

Modelo de otimização da grade horária para discentes da FACOM/UFU

João Pedro Corrêa de Melo Mendes¹, Paulo H. R. Gabriel¹

¹Faculdade de Computação – Universidade Federal de Uberlândia (UFU)
Av. João Naves de Ávila, 2121 – 38.400-902 – Uberlândia – MG – Brasil

j.pedrocorreal3@ufu.br, phrg@ufu.br

Abstract. *This work proposes an integer linear programming model to support student enrollment planning at FACOM/UFU, helping them select courses compatible with their academic profile. The curriculum flow is modeled as a digraph of prerequisites, and an academic priority algorithm calculates an importance index for each course. The objective function maximizes the sum of the selected courses' priorities, subject to constraints on enrollment uniqueness, a limit on electives, absence of schedule conflicts, and respect for periods blocked by the student. The model was validated through two case studies using simulated academic records, demonstrating its viability as a tool to support academic trajectory.*

Resumo. *Este trabalho propõe um modelo de programação linear inteira para auxiliar no planejamento de matrículas de estudantes na FACOM/UFU, ajudando-os a selecionar disciplinas compatíveis com seu perfil acadêmico. O fluxo curricular é modelado como um dígrafo de pré-requisitos, e um algoritmo de prioridade acadêmica calcula um índice de importância para cada disciplina. A função objetivo maximiza a soma das prioridades das disciplinas selecionadas, sujeita a restrições quanto à unicidade da matrícula, um limite de disciplinas eletivas, ausência de conflitos de horário e respeito aos períodos bloqueados pelo estudante. O modelo foi validado por meio de dois estudos de caso utilizando históricos acadêmicos simulados, demonstrando sua viabilidade como ferramenta de apoio à trajetória acadêmica.*

1. Introdução

O ensino superior brasileiro apresenta índices preocupantes de evasão acadêmica. Segundo o INEP [INEP 2024], a taxa de desistência acumulada dos discentes ingressantes em 2013, acompanhados por dez anos, atingiu 58% em 2022. Nesse contexto, torna-se relevante que as instituições desenvolvam mecanismos de apoio ao estudante visando à redução da evasão.

Este trabalho propõe um modelo de otimização para apoio ao planejamento de matrícula de discentes da Faculdade de Computação da Universidade Federal de Uberlândia (FACOM/UFU), auxiliando-os na seleção de disciplinas de forma compatível com seu perfil acadêmico. O fluxo curricular foi modelado como um grafo dirigido, viabilizando o tratamento automatizado das relações de pré-requisitos. Com base nessa estrutura, desenvolveu-se um Algoritmo de Prioridade Acadêmica que calcula um índice

de importância para cada disciplina, considerando seu caráter obrigatório, carga horária e poder de desbloqueio de disciplinas futuras.

A partir das prioridades definidas, implementou-se um modelo de programação linear inteira (PLI) com função objetivo de maximização da soma das prioridades das disciplinas selecionadas. As restrições baseiam-se na formulação de [Brandão et al. 2022], adaptadas ao contexto da FACOM/UFU, contemplando conflitos de horário, limite de optativas, pré-requisitos e períodos bloqueados pelo estudante. A ferramenta foi validada por estudos de caso com históricos acadêmicos simulados.

2. Trabalhos Relacionados

A literatura divide os problemas de grade horária em categorias conforme o contexto [Ceschia et al. 2023, Qu et al. 2009, Pillay 2014]: o Problema de Grade Horária Escolar (*High School Timetabling*, HTT), voltado ao ensino básico; o Problema de Grade Horária de Exames (*University Examination Timetabling*, ETT) e o de Cursos (*Course Timetabling*, CTT), em nível universitário; e o Problema de Particionamento de Estudantes (*Student Sectioning Problem*, SSP), que aloca discentes em turmas sem sobreposição temporal.

O Problema de Construção de Horário Personalizado (PCHP) integra CTT e SSP, adotando a perspectiva do estudante como critério central de otimização e resultando em um plano de estudos individualizado [Brandão et al. 2022]. O trabalho de [Dostert et al. 2015] investigam a complexidade da integração do seccionamento de estudantes a problemas de planejamento, propondo decomposições e delimitando fronteiras de tratabilidade. Já no trabalho de [Brandão et al. 2022] propõem uma formulação matemática para o PCHP validada com casos reais de estudantes da Universidade Federal Fluminense, demonstrando a viabilidade de métodos exatos. A programação linear inteira, conforme discutido em [Talbi 2009], mantém-se como alternativa eficaz especialmente quando interpretabilidade e garantia de otimalidade são requisitos relevantes.

