

Arthur Leite Salgueiral Leite (UFPE) arthureraldo@hotmail.com  
Dallas Walber Ferraz Segundo (UFPE) dallasferraz@gmail.com  
Jackson Antunes Silva Santos (UFPE) Jackson.antunes@hotmail.com  
José Javan Neves Silva (UFPE) javan-neves@hotmail.com

## **Resumo**

Diante da dificuldade em selecionar alunos para bolsas de iniciação científica principalmente em universidades públicas devido à escassez de recursos e a dificuldade entre combinar o melhor perfil acadêmico entre discentes e docentes é apresentado neste presente trabalho um meio de aprimorar a seleção de candidatos, assim beneficiando-os, procurando por este meio aprimorar o nível acadêmico de qualquer instituição que deseje utilizar tal método. Para atingir as expectativas é utilizado neste trabalho o método da programação linear, mais especificamente o modelo de designação. Os resultados obtidos mostram que para este problema de designação foram obtidos resultados satisfatórios que alcançaram as expectativas.

**Palavras-Chaves:** Pesquisa operacional; programação linear; designação; tora; decisão;

## **1. Introdução**

Dois aspectos foram decisivos para o desenvolvimento da história da Pesquisa Operacional, o primeiro aspecto refere-se ao avanço nas técnicas de Pesquisa Operacional, devido às importantes técnicas para formulação de problemas que surgiram, e o segundo aspecto corresponde a maior popularização dos computadores (MOREIRA, 2007).

Atualmente, algum dos problemas vivenciados dentro da universidade é a dificuldade em selecionar os alunos para Iniciação Científica este problema geralmente ocorre devido a dificuldades financeiras e também a difícil análise de decisão quando o assunto é escolher dentro de uma variedade de alunos aquele que melhor combina com o perfil acadêmico do professor orientador baseado nas experiências acadêmicas tanto do discente como do docente. Resolver esta questão, ou ao menos tentar aperfeiçoar o processo decisório influenciaria no aumento de Iniciações Científicas e também no desempenho destas pesquisas.

No problema proposto neste artigo cada pessoa dentro de um grupo de treze alunos deve ser direcionada a desenvolver um projeto de Iniciação Científica da melhor maneira possível para um dos sete professores disponíveis.

O objetivo deste trabalho é propor um modelo de programação linear baseado no Modelo de Designação com o intuito de facilitar e promover melhorias quando se fala do processo de aceitação e escolha de candidatos a iniciar projetos de Iniciação Científica. Para a solução

deste modelo de designação será usado o software Tora, este é um software disponibilizado gratuitamente por Handy Taha, autor do livro “Pesquisa Operacional 8ª Ed.”.

## **2. Revisão da literatura**

### **2.1 Pesquisa Operacional**

A Segunda Guerra Mundial foi o marco para uso da terminologia Pesquisa Operacional, quando equipe de pesquisadores intensificou a busca por métodos para solução problemas específicos de operações militares (ANDRADE, 2004). Após a guerra estenderam-se as aplicações para o meio acadêmico e empresarial. Dois aspectos foram decisivos para o desenvolvimento da história da Pesquisa Operacional, o primeiro aspecto refere-se ao avanço nas técnicas de Pesquisa Operacional, devido às importantes técnicas para formulação de problemas que surgiram, e o segundo aspecto corresponde a maior popularização dos computadores (MOREIRA, 2007).

Hoje em dia é normal desenvolver algoritmos para a solução de problemas do mundo real, esses algoritmos ou como é casualmente chamada “modelagem computacional” é um procedimento que auxilia no processo de tomada de decisão. Um dos objetivos da pesquisa operacional é projetar, planejar e até operar sistemas em situações que requerem alocação eficiente de recursos, uma vez que na vida real tais recursos são escassos. (Arenales et Al., 2009).

#### **2.1.1 Programação Linear**

Um dos modelos matemáticos mais utilizados nos problemas de pesquisa operacional é a programação linear, devido sua ampla aplicabilidade. Em linhas gerais, a programação linear busca, entre as inúmeras tarefas ou atividades, descobrir a melhor distribuição dos recursos a fim de obter um valor ótimo do objetivo desejado (ANDRADE, 2007).

Os problemas de alocação de recursos distinguem-se pela existência de um objetivo explícito por meio de variáveis de decisão e pela existência de restrições para alocar os recursos devido às quantidades disponíveis e a forma de aplicá-los (ANDRADE, 2007).

O problema proposto neste trabalho procura alocar de maneira indivisível recursos disponíveis (professores disponíveis como orientador de Iniciação Científica) para atender de maneira exclusiva as atividades de interesse de modo que a medida de efetividade do sistema seja otimizada.

Com este objetivo proposto é possível verificar e notar que a aplicação do Modelo de Designação funciona de forma bastante eficiente e eficaz para a solução do problema

proposto. Neste modelo em geral, deve ser alocado um recurso para cada atividade, e toda atividade deve receber apenas um recurso. (Marins, Fernando Augusto Silva, 2011).

### **2.1.2 Programação Linear**

Pode-se dizer que o problema de transporte pode ser formulado como um problema de programação linear. O primeiro e mais importante passo da resolução de um problema de transporte é a sua identificação, após isso teremos mais condições de formularmos um modelo que poderemos usar para resolver o problema.

A Designação é um caso particular do modelo de transportes, onde seu roteiro ou algoritmo para resolução pode ser observado abaixo:

1. O número de linhas deverá ser igual ao número de colunas, caso isto não ocorra, é necessário adicionar origens/destinos fantasmas.
2. Subtrair o menor elemento de cada linha pelo menor elemento da mesma linha.
3. Do quadro resultante subtrair o menor elemento de cada coluna pelo menor elemento da mesma coluna.
4. Fazer o teste da otimidade:
  - a) Traçar o número mínimo de retas que cubra todos os zeros do produto.
  - b) As retas devem ser horizontais ou verticais.
  - c) Se o numero de retas traçadas for menor que o número de linhas ou colunas então ir para o item 5, caso contrário se o número de retas for igual ao numero de linhas colunas então é a solução ótima ir para o item 6.
5. Tomar o menor elemento não coberto pelas retas traçadas e subtrai-los dos demais elementos não cobertos pelas retas. Somar este elemento aos que se encontram na intersecção das retas. Todos os demais permanecem inalterados. Voltar ao item 4.

Para encontrar a designação ótima substituir os zeros pelos valores dispostos no primeiro quadro. Informar o custo ou o lucro total.

### **3. Metodologia**

Para a resolução do problema vamos admitir que todos os alunos tenham pago todas as disciplinas com os respectivos professores e também será admitido um peso para cada disciplinas de acordo com cada professor, admitindo também que existem 7 (sete) disciplinas que medirão a capacidade do aluno de entrar em um projeto de iniciação científica com algum professor.

A TABELA 1 refere-se a uma coleta de notas, essas notas devem ser ponderadas de acordo com um peso que cada professor atribui a uma determinada disciplina, os pesos variam de 0 a 3 na ordem crescente de valor, para a disciplina menos específica e a qual o professor menos domina é atribuído peso 1, e assim por diante. Para disciplinas da qual não fazem parte da grade do professor é atribuído peso 0, a TABELA 2 mostra a classificação.

TABELA 1 – Notas dos alunos por disciplina.

DISCIPLINA/ ALUNO	PESQUISA OPERAC.	GESTAO DA QUALIDAE	GESTAO DA INFORM.	FINANCEIR A	GESTAO AMBIENT.	GESTAO DA PRODUÇÃO	PROCESSOS INDUSTRIAIS
ANA	5,70	7,50	4,20	6,00	7,00	8,00	8,50
ARTHUR	7,50	4,00	6,00	9,50	7,50	7,30	7,00
CARLOS	5,50	7,80	3,80	7,50	7,00	7,00	7,00
CHARLES	6,00	4,50	7,80	9,00	6,00	6,00	7,00
DALLAS	6,50	8,00	4,50	9,50	8,60	7,20	7,00
DAVI	4,00	7,50	8,00	5,00	5,50	8,00	8,50
FLÁVIO	5,00	9,00	3,75	7,50	7,50	6,00	7,00
JACKSON	7,20	4,20	9,00	8,00	7,00	6,20	7,00
JOÃO PAULO	6,50	8,00	4,70	6,00	8,00	7,50	7,00
JOSE SILVA	7,50	8,00	4,80	7,50	7,80	8,00	9,00
KARINA	7,20	8,00	2,50	6,00	7,00	8,00	7,00
MATHEUS	8,00	7,20	4,00	8,50	7,50	8,50	7,00
RAFAEL	7,00	8,50	6,50	3,00	7,00	8,00	9,00

Fonte: Elaborado pelos autores

TABELA 2 – Peso de cada disciplina relacionado com cada professor

DISCIPLINA/ PROFESSOR	PESQUISA OPERAC.	GESTAO DA QUALIDAE	GESTAO DA INFORM.	FINANCEIR A	GESTAO AMBIENT.	GESTAO DA PRODUÇÃO	PROCESSOS INDUSTRIAIS
MAISA	3	0	2	0	0	1	0
RENATA	0	3	0	0	0	2	1
ANA PAULA	2	0	3	0	0	0	1
MARCELE	1	0	0	3	0	2	0
GILSON	0	2	0	0	3	1	0
MARINA	2	0	0	0	0	3	1
LUCIO	0	1	0	0	2	0	3

Fonte: Elaborado pelos autores

Sabendo-se o as notas dos alunos nas disciplinas e os pesos das notas, podemos identificar as notas ponderadas de cada aluno com relação a cada professor, como pode ser visto na TABELA 3.

O calculo da nota ponderada é feito da seguinte forma.

$$N = \frac{\sum(\text{nota na disciplina}) \times (\text{peso da disciplina})}{\sum(\text{peso da disciplina})}$$

Onde,

$N = \text{nota ponderada de cada materia}$

Para facilitar o entendimento do calculo, tomemos a solução para a nota de Ana com relação à professora Maisa.

$$N = \frac{(5,70 \times 3) + (7,50 \times 0) + (4,20 \times 2) + (6,00 \times 0) + (7,00 \times 0) + (8,00 \times 1) + (8,50 \times 0)}{(3 + 0 + 2 + 0 + 0 + 1 + 0)}$$

$$Np = \frac{33,5}{6} = 5,58$$

É visível então que o elemento [1x1] da TABELA 3 possui valor **5,58**.

TABELA 3 - Notas ponderadas entre os alunos e professores.

PROFESSOR/ ALUNO	MAISA	RENATA	ANA PAULA	MARCELE	GILSON	MARINA	LUCIO
ANA	5,58	7,83	5,42	6,62	7,33	7,32	7,83
ARTHUR	6,97	5,60	6,67	8,43	6,30	7,32	6,67
CARLOS	5,18	7,40	4,90	7,00	7,27	6,50	7,13
CHARLES	6,60	5,42	7,07	7,50	5,50	6,17	6,25
DALLAS	5,95	7,57	5,58	8,23	8,17	6,93	7,70
DAVI	6,00	7,83	6,75	5,83	6,58	6,75	7,33
FLÁVIO	4,75	7,67	4,71	6,58	7,75	5,83	7,50
JACKSON	7,63	5,33	8,07	7,27	5,93	6,67	6,53
JOÃO PAULO	6,07	7,67	5,68	6,58	7,92	7,08	7,50
JOSE SILVA	6,68	8,17	6,40	7,67	7,90	8,00	8,43
KARINA	5,77	7,83	4,82	6,87	7,50	7,57	7,17
MATHEUS	6,75	7,60	5,83	8,42	7,57	8,08	7,20
RAFAEL	7,00	8,42	7,08	5,33	7,67	7,83	8,25

Fonte: Elaborada pelos autores

Para a solução do método vamos considerar que todos os professores vão orientar um aluno de acordo com a nota ponderada obtida, fazendo uma análise do problema observa-se que este possui semelhança com o problema de designação.

