

Uma Ferramenta de Apoio à Gestão Acadêmica para Alocação de Horários Utilizando Coloração de Grafos

Leonardo A. Borges¹, Elizangela D. Pereira¹, Julio S. Domingues Júnior¹

¹ Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA)
Bagé – RS – Brasil

{leonardoab.aluno, elizangelapereira, juliiodomingues}@unipampa.edu.br

Abstract. *The generation of academic timetables is a recurring problem in higher education management, involving conflicts among courses, faculty availability, and institutional constraints. A well-structured timetable can contribute to teaching quality by reducing allocation conflicts, improving the predictability of academic activities, and promoting the appropriate use of faculty members and institutional resources. This work presents an applied computational approach to support academic coordinators in timetable generation through graph modeling and greedy coloring. The proposal includes a functional prototype that supports mandatory academic constraints. An exploratory evaluation was conducted with one undergraduate course coordinator. The findings provide preliminary evidence of technical feasibility and perceived usefulness, although evaluations with a broader sample are still needed.*

Resumo. *A geração de grades horárias acadêmicas é um problema recorrente na gestão do ensino superior, envolvendo conflitos entre disciplinas, disponibilidade docente e restrições institucionais. Uma grade bem estruturada pode contribuir para a qualidade do ensino ao reduzir conflitos de alocação, melhorar a previsibilidade das atividades acadêmicas e favorecer o uso adequado de docentes e recursos institucionais. Este trabalho apresenta uma abordagem computacional aplicada para apoiar coordenadores acadêmicos na geração de horários por meio de modelagem em grafos e coloração gulosa. A proposta inclui um protótipo funcional com suporte a restrições acadêmicas obrigatórias. Uma avaliação exploratória foi conduzida com um coordenador de curso em um cenário de graduação. Os resultados fornecem evidências preliminares de viabilidade técnica e utilidade percebida, embora avaliações com uma amostra mais ampla ainda sejam necessárias.*

Palavras-chave: gestão acadêmica; timetabling universitário; coloração de grafos; informática na educação; sistemas de apoio à decisão.

1. Introdução

A elaboração de grades horárias em instituições de ensino superior constitui uma atividade de planejamento acadêmico que exige a conciliação de disciplinas, docentes, turmas, recursos institucionais e períodos de tempo disponíveis. Além de organizar a oferta de componentes curriculares, uma grade bem planejada pode contribuir para a qualidade do ensino ao reduzir sobreposições, favorecer a continuidade das atividades acadêmicas e

apoiar uma distribuição mais adequada dos recursos disponíveis. Na literatura, esse problema é frequentemente associado ao *University Course Timetabling Problem* (UCTTP), caracterizado como um problema combinatório sujeito a múltiplas restrições acadêmicas e administrativas [Cruz-Chavez et al. 2016, Assi et al. 2018]. Em cenários reais, a complexidade tende a aumentar conforme crescem o número de disciplinas, a quantidade de docentes envolvidos e a diversidade de restrições institucionais.

Em muitos cursos, a construção da grade ainda depende de procedimentos manuais ou semiautomáticos conduzidos por coordenadores acadêmicos. Estudos aplicados ao contexto universitário destacam que atividades de programação de horários e exames podem ser exaustivas quando realizadas manualmente, demandando tempo de planejamento e verificação de conflitos [Scheeren et al. 2017, Scheeren et al. 2018]. Embora esse processo possa ser viável em contextos simples, ele se torna suscetível a inconsistências, retrabalho e dificuldade de verificação quando há muitas restrições simultâneas, como indisponibilidade docente, sobreposição de componentes curriculares, compartilhamento de turmas e necessidade de alocações fixas. Esse cenário também pode dificultar o trabalho de coordenadores menos experientes ou recém-inseridos na função, pois a geração manual de horários exige conhecimento prévio da matriz curricular, das restrições do curso e das práticas institucionais.