3. Desenvolvimento

O curso de Sistemas de Informação da FACOM/UFU possui carga horária total de 3.030 horas e é ofertado no turno noturno, com aulas de segunda a sexta-feira distribuídas em quatro blocos entre 19h00 e 22h30 [UFU 2022]. Cada bloco é codificado pela combinação do dia e posição sequencial – por exemplo, SEG01, TER02 – conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Codificação semanal dos blocos horários.

	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
19h00	SEG01	TER01	QUA01	QUI01	SEX01
19h50	SEG02	TER02	QUA02	QUI02	SEX02
20h50	SEG03	TER03	QUA03	QUI03	SEX03
21h40	SEG04	TER04	QUA04	QUI04	SEX04

3.1. Abstração da Grade Curricular e Definição das Prioridades

O fluxo curricular é representado como um dígrafo $G = (V, E)$, onde V é o conjunto de disciplinas e E codifica as relações de pré-requisito: uma aresta (u, v) indica que u é

pré-requisito de v . Disciplinas equivalentes com turmas nos mesmos blocos são tratadas como turmas distintas, preservando a integridade das relações de pré-requisito. O grafo é construído computacionalmente com as bibliotecas NetworkX, Pandas e Matplotlib, a partir de arquivos CSV com os dados das disciplinas e suas dependências.

O índice de prioridade de cada disciplina reflete: *i*) seu caráter obrigatório ou optativo ($\alpha_v = 10$ ou $\alpha_v = 1$, respectivamente); *ii*) sua carga horária total c_v ; e *iii*) a prioridade acumulada de todos os seus sucessores no grafo. A prioridade final é calculada recursivamente conforme o Algoritmo 1, que utiliza memoização para evitar reprocessamentos [Brandão et al. 2022].

Algoritmo 1: Cálculo de Prioridade Acadêmica

Entrada: Grafo G , Dicionário $memo$

Saída : Prioridades em G atualizadas

```

1 Função Prioridade( $v$ ) :
2   se  $v \in memo$  então
3     | retorna  $memo[v]$ ;
4   senão
5     |  $f \leftarrow (v.obrig = 1) ? 10 : 1$ ;
6     |  $P \leftarrow f \times v.CH$ ;
7     | para cada  $u \in G.sucessores(v)$  faça
8       | |  $P \leftarrow P + Prioridade(u)$ ;
9     | fim
10    |  $memo[v] \leftarrow P$ ;
11    | retorna  $P$ ;
12  fim

13 para cada  $v \in G.nodes$  faça
14 | |  $G.nodes[v].prioridade \leftarrow Prioridade(v)$ ;
15 fim

```

3.2. Modelo Matemático

O modelo de PLI para o PCHP é apresentado nas equações (1)–(6):

$$\max \quad \sum_{i \in R} \sum_{k \in L_i} p_i \cdot x_{ik} \quad (1)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{k \in L_i} x_{ik} \leq 1, \quad \forall i \in R \quad (2)$$

$$\sum_{i \in R_{\text{opt}}} \sum_{k \in L_i} x_{ik} \leq Q_{\text{opt}} \quad (3)$$

$$\sum_{i \in R} \sum_{k \in L_i} h_{ikt} \cdot x_{ik} \leq 1, \quad \forall t \in T \quad (4)$$

$$x_{ik} = 0, \quad \forall i, k \text{ com } t \in U \text{ e } h_{ikt} = 1 \quad (5)$$

$$x_{ik} \in \{0, 1\}, \quad \forall i \in R, k \in L_i \quad (6)$$

Os conjuntos e parâmetros são: R (disciplinas elegíveis), $R_{\text{opt}} \subset R$ (optativas elegíveis), L_i (turmas ofertadas para i), T (blocos da semana), $U \subset T$ (horários bloqueados pelo aluno), p_i (prioridade de i), Q_{opt} (máximo de optativas, igual a 2 neste trabalho [UFU 2022]) e $h_{ikt} \in \{0, 1\}$ (indica se a turma k da disciplina i ocupa o bloco t). A variável de decisão $x_{ik} \in \{0, 1\}$ indica matrícula na turma k da disciplina i .

As restrições garantem, respectivamente: **(R1)** unicidade de matrícula por disciplina; **(R2)** limite de disciplinas optativas; **(R3)** ausência de conflitos de horário; e **(R4)** respeito aos períodos bloqueados pelo discente. A função objetivo (1) maximiza a soma das prioridades das disciplinas selecionadas, favorecendo o avanço progressivo no percurso curricular.

