

Designação de encargos didáticos: um estudo de caso em uma universidade

Ana Paula Moreira (UTFPR, Campus Cornélio Procopio) ana_moreira@live.com
Daniele Costa Silva (UTFPR, Campus Cornélio Procopio) danielesilva@utfpr.edu.br

Resumo:

Este trabalho apresenta um estudo de caso de designação de encargos didáticos em uma universidade. Neste estudo aplica-se um modelo de programação linear inteira na distribuição de disciplinas do curso de Licenciatura em Matemática do Departamento de Matemática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Cornélio Procopio. Os resultados obtidos através dessa aplicação são comparados com a designação manual de disciplinas adotada pelo departamento. A comparação aponta que a utilização do modelo gera um resultado mais satisfatório aos docentes.

Palavras chave: Modelagem Matemática, Distribuição de Encargos Didáticos, Programação Linear Inteira.

Charges Teaching Assignment: a case study at a university

Abstract

This work presents a case study of designation of didactic charges at a university. In this study we apply an integer linear programming model to distribution of disciplines Licentiate in Mathematics of the Department of Mathematics at the Federal Technological University of Paraná, Campus Cornélio Procopio. The results obtained through this application are compared with the manual disciplines designation adopted by the department. The comparison shows that the use of the model creates a more satisfactory result for teachers.

Key-words: Mathematical Modeling, Distribution Didactic Charges, Integer Linear Programming.

1. Introdução

Em toda instituição de ensino a cada período letivo é necessária a designação de encargos didáticos, sendo esta uma tarefa bem definida porém complexa, podendo ser enquadrada na categoria de problemas NP-Completo (EVEN *et al.*, 1975), despertando desde a década de 60 o interesse de diversos pesquisadores (GOTLIEB, 1963; CSIMA e GOTLIEB, 1964;

WELSH e POWEL, 1967). Embora não seja um problema novo, devido a alta complexidade computacional e as diversas nuances de acordo com as particularidades de cada instituição, o problema de designação de encargos didáticos ainda desperta o interesse de vários pesquisadores na busca de modelos e técnicas de resolução mais representativos e eficientes.

Uma das técnicas que podem ser empregadas na resolução deste problema é a Programação Linear (PL) e suas variações. A Programação Linear visa fundamentalmente encontrar a melhor solução para problemas que tenham seus modelos representados por expressões lineares. A grande aplicabilidade e simplicidade que a caracterizam devem-se a linearidade do modelo. A tarefa da Programação Linear consiste na maximização ou minimização de uma função linear, denominada função objetivo, respeitando-se um sistema linear de igualdades e/ou desigualdades que recebem o nome de restrições do modelo (SOUSA, 2009). Nesse sentido, os primeiros trabalhos foram desenvolvidos por Lawrie (1969) e Akkoyunlu (1973) os quais apresentaram modelos de Programação Linear Inteira (PLI), isto é, modelos de PL onde todas as variáveis assumem valores inteiros, para algumas versões do problema obtendo bons resultados computacionais para época.

No contexto de uma universidade, um dos primeiros trabalhos foi desenvolvido por Breslaw (1976) no qual é apresentada uma solução para o problema utilizando PL. Com os progressos na capacidade de resolução e avanços tecnológicos em Birbas *et al.* (1997), Daskalaki *et al.* (2004) e Avella e Vasil'Ev (2005) são apresentados modelos de PL ou PLI para o problema, porém com importantes considerações práticas que os tornaram mais representativos. Mais recentemente, temos os trabalhos de Ferreira *et al.* (2011) e Andrade *et al.* (2012) os quais usam PLI com o objetivo de maximizar a satisfação dos professores.

Neste trabalho, o problema será abordado tomando como estudo de caso a designação de disciplinas do primeiro semestre letivo de 2016 do curso de Licenciatura em Matemática do Departamento de Matemática (DAMAT) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Cornélio Procopio.

A organização deste trabalho é a que segue. Na Seção 2 é apresentado o modelo de programação linear inteira utilizado no estudo de caso. Na Seção 3 é apresentada a contextualização do estudo de caso, isto é, o número de docentes e disciplinas a serem atribuídas, as diretrizes e políticas seguidas pelo DAMAT para esta atribuição. Na Seção 4 é feito um detalhamento da coleta de dados necessária para a realização do estudo. Na Seção 5 mostra-se o comparativo entre a distribuição de disciplinas obtida após a aplicação do modelo e o modo adotado pelo departamento. As considerações finais são apresentadas na Seção 6 e na sequência as referências bibliográficas.

2. O modelo

Ao realizar o levantamento bibliográfico necessário para o estudo de caso, o modelo apresentado em Ferreira *et al.* (2011) chamou a atenção devido a simplicidade e conformidade com os objetivos deste trabalho: a modelagem da designação de disciplinas em uma instituição de ensino superior visando maximizar a satisfação dos professores e utilizando

programação linear inteira. Por esta razão, aplica-se o mesmo ao caso a ser estudado com alguns ajustes que permitiram que o professor assuma apenas disciplinas de seu interesse e em seus horários disponíveis. Na sequência é apresentado o modelo já com as alterações realizadas.

- **Variável de decisão**

Considera que T disciplinas devem ser divididas para P professores em H horários ao longo de D dias semanais. Em relação a atribuição professor-disciplina utiliza-se a variável de decisão binária $x(p, t)$, tal que, para todo $p = 1, \dots, P$ e $t = 1, \dots, T$ tem-se:

$x(p, t) = 1$, se o professor p assume a disciplina t ou $x(p, t) = 0$, caso contrário.

- **Função objetivo**

A preferência do professor p em assumir uma disciplina t é dada por um peso $e(p, t)$, o qual assume valores inteiros que variam de 0 a 5. Onde 0 indica nenhum interesse e 5 maior preferência. O objetivo do modelo é maximizar a satisfação total dos professores a qual é representada por:

$$\sum_{p=1}^P \sum_{t=1}^T e(p, t) x(p, t).$$

- **Variável auxiliar**

Para identificar quando um professor assume uma disciplina que não tem interesse utiliza-se a variável auxiliar $r(p, t)$ dada por:

$$r(p, t) = x(p, t) (1 - \min(1, e(p, t))).$$

Note que $r(p, t) = 1$ quando a disciplina t é atribuída a um professor p que não tem interesse em assumi-la e 0 nos demais casos.

- **Dados**

Além do peso $e(p, t)$ outros dados são necessários para a formulação do modelo: o horário de cada disciplina, a disponibilidade de horário de cada professor e suas cargas horárias mínima e máxima.

Os horários de cada disciplina são fixados e armazenados da seguinte forma:

$HT(t, h, d) = 1$, se a disciplina t está alocada no horário h no dia d ou $HT(t, h, d) = 0$, caso contrário. Para todo $t = 1, \dots, T$, $h = 1, \dots, H$ e $d = 1, \dots, D$.

A disponibilidade de horário de cada docente são armazenadas de forma similar:

$DP(p, h, d) = 1$, se o professor p está disponível no horário h no dia d ou $DP(p, h, d) = 0$, caso contrário. Para todo $p = 1, \dots, P$, $h = 1, \dots, H$ e $d = 1, \dots, D$.

Já a carga horária atribuída a cada docente deve estar compreendida entre um valor mínimo $H_{min}(p)$ e um valor máximo $H_{max}(p)$ definidos pela instituição.

• Restrições

As restrições do modelo são dadas por:

$\sum_{t=1}^T HT(t, h, d) x(p, t) \leq 1$ para todo p, d, h ; exigem que cada professor não pode assumir mais que uma disciplina num mesmo horário em um determinado dia;

$\sum_{p=1}^P x(p, t) = 1$ para todo t ; garantem que nenhuma disciplina ficará sem professor;

$\sum_{t=1}^T \sum_{h=1}^H \sum_{d=1}^D HT(t, h, d) x(p, t) \geq H_{min}(p)$ para todo p ; impõe que a carga semanal de cada professor p não seja menor que sua carga mínima pré-estabelecida;

$\sum_{t=1}^T \sum_{h=1}^H \sum_{d=1}^D HT(t, h, d) x(p, t) \leq H_{max}(p)$ para todo p ; impõe que a carga semanal de cada professor p não seja maior que sua carga máxima pré-estabelecida;

$(DP(p, h, d) - HT(t, h, d)) x(p, t) \geq 0$ para todo p, t, h, d ; asseguram que o professor não assumirá disciplinas em horários em que não esteja disponível;

$\sum_{p=1}^P r(p, t) = 0$ para todo t ; permitem que apenas as disciplinas de interesse do professor sejam atribuídas ao mesmo.

3. Contextualização

Como estudo de caso neste trabalho é considerada a designação de disciplinas do primeiro semestre letivo de 2016 do curso de Licenciatura em Matemática do Departamento de Matemática (DAMAT) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Cornélio Procopio.

Atualmente, o DAMAT conta com 45 docentes, desconsiderando os professores afastados, os quais podem atuar em disciplinas do curso de Licenciatura, além de disciplinas dos cursos de graduação dos demais departamentos do campus e disciplinas de pós-graduação. No semestre estudado 24 destes docentes atuavam em uma ou mais das 46 disciplinas do curso de Licenciatura.

A carga horária destinada a aulas é distribuída aos professores respeitando as Diretrizes para a Gestão das Atividades de Ensino, Pesquisa e Extensão da UTFPR (UTFPR, 2007). Nestas a carga horária mínima referente a aulas está disposta no Artigo 12º que determina um limite mínimo de 9 horas-aula semanais, independente do regime de trabalho, estando de acordo com o Artigo 57, da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional nº 9.394/96 (BRASIL, 1996). Exceto se o docente possui cargo administrativo, nestes casos de acordo com o Artigo 21º a carga horária semanal relacionadas às atividades de ensino poderá ser reduzida ou

dispensada. A política do DAMAT é que para cargos como chefe de departamento e coordenador de curso a carga horária referente a aulas fique compreendida em um intervalo de 4 a 8 horas-aulas semanais.

Ainda de acordo com as diretrizes, a carga horária máxima de aulas varia de acordo com o regime de trabalho. No Artigo 3º são previstos os seguintes regimes de trabalho: regime de 20 horas semanais, regime de 40 horas semanais (tempo integral), dedicação exclusiva (40 horas) e contrato administrativo de serviços. No DAMAT os docentes se enquadram no regime de 40 horas ou dedicação exclusiva, para estes cargos segundo o Artigo 13º a carga horária máxima é de 20 horas-aula semanais, exceto se o docente atuar em cursos de pós graduação stricto sensu, para estes a carga horária máxima é de 12 horas-aulas semanais, das quais preferencialmente no máximo 8 horas-aulas nos cursos de graduação. No entanto, no Artigo 14º há alguns referenciais médios para carga horária docente para aulas:

- 15 horas-aula semanais para o docente em regime de trabalho de 40 horas ou dedicação exclusiva que não atue em cursos de pós graduação stricto sensu ;
- 10 horas-aula semanais para o docente em regime de trabalho de 40 horas ou dedicação exclusiva que não atue em cursos de pós graduação stricto sensu.

No DAMAT adota-se para professores colaboradores em regime de 40 horas carga horária máxima de 20 horas-aulas semanais e para professores efetivos em regime de dedicação exclusiva carga máxima de 15 horas-aula semanais caso não atue em programa de pós graduação stricto sensu e de 12 horas-aula semanais caso atue. Entretanto, estes limites podem ser extrapolados caso haja necessidade, não ultrapassando a carga horária máxima estabelecida no Artigo 13º .

Para a distribuição dessa carga horária, ou seja, para designação de disciplinas, a cada semestre letivo é formada uma comissão constituída por professores do próprio departamento os quais fazem um levantamento de informações referentes à disponibilidade de horário, preferência de disciplinas e demais restrições pessoais de cada docente, por meio de um questionário eletrônico, e com base nestas e nos requisitos organizacionais e pedagógicos elaboram o horário de forma manual. Sendo este um processo longo e exaustivo, o qual demanda muita atenção, tempo e esforço dos responsáveis, devido as diversas restrições, podendo gerar resultados insatisfatórios.

4. Coleta de dados

Para efetuar o estudo de caso contextualizado na Seção 3, foi necessária uma coleta de dados, a qual foi feita a partir do sistema da universidade e um questionário eletrônico. Os dados referentes aos horários das disciplinas foram coletados através do sistema da universidade, já os referentes aos professores foi através do questionário.

Por meio do questionário os docentes se identificaram, informaram suas restrições de horários, interesse pelas disciplinas do curso de Licenciatura através de valores inteiros na escala de 0 a 5 e seus demais encargos como, atuar em disciplinas de graduação de outros departamentos, participação em programa de pós-graduação stricto sensu e possível cargo

administrativo (chefia de departamento ou coordenação de curso), conformem ilustra a Figura 1.

Identificação

Professor, para que possamos identificar suas respostas insira seu nome abaixo.

*Obrigatório

Nome *

Sua resposta

PRÓXIMA

Restrições de horário

Caso NÃO possa assumir aulas em determinados dias e horários da semana por favor informe abaixo. Nesse primeiro momento estamos considerando apenas o período noturno. Por exemplo: Segunda 18:40 - 19:30.

Restrições

Sua resposta

VOLTAR

PRÓXIMA

Outros encargos

Possui cargo administrativo/coordenação? *

☐ Sim

☐ Não

Caso ministre aulas em outros departamentos informe a carga horária.

Sua resposta

VOLTAR

ENVIAR

Interesse por disciplinas

Informe seu interesse em ministrar determinada disciplina atribuindo valores de 0 a 5, onde 0 - nenhum interesse e 5 - maior preferência. Atente-se para que o seu interesse seja também correspondente as suas preferências de horário, período do curso, área de atuação, dentre outras.

Construções geométricas *

	0	1	2	3	4	5	
Nenhum interesse	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Maior preferência

Geometria 1 *

	0	1	2	3	4	5	
Nenhum interesse	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Maior preferência

Geometria 2 *

	0	1	2	3	4	5	
Nenhum interesse	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Maior preferência

Figura 1 – Questionário eletrônico para coleta de dados

Após esta coleta de dados foram feitas algumas modificações aos pesos atribuídos pelos professores as disciplinas, de modo a garantir que estas fossem designadas a docentes que possuem habilidades para lecioná-las de acordo com sua formação e experiências acadêmicas. Assim, se o professor atribuiu peso diferente de zero a alguma disciplina que não condiz com sua formação e experiência este peso foi zerado. Se o professor atribuiu peso zero a alguma disciplina que este possui habilidade de ministrar este valor foi modificado para 1. E nos casos dos professores que não responderam ao questionário foi atribuído peso 5 a todas as disciplinas relacionadas a área de formação e experiência do docente.

5. Resultados e discussão

O modelo apresentado na Seção 2 foi aplicado a designação das disciplinas do primeiro semestre letivo de 2016 do curso de Licenciatura em Matemática do DAMAT com apoio do

GLPK (GNU Linear Programming Kit) pacote desenvolvido para a resolução de problemas de programação linear e programação inteira mista de grande porte e outros problemas relacionados. Essa designação envolve a distribuição de 46 disciplinas a 24 docentes, que como descrito na Seção 3 é feita de forma manual. Desta forma, compara-se os resultados obtidos por meio da aplicação do modelo com o obtido através da designação manual. Na Tabela 1 é apresentado este comparativo. Nesta tabela é apresentada a satisfação total dos docentes obtida através do modelo e da designação manual, assim como a satisfação individual de cada docente e também a carga horária individual destinada a aulas em horas-aula para ambos os casos: modelo e designação manual.

Satisfação Total Modelo: 215				
Satisfação Total Manual: 193				
Professor	Satisfação		Carga Horária	
	Modelo	Manual	Modelo	Manual
1	10	4	8	6
2	20	20	14	14
3	4	5	6	8
4	17	18	9	13
5	10	5	8	4
6	5	8	6	9
7	9	9	8	8
8	6	6	10	10
9	10	10	8	8
10	15	5	13	7
11	5	1	4	4
12	10	8	8	9
13	5	3	4	4
14	0	5	0	4
15	10	8	10	11
16	0	5	0	2
17	9	8	8	8
18	5	5	4	4
19	5	5	4	4
20	10	10	10	10
21	10	10	6	8
22	10	5	11	4
23	5	10	7	8
24	25	20	13	12

Tabela 1 – Comparação de resultados

Por meio da Tabela 1, nota-se que a satisfação total dos docentes é maior quando o modelo é aplicado, sendo esta diferença de 11,4%. No âmbito individual, para 10 professores aumentou-se a satisfação com o uso do modelo, para 8 manteve-se a satisfação e para 6 diminuiu.

Nos casos em que houve aumento da satisfação em 5 houve também aumento de carga horária, sendo os casos mais significativos dos professores 10 e 22 em que o aumento foi de 6 e 7 horas-aula, respectivamente. Entretanto, nos outros 5 casos a carga horária foi mantida ou

até mesmo reduzida como no caso dos professores 12 e 15.

Já nos casos em que a satisfação foi mantida a carga horária também se manteve com exceção do professor 21 em que houve redução de 2 horas-aula com a aplicação do modelo. E para todos os professores em que a satisfação diminuiu com a aplicação do modelo, também houve redução na carga horária, o que é benéfico para o docente.

6. Considerações finais

Através deste estudo de caso observa-se que a aplicação de um modelo de otimização juntamente com uma ferramenta computacional além de reduzir o esforço humano e dar mais agilidade ao processo de distribuição de disciplinas pode gerar um resultado mais satisfatório aos docentes. Visto que, para a maioria dos professores aumentou ou manteve a satisfação em relação as disciplinas que lhe foram atribuídas e mesmo para os casos em que houve redução da satisfação há benefícios ao docente já que está atrelada a redução de carga horária.

Assim, como proposta de trabalho futuro pretende-se ampliar a aplicação do modelo a designação de todas as disciplinas que são de responsabilidade do departamento e não apenas as do curso de Licenciatura, além de propor melhorias ao modelo, de modo a evitar aumentos significativos de carga horária como os apontados e permitir o ponderamento entre habilidade e satisfação do docente.

Referências

- AKKOYUNLU, E. A.** *A linear algorithm for computing the optimum university timetable.* The Computer Journal, p.347-350, 1973.
- ANDRADE P. R. DE L.; SCARPIN C. T.; STEINER M. T. A.** *Geração da grade horária do curso de engenharia de produção da UFPR através de programação linear binária* in Congresso Latino Ibero-Americano de Investigación Operativa: Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, Rio de Janeiro, 2012.
- AVELLA, P.; VASIL'EV, I.** *A computational study of a cutting plane algorithm for university course timetabling.* Journal of Scheduling, Vol. 8, p. 497-514, 2005..
- BIRBAS, T.; DASKALAKI, S.; HOUSES, E.** *Timetabling for greek high schools.* Journal of Operational Research Society, Vol. 48, p. 1191-1220, 1997.
- BRASIL.** Ministério da Educação e da Cultura. *LDB – Lei 9394/96*, 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional. Brasília: MEC, 1996.
- BRESLAW, J.A.** *A linear programming solution to the faculty assignment problem.* Socio-Economic Planning Science, p. 227–230, 1976.
- CSISMA, J.; GOTLIEB, C.** *Tests on a computer method for constructing school time-tables.* Communications of the ACM, Vol. 7, n. 3, p. 160-163, 1964.
- DASKALAKI, S.** *An integer programming formulation for a case study in university timetabling.* European Journal Of Operational Research, Vol. 153, p 117-135, 2004.
- EVEN, S.; ITAI, A.; SHAMIR A.** *On the complexity of timetable and multicommodity flow problems.* SIAM Journal of Computing, p. 691-703, 1975
- FERREIRA ET AL.** *Aplicação de Programação Inteira na Distribuição de Encargos Didáticos em Instituições de Ensino.* Trends in Applied and Computational Mathematics, Vol. 12, n. 2, 2011.

GOTLIEB, C. C. *The construction of class-teacher timetables*. In C. M. Popplewell, editor, IFIP congress 62, p. 73-77, North-Holland, 1963.

LAWRIE, N. L. *An integer linear programming model of a school timetabling problem*. The Computer Journal p. 307–316, 1969.

SOUSA, O. *Aspectos Práticos da Programação Linear*. Dissertação, Universidade Federal de Santa Catarina, 2009.

UTFPR. *Resolução nº 19/07 – COEPP, 01 de junho de 2007. Deliberação nº 09/07 – COUNI, 27 de julho de 2007*. Estabelece as diretrizes para gestão das atividades de ensino, pesquisa e extensão da UTFPR. Curitiba: 2007.

WELSH, D. J. A; POWELL, M.B. *An upper bound to the chromatic number of a graph and its application to timetabling problem*. The Computer Journal p. 85–86, 1967.