Nesse contexto, ferramentas computacionais podem atuar como instrumentos de apoio à gestão acadêmica, não substituindo a decisão humana, mas oferecendo mecanismos para modelar restrições, detectar conflitos e gerar propostas iniciais de grade. A teoria dos grafos oferece uma forma adequada de representar conflitos de simultaneidade, uma vez que disciplinas ou ocorrências podem ser modeladas como vértices e incompatibilidades como arestas. A partir dessa representação, algoritmos de coloração de grafos podem associar cores a blocos de horário, respeitando restrições de adjacência [Bondy and Murty 2008].

Este trabalho apresenta uma ferramenta computacional para apoio à geração automática de grades horárias acadêmicas baseada em modelagem por grafos e coloração gulosa. A proposta contempla restrições obrigatórias, como alocação de disciplinas em janelas específicas da grade semanal, restrição de dia fixo, não coincidência entre disciplinas e exigência de ocorrência no mesmo bloco de horário, além de permitir importação de arquivos padronizados e visualização da grade gerada. O foco do estudo está na aplicação prática da abordagem no contexto da gestão acadêmica universitária, com ênfase em apoiar coordenadores na organização, análise e revisão de cenários de alocação.

As principais contribuições deste artigo são: (i) uma modelagem aplicada do problema de alocação de horários acadêmicos por meio de grafos; (ii) a especificação de restrições acadêmicas obrigatórias compatíveis com necessidades institucionais reais; (iii) um protótipo funcional voltado ao uso por coordenadores e gestores acadêmicos; e (iv) uma avaliação exploratória com um coordenador de curso, conduzida em um cenário de graduação para coletar evidências preliminares sobre viabilidade técnica, utilidade percebida e qualidade da grade gerada.

O restante deste artigo está organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta os trabalhos relacionados; a Seção 3 descreve a abordagem proposta, incluindo a modelagem matemática, a heurística e a arquitetura do sistema; a Seção 4 apresenta a avaliação explo-

ratória, os resultados emergentes e os cuidados éticos; e a Seção 5 apresenta as conclusões e os trabalhos futuros.

2. Trabalhos Relacionados

O problema de geração automática de grades horárias acadêmicas tem sido amplamente estudado devido à sua natureza combinatória e à diversidade de restrições envolvidas. Abordagens baseadas em *Constraint Satisfaction Problem* (CSP) modelam o problema por meio de variáveis, domínios e restrições que devem ser satisfeitas simultaneamente. Cruz et al. [Cruz-Chavez et al. 2016] discutem uma abordagem baseada em CSP para cenários universitários, considerando aspectos como disponibilidade docente e conflitos entre disciplinas. Esse tipo de modelagem oferece flexibilidade, mas pode apresentar custo computacional elevado conforme o tamanho do problema aumenta. Nogueira [de Souza Nogueira 2018] apresenta uma modelagem matemática exata baseada em Programação Linear Inteira Binária (PLIB).

Outra linha de pesquisa utiliza heurísticas e meta-heurísticas, como algoritmos genéticos, busca tabu, *simulated annealing* e métodos híbridos. Assi, Halawi e Haraty [Assi et al. 2018] exploram algoritmos genéticos associados à coloração de grafos para tratar o problema de horários universitários, buscando reduzir conflitos e melhorar a distribuição das alocações. Tais técnicas tendem a obter soluções viáveis em tempo reduzido, ainda que nem sempre garantam otimalidade. Prado e Souza [Prado and de Souza 2014], por sua vez, apresentam um estudo de caso que aplica *simulated annealing* a um ambiente universitário com múltiplos prédios.

A teoria dos grafos é especialmente adequada para representar relações de incompatibilidade. Segundo Bondy e Murty [Bondy and Murty 2008], problemas de coloração permitem distribuir recursos respeitando restrições de adjacência. No contexto de horários acadêmicos, vértices podem representar disciplinas ou ocorrências, enquanto arestas indicam pares que não podem compartilhar o mesmo bloco de horário. Assim, a atribuição de cores corresponde à escolha de horários disponíveis.