4. Resultados e Discussão

O modelo foi implementado em Python 3.14.3 com as bibliotecas Matplotlib 3.10.8, NetworkX 3.6.1, NumPy 2.4.2, Pandas 3.0.0 e PuLP 3.3.0. O código-fonte está disponível em <https://github.com/JPQuadrado/TCC>. A validação foi realizada com dois estudos de caso baseados em históricos simulados.

Aluno 01: cursando o quarto período com dependência em Cálculo I (e, por consequência, Álgebra Linear), sem restrições de horário. O modelo sugeriu matrícula em FAMAT39214 – Cálculo I, FACOM32402 – Estrutura de Dados II, FACOM32403 – Processo de Desenvolvimento de Software e FACOM32404 – Sistemas Operacionais, preenchendo a grade conforme a Tabela 2.

Tabela 2. Grade horária gerada para o Aluno 01

	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
19h00	FAMAT39214	FACOM32402	FACOM32403	FAMAT39214	FACOM32404
19h50	FAMAT39214	FACOM32402	FACOM32403	FAMAT39214	FACOM32404
20h50	-	FACOM32404	FAMAT39214	FACOM32402	FACOM32403
21h40	-	FACOM32404	FAMAT39214	FACOM32402	FACOM32403

Aluno 02: também no quarto período, com dependências em FACOM32305 – Programação Orientada a Objetos e FAMAT31022 – Álgebra Linear, sem optativas cursadas e com bloqueio em SEX01 e SEX02. O modelo sugeriu matrícula em FACOM32305, FACOM32401 – Banco de Dados I, FACOM32402 – Estrutura de Dados II e FAMAT32401 – Matemática para Ciência da Computação, respeitando integralmente as restrições do aluno, conforme a Tabela 3.

Tabela 3. Grade horária gerada para o Aluno 02

	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
19h00	FACOM32401	FACOM32402	FACOM32305	FAMAT32401	BLOQUEIO
19h50	FACOM32401	FACOM32402	FACOM32305	FAMAT32401	BLOQUEIO
20h50	FAMAT32401	-	FACOM32401	FACOM32402	FACOM32305
21h40	FAMAT32401	-	FACOM32401	FACOM32402	FACOM32305

Em ambos os casos o modelo encontrou soluções viáveis, respeitando todas as restrições impostas e priorizando disciplinas de maior impacto no fluxo curricular. Os

resultados atestam a aplicabilidade da abordagem proposta, evidenciando seu potencial como ferramenta de suporte ao planejamento acadêmico.

5. Conclusões

Este trabalho propôs uma ferramenta de apoio à tomada de decisão para discentes do curso de Sistemas de Informação da FACOM/UFU, com foco na redução de erros de planejamento de matrícula. Foi proposto um modelo de programação linear para o PCHP, baseado em [Brandão et al. 2022], implementado com a biblioteca PuLP em Python, com resultados viáveis obtidos.

Como trabalhos futuros, destacam-se: a implementação de uma interface web responsiva, para que qualquer estudante possa inserir seu histórico e restrições sem necessidade de conhecimento técnico; e a generalização do modelo para as grades curriculares de outros cursos da universidade, ampliando o escopo do otimizador e seu potencial como instrumento de gestão institucional.

Referências

- Brandão, M. L., Neves, T. A., and Costa, K. A. (2022). Modelagem matemática para auxiliar estudantes na montagem do horário visando reduzir o tempo de graduação. In *Anais do LIV Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, Juiz de Fora, MG. Galoá.
- Ceschia, S., Di Gaspero, L., and Schaerf, A. (2023). Educational timetabling: Problems, benchmarks, and state-of-the-art results. *European Journal of Operational Research*, 308(1):1–18.
- Dostert, M., Politz, A., and Schmitz, H. (2015). A complexity analysis and an algorithmic approach to student sectioning in existing timetables. *Journal of Scheduling*, 19:285–293.
- INEP (2024). Resumo técnico do censo da educação superior 2022. Technical report, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas, Brasília, DF.
- Pillay, N. (2014). A survey of school timetabling research. *Annals of Operations Research*, 218:261–293.
- Qu, R., Burke, E. K., McCollum, B., Merlot, L. T. G., and Lee, S. Y. (2009). A survey of search methodologies and automated system development for examination timetabling. *Journal of Scheduling*, 12:55–89.
- Talbi, E.-G. (2009). *Metaheuristics: From Design to Implementation*. Wiley Publishing, Nova Jersey, EUA.
- UFU (2022). Projeto pedagógico do curso de graduação em bacharelado em sistemas de informação. Technical report, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG.