



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA
COORDENAÇÃO GERAL DE PROGRAMAS ACADÊMICOS E
DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA



PROGRAMA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA PIVIC

Título do Projeto:

Métodos de resolução para problemas de roteamento de veículos e scheduling

Título do Plano:

O problema de alocação de avaliadores a projetos de pesquisa no âmbito universitário

Anand Subramanian

Departamento de Sistemas de Computação/Centro de Informática

Francisco Siqueira Carneiro da Cunha Neto
Engenharia de Computação/Centro de Informática

João Pessoa, 7 de Setembro de 2021

RESUMO

A alocação de avaliadores a projetos de pesquisa é uma tarefa importante e árdua, principalmente considerando que os avaliadores devem possuir algum conhecimento acerca dos projetos avaliados. Utilizando ferramentas da Pesquisa Operacional é possível encontrar soluções com otimalidade garantida e, portanto, de maior qualidade do que aquelas encontradas sem o uso dessas ferramentas. Neste trabalho, um modelo matemático proposto por Costa (2013) foi implementado e, utilizando dados de alocações feitas na UFPB nos anos de 2014, 2015, 2016 e 2017, foram realizados experimentos computacionais que mostraram uma redução no número de alocações de avaliadores a projetos em áreas que não são de sua especialidade e um aumento no número de alocações de avaliadores a projetos em suas subáreas de especialidade.

PALAVRAS CHAVE: Pesquisa Operacional, Otimização, Alocação de Revisores.

ABSTRACT

Assigning examiners to research projects is an important and arduous task, specially considering that examiners should have some knowledge of the areas of evaluated projects. Operational Research tools make it possible to find solutions with guaranteed optimality which, therefore, are of higher quality than those found without the use of those tools. In this work, a mathematical model proposed by Costa (2013) was implemented and, using data from assignments done in UFPB during years 2014, 2015, 2016 and 2017, computational experiments were done that demonstrated a reduction in the number of assignments of examiners to projects in areas that are not their specialty, as well as an increase in the number of assignments of examiners to projects in their subareas of specialty.

KEY WORDS: Operational Research, Optimization, Reviewer Assignment.

1 Introdução

A pesquisa é um dos pilares das universidades enquanto instituições de ensino superior, e atividades de pesquisa desenvolvidas nas universidades têm grande importância para a instituição e para a formação de seus estudantes. Na UFPB, essas atividades estão em parte associadas a projetos de pesquisa que devem ser avaliados pela universidade. Estima-se que, em geral, mais de 1000 projetos são submetidos à UFPB anualmente para avaliação. Essas propostas de trabalho são avaliadas por um corpo docente que deve, idealmente, ter conhecimento acerca do tema do projeto.

Determinar que avaliadores deverão avaliar quais projetos respeitando requisitos estabelecidos pelas pró-reitorias e considerando o conhecimento de cada avaliador acerca dos projetos avaliados é uma tarefa árdua e que, na UFPB, embora seja feita forma automatizada, não é resolvida utilizando métodos formais de otimização e, portanto, não há garantia de otimalidade nas soluções geradas (Arenales *et al.*, 2007). Desta forma, uma abordagem baseada em ferramentas da pesquisa operacional se faz necessária para encontrar as melhores composições das bancas avaliadoras para cada projeto.

Embora esse problema seja de interesse para inúmeras universidades, a literatura acerca do mesmo é escassa e em sua maioria trata de avaliadores de conferências, como observado em Garg *et al.* (2010), Li e Watanabe (2013), Hartvigsen *et al.* (1999) e Long *et al.* (2013), ou de avaliadores de projetos de Pesquisa e Desenvolvimento na indústria, vide Liu *et al.* (2016) e Liu *et al.* (2014). Também existem pesquisas em abordagens não baseadas em Pesquisa Operacional, como os trabalhos de Charlin e Zemel (2013) e Biswas e Hasan (2007).

Neste trabalho, busca-se determinar alocações de avaliadores a projetos em instâncias reais da UFPB que possuam um número reduzido de docentes avaliando projetos que não são de suas áreas de especialidade, bem como um número elevado de docentes avaliando projetos mais próximos de suas especialidades.

2 Procedimentos metodológicos

Para resolver o problema descrito, foi desenvolvido um software que lê dados de avaliadores e trabalhos a serem avaliados e realiza alocações de um a outro de forma a maximizar a afinidade entre avaliadores e projetos. Esse software, desenvolvido usando as linguagens de programação Python e C++, utiliza o resolvidor de programação linear inteira mista *COIN-OR Branch-and-Cut Solver* para implementar o modelo matemático proposto por Costa (2013) e reproduzido a na seção 2.1.

Através da Pró-Reitoria de Pesquisa foram adquiridas as alocações realizadas nos anos de 2014, 2015, 2016 e 2017, e estas foram utilizadas como base para testes do software desenvolvido. Para cada ano foi feita uma lista de projetos associados às suas respectivas áreas e subáreas, bem como uma lista de orientadores associados às áreas e subáreas de seus projetos. Tomando os orientadores como candidatos a avaliadores, suas afinidades com cada projeto foram definidas da seguinte forma:

- Se o avaliador orienta um projeto na mesma subárea, sua afinidade é 100;
- Se o avaliador orienta um projeto na mesma área, sua afinidade é 10;
- Se o avaliador não orienta nenhum projeto na mesma área, sua afinidade é 1.

Avaliadores são considerados inaptos a avaliarem projetos que orientam.

2.1 Formulação matemática

2.1.1 Notação

Conjuntos:

- P – Conjunto dos professores que submeteram trabalhos
- P_j – Conjunto dos avaliadores aptos a avaliar o trabalho j
- T – Conjunto de todos os trabalhos submetidos para avaliação
- T_i – Conjunto dos trabalhos pertencentes à área de interesse do avaliador i

Dados de Entrada:

- b_{ij} – Benefício da alocação de um professor i ao trabalho j
- NA – Número de avaliadores por trabalho
- $LMax_i$ – Limite máximo de trabalhos por professor i
- $LMin_i$ – Limite mínimo de trabalhos por professor i

Variáveis de Decisão:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{se o professor } i \text{ for alocado para avaliar o trabalho } j \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

2.1.2 Modelo

Função Objetivo:

$$\max \sum_{i \in P} \sum_{j \in T_i} b_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

Sujeito a:

$$\sum_{i \in P_j} x_{ij} = NA \quad \forall j \in T \quad (2)$$

$$LMin_i \leq \sum_{j \in T_i} x_{ij} \leq LMax_i \quad \forall i \in P \quad (3)$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\} \quad \forall i \in P, \forall j \in T_i \quad (4)$$

A função objetivo (1) maximiza a afinidade entre avaliadores e projetos a eles alocados. As restrições (2) determinam o número de avaliadores por projeto e as restrições (3) limitam o número de projetos alocados a cada professor. As restrições (4) definem a natureza das variáveis.

3 Resultados e discussão

Os resultados obtidos apresentaram uma redução significativa na quantidade de avaliadores alocados a trabalhos de uma área diferente de sua área de especialidade e um aumento de avaliadores alocados a trabalhos em sua subárea de especialidade. A quantidade de alocações de cada grau de afinidade em ambos algoritmo atual e algoritmo proposto (“otimizado”) pode ser observada nas Fig. 1 e Fig. 2, onde a Fig. 1 mostra um comparativo baseado em unidades de alocações e a Fig. 2 mostra um comparativo baseado na porcentagem total de alocações. Alguns dos avaliadores apresentados na solução do algoritmo atual não orientaram nenhum projeto naquele ano e, portanto, não foi possível determinar suas áreas de especialidade, o rótulo “Sem área definida” se refere a estes avaliadores.

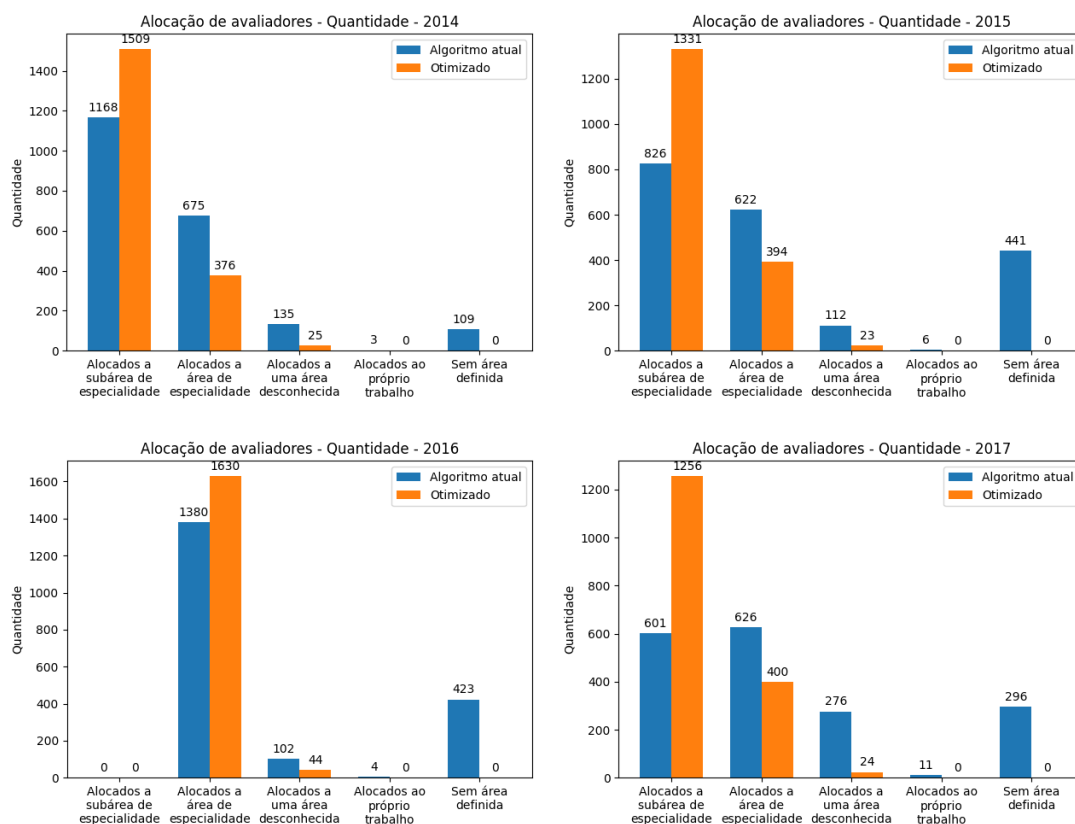


Figura 1: Comparação entre soluções do algoritmo atual e algoritmo proposto, baseado em unidades de alocações.

O ano de 2014 apresentou melhorias menos significativas, mas ainda relevantes. Se observa uma redução de mais de 100 alocações a projetos em áreas cujos avaliadores não possuem especialidade, e embora exista uma redução de aproximadamente 300 alocações na mesma área de especialidade, elas foram substituídas por alocações na mesma subárea de especialidade, que apresentaram um aumento de mais de 300 unidades.

Os resultados do ano de 2015 foram similares aos de 2014, mas com um aumento ainda mais significativo na quantidade de alocações na mesma subárea de especialidade: houve um ganho de mais de 500 unidades.

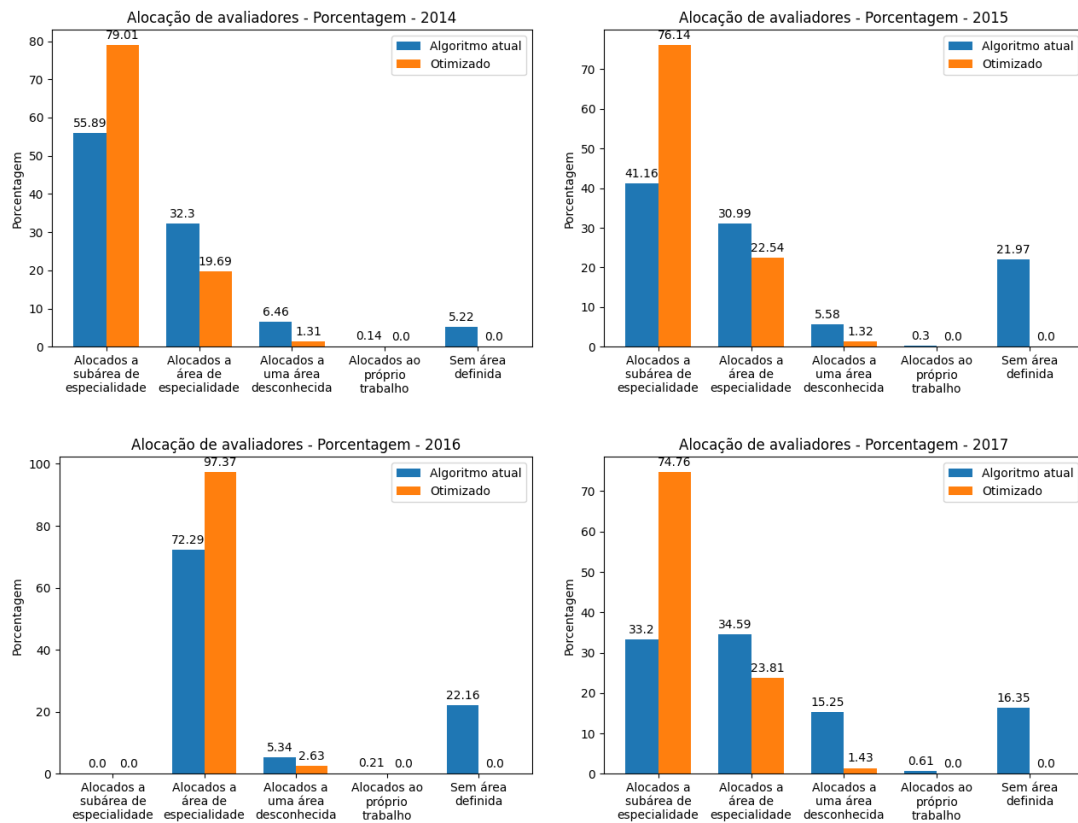


Figura 2: Comparação entre soluções do algoritmo atual e algoritmo proposto, baseado em porcentagem de alocações.

Vale ressaltar que os dados do ano de 2016 não incluíam a subárea de cada projeto, e portanto não foi possível realizar alocações na mesma subárea de especialidade dos avaliadores. Ainda assim, esse ano apresentou um aumento relevante no número de alocações na mesma área de especialidade, e uma redução no número de alocações a projetos em áreas cujos avaliadores não possuem especialidade.

O ano de 2017 foi aquele que mais apresentou melhorias. Mais de 250 avaliações em áreas cujos avaliadores não possuem especialidade foram substituídas por avaliações com maior afinidade entre avaliador e projeto. Além disso, houve um aumento de mais de 600 avaliações em uma mesma subárea de especialidade, um valor muito significativo.

Também é notável que em todos os anos existiram alguns projetos avaliados pelo seu próprio orientador, o que não ocorre nenhum vez com o modelo proposto.

Esses resultados levam a acreditar que a adoção de métodos de otimização e do algoritmo proposto na prática levariam a projetos com avaliadores ainda mais qualificados, trazendo uma mudança positiva no processo de avaliações de projeto dentro da universidade.

4 Conclusões

Neste trabalho foram utilizadas técnicas e ferramentas da pesquisa operacional para buscar soluções ótimas para o problema de alocação de avaliadores a projetos de pesquisa na UFPB. Foi possível observar uma melhoria sistemática nas alocações realizadas nos anos de 2014, 2015, 2016 e 2017 ao se utilizar do método proposto, isto é, em todos os anos foi observada uma redução no número de avaliações de projetos de fora da área de especialidade dos avaliadores e um aumento no número avaliações de projetos na mesma subárea de especialidade dos avaliadores.

REFERÊNCIAS

- Arenales, M. A., Armentano, V. H., Morabito, R. u. e Yanasse, H. u. *Pesquisa Operacional para Cursos de Engenharia*. Elsevier, 2007.
- Biswas, H. K. e Hasan, M. M. Using publications and domain knowledge to build research profiles: An application in automatic reviewer assignment. *2007 International Conference on Information and Communication Technology*, p. 82–86. doi: 10.1109/ICICT.2007.375347, 2007.
- Charlin, L. e Zemel, R. (2013), The toronto paper matching system: an automated paper-reviewer assignment system. v. 1.
- Costa, L. (2013), Otimização na gestão de atividades acadêmicas: Aplicações na ufpb. *Tese (Graduação de Engenharia de Produção Mecânica) – Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal da Paraíba*, v. 1, p. 30–35.
- Garg, N., Kavitha, T., Kumar, A., Mehlhorn, K. e Mestre, J. (2010), Assigning papers to referees. *Algorithmica*, v. 58, n. 1, p. 119–136.
- Hartvigsen, D., Wei, J. C. e Czuchlewski, R. (1999), The conference paper-reviewer assignment problem. *Decision Sciences*, v. 30, n. 3, p. 865–876.
- Li, X. e Watanabe, T. (2013), Automatic paper-to-reviewer assignment, based on the matching degree of the reviewers. *Procedia Computer Science*, v. 22, p. 633–642.
- Liu, O., Wang, J., Ma, J. e Sun, Y. (2016), An intelligent decision support approach for reviewer assignment in r&d project selection. *Computers in Industry*, v. 76, p. 1–10.
- Liu, X., Suel, T. e Memon, N. A robust model for paper reviewer assignment. RecSys '14, p. 25–32, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery. ISBN 9781450326681. doi: 10.1145/2645710.2645749. URL <https://doi.org/10.1145/2645710.2645749>, 2014.
- Long, C., Wong, R. C.-W., Peng, Y. e Ye, L. On good and fair paper-reviewer assignment. *2013 IEEE 13th International Conference on Data Mining*, p. 1145–1150. doi: 10.1109/ICDM.2013.13, 2013.