

## **ALOCAÇÃO DE SESSÕES DE ARTIGOS EM EVENTOS ACADÊMICOS: MODELO E ESTUDO DE CASO**

Philippe Jorge e Silva<sup>a</sup>, Igor Norberto Bedeti Dias<sup>a</sup>, Larissa Assis Alvarenga<sup>a</sup>,  
Magno Silvério Campos<sup>a</sup>, André Luís Silva<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup>*Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) – Ouro Preto – MG, Brasil*

### **Resumo**

Neste trabalho, um modelo matemático-computacional destinado a fazer a alocação de artigos em sessões de eventos acadêmicos será apresentado. O objeto da pesquisa foi o EMEPRO (Encontro Mineiro de Engenharia de Produção) nas edições de 2011 e 2012. O objetivo do modelo é encontrar a alocação ótima. O modelo respeitou todas as restrições descritas pelos organizadores do evento e os resultados mostraram-se compatíveis com os objetivos.

**Palavras-chave:** Problema de Alocação em Congresso, Otimização Matemática, Programação Linear Inteira Binária.

### **Abstract**

In this work, a mathematical-computational model to build allocation for submitting articles to the sessions at academic events is presented. The object of the research was EMEPRO (Encontro Mineiro de Engenharia de Produção) in the edition of 2011 and 2012. The goal is to achieve the optimal allocation. The model developed covers all the restrictions implied by the event administration and the results achieved showed to be compatible to the goal proposed.

**Keywords:** Congress Timetabling Problem, Mathematical Optimization, Binary Integer Linear Programming.

\***Autor para correspondência:** e-mail: [andreluismg@gmail.com](mailto:andreluismg@gmail.com)

### 1. Introdução

Os eventos acadêmicos no Brasil têm apresentado significativo crescimento, tanto quanto em número de participantes quanto em artigos publicados. Segundo a ABEPRO – Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO, 2012) contabilizam-se cinco eventos importantes na área da Engenharia de Produção, e segundo a SOBRAPO – Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional (SOBRAPO, 2012) há vinte e dois grandes eventos no mundo. No ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção, edição 2011, foram publicados novecentos e setenta e quatro artigos. Esses números apresentam apenas uma prévia da dimensão dos eventos acadêmicos existentes quando consideradas as diversas áreas de conhecimento no Brasil e no mundo.

Nesses eventos, uma atividade rotineira é alocar sessões temáticas nas salas onde serão apresentados os artigos aprovados para publicação. Essa tarefa tem caráter combinatorial e complexidade elevada para resolução manual, tendo em vista a quantidade de soluções possíveis e o grande número de variáveis colocadas.

Diante desse contexto e sob o foco dos Problemas de Alocação, pode-se promover a otimização da utilização de mão-de-obra, dinheiro e o próprio tempo. Em alguns setores específicos, os problemas de otimização referem-se à alocação de recursos a tarefas, conhecido como PAR (Problema de Alocação de Recursos). Essa classe de problemas trata da designação de recursos às atividades ou profissionais.

A definição de Alocação de Recursos ou Problema de Designação é dada de forma diferente entre autores da área. Segundo Taha (2008) o Problema de Designação é caracterizado como: “A melhor pessoa para a tarefa”, citando a situação da necessidade de alocar tarefas que combinem com habilidades de um trabalhador para diminuir custos e ganhar tempo.

Segundo Andrade (2004), os Problemas de Alocação referem-se à distribuição de

recursos entre as diversas tarefas ou atividades a serem realizadas.

Passos (2008) acrescenta que o Problema de Alocação pode ser usado para distribuição de tarefas a empregados de uma firma, localização de máquinas e equipamentos em empresas, distribuição de leitos hospitalares, destinos em empresas de transporte, distribuição de pessoal de vendas, seleção de atletas, entre outros.

No âmbito dos eventos acadêmicos, os Problemas de Alocação têm sido abordados na literatura. Alguns trabalhos foram realizados visando-se, sobretudo, maior eficiência da alocação, comodidade e conforto de congressistas e organizadores. Um exemplo desse é o trabalho apresentado por SBurke e Newall (2004).

Vistos os elementos citados, este texto apresentará o modelo matemático de Programação Linear Inteira Binária utilizada para alocar autores de artigos e seus respectivos trabalhos em sessões de apresentação desses textos em um evento científico. Este modelo foi empregado em um estudo de caso, tendo como objeto de pesquisa o EMEPRO – Encontro Mineiro de Engenharia de Produção na edição de 2012. O algoritmo de resolução foi o *Branch&Bound* já programado em um procedimento interno no software *Lingo 11.0*. Esse algoritmo é detalhado em trabalhos tais como: Caixeta-Filho (2001), Moreira (2007), Passos (2008) e Taha (2008).

O texto está organizado da seguinte forma: introdução, referencial teórico, Estudo de Caso e considerações finais.

### **2. Revisão Teórica**

O Problema de Alocação de Seções Temáticas é caracterizado pela necessidade em designar de maneira satisfatória (e otimizada) as apresentações de artigos em salas seguindo certas restrições. É semelhante a vários outros Problemas de Alocação de Recursos, no qual é necessário elaborar uma grade de horários que englobe todas as seções e todas as salas.

## PESQUISA OPERACIONAL PARA O DESENVOLVIMENTO

Neste tipo de problema é preciso atender restrições de capacidade das salas, número de congressistas, disponibilidades de horários, entre outros. Na literatura ele é caracterizado como NP-Difícil, com soluções de teor combinatório elevado Even, Ita e Shamir (1976). A resolução manual, portanto, se torna inviável, demorada e por vezes impossível, tal como afirma Souza *et al.* (2002).

Souza, Martins e Araújo (2002) apresentam em seu trabalho o problema de programação de grades de horário em escolas de ensino fundamental e médio, ou Problema de Turma-Professor (PTP). O problema consiste em fixar uma sequência de agendamentos de aulas envolvendo professores e grupos de estudantes em um período predeterminado, sujeito aos requisitos didáticos, físicos e organizacionais. Trata-se de um problema combinatorial NP-completo, sendo neste caso, resolvido através de heurísticas. O procedimento utilizado para resolução foi o de Busca Tabu associado a uma Busca Local Aleatória.

Um modelo de “calendarização” de avaliações utilizando *Scatter Search Technique* é apresentado/debatido por Mansour, Isahakian e Ghalayini (2011). Em seu trabalho foi elaborado um plano acadêmico em universidades onde os estudantes tinham flexibilidade na seleção de matérias. O calendário mais apropriado deveria levar em consideração a eliminação ou minimização do número de estudantes com mais de um exame por dia, minimizar o número de exames consecutivos, minimizar o número de exames simultâneos, eliminar a possibilidade de haver mais de três exames por dia, aplicar os exames em salas cuja capacidade atenda o tamanho da turma e limitar o período dos exames. As condicionantes eram conflituosas, o que exigiu uma solução heurística baseada na técnica descrita anteriormente.

McCollum *et al.* (2011) apresentam o mesmo problema, porém com uma abordagem mais crítica quanto aos modelos desenvolvidos nos anos anteriores.

Gomes e Mello.(2009) trabalham o processo de distribuição de bolsas de iniciação

científica. Utilizou-se a Análise Envoltória de Dados (DEA) com Ganhos de Soma Zero (DEA-GSZ) e o Algoritmo Sequencial para referida alocação. Os autores ressaltaram que o aumento da eficiência global é de especial interesse para a administração.

Fernandes e Rios (2001) realizaram a alocação de artigos a serem avaliados para futura publicação no ENEGEP (Encontro Nacional de Engenharia de Produção).

Andrade *et al.* (2012) promoveram a alocação de turmas a salas de aula em uma universidade, atendendo restrições de capacidade das salas, tamanho da turma, horários de aulas, entre outros. A solução foi desenvolvida com o software Lingo com o algoritmo interno *Branch&Bound*.

SBurke e Newall (2004) apresentam o Problema de Horários em Congressos (*Congress Timetabling Problem*) resolvido através de Algoritmos Genéticos, definindo uma penalidade para cada tipo de restrição.

### **3. Estudo de Caso**

#### **3.1 Contexto**

A Engenharia de Produção surgiu como Engenharia Industrial no início do século XX durante a Segunda Revolução Industrial e desenvolveu-se no Brasil em 1950, com cursos na Universidade Federal do Rio de Janeiro e na Universidade de São Paulo. Posteriormente em 1998 foram introduzidos os primeiros cursos em Minas Gerais, na Universidade Federal de Ouro Preto e na Universidade Federal de Itajubá FMEPRO (2012).

O FMEPRO – Fórum Mineiro de Engenharia de Produção foi criado em 2002 tendo como finalidade integrar os cursos de Engenharia de Produção do estado de Minas Gerais e estabelecer uma uniformidade nas habilitações dos engenheiros formados no estado. O FMEPRO conta com palestras para criar e manter uma identidade para os cursos no estado, formular propostas de intercâmbios diversos entre os cursos, incentivar e articular propostas

de desenvolvimento de projetos acadêmicos interinstitucionais FMEPRO (2012).

O EMEPRO teve sua primeira edição em 2005. É um evento realizado no primeiro semestre de cada ano, organizado pelo FMEPRO e pelo NUMEEP – Núcleo Mineiro de Estudantes de Engenharia de Produção envolvendo estudantes, professores, profissionais, empresas e demais interessados em temas relacionados a Engenharia de Produção. As edições do EMEPRO que ocorreram em 2010 e 2011 tiveram uma expressiva participação. O EMEPRO 2010 contou com a participação de cerca de 600 congressistas, e recebeu 220 artigos científicos. Já no ano seguinte o evento contou com a participação de mais de 1000 congressistas e recebeu 290 artigos científicos EMEPRO (2012).

### **3.2 Alocação de Sessões Temáticas a Salas no EMEPRO 2012**

A realização da alocação de sessões temáticas a salas até o ano de 2011 no EMEPRO foi realizada de forma manual pela equipe técnica do evento. Realizada de tal forma, a atividade demandava um longo tempo de execução. Isso ocorre tendo em vista a quantidade de restrições/particularidades a serem atendidas e a quantidade de artigos.

O objetivo a ser alcançado foi encontrar uma maneira mais eficiente de realizar essa distribuição e atender as seguintes restrições:

- Cada sessão deve receber no mínimo três avaliadores de artigos;
- Cada sessão deve receber no máximo sete apresentações de artigos;
- Cada sessão deve receber artigos pertencentes às mesmas temáticas;
- Cada sessão deve ser alocada a uma única sala;

Os temas das sessões do evento são:

- Gestão da Produção
- Logística
- Gestão da Qualidade

- Gestão Econômica
- Ergonomia e Segurança do Trabalho
- Gestão do Produto
- Pesquisa Operacional
- Gestão Organizacional
- Gestão Ambiental e Sustentabilidade
- Educação em Engenharia de Produção

### 3.3 *Modelo Matemático*

A função objetivo desse modelo retorna a alocação de sessões temáticas a salas. Através da maximização das variáveis de decisão, o modelo tende a obter um valor ótimo a partir de uma equação única.

Os parâmetros do modelo são:

- $\alpha_{ts}$  se um avaliador  $t$  for alocado à sala  $s$ , o valor da variável em questão será 1, e zero caso não seja;
- $\beta_{ta}$  se um avaliador  $t$  pertencer à mesma instituição do artigo  $a$ , o valor da variável será zero, e 1 caso não seja;
- $x_{as}$  se o artigo  $a$  for alocado à sala  $s$ , o valor da variável em questão será 1, e zero caso não seja.

Função objetivo:

$$\text{Maximizar } Z = \sum_a^m \sum_s^n \sum_t^p \alpha_{ts} \beta_{ta} x_{as} \quad (1)$$

A equação 1, Função Objetivo, traz a maximização da alocação ao multiplicar os três parâmetros supracitados. Quando as condições dos parâmetros são favoráveis, ou seja, um avaliador  $t$  é alocado a uma sala  $s$ , um artigo é alocado à sala  $s$  e o avaliador alocado não

pertence à mesma instituição do artigo que avaliará.

Restrições:

$$\sum_t \alpha_{ts} \geq 3, \forall t \quad (2)$$

$$\sum_t x_{ts} \leq 7, \forall t \quad (3)$$

$$\sum_s a_{rs} x_{as} \leq 1, \forall s \quad (3)$$

A equação 2 restringe o número de avaliadores em cada sessão a pelo menos a três. A equação 3 limita a quantidade de artigos a sete para cada sessão temática, e a equação 4 garante que nem artigos nem avaliadores pertençam à mesma entidade acadêmica.

A entrada de dados foi feita em interface com o Microsoft Excel, versão 2010. O modelo foi implementado e executado no software Lingo 11.0. O computador empregado na execução possui a seguinte configuração:

- Sistema operacional Windows 7, 32 bits;
- Processador Intel Core2Duo;
- Memória RAM de 3 GB;

O algoritmo interno *Branch&Bound* do Lingo 11.0 foi empregado para se obter a solução.

### 3.4 Aplicação

Tendo em mãos o modelo do problema e o software otimizador Lingo 11.0, a alocação das apresentações dos artigos em sessões no EMEPRO foi feita. Valeu-se da interface Microsoft Excel 2010 para obter as tabelas com os dados de entrada bem como os dados finais (solução).

A lista de avaliadores incluiu o nome do avaliador a área de atuação do mesmo e a instituição de origem. Alguns dados fictícios estão na Tabela 1.

## PESQUISA OPERACIONAL PARA O DESENVOLVIMENTO

Tabela 1: Dados dos avaliadores. Fonte: autores (2012)

Avaliador	Área	Instituição de Origem
Alexandre	I	Instituição A
Danielle	I	Instituição B
Emilio	I	Instituição C
José	I	Instituição D
Heitor	I	Instituição E
Luiz	I	Instituição F

A lista de artigos constava do título do artigo, área e instituição que o primeiro autor estava vinculado. Os dados (também fictícios) estão na Tabela 2.

Tabela 2: Dados dos artigos a serem apresentados. Fonte: autores (2012)

Título	Área	Instituição de Origem
Análise da Capacidade Produtiva	I	Instituição C
Implantação do Programa 5's	I	Instituição A
Mapeamento de Processos	I	Instituição C
Redução das Perdas	I	Instituição E
Ganhos com Reuso	I	Instituição G
Otimização Energética	I	Instituição I

Os dados das salas incluía somente o número de localização dela. Um exemplo com dados fictícios está na Tabela 3.

Tabela 3: Dados das salas. Fonte: autores (2012)

Salas
B4116
B4118
B4106
B4107
B4103

O modelo foi executado separadamente em cada área temática (Gestão da Produção, Logística, etc.). Esta ação foi feita para simplificar o modelo, fazendo-se assim a eliminação de uma restrição.

### 3.5 Solução e Análise dos Dados

A partir das equações já descritas, o modelo proposto abrange todas as premissas citadas. Devido ao grande número de artigos, o emprego de um método computacional para a

## PESQUISA OPERACIONAL PARA O DESENVOLVIMENTO

resolução de um problema como tal tornou-se relevante. O método de otimização aplicado viabilizou a adaptação de todas as especificidades da situação real, de acordo com as condicionantes verificadas com a administração do evento.

Através do emprego do método de otimização obteve-se a especificação da sala na qual cada artigo estaria alocado.

A tabela 4 exemplifica parte dos resultados obtidos após a execução do modelo para a área temática I (Gestão da produção). Todas as sessões de apresentação de artigos foram alocados nas salas disponíveis respeitando as restrições.

Tabela 4: Somatório da alocação das sessões. Fonte: autores (2012)

Sala	Área	Artigo	Avaliador
B4016	I	Implanta do Programa 5's	Emilio
B4018	I	Ganhos com Reuso	Emilio
B4008	I	Otimização Energética	Emilio

Em relação aos tempos de execução, tem-se que o Software Lingo 11.0 tomou em média 1.21 segundos para realizar a alocação de cada área temática. Os dados referentes ao tempo gasto em cada área estão na tabela 5. Mesmo com o grande número de artigos inscritos e o número de temas em que estes foram classificados, método de otimização aplicado viabilizou e obedeceu a todas as restrições da situação real de acordo com as condicionantes verificadas com a administração do evento.

Tabela 5: Tempos empregados em cada área. Fonte: autores (2012)

Area	Tempo(s)
I	0.9
II	1.1
III	1.2
IV	0.8
V	2.2
VI	1.3
VII	0.9
VIII	1.1
IX	1.3
X	1.3

### **4. Considerações Finais**

Uma das atividades geridas por comitês organizadores de eventos científicos é a alocação de artigos publicados em salas de sessões temáticas específicas. Ainda hoje é possível ouvir narrativas de gestores de eventos que se valem métodos manuais para tal ação, mesmo havendo outros métodos.

Um exemplo da prática manual era o EMEPRO, edição anteriores a 2012, cuja alocação das sessões temáticas era realizada de forma manual pela organização. Fazer uma otimização dessa tarefa com um método computacional era uma solução latente, uma vez que as dificuldades percebidas traziam ineficácia à realização dessa atividade e insatisfação quanto à duração do processo.

Para realizar a tarefa de alocação, propôs-se neste trabalho a aplicação de um método de modelagem fundamentado no Problema de Alocação de Recursos - PAR, que buscou encontrar a distribuição ótima dos recursos. No caso específico, o objeto de estudo foi o EMEPRO 2012 no qual se desejava encontrar uma distribuição eficiente de sessões de apresentação de artigos a salas. Foi desenvolvido um modelo matemático com as informações passadas pela coordenação do evento, a fim de englobar todas as necessidades do EMEPRO.

Já há disponíveis no mercado ferramentas computacionais que fazem o gerenciamento de diversas atividades dos eventos acadêmicos, tais como alocação de avaliadores para artigos, verificação das avaliações, cadastramento dos avaliadores, entre outros. Porém, não há uma ferramenta disseminada que realize a tarefa de alocar as sessões temáticas as salas, o que a torna um nicho possível de ser explorado no âmbito da Pesquisa Operacional.

O modelo matemático proposto provou ser eficiente ao ser aplicado na meta estabelecida. Obteve-se uma solução satisfatória, sendo que todas as restrições impostas foram atendidas, em tempo reduzido. As melhorias foram comprovadas tanto quanto em

tempo de realização da alocação quanto em atendimento as condicionantes passadas pela administração do evento. Vale ressaltar que as melhorias se deveram tanto ao fato de trazer-se uma solução computacional quanto à organização implantada, pois a entrada de dados no software otimizador exigiu que se elaborassem tabelas contendo nomes dos correspondentes artigos, avaliadores e salas, deixando de lado as antigas anotações e retrabalhos que costumavam ocorrer.

Entretanto, por se tratar de um estudo de caso, as observações obtidas necessitam ser validadas com experimentos estatísticos para serem generalizadas.

Outro ponto que merece ser mencionado refere-se à dimensão do problema. Para eventos com números superiores aos apresentados nesse artigo talvez sejam necessários outros instrumentos e métodos de otimização. Ou seja, o método *B&B* pode não ser tão rápido e apropriado quanto foi neste estudo de caso.

Além disso, não foi feito nenhum trabalho quanto à interface da solução para o usuário final, fato que abre precedente para trabalhos futuros.

Porem, as afirmações feitas quanto ao estudo de caso servem de inferência inicial para trabalhos futuros.

### **Agradecimentos**

Os autores deste texto agradecem a especial atenção dos organizadores do Encontro Mineiro de Engenharia de Produção.

### **Referências**

ABEPRO (2012) - Associação Brasileira de Engenharia de Produção. Brasil, 2012. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br>>. Acessado em: 01 de junho de 2012.

Andrade E.L. (2004). Introdução a pesquisa operacional: métodos e modelos para análise de decisões. 3ed. Rio de Janeiro: LTC.

Andrade R.Q., Oliveira L.M., Silva P.J. e Silva A.L. 2012. Modelagem Computacional do Problema de Alocação de Salas da Escola de Minas. Em: III Encontro Fluminense de Engenharia de Produção - ENFEPRO, RiodeJaneiro, Brasil.

## PESQUISA OPERACIONAL PARA O DESENVOLVIMENTO

Caixeta-Filho J.V. (2001). Pesquisa operacional. São Paulo: Atlas.

Carter M.V. e Tovey C.A. (1992) When Is the Classroom Assignment Problem Hard?, *Operations Research*, 40:S28-S39.

EMEPRO (2012) - Encontro Mineiro de Engenharia de Produção. MinasGerais, 2012. Disponível em: <<http://www.emepro.org>>. Acessado em: 01 de junho de 2012.

ENEGEP (2012) - Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Brasil, 2012. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/indexsub.asp?ss=42>>. Acessado em: 01 de junho de 2012.

Even S, Itai A e Shamir A. (1976) On the complexity of timetabling and multicommodity flow problems, *SIAM Journal of Computation*, 5:691-703.

Fernandes F.C.F. e Rios E. (2001) Alocação de Referees para Avaliar Trabalhos Submetidos a um Congresso de Grande Porte: Modelo e Caso. Em: Encontro Nacional de Engenharia de Produção ENEGEP. Salvador, Brasil. Anais do ENEGEP.

FMEPRO (2012) – Fórum Mineiro de Engenharia de Produção. Minas Gerais, 2012. Disponível em: <<http://www.fmepro.org>>. Acessado em: 01 de junho de 2012.

Gomes E.G. e Mello J.C.C.B.S. (2009) Distribuição de Bolsas de iniciação Científica com Algoritmo Híbrido Baseado em Eficiências DEA. *Pesquisa Operacional para o Desenvolvimento* 1(2):169-177.

Mansour N., Isahakian V. e Ghalayini I. (2011). Scatter Search Technique for Exam Timetabling. *Applied intelligence* 34(2): 299-310.

McCullum B., McMullan P., Burke E.K., Parkes A.J., Qu R. (2011) A New Model for Automated Examination Timetabling. *Annals of OR*.

Moreira D.A. (2007) Pesquisa operacional: curso introdutório. São Paulo: Thomson.

Passos E.J.P.F. (2008) Programação linear: como instrumento da pesquisa operacional. São Paulo: Atlas.

SOBRAPO (2012) – Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional. Brasil, 2012. Disponível em: <<http://www.sobrapo.org.br>>. Acessado em: 01 de junho de 2012.

SBurke E.K. e Newall J. (2004) Solving Examination Timetabling Problems through Adaptation of Heuristic Orderings. *Operations Research*. 129:107-134.

Souza M.J.F., Martins A.X. e Araújo C.R. (2002) Experiências com Simulated Annealing e Busca Tabu na resolução do problema de alocação de salas. Em: XXXIV Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional - SBPO, Rio de Janeiro, Brasil.

Souza M.J.F., Martins A.X., Araújo C.R. e Costa F.W.A. (2002) Métodos de Pesquisa em Vizinhança Variável aplicados ao Problema de Alocação de Salas. Em: XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção ENEGEP, Fortaleza, Brasil.

Taha H.A. (2008) Pesquisa operacional. São Paulo: Pearson.