received 22 new vacancies, the university did not have a method to distribute these new vacancies for the position of higher education professor. The present research considered, as a methodology for the distribution of new vacancies, a scientific model that allows measuring the use, by the university's departments, of the input "professor". Data Envelopment Analysis is a mathematical model and has been widely used for measuring the efficiency of similar productive units, such as the departments of a university. Using the output variables related to the number of students enrolled in classes and hours made available by the departments through undergraduate and graduate teachers (teaching dimension) and the quantity of research, scholar orientation and extension activities (research and extension dimension). The research used as input, exclusively, the number of times the professors were used in these dimensions. The CCR model was used, with output orientation, which allowed pointing out which departments are more efficient, that is, which use the teacher input in the best way, and which departments underuse it, that is, use an amount of the input, without having proportional outputs. Sixteen efficient departments were found, so these departments were considered eligible to receive the new vacancies, because if they wish to increase production, they have a smaller reserve of inputs, since according to the model, they would be using the inputs more efficiently than the others. On the other hand, departments that under-utilize the input "teacher" have "slack", that is, they can increase their production without the need for new inputs, just by using the available inputs more efficiently. The research showed that the main factor for the efficiency of the departments is the underutilization, or not, of teachers in classes that are made available by the departments themselves in graduation, such as classes with two or more teachers sharing the teaching, which may be an indication that these departments have enough teachers on staff and do not need new openings. The research also points out that the departments that orbit only one undergraduate course, so when an undergraduate course has at its disposal more than one department, they tend to underutilize the input "teacher".

**Keywords:** Data Envelopment Analysis. Departments. University. Input. Vacancy Code Distribution.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Produção dos departamentos da UFRRJ – 2019/2020. ....	30
<b>Tabela 2.</b> Estatística descritiva da produção. ....	31
<b>Tabela 3.</b> Produção na dimensão do ensino (continua). ....	31
<b>Tabela 4.</b> Produção nas atividades de pesquisas, orientação de bolsistas e extensão (continua). ....	33
<b>Tabela 5.</b> Resultados do DEA-CCR-outputs, sem restrições aos pesos (continua). ....	34
<b>Tabela 6.</b> Intervalos de eficiência das DMUs. ....	35
<b>Tabela 7.</b> Unidades para benchmarking. ....	36
<b>Tabela 8.</b> Relação professores/turmas de graduação disponibilizadas pelos departamentos (ENSINO). ....	38
<b>Tabela 9.</b> Relação professores/turmas de graduação disponibilizadas pelos departamentos (ENSINO). ....	39
<b>Tabela 10.</b> Outputs atuais e seus respectivos alvos. ....	41
<b>Tabela 11.</b> Resultado do modelo DEA/área de conhecimento. ....	45
<b>Tabela 12.</b> Resultado do Edital UFRRJ: Departamentos contemplados com novas vagas de professor do magistério superior. ....	46
<b>Tabela 13.</b> Professores lotados nos departamentos da UFRRJ: 2019-2020. ....	47

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Indicadores de gestão de pessoas .....	4
<b>Figura 2.</b> Eficiência e suas subdivisões .....	10
<b>Figura 3.</b> Processo de modelagem .....	14
<b>Figura 4.</b> Componentes da análise envoltória de dados. ....	17
<b>Figura 5.</b> Fronteira de eficiência modelo CCR.....	18
<b>Figura 6.</b> Relatório de turmas 2019.1 (A); Relatório de turmas 2020.1 (B).....	27
<b>Figura 7.</b> Grupo 01. ....	39
<b>Figura 8.</b> Grupo 02. ....	40
<b>Figura 9.</b> Grupo 03. ....	40

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1.</b> Pesquisas selecionadas para as evidências empíricas e suas variáveis (continua). 24
<b>Quadro 2.</b> Variáveis referentes aos insumos e saídas dos departamentos acadêmicos da UFRRJ ..... 28
<b>Quadro 3.</b> Variáveis do modelo de distribuição e alocação de vagas docentes relacionadas ao ensino na graduação e pós-graduação em cursos da UFRRJ. (peso 70%). ..... 42
<b>Quadro 4.</b> Variáveis do modelo de distribuição e alocação de vagas docentes, relacionadas às atividades de pesquisa e extensão no âmbito da UFRRJ. (Peso 30%). ..... 43

## LISTA DE ABREVIAÇÕES E SÍMBOLOS

BCC	Banker, Charnes e Cooper
CPI	Comissão Parlamentar de Inquérito
CNEPA	Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agronômicas
CPC	Conceito Preliminar de Curso
CCR	Charnes, Cooper e Rhodes
CRS	<i>Constant Returns Scale</i>
DEA	<i>Data Envelopment Analysis</i>
DMUs	<i>Decision Making Unit's</i>
ENADE	Exame Nacional de Desempenho de Estudantes
HTML	<i>Hyper Text Markup Language</i>
HTTPS	<i>Hyper Text Transfer Protocol Secure</i>
IFES	Institutos Federais de Ensino Superior
IPCA	Índice de Preços ao Consumidor Amplo
MARE	Ministério de Administração Federal e Reforma do Estado
MEC	Ministério da Educação
NPM	<i>New Public Management</i>
PIBIC-Af-CNPq	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica nas Ações Afirmativas do CNPq
PIBIC-Af-UFRRJ	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica nas Ações Afirmativas da UFRRJ
PIBIC-CNPq	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do CNPq
PIBIC-UFRRJ	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica da UFRRJ
PIBITI-CNPq	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação do CNPq
PIBITI-UFRRJ	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação da UFRRJ
PEC	Proposta de Emenda à Constituição
PPG	Programa de Pós-graduação
REUNI	Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais
SIAD	Sistema Integrado de Apoio à Decisão
SIG	Sistema integrado de Gestão
SIGAA	Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas
TCU	Tribunal de Contas da União
UFRRJ	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Voluntário IC	Programa de Iniciação Científica Voluntário
Voluntário IT	Programa Voluntário de Iniciação Tecnológica

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1 História, Informações e Contexto da Universidade .....	1
1.2 Problema de Pesquisa .....	3
1.3 Objetivo Geral .....	3
1.4 Objetivos Intermediários .....	3
1.5 Delimitações .....	3
1.6 Justificativa Teórica.....	4
1.7 Justificativa Prática.....	4
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>6</b>
2.1 Administração Pública Gerencial .....	6
2.2 Produtividade e Eficiência.....	8
2.3 Dimensionamento da Força de Trabalho.....	11
2.4 Pesquisa Operacional.....	12
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>15</b>
3.1 Delineamento da Pesquisa .....	15
3.1.1 Natureza do estudo .....	15
3.1.2 Forma de abordagem do problema .....	15
3.1.3 Os Objetivos da pesquisa.....	16
3.1.4 Coleta de dados.....	16
3.2 Análise Envoltória de Dados ( <i>Data Envelopment Analysis – DEA</i> ).....	16
3.3 Evidências Empíricas .....	21
3.4 Variáveis e Procedimentos da Pesquisa .....	25
<b>4 RESULTADOS .....</b>	<b>30</b>
<b>5 DISCUSSÕES E ANÁLISES.....</b>	<b>37</b>
5.1 Comparação com o Resultado do Edital da UFRRJ .....	41
<b>6 CONCLUSÕES.....</b>	<b>48</b>
<b>7 LIMITAÇÕES DO MÉTODO .....</b>	<b>50</b>
<b>8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>51</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>58</b>
ANEXO A - Manual para Aplicação do Modelo DEA CCR na UFRRJ .....	58

## 1 INTRODUÇÃO

Esta seção do texto apresenta, além da história e do contexto atual da Universidade, as seguintes subseções: 1.2 Problema de Pesquisa, 1.3 Objetivo Geral, 1.4 Objetivos Intermediários, 1.5 Delimitações, 1.6 Justificativa Teórica e 1.7 Justificativa Prática.

### 1.1 História, Informações e Contexto da Universidade

A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) é uma instituição que possui uma história que remonta ao ano de 1910 com a Escola Superior de Agricultura e Medicina Veterinária. A instituição, como é conhecida hoje, foi concebida em 1943, com o nome de Universidade Rural, surgiu da reorganização do Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agronômicas (CNEPA), por meio do Decreto-Lei 6.155, onde passou a ser um órgão vinculado ao CNEPA. Em 1948, transferiu o seu Campus para as margens da BR-465, atual sede da UFRRJ. Em 1963 passou a ser denominada Universidade Federal Rural do Brasil, e a partir de 1965 passou a ter a nomenclatura atual. Voltada inicialmente para o estudo das ciências agrárias, foi ao longo do tempo incorporando outras áreas do conhecimento.

A UFRRJ atua no segmento da educação superior, por meio de cursos de graduação e pós-graduação. Ainda, produz conhecimento através de pesquisas científicas realizadas em diversas áreas do conhecimento. Realiza também ações voltadas para extensão, permitindo assim, uma ligação com a sociedade. Possui 14 institutos e 62 departamentos acadêmicos espalhados por quatro campus, localizados no estado do Rio de Janeiro.

A universidade apresenta uma característica que a diferencia das demais universidades públicas do Estado do Rio de Janeiro, que possuem sedes na capital. Sua sede e um campus são localizados na região conhecida como Baixada Fluminense, que abrange os municípios localizados na região em redor do município do Rio de Janeiro. Geograficamente, a Baixada Fluminense corresponde aproximadamente à planície que fica entre o litoral e a região serrana. A região é conhecida por possuir grandes problemas sociais, de violência urbana e baixos índices de desenvolvimento. A UFRRJ é uma entidade que possibilita às pessoas dessa região, das quais muitas não teriam acesso às universidades da capital, públicas ou privadas, obter acesso à graduação de forma gratuita.

A partir de 2007, a universidade iniciou um período de expansão com o Programa de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais, o REUNI, instituído pelo Decreto nº 6.096, de 24 de abril de 2007. Novos cursos foram criados e dois novos campi foram estabelecidos, implicando no aumento do número de alunos, técnicos e professores, e consequentemente, tornando a gestão das pessoas e dos recursos mais complexa. De acordo com as diretrizes gerais do REUNI, o principal objetivo programa era criar condições para a ampliação do acesso e permanência na educação superior, no nível de graduação, o aumento da qualidade dos cursos e o melhor aproveitamento da estrutura física e de recursos humanos existentes nas universidades federais, respeitadas as características particulares de cada instituição e estimulada a diversidade do sistema de ensino superior (MEC, 2020).

A UFRRJ possuía em 2008, de acordo com o Relatório de Gestão, 816 docentes em seu quadro, 1.095 servidores técnicos administrativos e 379 funcionários terceirizados, além do ingresso de 14.955 novos discentes na graduação naquele ano, distribuídos em 32 nos cursos de graduação existentes. O relatório de Gestão de 2021 mostra o crescimento ocorrido, com base em dados de 2020, com a Universidade contando com 1.273 docentes, 1.143 servidores técnico-administrativos e 535 funcionários terceirizados, além do ingresso de

26.918 discentes nos no primeiro semestre de 2020 e segundo semestre de 2019 nos 46 cursos de graduação.

Embora as políticas dos governos anteriores visassem a ampliação da oferta de serviços públicos a partir de 2007, no ano de 2015 é aprovado o congelamento dos gastos do Governo por 20 anos, implicando em sucessivos cortes nos orçamentos destinados às IFES, ocorrendo uma inversão da situação, onde a Universidade passa por um período de retração. A saber, a PEC 55/2016, que congelou os gastos do governo, também altera como o governo irá investir na educação ao longo dos anos, que tem repasse mínimo garantido por lei (piso) de 18% dos impostos da União. A partir de 2018, e nos anos subsequentes, os investimentos são estabelecidos com base na inflação do ano anterior, por meio do Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA). Tomando como base o piso constitucional de 2017, os gastos federais só poderão aumentar de acordo com a inflação acumulada conforme o IPCA, ocorrendo a desvinculação das receitas de impostos, até o ano 2036.

Em um cenário onde os recursos estão cada vez mais escassos, é essencial para a universidade investir os recursos financeiros e humanos de maneira mais eficiente. Além das questões ligadas aos recursos e despesas, atualmente existem questionamentos na sociedade acerca do tamanho da máquina pública, seus custos e qualidade dos serviços prestados, além do controle e supervisão mais rígidos por parte dos órgãos reguladores e de fiscalização. O serviço público está em xeque, há movimentos e debates inspirados em pensamentos liberais que discutem o fim da atuação do estado em algumas áreas, como por exemplo, a educação superior.

Segundo NOLETO e OLIVEIRA (2019), a crise e o tensionamento atuais têm por base o acirramento da implementação de um projeto ultra neoliberal e conservador que orienta a drástica redução da atuação do Estado na economia, na prestação de serviços públicos e na implementação de políticas sociais, com sua consequente adequação aos interesses do mercado e do capital, sobretudo financeiro. Ainda segundo os mesmos autores, o mercado educacional, em especial no que se refere ao corpo de IES privadas, torna-se algo próspero, pois gera lucros e ganhos altíssimos e se torna um campo de interesses não só do capital no Brasil, mas em todo o mundo, com a massificação e intensificação da mercantilização da educação.

A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, uma Autarquia Federal, que se mantém com a verba proveniente de fundos públicos, tem a obrigação constitucional de oferecer serviços de qualidade e relevantes para a sociedade nas áreas de ensino, pesquisa e extensão. Essa obrigação surgiu com a promulgação da Constituição de 1988 e mais tarde, na década de 90, com advento da Nova Gestão Pública. De acordo com DUARTE *et al.* (2018), após esses eventos, ocorreu o crescimento da cobrança, por parte da sociedade, de mecanismos que promovam transparência, responsabilização, controle, participação, prestação de contas, entre outros relacionados, em maior ou menor grau, ao conceito de *accountability*. *Accountability* é uma palavra derivada do inglês, que não possui uma tradução direta para o português, expressa à noção de prestação de contas, por parte dos gestores públicos para com a sociedade. *Accountability* e transparência são termos que geralmente andam juntos, mas o primeiro é muito mais abrangente, engloba, por exemplo, a noção da entrega de valor e responsabilização dos agentes, enquanto o segundo termo aborda a disponibilização das diversas informações relevantes, de forma clara, relativas à organização, ou seja, publicidade.

Medir os resultados de um processo/serviço é uma função importante na gestão da qualidade de uma organização. Os resultados servem de base para a implementação de medidas corretivas e melhorias. O uso de indicadores de produtividade nos setores é essencial para a obtenção de informações que evidenciem como um setor da universidade está progredindo na execução de suas atividades.

Ao analisar a eficiência dos setores de uma organização, com base nas variáveis de entrada e saída, é possível uma série de informações relevantes, como indicadores, que podem auxiliar os gestores a tomarem decisões que gerem mudanças positivas nos setores, como por exemplo, o dimensionamento da mão de obra.

No ano de 2022, a Universidade recebeu novas vagas para o cargo de Professor do Magistério Superior. A UFRRJ não possuía, até então, nenhuma metodologia para a distribuição de novas vagas. Os conselhos superiores começaram debates para a definição das variáveis e a metodologia utilizada para a definição de como as vagas seriam distribuídas.

## **1.2 Problema de Pesquisa**

Quais os níveis de eficiência dos departamentos acadêmicos na utilização do insumo “professor” no ensino, pesquisa e extensão?

## **1.3 Objetivo Geral**

Elaborar um manual técnico, para a Pró-Reitoria de Gestão de Pessoas, contendo as etapas e instruções para a realização de um processo de análise da utilização dos professores, como insumos, nas suas atividades do magistério superior, visando à distribuição de novos códigos de vagas do Magistério Superior aos departamentos.

## **1.4 Objetivos Intermediários**

- Caracterizar as variáveis representativas para o insumo e produtos de cada departamento;
- Classificar os departamentos com base na eficiência de utilização dos insumos “professores”;
- Definir os departamentos que sirvam de exemplo para outros departamentos (*Benchmarkings*);
- Definir os alvos de produção (saídas) dos departamentos menos eficientes;
- Comparar os resultados do Edital da UFRRJ com a pesquisa.

## **1.5 Delimitações**

A pesquisa tem como foco a avaliação da eficiência técnica de todos os departamentos acadêmicos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, no total de 62 departamentos acadêmicos, nos quais estão lotados os professores, responsáveis pelas atividades de docência da Universidade.

Os dados coletados referem-se à dimensão da produção no ensino, pesquisa e extensão dos departamentos, com base nos dados disponibilizados no Sistema Integrado de Gestão da UFRRJ, módulo SIGAA.

A introdução do Sistema Integrado de Gestão possibilita aos gestores acesso aos relatórios e outros dados de forma rápida sobre as variáveis de produção de um departamento, o que representa uma grande oportunidade para a realização da pesquisa. Introduzido em 2019, o módulo “Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas”, foi desenvolvido na Universidade Federal do Rio Grande do Norte. A pesquisa possui como fonte de dados os relatórios gerados pelo SIGAA. A pesquisa se concentra nos períodos acadêmicos de 2019-I, 2019-II, 2020-I, 2020-II.

## 1.6 Justificativa Teórica

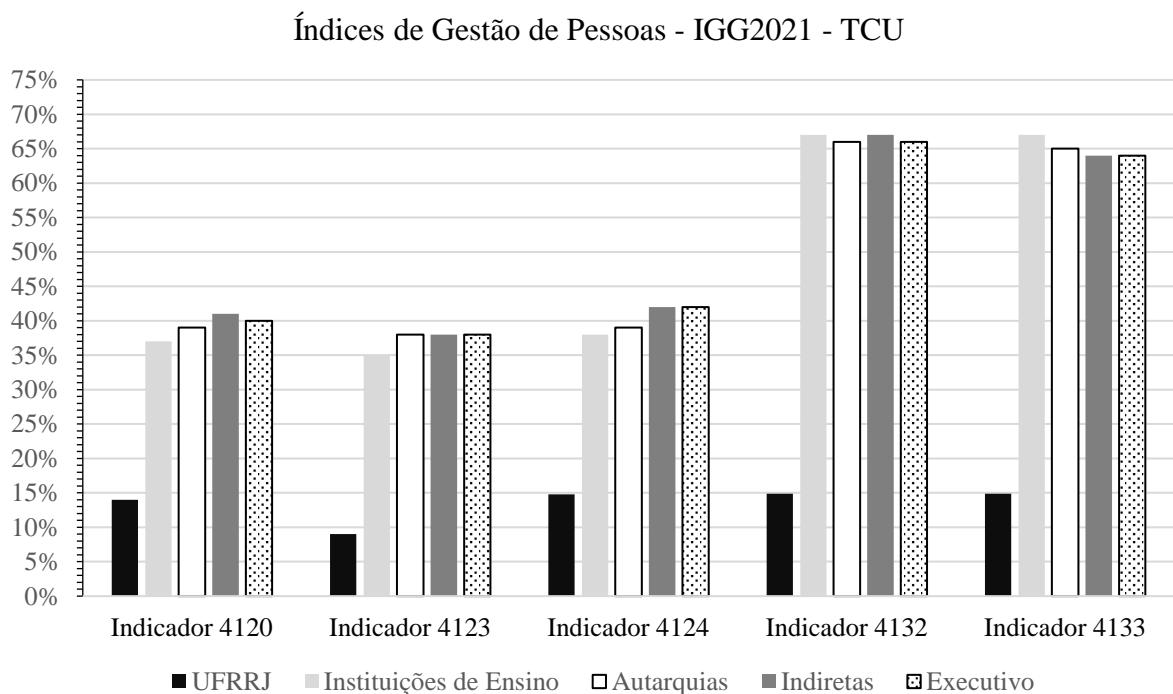
A Justificativa teórica da pesquisa se revela na medição da eficiência no uso do insumo “professor”, pelos departamentos, sob a perspectiva da gestão de pessoas, aplicando a análise envoltória de dados para auxiliar o dimensionamento da força de trabalho.

## 1.7 Justificativa Prática

O Tribunal de Contas da União (TCU) realiza, periodicamente, levantamentos para conhecer melhor a situação da governança e gestão no setor público e estimular as organizações públicas a adotarem boas práticas de governança.

O Levantamento de Governança e Gestão Públicas 2021 é o meio pelo qual o TCU expõe os resultados por meio de indicadores constituídos por índices, sendo o levantamento dividido em cinco grandes áreas temáticas: Governança Pública Organizacional, Governança e Gestão de Pessoas, Governança e Gestão de Contratações e Governança e Gestão Orçamentárias.

Na temática referente à Governança e Gestão de Pessoas, a UFRRJ apresentou indicadores que demonstram uma gestão inexpressiva (entre 0% e 14,9%):



**Figura 1.** Indicadores de gestão de pessoas.

Fonte: O autor.

Indicador 4120 – Capacidade de definir, em termos qualitativos e quantitativos, a demanda por colaboradores e gestores.

Indicador 4123 - Capacidade de definir o quantitativo necessário de pessoal por unidade organizacional ou por processo de trabalho.

Indicador 4124 – Capacidade de monitorar o conjunto de indicadores relevantes sobre força de trabalho.

Indicador 4132 – Capacidade de aplicar métodos e critérios das seleções externas baseados nos perfis profissionais desejados definidos na prática do indicador 4120.

Indicador 4133 – Capacidade de estabelecer o número de vagas solicitadas para serem preenchidas nas seleções externas a partir do quantitativo necessário de pessoal por unidade organizacional ou por processo de trabalho, atualizado conforme a prática do indicador 4120.

Os indicadores são classificados com base em uma faixa de valores percentuais obtidos por cada instituição:

- 0 a 14,9% - Inexpressivo
- 15 a 39,9% - Inicial
- 40 a 69,9% - Intermediário
- 70 a 100% - Aprimorado

Para oferecer um grau de comparabilidade maior, o TCU apresenta os resultados da instituição analisada juntamente com os resultados dos grupos nos quais a UFRJ está inserida:

- Área Temática - Instituições de Ensino
- Natureza Jurídica - Autarquias
- Tipo de Administração - Administração Indireta
- Poder Estatal - Poder Executivo

As inexpressividades nos critérios relatados justificam uma pesquisa sobre a quantificação da eficiência do corpo acadêmico como a presente proposta, que posteriormente também pode contribuir para a melhoria das próximas avaliações frente ao TCU. A pesquisa tem aplicação prática, característica desejável nas Ciências Sociais Aplicadas.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico apresenta as bases teóricas que dão suporte à pesquisa. Apresenta-se da seguinte forma: 2.1 Administração Pública Gerencial, 2.2 Produtividade e Eficiência, 2.3 Dimensionamento da Força de Trabalho e 2.4 Pesquisa Operacional.

### 2.1 Administração Pública Gerencial

A Administração Pública no Brasil sofreu transformações ao longo dos anos, sendo inspiradas, principalmente, por ideologias, necessidades de modernização do aparelho público, ou sua adaptação ao momento (CARMO *et al.*, 2017).

Com a instauração da República no país, em 1889, algumas características da monarquia continuavam a predominar no cenário brasileiro, como o Patrimonialismo, o clientelismo, e a seleção dos servidores públicos baseada em suas características pessoais e não profissionais (MIRANDA e KEMPFER, 2018).

Para Pinto *et al.* (2021), nesse período não havia distinção entre administração de bens públicos e bens particulares, pois os governantes consideravam o Estado como seu patrimônio, o Estado não pensava no coletivo e nem procurava prestar serviços aos cidadãos. O interesse do mesmo e da sociedade ficava sempre a depender dos interesses particulares do soberano, seus amigos e familiares, a corrupção e o nepotismo foram aspectos fortes desse modelo de administração.

O modelo anterior demonstrou-se incompatível com o capitalismo industrial e com os Estados Democráticos do século XX (LIMA, 2021). A primeira iniciativa de reforma do aparato estatal brasileiro, com vistas à construção de um corpo burocrático profissional e meritocrático, ocorreram a partir de 1930, com o início do primeiro governo de Getúlio Vargas (PIRES *et al.* 2018).

As características principais do modelo são o formalismo e a impessoalidade, que estão fundamentados na lei geral e abstrata. A partir de uma ótica weberiana e o enaltecimento do mérito profissional, este modelo tem como objetivo combater as imperfeições da gestão patrimonialista, como o nepotismo e o clientelismo, com controles rígidos dos processos públicos (LIMA, 2021). Possui também outras características como: formalidade nas comunicações, o funcionamento das organizações regulado por normas e procedimentos previamente estabelecidos, divisão do trabalho, hierarquia e meritocracia.

O modelo burocrático possibilitou vários avanços na organização administrativa do país, mas também apresentava algumas disfunções. Damaceno (2011) elenca e descreve essas consequências indesejadas, tais como:

- A internacionalização das regras e o apego aos regulamentos que conduz o burocrata ao servilismo às normas, que de início idealizadas como meio, transformam-se em um fim em si mesmo;
- Excesso de formalismo e papelório, consequência da necessidade de registro escrito de todas as comunicações da organização burocrática, que pode levar ao abuso das regras;
- A impessoalidade, quando exageradamente empregada, já que a organização passa a realizar atendimentos ao público com alto grau de inflexibilidade, deixando de avaliar o fato e reagir conforme a complexidade do problema, o que acaba gerando efeitos danosos aos usuários;

- Considerando a burocracia como um modelo que enfatiza a hierarquia, faz-se necessário indicar, por meio de sinais, quem é o detentor do poder, dentre os principais sinais de autoridade cita-se: as reservas de estacionamento, os uniformes, a localização da sala, do banheiro, entre outros. A rígida hierarquização da autoridade, acaba por gerar ainda, a categorização como base do processo decisório, promovendo a inibição de qualquer comportamento fora dos padrões estabelecidos, dentre eles, a versatilidade, a capacidade de resolução de uma dada situação, a vazão de novas ideias, enfim, o processo criativo e a inovação.

Com a crise fiscal na década de 80, associado à baixa qualidade na prestação dos serviços, o modelo entra em crise. Complementando a situação em que se encontrava a máquina pública, LIMA (2021) aponta que, com o crescimento do Estado de bem-estar social e o aumento das demandas sociais, a máquina estatal demonstrava-se cara, lenta e ineficiente, transparecendo as falhas do modelo de administração pública burocrática.

Em resposta à crise do Modelo Burocrático, surge *New Public Management* (NPM) ou Nova Gestão Pública. Segundo Silva e Pacheco (2021), este foi um movimento influenciado por pensamentos neoliberais oriundos, principalmente, do Reino Unido e Estados Unidos da América nas décadas de 1970 e 1980. Nas palavras de PINTO *et al.* (2021), o modelo possui posicionamento que privilegia a inovação em busca de eficiência, redução de custos e aumento da qualidade, tendo como principal diferença, em relação ao modelo burocrático, sua forma de controle, concentrando-se nos resultados e nos fins pretendidos.

Ainda, outro fator que contribuiu para o surgimento do novo modelo, de acordo com Gomes e Silva (2020) foi a globalização, pois os países, ao invés de protegerem suas economias, passaram a ter a nova função de torná-las competitivas internacionalmente, gerando a necessidade de redefinir suas funções.

No Brasil, a *New Public Management* ficou conhecida também como Administração Pública Gerencial. Efetivamente, o novo modelo começa a ser implantado no governo de Fernando Henrique Cardoso, em 1995. Luiz Carlos Bresser-Pereira foi escolhido para o Ministério da Administração Federal e Reforma do Estado – MARE, sendo responsável pela reestruturação administrativa baseada na produtividade, descentralização, *accountability*, orientação ao serviço, eficiência administrativa e redução de custos.

O termo *accountability*, refere-se ao controle institucional, materializado não apenas pelos mecanismos de controle interno, como também pelos parlamentares (comissão parlamentar de inquérito – CPI, sabatinas, orçamento etc.), no âmbito judicial (ações civis, constitucionalidades etc.) e no administrativo (auditórias do Tribunal de Contas) (PIRES *et al.*, 2018). Além dos mecanismos citados, existe também a transparência e divulgação de dados para que os cidadãos possam exercer seu papel de controle e cobranças.

Segundo o ex-ministro, BRESSER-PEREIRA (2008), a Administração Pública Gerencial possui os seguintes aspectos:

- Enfatiza a ação orientada para o “cliente-cidadão”, onde o cidadão é visto como um cliente, como em uma empresa privada.
- Possui três mecanismos específicos de responsabilização: administração por objetivos, competição administrada visando à excelência e a responsabilidade social desempenhada pelas organizações de defesa de interesses políticos.
- Busca tornar os servidores públicos mais autônomos e mais responsáveis: mais autônomos com relação a normas rígidas e as supervisões diretas, e mais responsáveis perante o núcleo estratégico do Estado e perante a sociedade.
- É um processo de descentralização, delegando poder para os níveis inferiores, ao mesmo tempo tornando mais forte o núcleo estratégico do Estado. A descentralização não é total, sendo uma característica central da reforma gerencial a separação da

formulação de políticas, que permanece centralizada, da execução, que é descentralizada.

- Utiliza o conceito de governança que envolve um processo amplo, transmitindo a ideia de que as organizações públicas não estatais ou as organizações da sociedade civil, empresas comerciais, cidadãos individuais e organizações internacionais também participem do processo de tomada de decisões, embora o governo continue sendo o ator central.
- Envolve o planejamento estratégico na gestão pública, uma definição pormenorizada dos processos a serem seguidos e das estratégias a serem adotadas.

A proposta de Bresser envolvia, ainda, uma série de ideias vinculadas à Nova Gestão Pública, como a utilização de indicadores na administração pública, a contratualização de serviços públicos, e a montagem de um modelo administrativo mais flexível (PIRES *et al.* 2018). No que diz respeito à governança, os dados fornecidos por indicadores contribuem para mensurar o desempenho dos objetivos estratégicos da organização, além de servir como guia no processo que envolve as tomadas de decisões (LEMOS *et al.*, 2020).

De acordo com o TCU (2021), os indicadores são instrumentos de medição que fornecem informações sobre o resultado da execução da estratégia, comunicando o alcance das metas e sinalizando a necessidade de ações corretivas sendo, portanto, um teste permanente da validade da estratégia. O uso de indicadores é uma importante ferramenta de gestão, pois permite a transparência na divulgação de resultados, garante o alinhamento dos esforços por meio do estabelecimento de linguagem e objetivos comuns e define critérios objetivos reconhecidos pela instituição.

Ao mesmo tempo em que era implantado o Modelo Gerencial, o princípio da eficiência foi incluído na Constituição Federal pela Emenda Constitucional nº 19/1998, que na visão de LANIUS *et al.* (2018) estabeleceu a necessidade de que a administração pública atue de forma eficiente, reconhecendo que qualquer desperdício de recursos públicos é socialmente indesejável.

## 2.2 Produtividade e Eficiência

Produtividade e eficiência são dois conceitos que geralmente são entendidos da mesma maneira. Para ROSANO-PEÑA e GOMES (2018) a sinonimização desses conceitos pode levar a confusões, visto que eles per se expressam aspectos diferentes do processo produtivo. Visando mostrar as diferenças entre os conceitos de produtividade e eficiência, seguem suas respectivas definições e conceitos.

De forma geral, a produtividade é razão entre quantidade de produtos ou serviços produzidos sobre a quantidade de recursos utilizados, quando o sistema produtivo possui apenas um insumo (*input*) e um produto (*output*), a produtividade = *output* / *input*, a produtividade mostra o que foi produzido. A produtividade é como um indicador de eficiência sobre como uma empresa, indústria ou país utiliza seus ativos existentes (GAWRYSZEWSKI; MELLO, 2020).

A produtividade divide-se em duas medidas: a produtividade do trabalho (PT) e a produtividade total dos fatores (PTF). Adaptando os conceitos de GAWRYSZEWSKI e MELLO (2020), a produtividade do trabalho (PT) se dá pelo emprego do que foi gerado por uma empresa dividido pelo volume de horas trabalhadas por ano pelos trabalhadores, ou seja, trata-se da medida da quantidade de riqueza gerada por cada trabalhador. A Produtividade Total dos Fatores (PTF) mensura o impacto combinado de insumos, como o desenvolvimento do trabalho através do capital humano e do capital fixo e circulante (maquinaria, edificações, matérias-primas, serviços) no processo produtivo.

De acordo Rosano-Peña e Gomes (2018) produtividade é definida como sendo a relação entre um *output* (y) e um *input* (x) - (y/x), de tal forma que quanto maior for essa relação, maior é a produtividade. Ainda, segundo ROSANO-PEÑA e GOMES (2018), quando existem múltiplos *inputs* e múltiplos *outputs* no processo de produção, é necessário ponderar os *inputs* e *outputs*, substituindo-os por um valor agregado. Assim, surge um conceito mais exaustivo, chamado de produtividade total dos fatores (PTF). Ele é definido como o quociente entre a soma ponderada dos s *outputs* (y) produzidos e a soma ponderada dos m *inputs* (x) utilizados:

$$PTF = \frac{v_1y_1 + v_2y_2 + \dots + v_sy_s}{u_1x_1 + u_2x_2 + \dots + u_mx_m} = \frac{\text{Produtos}}{\text{Insumos}} \quad (1)$$

Onde os *v* e *u* são as respectivas ponderações dos produtos e insumos que permitem criar o valor agregado dos *y* e *x*.

Os insumos de um setor público podem ser o trabalho dos servidores (serviço), equipamentos e outros recursos utilizados para a produção de serviços, enquanto as saídas são os serviços produzidos e entregues pelos órgãos dos setores públicos.

Segundo Rosano-Peña (2008), um conceito que é necessário conhecer antes de analisar a eficiência é o de eficácia. O conceito de eficácia implica fazer as coisas certas, escolher os objetivos certos. É uma medida normativa do alcance dos objetivos. O ideal é que a organização seja eficiente e eficaz. Resumidamente, a eficácia diz respeito à consecução dos objetivos, das metas, e dos resultados pretendidos. Portanto, a eficácia está orientada prioritariamente ao resultado obtido, sem levar em conta os recursos usados para tal (ROSANO-PEÑA e GOMES, 2018).

Antes de analisar o conceito de eficiência, é necessário descrever o conceito de efetividade, pois este termo também pode gerar equívoco. Existem inúmeras definições para o conceito de efetividade, Silva (2019) apresenta uma seleção de definições/conceitos de alguns autores. Com base nas definições apresentadas é possível afirmar que o conceito de efetividade supõe os efeitos, os impactos, as mudanças ou transformações de realidade, positivas ou negativas, proporcionados por alguma mudança ou implementação de algo novo, seja nas pessoas, em uma organização ou algum processo interno da organização, sendo uma dimensão do resultado.

Segundo Manzoor (2014), uma definição comum de eficiência, em termos mais técnicos, é a relação entre saídas e entradas, ou resultados e recursos. Para Barbosa e Fuchigami (2018), a eficiência pode ser determinada pela capacidade de evitar o desperdício de recursos e tempo para produzir-se um resultado determinado. Na prática, resume-se na capacidade de atingir um resultado utilizando o mínimo de recursos possível. Esses conceitos de eficiência se aproximam do conceito de eficiência técnica de ROSANO-PEÑA (2008), onde o autor diz que há eficiência técnica quando se emprega o menor nível de insumos possível para produzir um nível dado de produção, ou quando se obtém o maior nível de produção possível com um dado nível de insumo. A eficiência técnica, de acordo com FERNANDES *et al.* (2019), é quando a empresa obtém o máximo possível de produto com a quantidade de fatores utilizada, ou é capaz de produzir a quantidade escolhida com o mínimo possível dos fatores de produção. Isto implica assumir que não há desperdício de recursos.

Pode-se dizer que, após as definições de eficiência citadas, o conceito de eficiência é semelhante ao da produtividade. Buscando diferenciar os conceitos, pode se dizer que a eficiência tem a característica de ser comparativa, sendo assim, é a razão da produção atual ou desempenho atual pelo máximo que poderia ser produzido ou o desempenho que o sistema poderia alcançar.

MARIANO et. al. (2006) ampliam o conceito de eficiência como sendo a divisão entre um indicador de desempenho de um objeto e seu correspondente máximo. Com base nessa definição, a eficiência pode ser calculada pela Equação 2, onde o resultado é sempre um valor entre 0 e 1, podendo assim ser expresso em termos percentuais.

$$Eficiência = \frac{P}{P_{max}} \quad (2)$$

Onde:

$P$ : Produtividade Atual ou Indicador de desempenho atual de um determinado sistema.

$P_{max}$ : Produtividade máxima ou Máximo valor que o sistema pode alcançar.

A eficiência pode ser classificada e subdividida, a partir um conceito mais amplo, como a eficiência econômica ou global. Segundo ROSANO-PEÑA e GOMES (2018), a eficiência apresenta as seguintes classificações e subdivisões, elencadas na Figura 01, é apresentada essa estrutura.

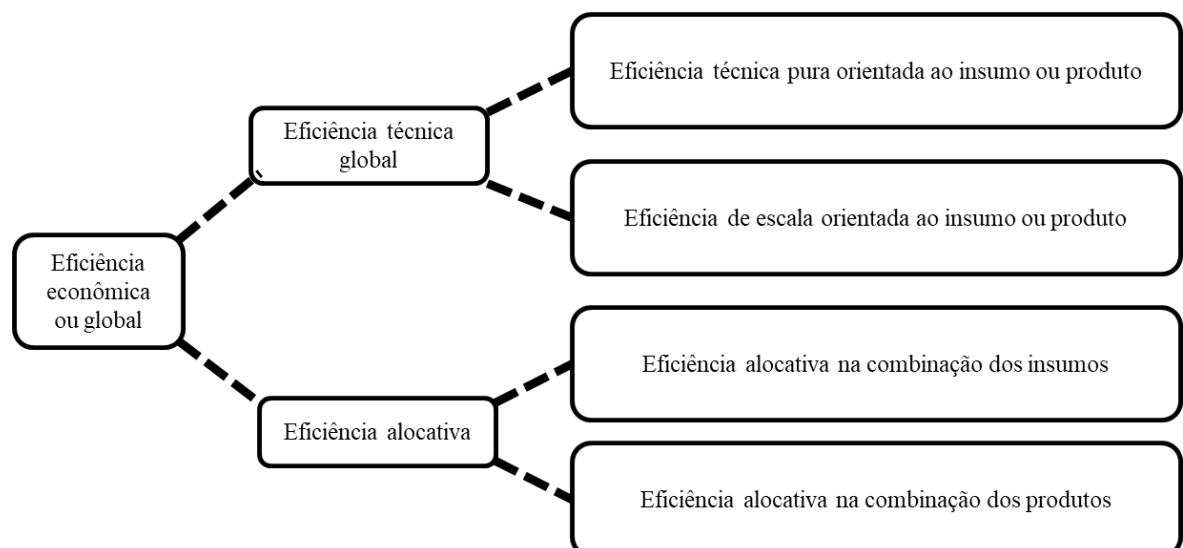
A eficiência técnica global envolve apenas os aspectos físicos do processo produtivo e indica a habilidade de uma organização na maximização da relação produto insumo.

A eficiência alocativa envolve também os preços dos insumos e produtos. Reflete a habilidade da unidade produtiva em definir a combinação dos insumos e dos produtos que, respectivamente, minimiza os custos e maximiza a receita.

A eficiência econômica ou global combina as duas eficiências anteriores e é igual ao produto destas.

A eficiências técnica e alocativa podem ainda, ser decompostas em dois tipos, orientadas à redução dos insumos com o mesmo nível de produção ou ao aumento dos produtos com um fixo consumo de insumos.

A ineficiência técnica pura refere-se a desvios da fronteira de eficiência, que resultam da falha em utilizar os recursos de forma eficiente. Assim, esta medida pressupõe que as empresas estão a operar sob o pressuposto de retornos constantes de escala. A Figura 2 mostra um resumo das classificações da eficiência:



**Figura 2.** Eficiência e suas subdivisões.

Fonte: Adaptado de ROSANO-PEÑA e GOMES (2018, p. 211).

## 2.3 Dimensionamento da Força de Trabalho

Um dos problemas de tomada de decisão mais importantes, comum a todos os ramos, é o planejamento da força de trabalho. O planejamento da força de trabalho faz parte da gestão de recursos humanos. Ele inclui vários níveis de complexidade, portanto, é um problema de otimização difícil. (FIDANOVA *et al.*, 2018).

A UFRRJ recebe esporadicamente novos códigos de vagas oriundos do Ministério da Educação, que posteriormente, são usados em diversos concursos realizados pela instituição. É necessário que a universidade possua dados ou indicadores confiáveis, referentes à sua força de trabalho, para a realização de um planejamento da força de trabalho eficaz. Ter a capacidade de identificar os setores que mais necessitem de vagas, isto é, os que não subutilizam a mão de obra, é uma etapa fundamental nesse processo. Assim evitam-se disfunções, como por exemplo, departamentos sobrecarregados.

O Planejamento da Força de Trabalho pode ser definido como um processo contínuo de definição do número ideal de pessoas, adequação de perfil no sentido de aquisição de novas competências e alinhamento aos objetivos estratégicos da organização (SANTOS *et al.*, 2017).

Segundo Corrêa *et al.* (2017), o dimensionamento visa verificar se o quantitativo de funcionários alocados na instituição corresponde ao necessário para a realização de suas atividades diárias, levando em consideração as inovações tecnológicas e seus processos laborais.

Quando um órgão público pretende realizar um concurso pressupõe o estabelecimento do número de vagas ofertadas para a livre concorrência daqueles que farão as provas, ou seja, o órgão realizador deve ser capaz de quantificar a sua necessidade por pessoas (SANTOS *et al.*, 2017).

Na esfera da gestão de pessoas na Administração Pública Federal o dimensionamento da força de trabalho é uma importante ferramenta de gestão, na medida em que estabelece o quantitativo de pessoas necessário para realizar determinadas entregas ou tarefas. Este resultado pode ser o ponto de partida para a tomada de várias decisões relacionadas à gestão de pessoas, tais como seleção de pessoal, alocação da força de trabalho e desenvolvimento de carreiras e pessoas (SERRANO *et al.*, 2018).

A respeito do processo de planejamento da força de trabalho, Pahlanie *et al.* (2020) resumem as etapas desejáveis em um bom planejamento:

1. Alinhar a estratégia do negócio e da organização: o plano estratégico do negócio e da organização pode fornecer *insights* sobre as mudanças esperadas no volume de trabalho;

2. Analisar o ambiente externo: observar as tendências da indústria, economia, fatores regulatórios e avanço tecnológico.

3. Analisar a força de trabalho interna:

- As tendências da força de trabalho, incluindo distribuição de idade, riscos de aposentadoria em liderança ou posição técnica crucial, estrutura e cultura organizacional, moral dos funcionários e níveis atuais de desempenho.
- A segmentação da força de trabalho. Existem duas abordagens para a segmentação da força de trabalho. A primeira identifica diferentes tipos de famílias de cargos, funções, papéis e competências dentro da organização. A segunda segmenta as funções por valor ou tipo de trabalho realizado para focar nas funções mais críticas em conjunto.

4. Avaliar e determinar as necessidades futuras da força de trabalho de dois componentes de previsão: a estimativa de carga de trabalho e requisitos de pessoal; e competências e habilidades necessárias.

5. Identificar lacunas na força de trabalho: as informações sobre a força de trabalho atual e disponível, bem como os requisitos futuros, ajudarão a identificar as lacunas que precisam ser abordadas.

6. Desenvolver uma estratégia para fechar a lacuna: a estratégia mais comum para fechar o planejamento da força de trabalho é baseada nos conceitos Comprar, Construir e Emprestar. Comprar é contratar novos talentos de uma organização externa. Construir é desenvolver o talento dentro da organização. Emprestar é adquirir talentos de organizações externas. Poderia estar usando um trabalhador contingente ou terceirizar.

7. Monitoramento e avaliação: os indicadores de avaliação comuns incluem dados demográficos da força de trabalho, dados demográficos em cargos e ocupações de missão crítica, medição de lacunas na força de trabalho, taxas de retenção e avaliações do clima dos funcionários.

Já para Tamronglak (2019), o dimensionamento da mão de obra, especificamente, no setor Público apresenta as seguintes fases:

Fase 1: determinar a direção estratégica da agência; Fase 2: realização de análise da força de trabalho; Fase 3: implementação do plano de mão de obra; Fase 4: monitorização, avaliação e revisão do plano.

## 2.4 Pesquisa Operacional

Uma pessoa toma muitas decisões no seu dia a dia. A maioria destas decisões são tomadas pelo uso do bom senso, mas tomar decisões desta maneira podem induzir a erros e confusões. Além disso, tais decisões não podem fornecer qualquer apoio probatório, nem se basear em qualquer base científica. Por isso, tornou-se necessário que gestores e engenheiros acreditassesem que a ciência poderia fornecer o apoio probatório e a base científica (RAJU, 2020).

O campo da pesquisa operacional surgiu durante a segunda guerra mundial, na Inglaterra, como uma abordagem científica para a tomada de decisão, nas áreas militares. Um dos objetivos dessa ciência é buscar a solução ótima para um determinado problema, por isso a pesquisa operacional é considerada a ciência que trata da tomada de decisão. É universalmente aplicável a qualquer área como transporte, gestão hospitalar, agricultura, bibliotecas, planejamento urbano, instituições financeiras, gestão de construção e assim por diante. (DATTI *et al.*, 2020; RAJU, 2020).

A pesquisa operacional pode ser aplicada a um vasto espectro de sistemas. Para tal aplicação, esses sistemas devem possuir uma característica em comum, o fato de poderem ser modelados matematicamente a partir de uma descrição quantitativa (NESTICO, 2018). Devido ao grande escopo de aplicação da pesquisa operacional, existem muitas definições disponíveis. Nas palavras de Brailsford *et al.* (2018), a pesquisa operacional é frequentemente descrita como uma caixa de ferramentas de métodos, a partir da qual o método mais adequado para resolver qualquer problema específico pode ser selecionado. Pode-se misturar ou combinar métodos, ou seja, utilizando mais de um método da caixa de ferramentas para resolver um determinado problema.

Segundo a Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional (SOBRAPO, 2022), a pesquisa operacional é a área de conhecimento que estuda, desenvolve e aplica métodos analíticos avançados para auxiliar na tomada de melhores decisões nas mais diversas áreas de atuação humana, por meio do uso de técnicas de modelagem matemática e algoritmos computacionais, auxiliando o decisior na análise dos mais variados aspectos e situações de um problema complexo, permitindo a tomada de decisões efetivas e a construção de sistemas mais produtivos.

Iyata e Ayokunle, (2020) apontam quatro estágios de desenvolvimento da Pesquisa Operacional ao longo do tempo:

A Fase primitiva (1940 – 1960): predominava o interesse na aplicação prática de técnicas científicas para resolver problemas operacionais. Menor uso de computação sofisticada, portanto, os processos matemáticos e os dispositivos de computação de gama baixa eram, em grande parte, suficientes para a computação. Poucos estudantes, sendo esses treinados por universidades sobre o uso de técnicas de Pesquisa Operacional.

A Fase Acadêmica (Início dos anos 60): verificou um aumento no número de universidades que ofereciam formação em Pesquisa Operacional. Desenvolvimento de enquadramento teórico para a disciplina e menos foco na aplicação prática. Obteve um rápido desenvolvimento graças à disponibilidade de computadores de alta velocidade. A presença de pessoas formadas em pesquisa operacional em organizações e industriais facilitou a aceitação e sua respectiva implementação.

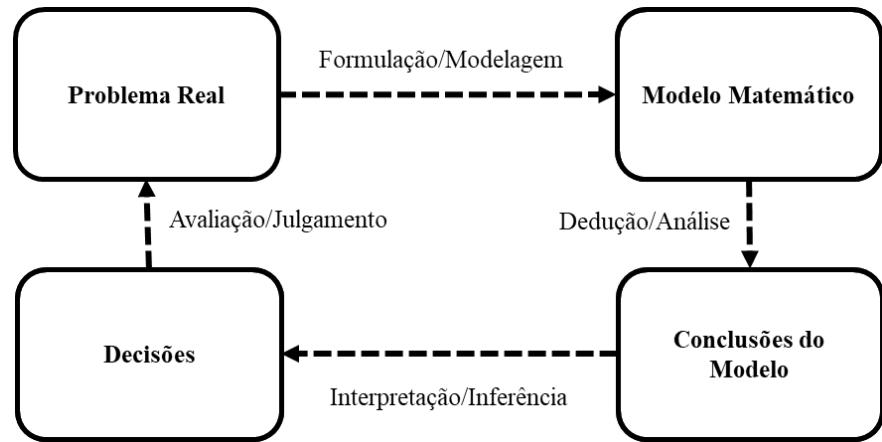
A Fase de Amadurecimento (1970): ocorre o equilíbrio entre a teoria e a prática. Os gestores ganham uma melhor visão do que a pesquisa operacional pode ou não alcançar. As investigações são mais baseadas em factos, ao invés do desenvolvimento de técnicas teóricas. Ainda, surge a preocupação com o desenvolvimento de processos que podem resultar na obtenção de soluções para circunstâncias problemáticas mutáveis.

A fase Madura (Século 21): o uso de pacotes de *software* para diminuir a carga de computação matemática. O uso de pacotes de *software* de modelagem e simulação também é fundamental para reduzir os custos associados nos estudos de pesquisas operacionais. Ocorre a inclusão da pesquisa operacional no currículo de estudantes de ciências da administração e engenharia em universidades ao redor do mundo.

Para a realização de um estudo em pesquisa operacional, existem alguns passos a serem seguidos (IYATA e AYOKUNLE, 2020; RAJU, 2020):

- **Definir o problema:** realizar uma análise detalhada do problema, ajustando problemas vagamente definidos em formatos estruturados.
- **Coletar e Analisar os dados:** Envolve o fornecimento de todos os dados possíveis que podem ser necessários como entrada para o modelo matemático.
- **Construir um modelo ou usar modelo já existente:** Um modelo é uma simplificação da ocorrência ou fenômeno do mundo real. É uma emulação. Nesta fase, o problema definido é traduzido em símbolos e expressões matemáticas. Ainda, pode-se pesquisar um modelo existente que seja conveniente para análise.
- **Testar e executar (resolver) o modelo:** Depois de computar e derivar a solução do modelo, ela é novamente testada como um todo para localizar possíveis erros, caso existam.
- **Validar o modelo:** Busca responder se o problema foi resolvido da maneira correta. Um modelo pode ser considerado válido se puder fornecer uma previsão confiável do desempenho do sistema.
- **Analizar a Sensibilidade:** A análise de sensibilidade ajuda a fornecer *insights* sobre até que ponto a solução ótima proposta permanece válida quando os valores dos parâmetros são perturbados. Como as condições estão mudando constantemente no mundo, o modelo e a solução podem não permanecer válidos por muito tempo.
- **Implementar o modelo:** Todas as soluções derivadas do modelo validado são traduzidas em instruções operacionais comprehensíveis para que a administração tome as medidas necessárias com base em seu julgamento.
- **Documentar:** Envolve o registro claro da metodologia e dos resultados obtidos em todas as fases do estudo. Algumas das razões pelas quais isso deve ser feito são: por reproduzibilidade e para futuras otimizações do modelo.

Na Figura 3 é descrito, de forma simplificada, o fluxo para a aplicação de uma modelagem de pesquisa operacional:



**Figura 3.** Processo de modelagem.

Fonte: Adaptado de ARENALES (2007, p.22).

Dentre as metodologias presentes na Pesquisa Operacional, encontra-se a Análise Envoltória de Dados. A Análise Envoltória de Dados, ou *Data Envelopment Analysis* (DEA), teve origem na década de 1970, com os primeiros trabalhos sendo originados no trabalho de Charnes, Cooper e Rhodes em 1978. Possui uma variedade de aplicações na avaliação do desempenho de unidades produtivas do setor privado e público, onde não seja relevante ou não se deseja considerar somente o aspecto financeiro, como entidades que não visam lucro.

### 3 METODOLOGIA

Nesta seção é apresentada a maneira como o pesquisador emprega os procedimentos intelectuais e técnicos, processos e instrumentos para estudar determinado fenômeno, objeto ou fato. Apresenta as seguintes subseções: 3.1 Delineamento da Pesquisa, 3.2 Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis – DEA*), 3.3 Evidências Empíricas, 3.4 Variáveis e Procedimentos da Pesquisa.

Para Kauark *et al.* (2010), a metodologia é a explicação minuciosa, detalhada, rigorosa e exata de toda ação desenvolvida no método (caminho) do trabalho de pesquisa. É a explicação do tipo de pesquisa, do instrumental utilizado (questionário, entrevista), do tempo previsto, da equipe de pesquisadores e da divisão do trabalho, das formas de tabulação e tratamento dos dados, enfim, de tudo aquilo que se utilizou no trabalho de pesquisa.

Para que um conhecimento possa ser considerado científico, torna necessário identificar as operações mentais e técnicas que possibilitam a sua verificação. Ou, em outras palavras, determinar o método que possibilitou chegar a esse conhecimento (GIL, 2008).

Pode-se definir método como caminho para se chegar a um determinado fim. E método científico como o conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos adotados para se atingir o conhecimento (GIL, 2008).

#### 3.1 Delineamento da Pesquisa

A seguir é apresentado o delineamento básico da pesquisa ou design da pesquisa, que visa identificar os critérios que estruturam o estudo.

Segundo Santos (2019), a classificação do presente trabalho, referente à natureza da exposição do objeto investigativo, é Teórico-documental, pois a pesquisa possui a característica de acrescentar ao embasamento teórico os dados/informações provenientes de legislações, relatórios, regimentos, regulamentos etc.

##### 3.1.1 Natureza do estudo

Os resultados da pesquisa vão servir de subsídios para os gestores da UFRRJ, contribuindo para dos debates sobre a distribuição de novas vagas do magistério superior. Com relação à natureza deste estudo, a pesquisa é enquadrada como aplicada, já que tem como objetivo gerar conhecimentos para a aplicação prática, dirigidos a problemas específicos (PRODANOV; FREITAS, 2013).

##### 3.1.2 Forma de abordagem do problema

Os dados da pesquisa são provenientes de relatórios gerados sobre as atividades dos docentes na UFRRJ, ou seja, lida com fatos que ocorreram em um determinado período, e não com fenômenos. Para Kauark *et al.* (2010) fato é tudo aquilo que pode se tornar objetivo através da observação sistemática, evento bem especificado, delimitado e mensurável.

Como a pesquisa prevê a mensuração de variáveis, quantifica informações para classificá-las e analisá-las com recursos e técnicas matemáticas e estatísticas a pesquisa é classificada como quantitativa, visto que busca analisar a interação de certas variáveis e quantificar as informações para classificá-las e analisá-las (PRODANOV; FREITAS 2013).

### 3.1.3 Os Objetivos da pesquisa

A pesquisa visa analisar uma determinada realidade, que são as atividades desempenhadas pelos professores, essas atividades são relacionadas com a docência no magistério superior, em um período determinado. Com base em variáveis, busca-se mensurar o processo produtivo dos departamentos acadêmicos, podendo assim criar uma visão que represente matematicamente a eficiência na utilização dos insumos pelos departamentos.

Sendo assim, do ponto de vista dos objetivos da pesquisa, este trabalho pode ser caracterizado como descritivo, uma vez que o pesquisador apenas registra e descreve os fatos observados, sem interferir neles. Visa a descrever as características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre as variáveis (PRODANOV e FREITAS 2013).

### 3.1.4 Coleta de dados

Os dados da pesquisa são abertos e podem ser encontrados por meio do Sistema Integrado de Gestão da Universidade, por meio do Sistema de Gestão Acadêmica Acadêmicas. O sistema é online, é acessado via internet, através de protocolo HTTPS. É possível gerar diversos relatórios referentes às turmas no ensino (graduação e pós-graduação), além das atividades de extensão, orientações aos bolsistas e pesquisas realizadas na universidade, com várias opções para refinar os resultados.

Em um primeiro momento, foi necessário o uso de um programa conhecido como do tipo “raspagem de dados” para transferir os dados de linguagem HTML para a planilha de cálculos. O programa deve ter a capacidade de traduzir as informações geradas nos relatórios para um modelo que um aplicativo de planilha de cálculos entenda, como por exemplo, uma tabela.

Após a obtenção dos dados brutos, realizou-se a tabulação em uma planilha de cálculos, onde os dados foram preparados e consolidados para serem inseridos no aplicativo de modelagem.

Os procedimentos técnicos, ou seja, a maneira pelo qual os dados são coletados, nesta pesquisa possuem três classificações (PRODANOV e FREITAS 2013):

- Pesquisa *ex-post-facto*, pois o experimento se realiza depois dos fatos;
- Pesquisa documental, pois a origem das informações é proveniente de dados que não receberam um tratamento analítico;
- Os dados coletados pela pesquisa documental podem ser classificados como secundários, devido ao pesquisador não coletar diretamente os dados.

## 3.2 Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis – DEA*)

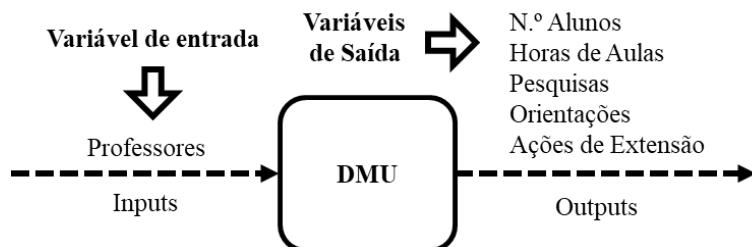
Inicialmente, a Análise Envoltória de Dados, uma técnica não paramétrica, baseada em programação matemática, foi desenvolvida em 1978, por Charnes, Cooper e Rhodes, estendendo o conceito de produtividade à eficiência, a partir do trabalho de Farrel, em 1957. (MARCHETTI *et al.*, 2016). Seu principal resultado é a eficiência produtiva.

A DEA avalia a eficiência relativa no uso dos recursos de empresas pertencentes a um mesmo setor ou ramo de atividades, com base no critério de múltiplas entradas e saídas (MOREIRA *et al.*, 2019; MOGHA *et al.*, 2018).

O uso da Análise Envoltória de Dados tem crescido nos últimos anos, principalmente em análises de eficiência de entidades públicas, como na área da educação, saúde, ou avaliação de programas onde conceitos como lucro e valores monetários são de difícil mensuração, inexistentes, ou não têm importância. Sua aplicação não é restrita na área

governamental, podendo ser facilmente aplicada, por exemplo, na aferição da eficiência de filiais de uma empresa. No surgimento da técnica em 1978, Charnes, Cooper e Rhodes avaliaram a eficiência de programas escolares no estado do *Texas, USA*.

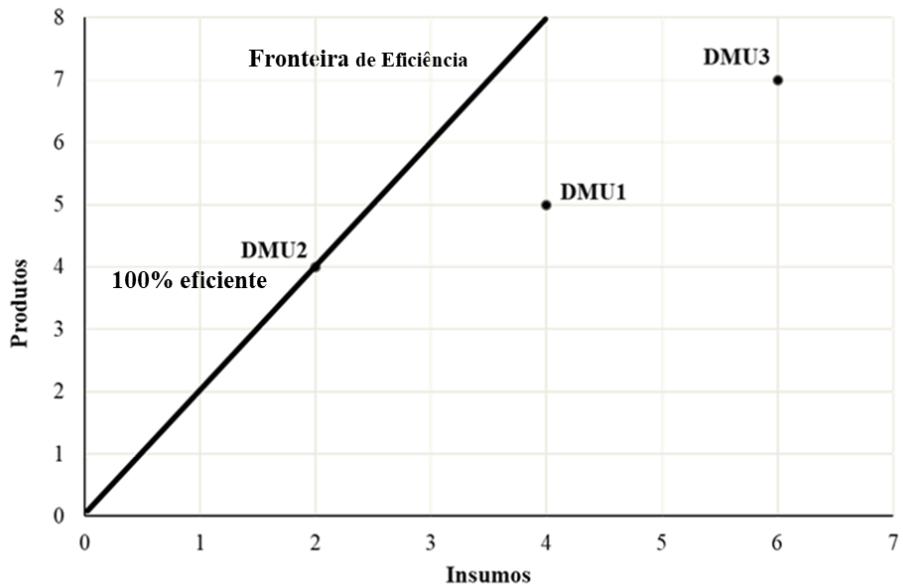
Quando unidades (setores de uma empresa ou organizações) possuem as mesmas entradas (insumos) e saídas (produtos), com variáveis comuns à ambas, tornam-se passíveis de comparação, pela ótica da eficiência na produtividade, sendo assim, essas unidades são denominadas no modelo como DMUs – *Decision Making Unit's*. As DMUs são os objetos da pesquisa nos modelos de DEA, como por exemplo, os departamentos acadêmicos de uma universidade. Na Figura 4 é representado um departamento (DMU), transformando o *insumo* professor em saídas:



**Figura 4.** Componentes da análise envoltória de dados.

Fonte: O autor.

Um dos elementos mais importantes na DEA é a fronteira de eficiência. É a partir da construção dessa fronteira que é possível calcular a eficiência relativa. Essa fronteira consiste nas DMUs que obtiveram os melhores resultados, o máximo de eficiência (100%) e servem de parâmetro para a comparação. Segundo Dibachi (2022), a análise envoltória de dados (DEA) é um exemplo de abordagem de fronteira. As abordagens de fronteira identificam e avaliam as áreas ou exemplos de melhor desempenho, ou melhor, prática dentro da amostra, ou seja, aqueles localizados na fronteira. Na Figura 4 é representada uma fronteira de eficiência com três DMUs. A DMU1 para se tornar eficiente, deve reduzir seus insumos até encostar na fronteira ( $x=2,5$ ) mantendo a produção, ou aumentar sua produção até encostar na fronteira ( $y=8$ ), mantendo os insumos.



**Figura 5.** Fronteira de eficiência modelo CCR.

Fonte: O autor.

A eficiência relativa é medida comparando o desempenho observado com o desempenho das melhores práticas. As DMUs podem produzir muitas saídas a partir de múltiplas entradas e, portanto, técnicas de programação são usadas para identificar a fronteira linear, por partes, que une todas as DMUs eficientes, fornecendo assim uma estimativa da fronteira. (SALAS-VELASCO, 2018).

Ainda, referente a como a eficiência relativa é medida e seu funcionamento, Marchetti *et al.* (2016) relatam que, o modelo de programação linear busca maximizar a eficiência de cada unidade, expressa como a razão entre as saídas e seus respectivos pesos e entradas e seus respectivos pesos, comparando a eficiência da unidade específica com o desempenho de um grupo de unidades semelhantes. As unidades que atingem 100% são classificadas como sendo eficientes e servem como pares para aquelas com pontuação inferior a 100%. As DMUs eficientes ( $score = 1$ ) estarão necessariamente localizadas na fronteira de possibilidade de produção. Já as DMUs menos eficientes ( $score < 1$ ) estão localizadas a alguma distância da fronteira. Quanto maior a distância da fronteira, menos eficiente é a DMU.

Os pesos são atribuídos pelo próprio modelo de programação, que procura sempre a melhor combinação de pesos que permita que a DMU obtenha a maior eficiência relativa possível. (BARBOSA e FUCHIGAMI, 2018). Também é possível, no modelo, restringir os pesos, caso o pesquisador queira estabelecer peso às variáveis.

Na prática, na DEA, calcula-se a eficiência de forma comparativa, a unidade ou unidades mais eficientes serão o parâmetro que as demais devem buscar. Parte-se do princípio de que possuem as mesmas entradas e saídas, logo deveriam possuir os mesmos níveis de produtividade.

De acordo com Moreira *et al.* (2019), alguns autores salientam ainda que a grande vantagem da DEA é permitir que cada unidade avaliada busque a eficiência de maneira distinta, de tal forma que atenda às suas especificidades.

Outra característica do modelo é o fornecimento de *benchmarks*, isto é, em qual DMU eficiente, uma DMU menos eficiente deverá espelhar suas ações para se tornar eficiente. Nas palavras de SETH *et al.* (2020), a técnica DEA permite que as DMUs eficientes atuem como referência para as outras DMUs ineficientes. Assim, as DMUs ineficientes

podem reajustar suas entradas e saídas seguindo as DMUs eficientes para se tornarem parte da fronteira eficiente. O modelo gera também alvos relativos aos *outputs*, apontando o quanto uma DMU deve aumentar suas saídas (produção) para que se torne eficiente ou apontando o quanto uma DMU deve diminuir suas entradas para se tornar eficiente.

A implementação dos modelos DEA divide-se em três etapas principais, de acordo com Golany e Roll (1989):

- 1<sup>a</sup> etapa - definição e seleção das DMUs que farão parte da análise.
- 2<sup>a</sup> etapa - escolha das variáveis (classificadas como *inputs* e *outputs*) que são relevantes para estabelecer a eficiência relativa das DMUs.
- 3<sup>a</sup> etapa - aplicação dos modelos DEA.

Para Tavares e Angulo Meza (2017), dois modelos de DEA são considerados clássicos: o modelo CCR ou CRS e o BCC ou VRS. O primeiro foi desenvolvido em 1978, por Charnes, Cooper e Rhodes, é o modelo clássico cujo conjunto de produção de possibilidades se baseia na hipótese de retornos constantes de escala, ou seja, nesse modelo de DEA, o crescimento proporcional do insumo produzirá um crescimento proporcional do produto (MARCHETTI, 2016).

O modelo CCR parte do princípio de que cada aumento nos inputs/insumos vai gerar um aumento proporcional nos *inputs/outputs*. A medição de eficiência do DEA CCR é conhecida como Eficiência Técnica, também denominada medida de Produtividade Global ou Eficiência Produtiva. (MARCHETTI, 2016; FERREIRA e BRAGA, 2007). O modelo não leva em conta as diferenças de escala entre as DMUs, assim são avaliadas todas juntas, não levando em consideração os tamanhos de cada uma.

Banker, Charnes e Cooper, em 1984, ajustaram o modelo DEA CCR para a hipótese de retornos variáveis de escala, referindo-se a ele como o modelo DEA BCC, ou seja, o modelo DEA sob condições de retornos variáveis de escala (VRS) (MARCHETTI, 2016). O modelo não assume proporcionalidade entre *inputs* e *outputs*, permitindo que DMUs que operam com baixos valores de inputs tenham retornos crescentes de escala e as que operam com altos valores tenham retornos decrescentes (CORREIA *et al.*, 2011).

A fronteira de eficiência do DEA BCC reflete a chamada eficiência técnica pura, que indica a capacidade de implantar as melhores práticas de gestão. A ineficiência medida no modelo traduz-se como um indicador de ineficiência de gestão, o que significa ineficiência na organização de entradas ou gestão de saídas (MARCHETTI, 2016). Os valores são obtidos a partir de um modelo que permite retornos variáveis de escala e, portanto, elimina o "problema de escala" da análise (JEMRIC e VUJCIC, 2002). Assim, o modelo mede a eficiência entre as DMUs de maneira que fiquem agrupadas por escalas de operações semelhantes.

Em situações de competência imperfeita, principalmente no setor público, existem organizações que podem estar operando com retornos crescentes e decrescentes de escalas. Portanto a análise com o uso Modelo BCC foi criada (ROSANO-PEÑA, 2008).

Ao observar o trabalho de SETH *et al.* (2020), com base na suposição de que a cada  $DMU_w = 1, 2, 3, \dots, n$  usa  $r = 1, 2, 3, \dots, s$  *inputs* ( $x_{r,w}$ ) para produzir  $l = 1, 2, 3, \dots, m$  *outputs* ( $y_{l,w}$ ) o modelo subsequente da programação linear é articulado para medir a eficiência:

$$\min \theta$$
  
de tal modo que,

$$\begin{aligned} \sum_{w=1}^n \lambda_w \times x_{r,w} &\leq x_{r,0} \theta, \quad r = 1, 2, 3, \dots, s \\ \sum_{w=1}^n \lambda_w \times y_{l,w} &\geq y_{l,0}, \quad l = 1, 2, 3, \dots, m \end{aligned} \tag{3}$$

$$\sum_{w=1}^n \lambda_w = 1$$

$$\lambda_w \geq 0, w=1, 2, 3, \dots, n$$

$$\theta \text{ sem restrições}$$

em que,

$x_{r,o}$  refere-se a DMU o com  $r^{\text{th}}$  *input*

$y_{l,o}$  refere-se a DMU o com  $l^{\text{th}}$  *output*

$k_w$  denota o peso da DMU w

Existem  $s$  entradas e  $m$  saídas para todas as  $w$  DMUs.

A eficiência de cada DMU é medida pela variável  $\theta$  produzindo uma pontuação que varia de 0 a 1.

A linha de programação (1) refere-se ao modelo DEA BBC, ou de retornos variáveis de escala. Caso seja removida a restrição  $\sum_{w=1}^n \lambda_w = 1$ , o modelo torna-se o DEA CCR, ou de retornos constantes de escala.

De acordo com TAVARES; ANGULO MEZA (2021), ao determinar o índice de eficiência, os modelos DEA podem ser benevolentes, ou seja, muitas DMUs podem ser consideradas eficientes. Para contornar essa situação é possível usar a eficiência invertida e a eficiência composta e a eficiência composta normalizada, assim sendo, cria-se um critério para desempate.

Sendo a DEA uma metodologia multicritério de apoio à decisão, todos os indicadores quantitativos utilizados (variáveis) podem ser tratados como *inputs* ou como *outputs*, a depender estritamente dos critérios que estão sendo utilizados durante a concepção da modelagem, e da coerência entre os mesmos. (LINS *et al.*, 2007).

Visando aumentar o poder de discriminação da DEA, ou seja, reduzir o número de DMUs vinculadas à fronteira de eficiência, bem como identificar as DMUs classificadas como “*default-efficient*”, ou seja, quando uma unidade é beneficiada pelo modelo, apenas por ter uma variável com desempenho proeminente, é usado a fronteira invertida. Um valor alto para a eficiência invertida pode significar que a DMU está na fronteira da eficiência devido apenas à benevolência do modelo (TAVARES; ANGULO MEZA, 2021).

Para o cálculo da fronteira invertida, são considerados os produtos como insumos e os insumos como produtos, e seguidamente resolve-se o modelo normalmente com orientação invertida do modelo DEA original. (RODRIGUES *et al.*, 2022).

$$EF_{\text{Composta}} = \frac{EF_{\text{Modelo}} + (1 - EF_{\text{Invertida}})}{2} \quad (4)$$

A utilização da eficiência composta, segundo MELLO *et al.* (2008), estabelece um ranking de DMUs. Segundo RODRIGUES *et al.* (2022), o cálculo da normalização da eficiência composta é feito dividindo os valores da equação (2) obtida em cada DMU pela maior de todas as medidas de eficiência compostas, indicada. Assim, a eficiência composta normalizada, indicada é definida pela equação. Quanto maior for o *score* da DMU, mais perto da fronteira de eficiência ela se encontra.

$$EF_{\text{Normalizada C.}} = \frac{EF_{\text{Composta}}}{\text{Máxima}(EF_{\text{Composta}})} \quad (5)$$

Existem dois tipos de orientações na literatura DEA. Uma é a medida orientada a insumos que visa minimizar os insumos mantendo o nível existente de produtos, e a outra é a medida orientada a produtos que visa maximizar os produtos mantendo os níveis existentes de insumos (MOGHA *et al.*, 2018). Isso significa que as mudanças necessárias para que as unidades ineficientes ( $\text{índice} < 1$ ) atinjam a fronteira de eficiência podem ser direcionadas à redução de recursos (orientação *input*) ou ao aumento de produtos (orientação *output*). (LINS *et al.*, 2007).

Ambos os modelos clássicos, CCR e BCC, podem ser orientados tanto ao insumo como a produto, entretanto o modelo CCR, devido ao fato de ser linear, deixa implícito que tornar-se invariante em relação a sua orientação (BARBOSA e FUCHIGAMI, 2018).

### 3.3 Evidências Empíricas

A análise envoltória de dados tem sido amplamente utilizada nas áreas de educação pelo mundo e no Brasil, dada as suas características, como visto na seção anterior. A técnica pode ser aplicada em análises entre instituições, quando se deseja saber qual organização é mais eficiente em determinada região ou área, em análises de eficiência de setores internos de uma organização específica ou análises sobre a eficiência de programas específicos. A seguir, são descritos sucintamente alguns estudos realizados com DEA na área de educação.

Na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), no estado do Rio Grande do Sul, SOLIMAN *et al.* (2014) utilizaram o modelo DEA-CCR, orientado aos produtos, em 09 unidades acadêmicas. Selecionaram duas variáveis como *inputs*, sendo estas, índices que representam o número de alunos matriculados no semestre/número de professores equivalentes e número de servidores técnico-administrativos/número de professores equivalentes. Nas variáveis de *outputs*, utilizaram o número total de projetos de pesquisa e extensão e a Média dos Conceitos Preliminares de Cursos que fazem parte de cada unidade. Como resultado, 04 unidades foram consideradas eficientes, após a aplicação dos conceitos de Fronteira Invertida e Eficiência Composta, apenas 01 unidade foi considerada eficiente, o Centro de Ciências Naturais e Exatas. Concluíram que é possível medir a eficiência de diversas unidades e consequentemente determinar as metas para melhoria a partir da metodologia utilizada.

Duguleană e Duguleană (2015) aplicaram a análise envoltória de dados para analisar a eficiência técnica relativa dos departamentos acadêmicos da *Transilvania University*, nos anos de 2014 e 2015. Ao total 30 departamentos foram selecionados como DMUs do modelo. Os autores utilizaram o modelo CCR orientado aos *outputs* e aos *inputs*, e ainda usaram dois *softwares* distintos de modelagem DEA, obtendo assim, quatro resultados para comparação. Nos resultados, 12 departamentos emergiram como eficientes. A pesquisa também agrupa os departamentos em faculdades, nos resultados quando as unidades são agrupadas, 03 faculdades obtiveram eficiência de 100%, pois todos os seus departamentos obtiveram 100% de eficiência na análise: *Materials Science and Engineering* (02 departments); *Economic Sciences and Business Administration* (03 departments) e o *Silviculture and Forest Engineering* (02 departments). Concluem que as faculdades eficientes tiveram seus resultados graças as boas estruturas e aos seus departamentos bem dimensionados para o número de programas de estudos coordenados, o número de alunos, e as atividades de pesquisa.

Na Turquia, na Universidade *Dokuz Eylul*, GÖKŞEN *et al.* (2015) usaram a Análise Envoltória de Dados para determinar os níveis de desempenho dos seus departamentos. A análise dos dados foi feita por ambos os métodos DEA - CCR e o DEA – BCC. Foram analisadas 26 DMUs, onde 08 DMUs foram consideradas eficientes pelos dois modelos. Ainda, 03 DMUs não foram eficientes pelo modelo CCR, mas pelo modelo BBC se apresentaram como eficientes, concluíram que a ineficiência nessas unidades se deve à

ineficiência no tamanho da escala. As 15 DMUs restantes não foram consideradas eficientes em nenhum modelo, sendo consideradas pobres em termos de eficiência de escala e eficiência técnica pura, e que estas DMUs ineficientes devem tentar melhorar as variáveis que estão sob seu controle.

Barra e Zotti (2016) utilizaram a Análise Envoltória de Dados com retornos de escalas variáveis e orientada os *outputs*, para avaliar os departamentos na Universidade de Salerno, na Itália. A pesquisa focou a análise nas duas atividades principais: ensino e pesquisa, agrupando os departamentos da universidade em dois grandes grupos: o setor de Ciência e Tecnologia e o setor de Ciências Humanas e Sociais, no período de 2005 a 2009. Os resultados sugerem que o setor de Ciência e Tecnologia é mais eficiente em termos de qualidade de pesquisa do que o setor de Ciências Humanas e Sociais, que em contrapartida, alcança maior eficiência nas atividades de ensino. Concluíram que o índice de satisfação do aluno foi uma variável de saída que exerceu forte influência nos resultados obtidos. Finalizam opinando que a avaliação dos alunos devem ser um importante indicador qualitativo para as instituições de ensino superior, já que o ensino superior é orientado para os clientes, ou seja, os alunos.

Neves e Bandeira (2016) realizaram uma análise temporal da eficiência relativa de 93 departamentos acadêmicos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, no período de 1998 e 2007, empregando a técnica da análise envoltória de dados e utilizaram indicadores ligados ao ensino, pesquisa e extensão. Dentre outras conclusões, observaram que a adição de um professor não reflete proporcionalmente na produtividade, e a exclusão de um professor pode não refletir proporcionalmente em diminuição de outputs. Apontaram ainda que a sinergia pode fazer com que esses resultados sejam maiores.

Sîrbu *et al.* (2016) utilizaram a Análise Envoltória de Dados para medir a eficiência relativa de departamentos acadêmicos da Faculdade de Economia da Universidade Agrária Estadual da Moldávia entre os períodos de 2009 a 2014. Foram selecionados doze insumos e dois produtos que influenciam fortemente a eficiência dos departamentos acadêmicos. Duas variáveis de insumos de pesquisa foram selecionadas com base na titulação científica e na atividade docente. Como *outputs*, foram selecionadas doze variáveis que expressam diretamente o desempenho acadêmico de cada docente individualmente. Como resultados, foi determinado o nível e a pontuação do desempenho acadêmico no nível de professores individuais e departamentos da estrutura do corpo docente. No mais alto desempenho acadêmico dentro da Faculdade de Economia foi registrado no Departamento "Línguas Estrangeiras" enquanto a nota mais baixa foi obtida pelo departamento "Economia e Relações Econômicas Internacionais". Portanto, o último departamento deve intensificar as atividades de pesquisa e ensino. Ainda, segundo os autores, pelas diferenças observadas entre as pontuações registradas por professores e departamentos individuais, a alta direção da Universidade Agrária Estadual da Moldávia poderia introduzir um esquema de pagamento de contingência para estimular o corpo docente a obter um desempenho acadêmico mais alto.

Mogha *et al.* (2018) avaliaram o desempenho relativo dos departamentos acadêmicos da Universidade de *NorthCap*, em *Gurgaon*, na Índia, nos anos letivos de 2014 e 2015. O estudo foi realizado com duas variáveis de entradas: número de docentes e não docentes; e quatro variáveis de saídas: total de alunos matriculados, total de alunos aprovados, alunos colocados para emprego e índice de pesquisa. O modelo *dual CCR* baseado em análise envoltória de dados (DEA) foi usado para a avaliação da eficiência. Os resultados mostraram que dos 07 departamentos acadêmicos avaliados, 04 foram tecnicamente eficientes com pontuação média de eficiência de 0,899. Os outros três departamentos ineficientes estão operando com retornos crescentes de escala. Sendo a eficiência técnica global média dos departamentos é de 89,90%, indicou que em média, os departamentos ineficientes não estão utilizando seu potencial por 10,10%; ou seja, esses departamentos ainda podem aumentar sua produção sem novos insumos.

Na UFJF, Leal *et al.* (2018) utilizaram a análise envoltória de dados em 18 departamentos acadêmicos. O modelo CCR foi utilizado, com três modelos diferentes, que se diferenciaram pelas variáveis de entradas e saídas escolhidas para a análise. Um dos objetivos do trabalho era mostrar a sensibilidade quanto a inclusão ou não de variáveis de interesse para determinar a eficiência acadêmica das unidades, sendo assim, observaram que apenas foi classificada como eficiente nos três modelos. Consequentemente as demais DMUs que foram classificadas como eficientes nos diferentes modelos se alternavam, sendo assim, concluíram que a DEA pode ser uma ferramenta útil na gestão das universidades, desde que as variáveis selecionadas para o modelo sejam adequadas, pois o resultado do modelo vai ser fortemente influenciado pela escolha das variáveis e como estas são utilizadas, como no caso, ser classificada como uma variável de entrada ou saída.

Moreira *et al.* (2019) analisaram o desempenho das IFEs que aderiram ao REUNI, e buscaram identificar os fatores condicionantes da eficiência, entre os anos de 2008 e 2015. Apontam que o programa REUNI possibilitou que as instituições menores expandissem a oferta de vagas. O programa possuía como meta global a elevação da relação alunos em cursos presenciais por professor para 18. Entretanto a média desse índice em 2008 foi de 12,3 alunos por professor, e atingindo um patamar ligeiramente superior (12,5) em 2015, sendo assim, na média, as IFEs não alcançaram a meta estabelecida. A homogeneidade entre as universidades cresceram, com referência a média de alunos por professor. Pela análise do *score* de eficiência, concluíram que as universidades federais operam abaixo de suas capacidades e que quanto maiores forem as relações de alunos por professor, alunos por servidor e o tamanho da universidade, maior é a relação positiva com o desempenho.

Em Taiwan, Chen e Chang (2021), utilizaram a DEA para avaliar as eficiências agregadas, técnicas e de escala de 33 departamentos acadêmicos da *National Chung Cheng University*. Os autores utilizaram o modelo DEA BBC para analisar as variáveis de entrada relativas ao número de professores, despesa com funcionamento e área ocupada (espaço físico). Como variáveis de saídas, utilizaram as horas no ensino, número de publicações e bolsas externas. Apontam que uma universidade deve investigar não apenas os resultados produzidos por cada departamento, mas também os recursos utilizados na produção desses resultados. Portanto, é necessário avaliar melhor se os departamentos usam com eficiência seus recursos limitados para atingir seus objetivos. Concluíram que dos 33 departamentos analisados, apenas o departamento de Engenharia Mecânica é eficiente, com pontuações de eficiência agregada, eficiência técnica e eficiência de escala com valor 1, indicando que é o departamento que mais se destaca e pode ser considerado o departamento de referência da *Chung Cheng University*.

**Quadro 1.** Pesquisas selecionadas para as evidências empíricas e suas variáveis (continua).

<b>Autor(s)</b>	<b>Variáveis</b>	<b>Input/Output</b>
Soliman <i>et al.</i> (2014)	Nº de alunos matriculados no semestre/nº de professores equivalentes.	Input
	Nº de servidores técnico-administrativos/nº de professores equivalentes.	
	Nº total de projetos (pesquisa + extensão).	Output
	Média dos conceitos preliminares dos cursos da unidade.	
Duguleană e Duguleană (2015)	Nº de horas convencionais pagas para todos os membros do departamento.	Input
	Nº de coordenadores de programas de doutorado em sua área de reconhecimento em nível nacional e universitário.	
	Percentual de metas planejadas atingidas de pontos de avaliação das atividades anuais de pesquisa científica.	Output
	Nº de estudantes de doutorado matriculados em programas de doutorado.	
	Nº de programas de licença coordenados por cada departamento.	
Gökşen <i>et al.</i> (2015)	Nº de programas mestres coordenados por cada departamento.	Input
	M <sup>2</sup> ocupado pela Unidade.	
	Nº de Pessoal Docente.	Output
	Nº de Pessoal Administrativo.	
	Nº de Publicações.	
Barra e Zotti (2016)	Nº de Estudantes Graduados.	Input
	O montante total de recursos financeiros que o departamento gasta em atividades de pesquisa.	
	O montante total de recursos financeiros que o corpo docente destina às atividades de ensino.	
	Nº total de alunos matriculados.	
Barra e Zotti (2016)	Nº de publicações.	Output
	O financiamento externo total para pesquisa obtido.	
	Índice de produção científica.	
	Nº de graduados ponderado por sua classificação de grau.	
	O índice de satisfação do aluno.	
Neves e Bandeira (2016)	Índice de titulação dos docentes.	Input
	Capacidade Docente.	
	Nº de monitores (bolsistas).	
	Matrícula-hora = média de alunos por turma * carga horária total.	Output
	Percentual de aprovação de alunos.	
	Créditos ministrados na pós-graduação.	
	Produção intelectual.	
	Dissertações de mestrado.	
	Teses de doutorado.	
	Projetos de extensão.	
	Certificados de extensão.	
	Bolsas de extensão.	
	Número de publicações	
	Total de subsídios externos	

**Quadro 1.** Pesquisas selecionadas para as evidências empíricas e suas variáveis (conclusão).

<b>Autor(s)</b>	<b>Variáveis</b>	<b>Input/Output</b>
Sîrbu <i>et al.</i> (2016)	Grau científico do professor.	<i>Input</i>
	Grau acadêmico do professor.	
	Nº de participantes com teses em eventos.	
	Nº de publicações internacionais.	
	Nº de publicações nacionais.	
	Nº de publicações nacionais e internacionais (monografias e livros).	
	Nº de publicações nacionais e internacionais (trabalhos acadêmicos e capítulos em trabalhos).	
	Nº de participantes em eventos nacionais e internacionais como coordenadores de projetos.	
	Nº de participantes em eventos nacionais e internacionais como membro.	
	Período de estudos de doutoramento.	
	Idade de conclusão do Doutorado.	
	Promoção de realizações científicas nos meios de comunicações em massa.	
	Participações em conferências científicas, <i>workshops</i> , exibições e mesas redondas.	
	Os dados relativos às missões e treinos dos professores.	
Mogha <i>et al.</i> (2018)	Nº de Professores.	<i>Input</i>
	Nº de Funcionários Administrativos.	
	Total de Alunos Matriculados (Graduação e Pós-graduação).	<i>Output</i>
	Total de Alunos Formados (Graduação e Pós-graduação).	
	Total de estudantes empregados.	
Leal <i>et al.</i> (2018)	Nº de pesquisas publicadas em revistas.	<i>Input</i>
	Índice de Titulação de Docentes.	
	Capacidade Docente.	<i>Output</i>
	Discentes qualificados.	
	Produção de Pós-Graduação Qualificada.	
Moreira <i>et al.</i> (2019)	Produção Intelectual Qualificada.	<i>Output</i>
	Egressos.	
	O custo corrente da Universidade Federal.	<i>Input</i>
	Nº de alunos na graduação.	<i>Output</i>
	Nº de alunos na pós-graduação.	
Chen e Chang (2021)	Nº de professores e pessoal de administrativo e apoio	<i>Input</i>
	Despesas Operacionais	
	M <sup>2</sup> de área ocupada da Universidade	<i>Output</i>
	Hora de crédito efetiva total	
	Número de publicações	
	Total de subsídios externos	

Fonte: O autor.

### 3.4 Variáveis e Procedimentos da Pesquisa

Avaliar a eficiência de ensino, pesquisa e extensão dos departamentos universitários é uma tarefa muito difícil. Quando o DEA é usado para avaliar o desempenho da eficiência dos

departamentos universitários, é necessário determinar os indicadores representativos que realmente afetam o desempenho do ensino, pesquisa e extensão (CHEN; CHANG, 2021).

Para avaliar a produção dos 62 departamentos acadêmicos da UFRRJ, a presente pesquisa, inicialmente, levou em considerações as variáveis que poderiam ser extraídas do SIG da UFRRJ, quando o Edital da Universidade foi publicado, este serviu de comparação para confirmar se as variáveis consideradas seriam adequadas e representavam, dentro dos limites, a produção dos departamentos.

No ano de 2022 a UFRRJ recebeu 22 novas vagas para o cargo de Professor do Magistério Superior. Ficou constatado que a universidade não possuía uma metodologia para realizar a distribuição das vagas. Diante do impasse, começaram as discussões acerca do tema na administração superior e conselhos superiores. Foi realizada uma chamada pública, onde os departamentos deveriam enviar dados sobre as variáveis definidas no instrumento. A UFRRJ dividiu as variáveis em duas dimensões: Ensino e Atividades de Pesquisa, Orientação aos Bolsistas e de Extensão.

A dimensão do ensino, basicamente, leva em consideração a carga horária das disciplinas, número de alunos e professores nas turmas de graduação e pós-graduação. A dimensão da pesquisa e extensão representa as atividades de pesquisas, orientações e extensão.

A pesquisa adotou a maioria das variáveis apresentadas pela UFRRJ, que constavam na chamada pública. Todos os dados referentes às variáveis foram retirados, exclusivamente, do SIG da UFRRJ, no módulo SIGAA. Algumas observações sobre as variáveis escolhidas devem ser feitas.

A primeira é referente às cargas horárias das turmas disponibilizadas pelas coordenações de cursos de graduação, que são as atividades acadêmicas, na dimensão do ensino. O instrumento de chamada pública para a alocação de vagas da UFRRJ atribuiu para cada turma disponibilizada, nessas atividades acadêmicas, uma carga horária de 15 horas, para a avaliação da produção dos departamentos (as turmas possuem suas próprias cargas horárias). Essa medida tomada pelo edital da UFRRJ faz muito sentido, pois nessas atividades estão turmas como estágio supervisionado e orientação, que possuem, por exemplo, uma carga horária de 100 horas, mas isso não significa que o professor atue (lecionando) com os alunos durante as 100 horas, como em uma turma regular de graduação, que são disponibilizadas pelos departamentos acadêmicos. Os próprios professores, na maioria das turmas consultadas, já inserem 15 horas nas turmas dessas atividades. Portanto, a presente pesquisa, no momento da tabulação e inserção dos dados referentes às turmas de atividades acadêmicas, adotou a mesma medida utilizada pelo edital da UFRRJ, sendo assim, nas turmas de atividades acadêmicas, especificamente na variável de saída referente a carga horária das turmas, para a avaliação proposta nesta pesquisa, para cada turma disponibilizada pelas coordenações, foi atribuído uma carga horária de 15 horas, ao invés da utilização da carga horária da própria disciplina.

A segunda observação é referente às turmas de Pós-graduação e Atividades Acadêmicas (ENSINO), uma turma pode ter mais de um professor, sendo estes, de departamentos diferentes, pois essas turmas não são disponibilizadas diretamente pelos departamentos, como na graduação, e sim pelos PPGs e Coordenações de Cursos, respectivamente. Nessa situação houve a divisão das horas entre os professores que participaram nas turmas, mantendo-se a quantidade de alunos.

A Terceira observação é sobre a variável de entrada “professores”. Esta pesquisa busca subsidiar os gestores com informações uteis para aplicação no processo de distribuição de novas vagas do magistério superior, realizando uma avaliação da eficiência na utilização do insumo professor nas atividades do magistério superior da universidade. Por esse motivo a

pesquisa optou por apenas um único insumo, os professores. As saídas ou outputs da pesquisa são todos relacionados com a produção dos professores na universidade.

A UFRRJ é uma prestadora de serviços, sendo assim, o insumo “professor” é usado múltiplas vezes nas atividades da universidade, diferentemente, por exemplo, de uma matéria-prima em uma indústria, que após o uso é consumida. No geral, as pesquisas que utilizam a DEA para avaliação da eficiência de departamentos acadêmicos utilizam o tamanho do departamento como input, por exemplo: caso um departamento possua 20 professores, então o valor de 20 vai ser usado como input no modelo DEA para aquela DMU. No estudo que aqui se realiza, caso um departamento possua, por exemplo, 20 professores, a DMU correspondente aquele departamento não terá como input 20 professores no modelo DEA.

A escolha de utilizar a quantidade de vezes que os professores foram empregados nas atividades do magistério superior surgiu no momento da coleta de dados da pesquisa. As Figuras 6-A e 6-B mostram uma mesma disciplina/turma, nos períodos de 2019.1 e 2020.2, respectivamente. Para não expor os departamentos, o nome da disciplina e o nome dos professores foram ocultados. No período de 2019.1 foram alocados dois professores para a turma, cada um com 30 horas, que no final forma uma turma com 60 horas e 18 alunos. No período de 2020.1 foi alocado um professor para a mesma disciplina/turma, com 60 horas e 15 alunos. No modelo DEA, quanto mais insumos são computados para uma DMU, sem que haja um aumento nas saídas, a tendência é aquela DMU se tornar menos eficiente. Assim, quando esses dados foram computados, a DMU correspondente ao departamento recebeu três professores como inputs, 120 horas de carga horária e 33 alunos matriculados como saídas do sistema. Caso usasse dois professores com os mesmos *outputs* a tendência seria ela ser mais eficiente na utilização do insumo professor. Esse padrão foi percebido ao longo da coleta de dados com outros departamentos. Como a pesquisa tem como premissa avaliar a utilização dos professores nas atividades da universidade, optou-se pela abordagem da quantidade de vezes que os professores foram utilizados.

TURMAS ENCONTRADAS (80)							
Ano Período	Docente(s)		Tipo	Modalidade	Situação	Horário	Local
2019.1	Turma 02	(30h) e (30h)	REGULAR	Presencial	CONSOLIDADA	3N23 4N45	-

TURMAS ENCONTRADAS (68)							
Ano Período	Docente(s)		Tipo	Modalidade	Situação	Horário	Local
2020.1	Turma 01	(60h)	REGULAR	Presencial	CONSOLIDADA	5N45 6N23	-

**Figura 6.** Relatório de turmas 2019.1 (A); Relatório de turmas 2020.1 (B).

Fonte: SIGAA da UFRRJ.

Levando em consideração o descrito por ROSANO-PEÑA (2008), para a consolidação dos dados para a execução dos cálculos, evitou-se a inclusão de grande número de insumos e produtos. De acordo com o autor, a consolidação dos insumos e produtos em categorias básicas evita também a redundância. A seguir, no Quadro 2 são mostradas as variáveis utilizadas na pesquisa:

**Quadro 2.** Variáveis referentes aos insumos e saídas dos departamentos acadêmicos da UFRRJ

Variável	Descrição	Tipo
<b>PROF</b> - Professores	Representa a quantidade de vezes que os professores lotados nos departamentos participaram nas atividades referentes ao ensino (nas turmas de Graduação, Pós-graduação e Atividades Acadêmicas) e nas atividades referentes as Pesquisas, Orientação de Bolsistas e Extensão.	<i>Input</i>
<b>H_Ens</b> - Horas dedicadas pelos professores nas atividades de ensino	Representa a carga horária dos professores na dimensão do ensino. Sendo assim, são as horas dedicadas pelos professores dos departamentos na docência, nas turmas de graduação, atividades acadêmicas e pós-graduação.	<i>Output</i>
<b>A_Ens</b> - Alunos Matriculados nas turmas de ensino	Representa a quantidade de alunos matriculados nas turmas atendidas pelos professores lotados nos departamentos, na dimensão do ensino. Abrange as turmas de graduação, pós-graduação e atividades acadêmicas.	<i>Output</i>
<b>A_PBE</b> - Atividades de pesquisas, orientações de bolsistas de (IT e IC) e Extensão	Representa as atividades de Pesquisa, Extensão e Orientação a Bolsistas executadas pelos professores da universidade. A variável é o somatório do número de pesquisas, orientações de bolsistas e atividades de extensão nas quais os professores dos departamentos participaram (como coordenadores nos casos de pesquisas e atividades de extensão).	<i>Output</i>

Fonte: O Autor.

Os dados referentes as orientações de bolsistas englobam os seguintes programas: PIBIC-Af-CNPq, PIBIC-Af-UFRRJ, PIBIC-CNPq, PIBIC-UFRRJ, PIBITI-CNPq, PIBITI-UFRRJ, Voluntário IC, Voluntário IT.

Quanto à orientação do modelo, foi escolhido aos resultados ou *output-oriented*, pois nesse modelo é possível apresentar os valores alvos referentes a produção que podem ser maximizados em cada uma das saídas dos departamentos.

Sobre a orientação do modelo, MOREIRA *et al.* (2019) explica que no caso das IFES, que pertencem à administração pública, percebe-se que a natureza dos insumos utilizados, tais como número de docentes, recursos financeiros, já são escassos. Nesse sentido, o modelo que busca a eficiência voltada para a maximização da produção, mantendo-se os níveis de insumos, apresenta-se mais condizente com a natureza das atividades dessas organizações.

A pesquisa considera que os efeitos de escalas não são aplicáveis às atividades dos departamentos, pois a universidade não tem controle total das suas entradas e saídas.

O modelo selecionado para o cálculo da eficiência relativa entre as DMUs foi o CRS, *constant returns scale*, ou modelo CCR. A escolha deve-se ao fato de o modelo comparar todas as unidades juntas, da mesma maneira, sem classificá-las em escalas, permitindo assim uma competição mais justa, já que o objeto é a distribuição de vagas de professores. Há uma suposição de concorrência entre os departamentos. MELLO *et al.* (2006) colabora para a decisão quando cita que a escolha do modelo CCR ao invés de BCC, justifica-se, pois o CCR atribui eficiência de 100% para unidades com menor input e maior output, independente da relação entre elas. No caso do BBC, um departamento poderia receber vagas de professor só porque é de porte muito grande ou muito pequeno. Também, colabora para a escolha do modelo CCR, alguns pontos negativos presentes no BBC.

Segundo Rubem (2015), apesar do modelo BBC permitir que uma DMU possa ser eficiente, independente da escala em que está inserida, o modelo BBC possui alguns pontos negativos ou inconvenientes, tais como: uma classificação inapropriada de DMUs como eficientes (ALI, 1993); elevação nas pontuações de eficiência, muitas vezes, reduzindo a capacidade de discriminação, em razão do aumento do número de unidades eficientes;

obtenção de pontuações distintas, dependendo da orientação adotada; e eficiências negativas implícitas (MELLO *et al.*, 2013; GOMES JÚNIOR *et al.*, 2013).

Os autores Benício e Soares de Mello (2014) apontam ainda, que uma das características do modelo é a inapropriação de DMUs com *inputs* muito baixos, ou *outputs* muito altos serem consideradas eficientes, por não terem DMU em escalas comparáveis.

A escolha do modelo CCR se mostra viável, pois é possível identificar alguns autores que também o utilizaram na avaliação da eficiência no ensino superior: Leal *et al.* (2018); Soliman *et al.* (2014); Giacomello *et al.* (2014); Rodrigues (2017); e Soliman *et al.* (2017).

O critério de desempate utilizado é o da eficiência composta normalizada, já que é sabido o modelo ser benevolente e algumas DMUs podem ser consideradas eficientes por ter alguma variável proeminente.

A UFRRJ decidiu atribuir pesos às variáveis, 70% nas variáveis da dimensão do ensino e 30% nas atividades de pesquisas e extensão. A pesquisa opta por não atribuir pesos as variáveis por três motivos: o primeiro, o modelo DEA busca atribuir pesos que maximizam a eficiência das DMUs, essa é uma das vantagens do modelo, logo avaliam pelo aquilo que a DMU faz melhor. Segundo, por entender que as atividades de pesquisa e extensão tem a mesma importância que atividades de ensino. Terceiro, a quantidade de produção dos departamentos nas atividades da dimensão de ensino, já pesam a favor dessas variáveis, pois superam em muito as atividades de pesquisa, orientação e extensão.

Quanto a característica de a técnica atribuir pesos automaticamente, podendo gerar distorções nos resultados, casos esses pesos sejam muitos baixos ou altos, as técnicas de fronteira invertida e eficiência composta ajudam na discriminação, possibilitando identificar resultados formados por pesos foras do padrão.

O aplicativo escolhido para a análise dos dados é Sistema Integrado de Apoio à Decisão (SIAD) v.3.0. Os dados são carregados logo após tabulação em um aplicativo de planilhas de cálculo, exportando-o para um arquivo de texto separado por tabulações. O programa calcula os escores de eficiência de cada Unidade Tomadora de Decisão (DMUs) com base nas variáveis definidas como *inputs* e *outputs*. O aplicativo permite utilizar no máximo 100 DMUs e 20 variáveis.

Desenvolvido por um grupo de Pesquisa Operacional da Universidade Federal Fluminense. A escolha do aplicativo se deve ao fato de ter incorporado os dois principais modelos de DEA, e ser gratuito (MEZA *et al.* 2005).

Para a realização da análise proposta, foram selecionadas um total 62 DMUs, que representam todos os departamentos acadêmicos da Universidade. Ainda, são consideradas: uma (01) variável de entrada, e três (03) variáveis de saídas.

A quantidade de DMUs e variáveis atendem a recomendação empírica apresentada por GOMES e MANGABEIRA (2004), onde o número de DMUs seja pelo menos o dobro ou o triplo do número de variáveis.

## 4 RESULTADOS

Neste seguimento são apresentados os resultados da pesquisa e dados referentes às variáveis da pesquisa. Na Tabela 1 é apresentado os valores da produção dos departamentos da UFRRJ utilizadas como entradas e saídas no Modelo DEA.

**Tabela 1.** Produção dos departamentos da UFRRJ – 2019/2020.

DMU	PROF	A_Ens	H_Ens	A_PBE	DMU	PROF	A_Ens	H_Ens	A_PBE
DMU_01	520	11277	21420	33	DMU_32	126	1434	4204	0
DMU_02	165	3174	7847	15	DMU_33	243	3032	7630	30
DMU_03	188	2044	6750	27	DMU_34	155	3303	6080	18
DMU_04	165	2804	8901	9	DMU_35	388	5697	15142	24
DMU_05	397	9280	17537	25	DMU_36	268	6715	11700	9
DMU_06	136	2037	6252	10	DMU_37	476	15680	25604	16
DMU_07	178	3344	5703	4	DMU_38	397	2250	6893	48
DMU_08	229	3835	9045	4	DMU_39	127	1413	5228	6
DMU_09	469	8180	12903	30	DMU_40	360	2020	6761	13
DMU_10	186	2062	5013	17	DMU_41	186	1407	4803	18
DMU_11	292	4910	7509	13	DMU_42	291	3120	6636	7
DMU_12	232	4349	8176	3	DMU_43	382	5236	13190	21
DMU_13	232	6518	15308	0	DMU_44	235	3284	8269	23
DMU_14	305	3977	8638	32	DMU_45	245	2127	6029	20
DMU_15	229	5323	11430	0	DMU_46	590	2478	6693	39
DMU_16	278	6547	14256	15	DMU_47	294	6220	14423	5
DMU_17	152	3911	8838	2	DMU_48	166	2011	5860	8
DMU_18	195	1795	6490	27	DMU_49	154	1488	3309	1
DMU_19	842	7218	9279	33	DMU_50	388	6579	18712	23
DMU_20	212	6056	8824	12	DMU_51	431	4971	17340	44
DMU_21	176	5736	7650	7	DMU_52	553	5746	11734	20
DMU_22	401	9654	16442	40	DMU_53	591	7061	20015	14
DMU_23	194	2723	7684	14	DMU_54	241	4323	11400	7
DMU_24	255	5705	10695	3	DMU_55	296	5433	8850	3
DMU_25	320	5110	13105	24	DMU_56	273	8429	9169	27
DMU_26	500	12443	19415	49	DMU_57	352	5721	9184	22
DMU_27	573	6449	18935	31	DMU_58	494	7123	17895	13
DMU_28	178	3129	7980	10	DMU_59	475	4511	7718	31
DMU_29	364	4865	14475	11	DMU_60	331	3998	10792	27
DMU_30	345	2440	6914	27	DMU_61	544	11815	21324	19
DMU_31	139	2059	5340	9	DMU_62	184	2341	4275	6

Fonte: O Autor.

**Legenda:** **PROF** - Quantidade de vezes que os professores participaram nas atividades de ensino, pesquisa e extensão da universidade. **H\_Ens** - Horas dedicadas pelos professores dos departamentos nas atividades de ensino (graduação, pós-graduação e atividades acadêmicas). **A\_Ens** - Alunos matriculados nas turmas de ensino atendidas pelos professores dos departamentos (graduação, pós-graduação e atividades acadêmicas). **A\_PBE** - Números pesquisas, orientações de bolsistas e atividades de extensão da universidade nas quais os professores dos departamentos participaram (como coordenadores nos casos de pesquisas e atividades de extensão).

Na Tabela 2, seguem as informações referentes a estatística descritiva da produção dos departamentos da UFRRJ.

**Tabela 2.** Estatística descritiva da produção.

Variável	PROF	A_Ens	H_Ens	A_PBE
Média	311,02	4934,19	10574,45	17,71
Mediana	275,5	4430	8844	15,5
Valor Mínimo	126	1407	3309	0
Valor Máximo	842	15680	25604	49
Desvio Padrão	147,46	2941,44	5093,31	12,33
Coef. de Variação	47,41	59,61	48,17	69,63
1.º Quartil	186,5	2539,3	6752,8	7,3
3.º Quartil	394,8	6391,8	13989,5	27,0

Fonte: O autor.

A Tabela 3 mostra a composição das variáveis: A\_Ens e H\_Ens, dimensão do ensino, referente a graduação, pós-graduação e atividades acadêmicas. A partir da soma desses dados, dos períodos de 2019 e 2020, chegou-se nos valores utilizados nas variáveis A\_Ens e H\_Ens, utilizadas no modelo DEA.

**Tabela 3.** Produção na dimensão do ensino (continua).

DMU	Composição das variáveis: A_Ens e H_Ens (ENSINO)											
	Graduação				Pós-graduação				Atividades Acadêmicas			
	Professores Utilizados	Alunos	Horas	Disponibilizadas	Professores Utilizados	Alunos	Horas	Turmas - Participação	Alunos	Horas	Turmas - Participação	
<b>DMU_01</b>	360	8871	19290	353	17	128	570	14	110	2278	1560	104
<b>DMU_02</b>	136	2921	7590	133	10	116	197	10	4	137	60	4
<b>DMU_03</b>	137	1779	6180	119	10	69	420	10	14	196	150	10
<b>DMU_04</b>	150	2757	8760	150	6	47	141	5	0	0	0	0
<b>DMU_05</b>	311	8142	16395	297	21	193	602	16	40	945	540	36
<b>DMU_06</b>	102	1758	5820	97	20	201	372	20	4	78	60	4
<b>DMU_07</b>	167	3310	5535	131	3	24	112	3	4	10	56	4
<b>DMU_08</b>	193	2885	8505	186	2	22	90	2	30	928	450	30
<b>DMU_09</b>	379	7752	11790	336	12	92	540	12	48	336	572	43
<b>DMU_10</b>	95	1728	4110	80	40	140	725	27	34	194	179	34
<b>DMU_11</b>	265	4818	7350	229	0	0	0	0	14	92	159	13
<b>DMU_12</b>	165	3148	6930	118	12	91	466	10	52	1110	780	52
<b>DMU_13</b>	215	6372	14850	204	17	146	458	15	0	0	0	0
<b>DMU_14</b>	220	3577	7050	212	42	314	1570	37	11	86	18	6
<b>DMU_15</b>	195	4865	10920	183	0	0	0	0	34	458	510	34
<b>DMU_16</b>	227	6324	13470	219	36	223	786	28	0	0	0	0
<b>DMU_17</b>	146	3876	8700	131	4	35	138	4	0	0	0	0
<b>DMU_18</b>	132	1542	5850	128	18	91	385	17	18	162	256	18

**Tabela 3.** Produção na dimensão do ensino (continua).

Composição das variáveis: A_Ens e H_Ens (ENSINO)													
DMU	Graduação				Pós-graduação				Atividades Acadêmicas				Turmas - Participação
	Professores Utilizados	Alunos	Horas	Turmas - Disponibilizadas	Professores Utilizados	Alunos	Horas	Turmas - Participação	Professores Utilizados	Alunos	Horas	Atividades Acadêmicas	
DMU_19	784	7108	8550	277	21	87	677	16	4	23	53	4	
DMU_20	178	5497	8520	171	2	29	19	2	20	530	285	19	
DMU_21	144	5014	7170	141	4	36	180	4	21	686	300	21	
DMU_22	246	8321	13920	239	65	451	1772	51	50	882	750	50	
DMU_23	154	2594	7200	150	14	71	424	14	12	58	60	4	
DMU_24	216	5113	10080	209	5	5	150	5	31	587	465	31	
DMU_25	266	4583	12600	255	9	162	190	9	21	365	315	21	
DMU_26	332	9928	16320	328	56	789	2300	54	63	1726	795	53	
DMU_27	475	5951	17595	361	30	145	1157	28	37	353	183	15	
DMU_28	116	2673	6720	116	22	53	915	21	30	403	345	25	
DMU_29	305	4610	13935	245	1	14	45	1	47	241	495	37	
DMU_30	250	1824	4260	96	64	383	2612	56	4	233	42	4	
DMU_31	118	1999	4875	97	7	21	390	7	5	39	75	5	
DMU_32	112	1279	4035	92	0	0	0	0	14	155	169	13	
DMU_33	140	2321	6030	137	24	175	1015	18	49	536	585	39	
DMU_34	108	2795	5340	103	15	120	530	11	14	388	210	14	
DMU_35	179	4307	9930	171	145	483	4612	144	40	907	600	40	
DMU_36	195	5561	10740	195	0	0	0	0	64	1154	960	64	
DMU_37	365	14841	21540	334	49	340	3389	43	46	499	675	45	
DMU_38	266	1673	4770	101	57	341	1820	50	26	236	303	25	
DMU_39	99	1280	4710	81	15	56	443	10	7	77	75	6	
DMU_40	318	1858	5700	120	22	78	960	19	7	84	101	7	
DMU_41	125	1232	3315	100	32	89	1470	26	11	86	18	6	
DMU_42	254	2985	6525	147	2	15	21	2	28	120	90	28	
DMU_43	247	4809	11490	211	40	161	1100	31	74	266	600	64	
DMU_44	161	3084	7065	136	41	152	1154	29	10	48	50	10	
DMU_45	201	1975	5310	143	12	44	665	12	12	108	54	7	
DMU_46	466	1984	4620	122	85	494	2073	52	0	0	0	0	
DMU_47	232	5333	13260	223	15	98	578	15	42	789	585	39	
DMU_48	141	1903	4905	123	17	108	955	17	0	0	0	0	
DMU_49	130	1361	2385	70	16	90	825	15	7	37	99	7	
DMU_50	354	6444	18390	335	11	135	322	11	0	0	0	0	
DMU_51	337	4805	15870	289	39	119	1395	33	11	47	75	5	
DMU_52	393	4702	10395	297	32	399	1010	27	108	645	329	76	
DMU_53	189	5516	10020	179	304	951	8825	294	84	594	1170	78	
DMU_54	129	3674	6810	126	104	642	4575	104	1	7	15	1	
DMU_55	172	3623	7050	155	11	194	272	10	110	1616	1528	106	
DMU_56	193	6811	8295	188	10	143	436	10	43	1475	438	30	
DMU_57	289	5077	8475	233	19	144	593	18	22	500	116	15	
DMU_58	182	4907	10680	182	144	478	4890	141	155	1738	2325	155	

**Tabela 3.** Produção na dimensão do ensino (conclusão).

Composição das variáveis: A_Ens e H_Ens (ENSINO)												
DMU	Graduação				Pós-graduação				Atividades Acadêmicas			
	Horas	Alunos	Professores Utilizados	Turmas - Participação	Horas	Alunos	Professores Utilizados	Turmas - Participação	Horas	Alunos	Professores Utilizados	
<b>DMU_59</b>	402	4003	6960	222	24	216	562	22	18	292	196	18
<b>DMU_60</b>	236	3446	9375	207	32	390	1247	30	36	162	170	32
<b>DMU_61</b>	386	9744	18480	366	56	685	1915	45	83	1386	929	79
<b>DMU_62</b>	169	2279	3945	120	9	62	330	9	0	0	0	0

Fonte: O autor.

A composição da variável A\_PBE é mostrada na Tabela 4, essa variável é o somatório das atividades de Pesquisa, Orientação de Bolsistas e extensão, nas quais os professores dos departamentos participaram no período de 2019-2020. A partir da soma desses dados, chegou-se nos valores da variável A\_PBE, utilizada no modelo DEA.

**Tabela 4.** Produção nas atividades de pesquisas, orientação de bolsistas e extensão (continua).

Composição da variável A_PBE (Atividades de Pesquisa, Orientação de Bolsistas e Extensão).									
DMU	Professores Utilizados	Pesquisas	Orientação (Bolsistas)	Extensão	DMU	Professores Utilizados	Pesquisas	Orientação (Bolsistas)	Extensão
<b>DMU_01</b>	33	9	11	13	<b>DMU_32</b>	0	0	0	0
<b>DMU_02</b>	15	12	2	1	<b>DMU_33</b>	30	13	14	3
<b>DMU_03</b>	27	12	10	5	<b>DMU_34</b>	18	8	8	2
<b>DMU_04</b>	9	2	3	4	<b>DMU_35</b>	24	11	11	2
<b>DMU_05</b>	25	11	10	4	<b>DMU_36</b>	9	1	3	5
<b>DMU_06</b>	10	5	5	0	<b>DMU_37</b>	16	6	6	4
<b>DMU_07</b>	4	2	2	0	<b>DMU_38</b>	48	20	23	5
<b>DMU_08</b>	4	2	1	1	<b>DMU_39</b>	6	3	2	1
<b>DMU_09</b>	30	12	13	5	<b>DMU_40</b>	13	5	5	3
<b>DMU_10</b>	17	8	9	0	<b>DMU_41</b>	18	10	7	1
<b>DMU_11</b>	13	5	6	2	<b>DMU_42</b>	7	4	3	0
<b>DMU_12</b>	3	2	1	0	<b>DMU_43</b>	21	8	11	2
<b>DMU_13</b>	0	0	0	0	<b>DMU_44</b>	23	12	10	1
<b>DMU_14</b>	32	14	17	1	<b>DMU_45</b>	20	10	9	1
<b>DMU_15</b>	0	0	0	0	<b>DMU_46</b>	39	18	19	2
<b>DMU_16</b>	15	6	6	3	<b>DMU_47</b>	5	2	2	1
<b>DMU_17</b>	2	1	1	0	<b>DMU_48</b>	8	4	3	1
<b>DMU_18</b>	27	11	11	5	<b>DMU_49</b>	1	0	1	0
<b>DMU_19</b>	33	16	17	0	<b>DMU_50</b>	23	9	13	1

**Tabela 4.** Produção nas atividades de pesquisas, orientação de bolsistas e extensão (conclusão).

Composição da variável A_PBE (Atividades de Pesquisa, Orientação de Bolsistas e Extensão).							
DMU	Professores Utilizados	Pesquisas	Orientação (Bolsistas)	Extensão	DMU	Professores Utilizados	Pesquisas
<b>DMU_20</b>	12	4	4	4	<b>DMU_51</b>	44	21
<b>DMU_21</b>	7	0	0	7	<b>DMU_52</b>	20	8
<b>DMU_22</b>	40	24	16	0	<b>DMU_53</b>	14	5
<b>DMU_23</b>	14	5	6	3	<b>DMU_54</b>	7	3
<b>DMU_24</b>	3	1	1	1	<b>DMU_55</b>	3	1
<b>DMU_25</b>	24	7	7	10	<b>DMU_56</b>	27	12
<b>DMU_26</b>	49	16	16	17	<b>DMU_57</b>	22	7
<b>DMU_27</b>	31	15	15	1	<b>DMU_58</b>	13	7
<b>DMU_28</b>	10	4	5	1	<b>DMU_59</b>	31	13
<b>DMU_29</b>	11	5	5	1	<b>DMU_60</b>	27	12
<b>DMU_30</b>	27	11	10	6	<b>DMU_61</b>	19	6
<b>DMU_31</b>	9	3	6	0	<b>DMU_62</b>	6	2

Fonte: O Autor.

A Tabela 5 apresenta os resultados do modelo proposto sem restrições aos pesos, com a eficiência composta normalizada como *ranking*, em ordem da DMU mais eficiente para a menos eficiente.

**Tabela 5.** Resultados do DEA-CCR-outputs, sem restrições aos pesos (continua).

DMU	Padrão	Invertida	Composta	Normalizada	DMU	Padrão	Invertida	Composta	Normalizada
<b>DMU_34</b>	1,000000	0,344437	0,827781	1,000000	<b>DMU_24</b>	0,718744	0,525754	0,596495	0,720595
<b>DMU_22</b>	0,994704	0,340098	0,827303	0,999422	<b>DMU_10</b>	0,70866	0,524501	0,59208	0,715261
<b>DMU_02</b>	1,000000	0,360694	0,819653	0,990181	<b>DMU_09</b>	0,672489	0,497541	0,587474	0,709697
<b>DMU_56</b>	1,000000	0,361191	0,819404	0,989880	<b>DMU_39</b>	0,768999	0,599864	0,584567	0,706186
<b>DMU_37</b>	1,000000	0,365078	0,817461	0,987533	<b>DMU_43</b>	0,692162	0,525043	0,583559	0,704968
<b>DMU_26</b>	0,977697	0,342841	0,817428	0,987492	<b>DMU_48</b>	0,683039	0,564005	0,559517	0,675923
<b>DMU_16</b>	0,961062	0,364431	0,798316	0,964404	<b>DMU_57</b>	0,640500	0,524106	0,558197	0,674329
<b>DMU_03</b>	1,000000	0,414651	0,792675	0,957589	<b>DMU_08</b>	0,653230	0,551346	0,550942	0,665564
<b>DMU_21</b>	0,99543	0,419338	0,788046	0,951998	<b>DMU_38</b>	0,841870	0,741067	0,550401	0,664912
<b>DMU_04</b>	0,985114	0,431429	0,776843	0,938464	<b>DMU_41</b>	0,697913	0,603256	0,547329	0,661199
<b>DMU_05</b>	0,904597	0,376343	0,764127	0,923102	<b>DMU_27</b>	0,666999	0,573073	0,546963	0,660758
<b>DMU_17</b>	0,930394	0,405835	0,762279	0,920871	<b>DMU_29</b>	0,695505	0,602924	0,546291	0,659946
<b>DMU_20</b>	0,910097	0,39446	0,757819	0,915482	<b>DMU_58</b>	0,629836	0,585536	0,522150	0,630782
<b>DMU_06</b>	0,922564	0,421422	0,750571	0,906726	<b>DMU_45</b>	0,632737	0,60502	0,513858	0,620766
<b>DMU_18</b>	0,964103	0,465026	0,749538	0,905479	<b>DMU_12</b>	0,604237	0,598406	0,502916	0,607547

**Tabela 5.** Resultados do DEA-CCR-outputs, sem restrições aos pesos (conclusão).

DMU	Padrão	Invertida	Composta	Normalizada	DMU	Padrão	Invertida	Composta	Normalizada
<b>DMU_50</b>	0,912983	0,420935	0,746024	0,901233	<b>DMU_13</b>	1,000000	1,000000	0,500000	0,604024
<b>DMU_51</b>	0,928256	0,447461	0,740398	0,894436	<b>DMU_07</b>	0,596844	0,600664	0,498090	0,601717
<b>DMU_33</b>	0,901309	0,428299	0,736505	0,889734	<b>DMU_11</b>	0,584155	0,589631	0,497262	0,600717
<b>DMU_01</b>	0,857783	0,397851	0,729966	0,881835	<b>DMU_53</b>	0,586024	0,694673	0,445675	0,538397
<b>DMU_28</b>	0,852008	0,429095	0,711456	0,859474	<b>DMU_30</b>	0,560392	0,694205	0,433093	0,523198
<b>DMU_25</b>	0,851039	0,429202	0,710918	0,858824	<b>DMU_55</b>	0,557197	0,71103	0,423084	0,511106
<b>DMU_44</b>	0,846654	0,436312	0,705171	0,851881	<b>DMU_15</b>	0,793125	1,000000	0,396562	0,479066
<b>DMU_36</b>	0,818367	0,433141	0,692613	0,836710	<b>DMU_59</b>	0,515079	0,727718	0,39368	0,475585
<b>DMU_23</b>	0,821948	0,45838	0,681784	0,823628	<b>DMU_62</b>	0,477592	0,707228	0,385182	0,465319
<b>DMU_47</b>	0,799318	0,44929	0,675014	0,815450	<b>DMU_52</b>	0,446681	0,777065	0,334808	0,404464
<b>DMU_14</b>	0,79912	0,466121	0,666499	0,805164	<b>DMU_42</b>	0,429519	0,811103	0,309208	0,373539
<b>DMU_54</b>	0,806116	0,481524	0,662296	0,800086	<b>DMU_32</b>	0,505664	1,000000	0,252832	0,305433
<b>DMU_31</b>	0,781117	0,469733	0,655692	0,792108	<b>DMU_46</b>	0,460264	1,000000	0,230132	0,278010
<b>DMU_35</b>	0,781454	0,473741	0,653857	0,789890	<b>DMU_40</b>	0,395591	1,000000	0,197795	0,238946
<b>DMU_61</b>	0,743779	0,467771	0,638004	0,770740	<b>DMU_49</b>	0,350179	1,000000	0,175089	0,211516
<b>DMU_60</b>	0,748467	0,498417	0,625025	0,755060	<b>DMU_19</b>	0,347517	1,000000	0,173759	0,209909

Fonte: O Autor.

A Tabela 6 apresenta os intervalos de eficiências em que as DMUs da UFRRJ operam, sendo que, são consideradas eficientes aquelas que operam acima de 90% de eficiência.

**Tabela 6.** Intervalos de eficiência das DMUs.

Intervalo de Eficiência	Frequência	Participação %
0,2<= E <0,3	4	6%
0,3<= E <0,4	2	3%
0,4<= E <0,5	4	6%
0,5<= E <0,6	3	5%
0,6<= E <0,7	13	21%
0,7<= E <0,8	9	15%
0,8<= E <0,9	11	18%
0,9<= E <1	15	24%
E=1	1	2%

Fonte: O autor.

A Tabela 7 apresenta as DMUs que servem de comparação (*benchmarking*) para outras unidades, o modelo elegeu seis unidades, na 1.<sup>a</sup> linha da Tabela, que servem de boas práticas para as demais, na 1.<sup>a</sup> coluna, caso essas DMUs desejem se tornar eficientes, devem observar as boas práticas das DMUs alvos.

**Tabela 7.** Unidades para benchmarking.

DMU	DMU_02	DMU_03	DMU_13	DMU_34	DMU_37	DMU_56	DMU	DMU_02	DMU_03	DMU_13	DMU_34	DMU_37	DMU_56
<b>DMU_01</b>	1,102	0,000	0,000	0,827	0,441	0,000	<b>DMU_32</b>	0,000	0,000	0,543	0,000	0,000	0,000
<b>DMU_02</b>	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	<b>DMU_33</b>	0,000	1,101	0,000	0,000	0,000	0,132
<b>DMU_03</b>	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	<b>DMU_34</b>	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000
<b>DMU_04</b>	0,609	0,000	0,278	0,000	0,000	0,000	<b>DMU_35</b>	2,047	0,000	0,216	0,000	0,000	0,000
<b>DMU_05</b>	0,866	0,000	0,000	0,477	0,378	0,000	<b>DMU_36</b>	0,251	0,000	0,049	0,000	0,452	0,000
<b>DMU_06</b>	0,723	0,000	0,072	0,000	0,000	0,000	<b>DMU_37</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000
<b>DMU_07</b>	0,101	0,000	0,030	0,000	0,325	0,000	<b>DMU_38</b>	0,000	2,112	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>DMU_08</b>	0,399	0,000	0,685	0,000	0,009	0,000	<b>DMU_39</b>	0,520	0,000	0,177	0,000	0,000	0,000
<b>DMU_09</b>	0,000	0,000	0,000	1,697	0,203	0,401	<b>DMU_40</b>	2,166	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>DMU_10</b>	0,076	0,524	0,000	0,483	0,000	0,000	<b>DMU_41</b>	0,106	0,896	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>DMU_11</b>	0,000	0,000	0,000	0,586	0,264	0,277	<b>DMU_42</b>	0,900	0,000	0,255	0,000	0,175	0,000
<b>DMU_12</b>	0,010	0,000	0,375	0,000	0,301	0,000	<b>DMU_43</b>	2,023	0,000	0,208	0,000	0,000	0,000
<b>DMU_13</b>	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	<b>DMU_44</b>	0,612	0,469	0,000	0,296	0,000	0,000
<b>DMU_14</b>	0,000	1,152	0,000	0,073	0,000	0,283	<b>DMU_45</b>	0,344	0,888	0,000	0,138	0,000	0,000
<b>DMU_15</b>	0,000	0,000	0,740	0,000	0,120	0,000	<b>DMU_46</b>	0,000	3,138	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>DMU_16</b>	0,896	0,000	0,283	0,000	0,135	0,000	<b>DMU_47</b>	0,381	0,000	0,927	0,000	0,034	0,000
<b>DMU_17</b>	0,104	0,000	0,506	0,000	0,037	0,000	<b>DMU_48</b>	0,781	0,000	0,160	0,000	0,000	0,000
<b>DMU_18</b>	0,000	1,037	0,000	0,000	0,000	0,000	<b>DMU_49</b>	0,135	0,000	0,461	0,000	0,052	0,000
<b>DMU_19</b>	0,000	1,390	0,000	0,000	0,000	2,127	<b>DMU_50</b>	1,679	0,000	0,478	0,000	0,000	0,000
<b>DMU_20</b>	0,000	0,000	0,000	0,098	0,259	0,269	<b>DMU_51</b>	1,667	0,829	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>DMU_21</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,334	0,063	<b>DMU_52</b>	1,789	0,000	0,000	0,725	0,306	0,000
<b>DMU_22</b>	0,000	0,000	0,000	1,901	0,146	0,136	<b>DMU_53</b>	1,593	0,000	1,415	0,000	0,000	0,000
<b>DMU_23</b>	1,136	0,000	0,029	0,000	0,000	0,000	<b>DMU_54</b>	0,579	0,000	0,627	0,000	0,000	0,000
<b>DMU_24</b>	0,000	0,000	0,411	0,000	0,335	0,000	<b>DMU_55</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,622	0,000
<b>DMU_25</b>	1,880	0,000	0,042	0,000	0,000	0,000	<b>DMU_56</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000
<b>DMU_26</b>	0,000	0,000	0,000	1,924	0,144	0,488	<b>DMU_57</b>	0,000	0,000	0,000	1,395	0,135	0,262
<b>DMU_27</b>	3,098	0,000	0,266	0,000	0,000	0,000	<b>DMU_58</b>	1,376	0,000	1,151	0,000	0,000	0,000
<b>DMU_28</b>	0,782	0,000	0,211	0,000	0,000	0,000	<b>DMU_59</b>	0,000	1,571	0,000	0,000	0,000	0,658
<b>DMU_29</b>	1,054	0,000	0,819	0,000	0,000	0,000	<b>DMU_60</b>	1,318	0,604	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>DMU_30</b>	0,000	1,663	0,000	0,030	0,000	0,102	<b>DMU_61</b>	0,850	0,000	0,100	0,000	0,799	0,000
<b>DMU_31</b>	0,768	0,000	0,053	0,000	0,000	0,000	<b>DMU_62</b>	0,280	0,000	0,000	0,291	0,194	0,000

Fonte: O Autor.

## 5 DISCUSSÕES E ANÁLISES

A UFRRJ possui apenas 16 departamentos operando na faixa de eficiência dos 90% (Tabela 6), sendo assim, quase um quarto dos departamentos de toda a universidade não subutilizam o insumo “professor”, ou seja, não há desperdícios, seguem as unidades: DMU\_34, DMU\_22, DMU\_02, DMU\_56, DMU\_37, DMU\_26, DMU\_16, DMU\_03, DMU\_21, DMU\_04, DMU\_05, DMU\_17, DMU\_20, DMU\_06, DMU\_18, DMU\_50.

A DMU\_13, apesar de obter um índice de 100%, em um primeiro momento, após a aplicação de fronteira invertida e eficiência composta normalizada, constatou-se que sua eficiência se deu por conta das variáveis proeminentes relacionadas ao ensino, na primeira análise, coluna 2, da Tabela 6, mas, essa mesma DMU quase não se envolveu em atividades de pesquisa, orientação à bolsistas e atividades de extensão, o que contribuiu para o rebaixamento do seu índice de eficiência, após a realização dos cálculos da eficiência composta.

Com relação ao *benchmarking*, Tabela 7, seis unidades emergiram como referência para as demais, as DMUs eficientes, na 1.<sup>a</sup> linha, e caso os departamentos da 1.<sup>a</sup> coluna, que são menos eficientes queiram melhorar suas eficiências, de acordo com o modelo proposto, devem se espelhar nas unidades de referência.

A DMU\_2 foi referência para 27 unidades:

DMU\_01, DMU\_04, DMU\_05, DMU\_06, DMU\_07, DMU\_10, DMU\_16, DMU\_23, DMU\_25, DMU\_27, DMU\_28, DMU\_29, DMU\_31, DMU\_35, DMU\_39, DMU\_40, DMU\_42, DMU\_43, DMU\_44, DMU\_48, DMU\_50, DMU\_51, DMU\_52, DMU\_53, DMU\_58, DMU\_60 e DMU\_62.

No caso da DMU\_3 foram 09 unidades:

DMU\_14, DMU\_18, DMU\_30, DMU\_33, DMU\_38, DMU\_41, DMU\_45, DMU\_46 e DMU\_59.

Para a DMU\_13, no total, 10 unidades:

DMU\_08, DMU\_12, DMU\_15, DMU\_17, DMU\_24, DMU\_32, DMU\_47, DMU\_49, DMU\_54 e DMU\_61.

A DMU\_34 apresentou 05 unidades:

DMU\_09, DMU\_11, DMU\_22, DMU\_26 e DMU\_57.

A DMU\_37 serve de referência para 03 unidades:

DMU\_21, DMU\_36 e DMU\_55.

Por último, a DMU\_56 serve de referência para 02 unidades:

DMU\_19 e DMU\_20.

Para a análise dos *scores* obtidos pelas DMUs, foram selecionadas as cinco primeiras DMUs e as cinco últimas DMUs no *ranking* formado no modelo DEA. O número de vezes que os professores dos departamentos foram utilizados nas turmas disponibilizadas na graduação, pelos departamentos, na dimensão do ensino (variáveis H\_Ens e A\_Ens) teve forte influência nos resultados. Dentro da dimensão do ensino, as turmas de graduação disponibilizadas pelos departamentos representam a maior parte da produção.

Para efeitos de informação, 11.499 turmas foram disponibilizadas pelos departamentos, no ensino/graduação no período de 2019 e 2020, contra 1789 turmas disponibilizadas pelos PPGs da UFRRJ. As coordenações disponibilizam as turmas de Atividades Acadêmicas na graduação, no período citado anteriormente, sendo disponibilizadas 1.466 turmas.

As DMUS: 32, 46, 40, 49 e 19, são as últimas no *ranking*, em termos de eficiência na utilização do insumo “professor”, assim, esses departamentos utilizam muitas vezes o insumo,

sem possuir saídas proporcionais. Uma explicação para o resultado ruim deve-se, em parte, ao fato desses departamentos atribuírem às turmas de graduação mais de um professor, ou seja, utilizam muitos professores (aumentando as entradas), mas em contrapartida não há um aumento nas saídas (os resultados não aumentam), pois as variáveis de saída A\_Ens e H\_Ens permanecem as mesmas, na prática os professores dividem o magistério das turmas. Em um modelo baseado em uma relação de eficiência produtiva, quando se usa muitos insumos e mantem-se os níveis de saídas, a eficiência diminui.

Por exemplo, a DMU\_04 disponibilizou 150 turmas nos anos de 2019 a 2020 na graduação, utilizando para isso 150 vezes os professores do departamento, logo a relação professor/turmas é 1. A DMU\_19 disponibilizou 277 turmas no período de 2019 a 2020, na graduação, e utilizou 784 vezes os professores do departamento nessas turmas, com uma relação professor/turma 2,8. Sendo assim, para cada turma, esse departamento usou em média quase 3 professores. Esse padrão foi observado nas turmas menos eficientes (Tabela 8). A DMU\_32, apesar de não possuir uma relação alta de professor/turma, não obteve nenhuma saída relativa à variável A\_PBE e não participou em nenhuma turma de pós-graduação da universidade.

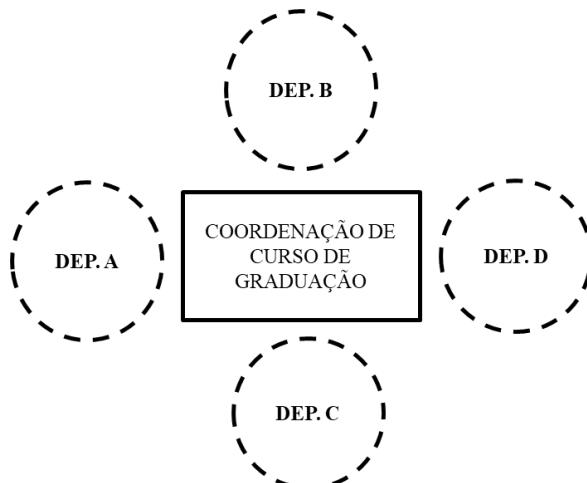
**Tabela 8.** Relação professores/turmas de graduação disponibilizadas pelos departamentos (ENSINO).

DMU	Professores	Turmas	Relação Prof./Turmas
DMU_19	784	277	2,8
DMU_32	112	92	1,2
DMU_40	318	120	2,7
DMU_46	466	122	3,8
DMU_49	130	70	1,9

Fonte: O autor.

Com relação à variável A\_PBE, das 05 DMUs menos eficientes, a DMU\_49 praticamente não se envolveu nessas atividades. AS DMUs 19 e 46 obtiveram um *score* de 33 e 37, respectivamente, na variável A\_PBE, acima da média de 17 atividades da UFRRJ. A DMU\_40 teve um *score* de 10 na variável A\_PBE, ficando abaixo da média.

Com base nas considerações apresentadas, o principal fator do baixo desempenho das 05 DMUs, com os piores rankings, foi a subutilização do insumo professor nas turmas de graduação. Os departamentos também possuem uma característica em comum, estando inseridos em um conjunto de departamentos que atendem apenas um curso de graduação, que a pesquisa considera como Grupo 01, Figura 7. Por exemplo, no curso de graduação em Medicina Veterinária da UFRRJ, os departamentos de Epidemiologia e Saúde Pública (DESP), Microbiologia e Imunologia Veterinária (DMIV), Medicina e Cirurgia Veterinária (DMCV) e Parasitologia Animal (DPA), disponibilizam a maioria das turmas para o curso de Medicina Veterinária. É lógico que o referido curso também recebe turmas de outros departamentos, e os departamentos citados também disponibilizam turmas para outros cursos. Em contrapartida o Departamento de Administração Pública disponibiliza a maioria das suas turmas para o curso de graduação em Administração Pública.



**Figura 7.** Grupo 01.

Fonte: O autor.

Para a análise das cinco primeiras DMUs (34, 22, 02, 56 e 37) que obtiveram os melhores resultados, a pesquisa se volta novamente para as turmas disponibilizadas pelos departamentos na graduação. Lembrando que, as turmas oferecidas pelos departamentos na graduação, compõem as variáveis A\_Ens e H\_Ens. Conforme consta na Tabela 9, as DMUs mais eficientes empregaram o insumo professor de forma mais eficiente nas turmas disponibilizadas por seus respectivos departamentos, assim sendo, não empregaram muitos insumos para obter seus resultados, ficando com a relação de eficiência entre as saídas e entradas melhor. As turmas desses departamentos foram ministradas na grande maioria das vezes por um único professor. Quanto mais perto de 1, significa que a relação entre professores utilizados e turmas disponibilizadas é mais eficiente. Como informado anteriormente, a DMU com o pior escore de eficiência apresentou uma relação de 2,8.

**Tabela 9.** Relação professores/turmas de graduação disponibilizadas pelos departamentos (ENSINO).

DMU	Professores	Turmas	Relação Prof./Turmas
DMU_02	136	133	1,02
DMU_22	246	239	1,03
DMU_34	108	103	1,05
DMU_37	365	334	1,09
DMU_56	193	188	1,03

Fonte: O autor.

Levando em consideração a variável A\_PBE, referente às atividades de Pesquisa, Extensão e Orientação à Bolsistas, das 05 DMUs mais eficientes, a DMU\_22, foi a única que não se envolveu em atividades de extensão, no período de 2019 a 2020. As atividades de extensão fazem parte da variável A\_PBE, que ainda leva em consideração as atividades de pesquisa e orientação aos bolsistas. A respeito da referida variável, todas as DMUs eficientes estão na média ou acima da média da UFRRJ de 17 atividades.

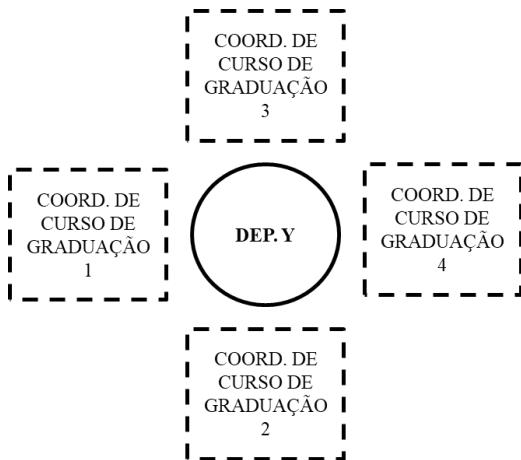
Conforme as considerações realizadas, as DMUs mais eficientes utilizaram os insumos sem “desperdícios”, melhor dizendo, não subutilizaram os professores nas turmas de graduação e obtiveram bons *scores* nas demais variáveis, ficando acima das médias da UFRRJ. Em contrapartida, ao observado nas DMUs menos eficientes, aqui os departamentos fazem parte de um conjunto de departamentos que a pesquisa nomeou de grupo 02, Figura 8,

que possuem a característica de atender apenas a um curso de graduação, como no exemplo citado anteriormente, o Departamento de Administração Pública. Dos 5 analisados, quatro pertencem a esse conjunto. A outra DMU pertence a um conjunto de departamentos que atendem muitos cursos de graduação, como no caso dos departamentos que atendem aos ciclos iniciais dos cursos de graduação, como os departamentos de engenharia, matemática e ciências exatas. Sendo assim, a característica dessas unidades, que a pesquisa chamou de grupo 03, Figura 9, é quando um único departamento atende a vários cursos de graduação.



**Figura 8.** Grupo 02.

Fonte: O autor.



**Figura 9.** Grupo 03.

Fonte: O autor.

E por último, por meio da análise dos alvos de produções para as DMUs, conforme a Tabela 10 é possível perceber que as cinco DMUs mais eficientes possuem os alvos de produção (produção máxima teórica) dos *outputs* iguais aos níveis atuais, isso quer dizer que esses departamentos estariam operando sem subutilizar seus recursos. Como não há subutilização, esses departamentos já estariam utilizando os professores do departamento (insumo) da melhor maneira, ou seja, os seus resultados são gerados aproveitando o insumo ao máximo. Caso essas DMUs necessitem aumentar suas saídas, como por exemplo, oferecer mais turmas ou oferecer novas disciplinas, devem receber novas vagas, pois já atuam no limite que seus insumos permitem, essas DMUs não possuem folgas ou a chamada “gordura para queimar”, podendo ser um indício que esses departamentos estejam mais sobrecarregados quando comparados os demais.

A análise de alvos dos cinco departamentos menos eficientes, também na Tabela 10, revela o quanto esses departamentos devem aumentar suas saídas para se tornarem eficientes, ou seja, utilizando o insumo professor de forma mais eficiente. Esses departamentos não necessitam de novas vagas, pois com insumos atuais, deveriam estar produzindo mais saídas. No caso da DMU\_19, com a quantidade de insumos atuais, esses departamentos poderiam aumentar suas saídas referentes às variáveis A\_Ens, H\_Ens e A\_PBE em 13.552 alunos, 19.606 horas e 62 atividades, respectivamente. Caso a DMU chegassem perto desses valores definidos nas metas, se tornaria eficiente. Essas folgas podem indicar que o departamento é menos sobrecarregado, possuindo assim uma folga ou “mais gordura pra queimar”.

**Tabela 10.** Outputs atuais e seus respectivos alvos.

DMUs Eficientes			DMUs menos eficientes		
	Variável	Atual	Variável	Atual	Alvo
<b>DMU02</b>	PROF	165	165	PROF	842
	A_Ens	3.174,00	3.174,00	A_Ens	7.218,00
	H_Ens	7.847,00	7.847,00	H_Ens	9.279,00
	A_PBE	15	15	A_PBE	33
	Variável	Atual	Alvo	Variável	Atual
<b>DMU22</b>	PROF	401	401	PROF	126
	A_Ens	9.654,00	9.705,40	A_Ens	1.434,00
	H_Ens	16.442,00	16.529,55	H_Ens	4.204,00
	A_PBE	40	40,21298	A_PBE	0,000001
	Variável	Atual	Alvo	Variável	Atual
<b>DMU34</b>	PROF	155	155	PROF	360
	A_Ens	3.303,00	3.303,00	A_Ens	2.020,00
	H_Ens	6.080,00	6.080,00	H_Ens	6.761,00
	A_PBE	18	18	A_PBE	13
	Variável	Atual	Alvo	Variável	Atual
<b>DMU37</b>	PROF	476	476	PROF	590
	A_Ens	15.680,00	15.680,00	A_Ens	2.478,00
	H_Ens	25.604,00	25.604,00	H_Ens	6.693,00
	A_PBE	16	16	A_PBE	39
	Variável	Atual	Alvo	Variável	Atual
<b>DMU56</b>	PROF	273	273	PROF	154
	A_Ens	8.429,00	8.429,00	A_Ens	1.488,00
	H_Ens	9.169,00	9.169,00	H_Ens	3.309,00
	A_PBE	27	27	A_PBE	1
					2,855686

Fonte: O autor.

## 5.1 Comparação com o Resultado do Edital da UFRRJ

O Resultado do Edital da chamada pública da UFRRJ, visando a distribuição das novas vagas de professores do magistério superior, chegou ao final em dezembro de 2022. Conforme a Deliberação N.º 670/2022 - SAOC, 22 departamentos foram considerados aptos para receber novas vagas, com o edital limitando em uma vaga por departamento. Apenas 28 departamentos da UFRRJ participaram do edital.

A chamada pública realizada avaliou os projetos submetidos pelos departamentos por meio de duas óticas, a quantitativa e qualitativa, levando em consideração os últimos 4 anos. A ótica quantitativa leva em consideração seis variáveis da dimensão ensino, com peso de

70%, e quatro variáveis da dimensão de pesquisas e extensão, com peso de 30%. As variáveis da dimensão ensino selecionadas foram:

**Quadro 3.** Variáveis do modelo de distribuição e alocação de vagas docentes relacionadas ao ensino na graduação e pós-graduação em cursos da UFRRJ. (peso 70%).

SIGLA	Variável Somatório	Grupo	Peso (%)
<b>CHDT</b>	Carga Horária Didática Teórica dedicada por cada Docente em Disciplinas da Graduação.	Ensino	16
<b>CHDP</b>	Carga Horária Didática Prática dedicada por cada Docente em Disciplinas de Graduação.	Ensino	18
<b>CHDPG</b>	Carga Horária Didática dedicada por cada Docente em Disciplinas de Pós-graduação (stricto ou lato sensu) da UFRRJ.	Ensino	18
<b>CHDAA</b>	Carga Horária Didática dedicada por cada Docente em Atividades Acadêmicas (AAs), na Graduação e nos Programas de Residência em Medicina Veterinária.	Ensino	10
<b>NADGPGAAS</b>	Número de Alunos nas Disciplinas de Graduação, Pós-graduação e nas Atividades Acadêmicas (AAs), na Graduação e nos Programas de Residência em Medicina Veterinária.	Ensino	10
<b>CHMD</b>	Carga Horária Média dedicada pelos Docentes do Departamento.	Ensino	28
Total			100

Fonte: Chamada Pública UFRRJ.

As variáveis que constavam no Edital de Chamada Pública da UFRRJ, referentes à Dimensão de Pesquisa e Extensão, seguem conforme tabela abaixo:

**Quadro 4.** Variáveis do modelo de distribuição e alocação de vagas docentes, relacionadas às atividades de pesquisa e extensão no âmbito da UFRRJ. (Peso 30%).

Sigla	Variável Somatório	Grupo	Peso (%)
<b>CPExtF</b>	Coordenação ou Vice-coordenação em projetos e programas de extensão com financiamento e cadastrados no SIGAA, ou Orientação de projetos vinculados a bolsas de Iniciação a Extensão (editais da UFRRJ) vigentes ou nos últimos 4 anos (2018-2022)	Extensão	30
Sigla	Variável Somatório	Grupo	Peso (%)
<b>CPExt</b>	Coordenação ou Vice-coordenação em projetos e programas de extensão sem financiamento e cadastrados no SIGAA, com produtos validados pela subunidade acadêmica, ou Orientação de projetos vinculados a estudantes voluntários de Iniciação a Extensão (editais da UFRRJ) vigentes ou nos últimos 4 anos (2018-2022)	Extensão	20
<b>CPPesqF</b>	Coordenação ou Vice-coordenação em projetos de pesquisa com financiamento e cadastrados no SIGAA, ou Orientação de projetos vinculados a bolsas de Iniciação Científica e/ou Tecnológica (editais da UFRRJ), vigentes ou nos últimos 4 anos (2018-2022).	Pesquisa	30
<b>CPPesq</b>	Coordenação ou Vice-coordenação em projetos de pesquisa sem financiamento e cadastrados no SIGAA, com produtos validados pela subunidade acadêmica, ou Orientação de projetos vinculados a estudantes voluntários de Iniciação Científica e/ou Tecnológica (editais da UFRRJ), vigentes ou nos últimos 4 anos (2018-2022).	Pesquisa	20
Total			100

Fonte: Chamada Pública UFRRJ.

Os dados enviados pelos departamentos, por meio de um formulário eletrônico, foram inseridos em modelo de cálculo que consiste no somatório das variáveis de ensino e de extensão e pesquisas. A equação 1, mostra o modelo, referente ao somatório das variáveis da dimensão ensino.

$$FI_{depto} = \sum \left[ \left( \frac{CHDT_i}{V} * 0,16 \right) + \left( \frac{CHDP_i}{V} * 0,18 \right) + \left( \frac{CHDPG_i}{V} * 0,18 \right) + \left( \frac{CHDAA_i}{V} * 0,10 \right) + \left( \frac{NADGPGAA_{S1}}{V} * 0,10 \right) + \left( \frac{CHMD_i}{V} * 0,28 \right) \right] \quad (6)$$

Onde:

- O termo "  $FI_{depto}$ " é o índice acadêmico associado cada termo com um respectivo peso
- O termo "V" é o somatório das seis variáveis acadêmicas de ensino
- CHDT - Carga Horária Didática Teórica dedicada por cada Docente em Disciplinas da Graduação
- CHDP - Carga Horária Didática Prática dedicada por cada Docente em Disciplinas de Graduação
- CHDPG - Carga Horária Didática dedicada por cada Docente em Disciplinas de Pós-graduação (stricto ou lato sensu) da UFRRJ
- CHDAA - Carga Horária Didática dedicada por cada Docente em Atividades Acadêmicas (AAs), na Graduação e os Programas de Residência em Medicina Veterinária

- NADGPGAs - Número de Alunos nas Disciplinas de Graduação e Pós-graduação e nas Atividades Acadêmicas (AAs), na Graduação e nos Programas de Residência em Medicina Veterinária
- CHMD - Carga Horária Média dedicada pelos Docentes do Departamento

A equação 02 mostra o modelo referente ao somatório das variáveis de pesquisa e extensão:

$$F_{iExtPesq} = \sum \left[ \left( \frac{CPExtF_i}{EP} * 0,30 \right) + \left( \frac{CPExt_i}{EP} * 0,20 \right) + \left( \frac{CPPesqF_i}{EP} * 0,30 \right) + \left( \frac{CPPesq_i}{EP} * 0,20 \right) \right] \quad (7)$$

Onde:

- O termo "EP" é o somatório das duas variáveis acadêmicas de extensão e pesquisa
- O termo "*FliExtPesq*" é o índice que leva em conta as atividades de extensão e pesquisa
- CPExtF - Coordenação ou vice coordenação em projetos e programas de extensão com financiamento e cadastrados no SIGAA, ou Orientação de projetos vinculados a bolsas de Iniciação a Extensão
- CPExt - Coordenação ou vice coordenação em projetos e programas de extensão sem financiamento e cadastrados no SIGAA, com produtos validados pela subunidade acadêmica, ou Orientação de projetos vinculados a estudantes voluntários de Iniciação a Extensão
- CPPesqF - Coordenação ou vice coordenação em projetos de pesquisa com financiamento e cadastrados no SIGAA, ou Orientação de projetos vinculados a bolsas de Iniciação Científica e/ou Tecnológica
- CPPesq - Coordenação ou vice coordenação em projetos de pesquisa sem financiamento e cadastrados no SIGAA, com produtos validados pela subunidade acadêmica, ou Orientação de projetos vinculados a estudantes voluntários de Iniciação Científica e/ou Tecnológica

O Resultado da análise quantitativa é chamado de avaliação da Fração Ideal total da subunidade "*FI<sub>total</sub>*", representa a soma das dimensões do ensino e pesquisa/extensão, com seus respectivos pesos.

$$FI_{total} = (FI_{depto} * 0,70 + FI_{iExtPesq} * 0,30) * 100 \quad (8)$$

Os dados referentes à análise qualitativa foram enviados por meio de um formulário de projetos à Comissão Especial de Vagas Docentes no Conselho Superior. Nesse formulário, encontram-se 05 itens, que são avaliados por 03 avaliadores, recebendo notas de 01 a 05 com bases em critérios pré-estabelecidos. Foram criados diversos grupos de avaliadores com 03 componentes, com cada grupo responsável por alguma grande área do conhecimento. Os 05 itens avaliados são referentes ao Planejamento Estratégico de cada departamento:

- Caracterização da Importância do perfil docente para atendimento a demandas;
- Previsão de desenvolvimento de atividades acadêmicas de pesquisa e extensão;
- Previsão de ações para diminuir ou superar problemas de retenção e evasão de discentes;
- Relevância das áreas de atuação docente escolhidas pelo departamento para novos componentes curriculares e inovações pedagógicas;

- Fundamentação da necessidade de vaga docente, com base na expectativa de qualificação e melhoria das atividades.

As notas variam, basicamente, com a capacidade do departamento caracterizar/previr/justificar/demonstrar relevância nos itens avaliados. Após, as notas dos 03 avaliadores são utilizadas para obter a média entre as notas da análise qualitativa, obtendo-se assim o resultado da análise qualitativa.

A média ponderada obtida pelos valores das análises qualitativas e quantitativas é o resultado final dos departamentos no edital, assim o procedimento classificou 22 departamentos para o recebimento de 01 vaga para cada.

Comparando os resultados do edital de chamada pública da UFRRJ com esta pesquisa, baseada no Modelo DEA CCR, é possível verificar que apenas 07 DMUs, das 16 DMUs que foram consideradas eficientes no modelo DEA estavam presentes entre as 22 DMUs que efetivamente receberam as vagas de professor do magistério superior. Por outro lado, 09 DMUs, que obtiveram um score menor ou igual a 70% no modelo DEA, isto é, que não são eficientes na utilização do insumo professor, foram classificadas para o recebimento de nove vagas. E ainda, 06 unidades que ficaram com um *score* entre menor que 90% e maior 70% no modelo DEA receberam novas vagas.

A pesquisa não visa expor os departamentos da Universidade Rural, por isso, para uma comparação mais detalhada entre os resultados, as grandes áreas do conhecimento podem ser úteis. Na Tabela 11 é apresentado o resultado dos 16 departamentos no modelo DEA, classificados por áreas do conhecimento:

**Tabela 11.** Resultado do modelo DEA/área de conhecimento.

Grandes áreas do conhecimento CNPQ		
Departamento	Área de Conhecimento	Ranking
DMU_34	Ciências Humanas	1
DMU_22	Ciências Humanas	2
DMU_02	Ciências Sociais Aplicadas/Ciências Humanas	3
DMU_56	Ciências da Saúde	4
DMU_37	Ciências Exatas e da Terra	5
DMU_26	Ciências Humanas	6
DMU_16	Ciências Sociais Aplicadas	7
DMU_03	Ciências Biológicas/Ciências Sociais Aplicadas	8
DMU_21	Ciências Sociais Aplicadas	9
DMU_04	Ciências Sociais Aplicadas/Ciências Exatas e da Terra	10
DMU_05	Ciências Sociais Aplicadas	11
DMU_17	Ciências Sociais Aplicadas	12
DMU_20	Ciências Sociais Aplicadas	13
DMU_06	Ciências Sociais Aplicadas	14
DMU_18	Ciências da Saúde	15
DMU_50	Ciências Sociais Aplicadas	16

Fonte: O autor.

Os departamentos pertencentes as áreas das Ciências Sociais Aplicadas, Ciências Humanas, Ciências Exatas e da Terra, Ciências da Saúde foram os mais eficientes no Modelo DEA. O resultado do Edital da UFRRJ é mostrado na Tabela 12.

**Tabela 12.** Resultado do Edital UFRRJ: Departamentos contemplados com novas vagas de professor do magistério superior.

Ranking	Departamento	Área de Conhecimento CNPq
1	Dep. de Medicina e Cirurgia Veterinária	Ciências Agrárias
2	Dep. de Educação e Sociedade/IM	Ciências Humanas
3	Dep. de Matemática	Ciências Exatas e da Terra
4	Dep. de Engenharia	Engenharias
5	Dep. de Engenharia Química	Engenharias
6	Dep. de Epidemiologia e Saúde Pública	Ciências Agrárias/Ciências da Saúde
7	Dep. de Psicologia e Orientação	Ciências Humanas
8	Dep. de Arquitetura e Urbanismo	Ciências Sociais Aplicadas
9	Dep. de Letras e Comunicação Social	Linguística, Letras e Artes/Ciências Sociais Aplicadas
10	Dep. de Educação Física e Desportos	Ciências da Saúde
11	Dep. de Tecnologia de Alimentos	Ciências Agrárias
12	Dep. de Ciências Econômicas	Ciências Sociais Aplicadas
13	Dep. de Administração e Turismo/IM	Ciências Sociais Aplicadas
14	Dep. de Economia Doméstica e Hotelaria	Ciências Sociais Aplicadas
15	Dep. de Ciências Farmacêuticas	Ciências da Saúde
16	Dep. de Química Fundamental	Ciências Exatas e da Terra
17	Dep. de Ciência Da Computação/IM	Ciências Exatas e da Terra
18	Dep. de História e Relações Internacionais	Ciências Humanas
19	Dep. de História/IM	Ciências Humanas
20	Dep. de Física	Ciências Exatas e da Terra
21	Dep. de Química Orgânica	Ciências Exatas e da Terra
22	Dep. de Artes	Linguística, Letras e Artes

Fonte: O autor.

Assim, os departamentos ligados as Ciências Sociais Aplicadas e Ciências Humanas obtiveram bons resultados em ambas as metodologias. Na metodologia da UFRRJ, os departamentos ligados às Ciências Exatas e da Terra ascenderam, obtendo bons resultados, seguidos pelos departamentos ligados as Ciências Agrárias, Ciências da Saúde, Engenharias e Linguística, Letras e Artes.

O Edital de Chamada Pública utilizou o número de professores lotados no departamento para obter algumas variáveis do modelo. A pesquisa possui os dados sobre os tamanhos dos departamentos, em um período diferente do edital. Analisando o número de professores lotados nos departamentos, conforme a Tabela 13, isto é o tamanho dos departamentos, no período de 2019 e 2020, como base, é possível observar que dos 22 departamentos ganhadores do Edital da UFRRJ, 13 departamentos estão entre os departamentos com mais professores, considerando um departamento com mais de 20 professores.

Apenas 19 departamentos, de um total de 62, possuem mais de 20 professores. Para realizar a Metodologia DEA, utilizou-se como variável de entrada, a quantidade de vezes que os professores foram utilizados no ensino e nas atividades de pesquisa e extensão. Apesar da diferença entre as variáveis relacionadas aos professores, para efeitos de comparação, dos 16

departamentos considerados eficientes no modelo DEA, 06 departamentos estão entre os 19 departamentos com mais de 20 departamentos.

Com base nas informações coletadas, 68% dos departamentos com mais de 20 professores, foram vencedores do Edital da UFRRJ. Ao passo que no modelo adotado nesta pesquisa, 32% dos departamentos com mais de 20 professores foram considerados aptos para o recebimento de novas vagas.

Com base no exposto, pode haver a possibilidade do modelo adotado pela UFRRJ ter sido influenciado pelo tamanho dos departamentos, não sendo esse, o responsável exclusivo pelo resultado alcançado.

**Tabela 13.** Professores lotados nos departamentos da UFRRJ: 2019-2020.

Departamento	PROF	Departamento	PROF
Dep. de Matemática/ICE	43	Dep. Ciências Meio Ambiente/ITR	16
Dep. de Teoria e Planej. de Ensino/IE	43	Dep. de Ciências Adm. e Sociais/ITR	16
Dep. de Letras e Comunic. Social/ICHS	40	Dep. de Solos/IA	16
Dep. de Adm. e Turismo/IM	39	Dep. de Botânica/ICBS	15
Dep. de Educação e Sociedade/IM	38	Dep. de Ciências Jurídicas	15
Dep. de Economia Doméstica/ICSA	33	Dep. de Computação/ICE	15
Dep. de Engenharia/IT	31	Dep. de Filosofia/ICHS	15
Dep. de Ciências Sociais/ICHS	30	Dep. de Geografia Do/IM	15
Dep. de Arquitetura e Urbanismo/IT	28	Dep. de Tecnol. de Alimentos/IT	15
Dep. de Biologia Animal/ICBS	27	Dep. de Adm. Publica/ICSA	14
Dep. de Ciências Econômicas/ICSA	27	Dep. de Ciências Ambientais/IF	14
Dep. de Engenharia Química/IT	27	Dep. de Ed. Física e Desporto/IE	14
Dep. de Ciências Administrativas/ICSA	26	Dep. de Micro. Imunologia Veterinária/IV	14
Dep. de Física/ICE	25	Dep. de Ciência Da Computação	13
Dep. de Tecnol. e Linguagens-IM	25	Dep. de Geografia/IA	13
Dep. de Med e Cirurgia Veterinária/IV	25	Dep. de Produção Animal/IZ	13
Dep. de Química Fundamental	24	Dep. de Química Analítica	12
Dep. Hist. e Relações Internacionais/ICHS	23	Dep. de Química Orgânica	12
Dep. de Ciências Contab. e Finanças/ICSA	22	Dep. de Genética/ICBS	11
Dep. de Direito, Humanidades Letras/ITR	20	Dep. de Nutrição e Pastagem/IZ	11
Dep. de Ciências Jurídicas/ICHS	20	Dep. de Epidemiologia e Saúde Pública/IV	11
Dep. Desenvolvimento Agric. e Soc./ICHS	20	Dep. Ciências Farmacêuticas/ICBS	10
Dep. de Ciências Econômicas e Exatas/ITR	19	Dep. de Bioquímica	10
Dep. de Ciências Fisiológicas/ICBS	19	Dep. de Parasitologia Animal/IV	10
Dep. de História-IM	19	Dep. de Silvicultura/IF	10
Dep. de Psicologia/IE	19	Dep. de Produtos Florestais/IF	9
Dep. de Artes/ICHS	18	Dep. de Petrologia e Geotectônica/IA	8
Dep. Ed Campo, Mov. Sociais e Diversidade	17	Dep. de Anatomia Animal e Humana/ICBS	6
Dep. de Ciências Econômicas/IM	17	Dep. de Geociências/IA	6
Dep. de Fitotecnia/IA	17	Dep. Reprodução e Aval. Animal/IZ	6
Dep. de Letras/IM	17	Dep. de Entomologia e Fitopatologia/ICBS	6

Fonte: O autor.

## 6 CONCLUSÕES

A Análise Envoltória de Dados é uma ferramenta poderosa, tornando o processo de decisão mais racional, oferecendo subsídios importantes aos gestores. O processo proposto nesta pesquisa visa subsidiar as discussões sobre o tema da distribuição de vagas, como base na relação de eficiência entre saídas e entrada dos departamentos da UFRRJ, possibilitando analisar nível de utilização do insumo “professor” pelos departamentos. Todavia, o processo de decisão além, de contar com dados que sirvam de apoio às decisões, deve considerar as diversas situações subjetivas que envolvem a questão de distribuição de novas vagas. O método proposto não deve ser usado sozinho. Fatores subjetivos devem ser levados em consideração, mesmo assim, a técnica oferece um bom norteamento para a difícil tarefa distribuir novas vagas, que devido aos cortes nos orçamentos das universidades federais brasileiras, são cada vez mais escassas.

Cada departamento tem suas peculiaridades e características. Como mencionado anteriormente, existem situações específicas e subjetivas que devem ser levadas em consideração pelos gestores da universidade.

Podem existir algumas situações, tais como:

- A necessidade de uma nova disciplina em um curso de graduação ou pós-graduação, sendo que nenhum professor do quadro atual consiga suprir.
- Planos futuros, como por exemplo, sobre a criação de novos cursos de graduação ou pós-graduação, exigindo professores com conhecimentos e atuações específicas.

Os resultados mostraram que a quantidade de professores utilizados pelos departamentos nas turmas de graduação, disponibilizadas pelos próprios departamentos, é um fator relevante na eficiência da utilização dos insumos das unidades. Quando um departamento utiliza mais de um professor, em uma única turma, que pertence ao próprio departamento, sua eficiência diminui, pois está utilizando mais insumos nas suas atividades de docência, sem haver *outputs* correspondentes aquele incremento, desta maneira subutilizando o insumo professor. Esse departamento poderia estar no mesmo nível de produção utilizando menos insumos, ou produzindo mais com os insumos que possui (produção teórica). Caso esses departamentos passem a utilizar menos professores nas turmas disponibilizadas na graduação, e participem das demais atividades de ensino, pesquisas e extensão deverão se tornar mais eficientes.

A pesquisa identificou a existência de 03 tipos de departamentos na Universidade, o grupo n.º 01 refere-se a um tipo de departamento, que possui a característica de pertencer a um conjunto de departamentos que orbitam um único curso de graduação. O grupo n.º 02 refere-se a um tipo de departamento, que possui como característica orbitar um único curso de graduação, isto é, um único departamento atende a um único curso de graduação. O grupo n.º 03 refere-se ao departamento que são orbitados por vários cursos de graduação, sendo assim, possuem como característica, um único departamento atendendo a diversos cursos de graduação. Quando analisados os resultados, os departamentos que pertencem ao grupo n.º 02 e grupo n.º 03 se saíram melhor que as unidades pertencentes no grupo n.º 01.

Os 16 departamentos ou DMUs mais eficientes na utilização do insumo “professor” devem ser levados em consideração para o recebimento das novas vagas, pois se encontram no limite do que podem produzir com seus atuais insumos, já que não subutilizam os docentes nas suas atividades. Na prática, são os departamentos que utilizam o insumo professor da melhor forma, de acordo com o modelo utilizado. Os departamentos menos eficientes, de outra maneira, subutilizam o insumo, sendo assim, não precisariam de novas vagas, pois, caso necessitem aumentar a produção, bastaria utilizarem de maneira mais eficiente os insumos

atuais (professores). Apesar da pesquisa considerar um conjunto de variáveis limitadas, excluindo outras variáveis ligadas a produção dos professores, esta análise fornece indicações sobre a utilização dos professores pelos dos departamentos.

A metodologia aplicada nesta pesquisa não fornece um quantitativo de vagas que devem ser alocadas nos departamentos indicados como eficientes, apenas mostra quais unidades devem ser priorizadas, cabendo aos gestores definir o número de vagas que cada departamento deve receber.

## **7 LIMITAÇÕES DO MÉTODO**

A análise proposta possui como limitação a não inclusão de variáveis de aspectos qualitativos, como grau de especialização dos professores, notas obtidas em avaliações de cursos e programas, número de publicações ou qualificação das revistas científicas.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALI, Agha Iqbal. Streamlined computation for data envelopment Analysis. **European Journal of Operational Research**. Elsevier. [Amsterdam], v. 64, n. 1, p. 61-67, january, 1993. ISSN 0377-2217. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(93\)90008-B](https://doi.org/10.1016/0377-2217(93)90008-B).
- ARENALES, Marcos Nereu; ARMENTANO, Vinícius Amaral; MORABITO, Reinaldo; YANASSE, Horacio Hideki. **Pesquisa Operacional Para Cursos de Engenharia**. 1.<sup>a</sup> edição. Rio de Janeiro. Elsevier, p. 523, 2007. ISBN 13: 978-85-352-5193-7.
- BARBOSA, Frederico Celestino; FUCHIGAMI, Hélio Yochihiro. **Análise Envoltória de Dados: Teoria e Aplicações Práticas**. 1.<sup>a</sup> edição. Itumbiara. Editora da ULBRA, p. 100, 2018.
- BARRA, Cristian; ZOTTI, Roberto. Measuring Efficiency in Higher Education: An Empirical Study Using a Bootstrapped Data Envelopment Analysis. **International Advances in Economic Research**. Atlanta, v. 22, n. 01, n. p. 11–33, 2016. DOI: 10.1007/s11294-015-9558-4.
- BENÍCIO, Juliana; MELLO, João Carlos Correia Baptista Soares de. Retornos de escala em DEA: Críticas ao BCC e Novo Modelo. **Temiminós Revista Científica-TeRCi**. Rio de Janeiro, v. 04, n. 02, julho/dezembro, 2014. DOI: 10.13140/2.1.1929.6640.
- BRAILSFORD, Sally; ELDABI, Tillal; KUNC, Martin; MUSTAFEE, Navonil; OSORIO, Andres. Hybrid simulation modelling in operational research: A state-of-the-art review. **European Journal of Operational Research**. Elsevier, [Amsterdam], v. 278, n. 3, p. 721-737, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2018.10.025>.
- BRESSER-PEREIRA, Luiz Carlos. O modelo estrutural de gerência pública. **Revista de Administração Pública**. Rio de Janeiro, v. 42, n. 2, p. 391-410, março/abril, 2008. ISSN: 0034-7612.
- CARMO, Luana Jéssica Oliveira; ASSIS, Lilian Bambirra de; MARTINS, Mariana Geisel; SALDANHA, Cristina Camila Teles; GOMES, Patrícia Albuquerque. Gestão estratégica de pessoas no setor público: percepções de gestores e funcionários acerca de seus limites e possibilidades em uma autarquia federal. **Revista do Serviço Público**. Brasília, v. 69, n. 2, p. 163-191, abril/junho, 2018. <https://doi.org/10.21874/rsp.v69i2>.
- CHARNES, Abraham; COOPER, William Wager; RHODES, Edward Lao. Measuring the efficiency of decision-making units. **European Journal of Operational Research**. Elsevier, [Amsterdam], v. 2, n. 6, p. 429-444, 1978. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8).
- CHEN, Shih-Pin; CHANG, Chung-Wei. Measuring the efficiency of university departments: an empirical study using data envelopment analysis and cluster analysis. **Scientometrics**. Amsterdam, v. 126, n. 6, p. 5263-5284, june, 2021. DOI: 10.1007/s11192-021-03982-3.
- CORREIA, Teresa Cristina Vilardo Domingues; MELLO, João Carlos Correia Baptista Soares de; Meza, Lidia Ângulo. Eficiência técnica das companhias aéreas brasileiras: um estudo com análise envoltória de dados e conjuntos nebulosos. **Production**. Niterói, v. 21, n.

4, p. 676-683, outubro/dezembro, 2011. ISSN 1980-5411. <https://doi.org/10.1590/S0103-65132011005000049>.

DAMACENO, Ludmila Barros. O modelo burocrático e a gestão judiciária: caminhos para a celeridade processual. **Cadernos de Ciências Sociais Aplicadas**. Vitória da Conquista, n.11, p. 11-27, janeiro/junho 2011. e-ISSN 2358-1212.

DATTI, Abdulkadir; AMINU, Abdulhadi. A uniform synchronization problem over max-plus algebra. **Afrika Matematika**. Springer, [Berlin], v. 32, n. 3-4, p. 567-576, october, 2020. <https://doi.org/10.1007/s13370-020-00845-7>.

DUARTE, André Luís Faria; BOENTE, Renata Miranda Pires; MARINHO, Roberta Borrelli de Araújo; ZOUAIN, Deborah Moraes. Produção Acadêmica sobre Accountability: Categorizações na Área de Administração Pública. **Revista Contabilidade, Gestão e Governança**. Brasília, v. 21, n. 3, p. 459-475, setembro/dezembro, 2018. [http://dx.doi.org/10.21714/1984-3925\\_2018v21n3a9](http://dx.doi.org/10.21714/1984-3925_2018v21n3a9).

DIBACHI, Hossein. Measuring the Efficiency and Ranking of Photocatalytic Degradation of AZO dye AR 206 and COD Using Data Envelopment Analysis. **Theory of Approximation and Applications**. Arak, v. 16, n .2, p. 1-15, october, 2022. ISSN 2538-2217.

DUGULEANĂ, Liliana; DUGULEANĂ, Constantin. Data Envelopment Analysis for the efficiency of Academic Departments. **Bulletin of the Transilvania University of Brasov. Series V: Economic Sciences**. Romania, v. 8 (57), n. 2, p. 453-468, december, 2015. ISSN: 2065-2194

FERREIRA, Marco; BRAGA, Marcelo. Eficiência das sociedades cooperativas e de capital na indústria de laticínios. **Revista Brasileira de Economia**. Rio de Janeiro, v. 61, n. 2, p. 231-244, abril-junho, 2007. DOI: 10.1590/S0034-71402007000200005.

FERNANDES, Mateus Meaurio; SPROESSER, Renato Luiz.; PEREIRA, Wemerson Gomes Pereira. Determinants of the technical efficiency of the brazilian sucroenergy industry. **Revista Custos e agronegócio on-line**. Recife, v. 15, n. 4, p. 1-503, october/december, 2019. ISSN 1808-2882.

FIDANOVA, Stefka; LUQUE, Gabriel; ROEVA, Olympia; PAPRZYCKI, Marcin; GEPNER, Pawel. Hybrid Ant Colony Optimization Algorithm for Workforce Planning. **Computer Science and Information Systems**. Poland, v. 15, p. 233-236, october, 2018. DOI: 10.15439/2018F47 ISSN 2300-5963.

GAWRYSZEWSKI, Bruno; MELLO, Livia Mourão de. A agenda da produtividade da confederação nacional da indústria: qual o papel da (contra) reforma do ensino médio? **Revista Pedagógica**. Chapecó, v. 22, p. 1-27, abril, 2020. DOI: <https://doi.org/10.22196/rp.v22i0.5798>.

GIACOMELLO, Cintia Paese; OLIVEIRA, Ronald Lopes de. 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. <http://dx.doi.org/10.5007/1983-4535.2014v7n2p130>.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6.<sup>a</sup> ed. São Paulo. Editora Atlas, p. 200, 2008. ISBN 978-85-224-5142-5.

GÖKŞEN, Yılmaz; DOĞAN, Onur; ÖZKARABACAK, Bilge. A Data Envelopment Analysis Application for Measuring Efficiency of University Departments. **Procedia Economics and Finance**. Elsevier, [Amsterdam], v. 19, p. 226-237, 2015. ISSN 2212-5671.  
[https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(15\)00024-6](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)00024-6).

GOLANY, Boaz; ROLL, Yaakov. An application procedure for DEA. **Omega Journal**. Israel, v. 17, n. 3, p. 237-250, 1989. [https://doi.org/10.1016/0305-0483\(89\)90029-7](https://doi.org/10.1016/0305-0483(89)90029-7).

GOMES, Anara Luana Nunes; SILVA, Napiê Galvê Araújo. Modelos de Administração Pública Presentes na Gestão de Instituições de Ensino Superior (IES). **Revista Eletrônica de Estratégia & Negócios**. Florianópolis, v.13, Edição Especial 1, p. 22-37, 2020. ISSN: 1984-3372.

GOMES, Eliane Gonçalves; MANGABEIRA, João Alfredo de Carvalho. Uso de Análise de Envoltória de Dados em Agricultura: O Caso de Holambra. **ENGEVISTA**. Niterói, v. 6, n. 1, p. 19-27, abril, 2004. DOI: 10.22409/engevista.v6i1.130.

GOMES JÚNIOR, Silvio; MELLO, João Carlos Correia Baptista Soares de; ANGULO MEZA, Lídia. DEA non radial efficiency based on vector properties. **International Transactions in Operational Research**. Wiley-Blackwell, New Jersey, v.20, n.3, p. 341-346, may, 2013. DOI: 10.1111/itor.12000.

IYATA, Adikpe; AYOKUNLE, Omotunde. Towards Fostering the Growth of Operations Research in Nigeria: The Role of Computer Scientists. **American Journal of Operational Research**. California, v. 8, n. 1, p. 1-9, january, 2018. DOI: 10.5923/j.ajor.20180801.01.

JEMRIC, Igor; VUJCIC, Boris. Efficiency of Banks in Croatia: A DEA Approach. **Comparative Economic Studies**. [Oxford], v.44, n. 2, p. 169-193, 2002. DOI: 10.1057/ces.2002.13.

KAUARK, Fabiana da Silva; MANHÃES, Fernanda Castro; MEDEIROS, Carlos Henrique. **Metodologia da pesquisa: guia prático**. 1.<sup>a</sup> edição. Itabuna. Editora Via Litterarum, p. 86, 2010.

LANIUS, Danielle Cristina; JUNIOR, Ivo Teixeira Gico; STRAIOTTO, Raquel Maia. O princípio da eficiência na jurisprudência do STF. **Revista de Direito Administrativo**. Rio de Janeiro, v. 277, n. 2, p. 107-148, maio/agosto, 2018. DOI: 10.12660/rda.v277.2018.76706.

LEAL, Gustavo dos Santos; MORAIS, Gleice Santana; FERREIRA, Victor Cláudio Paradela; SAMPAIO, Danilo de Oliveira; BESSEGATO, Lupércio França. Análise Envoltória de Dados e sua Sensibilidade Quanto a Seleção de Variáveis na Análise de Eficiência de Unidades Acadêmicas da Universidade Federal de Juiz de Fora. **Revista Horizontes Interdisciplinares da Gestão**. Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 106-134, julho/dezembro, 2018. ISSN: 2594-7788.

LEMOS, Jenna Emanuela Soares de; RIBEIRO FILHO, Carlos Alberto de Sousa; RIBEIRO, Rhubens Ewald Moura; MOURA, Kaíque Barbosa de; CAVALCANTE, Rodrigo Ribeiro Costa; FONSECA, Aluysio Ricardo Nunes. Supporting Decisions and Guiding Results with

use of Indicators in Public Management. **Research, Society and Development**. Vargem Grande Paulista, v. 9, n. 8, p. 01-18, june, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i8.5587.

LINS, Marcos Estellita; LOBO, Maria Stella de Castro; MOREIRA DA SILVA, Angela Cristina; FISZMAN, Roberto; RIBEIRO, Vagner José de Paula. O uso da Análise Envoltória de Dados (DEA) para avaliação de hospitais universitários brasileiros. **Ciência & Saúde Coletiva**. Rio de Janeiro, v. 12, n. 4 p. 985-998, 2006. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232007000400020>. ISSN 1678-4561.

LIMA, Bruno Roberto de. Reforma administrativa e estabilidade no serviço público: da Administração Gerencial ao Clientelismo Pós-Democrático. **Revista do Ministério Público de Contas do Estado do Paraná**. Curitiba, v. 8, n. 14, p. 156-176, janeiro/junho, 2021. ISSN: 2359-0955.

MARIANO, Enzo Barberio; ALMEIDA, Mariana Rodrigues de; REBELATTO, Daisy Aparecida do Nascimento. Princípios Básicos para uma Proposta de Ensino sobre Análise por Envoltória de Dados. **Editora Universidade de Passo Fundo. Anais do XXXIV Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia**. Passo Fundo, p. 37-50, setembro, 2006. ISBN 85-7515-371-4.

MANZOOR, Azhar. A Look at Efficiency in Public Administration: Past and Future. **SAGE Publications**. SAGE Open, Newbury Park, v. 4, n. 4, october/december, 2014. <https://doi.org/10.1177/2158244014564936>.

MARCHETTI, Dalmo; WANKE, Peter. Brazil's rail freight transport: Efficiency analysis using two-stage DEA and cluster-driven public policies. **Socio-Economic Planning Sciences**. Elsevier, [Amsterdam], v. 59, p. 1-17, september, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2016.10.005>.

MEC. Portal da Secretaria de Educação Superior, **Diretrizes Gerais do REUNI**. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/sesu/arquivos/pdf/diretrizesreuni.pdf>>. Acesso em 12/09/2020.

MELLO, João Carlos Correia Baptista Soares de; GOMES, Eliane Gonçalves; LETA, Fabiana Rodrigues; SOARES DE MELLO, Maria Helena Campos. Algoritmo de Alocação de Recursos Discretos com análise de Envoltória de Dados. **Pesquisa Operacional**. Rio de Janeiro, v. 26, n. 2, p. 225-239, maio/agosto, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0101-74382006000200003>.

MELLO, João Carlos Correia Baptista Soares de; GOMES, Eliane Gonçalves; ANGULO MEZA, Lídia; LETA, Fabiana Rodrigues. DEA Advanced Models for Geometric Evaluation of used Lathes. **WSEAS Transactions on Systems**. Athens, v. 7, n. 5, p. 510 - 520, may, 2008. ISSN: 1109-2777.

MELLO, João Carlos Correia Baptista Soares de; ANGULO MEZA, Lídia; SILVEIRA, Juliana Quintanilha da; GOMES, Eliane Gonçalves. About negative efficiencies in cross evaluation BCC input-oriented models. **European Journal of Operational Research**. Elsevier, [Amsterdam], v. 229, n. 3, p. 732-737, september, 2013. DOI:10.1016/j.ejor.2013.02.020.

MEZA, Lidia Angulo; NETO, Luiz Biondi; MELLO, João Carlos Correia Baptista Soares de; GOMES, Eliane Gonçalves. ISYDS – Integrated System for Decision Support (SIAD –

Sistema Integrado de Apoio a Decisão): a software package for data envelopment analysis model. **Pesquisa Operacional**. Rio de Janeiro, v.25, n.3, p 493-503, december, 2005. DOI: 10.1590/S0101-74382005000300011.

MIRANDA, Lara Caxico Martins; KEMPFER, Marlene. Administração pública gerencial brasileira e os desafios para prosseguir na sua implementação. **Revista do Direito Público**. Londrina, v. 13, n. 3, p. 130-152, dezembro, 2018. DOI: 10.5433/24157-108104-1.2018v13n3. ISSN: 1980-511X.

MOGHA, Sandeep Kumar; KUMAR, Alok; KUMAR, Amit, KUNROO, Hussain Kunroo. Performance Measurement of Academic Departments: Case of a Private Institution. In: Pant, M., Ray, K., Sharma, T., Rawat, S., Bandyopadhyay, A. (EDS) Soft Computing: Theories and Applications. **Advances in Intelligent Systems and Computing**. Springer, Singapore, v. 584, 2018. [https://doi.org/10.1007/978-981-10-5699-4\\_36](https://doi.org/10.1007/978-981-10-5699-4_36).

MOREIRA, Ney Paulo; BENEDICTO, Gideon Carvalho de; CARVALHO, Francisval de Melo. Discussão de alguns condicionantes da eficiência em universidades federais brasileiras a partir do Reuni. **Revista do Serviço Público**. Brasília, v. 70, n. 3, p. 429-457, julho/setembro, 2019. <https://doi.org/10.21874/rsp.v70i3>.

NEVES, Rodrigo Meleu das; BANDEIRA, Denise Lindstrom. Avaliação Longitudinal de Departamentos Acadêmicos Utilizando Análise Envoltória de Dados. **Revista Gestão Universitária na América Latina – GUAL**. Florianópolis, v. 9, n.3, p. 131-156, setembro, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.5007/1983-4535.2016v9n3p131>.

NESTICO, Antonio; MOFFA, Rosalia. Economic analysis and Operational Research tools for estimating productivity levels in off-site construction. **Journal Valori e Valutazioni**. Italy, v. 20, p. 107-126, 2018. ISSN 2036-2404.

NOLETO, Sylvana de Oliveira Bernardi; OLIVEIRA, João Ferreira de. Estado, Educação Superior e Universidade no Brasil: Processos de Reconfiguração em Tempos de Reestruturação do Capital. **Revista Brasileira de Política e Administração da Educação**. Brasília, v. 35, n. 2, p. 427, agosto, 2019. ISSN 2447-4193.

SOBRAPO. **O que é pesquisa operacional?** Portal da Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional. Disponível em: <<https://www.sobrapo.org.br/o-que-e-pesquisa-operacional>>. Acesso em: 03/03/2022.

PAHLANIE, Rivanie; GHAZALI, Achmad; DARYANTO, Wiwiek Mardawiyah. Workforce Planning to Support Company Target Achievement. **International Journal of Business, Economics and Law**. Malaysia, v. 22, n. 1, p. 88-96, august, 2020. ISSN 2289-1552.

PINTO, Bruna Patrícia Ferreira; SILVA, Márcia Regina Pereira; OLIVEIRA, Gustavo Paschoal Teixeira de Castro; MARQUES, Vinícius Pinheiro. Renovação e Eficiência: Administração Pública Gerencial no Âmbito Judiciário. **Revista Humanidades e Inovação**. Tocantins, v.8, n.51, p. 91-102, julho, 2021. ISSN: 2358-8322.

PIRES, Roberto; LOTTA, Gabriela; OLIVEIRA, Vanessa Elias de. **Burocracia e Políticas Públicas no Brasil**: interseções analíticas. Brasília, Editora IPEA/ENAP, p. 413, 2018. ISBN: 978-85-7811-331-5.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. Metodologia do Trabalho Científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2<sup>a</sup> edição. Novo Hamburgo. Editora Feevale, p. 276, 2013. ISBN 978-85-7717-158-3.

RAJU, Nalamolu Venkata Subbaiah. **Operations Research: Operations Research: Theory and Practice**. CRC Press - Taylor & Francis Group. Florida, p. 642, 2020. ISBN: 978-0-367-36596-7.

ROSANO-PEÑA, Carlos. Um Modelo de Avaliação da Eficiência da Administração Pública através do Método Análise Envoltória de Dados (DEA). **Revista de Administração Contemporânea**. Curitiba, v. 12, n. 1, p. 83-106, janeiro/março, 2008. <https://doi.org/10.1590/S1415-65552008000100005>.

ROSANO-PEÑA, Carlos; GOMES, Eduardo Bráz Pereira. **Eficiência e produtividade no setor público:** conceitos e medidas. In: Gestão Judiciária: conteúdos e disciplina. MADURO-ABREU, Alexandre (Organizador). Brasília. Editora IABS, p. 263, 2018. ISBN 978-85-64478-70-1.

RODRIGUES, Marcus Vinícius Sousa; PEREIRA, Rejane Félix; AQUINO, Marisete Dantas de; THOMAZ, Antônio Clécio Fontelles. Avaliação da eficiência relativa do setor eólico dos estados brasileiros no período de 2016 a 2020: uma aplicação da fronteira invertida em análise envoltória de dados. **Revista Tecnologia e Sociedade**. Curitiba, v. 18, n. 51, p. 166-188, abril/junho, 2022. DOI: 10.3895/rts.v18n51.14578.

RODRIGUES, Waldecy. Análise envoltória de dados para avaliação da eficiência da pós-graduação na Amazônia Legal brasileira. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**. Brasília, v. 14, n. 33, p. 1-33, agosto, 2017. <https://doi.org/10.21713/2358-2332.2017.v14.1331>.

RUBEM, Ana Paula dos Santos; MOURA, Ariane Lima de; SOARES DE MELLO, João Carlos Correia Baptista; FERNANDES DOS SANTOS, Bruno Machado. Comparação entre modelo DEA clusterizado pela escala de operação e modelo DEA tradicional para retornos variáveis de escala na avaliação de empresas aéreas brasileiras. **Revistas Transportes**. São Paulo, v. 23, n. 4, p. 21-30, novembro, 2015. DOI:10.14295/transportes.v23i4.984.

SALAS-VELASCO, Manuel. Competitiveness and production efficiency across OECD countries. **Competitiveness Review**. Emerald Publishing, Bingley, v. 29 n. 2, p. 160-180, may, 2019. <https://doi.org/10.1108/CR-07-2017-0043>.

SANTOS, Luiz Carlos dos. A Elaboração de Artigo Técnico-Científico: possível aplicação nas áreas das Ciências Contábeis, da Administração e do Direito. **Revista Diamantina Presença - Educação e Pesquisa**. Itaberaba, v. 2, n. 1, p. 8-24, novembro, 2019.

SETH, Himanshu; CHADHA, Saurabh; SHARMA, Satyendra. Benchmarking the efficiency model for working capital management: data envelopment analysis approach. **International Journal of Productivity and Performance Management**. Emerald Publishing, Bingley, v. 70, n. 7, p. 1528-1560, august, 2020. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-10-2019-0484>.

SILVA, Maurício Corrêa da. Criteria of Evaluation of Public Policies and of Performance: Conceptual and Empirical Aspects. **Governet**. Curitiba, n. 167, p. 227-238, março, 2019. ISSN 1809-6670.

SILVA, Maria Abádia da; PACHECO, Ricardo Gonçalves. Presença da Nova Gestão Pública na educação básica do Distrito Federal - 2007-2020. **Revista Educação e Políticas em Debate**. Uberlândia, v. 10, n. 3, p. 1245-1262, setembro/dezembro, 2021. ISSN: 2238-8346.

SÎRBU, Adrian; CIMPOIES, Dragoş; RACUL, Anatol. Use of Data Envelopment Analysis to Measure the Performance Efficiency of Academic Departments. **Agriculture and Agricultural Science Procedia**. Elsevier, [Amsterdam], v. 10, p. 578-585, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2016.09.037>.

SOLIMAN, Marlon; SILUK, Julio Cesar Mairesse; NEUENFELDT JÚNIOR, Alvaro Luiz; CASADO, Frank Leonardo; PARIS, Sabine Ritter de. Modelagem para avaliação da eficiência técnica de unidades universitárias. **Gestão da Produção, Operações e Sistemas**. Bauru, v. 9, n. 1, p. 69-83, janeiro/março, 2014. DOI: 10.15675/gepros.v0i1.1143.

SOLIMAN, Marlon; SILUK, Julio Cesar Mairesse; NEUENFELDT JÚNIOR, Alvaro Luiz; CASADO, Frank Leonardo. Assessment of technical efficiency of Business Administration Courses in Brazil. **Revista de Administração da Universidade Federal de Santa Maria**. Roraima, v. 10, n. 2, pp. 188-203, abril/junho, 2017. DOI: 10.5902/1983465910916.

TAVARES, Rafael Santos; ANGULO MEZA, Lidia. Uso da análise envoltória de dados para a avaliação da eficiência em cursos de graduação: Um estudo de caso em uma Instituição de Ensino Superior brasileira. **Revista Espacios**. Caracas, v. 38, n. 20, p. 16, janeiro, 2017. ISSN 0798 1015.

TAVARES, Rafael Santos; ANGULO MEZA, Lidia. Performance evaluation of undergraduate courses at a Brazilian Federal University. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**. Rio de Janeiro, v. 29, n. 110, p. 206-233, janeiro/março, 2021. ISSN 1809-4465. <https://doi.org/10.1590/S0104-40362020002802223>.

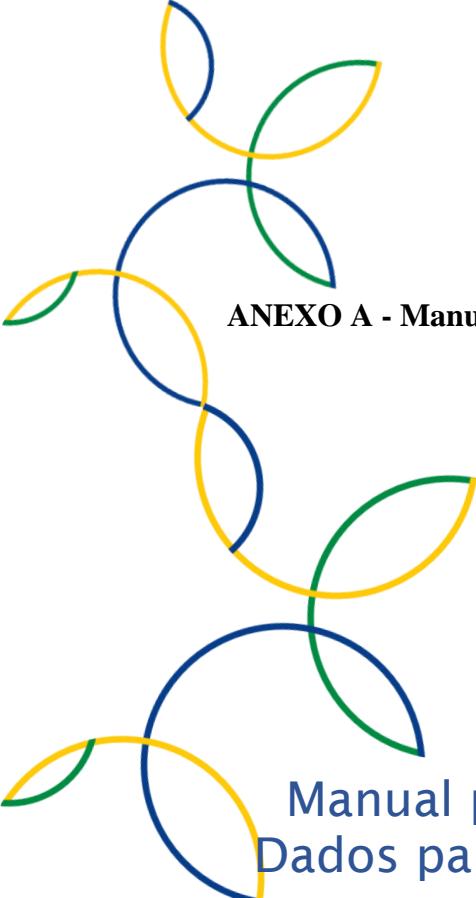
TAMRONGLAK, Amporn. Strategic workforce planning for Thailand public sector. **International Journal of Public Sector Performance Management**. Swiss, v. 5, n. 1, p. 6-25, 2019. DOI:10.1504/ijpspm.2019.096649.

TCU. **Plano Estratégico do Tribunal de Contas da União, Objetivos Estratégicos e Indicadores de Desempenho**. Brasília, 2021. Disponível em: <<https://portal.tcu.gov.br/tcu/paginas/planejamento/2021/fichas/tab8>>. Acessado em: 28/02/2022.

UFFRJ. **Portal da Coordenadoria de Comunicação Social (CCS), página História da UFRRJ**. Disponível em: <<http://institucional.ufrrj.br/ccs/historia-da-ufrrj/>>. Acesso em 10/09/2020.

UFFRJ. Portal da Pró-reitoria de Planejamento, Avaliação e Desenvolvimento Institucional. **Relatório de Gestão 2020**. Disponível em: <[https://portal.ufrrj.br/wp-content/uploads/2021/04/RG\\_25-02\\_PN-compactado.pdf](https://portal.ufrrj.br/wp-content/uploads/2021/04/RG_25-02_PN-compactado.pdf)>. Acesso em 04/02/2020.

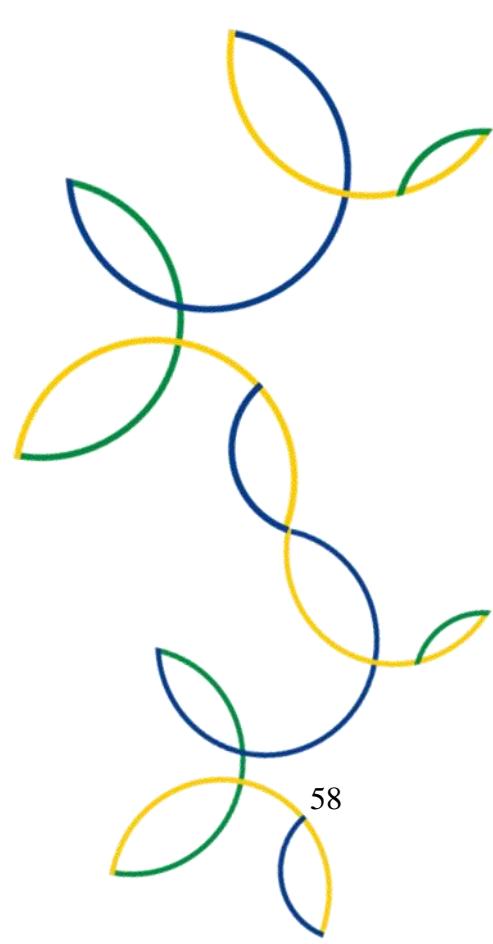
UFFRJ. Portal da Pró-reitoria de Planejamento, Avaliação e Desenvolvimento Institucional. **Relatório de Gestão 2008**. Disponível em: <[https://portal.ufrrj.br/wp-content/uploads/2013/11/relatorio\\_gestao20081.pdf](https://portal.ufrrj.br/wp-content/uploads/2013/11/relatorio_gestao20081.pdf)>. Acesso em 04/02/2020.



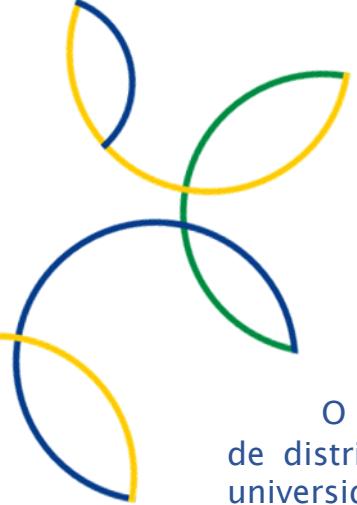
## ANEXOS

### ANEXO A - Manual para Aplicação do Modelo DEA CCR na UFRRJ

Manual para aplicação da Análise Envoltória de Dados para auxiliar o processo de distribuição de novas vagas para o Cargo de Professor do Magistério Superior



2023



## Apresentação

O manual visa auxiliar a Pró-reitora de Gestão de Pessoas no processo de distribuição de novas vagas de professores do magistério superior da universidade.

O manual está dividido em 05 capítulos: O primeiro trata da aquisição dos dados; O segundo e terceiro capítulo mostram como tabular, formatar e preparar os dados para inserção no aplicativo de modelagem; O quarto capítulo é sobre a utilização do aplicativo de modelagem e suas configurações. O quinto capítulo é dedicado à interpretação dos dados.

Uma observação importante, o uso do modelo proposto neste manual, não visa saber qual departamento é o mais eficiente (no geral), ou o mais produtivo, e sim verificar através de um modelo matemático, com base na eficiência, como os departamentos utilizam o insumo “professor”.

A premissa deste manual é utilizar a Análise Envoltória de Dados para medir a eficiência na utilização do insumo “professor” nos departamentos acadêmicos, da universidade, com base nos dados disponíveis no Sistema Integrado de Gestão da Universidade. Assim, busca-se identificar onde há subutilização do insumo professor.

No modelo, subutilização significa que esses departamentos estão utilizando muitos professores, sem ter uma produção equivalente. Parte-se do princípio que se um insumo é utilizado muitas vezes, sem ter uma produção proporcional é um desperdício. Logo, em um departamento que desperdiça o recurso professor, caso esse mesmo departamento precise aumentar sua produção, ele não necessitaria de novos professores, pois bastaria utilizar o insumo atual (professores) de melhor forma para atender a nova demanda, esses departamentos ainda possuem uma “gordura para queimar”. Em oposição, os melhores colocados já estão utilizando o insumo sem desperdício, ou seja, caso precisem aumentar suas saídas, esses departamentos deveriam receber novas vagas.

O manual tem a intenção de fornecer material de apoio aos gestores localizados na PROGEP, não é a proposta dessa cartilha ser considerada como única ferramenta a ser considerada, pois existem outras informações de carácter subjetivos que devem ser levadas em conta pelos gestores, além de informações que não foram levadas em consideração pelo modelo.



Manual confeccionado como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre, no curso de Mestrado Profissional em Gestão e Estratégia (PPGE) do Programa de Pós-Graduação em Administração da UFRRJ.

**Autor:** Fábio Scatamburlo Lzieire Ferreira  
**Orientador:** Professor Doutor Caio Peixoto Chain

LINHA 1 – Gestão de Processos, Projetos, e Tecnologias nas Organizações.

## A Análise envoltória de Dados

A DEA (Data Envelopment Analysis) ou Análise Envoltória de Dados foi desenvolvida em 1978, por CHARNES, COOPER e RHODES, para determinar a eficiência de unidades produtivas, onde não seja relevante ou não se deseja considerar somente o aspecto financeiro. As unidades produtivas ou Decision Making Units DMU são os objetos da pesquisa, podem ser os setores de uma empresa, que possuam mesmos insumos e outputs, como os departamentos de uma Universidade, ou filiais de uma mesma empresa como, por exemplo, lojas que fazem parte de uma rede de fast food, assim sendo passíveis de comparação. A DEA parte do princípio que se uma DMU "A" consegue produzir  $X(A)$  unidades produtos, com  $Y(A)$  unidades de insumos, as outras DMUs deveriam conseguir fazer o mesmo (KUAH *et al.*, 2010).