O *Problema de Designação* é um caso específico do *Problema do Transporte* que este por sua vez é uma derivação de um *Problema de Programação Linear*, considera-se assim que este problema também é de *Programação Linear*. O *Problema de Designação* consiste em designar pessoas, máquinas ou produtos a determinado destinos, tarefas, localizações ou fábricas, de modo que cada destino receba uma origem.

Para a solução do problema deve haver algumas considerações.

- O número de origens ‘n’ deve ser igual ao número de destinos ‘m’.
- Cada destino deve receber apenas uma origem.
- Cada origem deve receber apenas um destino.

O *Problema de Designação* possui um fator  $F_{ij}$  para se associar uma origem  $i$  ( $i=1,2,3,\dots,n$ ) com um destino  $j$  ( $j=1,2,3,\dots,m$ ). Geralmente o objetivo é determinar que as designações deverão ser realizadas para maximizar o lucro ou minimizar o custo.

Para solucionar a designação dos professores que orientarão os alunos, utilizaremos as maiores notas ponderadas e arredondadas, vistas na TABELA 4. Os alunos serão considerados como as origens e os professores os destinos, todas as demandas e as ofertas serão 1, como pode ser visto na FIGURA 1 na coluna *Supply* e na linha *Demand*.

TABELA 4 – Notas ponderadas e arredondadas.

PROFESSOR/ ALUNO	MAISA	RENATA	ANA PAULA	MARCELE	GILSON	MARINA	LUCIO
ANA	6	8	5	7	7	7	8
ARTHUR	7	6	7	8	6	7	7
CARLOS	5	7	5	7	7	7	7
CHARLES	7	5	7	8	6	6	6
DALLAS	6	8	6	8	8	7	8
DAVI	6	8	7	6	7	7	7
FLÁVIO	5	8	5	7	8	6	8
JACKSON	8	5	8	7	6	7	7
JOÃO PAULO	6	8	6	7	8	7	8
JOSE SILVA	7	8	6	8	8	8	8
KARINA	6	8	5	7	8	8	7
MATHEUS	7	8	6	8	8	8	7
RAFAEL	7	8	7	5	8	8	8

Fonte: Elaborada pelos autores

A função será de maximizar  $N_{ij}$ , ou seja, maximizar as notas ponderadas dos alunos, para se obter uma solução ótima no problema de designação.

A função objetivo será dada por:

$$\max Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m N_{ij} * X_{ij}$$

Sujeito a:

$$\sum_{j=1}^m X_{ij} = 1 \quad \text{para } i = 1, 2, \dots, n.$$

$$\sum_{i=1}^n X_{ij} = 1 \quad \text{para } j = 1, 2, \dots, m.$$

$$X_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{se origem é designado para o destino} \\ - & \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

FIGURA 1 – Quadro inicial de notas ponderadas e arredondadas para designação.

	Name	D1 MAISA	D2 RENATA	D3 ANA PA	D4 MARCEL	D5 GILSON	D6 MARINA	D7 LUCIO	D8 DummyD	Supply
S1	ANA	-6,00	-8,00	-5,00	-7,00	-7,00	-7,00	-8,00	0,00	1,00
S2	ARTHUR	-7,00	-6,00	-7,00	-8,00	-6,00	-7,00	-7,00	0,00	1,00
S3	CARLOS	-5,00	-7,00	-5,00	-7,00	-7,00	-7,00	-7,00	0,00	1,00
S4	CHARLE	-7,00	-5,00	-7,00	-8,00	-6,00	-6,00	-6,00	0,00	1,00
S5	DALLAS	-6,00	-8,00	-6,00	-8,00	-8,00	-7,00	-8,00	0,00	1,00
S6	DAVI	-6,00	-8,00	-7,00	-6,00	-7,00	-7,00	-7,00	0,00	1,00
S7	FLÁVIO	-5,00	-8,00	-5,00	-7,00	-8,00	-6,00	-8,00	0,00	1,00
S8	JACKSO	-8,00	-5,00	-8,00	-7,00	-6,00	-7,00	-7,00	0,00	1,00
S9	JOAO P	-6,00	-8,00	-6,00	-7,00	-8,00	-7,00	-8,00	0,00	1,00
S10	JOSE S	-7,00	-8,00	-6,00	-8,00	-8,00	-8,00	-8,00	0,00	1,00
S11	KARINN	-6,00	-8,00	-5,00	-7,00	-8,00	-8,00	-7,00	0,00	1,00
S12	MATHEU	-7,00	-8,00	-6,00	-8,00	-8,00	-8,00	-7,00	0,00	1,00
S13	RAFAEL	-7,00	-8,00	-7,00	-5,00	-8,00	-8,00	-8,00	0,00	1,00
<b>Demand</b>		<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>6,00</b>	

Fonte: Elaborada pelos autores

Os valores estão negativos porque originalmente o Problema de Designação busca a minimização do custo, por exemplo, como estamos admitindo que a seleção seja em busca das maiores notas, deve-se multiplicar os valores por (-1) Para se encontrar uma solução que apresente as melhores notas.

Para solucionar o problema é necessária a adição de ‘Destinos Fantasmas’ pois o número de origens deverá ser igual ao numero de destinos, o valor  $N_{ij}$  desses destinos fantasmas será de 0, porem a sua demanda deverá ser igual a 1 para obedecer ao algoritmo de resolução.

Resolvendo este *Problema de Designação* pelo software TORA, o próprio sistema fez a adição de apenas um destino fantasma o ‘*DummyD*’, aconteceu isto porque no software não há opção de resolver direto como um *Problema de Designação* resolvendo então por um *Problema de Transporte*, neste caso exige apenas que a demanda seja igual a oferta, por este motivo o destino fantasma *DummyD* possui uma demanda diferente de 1, no caso, 6.

Resolvendo o problema pelo software TORA, encontraremos como solução do problema as seguintes designações, baseado na observação e análise da FIGURA 2.

FIGURA 2 – Resultado do Problema de Designação



Title: Iniciação Científica - Arredondado  
 Final Iteration No.: 1  
 Objective Value (minimum cost) = -55,00

From	To	Amt Shipped	Obj Coeff	Obj Contrib
S1: ANA	D2: RENATA	1	-8,00	-8,00
S2: ARTHUR	D4: MARCELE	1	-8,00	-8,00
S3: CARLOS	D8: DummyD	1	0,00	0,00
S4: CHARLES	D1: MAISA	0	-7,00	0,00
S4: CHARLES	D3: ANA PAULA	1	-7,00	-7,00
S4: CHARLES	D4: MARCELE	0	-8,00	0,00
S5: DALLAS	D2: RENATA	0	-8,00	0,00
S5: DALLAS	D5: GILSON	1	-8,00	-8,00
S6: DAVI	D3: ANA PAULA	0	-7,00	0,00
S6: DAVI	D8: DummyD	1	0,00	0,00
S7: FLÁVIO	D5: GILSON	0	-8,00	0,00
S7: FLÁVIO	D7: LUCIO	1	-8,00	-8,00
S8: JACKSON	D1: MAISA	1	-8,00	-8,00
S9: JOAO PAULO	D7: LUCIO	0	-8,00	0,00
S9: JOAO PAULO	D8: DummyD	1	0,00	0,00
S10: JOSE SILVA	D6: MARINA	1	-8,00	-8,00
S11: KARINNA	D6: MARINA	0	-8,00	0,00
S11: KARINNA	D8: DummyD	1	0,00	0,00
S12: MATHEUS	D8: DummyD	1	0,00	0,00
S13: RAFAEL	D8: DummyD	1	0,00	0,00

Fonte: Elaborado pelos autores

#### 4. Resultados

Observamos que com o método de designação obtendo-se a seguinte resposta:

- Carlos, Davi, João Paulo, Karinna, Matheus e Rafael não serão designados para alguma iniciação científica.
- Ana irá iniciar a sua I.C com a professora Renata.
- Arthur irá iniciar a sua I.C com a professora Marcele.
- Charles irá iniciar a sua I.C com a professora Ana Paula.
- Dallas irá iniciar a sua I.C com o professor Gilson.
- Flávio irá iniciar a sua I.C com o professor Lúcio.
- Jackson irá iniciar a sua I.C com a professora Maisa.
- José Silva irá iniciar a sua I.C com a professora Marina.

Apesar de termos usado o critério das médias ponderadas, este foi criado de forma deliberada sem nenhuma garantia matemática de que está sendo justo ou que seja um método sem erros grosseiros e fomos guiados pelo senso comum de que atribuir um valor ponderado é uma forma aparentemente justa.

Caso o modelo seja realmente empregado tendo em mãos dados confiáveis e precisos para se gerar uma matriz de valores, o sistema vai garantir para os próprios alunos, mesmo que não saibam direito sobre uma determinada área de pesquisa sejam direcionados a uma orientação



científica que pertença a áreas do conhecimento que ele esteja mais bem relacionado por causa de alguma afinidade natural e não guiada pelo simples nome da disciplina entre fatores que influenciam na escolha de um orientador, em suma o sistema de seleção é uma forma limpa e clara de medir o grau de interesse e empenho em cada área para cada aluno.

### **5. Considerações Finais**

Nesse trabalho foi realizado um levantamento de dados para solução de um problema que se repete muito nas universidades que é a de escolha do professor para qual aluno ele irá orientar em trabalhos de iniciação científica.

De acordo com a área pertence de especialidade do professor e das notas dos alunos nas respectivas matérias, foram atribuídos pesos que serviram de dados para solução do problema. Com um total de 7 professores, onde cada um só pode escolher 1 aluno, e com um total de 13 alunos para serem solucionados. Logo se utilizou do método TORA para obtenção dos resultados, obtendo assim o melhor aluno para cada professor em sua respectiva área e o aluno que possui um melhor desempenho nas principais áreas respectivamente.

Como sugestões de projetos futuros em Pesquisa Operacional existem outras maneiras para fazer esse tipo de problema como o do trabalho apresentado acima, mas ressaltando que o método utilizado no problema de Designação foi bastante satisfatório. Outros métodos na área de Pesquisa Operacional também podem ser usados, como por exemplo, os métodos multicritérios que podem enriquecer com mais dados o trabalho devido que em alguns métodos a utilização de vários critérios e com pesos.

### **REFERÊNCIAS**

ANDRADE, E. L. **Introdução à pesquisa operacional: Métodos e modelos para análise de decisão**. Editora LTC, 2004.

ARENALES, M.; ARMENTANO, V.; MORABITO, R.; YANASSE, H. **Pesquisa operacional para cursos de engenharia**. Editora Campus, 2007.

COSTA, J. J. S. **Tópicos de pesquisa operacional**. Editora LTC, 1973

MOREIRA, D. A. **Pesquisa operacional: curso introdutório**. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

Ferreira, F. M.; Bachega, S. J.. **Programação linear: um estudo de caso sobre os custos de transporte em uma empresa do setor de confecções de Catalão-GO**. XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção.