

MODELO DE OTIMIZAÇÃO DO INVESTIMENTO EM RECURSOS PARA REALIZAÇÃO DE UM EVENTO ACADÊMICO EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR PRIVADA

Mariana Mendes Guimarães

PPGMMC - CEFET-MG¹; IET - Centro Universitário de Belo Horizonte²

¹Av. Amazonas, 7675 - Nova Gameleira; ²Av. Prof. Mário Werneck, 1685, Belo Horizonte, MG
marimendes@gmail.com

Joaquim José da Cunha Júnior

PPGEP - Universidade Federal de Minas Gerais¹; IET - Centro Universitário de Belo Horizonte²

¹ Av. Presidente Antônio Carlos, 6627; ² Av. Prof. Mário Werneck, 1685, Belo Horizonte, MG
jowcunha@yahoo.com.br

RESUMO

A gestão acadêmica tem se tornado um dos grandes temas discutidos nas Instituições de Ensino Superior (IES) do Brasil. Em um mercado concorrido, em que o número de IES, principalmente privadas, cresce a cada ano, ser estratégico e se preocupar com uma efetiva gestão da qualidade e dos custos pode garantir não só a sobrevivência da instituição, mas também a sua renovação como negócio e sua sustentabilidade a longo prazo. Para isso, é importante que os processos para tomadas de decisões utilizem técnicas e ferramentas capazes de oferecer soluções que gerem vantagens competitivas. Neste trabalho, utilizou-se a Pesquisa Operacional para o desenvolvimento de um modelo matemático para a otimização do investimento em recursos necessários para a realização de um evento acadêmico. Foram utilizados os dados dos anos de 2013 a 2015 de uma IES privada e os resultados comprovam a eficácia da técnica, com redução de 39,49% dos custos.

PALAVRAS CHAVE. Alocação de Recursos, Gestão Acadêmica, Otimização Combinatória

Tópicos(EDU - PO na Educação, OC - Otimização Combinatória, OA - Outras aplicações em PO)

ABSTRACT

The academic management has become one of the major topics discussed in Higher Education Institutions (HEIs) from Brazil. In a competitive market, where the number of HEIs, mainly private, grows every year, be strategic and worry about an effective quality management and cost can ensure not only the survival of the institution but also its renewal as business and its long-term sustainability. Therefore, it is important that the processes for making decisions using techniques and tools able to offer solutions that generate competitive advantages. In this work, the Operational Research was used to develop a mathematical model for the optimization of investment resources needed to carry out an academic event. The data used are from a private institution and refer to the years 2013 to 2015. The results show the effectiveness of the technique, down 39.49 % of the costs.

KEYWORDS. Operational Research in Education. Academic Management. Combinatorial Optimization.

Paper topics (EDU - OR in Education, CO - Combinatorial Optimization, OA - Other applications in OR)

1. Introdução

Nas últimas décadas, o Brasil passou por uma profunda expansão do ensino superior com a criação de políticas públicas que visam democratizar o seu acesso e atender a uma demanda por mão de obra mais qualificada. Segundo o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira [Inep, 2011], o número de matrículas nos cursos de graduação aumentou 110,1% de 2001 para 2010 e tende a continuar crescendo nesta década. Dados do Censo da Educação Superior indicam que, no ano de 2013, foram contabilizadas 7.305.977 matrículas na graduação em todo o país, sendo 5.373.450 feitas em instituições privadas. De acordo com Portal [Brasil, 2014], nesse ano o Brasil já contava com 32.000 cursos e 2.391 instituições de ensino superior, sendo 2.090, ou seja, 87,4%, privadas. Outro dado que merece destaque é a evolução no número de IES - Instituições de Ensino Superior, um aumento de 71,7% entre os anos de 2001 e 2010 [Inep, 2014].

Frente a esse cenário, é importante que as IES, especialmente as privadas, desenvolvam posições mais estratégicas e se preocupem com o ganho de vantagem competitiva em um mercado cada vez mais concorrido. Em instituições de ensino, sua qualidade precisa ser percebida pelos alunos e pelo mercado e, paralelamente, é de extrema importância a efetiva gestão dos sistemas de custos, como acontece em qualquer outra organização. Os métodos utilizados para tomada de decisões que envolvam custos para a instituição precisam ser tratados cada vez mais como uma ciência e não apenas através de intuição gerencial.

Uma das formas para a melhoria da gestão acadêmica é o aprimoramento das suas ferramentas para tomadas de decisão, visando atrair (e reter) os alunos, professores e colaboradores, aumentar a rentabilidade da instituição e a qualidade do ensino recebida pelos estudantes e percebida pelos órgãos competentes. Ser mais produtivo significa um melhor aproveitamento dos recursos na oferta de serviços, o que pode proporcionar um custo menor para a empresa e, conseqüentemente, elevá-la no patamar de competitividade [Moreira, 1991].

A Pesquisa Operacional, considerada uma das subáreas de conhecimento da Engenharia de Produção descritas pela [Abepro, 2016], é uma ciência aplicada voltada para a resolução de situações e problemas reais, como ferramenta para auxílio à tomada de decisão. Ela possui aplicações em diversas áreas, como agricultura, energia, esportes, finanças, logística, produção, sistemas de saúde, vendas e também na educação. Alguns trabalhos já publicados dão a dimensão da grande contribuição da disciplina para a gestão acadêmica, como na construção de quadro de horários/*timetabling*, estudo realizado por diversos autores, entre eles [Borges, 2003], [Lara, 2006] e [Sales et al., 2015], no problema de alocação de professores com foco em ganho de desempenho tratado por [da Cunha Junior et al., 2015] e na alocação de turmas em salas de aula, produzido por [Andrade, 2015]. O presente estudo tem como objetivo dar continuidade aos estudos iniciados em [Guimarães e da Cunha Jr., 2016] e mostrar mais uma aplicação da Pesquisa Operacional na gestão acadêmica, através do desenvolvimento de um modelo matemático que seja capaz de auxiliar o processo de tomada de decisão ao otimizar a alocação de recursos em um evento realizado por uma instituição de ensino superior privada.

2. *Timetabling* e o problema de alocação de recursos

O problema de *timetabling* pode ser definido, na área de pesquisa operacional, como a alocação horária de recursos [Sales et al., 2015]. Apesar desse objetivo geral em comum a todos que se utilizam do conceito, cada situação onde ele se aplica será composto por particularidades do próprio ambiente, que serão a base para a criação das restrições do modelo.

O *timetabling* pode ser aplicado a diversos contextos de alocação de recursos, como no escalonamento de funcionários em turnos, no remanejamento de máquinas em fábricas e, também na tabela de horários de turmas, exames, salas de aula etc. [Borges, 2003]. Isso o torna uma ferramenta importante na gestão acadêmica, com variadas aplicações no ambiente educacional, onde encontram-se diversos recursos (professores, alunos, espaços, equipamentos) com suas respectivas demandas, preferências e limitações (horário de trabalho dos professores, perfil de matrícula dos

alunos, quantidade de equipamentos disponíveis, número de salas de aula etc.) que precisam ser executadas em um determinado espaço de tempo.

Portando, três conjuntos básicos de elementos finitos definem um *timetable* genérico, são eles: atividades (eventos, exames, seminários, projetos etc.), horários para realização das atividades e os agentes, que são pessoas que irão monitorar/instruir/acompanhar tais atividades. Em suma, o evento e acontecendo no horário h com a participação do agente a [Ross et al., 1999]. Esses conceitos irão nortear a construção do modelo de alocação de recursos para o evento acadêmico proposto neste trabalho.

A realização de eventos acadêmicos é uma oportunidade de evidenciar todo o potencial científico e tecnológico de uma instituição e atrair não só alunos, como empresas parceiras, fornecedores e investidores. O estudo de caso do qual este artigo trata é um exemplo do investimento de uma IES privada em um evento voltado para a troca de conhecimento e a interdisciplinaridade, e que pode se beneficiar com a aplicação da Pesquisa Operacional como ferramenta para a tomada de decisões. Ao final de cada semestre, é promovido um circuito, onde alunos de áreas e períodos distintos apresentam seus projetos acadêmicos desenvolvidos ao longo do ciclo para uma banca de professores. Para isso, uma estrutura é especialmente montada para a sua realização, com programações diversas ao longo dos dias, sendo um dos eventos com o maior aporte de investimento da instituição. Para cada trabalho apresentado, mais de 1.000 a cada circuito, é necessária a alocação de recursos diversos, tais como estandes, equipamentos e professores avaliadores em dias e horários predeterminados pela organização, além de toda a estrutura existente por trás de qualquer evento desse porte, que conta com uma equipe responsável por seu planejamento ao longo do ano.

A modelagem matemática desenvolvida visa reduzir os custos necessários com a locação de estrutura para a realização do evento ao otimizar a utilização dos recursos e, também, reduzir o tempo necessário na alocação dos diversos trabalhos em seus respectivos espaços e horários, o que ainda era feita, em parte, manualmente.

3. O modelo para redução de custos em eventos acadêmicos

Com base nos objetivos já citados anteriormente e após o mapeamento das características do evento, foram definidos os parâmetros e as variáveis do modelo, além da função objetivo e das restrições. Como parâmetros estão a quantidade de grupos que apresentarão seus trabalhos no circuito (G), os tipos de estande que estarão disponíveis (I), os horários existentes dentro da programação (H), a quantidade de turmas que farão apresentações no circuito (T), considerando que cada turma pode possuir vários grupos, a capacidade de cada estande, seja total (C) ou por horário (ϕ) e o custo unitário de cada um (γ). As informações referentes a cada grupo também são parâmetros, como o tipo de estande solicitado para cada apresentação (σ), quais grupos correspondem a qual turma de graduação (λ) e, por fim, qual é o horário preferencial para as apresentações de determinada turma (θ), de acordo com o horário de aula da disciplina de desenvolvimento do trabalho.

A função objetivo visa minimizar o custo de locação de estandes para o evento, atendendo aos seguintes critérios:

- O grupo g deverá, preferencialmente, apresentar o trabalho no tipo de estande i selecionado pelo professor como o mais adequado;
- O grupo g deverá, preferencialmente, fazer sua apresentação no horário h , conforme o horário programado para a disciplina de desenvolvimento do trabalho.

Para cada critério descrito acima foi atribuída uma penalidade e um peso, através dos parâmetros α e β , respectivamente.

$$\text{Minimizar } FO = \sum_{i \in I} \gamma_i \cdot s_i + \sum_{i \in I} \sum_{g \in G} \sum_{h \in H} y_{gih} \cdot \sigma_{gi} \cdot \alpha + \sum_{i \in I} \sum_{g \in G} \sum_{h \in H} \sum_{t \in T} y_{gih} \cdot \lambda_{gt} \cdot \theta_{th} \cdot \beta \quad (1)$$

São variáveis:

- x_{ih} : variável inteira que informa quantos estandes do tipo i serão necessários no horário h ;
- y_{gih} : variável binária que informa se o grupo g apresentará seu trabalho no tipo de estande i e no horário h ;
- z_{tih} : variável binária que informa se a turma t apresentará seu trabalho no tipo de estande i e no horário h ;
- s_i : variável inteira que informa quantos estandes do tipo i serão necessários com base na alocação feita;
- k_i : variável inteira que informa quantos espaços disponíveis existirão no estande tipo i após serem realizadas todas as alocações.

Sujeito a:

$$\sum_{i \in I} \sum_{h \in H} y_{gih} = 1 \quad \forall g \in G \quad (2)$$

$$\sum_{g \in G} y_{gih} \leq \phi_{ih} \cdot x_{ih} \quad \forall i \in I, \forall h \in H \quad (3)$$

$$s_i \geq x_{i,h} \quad \forall i \in I, \forall h \in H \quad (4)$$

$$\sum_{i \in I} y_{gih} \cdot \lambda_{gt} = \sum_{i \in I} z_{tih} \cdot \lambda_{gt} \quad \forall t \in T, \forall g \in G, \forall h \in H \quad (5)$$

$$\sum_{h \in H} y_{gih} \cdot \lambda_{gt} = \sum_{h \in H} z_{tih} \cdot \lambda_{gt} \quad \forall t \in T, \forall g \in G, \forall i \in I \quad (6)$$

$$x_{ih} \in \mathbb{Z} \quad \forall i \in I, \forall h \in H \quad (7)$$

$$y_{gih} \in \{0, 1\} \quad \forall g \in G, \forall i \in I, \forall h \in H \quad (8)$$

$$z_{tih} \in \{0, 1\} \quad \forall t \in T, \forall i \in I, \forall h \in H \quad (9)$$

$$s_i \in \mathbb{Z} \quad \forall i \in I \quad (10)$$

$$k_i \in \mathbb{Z} \quad \forall i \in I \quad (11)$$

As restrições classificadas como *Hard* são aquelas que limitam o número de soluções possíveis e devem obrigatoriamente ser atendidas, conforme as descritas abaixo:

- Cada grupo deverá apresentar seu trabalho uma única vez durante o circuito, conforme (2);
- Cada estande comporta no máximo 03 apresentações (de 30min cada) por horário, ou seja, a capacidade dos estandes é limitada, conforme (3);

- A quantidade de estandes que deverá ser contratada precisa atender à demanda de todos os horários de apresentação, conforme (4);
- Os grupos de uma mesma turma deverão apresentar seus trabalhos no mesmo horário, conforme (5);
- Os grupos de uma mesma turma deverão apresentar seus trabalhos no mesmo tipo de estande, conforme (6).

As restrições denominadas *Soft* são aquelas que devem, preferencialmente, ser atendidas, e, caso não sejam, irão contribuir com penalizações na função objetivo, conforme apresentado em (1). As demais, definidas em (7), (8), (9), (10), (11) definem os domínios das variáveis x_{ih} , y_{gih} , z_{tih} , s_i e k_i .

São considerados estandes do *tipo 01* aqueles que possuem uma estrutura adequada apenas para exposição de trabalhos, pois eles são abertos e propícios para o envolvimento do público. Já os estandes do *tipo 02* são os denominados *áquários*; ideais também para trabalhos mais teóricos, pois são fechados em todas as laterais, o que impede que sons externos atrapalhem a compressão do que está sendo apresentado. Como definição dos critérios de alocação que sofreriam penalidades no modelo apresentado, foi definido que o estande *tipo 02* seria adequado a qualquer um dos tipos de trabalho e, portanto, não sofreria penalizações ao ser utilizado em nenhum dos casos. O fechamento desse estande é feito com janelas de vidro, além de possuir um espaço maior com cadeiras, o que também contribui para a apreciação do público em casos de exposição de trabalhos.

4. Resultados e Análises

O modelo foi implementado em AMPL e resolvido em CPLEX 12.6.0 em um Intel Xeon X5690 @ 3,47 gigahertz com 24-CPU e memória RAM de 132 gigabytes e sistema operacional Linux. Foram utilizados os dados referentes ao último triênio (2013, 2014 e 2015) e, considerando que são realizados dois eventos ao ano, os testes abrangeram seis períodos, distintos e sequenciais, cada um com suas características conforme Tabela 1.

Tabela 1: Características dos períodos em que foram realizados os testes computacionais

Período	Mês de realização	Qde de dias do evento	Tipos de estandes	Turnos
2013-1	Junho	03	02	Noite
2013-2	Novembro	03	02	Noite
2014-1	Maio	04	02	Noite
2014-2	Novembro	04	02	Noite
2015-1	Junho	05	02	Noite
2015-2	Novembro	05	02	Noite

Tabela 2: Características dos eventos realizados nos períodos analisados

Período	Apresentações no estande <i>tipo 1</i>	Apresentações no estande <i>tipo 2</i>	Total de estandes <i>tipo 1</i>	Total de estandes <i>tipo 2</i>
2013-1	752	231	57	12
2013-2	349	692	30	51
2014-1	672	483	79	26
2014-2	388	830	40	53
2015-1	408	835	31	46
2015-2	285	817	25	44

O evento acontece em dois turnos, manhã e noite, e cada turma apresenta seu trabalho no turno de origem. Para efeitos de cálculo da quantidade de estandes necessários foi considerada

apenas a demanda do turno da noite, pois é onde se concentra a maior parte das turmas e trabalhos a serem apresentados. Como o investimento em estrutura é único, torna-se necessário otimizar a demanda com maior volume para que, assim, a quantidade total de estandes seja reduzido.

As informações apresentadas na Tabela 2 dão a dimensão exata do número de projetos apresentados durante o evento e da quantidade de estandes que foram disponibilizados em cada período. Com base nos dados obtidos a partir dessas instâncias, o resultado do modelo apresenta a otimização na alocação dos recursos com o mesmo número de apresentações do cenário real, com redução no número total de estandes necessários e obedecendo a todos os critérios de restrição estabelecidos, conforme Tabela 3. Além disso, nenhuma penalidade, entre as descritas na função objetivo, foi aplicada, ou seja, todas as apresentações foram alocadas no tipo de estande adequado e nos horários solicitados.

Tabela 3: Resultado da otimização dos recursos e percentual de redução do número total de estandes necessários para a realização do evento em cada período

Período	Apresentações no estande <i>tipo 1</i>	Apresentações no estande <i>tipo 2</i>	Total de estandes <i>tipo 1</i>	Total de estandes <i>tipo 2</i>	% redução
2013-1	737	246	41	14	20,29%
2013-2	321	720	18	40	28,40%
2014-1	659	496	28	21	53,33%
2014-2	355	863	15	36	45,16%
2015-1	385	858	13	29	45,45%
2015-2	262	840	9	28	46,38%

O mapa de distribuição das apresentações durante o período do circuito indicava que as demandas por estandes sofriam grandes variações ao longo do evento. Ao analisar o número de estandes utilizados por horário percebeu-se que os dados possuíam uma amplitude elevada, e essa dispersão levava ao aumento da capacidade ociosa do recurso, uma vez que o mesmo número de estandes estava disponível ao longo de todos os dias do evento. O modelo proposto, além de reduzir o número de estandes utilizados, nivelou a quantidade necessária por horário, diminuindo a amplitude para zero em todos os períodos analisados.

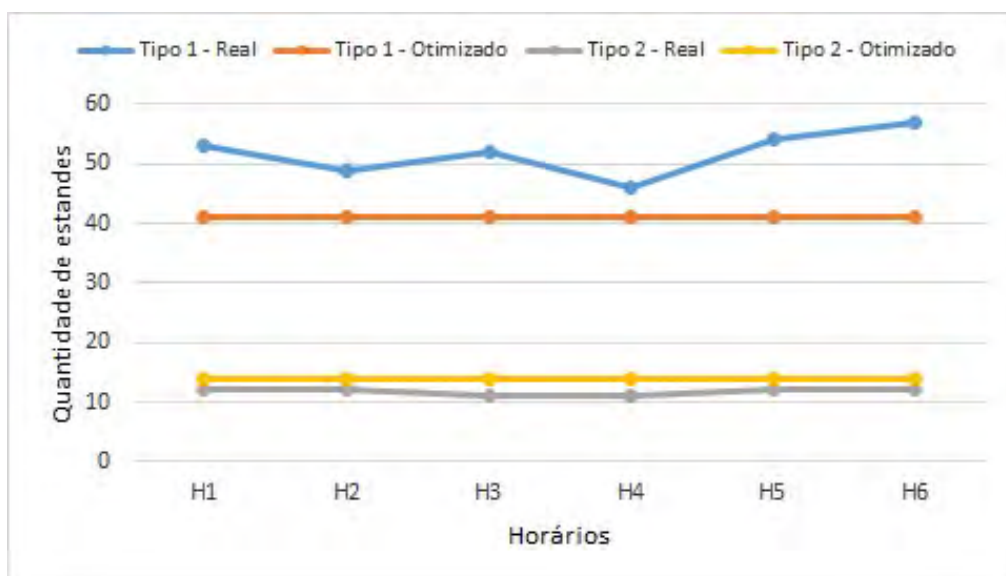


Figura 1: Demanda de estandes por horário - Período: 2013-1

No período 2013-1, a maior amplitude ocorreu na demandas por estandes do *tipo 1*, com a maior variação entre 57, no horário *H6* e 46 unidades no horário *H4*, conforme mostra a Figura 1. Com a otimização foram necessários 41 estandes *tipo 1* e 14 estandes *tipo 2* em todos os horários.

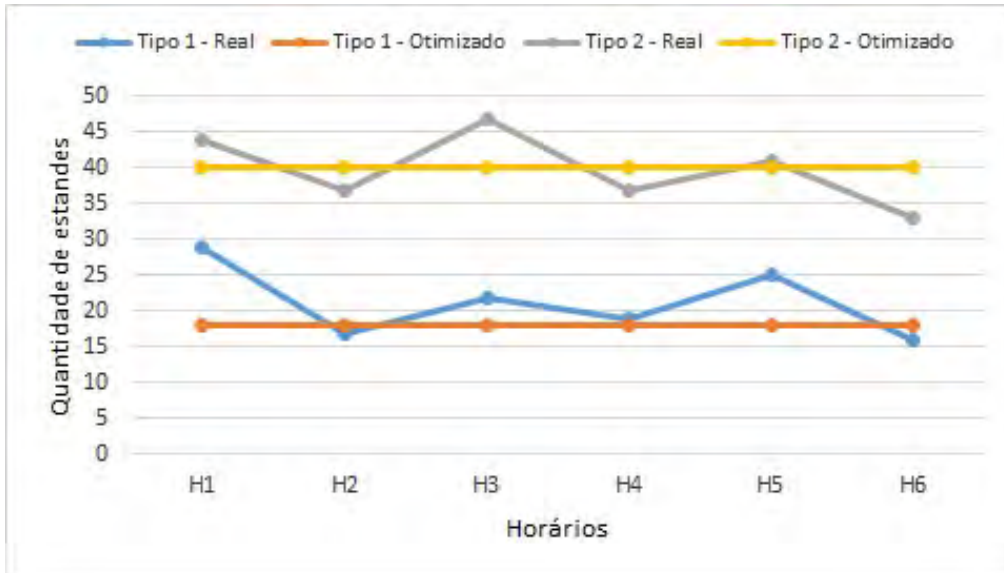


Figura 2: Demanda de estandes por horário - Período: 2013-2

Já em 2013-2, conforme Figura 2, os picos de demanda estão presentes nos dois tipos de estandes, com variações de 29 unidades no horário *H1* para 16 unidades no horário *H6*, no *tipo 1*, e de 47 no horário *H3* para 33 no horário *H6*, no *tipo 2*. Com a otimização foram necessários 18 estandes *tipo 1* e 40 estandes *tipo 2* em todos os horários.

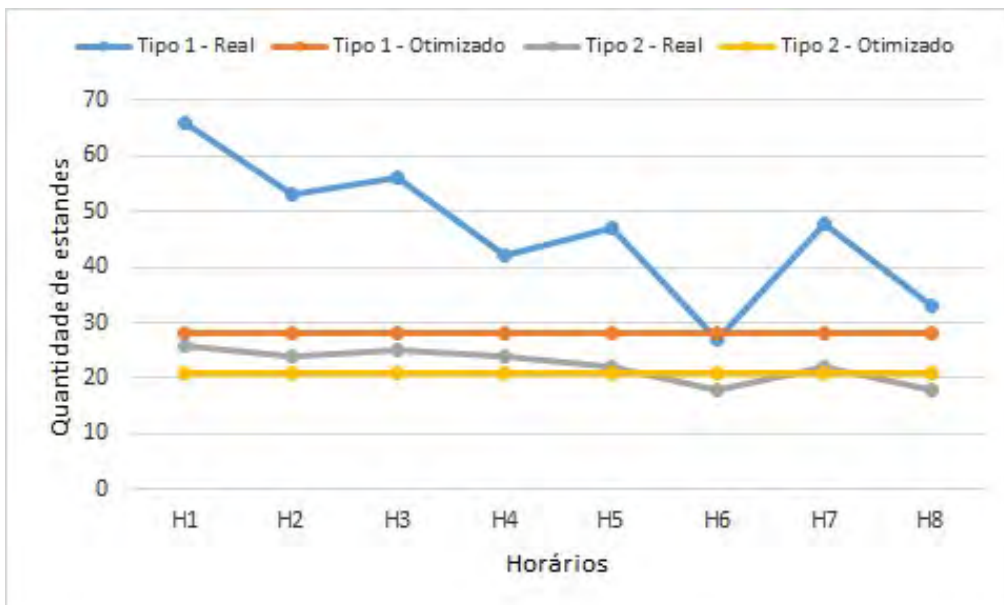


Figura 3: Demanda de estandes por horário - Período: 2014-1

Em 2014-1 percebe-se grande discrepância entre as demandas por estandes do *tipo 1*, chegando a 66 unidades em *H1* e apenas 27 unidades necessárias em *H6*, mostrados na Figura 3. Com a otimização foram necessários 28 estandes *tipo 1* e 21 estandes *tipo 2* em todos os horários.

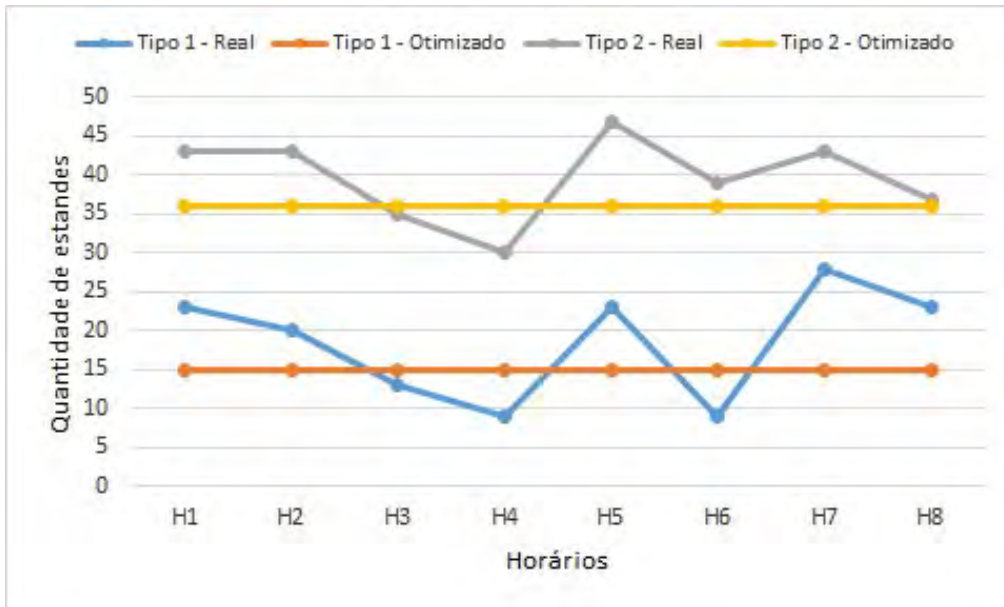


Figura 4: Demanda de estandes por horário - Período: 2014-2

Em 2014-2 a variação de ambos os tipos possuem características semelhantes, com amplitude de 17 e 19, respectivamente. O mesmo acontece em 2015-1, com amplitudes de 12 e 17, como pode ser visto nas Figuras 4 e 5. Com a otimização foram necessários 15 estandes *tipo 1*, 36 estandes *tipo 2* e 13 estandes *tipo 1* e 29 do *tipo 2* em todos os horários, nos respectivos períodos.

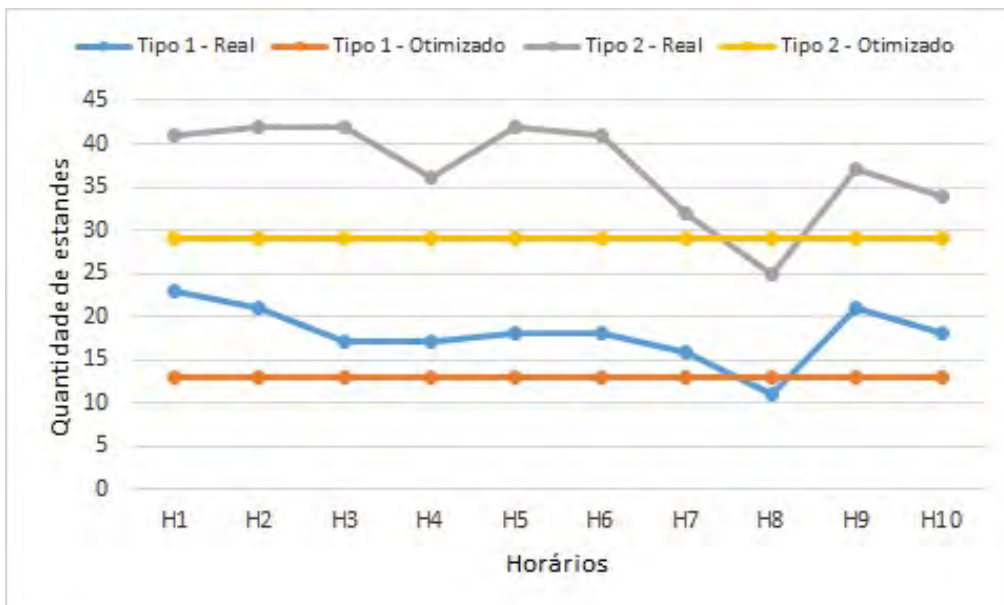


Figura 5: Demanda de estandes por horário - Período: 2015-1

Na Figura 6, referente a 2015-2, nota-se além de uma alta amplitude na demanda por estandes do *tipo 1*, uma característica cíclica, onde os horários pares (os últimos do dia) foram menos demandados. Ou seja, houve uma concentração nos primeiros horários dos dias para a apresentação dos trabalhos e a programação ficou desbalanceada, como também aconteceu nos outros períodos. Com a otimização foram necessários 09 estandes *tipo 1* e 28 do *tipo 2* em todos os horários. Essa análise foi de extrema importância para que fosse possível detectar a ociosidade dos

espaços e, assim, propor a otimização através do modelo.

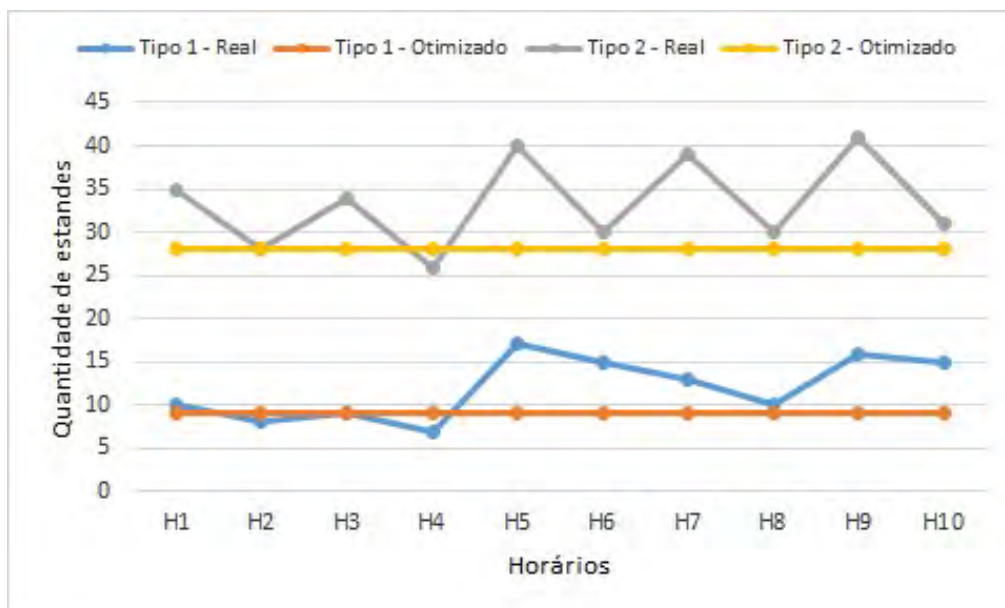


Figura 6: Demanda de estandes por horário - Período: 2015-2

O modelo aplicado nas instâncias selecionadas permitiu a comparação do planejamento real, ou seja, a alocação de recursos que, de fato, aconteceu com o resultado do modelo proposto. Para a definição do custo unitário dos estandes foram considerados valores reais, orçados no mês de abril de 2016. Eles foram aplicados em todos os períodos para que fosse possível uma equiparação monetária com base no momento presente. É importante destacar que os valores informados, apesar de refletirem um orçamento real feito com uma empresa do mercado, servem apenas como base para o cálculo da redução de custos, principal objetivo do estudo. Por esse motivo, para efeitos de comparação, as análises serão realizadas também através de comparações percentuais, não se valendo somente do valor nominal apresentado, que pode sofrer variações como reflexos de negociações, contratos a longo prazo ou mesmo instabilidade econômica. Os valores orçados seguem abaixo:¹

- R\$ 2.000,00 - custo unitário do estande *tipo 01*;
- R\$ 2.500,00 - custo unitário do estande *tipo 02*;

Tabela 4: Valor estimado investido na locação de estandes - Cenário Real

Período	Custo <i>tipo 1</i>	Custo <i>tipo 2</i>	Custo Total
2013-1	R\$ 114.000,00	R\$ 30.000,00	R\$ 144.000,00
2013-2	R\$ 60.000,00	R\$ 127.500,00	R\$ 187.500,00
2014-1	R\$158.000,00	R\$ 65.000,00	R\$ 223.000,00
2014-2	R\$ 80.000,00	R\$ 132.500,00	R\$ 212.500,00
2015-1	R\$ 62.000,00	R\$ 115.000,00	R\$ 177.000,00
2015-2	R\$ 50.000,00	R\$ 110.000,00	R\$ 160.000,00

Ao aplicar os valores adquiridos através de orçamentação, em abril de 2016, em todos os períodos analisados obteve-se uma estimativa de cálculo do valor investido pela instituição para a

¹orçamento realizado com a empresa Opção Stand e recebido em 20/04/2016

locação dos estandes, conforme quantidades informadas e apresentadas na Tabela 2. Esses mesmos valores unitários foram utilizados na construção da função objetivo no modelo proposto, através do parâmetro γ , e que refere-se ao valor do Custo Total apresentado na Tabela 5. A diferença do valor investido, estimado, nos dois cenários está representada na Figura 7.

Tabela 5: Valor estimado investido na locação de estandes - Cenário Otimizado

Período	Custo <i>tipo 1</i>	Custo <i>tipo 2</i>	Custo Total	% redução
2013-1	R\$ 82.000,00	R\$ 35.000,00	R\$ 117.000,00	18,75%
2013-2	R\$ 36.000,00	R\$ 100.000,00	R\$ 136.000,00	27,47%
2014-1	R\$ 56.000,00	R\$ 52.500,00	R\$ 108.500,00	51,35%
2014-2	R\$ 30.000,00	R\$ 90.000,00	R\$ 120.000,00	43,53%
2015-1	R\$ 26.000,00	R\$ 72.500,00	R\$ 98.500,00	44,35%
2015-2	R\$ 18.000,00	R\$ 70.000,00	R\$ 88.000,00	45,00%

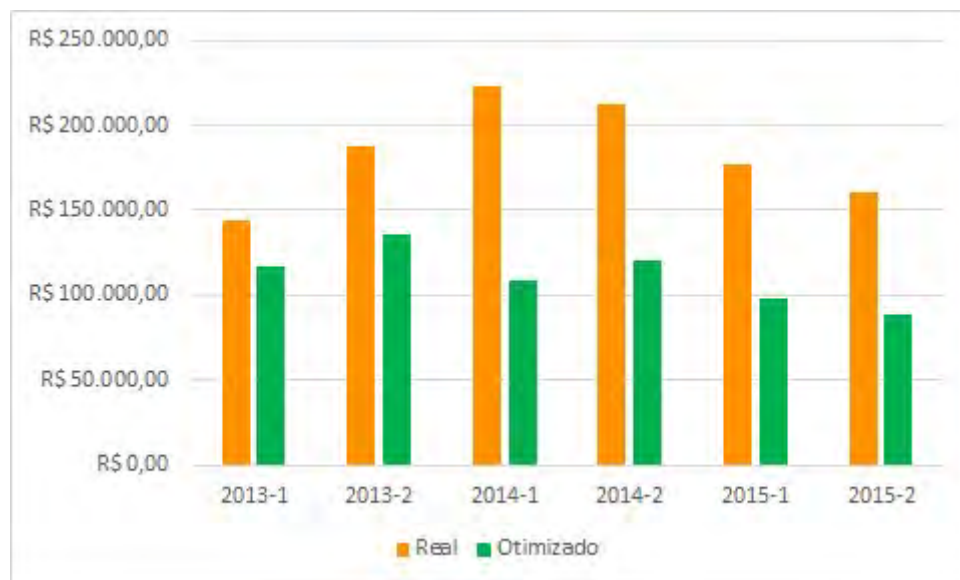


Figura 7: Investimento em locação de estande por evento, no cenário Real e no Otimizado

Cada dia de evento é composto por 02 blocos de horário e em cada bloco (total de 1,5 hora) podem ser apresentados até 03 trabalhos (máximo de 30min cada). Portanto, ao longo do evento, cada estande tem capacidade para receber 06 apresentações por dia e sua capacidade total dependerá da quantidade de dias em que o evento foi realizado, dado informado na Tabela 1. Em todos os estandes em que o total de trabalhos for menor do a capacidade máxima, ocorrerá janelas de horários, ou seja, em determinado momento o estande estará vazio, sem utilização, e a soma desses momentos é o que se define por capacidade ociosa.

$$cap_{ociosa} = cap_{total} - cap_{utilizada} \quad (12)$$

Com a redução no número de estandes, a diminuição da amplitude da demanda por horário e, conseqüentemente, a redução dos valores investidos com essa estrutura, houve, também, a redução da sua capacidade ociosa. Os percentuais de janelas de horários foram calculados a partir da diferença entre a capacidade total de cada estande e o número de apresentações programadas para ele, conforme Equação 12. A significativa redução das janelas de horário e o maior aproveitamento da estrutura do evento, com o aumento da capacidade utilizada é apresentada na Figura 8.

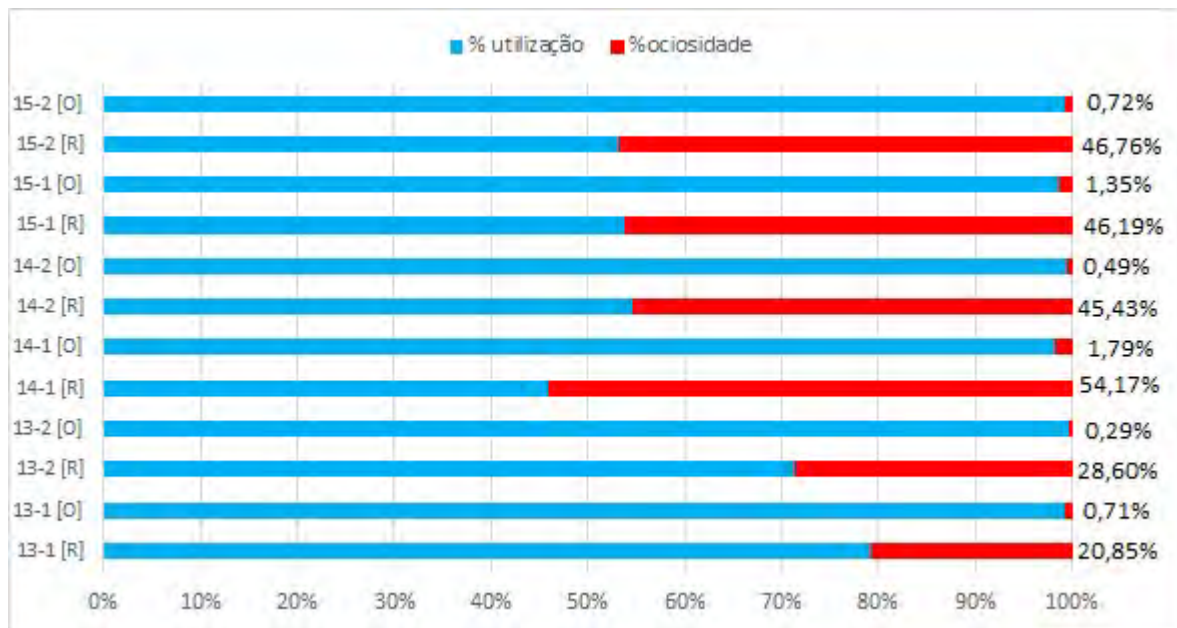


Figura 8: Percentuais de ociosidade em cada evento, no cenário Real [R] e no cenário Otimizado [O]

5. Conclusão

O modelo proposto mostrou-se adequado e eficiente para o objetivo do trabalho que era a minimização dos custos com locação de estandes para a realização de um evento acadêmico em uma instituição de ensino superior privada. A solução apresentada diminuiu a amplitude de ocupação dos estandes durante todo o evento, em todos os períodos analisados, e a quantidade de estandes necessários em cada horário da programação ficou nivelado. Com isso, houve redução média de 98,67% nas janelas de horários e foi possível alocar os mesmos eventos já realizados com uma total de estandes 40,89% menor, obedecendo todas as restrições impostas pelo modelo. Quanto aos custos, houveram reduções significativas do investimento em todos os períodos analisados. Vale destacar que essa redução em nada afetaria a qualidade do evento, uma vez que todos os pré-requisitos e especificações necessárias foram atendidas pelo modelo, tendo ocorrido, essencialmente, a otimização do processo de alocação de recursos. O valor total investido no período de realização do evento analisado, estimado em R\$ 1.104.000,00, seria reduzido em 39,49% com o resultado encontrado, o que representaria uma economia de R\$ 436.000,00 em três anos. O tempo médio de resposta foi considerado muito satisfatório, sendo que o de maior demanda computacional levou 7,97 segundos para encontrar a solução.

Para trabalhos futuros propõem-se uma avaliação dos demais custos envolvidos para a realização do evento e sua possível relação com a alocação de trabalhos, para que sejam certificados os impactos indiretos ocorridos com a redução do número de estandes como, por exemplo, uma maior demanda por professores avaliadores em um mesmo horário. Após essa avaliação, recomenda-se que o modelo seja implementado efetivamente como ferramenta de gestão acadêmica para a alocação de recursos em eventos futuros. Além disso, um desdobramento do trabalho atual será o desenvolvimento de um modelo genérico para minimização de custos envolvendo todos os recursos necessários para a realização de um evento, seja ele acadêmico ou não.

O trabalho apresentado é o início de um estudo mais profundo para o desenvolvimento de ferramentas para tomada de decisão na gestão acadêmica através da utilização da Pesquisa Operacional e pode ser considerado um estudo de importante colaboração para desdobramentos diversos não só no ambiente acadêmico como para alocação de recursos em variados cenários empresariais.

Referências

- Abepro (2016). Webpage. <http://www.abepro.org.br/interna.asp?p=399&m=424&ss=1&c=362>. Acessado: 2016-03-16.
- Andrade, A. F. B. (2015). Modelo de alocação de turmas com foco na minimização do número de salas utilizadas por turma. Trabalho de conclusão de curso (engenharia de produção), Instituto de Engenharia e Tecnologia, Centro Universitário de Belo Horizonte IET / UniBh, Belo Horizonte, MG.
- Borges, S. K. (2003). Resolução de *timetabling* utilizando algoritmo genético e evolução cooperativa. Dissertação de mestrado (informática), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.
- Brasil, P. (2014). Ensino superior registra mais 7,3 milhões de estudantes. <http://www.brasil.gov.br/educacao/2014/09/ensino-superior-registra-mais-de-7-3-milhoes-de-estudantes>. Acessado: 2015-10-01.
- Cunha Junior, J. J., Couto, B. R. G. M., Andrade, A. F. B., e Souza, M. C. (2015). Alocação de professores, com foco em ganho de desempenho, conforme critérios avaliativos do ministério da educação. In *Anais do XLVII SBPO*, p. 806–816, Porto de Galinhas, PE. SOBRAPO.
- Guimarães, M. M., da Cunha Junior, J. J. (2016). Otimização na alocação de recursos em uma instituição de ensino superior com a utilização da Pesquisa Operacional. In *Anais do XII Encontro Mineiro de Engenharia de Produção*, p. 1847–1856, Juiz de Fora, MG. UFJF.
- Inep (2011). Censo da educação superior 2010: principais resultados. http://download.inep.gov.br/educacao_superior/censo_superior/documentos/2010/divulgacao_censo_2010.pdf. Acessado: 2016-03-02.
- Inep (2014). Censo da educação superior 2013: resultados. http://download.inep.gov.br/educacao_superior/censo_superior/apresentacao/2014/coletiva_censo_superior_2013.pdf. Acessado: 2015-10-27.
- Lara, B. (2006). Quadro de horários acadêmico uma abordagem com foco na avaliação institucional e na gestão de custos de instituições de ensino superior privadas brasileiras. Dissertação de mestrado (ciências das computação), Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Minas Gerais UFMG, Belo Horizonte, MG.
- Moreira, D. (1991). *Medida da produtividade na empresa moderna*. Pioneira, São Paulo.
- Ross, P., Fang, H., e Corne, D. (1999). Genetic algorithms for timetabling e scheduling. Technical report, IA Department of Edinburgh University, Scotland, UK.
- Sales, E. S., Müller, F. M., e Simonetto, E. O. (2015). Solução do problema de alocação de salas utilizando um modelo matemático multi-índice. In *Anais do XLVII SBPO*, p. 2596–2607, Porto de Galinhas, PE. SOBRAPO.