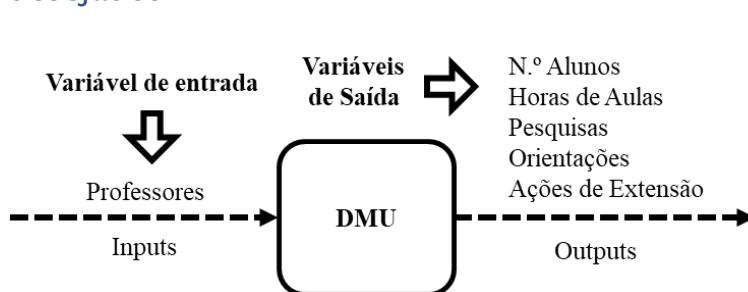
A eficiência, segundo MEZA *et al.* (2005) resulta da comparação do que foi produzido, considerando-se os recursos disponíveis, com o que poderia ter sido produzido com estes mesmos recursos.

Na DEA calcula-se a eficiência de forma comparativa. Para isto, verifica-se a DMU que possui a maior produtividade (pode ser mais de uma) como a padrão, assim, a eficiência das demais DMUs é dada pela razão de sua produtividade pela produtividade da DMU padrão. Sendo assim, a eficiência da DMU mais produtiva será sempre 100% ou estará na fronteira de eficiência. Esse conceito na DEA é conhecido a fronteira de eficiência, é a partir da construção dessa fronteira que é possível calcular a eficiência relativa. Essa fronteira consiste nas DMU que obtiveram os melhores resultados, o máximo de eficiência (100%) e servem de parâmetro para a comparação.

A Análise Envoltória de Dados, de acordo com ZHU (2000), representa uma das mais adequadas ferramentas para avaliar a eficiência, em comparação com ferramentas convencionais. Os resultados da DEA são detalhados, auxiliando no embasamento de recomendações de natureza gerencial.

Seus principais elementos são:

- Decision Making Units (DMUs): É preciso que as unidades sejam homogêneas, ou seja, obtenham os mesmos resultados (produtos) utilizando os mesmos recursos (insumos) com variação apenas de quantidade ou intensidade.
- Outputs (Produtos): São os resultados obtidos pelas DMUs.
- Inputs (Insumos): São os recursos utilizados pelas DMUs para obter os resultados desejados.



Dois modelos são considerados clássicos: o modelo CCR ou CRS e o BCC ou VRS. O CCR vem dos nomes dos autores CHARNES, COOPER e RHODES, já o BBC vem dos autores BANKER, CHARNES AND COOPER. Já o CRS e VRS são referentes a uma característica dos modelos, o CRS significa Constant Returns to Scale e o VRS significa Variable Returns to Scale.

A principal diferença entre os modelos é que o modelo CCR não leva em conta as diferenças de escala entre as DMUs, assim são avaliadas todas juntas, não levando em consideração os tamanhos de cada uma. Já o modelo BBC, mede a eficiência entre as DMUs de maneira que fiquem agrupadas por escalas de operações semelhantes.

As variáveis levadas em consideração para a construção do manual visam subsidiar os gestores no processo de distribuição de vagas docentes nos departamentos, então, buscando um resultado que demonstre a utilização dos professores nas atividades da universidade, optou-se por apenas um único insumo, os professores. As saídas ou outputs propostos no manual são todos relacionados a produção dos professores na universidade.

O modelo selecionado para o cálculo da eficiência relativa entre as DMUs foi o CRS, Constant Returns to Scale, ou modelo CCR. A escolha deve-se ao fato do modelo comparar todas as unidades juntas, da mesma maneira, sem classificá-las em escalas, permitindo assim uma competição mais justa, já que o objeto é a distribuição de vagas de professores. Há uma suposição de concorrência entre os departamentos. MELLO *et al.* (2006) colabora para a decisão quando cita que a escolha do modelo CCR ao invés de BCC, justifica-se, pois o CCR atribui eficiência de 100% para unidades com menor input e maior output, independente da relação entre elas. No caso do BBC, um departamento poderia receber vagas de professor só porque é de porte muito grande ou muito pequeno, não tendo uma ou mais DMUs em escalas comparáveis.

Existem dois tipos de orientações na literatura DEA. Uma é a medida orientada a insumos que visa minimizar os insumos mantendo o nível existente de produtos, e a outra é a medida orientada a produtos que visa maximizar os produtos mantendo os níveis existentes de insumos (MOGHA *et al.*, 2018). Isso significa que as mudanças necessárias para que as unidades ineficientes (índice  $< 1$ ) atinjam a fronteira de eficiência podem ser direcionadas à redução de recursos (orientação input) ou ao aumento de produtos (orientação output). (LINS *et al.*, 2007).

Quanto à orientação da do modelo, foi escolhida aos resultados ou output-oriented, pois nesse modelo é possível apresentar os valores alvos referentes à produção que podem ser maximizados em cada uma das saídas dos departamentos. Na orientação aos inputs, os resultados mostram quanto de insumo uma DMU deve perder para se tornar eficiente, como o insumo são os professores e não é o objetivo do manual diminuir o número de professores, a orientação às saídas é a melhor escolha.

## 1 – Coleta de Dados

Este capítulo visa fornecer informações sobre onde encontrar as fontes dos dados que estão disponíveis no SIG da universidade para a análise, e orientar como extrair e tabular os dados em uma planilha de cálculo.

### 1.1 – Dados da Dimensão Ensino

A dimensão do ensino engloba as turmas disponibilizadas pelos departamentos acadêmicos (onde estão lotados os professores), coordenações de cursos de graduação e os Programas de Pós-graduação da Universidade.

Para a realização da coleta de dados dessa dimensão é preciso acessar o Sistema Integrado de Gestão – Módulo SIGAA, menu “Ensino”, “Consulta de turmas”, após, abrirá uma página como a da imagem 01:

INFORME OS CRITÉRIOS DE BUSCA DAS TURMAS

<input type="checkbox"/> Nível:	-- SELECIONE --
<input type="checkbox"/> Ano-Período:	0 . 0
<input type="checkbox"/> Unidade:	-- SELECIONE --
<input type="checkbox"/> Código do componente:	
<input type="checkbox"/> Código da turma:	
<input type="checkbox"/> Local:	
<input type="checkbox"/> Horário:	
<input type="checkbox"/> Nome do componente:	
<input type="checkbox"/> Nome do docente:	
<input type="checkbox"/> Ofertadas ao curso:	-- SELECIONE --
<input type="checkbox"/> Situação:	CONSOLIDADA
<input type="checkbox"/> Tipo:	TODAS
<input type="checkbox"/> Modalidade de ensino:	TODAS
<input type="checkbox"/> Somente turmas vinculadas ao convênio Probásica	
<input type="checkbox"/> Exibir resultado da consulta em formato de relatório	
<input type="checkbox"/> Exibir resultado da consulta em formato de relatório agrupado por departamento e incluir reservas	
<input type="checkbox"/> Ordenar por:	Ordenar por Componente Curricular
<input type="button" value="Buscar"/> <input type="button" value="Cancelar"/>	

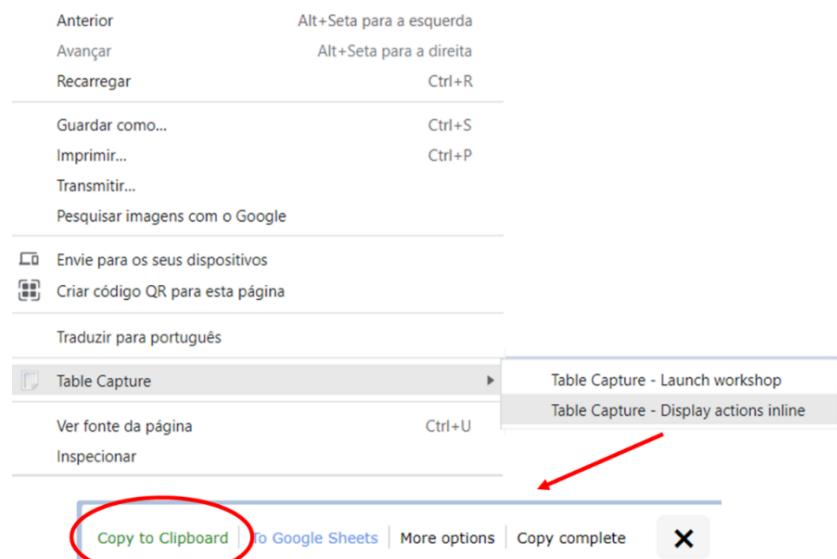
Imagen 01

1. Na caixa de seleção “Nível” é possível escolher os níveis do ensino que queira consultar das turmas disponibilizadas;
2. Na caixa de seleção “Ano-Período” o período letivo a ser consultado;
3. Na caixa de seleção “Unidade” é escolhido o departamento a ser consultado;
4. Por último a caixa de seleção “Situação” deve ser marcada com a opção “CONSOLIDADA”.
5. O sistema vai gerar um relatório conforme a imagem 02.

TURMAS ENCONTRADAS (20)							
Ano Período	Docente(s)	Tipo	Modalidade	Situação	Horário	Local	Mat./Cap.
<b>IH 1133 - ANÁLISE QUALITATIVA EM ESTUDOS ORGANIZACIONAIS (PÓS-GRADUAÇÃO)</b>							
2021.1	Turma 01	REGULAR	Presencial	CONSOLIDADA	7T12345 (13/03/2021 - 24/04/2021)	On-line	49/60 alunos
<b>IH 1134 - ANÁLISE QUANTITATIVA EM ESTUDOS ORGANIZACIONAIS (PÓS-GRADUAÇÃO)</b>							
2021.1	Turma 01	REGULAR	Presencial	ABERTA	7M234 (13/03/2021 - 24/04/2021)	On-line	46/60 alunos
<b>IH 1150 - GESTÃO DA INOVAÇÃO (PÓS-GRADUAÇÃO)</b>							
2021.1	Turma 01	REGULAR	Presencial	CONSOLIDADA	3N1234 (04/01/2021 - 09/02/2021)	Online	12/22 alunos
<b>IH 1130 - GESTÃO DO CONHECIMENTO (PÓS-GRADUAÇÃO)</b>							
2021.1	Turma 01	REGULAR	Presencial	CONSOLIDADA	5N1234 (04/01/2021 - 11/02/2021)	Online	6/22 alunos
<b>PPGE0121.6 - LIDERANÇA E COACHING: TRABALHANDO COM INTELIGÊNCIA EMOCIONAL (PÓS-GRADUAÇÃO)</b>							
2021.1	Turma 01	REGULAR	Presencial	CONSOLIDADA	23T5 23N1234 (08/03/2021 - 09/03/2021)	On-line	19/20 alunos

**Imagen 02**

Como os dados devem ser tabulados em uma planilha de cálculos, para a exportação dos dados, é necessário o uso de programas do tipo “raspagem de dados”, como o programa “Table Capture”, disponível em (<https://www.georgemike.com/tablecapture/>). Com um clique do mouse com o botão secundário, na página onde se encontra o relatório, acessando o menu table capture>Display actions inline>Copy to Clipboard, ele copia o relatório em um formato que pode ser colado na planilha de cálculo, conforme a figura 03:



**Imagen 03**

Observação: As turmas de PPGs e Coordenações de Cursos de Graduação não geram os relatórios informando os departamentos aos quais os professores pertencem, sendo assim, é necessário exportar o nome do professor para a planilha de cálculo para posterior identificação do departamento.

## 1.2 – Dados referentes às atividades de Pesquisa, Orientação de Bolsistas e Extensão

### 1.2.1 - Extensão

Os dados referentes às atividades de extensão podem ser consultados no Sistema Integrado de Gestão – Módulo SIGAA, menu “extensão”, “ações de extensões”. Após, abrirá uma página, conforme a Imagem 04:

**BUSCA POR AÇÕES DE EXTENSÃO**

<input type="checkbox"/> Título da Ação	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/> Tipo de Atividade	<input type="text" value="PROJETO"/>
<input type="checkbox"/> Unidade Responsável:	<input type="text" value="DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS JURÍDICAS (12.28.01.00.00.82)"/>
<input type="checkbox"/> Coordenador:	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/> Ano	<input type="text" value="2023"/>

**Buscar** **Cancelar**

**Imagen 04**

Nessa parte deve-se selecionar apenas a caixa de seleção referente a unidade responsável e o ano, pois assim ele mostrará todas as atividades de extensão desenvolvidas pelo departamento no ano alvo.

O relatório gerado não precisa de tratamento, pois aqui é necessário apenas consultar o número de ações de extensão e o número de professores e inserir na planilha de dados.

### 1.2.2 – Pesquisas

Os dados referentes às pesquisas realizadas na UFRRJ encontram-se no Sistema Integrado de Gestão - Módulo SIGAA, menu “Pesquisa”, “Pesquisadores”, após abrirá uma página como da imagem 05:

**CRITÉRIOS DE BUSCA DOS PROJETOS**

<input type="checkbox"/> Título:	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/> Objetivos (Palavras chaves):	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/> Pesquisador:	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/> Ano:	<input type="text" value="2020"/>
<input type="checkbox"/> Centro:	<input type="text" value="-- SELECIONE UM CENTRO ACADÉMICO --"/>
<input type="checkbox"/> Departamento:	<input type="text" value="DEPARTAMENTO DE ARTES"/>
<input type="checkbox"/> Área de Conhecimento:	<input type="text" value="-- SELECIONE UMA ÁREA DE CONHECIMENTO --"/>
<input type="checkbox"/> Grupo de Pesquisa (Base):	<input type="text" value="-- SELECIONE UM GRUPO DE PESQUISA --"/>
<input type="checkbox"/> Agência Financiadora:	<input type="text" value="Agência Espacial Brasileira"/>

**Buscar** **Cancelar**

**Imagen 05**

Nesta página apenas as caixas de seleção “Ano” e “Departamento” devem ser selecionadas, obtendo-se assim, o número de pesquisas e professores do departamento envolvidos.

### 1.2.3 – Orientação de Bolsistas

Os Dados referentes à orientação de bolsistas se encontram no Sistema Integrado de Gestão – Módulo SIGAA, “Pesquisa”, “Iniciação Científica”, que abrirá uma janela conforme a imagem 06:

**CRITÉRIOS DE BUSCA DOS BOLSISTAS**

<input type="checkbox"/> Aluno:	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/> Orientador:	<input type="text"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Modalidade da Bolsa:	<input type="text" value="PIBIC-AF-CNPq (IC)"/>
<input type="checkbox"/> Centro:	<input type="text" value="-- SELECIONE UM CENTRO ACADÉMICO --"/>
<input type="checkbox"/> Curso:	<input type="text" value="-- SELECIONE UM CURSO --"/>
<input type="checkbox"/> Grupo de Pesquisa:	<input type="text" value="-- SELECIONE UM GRUPO DE PESQUISA --"/>

**Buscar** **Cancelar**

**Imagen 06**

Nesta página apenas deve-se selecionar a modalidade de bolsa, não sendo possível escolher o ano e o departamento. Após clicar em buscar, o relatório vai mostrar todos os bolsistas de todos os anos, e todos os departamentos também, da modalidade. Aqui deve escolher o ano das orientações que se deseja consultar, obtendo-se assim, a quantidade de orientações e a quantidade de professores envolvidos. O nome do professor deve ir para a planilha de cálculo para posterior identificação do departamento.

## 2 - Tratamento dos dados na planilha de cálculos

Neste capítulo será apresentado como extrair dos dados brutos tabulados as variáveis que serão utilizadas no modelo, e formatá-los no padrão que será usado, posteriormente, no Programa de Análise.

### 2.1 – Turmas de Graduação disponibilizadas pelos Departamentos

Os dados das turmas devem estar tabulados, conforme a imagem 07, para a próxima etapa, onde serão extraídos os números de alunos matriculados, quantidade de vezes que os professores foram utilizados pelo departamento e carga horária das turmas.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Ano Período	Turma	Docente(s)	Horário	Mat./Cap.	Departamento	Instituto
2	2019.1	Turma 02	Professor A (60h)	56N23	43/60 alunos	DEPARTAMENTO CIÊNCIAS ADMINISTRATIVAS E SOCIAIS/ITR	ITR
3	2019.1	Turma 02	Professor B (60h)	46N45	48/60 alunos	DEPARTAMENTO CIÊNCIAS ADMINISTRATIVAS E SOCIAIS/ITR	ITR
4	2019.1	Turma 01	Professor A (30h) e Professor C (30h)	23N23	33/60 alunos	DEPARTAMENTO CIÊNCIAS ADMINISTRATIVAS E SOCIAIS/ITR	ITR
5							

Imagem 07

Para contar o número de professores usados nas turmas, pode haver mais de 01 por turma, deve-se usar uma função para contar caracteres específicos, como por exemplo, a fórmula `=NÚM.CARACT(A1)-NÚM.CARACT(SUBSTITUIR(A1;$B$1;""))`.

Onde:

A1 é célula com valor Professor A (60)

B1 é a célula onde se digita o caractere desejado

Na imagem 08, é possível ver como a fórmula funciona. Para descobrir quantos professores existem nas turmas, o caractere “(ou (Parêntese) serve como base, já que a cada professor que participa da turma é inserido entre parênteses a carga horária.

	A	B	C	D	E	F
1	Docente(s)	Caractere desejado	Número de Professores			
2	Professor A (60h)	(	1			
3	Professor B (60h)		1			
4	Professor A (30h) e Professor C (30h)		2			
5						

Imagem 08

Para extrair a carga horária das turmas é necessário incluir dois módulos na aba “Microsoft Visual Basic for Applications”, seguem as instruções para inserir os módulos:

1. No Excel, pressione ALT+F11 para abrir o Editor Visual Basic (VBE).
2. Acessar o menu “Arquivo”, “Importar arquivo...”

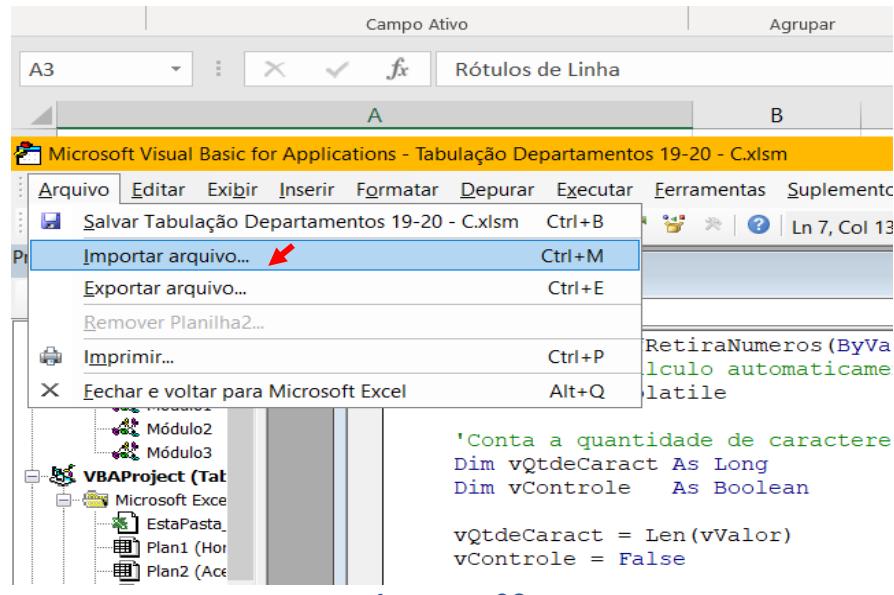


Imagen 09

O primeiro módulo tem a função de extrair os números da célula. É preciso abrir um arquivo em branco do bloco de notas, colar o texto abaixo e salvar o arquivo com o nome “IfRetiraNumeros”:

'Esta função tem por objetivo retirar números de células que contenham conteúdos mistos de números e texto

'sem a possibilidade de serem colunados

Public Function IfRetiraNumeros(ByVal vValor As String) As String

'Atualiza o cálculo automaticamente

Application.Volatile

'Conta a quantidade de caracteres

Dim vQtdeCaract As Long

Dim vControle As Boolean

vQtdeCaract = Len(vValor)

vControle = False

'Para cada caractere identifica se é número ou texto

For i = 1 To vQtdeCaract

'Se for número adiciona no retorno da função

If IsNumeric(Mid(vValor, i, 1)) Then

If vControle = True And IfRetiraNumeros <> vbNullString Then

IfRetiraNumeros = IfRetiraNumeros + "/"

End If

vControle = False

```

IfRetiraNumeros = IfRetiraNumeros & Mid(vValor, i, 1)
Else
    vControle = True
End If
Next
End Function

```

O segundo módulo tem a função de somar os números, após serem extraídos pelo módulo “IfRetiraNumeros”. Como no módulo anterior, é preciso abrir um arquivo em branco do bloco de notas, colar o texto abaixo e salvar como “SumNums”:

```

Function SumNums(rngS As Range, Optional strDelim As String = "/") As Double
    Dim vNums As Variant, lngNum As Long
    vNums = Split(rngS, strDelim)
    For lngNum = LBound(vNums) To UBound(vNums) Step 1
        SumNums = SumNums + Val(vNums(lngNum))
    Next lngNum
End Function

```

Após a inclusão dos módulos, escolher uma célula para a retirada dos números (inclusão da função “IfRetiraNumeros”), como na imagem 10. Após, ir ao menu “Fórmulas”, “Inserir Função”, selecionar a categoria “definido pelo Usuário” e selecionar a função “IfRetiraNumeros”, como na imagem 11.

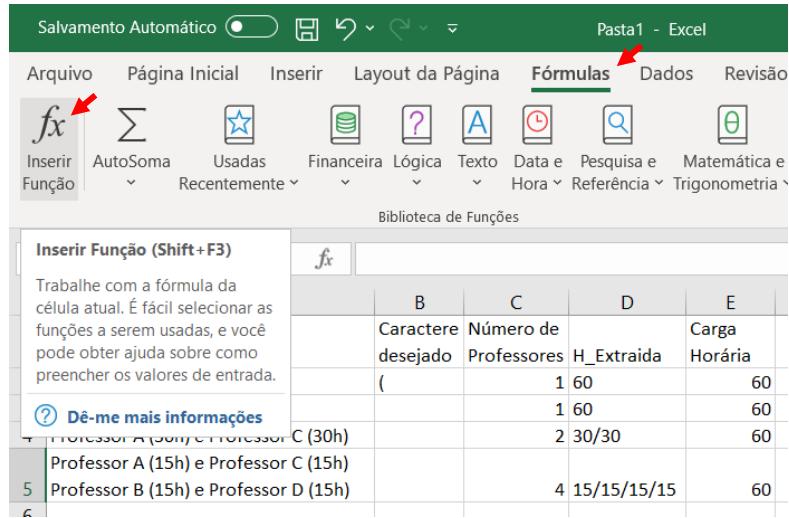


Imagen 10

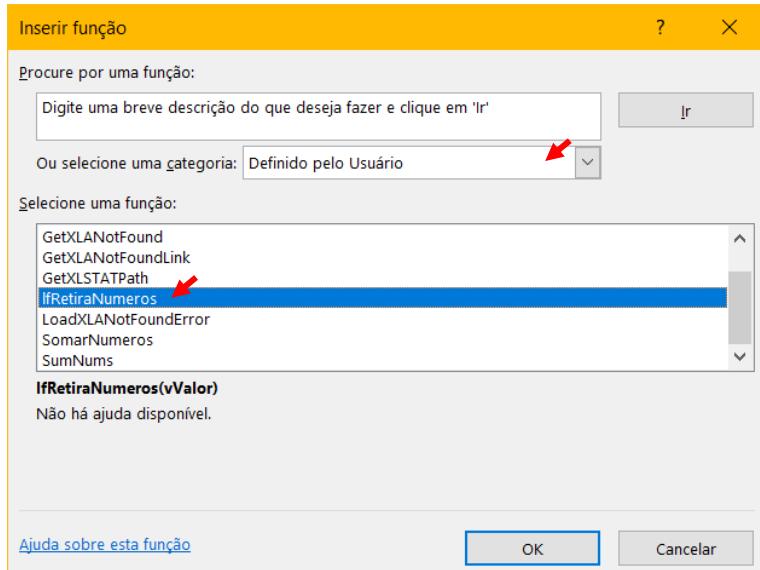


Imagen 11

Para somar as cargas horárias, selecionar a célula a direita da célula onde foram extraídos os números, pois agora ocorrerá a soma dos números, inserido a função definida pelo usuário, como na imagem 11, “SumNums”. As figuras 12 e 13 mostram os resultados:

	A	B	C	D	E
1	Docente(s)	Caractere	Número de		
2	Professor A (60h)	desejado	Professores	H_Extraida	Carga
3	Professor B (60h)	(		1 60	Horária
4	Professor A (30h) e Professor C (30h)			1 60	60
	Professor A (15h) e Professor C (15h)			2 30/30	60
5	Professor B (15h) e Professor D (15h)			4 15/15/15/15	60
6					

Imagen 12

	A	B	C	D	E
1	Docente(s)	Caractere	Número de		
2	Professor A (60h)	desejado	Professores	H_Extraida	Carga
3	Professor B (60h)	(		1 60	Horária
4	Professor A (30h) e Professor C (30h)			1 60	60
	Professor A (15h) e Professor C (15h)			2 30/30	60
5	Professor B (15h) e Professor D (15h)			4 15/15/15/15	60
6					

Imagen 13

A extração dos números de alunos matriculados pode ser feita selecionando a coluna que contém o número de alunos matriculados/capacidade total da turma, e acessando o menu “Dados”, botão “Texto para colunas”. Na janela aberta, escolher a opção “Delimitado” e clicando em avançar, conforme a imagem 14:

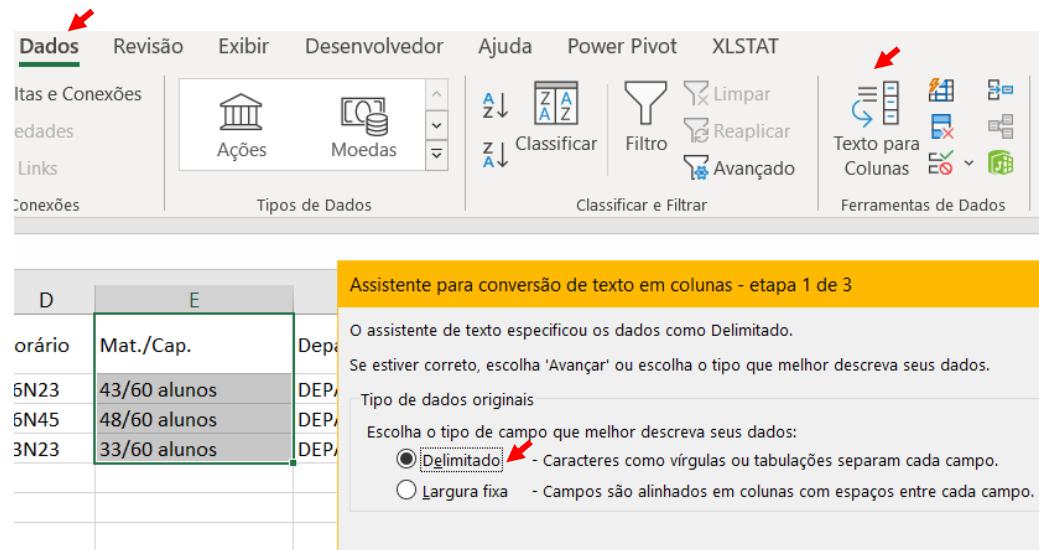


Imagen 14

Continuando no assistente, escolher no menu “Delimitadores” a caixa de seleção “Outros” e digitando o caractere “/” ou barra conforme a imagem abaixo. Como os valores estão entre uma barra na tabela, esse recurso irá criar duas colunas no final da planilha com os valores separados, caso fosse uma vírgula separando os valores, deveria ser usada a opção “Vírgula”.

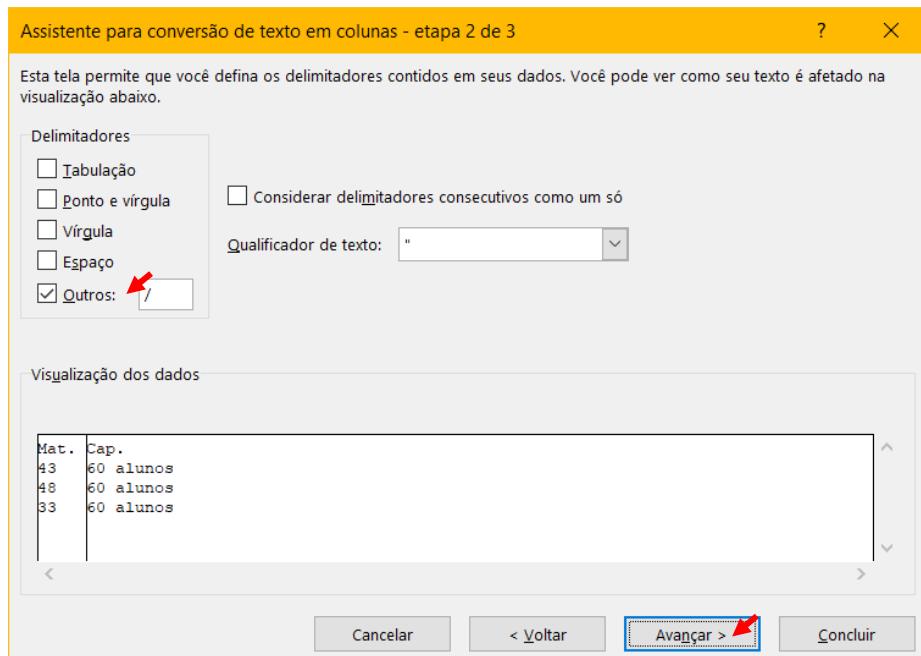


Imagen 15

Finalizando o assistente, deve-se selecionar o destino, recomendasse a última coluna da planilha (após os dados) e concluir.

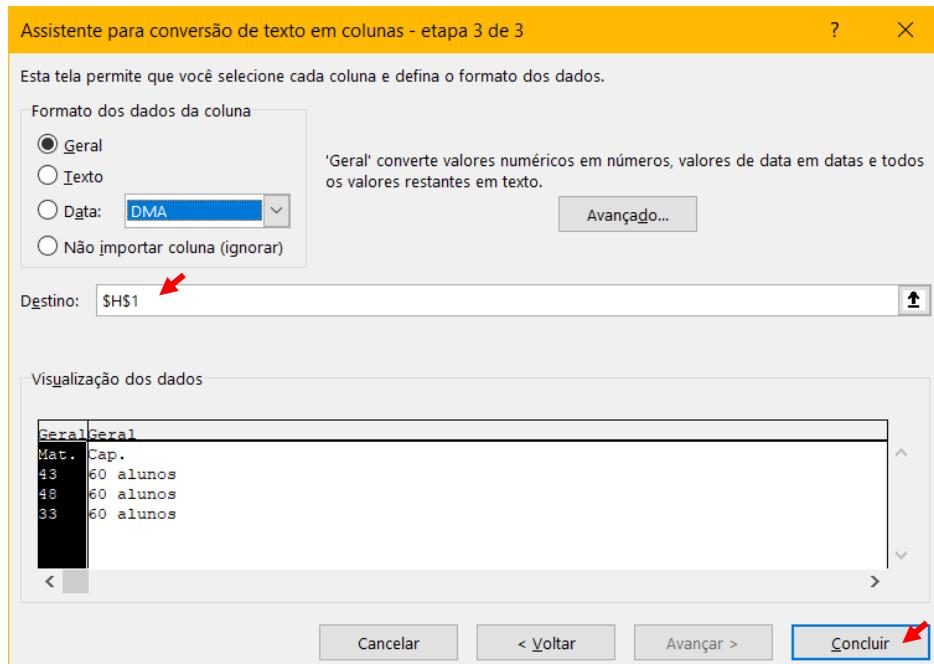


Imagen 16

Conforme mostra a imagem 17, duas colunas foram criadas, separando o conteúdo da célula com base no critério da “barra”.

E	F	G	H	I	J
Mat./Cap.	Departamento	Instituto	Mat.	Cap.	
43/60 alunos	DEPARTAMENTO CIÊNCIAS ADMINISTRATIVAS E SOCIAIS/ITR	ITR	43	60 alunos	
48/60 alunos	DEPARTAMENTO CIÊNCIAS ADMINISTRATIVAS E SOCIAIS/ITR	ITR	48	60 alunos	
33/60 alunos	DEPARTAMENTO CIÊNCIAS ADMINISTRATIVAS E SOCIAIS/ITR	ITR	33	60 alunos	

Imagen 17

Após a realização das etapas, excluir as colunas que não são mais necessárias. A planilha deverá ficar igual a imagem 18, sendo assim, preparada para seguir para a próxima etapa de preparar os dados para a inserção no aplicativo DEA.

A	B	C	D	E	F
1 Ano Período Departamento					
245 2020.2 DEPARTAMENTO CIÊNCIAS DO MEIO AMBIENTE/ITR	60	7	1		
246 2020.2 DEPARTAMENTO CIÊNCIAS DO MEIO AMBIENTE/ITR	45	12	1		
247 2020.2 DEPARTAMENTO CIÊNCIAS DO MEIO AMBIENTE/ITR	60	7	1		
248 2020.2 DEPARTAMENTO CIÊNCIAS DO MEIO AMBIENTE/ITR	60	15	2		
249 2020.2 DEPARTAMENTO CIÊNCIAS DO MEIO AMBIENTE/ITR	60	20	1		
250 2020.2 DEPARTAMENTO CIÊNCIAS DO MEIO AMBIENTE/ITR	60	10	2		
251 2020.2 DEPARTAMENTO CIÊNCIAS DO MEIO AMBIENTE/ITR	45	14	1		
252 2020.2 DEPARTAMENTO CIÊNCIAS DO MEIO AMBIENTE/ITR	60	18	1		
253 2020.2 DEPARTAMENTO CIÊNCIAS DO MEIO AMBIENTE/ITR	90	8	3		
254 2019.1 DEPARTAMENTO CIÊNCIAS ECONÔMICAS E EXATAS/ITR	60	44	1		
255 2019.1 DEPARTAMENTO CIÊNCIAS ECONÔMICAS E EXATAS/ITR	60	7	1		
256 2019.1 DEPARTAMENTO CIÊNCIAS ECONÔMICAS E EXATAS/ITR	60	12	1		
257 2019.1 DEPARTAMENTO CIÊNCIAS ECONÔMICAS E EXATAS/ITR	60	1	1		
258 2019.1 DEPARTAMENTO CIÊNCIAS ECONÔMICAS E EXATAS/ITR	60	18	1		
259 2019.1 DEPARTAMENTO CIÊNCIAS ECONÔMICAS E EXATAS/ITR	60	23	1		
260 2019.1 DEPARTAMENTO CIÊNCIAS ECONÔMICAS E EXATAS/ITR	60	11	1		

Imagen 18

Para finalizar as turmas de graduação, deve-se utilizar a função “Tabela Dinâmica” para obter o somatório da produção no ensino, relativos as turmas de graduação disponibilizadas pelos departamentos. Os dados devem ser selecionados, da célula “A1” a ao final da célula “E”, após, ir ao menu “Inserir”, “Tabela Dinâmica” e acessar “Da Tabela/Intervalo”, conforme a imagem 19:

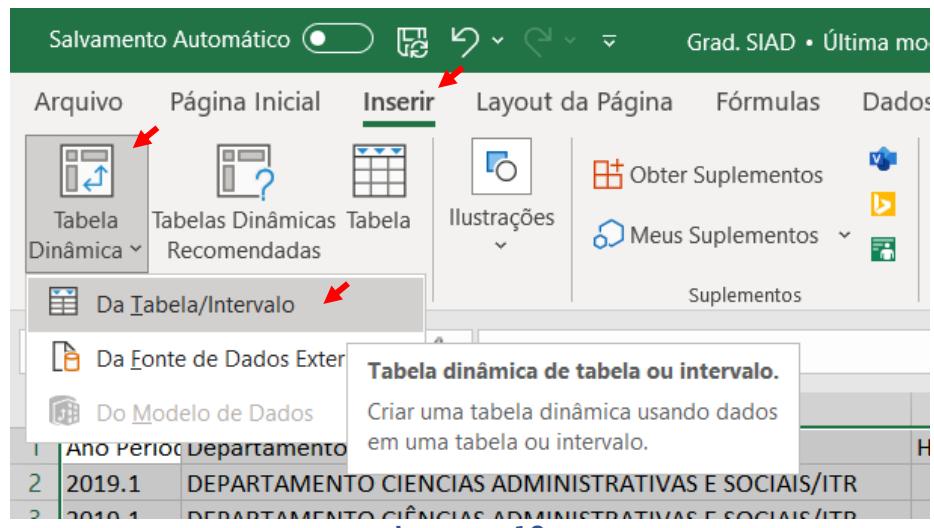


Imagen 19

Após a clicar no menu citado acima, uma janela irá aparecer, conforme a imagem 20, sendo necessário clicar em “OK”.

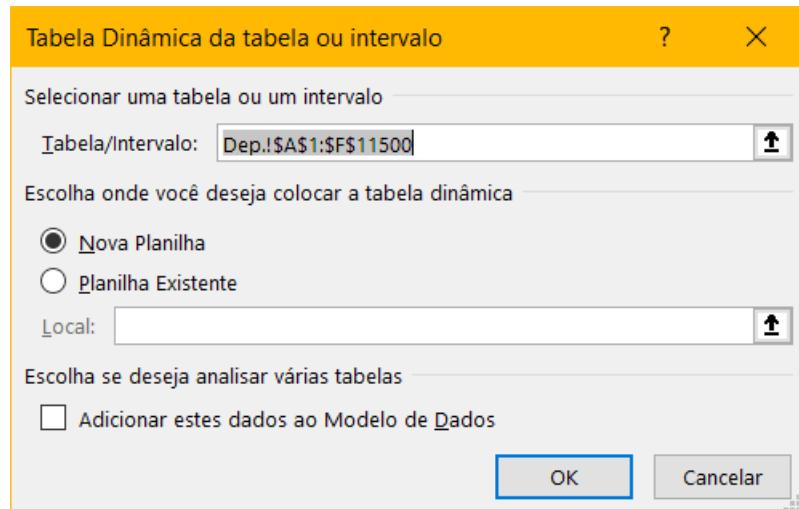


Imagen 20

Após criar a tabela dinâmica, o Excel abrirá uma nova aba, conforme as imagens 20 e 21. Na sequência, selecionar nos campos da tabela dinâmica:

1. Linha: A coluna com o nome dos departamentos;
2. Valores: As colunas com as horas, professores e alunos;
3. Coluna: Selecionar “ $\Sigma$  valores”.

Imagen 21

A screenshot of Microsoft Excel showing a dynamic table. The table has columns for 'Rótulos de Linha' (Row Labels), 'Soma de Horas' (Sum of Hours), 'Soma de Alunos' (Sum of Students), and 'Soma de Professores' (Sum of Professors). The data includes various departments like DEPARTAMENTO DE LETRAS E COMUNICAÇÃO SOCIAL, DEPARTAMENTO DE CIÉNCIAS ADMINISTRATIVAS E SOCIAIS/ITR, etc. The 'Campos da Tabela Dinâmica' ribbon is open, showing fields for 'Periodo', 'Departmento', 'Horas', 'Alunos', 'Professores', and 'Turmas', with 'Soma de' options for each.

Imagen 22

Agora os valores estão prontos para serem inseridos em uma nova planilha, onde ocorrerá a posterior soma das dimensões relativas ao ensino e a pesquisa/extensão/orientação. Selecionando os valores contidos na tabela dinâmica, e colando na nova planilha os dados devem ficar na nova planilha como a imagem 23. As Horas, Alunos e PROF representam o total (a soma) de todas as turmas disponibilizadas no período pelos departamentos.

	A	B	C	D
1	Departamentos	Horas	Alunos	PROF
2	Departamento A	19290	8871	360
3	Departamento B	7590	2921	136
4	Departamento C	6180	1779	137
5	Departamento D	8760	2757	150
6	Departamento E	16395	8142	311
7	Departamento F	5820	1758	102
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				

Imagen 23

## 2.2 – Turmas de Pós-graduação e de Atividades Acadêmicas

Os dados das turmas devem estar tabulados, conforme a imagem 24, para a extração dos dados referentes ao número de alunos matriculados, carga horária das turmas, quantidade de vezes que os professores participaram das turmas. No caso das turmas das atividades acadêmicas a coluna “PROGRAMA”, seria “Coordenação”.

A	B	C	D	E	F	G	
1	Ano Pé	ido	Docente(s)	Horário	Local	Mat./Cap.	PROGRAMA
38	2019.2	Turma 01	PROFESSOR A (45)	3M1234 (16/09/2	Sala 24 - PPGA/4/30	alunos	PPGA-CS
39	2019.2	Turma 01	PROFESSOR B (20h), PROFESSOR A (20h) e PROFESSOR C (20h)	7M34 7/123 (16/	Sala 39 - PPGA/7/30	alunos	PPGA-CS
40	2019.2	Turma 01	PROFESSOR C	3M234 (16/09/20	Biblioteca do S	4/30 alunos	PPGA-CS
41	2019.2	Turma 01	PROFESSOR E (25h), PROFESSOR X (10h) e PROFESSOR A (25h)	4T345 (17/06/201	Sala 24 - Depar	4/30 alunos	PPGA-CS
42	2019.2	Turma 02	PROFESSOR A (15h), PROFESSOR B (15h) e PROFESSOR Y (15h)	6T345 (17/06/201	Sala 24 - Depar	3/30 alunos	PPGA-CS
43	2019.2	Turma 01	PROFESSOR B (20h) e PROFESSOR K (10h)	2M234 2T1234 (1	Sala 39 - PPGA/11/30	alunos	PPGA-CS

Imagen 24

O processo para extração e formatação das turmas de pós-graduação e atividades acadêmicas é o mesmo. A diferença aqui, para as turmas de graduações, no item anterior, é que as turmas são disponibilizadas pelos programas e coordenações, logo é necessário identificar, pelo nome do

professor, o departamento ao qual pertence. Atenção também que uma turma pode ser ministrada por dois ou mais professores do mesmo ou departamentos diferentes. Quando os professores são de departamentos diferentes, deve ser dividir as horas entre os departamentos diferentes, e mantendo-se os outros dados da turma.

Primeiramente é necessário extrair os nomes dos professores, de forma que cada um ocupe uma célula no final da tabela, como a imagem 25. O comando “Texto para colunas”, mostrado no “Item 2.1 - Turmas de Graduação disponibilizadas pelos Departamentos”, que separou os alunos matriculados da capacidade total, deve ser usado novamente, só que, ao invés de usar o caractere “/” como parâmetro, devemos usar o “(“ou parênteses.

A	B	C	D	E	F	G
1	Ano Pé Docente(s)	Mat./Cap.	PROGRAMA			
38	2019.2 PROFESSOR A (45)	4/30 alunos	PPGA-CS	PROFESSOR A		
39	2019.2 PROFESSOR B (20h), PROFESSOR A (20h) e PROFESSOR C (20h)	7/30 alunos	PPGA-CS	PROFESSOR B	PROFESSOR A	PROFESSOR C
40	2019.2 PROFESSOR C	4/30 alunos	PPGA-CS	PROFESSOR C		
41	2019.2 PROFESSOR E (25h), PROFESSOR X (10h) e PROFESSOR A (25h)	4/30 alunos	PPGA-CS	PROFESSOR E	PROFESSOR X	PROFESSOR A
42	2019.2 PROFESSOR A (15h), PROFESSOR B (15h) e PROFESSOR Y (15h)	3/30 alunos	PPGA-CS	PROFESSOR A	PROFESSOR B	PROFESSOR Y
43	2019.2 PROFESSOR B (20h) e PROFESSOR K (10h)	11/30 alunos	PPGA-CS	PROFESSOR B	PROFESSOR K	

Imagen 25

Nessa segunda fase é necessário identificar os professores que se encontram nas células criadas anteriormente. Os professores podem ser identificados por meio do Sistema Integrado de Gestão, no módulo SIGAA, menu “acadêmico”, clicando em “Docentes”. Ao informar o nome do professor e clicando em “Buscar” aparecerá o departamento que ele pertence, caso o professor ocupe algum cargo de chefia, não aparecerá o departamento, sendo necessário buscar o departamento do professor em outras fontes, como os sites de internet dos departamentos da UFRRJ.

**INFORME OS CRITÉRIOS DE CONSULTA**

Nome:

Departamento:

**DOCENTES ENCONTRADOS (1)**

Professor A  
 Deptamento Q

[ver página pública](#)
1 docentes encontrados

Imagen 26

O atalho CTRL+L abre a janela “Localizar e substituir”, conforme a imagem 27. Na caixa de texto “Localizar”, inserir o nome do professor, na caixa de texto “Substituir por” inserir o departamento ao qual ele pertence. A caixa de seleção “Cocidir conteúdo da célula inteira” deve estar marcada. Após, selecionar todas as células encontradas com o nome do professor (não clicar em “Localizar tudo”), clicar em “Substituir”.

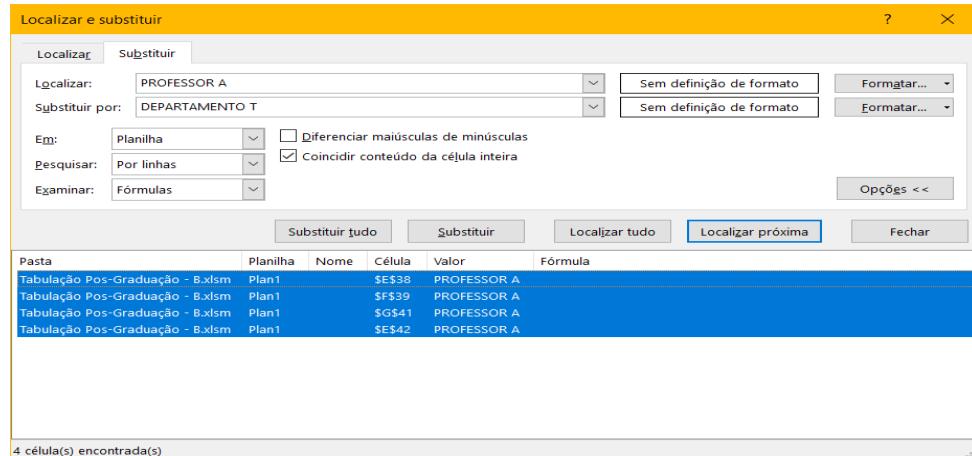


Imagen 27

Assim, todas as células na planilha com o nome do professor serão substituídas, como na imagem 28.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Ano Pé	Docente(s)	Mat./Cap.	PROGRAMA	DEPARTAMENTO		
38	2019.2	PROFESSOR A (45)	4/30 alunos	PPGA-CS	DEPARTAMENTO T		
39	2019.2	PROFESSOR B (20h), PROFESSOR A (20h) e PROFESSOR C (20h)	7/30 alunos	PPGA-CS	PROFESSOR B	DEPARTAMENTO T	PROFESSOR C
40	2019.2	PROFESSOR C	4/30 alunos	PPGA-CS	PROFESSOR C		
41	2019.2	PROFESSOR E (25h), PROFESSOR X (10h) e PROFESSOR A (25h)	4/30 alunos	PPGA-CS	PROFESSOR E	PROFESSOR X	DEPARTAMENTO T
42	2019.2	PROFESSOR A (15h), PROFESSOR B (15h) e PROFESSOR Y (15h)	3/30 alunos	PPGA-CS	DEPARTAMENTO T	PROFESSOR B	PROFESSOR Y
43	2019.2	PROFESSOR B (20h) e PROFESSOR K (10h)	11/30 alunos	PPGA-CS	PROFESSOR B	PROFESSOR K	

Imagen 28

Depois de identificar os departamentos dos professores, a tabela ficará como a imagem 29, agora é necessário dividir as turmas.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Ano Pé	Docente(s)	Mat./Cap.	PROGRAMA	DEPARTAMENTO		
38	2019.2	PROFESSOR A (45)	4/30 alunos	PPGA-CS	DEPARTAMENTO G		
39	2019.2	PROFESSOR B (20h), PROFESSOR A (20h) e PROFESSOR C (20h)	7/30 alunos	PPGA-CS	DEPARTAMENTO G	DEPARTAMENTO G	DEPARTAMENTO G
40	2019.2	PROFESSOR C	4/30 alunos	PPGA-CS	DEPARTAMENTO G		
41	2019.2	PROFESSOR E (25h), PROFESSOR X (10h) e PROFESSOR A (25h)	4/30 alunos	PPGA-CS	DEPARTAMENTO G	DEPARTAMENTO G	DEPARTAMENTO G
42	2019.2	PROFESSOR A (15h), PROFESSOR B (15h) e PROFESSOR Y (15h)	3/30 alunos	PPGA-CS	DEPARTAMENTO G	DEPARTAMENTO G	DEPARTAMENTO J
43	2019.2	PROFESSOR B (20h) e PROFESSOR K (10h)	11/30 alunos	PPGA-CS	DEPARTAMENTO G	DEPARTAMENTO M	

Imagen 29

Quando a turma possuir todos os professores do mesmo departamento não é necessário dividir a turma, devendo-se atribuir, posteriormente, a quantidade de professores utilizados. Quando por exemplo, uma turma que tem 03 professores, sendo 02 professores do mesmo departamento e 01 de outro, os 02 professores vão ser contabilizados juntos, dividindo-se apenas a carga horária, a imagem 30 mostra o processo já realizado. Como é possível notar, na linha 03, os professores foram somados. Na célula 06 e 07 a turma foi dividida em duas linhas, dividindo as horas correspondentes ao conteúdo na coluna B, "Docente(s)", mantendo-se o número de alunos matriculados. Como dois professores eram do mesmo departamento e o outro não, ficou conforme a imagem.

A	B	C	D	E	F	G
1	Ano Período Docente(s)	Mat./Cap.	PROGRAMA	Horas	Prof.	Departamento
2	2019.2 PROFESSOR A (45)	6/30 alunos	PPGA-CS	45	1	DEPARTAMENTO G
3	2019.2 PROFESSOR B (20h), PROFESSOR A (20h) e PROFESSOR C (20h)	11/30 alunos	PPGA-CS	60	3	DEPARTAMENTO G
4	2019.2 PROFESSOR C (60)	8/30 alunos	PPGA-CS	60	1	DEPARTAMENTO G
5	2019.2 PROFESSOR E (25h), PROFESSOR X (10h) e PROFESSOR A (25h)	24/30 alunos	PPGA-CS	60	3	DEPARTAMENTO G
6	2019.2 PROFESSOR A (15h) e PROFESSOR B (15h)	3/30 alunos	PPGA-CS	30	2	DEPARTAMENTO G
7	2019.2 PROFESSOR Y (15h)	3/30 alunos	PPGA-CS	15	1	DEPARTAMENTO J
8	2019.2 PROFESSOR B (20h)	4/30 alunos	PPGA-CS	20	1	DEPARTAMENTO G
9	2019.2 PROFESSOR K (10h)	4/30 alunos	PPGA-CS	10	1	DEPARTAMENTO M

Imagen 30

Após extrair o número de alunos com o uso da função “Texto para colunas”, e contar o número de professores, conforme explicado no “**Item 2.1 – Turmas de Graduação disponibilizadas pelos Departamentos**”, os dados devem ser apresentados, conforme a imagem 31.

A	B	C	D	E	F
1	Ano Período DEP	Horas	Alunos	Professores	
2	2019.1 FORA	15	23	1	
3	2019.1 DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA	15	26	1	
4	2019.1 FORA	15	20	1	
5	2019.1 FORA	12	18	1	
6	2019.1 FORA	3	18	1	
7	2019.1 FORA	4	20	1	
8	2019.1 DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA	4	20	1	
9	2019.1 FORA	37	20	1	
10	2019.1 DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA	15	21	1	
11	2019.1 FORA	15	20	1	
12	2019.1 DEPTº DE ENTOMOLOGIA E FITOPATOLOGIA	15	21	1	
13	2019.2 DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA	15	18	1	
14	2019.2 DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA	30	18	1	
15	2019.2 DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA	45	18	1	
16	2019.2 FORA	8	19	1	
17	2019.2 FORA	7	19	1	
18	2019.2 FORA	15	18	1	
19	2019.2 DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA	13	18	1	
20	2019.2 FORA	2	18	1	

Imagen 31

Para finalizar o Item 2.2, todos dados devem ser selecionados. Na sequência, deve-se inserir uma “Tabela Dinâmica”, selecionando todos dos dados da tabela. Os procedimentos para inserir uma tabela dinâmica estão descritos no “**Item 2.1 – Turmas de Graduação disponibilizadas pelos Departamentos**”. Ao final, os dados das turmas de Pós-graduação/Atividades Acadêmicas devem estar como na imagem 32, com os dados das turmas somados por departamento.

	A	B	C	D
1	Departamentos	Horas	Alunos	PROF
2	DEPARTAMENTO A	570	128	17
3	DEPARTAMENTO B	197	116	10
4	DEPARTAMENTO R	420	69	10
5	DEPARTAMENTO X	141	47	6
6	DEPARTAMENTO C	602	193	21
7	DEPARTAMENTO D	372	201	20
8	DEPARTAMENTO E	112	24	3
9	DEPARTAMENTO F	90	22	2
10	DEPARTAMENTO G	540	92	12
11	DEPARTAMENTO H	725	140	40
12	DEPARTAMENTO P	466	91	12
13	DEPARTAMENTO J	458	146	17
14	DEPARTAMENTO L	1570	314	42
15	DEPARTAMENTO M	786	223	36

Imagem 32

**Uma observação importante deve ser feita é sobre a carga horária nas turmas de atividades acadêmicas. O edital da UFRRJ atribui para cada turma disponibilizada nessas atividades uma carga horária de 15 horas, para avaliação da produção dos departamentos acadêmicos (as disciplinas têm suas próprias cargas horárias). Essa atribuição de 15 horas faz muito sentido, pois são disciplinas como: estágios e orientações, onde o professor não fica “lecionando” o tempo com o aluno em uma sala. Por exemplo, em uma turma de “Estágio I”, com carga horária de 300 horas, o edital da UFRRJ considera como carga horária, para avaliação da produção, 15 horas. Assim sendo, nas turmas de atividades acadêmicas as cargas horárias das disciplinas devem ser substituídas por 15 horas.**

Os dados estão no mesmo formato da imagem 23. Posteriormente os dados da dimensão ensino (Turmas de Graduação, Turmas de Atividades Acadêmicas e Turmas de Pós-graduação) serão somados para a inserção no aplicativo de modelagem.

### 2.3 – Dados de Pesquisas, Orientações e Extensão

Os dados dessa dimensão não precisam de tratamento especial para a extração das variáveis necessárias, COM exceção dos dados referentes às orientações. Antes do tratamento dos dados coletados do SIG da UFRRJ, as tabelas devem estar formatadas conforme as imagens abaixo, onde a imagem 33, imagem 34 e imagem 35 representam os dados de pesquisas, orientações e extensão, respectivamente.

	A	B	C
1	Departamento	Ano	Ações
2	DEPARTAMENTO A	2019	1
3	DEPARTAMENTO A	2020	10
4	DEPARTAMENTO B	2019	0
5	DEPARTAMENTO B	2020	5
6	DEPARTAMENTO C	2019	0
7	DEPARTAMENTO C	2020	2
8	DEPARTAMENTO D	2019	0
9	DEPARTAMENTO D	2020	2

Imagen 33

	A	B	C
1	Professor	Período	Tipo de Bolsa
2	PROFESSOR A	Período: 01/09/2020 a 31/07/2021	PIBIC-CNPq (IC)
3	PROFESSOR B	Período: 29/08/2020 a 31/07/2021	PIBIC-CNPq (IC)
4	PROFESSOR C	Período: 08/06/2019 a 31/07/2020	PIBIC-CNPq (IC)
5	PROFESSOR X	Período: 31/08/2020 a 31/07/2021	PIBIC-CNPq (IC)
6	PROFESSOR E	Período: 27/08/2019 a 31/07/2020	PIBIC-CNPq (IC)
7	PROFESSOR F	Período: 30/08/2020 a 03/07/2021	PIBIC-CNPq (IC)
8	PROFESSOR S	Período: 29/08/2019 a 09/02/2020	PIBIC-CNPq (IC)
9	PROFESSOR H	Período: 30/10/2020 a 31/07/2021	PIBIC-CNPq (IC)
10	PROFESSOR I	Período: 30/08/2020 a 31/07/2021	PIBIC-CNPq (IC)

Imagen 34

	A	C	D	E	F
1	Ano	Nome	Tipo	SIGLA	Departamento
2	2020	PRODUTO A	PRODUTO	DPT_X	DEPARTAMENTO X
3	2020	PRODUTO B	PRODUTO	DPT_Y	DEPARTAMENTO Y
4	2020	EVENTO A	EVENTO	DPT_Z	DEPARTAMENTO Z
5	2020	EVENTO B	EVENTO	DPT_W	DEPARTAMENTO W
6	2020	EVENTO C	EVENTO	DPT_Y	DEPARTAMENTO Y
7	2020	EVENTO D	EVENTO	DPT_X	DEPARTAMENTO X
8	2020	EVENTO E	EVENTO	DPT_K	DEPARTAMENTO K
9	2020	EVENTO F	EVENTO	DPT_X	DEPARTAMENTO X
10	2020	CURSO A	CURSO	DPT_A	DEPARTAMENTO A
11	2020	CURSO B	CURSO	DPT_A	DEPARTAMENTO A

Imagen 35

### 2.3.1 – Pesquisas

As variáveis coletadas são: Número de pesquisas e quantidade de vezes que um professor de um determinado departamento coordenou uma pesquisa, nos anos alvos. Para cada ação de pesquisa de um departamento existe um professor coordenando, então, o número professores utilizados vão ser iguais aos números de ações, como a imagem abaixo:

	A	B	C	D
1	Departamento	Ano	Ações	Professores
2	DEPARTAMENTO A	2019	1	1
3	DEPARTAMENTO A	2020	10	10
4	DEPARTAMENTO B	2019	0	0
5	DEPARTAMENTO B	2020	5	5
6	DEPARTAMENTO C	2019	0	0
7	DEPARTAMENTO C	2020	2	2
8	DEPARTAMENTO D	2019	0	0
9	DEPARTAMENTO D	2020	2	2

Imagen 36

Para finalizar essa variável deve-se inserir uma tabela dinâmica. No capítulo “2.1 - Turmas de Graduação disponibilizadas pelos Departamentos” é mostrado como inserir uma tabela dinâmica. Após selecionar os dados e inserir a tabela dinâmica, escolher os campos da tabela dinâmica como a imagem 37:

Imagen 37

Copiando a tabela dinâmica gerada, contendo a soma do total de ações por departamento, imagem 38, deve se formatá-la para posterior soma das variáveis da dimensão de pesquisa e extensão. É necessário abrir uma nova planilha de cálculos e salvar os dados como a imagem 39:

F	G	H
Rótulos de Linha	Soma de Ações	Soma de Professores
DEPARTAMENTO A	11	11
DEPARTAMENTO B	5	5
DEPARTAMENTO C	2	2
DEPARTAMENTO D	2	2
<b>Total Geral</b>	<b>20</b>	<b>20</b>

Imagen 38

Departamento	Pesquisas	Professores
DEPARTAMENTO A	11	11
DEPARTAMENTO B	5	5
DEPARTAMENTO C	2	2
DEPARTAMENTO D	2	2

Imagen 39

### 2.3.2 – Orientações a Bolsistas

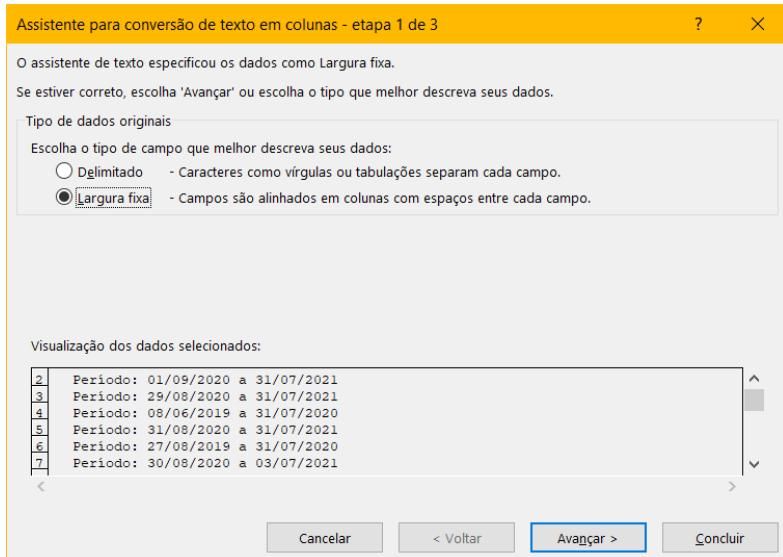
Os relatórios referentes às orientações de bolsistas, gerados pelo SIG da Rural, vem mostrando todas as bolsas pela modalidade, não sendo possível escolher um período ou departamento. Então se faz necessário extrair o período desejado, o departamento ao qual o orientador faz parte e o número de orientados bolsistas. As variáveis coletadas são o número de orientações de bolsistas e o número de professores orientadores.

Para selecionar o ano desejado deve-se selecionar os dados da coluna “Período” e iniciar o assistente para conversão de texto em colunas, conforme mostrado no capítulo “2.1 – Turmas de Graduação disponibilizadas pelos Departamentos”.

		Período: 01/09/2020 a 31/07/2021
	B	C
	Período	Tipo de Bolsa
	Período: 01/09/2020 a 31/07/2021	PIBIC-CNPq (IC)
	Período: 29/08/2020 a 31/07/2021	PIBIC-CNPq (IC)
	Período: 08/06/2019 a 31/07/2020	PIBIC-CNPq (IC)
	Período: 31/08/2020 a 31/07/2021	PIBIC-CNPq (IC)
	Período: 27/08/2019 a 31/07/2020	PIBIC-CNPq (IC)
	Período: 30/08/2020 a 03/07/2021	PIBIC-CNPq (IC)
	Período: 29/08/2019 a 09/02/2020	PIBIC-CNPq (IC)
	Período: 30/10/2020 a 31/07/2021	PIBIC-CNPq (IC)
	Período: 30/08/2020 a 31/07/2021	PIBIC-CNPq (IC)

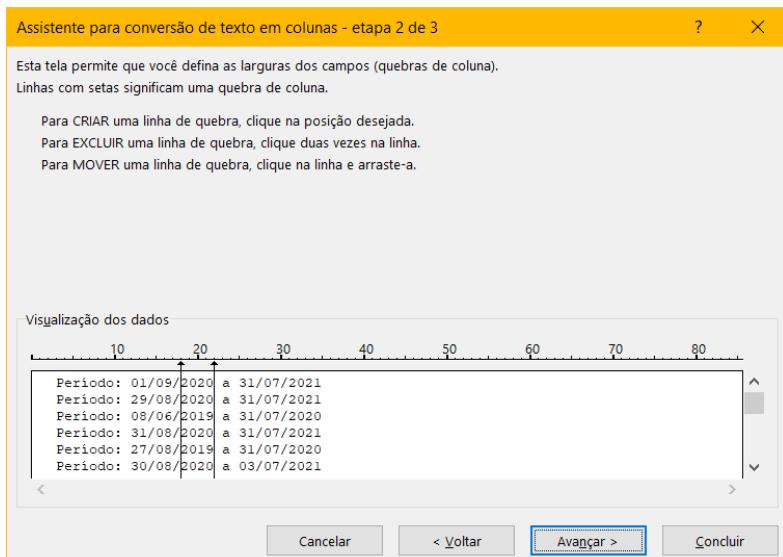
Imagen 40

Na janela do assistente de conversão selecionar o “tipo de campo” como largura fixa, como na imagem 41.



**Imagen 41**

Na etapa seguinte escolher a largura da “linha de quebra”, conforme a imagem 42. A linha de quebra deve abranger o ano inicial da orientação.



**Imagen 42**

Na etapa final selecionar a célula após a última coluna com dados da planilha e concluir o assistente. As imagens 43 e 44 mostram esse processo.

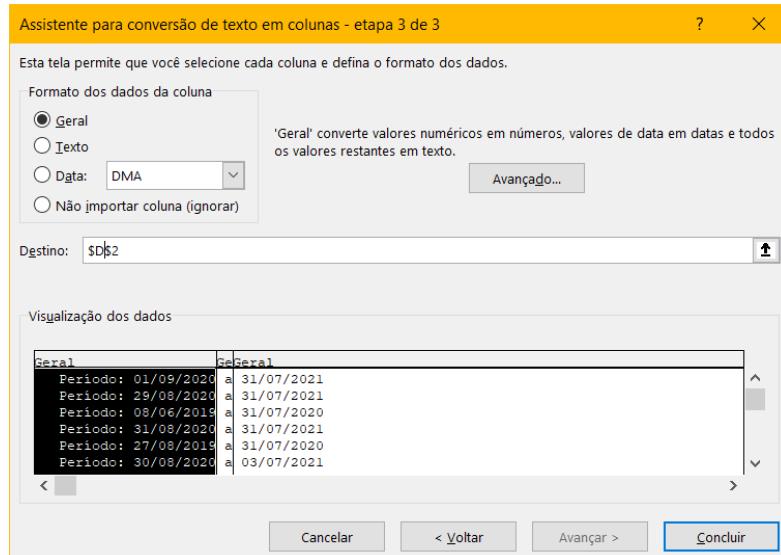


Imagen 43

	A	B	C	D	E	F
1	Professor	Período	Tipo de Bolsa			
2	PROFESSOR A	Período: 01/09/2020 a 31/07/2021	PIBIC-CNPq (IC)	Período: 01/09/	2020 a 31/07/2021	
3	PROFESSOR B	Período: 29/08/2020 a 31/07/2021	PIBIC-CNPq (IC)	Período: 29/08/	2020 a 31/07/2021	
4	PROFESSOR C	Período: 08/06/2019 a 31/07/2020	PIBIC-CNPq (IC)	Período: 08/06/	2019 a 31/07/2020	
5	PROFESSOR X	Período: 31/08/2020 a 31/07/2021	PIBIC-CNPq (IC)	Período: 31/08/	2020 a 31/07/2021	
6	PROFESSOR E	Período: 27/08/2019 a 31/07/2020	PIBIC-CNPq (IC)	Período: 27/08/	2019 a 31/07/2020	
7	PROFESSOR F	Período: 30/08/2020 a 03/07/2021	PIBIC-CNPq (IC)	Período: 30/08/	2020 a 03/07/2021	
8	PROFESSOR S	Período: 29/08/2019 a 09/02/2020	PIBIC-CNPq (IC)	Período: 29/08/	2019 a 09/02/2020	
9	PROFESSOR H	Período: 30/10/2020 a 31/07/2021	PIBIC-CNPq (IC)	Período: 30/10/	2020 a 31/07/2021	
10	PROFESSOR I	Período: 30/08/2020 a 31/07/2021	PIBIC-CNPq (IC)	Período: 30/08/	2020 a 31/07/2021	

Imagen 44

Após excluir as colunas que não serão usadas: “Período”, “coluna D” e coluna “F”, os dados devem ser apresentados da seguinte maneira:

	A	B	C
1	Professor	Tipo de Bolsa	Ano
2	PROFESSOR A	PIBIC-CNPq (IC)	2020
3	PROFESSOR B	PIBIC-CNPq (IC)	2020
4	PROFESSOR C	PIBIC-CNPq (IC)	2019
5	PROFESSOR X	PIBIC-CNPq (IC)	2020
6	PROFESSOR E	PIBIC-CNPq (IC)	2019
7	PROFESSOR F	PIBIC-CNPq (IC)	2020
8	PROFESSOR S	PIBIC-CNPq (IC)	2019
9	PROFESSOR H	PIBIC-CNPq (IC)	2020
10	PROFESSOR I	PIBIC-CNPq (IC)	2020

Imagen 45

Nesta etapa final é necessário identificar os professores, conforme as turmas de Atividades Acadêmicas e Pós-graduação. O processo de identificação dos departamentos dos professores foi descrito no “Capítulo 2.2 – Turmas de Pós-graduação e de Atividades Acadêmicas”. Ao finalizar a identificação, a tabela de dados deverá ter a seguinte forma, acrescentando

a coluna PROF e Ações de orientação ou bolsistas, com os valores 1, já que cada ação identificada tem um professor orientando e um orientado:

	A	B	C	D
1	Departamento	Ano	PROF	Bolsistas
2	DEPARTAMENTO A	2020	1	1
3	DEPARTAMENTO B	2020	1	1
4	DEPARTAMENTO C	2020	1	1
5	DEPARTAMENTO X	2020	1	1
6	DEPARTAMENTO E	2020	1	1
7	DEPARTAMENTO F	2020	1	1
8	DEPARTAMENTO S	2019	1	1
9	DEPARTAMENTO H	2019	1	1
10	DEPARTAMENTO I	2019	1	1
11	DEPARTAMENTO A	2019	1	1
12	DEPARTAMENTO X	2019	1	1
13	DEPARTAMENTO X	2020	1	1

Imagen 46

Inserindo uma tabela dinâmica, conforme visto nos capítulos anteriores, e escolhendo os campos da tabela dinâmica, conforme a imagem 47, vamos obter a somas das ações de orientações de bolsistas por departamento e número de professores utilizados.

Imagen 47

3	Rótulos de Linha	Soma de PROF	Soma de Bolsistas
4	DEPARTAMENTO A	2	2
5	DEPARTAMENTO B	1	1
6	DEPARTAMENTO C	1	1
7	DEPARTAMENTO E	1	1
8	DEPARTAMENTO F	1	1
9	DEPARTAMENTO H	1	1
10	DEPARTAMENTO I	1	1
11	DEPARTAMENTO S	1	1
12	DEPARTAMENTO X	3	3
13	<b>Total Geral</b>	<b>12</b>	<b>12</b>

Imagen 48

Os dados estão prontos para posterior soma da dimensão das ações de pesquisas, de orientações de bolsistas e ações de extensão.

Departamento	Orientações	Professores
DEPARTAMENTO A	2	2
DEPARTAMENTO B	1	1
DEPARTAMENTO C	1	1
DEPARTAMENTO E	1	1
DEPARTAMENTO F	1	1
DEPARTAMENTO H	1	1
DEPARTAMENTO I	1	1
DEPARTAMENTO S	1	1
DEPARTAMENTO X	3	3

Imagen 49

### 2.3.3 – Ações de extensão

Os dados extraídos nessa parte são referentes às variáveis das quantidades de ações de extensão e o número de professores coordenadores de tais atividades, por departamento. Para cada ação de extensão contabilizada para o departamento, há um professor deste departamento como coordenador, então é necessário cria duas colunas ao final da tabela da imagem 33, no capítulo 2.3:

A	C	D	E	F	G	H	
1	Ano	Nome	Tipo	SIGLA	Departamento	PROF	Ações
2	2020	PRODUTO A	PRODUTO	DPT_X	DEPARTAMENTO X	1	1
3	2020	PRODUTO B	PRODUTO	DPT_Y	DEPARTAMENTO Y	1	1
4	2020	EVENTO A	EVENTO	DPT_Z	DEPARTAMENTO Z	1	1
5	2020	EVENTO B	EVENTO	DPT_W	DEPARTAMENTO W	1	1
6	2020	EVENTO C	EVENTO	DPT_Y	DEPARTAMENTO Y	1	1
7	2020	EVENTO D	EVENTO	DPT_X	DEPARTAMENTO X	1	1
8	2020	EVENTO E	EVENTO	DPT_K	DEPARTAMENTO K	1	1
9	2020	EVENTO F	EVENTO	DPT_X	DEPARTAMENTO X	1	1
10	2020	CURSO A	CURSO	DPT_A	DEPARTAMENTO A	1	1
11	2020	CURSO B	CURSO	DPT_A	DEPARTAMENTO A	1	1

Imagen 50

Selecionando todos os dados da tabela e inserindo uma tabela dinâmica, com os campos selecionados como na imagem 51, vamos obter o número de ações e número de professores utilizados, por departamento.

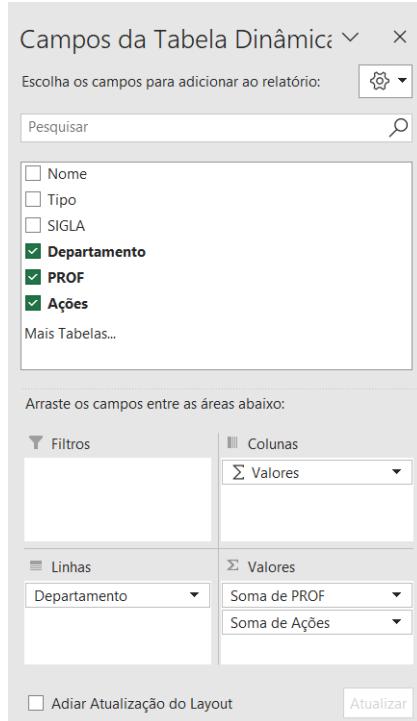


Imagen 51

Rótulos de Linha	Soma de PROF	Soma de Ações
DEPARTAMENTO A	2	2
DEPARTAMENTO K	1	1
DEPARTAMENTO W	1	1
DEPARTAMENTO X	3	3
DEPARTAMENTO Y	2	2
DEPARTAMENTO Z	1	1
<b>Total Geral</b>	<b>10</b>	<b>10</b>

Imagen 52

Agora os dados devem estar formatados, conforme a imagem 53, para realizar a soma com os outros dados da dimensão. Após as dimensões serem somadas os dados vão estar prontos para serem inseridos no aplicativo de modelagem.

Departamento	Professores	Ações de EXT
DEPARTAMENTO A	2	2
DEPARTAMENTO K	1	1
DEPARTAMENTO W	1	1
DEPARTAMENTO X	3	3
DEPARTAMENTO Y	2	2
DEPARTAMENTO Z	1	1

Imagen 53

### 3 – Consolidação da Dimensão do Ensino e da Dimensão das ações de Pesquisas/Extensão/Orientações de Bolsistas

### 3.1 – Dimensão do Ensino

A dimensão do Ensino deve possuir nesse ponto 03 tabelas, formatadas, de acordo com as instruções nos finais dos subcapítulos do capítulo 2, contendo as colunas com o nome dos Departamentos, Somatório das Horas que os professores disponibilizaram nas turmas, Alunos Matriculados nas turmas e número de vezes que os professores foram utilizados nas turmas.

Para proceder a soma da dimensão do ensino devemos colocar os dados em uma planilha de cálculos, com os departamentos alinhados, de forma que os mesmos departamentos fiquem nas mesmas linhas, como na imagem 54. Agora é só proceder a soma usando a função de somar, somando as variáveis das turmas. As colunas (A, B, C, D) são as variáveis das turmas de graduação, as colunas (F, G, H, I) são as variáveis das turmas de pós-graduação e as variáveis das colunas (K, L, M, N) são as variáveis das turmas de atividades acadêmicas.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	DEPARTAMENTO	HORAS ALUNOS PROF	DEPARTAMENTO	HORA ALUN PROF	DEPARTAMENTO	HORAS ALUNOS PROF	DEPARTAMENTO	HORA ALUN PROF	DEPARTAMENTO	HORA ALUN PROF	DEPARTAMENTO	HORA ALUNOS PROF	DEPARTAMENTO	HORA ALUNOS PROF
2	DEPARTAMENTO A	19290	8871	360	DEPARTAMENTO A	570	128	17	DEPARTAMENTO A	1560	2278	110	DEPARTAMENTO A	186
3	DEPARTAMENTO B	4110	1728	95	DEPARTAMENTO B	725	140	40	DEPARTAMENTO B	186	194	34	DEPARTAMENTO B	173
4	DEPARTAMENTO C	7350	4818	265	DEPARTAMENTO C	0	0	0	DEPARTAMENTO C	173	92	14	DEPARTAMENTO C	173
5	DEPARTAMENTO D	6930	3148	165	DEPARTAMENTO D	466	91	12	DEPARTAMENTO D	780	1110	52	DEPARTAMENTO D	780
6	DEPARTAMENTO F	14850	6372	215	DEPARTAMENTO F	458	146	17	DEPARTAMENTO F	0	0	0	DEPARTAMENTO F	0
7	DEPARTAMENTO G	7050	3577	220	DEPARTAMENTO G	1570	314	42	DEPARTAMENTO G	18	86	11	DEPARTAMENTO G	18
8	DEPARTAMENTO H	10920	4865	195	DEPARTAMENTO H	0	0	0	DEPARTAMENTO H	510	458	34	DEPARTAMENTO H	510
9	DEPARTAMENTO I	13470	6324	227	DEPARTAMENTO I	786	223	36	DEPARTAMENTO I	0	0	0	DEPARTAMENTO I	0
10	DEPARTAMENTO J	8700	3876	146	DEPARTAMENTO J	138	35	4	DEPARTAMENTO J	0	0	0	DEPARTAMENTO J	0
11	DEPARTAMENTO L	5850	1542	132	DEPARTAMENTO L	385	91	18	DEPARTAMENTO L	263	162	18	DEPARTAMENTO L	263
12	DEPARTAMENTO M	8550	7108	784	DEPARTAMENTO M	677	87	21	DEPARTAMENTO M	60	23	4	DEPARTAMENTO M	60
13	DEPARTAMENTO N	7590	2921	136	DEPARTAMENTO N	197	116	10	DEPARTAMENTO N	60	137	4	DEPARTAMENTO N	60
14	DEPARTAMENTO O	8520	5497	178	DEPARTAMENTO O	19	29	2	DEPARTAMENTO O	285	530	20	DEPARTAMENTO O	285

Imagen 54

Usando a fórmula `=soma(B2;G2;L2)`, foi possível somar as horas do Departamento A. Usando a funcionalidade de preenchimento abaixo, a planilha de cálculo aplica a fórmula nas demais linhas, fazendo as alterações necessárias para somar as horas dos departamentos correspondentes.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1	DEPARTAMENTO	HORAS ALUNOS PROF	DEPARTAMENTO	HORAS ALUNOS PROF	DEPARTAMENTO	HORAS ALUNOS PROF	DEPARTAMENTO	HORA ALUN PROF	DEPARTAMENTO	HORA ALUN PROF	DEPARTAMENTO	HORA ALUNOS PROF	DEPARTAMENTO	HORA ALUNOS PROF	DEPARTAMENTO	HORA ALUNOS PROF	DEPARTAMENTO	HORA ALUNOS PROF	DEPARTAMENTO	HORA ALUNOS PROF
2	DEPARTAMENTO A	19290	8871	360	DEPARTAMENTO A	570	128	17	DEPARTAMENTO A	1560	2278	110	DEPARTAMENTO A	186	194	34	DEPARTAMENTO A	186	194	34
3	DEPARTAMENTO B	4110	1728	95	DEPARTAMENTO B	725	140	40	DEPARTAMENTO B	186	194	34	DEPARTAMENTO B	173	92	14	DEPARTAMENTO B	173	92	14
4	DEPARTAMENTO C	7350	4818	265	DEPARTAMENTO C	0	0	0	DEPARTAMENTO C	173	92	14	DEPARTAMENTO C	173	92	14	DEPARTAMENTO C	173	92	14
5	DEPARTAMENTO D	6930	3148	165	DEPARTAMENTO D	466	91	12	DEPARTAMENTO D	780	1110	52	DEPARTAMENTO D	780	1110	52	DEPARTAMENTO D	780	1110	52
6	DEPARTAMENTO F	14850	6372	215	DEPARTAMENTO F	458	146	17	DEPARTAMENTO F	0	0	0	DEPARTAMENTO F	0	0	0	DEPARTAMENTO F	0	0	0
7	DEPARTAMENTO G	7050	3577	220	DEPARTAMENTO G	1570	314	42	DEPARTAMENTO G	18	86	11	DEPARTAMENTO G	18	86	11	DEPARTAMENTO G	18	86	11
8	DEPARTAMENTO H	10920	4865	195	DEPARTAMENTO H	0	0	0	DEPARTAMENTO H	510	458	34	DEPARTAMENTO H	510	458	34	DEPARTAMENTO H	510	458	34
9	DEPARTAMENTO I	13470	6324	227	DEPARTAMENTO I	786	223	36	DEPARTAMENTO I	0	0	0	DEPARTAMENTO I	0	0	0	DEPARTAMENTO I	0	0	0
10	DEPARTAMENTO J	8700	3876	146	DEPARTAMENTO J	138	35	4	DEPARTAMENTO J	0	0	0	DEPARTAMENTO J	0	0	0	DEPARTAMENTO J	0	0	0
11	DEPARTAMENTO L	5850	1542	132	DEPARTAMENTO L	385	91	18	DEPARTAMENTO L	263	162	18	DEPARTAMENTO L	263	162	18	DEPARTAMENTO L	263	162	18
12	DEPARTAMENTO M	8550	7108	784	DEPARTAMENTO M	677	87	21	DEPARTAMENTO M	60	23	4	DEPARTAMENTO M	60	23	4	DEPARTAMENTO M	60	23	4
13	DEPARTAMENTO N	7590	2921	136	DEPARTAMENTO N	197	116	10	DEPARTAMENTO N	60	137	4	DEPARTAMENTO N	60	137	4	DEPARTAMENTO N	60	137	4
14	DEPARTAMENTO O	8520	5497	178	DEPARTAMENTO O	19	29	2	DEPARTAMENTO O	285	530	20	DEPARTAMENTO O	285	530	20	DEPARTAMENTO O	285	530	20

Imagen 55

Usando a mesma metodologia para as demais variáveis teremos uma tabela com todas as variáveis da dimensão ensino somada por departamento, conforme a imagem 56. Depois de salvar a planilha, abrir uma nova para a soma da dimensão das ações de pesquisas, ações de orientação de bolsistas e ações de extensão.

P	Q	R	S	T
DEPARTAMENTO	HORAS	ALUNOS	PROF	
DEPARTAMENTO A	21420	11277	487	
DEPARTAMENTO B	5021	2062	169	
DEPARTAMENTO C	7523	4910	279	
DEPARTAMENTO D	8176	4349	229	
DEPARTAMENTO F	15308	6518	232	
DEPARTAMENTO G	8638	3977	273	
DEPARTAMENTO H	11430	5323	229	
DEPARTAMENTO I	14256	6547	263	
DEPARTAMENTO J	8838	3911	150	
DEPARTAMENTO L	6498	1795	168	
DEPARTAMENTO M	9287	7218	809	
DEPARTAMENTO N	7847	3174	150	
DEPARTAMENTO O	8824	6056	200	

Imagen 56

### 3.2 – Dimensão das ações de pesquisas, orientações de bolsistas e extensão

Conforme o capítulo anterior, aqui também há 3 variáveis que serão consolidadas. Conforme a imagem 57, os departamentos com suas variáveis devem estar alinhados na mesma linha.

As colunas (P, Q, R) são as variáveis das ações de extensão, as colunas (T, U, V) são as variáveis das ações de pesquisas e as variáveis das colunas (X, Y, Z) são as variáveis das ações de orientações de bolsistas.

	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
1	DEPARTAMENTO	Extensão	PROF		DEPARTAMENTO	Pesquisa	PROF		DEPARTAMENTO	Bolsistas	PROF
2	DEPARTAMENTO A		13	13	DEPARTAMENTO A	9	9		DEPARTAMENTO A	11	11
3	DEPARTAMENTO B		0	0	DEPARTAMENTO B	8	8		DEPARTAMENTO B	9	9
4	DEPARTAMENTO C		2	2	DEPARTAMENTO C	5	5		DEPARTAMENTO C	6	6
5	DEPARTAMENTO D		0	0	DEPARTAMENTO D	2	2		DEPARTAMENTO D	1	1
6	DEPARTAMENTO F		0	0	DEPARTAMENTO F	0	0		DEPARTAMENTO F	0	0
7	DEPARTAMENTO G		1	1	DEPARTAMENTO G	14	14		DEPARTAMENTO G	17	17
8	DEPARTAMENTO H		0	0	DEPARTAMENTO H	0	0		DEPARTAMENTO H	0	0
9	DEPARTAMENTO I		3	3	DEPARTAMENTO I	6	6		DEPARTAMENTO I	6	6
10	DEPARTAMENTO J		0	0	DEPARTAMENTO J	1	1		DEPARTAMENTO J	1	1
11	DEPARTAMENTO L		5	5	DEPARTAMENTO L	11	11		DEPARTAMENTO L	11	11
12	DEPARTAMENTO M		0	0	DEPARTAMENTO M	16	16		DEPARTAMENTO M	17	17
13	DEPARTAMENTO N		1	1	DEPARTAMENTO N	12	12		DEPARTAMENTO N	2	2
14	DEPARTAMENTO O		4	4	DEPARTAMENTO O	4	4		DEPARTAMENTO O	4	4

Imagen 57

Usando a fórmula  $=soma(Q2;U2;Y2)$ , é possível somar o número de ações das três variáveis. Aplicando o mesmo procedimento para somar as células que contém o número de professores, no final a tabela consolidada deverá apresentar a seguinte formatação:

	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD
1	DEPARTAMENTO	Extensão	PROF	DEPARTAMENTO	Pesquisa	PROF	DEPARTAMENTO	Bolsistas	PROF	DEPARTAMENTO	PROF	DEPARTAMENTO	Ações	PROF	
2	DEPARTAMENTO A	13	13	DEPARTAMENTO A	9	9	DEPARTAMENTO A	11	11	DEPARTAMENTO A	33	33			
3	DEPARTAMENTO B	0	0	DEPARTAMENTO B	8	8	DEPARTAMENTO B	9	9	DEPARTAMENTO B	17	17			
4	DEPARTAMENTO C	2	2	DEPARTAMENTO C	5	5	DEPARTAMENTO C	6	6	DEPARTAMENTO C	13	13			
5	DEPARTAMENTO D	0	0	DEPARTAMENTO D	2	2	DEPARTAMENTO D	1	1	DEPARTAMENTO D	3	3			
6	DEPARTAMENTO F	0	0	DEPARTAMENTO F	0	0	DEPARTAMENTO F	0	0	DEPARTAMENTO F	0	0			
7	DEPARTAMENTO G	1	1	DEPARTAMENTO G	14	14	DEPARTAMENTO G	17	17	DEPARTAMENTO G	32	32			
8	DEPARTAMENTO H	0	0	DEPARTAMENTO H	0	0	DEPARTAMENTO H	0	0	DEPARTAMENTO H	0	0			
9	DEPARTAMENTO I	3	3	DEPARTAMENTO I	6	6	DEPARTAMENTO I	6	6	DEPARTAMENTO I	15	15			
10	DEPARTAMENTO J	0	0	DEPARTAMENTO J	1	1	DEPARTAMENTO J	1	1	DEPARTAMENTO J	2	2			
11	DEPARTAMENTO L	5	5	DEPARTAMENTO L	11	11	DEPARTAMENTO L	11	11	DEPARTAMENTO L	27	27			
12	DEPARTAMENTO M	0	0	DEPARTAMENTO M	16	16	DEPARTAMENTO M	17	17	DEPARTAMENTO M	33	33			
13	DEPARTAMENTO N	1	1	DEPARTAMENTO N	12	12	DEPARTAMENTO N	2	2	DEPARTAMENTO N	15	15			
14	DEPARTAMENTO O	4	4	DEPARTAMENTO O	4	4	DEPARTAMENTO O	4	4	DEPARTAMENTO O	12	12			

Imagen 58

AB	AC	AD
DEPARTAMENTO	Ações	PROF
DEPARTAMENTO A	33	33
DEPARTAMENTO B	17	17
DEPARTAMENTO C	13	13
DEPARTAMENTO D	3	3
DEPARTAMENTO F	0	0
DEPARTAMENTO G	32	32
DEPARTAMENTO H	0	0
DEPARTAMENTO I	15	15
DEPARTAMENTO J	2	2
DEPARTAMENTO L	27	27
DEPARTAMENTO M	33	33
DEPARTAMENTO N	15	15
DEPARTAMENTO O	12	12

Imagen 59

### 3.3 – Tabela Consolidada

Para finalizar a parte de formatação dos dados, deve-se consolidar as tabelas da dimensão do ensino e da dimensão (imagem 56) e da dimensão das pesquisas/bolsistas/extensão (imagem 59). As colunas referentes aos professores devem ser somadas. A imagem 60 ilustra a soma das dimensões. Os nomes das variáveis (colunas) devem ser mudados para nomes menores, pois o aplicativo não aceita nomes grandes.

A tabela final ficara com 05 colunas: DEP, PROF, HORAS, ALU e PEB, onde:

- DEP – Nome do departamento;
- PROF – Quantidade de vezes que os professores foram utilizados;
- HORAS – Quantidade de horas de magistério em turmas de ensino;
- ALU – Quantidade de alunos matriculados nas turmas
- PEB – Quantidade de ações de Pesquisas, Extensão e Orientações a Bolsistas

Assim, termina a parte de coleta e tabulação dos dados. Com a tabela pronta, conforme a imagem 61 é hora de salvar a planilha de dados e prepará-la para ser usada no aplicativo de modelagem.

P	Q	R	S	T	U	V	W
DEPARTAMENTO	HORAS	ALUNOS	PROF	DEPARTAMENTO	Ações	PROF	
DEPARTAMENTO A	21420	11277	487	DEPARTAMENTO A	33	33	
DEPARTAMENTO B	5021	2062	169	DEPARTAMENTO B	17	17	
DEPARTAMENTO C	7523	4910	279	DEPARTAMENTO C	13	13	
DEPARTAMENTO D	8176	4349	229	DEPARTAMENTO D	3	3	
DEPARTAMENTO F	15308	6518	232	DEPARTAMENTO F	0	0	
DEPARTAMENTO G	8638	3977	273	DEPARTAMENTO G	32	32	
DEPARTAMENTO H	11430	5323	229	DEPARTAMENTO H	0	0	
DEPARTAMENTO I	14256	6547	263	DEPARTAMENTO I	15	15	
DEPARTAMENTO J	8838	3911	150	DEPARTAMENTO J	2	2	
DEPARTAMENTO L	6498	1795	168	DEPARTAMENTO L	27	27	
DEPARTAMENTO M	9287	7218	809	DEPARTAMENTO M	33	33	
DEPARTAMENTO N	7847	3174	150	DEPARTAMENTO N	15	15	
DEPARTAMENTO O	8824	6056	200	DEPARTAMENTO O	12	12	

Imagen 60

	Y	Z	AA	AB	AC
1	DEP	PROF	ALU	HORA	PEB
2	DPT A	520	11277	21420	33
3	DPT B	186	2062	5021	17
4	DPT C	292	4910	7523	13
5	DPT D	232	4349	8176	3
6	DPT F	232	6518	15308	0
7	DPT G	305	3977	8638	32
8	DPT H	229	5323	11430	0
9	DPT I	278	6547	14256	15
10	DPT J	152	3911	8838	2
11	DPT L	195	1795	6498	27
12	DPT M	842	7218	9287	33
13	DPT N	165	3174	7847	15
14	DPT O	212	6056	8824	12

Imagen 61

#### 4 – Uso do Aplicativo SIAD - Sistema Integrado de Apoio à Decisão

O capítulo aborda os procedimentos para executar a modelagem no aplicativo SIAD até a obtenção dos resultados.

##### 4.1 – Apresentações do Aplicativo e procedimentos para inserção dos dados

O aplicativo escolhido para a análise dos dados é Sistema Integrado de Apoio à Decisão - SIAD v.3.0. Os dados são carregados logo após tabulação em um aplicativo de planilhas de cálculo, exportando-o para um arquivo de texto separado por tabulações. O programa calcula os escores de eficiência de cada Unidade Tomadora de Decisão (Decision Make Unit - DMUs) com base nas variáveis definidas como inputs e outputs. O aplicativo permite utilizar no máximo 150 DMUs e 20 variáveis.

Os departamentos, que são os objetos do estudo, no modelo DEA, são denominados DMUs.

Desenvolvido por um grupo de Pesquisa Operacional da Universidade Federal Fluminense (Lidia Angulo Meza, Luiz Biondi Neto, João Carlos Correia Baptista Soares de Mello, Eliane Gonçalves Gomes e Pedro Henrique Gouvêa Coelho). A escolha do aplicativo se deve ao fato de ter incorporado os dois principais modelos de DEA, e ser gratuito.

O Download do programa pode ser feito por meio do link: <http://tep.uff.br/wp-content/uploads/sites/154/2018/08/Siadv3.zip>, ou na página: <http://tep.uff.br/softwares/>.

Primeiramente, antes de inserir os dados no aplicativo de modelagem, é preciso inserir algumas informações na tabela com os dados consolidados para que o aplicativo entenda quantas DMUs (departamentos) serão analisados, quantas variáveis de saídas e entrada o foram consideradas e onde esses dados estão localizados na tabela, a imagem 62 mostra esse processo:

Na primeira linha da planilha é inserido o número de Departamentos ou DMUs, que no exemplo abaixo são 13, a quantidade de Inputs, que no exemplo é apenas 01 (Insumo Professor), e a quantidade de Outputs, que aqui são 03 (horas, alunos e pesquisas/bolsistas/extensão). Na segunda linha da planilha são inseridos nomes de cada coluna.

	A	B	C	D	E
1	13	1	3		
2	DEP	PROF	ALU	HORA	PEB
3	DPT A	520	11277	21420	33
4	DPT B	186	2062	5021	17
5	DPT C	292	4910	7523	13
6	DPT D	232	4349	8176	3
7	DPT F	232	6518	15308	0
8	DPT G	305	3977	8638	32
9	DPT H	229	5323	11430	0
10	DPT I	278	6547	14256	15
11	DPT J	152	3911	8838	2
12	DPT L	195	1795	6498	27
13	DPT M	842	7218	9287	33
14	DPT N	165	3174	7847	15
15	DPT O	212	6056	8824	12

Imagen 62

Após inserir a linha, acima dos dados, é necessário exportar a tabela para o tipo “Texto separado por tabulações”. Para isso, basta clicar no menu arquivo, submenu “exportar” e mudar o tipo de arquivo para “Texto separado por tabulações” e salvar o arquivo.

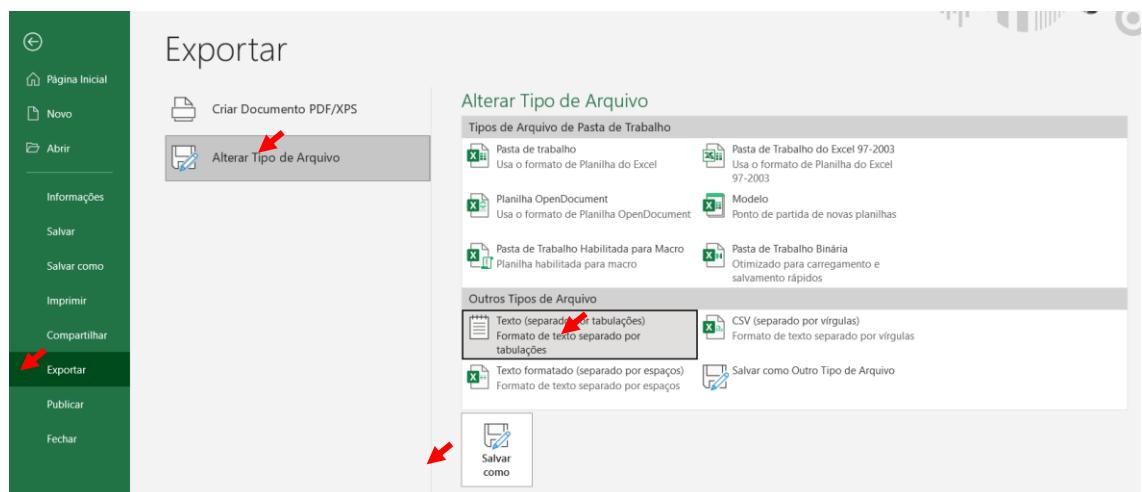


Imagen 63

O Excel criará um arquivo do tipo documento de texto, que pode ser aberto no bloco de notas, que deve ficar semelhante ao do exemplo, os nomes dos departamentos e das variáveis não podem conter espaços:

13	1	3	PROF	ALU	HORA	PEB
DEP	520	11277	21420	33		
DPTA	186	2062	5021	17		
DPTB	292	4910	7523	13		
DPTC	232	4349	8176	3		
DPTD	232	6518	15308	0		
DPTF	305	3977	8638	32		
DPTG	229	5323	11430	0		
DPTH	278	6547	14256	15		
DPTI	152	3911	8838	2		
DPTL	195	1795	6498	27		

Imagen 64

#### 4.2 – Setup do aplicativo e Resultados

Para executar o programa é necessário extrair o executável do arquivo compactado, obtido pelos links de download informados anteriormente. Executando o aplicativo “Siadv3” o programa será executado, na tela principal do SIAD, é necessário clicar em arquivo e no submenu abrir. Na janela de seleção de arquivos, selecionar o arquivo de texto separado por tabulações, com os dados, criado anteriormente, conforme a imagem 67.

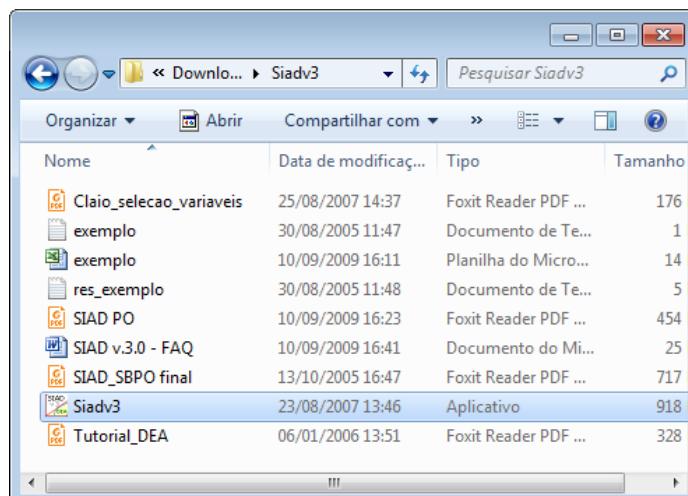


Imagen 65

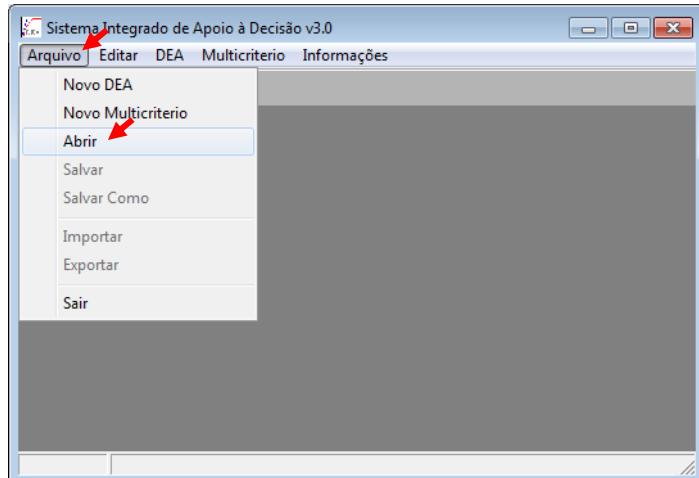


Imagen 66

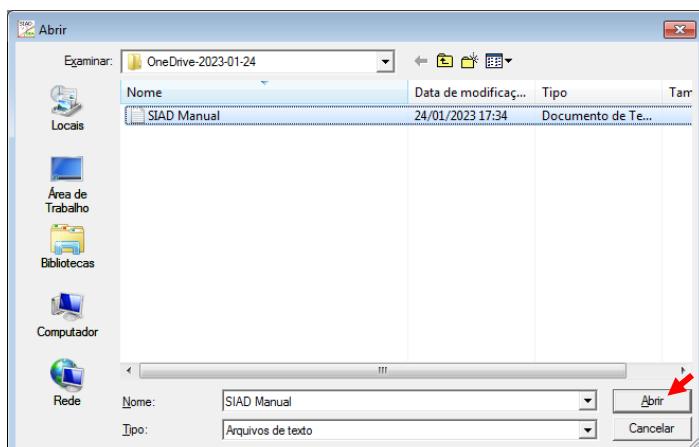


Imagen 67

Ao inserir o arquivo de texto, o SIAD apresenta a janela “Entrada de Dados”, imagem 68. Como é possível visualizar, as linhas correspondem as variáveis de cada departamento.

Para o Setup da modelagem, as seguintes opções devem ser selecionadas (caixas de seleção):

- O modelo: “CCR (CRS)” - Charnes, Cooper and Rhodes ou Constant Returns to Scale.
- A Orientação: “Output” ou Saídas.
- Avançado: Nessa caixa de seleção é possível inserir limitações aos pesos das variáveis. Para o setup deste manual a opção selecionada deve ser “nenhum”.
- Clicando em calcular, a janela “Resultados” aparecerá, conforme a imagem 68. Para finalizar o processo de modelagem, deve-se clicar em “Fronteira Invertida” e salvar os resultados.

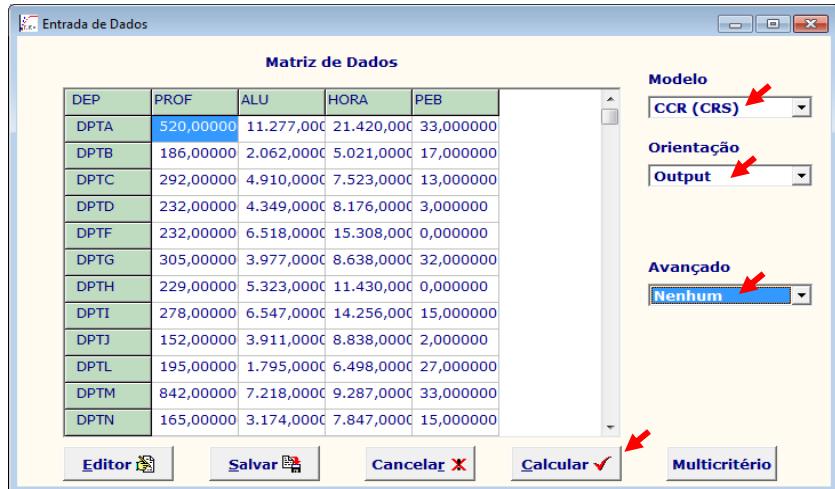


Imagen 68

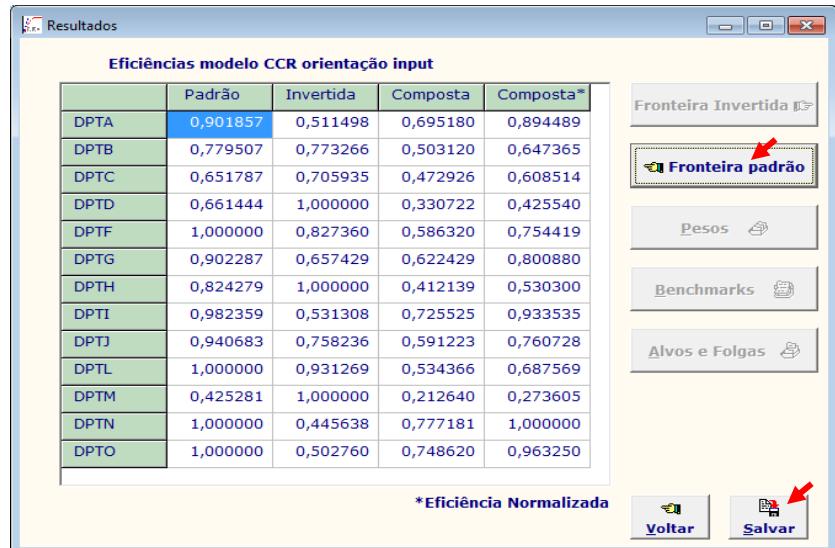


Imagen 69

O aplicativo vai gerar um arquivo do tipo texto, conforme a imagem 70, onde vão estar as seguintes informações:

- Os scores obtidos por cada departamento no modelo (resultado principal);
- Os departamentos que servem de benchmarking para outros departamentos;
- Os alvos de produção para cada departamento, isto é, o quanto um departamento pode aumentar suas variáveis de saídas com a quantidade de insumos que utiliza. Na prática, os departamentos melhores colocados já utilizam insumo da melhor maneira, sem desperdícios, e os piores colocados subutilizam seus insumos, utilizando uma grande quantidade de insumo, mas não possuem uma produção final ou resultado condizente com os insumos utilizados, quando comparados aos departamentos eficientes. Esses departamentos deveriam ter resultados de produção maiores, com o número de professores utilizados. Na teoria, esses departamentos

podem aumentar suas produções sem receber novas vagas, pois possuem um insumo mal utilizado ou uma “gordura para queimar”.

DMU	Padrão	Invertida	Composta	Composta*
DPTA	0,901857	0,511498	0,695180	0,894489
DPTB	0,779507	0,773266	0,503120	0,647365
DPTC	0,651787	0,705935	0,472926	0,608514
DPTD	0,661444	1,000000	0,330722	0,425540
DPTF	1,000000	0,827360	0,586320	0,754419
DPTG	0,902287	0,657429	0,622429	0,800880
DPTH	0,824279	1,000000	0,412139	0,530300
DPTI	0,982359	0,531308	0,725525	0,933535
DPTJ	0,940683	0,758236	0,591223	0,760728
DPTL	1,000000	0,931269	0,534366	0,687569
DPTM	0,425281	1,000000	0,212640	0,273605
DPTN	1,000000	0,445638	0,777181	1,000000
DPTO	1,000000	0,502760	0,748620	0,963250

\*Eficiência normalizada

Imagen 70

Para finalizar a análise, os dados contidos no arquivo de texto gerado pelo SIAD, devem ser inseridos novamente em uma planilha de cálculos.

## 5 – Interpretação dos Resultados

Com relação aos resulta final ou score de eficiência, existem 04 colunas: Padrão, Invertida, Composta e Composta Normalizada.

No modelo DEA podem existir, em uma primeira análise, algumas DMUs que apresentem bons resultados, mas na verdade essas DMUs não são tão eficientes. Essa tendência pode ser explicada por vários fatores, como uma variável que sobressai perante as demais ou algum peso atribuído a uma variável. Para contornar essa condição é calculada a Eficiência Composta normalizada. A parir da eficiência padrão, invertida e composta é calculada a Eficiência Composta Normalizada, esta última é o resultado final. Para criar um ranking ordenado é necessário copiar o conteúdo da coluna na planilha e ordena do maior resultado para o menor, como na imagem 71. Para classificar a coluna deve-se selecionar os títulos das colunas, ir ao menu “Página Inicial”, ir ao botão “Classificar e Filtrar”, menu “filtro”.

Imagen 71

Após clicar na seta para baixo (expandindo o menu) no título da composta normalizada (última coluna), selecionar o menu “Classificar do Maior para o menor” e “ok”.

Imagen 72

O Resultado final, conforme o exemplo, na imagem 73, mostra o nível de eficiência dos departamentos ao utilizarem o insumo professor, em um determinado período de tempo.

Os gestores podem aqui, dependendo do número de vagas, estipular o índice que será considerado como eficiente. Por exemplo, o MEC disponibilizou 03 vagas de Professor do Magistério Superior, caso os gestores decidam que a partir de 0,9 ou 90% um departamento vai ser considerado eficiente, apenas o DPTN, DPTO e DPTI, seriam considerados eficientes, sendo assim, estariam aptos para receber as novas vagas.

	A	B
1	DMU	Composta
2	DPTN	1
3	DPTO	0,96325
4	DPTI	0,933535
5	DPTA	0,894489
6	DPTG	0,80088
7	DPTJ	0,760728
8	DPTF	0,754419
9	DPTL	0,687569
10	DPTB	0,647365
11	DPTC	0,608514
12	DPTH	0,5303
13	DPTD	0,42554
14	DPTM	0,273605

Imagen 73

Recomenda-se aos gestores escolher valores acima de 0,9 como parâmetro de eficiência.

A última parte dos dados gerados que devem ser analisados para reforçar o resultado do modelo são os alvos de saídas do modelo. Esse conjunto de informações mostra a “folga” que os departamentos possuem na produção. Pela lógica do modelo os departamentos melhores colocados não possuem folgas na produção, pois já utilizam os professores da maneira mais eficiente como insumo. Em contrapartida, os departamentos nas últimas posições possuem grandes folgas.

A questão da eficiência na utilização do insumo professor e folgas na produção podem ser mais bem entendidas verificando-se novamente a produção dos departamentos, imagem 74. Os departamentos DPTD e DPTF utilizaram a mesma quantidade de vezes os professores como insumo na produção obtendo resultados (saídas) diferentes. O DPTD utilizou 232 vezes os professores do departamento, atendendo a 4349 alunos matriculados e acumulando 8176 horas de ensino. Já o DPTF utilizando a mesmo número de vezes de professores, atendeu 6518 alunos e acumulou 15308 horas de ensino. Na variável relativa a Pesquisas, Bolsistas e Extensão os dois departamentos não foram bem. Como é possível notar, o DPTF foi mais eficiente, pois com o mesmo número de professores utilizados, produziu mais. Na teoria o DPTD, deveria ser capaz de ter a mesma produção do DPTF. A “folga” na produção vem dessa comparação, do departamento mais eficiente sendo o padrão, comparado com os demais.

SIAD Manual - Bloco de notas				
Arquivo	Editar	Formatar	Exibir	Ajuda
13	1	3		
DEP	PROF	ALU	HORA	PEB
DPTA	520	11277	21420	33
DPTB	186	2062	5021	17
DPTC	292	4910	7523	13
DPTD	232	4349	8176	3
DPTF	232	6518	15308	0
DPTG	305	3977	8638	32
DPTH	229	5323	11430	0
DPTI	278	6547	14256	15
DPTJ	152	3911	8838	2
DPTL	195	1795	6498	27
DPTM	842	7218	9287	33
DPTN	165	3174	7847	15
DPTO	212	6056	8824	12

Imagen 74

Uma variável que contribui para as “grandes folgas” ou ao baixo desempenho no modelo são as turmas de graduação disponibilizadas pelos departamentos. Existem alguns departamentos que utilizam mais de um professor para ministrar essas turmas, o que em um modelo baseado em uma relação de eficiência prejudica o departamento, pois aumenta o número de professores usados (insumo) e não há um aumento nas saídas (produção). Esse fator é a principal causa do baixo desempenho dos departamentos.

A imagem 75 mostra apenas os dados referentes às turmas de graduação disponibilizadas pelos próprios departamentos. Como é possível observar, DPTM utilizou 784 vezes os professores do departamento em 277 turmas. Já o DPTN, utilizou 178 vezes os professores em 171 turmas.

Quando departamento utiliza muitos professores nas suas turmas, pode ser um indício de que o departamento está com um número de vagas suficiente ou até mais do que precisaria.

	A	B	C	D	E
1	Dimensão do Ensino - Turmas disponibilizadas pelos Departamentos na Graduação				
2	DMU	Professores	Alunos	Horas	Turmas - Disponibilizadas
3	DPTA	379	7752	11790	336
4	DPTB	95	1728	4110	80
5	DPTC	265	4818	7350	229
6	DPTD	165	3148	6930	118
7	DPTF	215	6372	14850	204
8	DPTG	220	3577	7050	212
9	DPTH	195	4865	10920	183
10	DPTI	227	6324	13470	219
11	DPTJ	146	3876	8700	131
12	DPTL	132	1542	5850	128
13	DPTM	784	7108	8550	277
14	DPTN	178	5497	8520	171
15	DPTO	144	5014	7170	141

Imagen 75

Para finalizar a análise, os resultados gerados, referentes aos alvos dos departamentos, mostram o quanto um departamento deveria aumentar sua produção para se tornar eficiente, mantendo-se o número de vezes que os professores foram utilizados. Também pode ser interpretado como a produção teórica, ou seja, o quanto o departamento deveria produzir na melhor das hipóteses, comparado com a produção verificada. A imagem 76 e a imagem 77 exibem, respectivamente, os alvos de produção das duas DMUs mais bem colocadas e das duas piores DMUs.

As DMUs DPTN e DPTO possuem a produção atual e alvo iguais, como estão entre as DMUs que melhores utilizaram o insumo “professor”, em comparação com as demais, no modelo DEA, esses departamentos não possuem um “gordura para queimar”, ou folga, pois já estão fazendo o máximo com os insumos que possuem.

	A	B	C	D	E
1	DPTN				
2	Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
3	PROF	165	165	0	165
4	ALU	3.174,00	3.174,00	0	3.174,00
5	HORA	7.847,00	7.847,00	0	7.847,00
6	PEB	15	15	0	15
7	DPTO				
8	Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
9	PROF	212	212	0	212
10	ALU	6.056,00	6.056,00	0	6.056,00
11	HORA	8.824,00	8.824,00	0	8.824,00
12	PEB	12	12	0	12

Imagen 76

As DMUs DPTD e DPTM, no entanto, possuem valores maiores de produção alvo, quando comparado com o atual (imagem 77). Essas DMUs estão entre as menos eficientes na utilização do insumo “professor”, ou seja, utilizam muitos insumos, sem ter as saídas proporcionais. Resumindo, no modelo DEA utilizado, esses dois departamentos, com número de vezes que os professores foram utilizados nas atividades do magistério superior (insumo), esses departamentos deveriam ter produzido mais saídas (resultados).

DPTD					
	Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
16	PROF	232	232	0	232
17	ALU	4.349,00	6.575,01	0	6.575,01
18	HORA	8.176,00	12.360,83	0	12.360,83
19	PEB	3	4,535531	2,312576	6,848107
DPTM					
	Variável	Atual	Radial	Folga	Alvo
22	PROF	842	842	0	842
23	ALU	7.218,00	16.972,31	0	16.972,31
24	HORA	9.287,00	21.837,33	10.173,78	32.011,11
25	PEB	33	77,59578	0	77,59578

Imagem 77

Esses departamentos, caso necessitem aumentar a produção, podem utilizar melhor os professores existentes, sem a necessidade de novas vagas.

Contudo, cada departamento tem suas peculiaridades e características. Como mencionado na apresentação do manual, existem situações específicas e subjetivas que devem ser levadas em consideração pelos gestores da Universidade.

Podem existir algumas situações, tais como:

A necessidade de uma nova disciplina em um curso de graduação ou pós-graduação, sendo que nenhum professor do quadro atual consiga suprir.

Planos futuros, como por exemplo, sobre a criação de novos cursos de graduação ou pós-graduação, exigindo professores com conhecimentos e atuações específicas.

O manual oferece uma direção sobre como apurar quais departamentos estão mais “sobrecarregados” que os demais, ou quais possuem mais folga na produção, mas não deve ser encarada como fonte exclusiva de informações para a tomada de decisão sobre a distribuição de novas vagas. É importante a administração superior ouvir os planos futuros dos departamentos ou institutos antes de sacramentar quais departamentos serão contemplados com novas vagas.



## Referências

- KUAH, C. T.; WONG, K. Y.; BEHROUZI, F. **A review on Data Envelopment Analysis (DEA)**. In: Proceedings of the Fourth Asia International Conference on Mathematical/Analytical Modelling and Computer Simulation. Kota Kinabalu, p.168-173, 2010.
- LINS, M. E.; LOBO, M. S. C.; MOREIRA DA SILVA, A. C.; FISZMAN, R.; RIBEIRO, V. J. P. **O uso da Análise Envoltória de Dados (DEA) para avaliação de hospitais universitários brasileiros**. Ciência & Saúde Coletiva. Rio de Janeiro, v. 12, n. 4 p. 985-998, 2006.
- MELLO, J. C. C. B.; ANGULO MEZA, L.; SILVEIRA, J. Q.; GOMES, E.G. **About negative efficiencies in cross evaluation BCC input-oriented models**. European Journal of Operational Research. Elsevier. [Amsterdam], v. 229, n. 3, p. 732-737, september, 2013.
- MEZA, L. A.; GOMES, E. G.; NETO, L. B. **Curso de análise de envoltória de dados**. XXXVII Simpósio brasileiro de pesquisa operacional, Gramado, p. 2520-2547, 2005.
- MOGHA, S. K.; KUMAR, A.; KUMAR, A.; KUNROO, H.K. **Performance Measurement of Academic Departments: Case of a Private Institution**. (EDS) Soft Computing: Theories and Applications. Advances in Intelligent Systems and Computing. Springer, Singapore, v. 584, 2018.
- ZHU, J. **Multi-factor performance measure model with application to Fortune 500 companies**. European Journal of Operational Research. Editora Elsevier. [Netherlands], v.123, n. 1, p. 105-124, may, 2000.