

Grade de Horários para o Curso de Licenciatura em Matemática do IFSP: um Estudo de Caso

Ligia C. de Souza,¹ Carlos E. Toffoli,² Thiago S. Santos,³ Jeferson A. F. de Assis,⁴ Maycon C. Godoi⁵
IFSP, Campos do Jordão, SP

Nas instituições de ensino é conhecida uma dificuldade marcante: desenvolver uma grade horária em tempo razoável que não exija muito esforço manual e que atenda às diversas especificidades da instituição, peculiaridades essas que dificultam a utilização de *softwares* não específicos ([3]). Visto isso, o problema de determinar uma grade de horários dadas as restrições de salas de aulas disponíveis, número de docentes, entre outros recursos limitados, pode ser classificado como um problema da Pesquisa Operacional e é conhecido na literatura como *School Timetabling Problem (STP)*. Segundo [4], o *STP* pode ser considerado do tipo *NP-difícil* dependendo das restrições que o definem e vários estudos foram conduzidos desde a década de 70 mostrando sua complexidade e diferentes modelos e métodos de resolução, incluindo métodos exatos – que procuram a melhor solução do problema satisfazendo todas as restrições impostas. Um resumo recente e comparativo dessas técnicas pode ser encontrado em [5].

Geralmente os modelos são desenvolvidos para atender a uma instituição específica devido às suas particularidades, justificando a massividade dos estudos de caso. Assim, o presente trabalho relata os resultados de um projeto de iniciação científica que teve como foco a grade horária do Curso de Licenciatura em Matemática do IFSP *Campus* Campos do Jordão. Para a modelagem matemática do problema consideramos as referências apresentadas em [1], [2], [3] e [4] e a sua implementação computacional foi feita dentro do *software* de otimização FICO Xpress Optimization.

De forma geral, [2] define que as restrições fracas podem ser atendidas ou não, como atribuir aulas com janelas para um professor ou turma – nosso caso. Essas restrições foram tratadas como premiação na função objetivo – que trata do número de aulas atribuídas respeitando o número de aulas totais – representadas pela adição de $V + W$, como se vê nas equações (1), (2) e (3). Antes de apresentar o modelo, seguem as variáveis, dados e conjuntos envolvidos em sua formulação.

A variável de decisão é dada por x_{ijklmn} , tendo valor igual a 1, se o professor i leciona a disciplina j na sala k , no dia l , horário m e para o semestre n , e igual a 0, caso contrário. Os valores de i, j, k, l, m, n começam em 1 e terminam no último valor possível para cada índice, salvo o caso de algumas exceções. As matrizes de apoio são: $L(i, l, m) = 1$ se professor i pode lecionar apenas nos dias l e nos horários m ; $J(i, j) = 1$ se o professor i leciona a disciplina j ; $N(n, i) = 1$ se a disciplina i pertence ao semestre n ; $K(j) = 1$ se a disciplina j precisa de laboratório e $LAB(k) = 1$ se a sala k é laboratório. Cada um desses elementos recebe o valor nulo caso contrário. Além disso, temos $NJ(j)$ que representa a carga horária da disciplina j . Com isso, o modelo é dado por:

$$\text{Max}_x z = \sum_{i,j,k,l,m,n} x_{ijklmn} + V + W, \quad (1)$$

¹ligiacorrea@ifsp.edu.br

²tofolis@ifsp.edu.br

³thiago.siqueira@ifsp.edu.br

⁴jeferson.assisfagundess@gmail.com

⁵prof.mayconcg@ifsp.edu.br

$$V = \sum_{i,j,k,l,m,n} x_{ijkl(m-1)n} + x_{ijklmn}, \quad \text{com } m \text{ iniciando em } 2, \quad (2)$$

$$W = \sum_{i,j,k,l,m,n} x_{ijkl(m-2)n} + x_{ijkl(m-1)n}, \quad \text{com } m \text{ iniciando em } 3. \quad (3)$$

Sujeito a:

$$x_{ijklmn} = 0, \forall i, j, k, l, m, n, \quad \text{se } L(i, l, m) = 0; \quad (4)$$

$$x_{ijklmn} = 0, \forall i, j, k, l, m, n, \quad \text{se } J(i, j) = 0; \quad (5)$$

$$\sum_{i,k,l,m,n} x_{ijklmn} = NJ(j), \quad \forall j; \quad (6)$$

$$x_{ijklmn} = 0, \forall i, j, k, l, m, n, \quad \text{se } N(n, j) = 0; \quad (7)$$

$$x_{ijklmn} = 0, \forall i, l, m, n, \quad \text{se } K(j) = 1 \text{ e } LAB(k) = 0; \quad (8)$$

$$\sum_{i,j,k} x_{ijklmn} \leq 1, \quad \forall l, m, n; \quad (9)$$

$$\sum_{j,k,m} x_{ijklmn} \leq 1, \quad \forall i, l, m; \quad (10)$$

$$x_{ijklmn} \in \{0, 1\}. \quad (11)$$

Consideramos no modelo: as aulas atribuídas a cada docente e os dias preferenciais de cada um para lecioná-las (equações (4) e (5)), o total de aulas de cada disciplina e o semestre ao qual cada uma pertence (equações (6) e (7)), o uso de laboratórios e salas comuns (equação (8)), a impossibilidade de atribuir mais de uma disciplina ou docente para a mesma turma no mesmo horário (equação (9)), a impossibilidade de atribuir a um mesmo docente disciplinas distintas no mesmo horário (equação (10)). A restrição (11) garante o caráter binário da variável de decisão.

Como resultado obtivemos o horário para todos os semestres do Curso de Licenciatura em Matemática do segundo período letivo do ano de 2023 com tempo computacional de $1.3e^{-05}$ segundos. Apesar da solução obtida ser viável, observou-se que várias disciplinas tiveram suas aulas muito recortadas ao longo da semana e as janelas dos docentes não foram analisadas completamente. Assim, percebeu-se a necessidade de melhorar a solução obtida adicionando restrições para minimizar janelas de disciplinas e docentes.

Referências

- [1] S. Ceschia, L. Di Gaspero e A. Schaerf. “Educational timetabling: Problems, benchmarks, and state-of-the-art results”. Em: **European Journal of Operational Research** 308.1 (2023), pp. 1–18. ISSN: 0377–2217. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2022.07.011>.
- [2] L. H. de A. DANTAS. “Uma abordagem metaheurística para o problema de alocação de horário escolar no IFRN.” Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2018.
- [3] A. R. T. GÓES. “Otimização na distribuição da carga horária de professores. Método exato, método heurístico, método misto e interface.” Dissertação de mestrado. Universidade do Paraná, 2005.
- [4] N. PILLAY. “A survey of school timetabling research”. Em: **Annals of Operations Research** 218.1 (2014), pp. 261–293. DOI: 10.1007/s10479-013-1321-8.
- [5] J. S. Tan, S. L. Goh, G. Kendall e N. R. Sabar. “A survey of the state-of-the-art of optimisation methodologies in school timetabling problems”. Em: **Expert Systems With Applications** 165 (2021), p. 113943. URL: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:224951680>.