

Modelagem matemática aplicada ao problema de planejamento de horários e salas em cursos de graduação

William F. C. Tavares¹

IC/Unicamp, Campinas - SP

Edison Borghezan²

Jean P. T. Torres³

Edna A. Hoshino⁴

Facom/UFMS, Campo Grande - MS

O planejamento dos horários de aulas concomitante com a alocação de salas, também conhecido como problemas de cronograma ou definição da tabela de horários, é uma tarefa que exige considerar diferentes fatores, como os recursos didáticos e as capacidades das salas e laboratórios, as disponibilidades dos professores e as grades curriculares dos cursos. À medida que a quantidade desses fatores aumenta, definir a tabela de horários manualmente torna-se impraticável, além de limitar a possibilidade de atender preferências de acadêmicos, professores e da própria instituição.

Na literatura, problemas de cronogramas são apresentados com diferentes variações. Problemas mais gerais definem a tabela de horários para quaisquer eventos que relacionam participantes, horários disponíveis e possíveis locais. Em um caso mais específico, o Problema de Cronogramas de Escolas, do inglês *School Timetabling Problem* (STP), relaciona professores, séries, conteúdos, salas e horários [3]. Neste problema, cada série possui os conteúdos programados bem definidos e é alocada em salas e em horários de forma a cobrir os conteúdos. Os interesses dos professores e a dispersão dos conteúdos são otimizados com o objetivo de produzir melhores tabelas de horários. No nível superior o problema é conhecido como Problema de Cronograma de Cursos Universitários, *University Course Timetabling Problem* (UCTP). Neste cenário, os acadêmicos possuem liberdade para escolher participar de diferentes turmas. Estas turmas pertencem a disciplinas que compartilham pré-requisitos e podem ser obrigatórias ou não em diferentes cursos. Existem abordagens exatas e heurísticas para o UCTP [1] e as aplicações do problema consideram restrições e limitações específicas para cada instituição. Tanto o STP quanto o UCTP são NP-difíceis [3].

Neste trabalho é discutida a modelagem matemática empregada na definição da tabela de horários na Faculdade de Computação (Facom) da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. A Facom possui um total de seis cursos de graduação, os quais somam uma média de 150 turmas por semestre, em geral, compartilhadas entre os cursos. Uma discussão mais detalhada sobre a aplicação do modelo na Facom e trabalhos futuros são apresentados ao final do texto.

No problema modelado considera-se que cada turma consiste em uma disciplina, um professor previamente alocado, total e tipo de vaga por curso. Cada sala contém informações sobre os recursos didáticos disponíveis e a sua capacidade. Cada disciplina possui carga horária semanal e recursos didáticos necessários. Há dois tipos de vagas: regular e reoferta. As regulares referem-se àquelas que não podem ter choque de horário entre disciplinas do mesmo semestre da grade curricular

¹w230321@dac.unicamp.br

²edison.borghezan@aluno.ufms.br

³jeantremeschin@facom.ufms.br

⁴eah@facom.ufms.br

de um curso. As grades também possuem informações sobre pré-requisitos entre disciplinas e os turnos dos cursos. Por fim, há informações sobre as disponibilidades de horários dos professores.

O modelo matemático⁵ é extenso e não será apresentado neste documento devido ao número restrito de páginas, limitando-se apenas a uma discussão. Primeiramente, as restrições do modelo são divididas em dois grupos: (i) restrições obrigatórias; e (ii) restrições preferenciais. As variáveis de decisão x_{thds} são utilizadas nas restrições obrigatórias e são tais que $x_{thd} = 1$, se a turma t é alocada no horário h do dia d na sala s e 0, caso contrário. O grupo de restrições obrigatórias é composto de quatro restrições e representa o núcleo do UCTP, possuindo restrições semelhantes às definidas em [2]. A primeira classe de restrições obrigatórias restringe o choque de turmas em uma sala, enquanto a segunda garante que as aulas ocorram nos locais corretos (de acordo com os recursos exigidos pela disciplina), com a capacidade correta e que a carga horária seja cumprida. A terceira classe evita o choque de horário do professor e a quarta impede o choque de horário de disciplinas regulares de um mesmo semestre de um curso. O segundo grupo de restrições é relacionado às preferências dos acadêmicos e professores. Para os acadêmicos, é desejado que não existam aulas aos sábados, horários livres entre as aulas, choque de horário entre turmas de reoferta e entre turmas de semestres consecutivos. Os professores preferem acumular suas aulas em um mesmo dia, para se concentrar em outras atividades nos demais dias. Preferências comuns consistem em uma turma ter sala e hora fixas e não ter aula em dias consecutivos. Estas restrições não são obrigatórias, o que significa que algumas podem não ser satisfeitas pela solução, mas nestes casos são penalizadas na função objetivo. A dificuldade na aplicação do modelo está na definição dos pesos dessas penalizações.

Um programa foi implementado na linguagem C para gerar o modelo matemático a partir dos dados de uma instância do UCTP, fornecidos em arquivos no formato csv. O modelo gerado é disponibilizado ao usuário para que possa ser resolvido por um resolvidor de programação linear inteira (PLI) externo escolhido pelo usuário. Este projeto surgiu de um trabalho de iniciação científica voluntária em 2017 e, deste então, tem sido adotado pela Facom e gerado resultados que contribuíram satisfatoriamente para o trabalho das coordenações de cursos. O projeto atualmente é desenvolvido pelo Laboratório de Experimentação Algorítmica (LEXA) da Facom.

Como próximas atividades, o projeto divide-se em duas frentes. A primeira tem o objetivo de facilitar a utilização do programa com uma interface de usuário que permita o gestor visualizar a solução e realizar alterações na solução ou nos dados de entrada. A segunda busca propor heurísticas para gerar boas soluções iniciais para serem usadas nos resolvidores de PLI e também propor novos modelos para reduzir a quantidade de variáveis. Um modelo alternativo já está sendo elaborado, no qual considera-se variáveis x_{thd} equivalente à do modelo atual, exceto que as salas de aulas são consideradas implicitamente pelas restrições e alocadas em um pós-processamento.

Agradecimentos. Agradecemos os integrantes do LEXA pela colaboração com o projeto.

Referências

- [1] Babaei, H., Karimpour J., Hadidi A. A survey of approaches for university course timetabling problem. *Computers & Industrial Engineering*, 86:43–59, 2015.
- [2] Carter, M. W., Laporte, G. Recent developments in practical course timetabling. In *Practice and theory of automated timetabling II*. LNCS - Springer, 1998.
- [3] Willemsen, R. J. School timetable construction: algorithms and complexity. Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven, 2002.

⁵O modelo pode ser encontrado em: <https://www.facom.ufms.br/~eah/UCTP/model.pdf>