No contexto nacional, Scheeren et al. [Scheeren et al. 2018] aplicam coloração de grafos e uma adaptação do algoritmo de Welsh-Powell ao problema de programação de exames universitários, obtendo um cronograma viável para um cenário real. Em trabalho correlato, Scheeren et al. [Scheeren et al. 2017] também exploram a programação de exames finais por coloração de grafos, evidenciando a adequação dessa modelagem para problemas educacionais com conflitos de alocação. Esses estudos reforçam a pertinência da modelagem por grafos em contextos universitários, mas concentram-se na construção de cronogramas de exames, enquanto este trabalho aborda a geração de grades horárias acadêmicas com interface de apoio à gestão.

Mais recentemente, Fernandes et al. [de Medeiros Fernandes et al. 2025] propuseram uma abordagem que combina Inteligência Artificial Generativa, Processamento de Linguagem Natural e análise de grafos para apoiar a elaboração de matrizes curriculares e disciplinas de cursos de graduação. Embora o foco desse trabalho esteja na organização curricular, e não diretamente na alocação de horários, ele evidencia a relevância atual de grafos e técnicas computacionais para apoiar decisões acadêmicas complexas no ensino superior. Shiba [Shiba 2023] também destaca a importância da usabilidade e das interfaces gráficas em sistemas automáticos de alocação.

Apesar dessas contribuições, muitos trabalhos concentram-se predominantemente na formulação algorítmica ou em etapas específicas do planejamento acadêmico, deixando em segundo plano aspectos de uso prático, adaptação a regras institucionais e apoio a coordenadores acadêmicos. Este trabalho diferencia-se por integrar uma modelagem simples e explicável, uma interface funcional, suporte a restrições comuns no planejamento universitário e uma avaliação exploratória com um coordenador acadêmico. Desse modo, a contribuição não se limita ao desenvolvimento de um sistema, mas busca articular modelagem computacional, aplicabilidade educacional e avaliação exploratória de uso.

3. Abordagem Proposta

Esta seção descreve a abordagem aplicada adotada no trabalho. A proposta organiza o problema em quatro componentes: entrada de dados acadêmicos, modelagem computacional das restrições, geração da grade por coloração gulosa de grafos e apresentação dos resultados ao usuário.

3.1. Entrada de Dados e Restrições Acadêmicas

O sistema considera como entrada um conjunto de disciplinas, a quantidade de ocorrências semanais de cada disciplina, os docentes associados, os blocos de horários disponíveis e as restrições acadêmicas definidas pelo usuário. As informações podem ser cadastradas manualmente ou importadas por meio de arquivos padronizados em formato CSV, com possibilidade de exportação da grade gerada para formatos externos, como CSV e XLSX.

As restrições consideradas refletem situações recorrentes no planejamento acadêmico. A restrição de **alocação fixa** determina que uma disciplina deve ocorrer em um bloco específico. A restrição de **dia fixo** limita uma disciplina a determinado dia da semana. A restrição de **não coincidência** impede que duas disciplinas sejam alocadas simultaneamente. A restrição de **mesmo bloco** define que duas ou mais disciplinas devem ocorrer no mesmo horário, quando houver necessidade pedagógica ou administrativa.

Neste trabalho, essas restrições são tratadas prioritariamente como restrições rígidas (*hard constraints*). Isso significa que uma grade é considerada válida apenas se todas as restrições obrigatórias forem respeitadas. Caso o conjunto de restrições torne o problema inviável, o sistema não deve produzir uma solução inconsistente como se fosse válida; em vez disso, deve indicar a necessidade de revisão das restrições pelo usuário. Essa decisão é importante para preservar a confiabilidade da ferramenta em contextos de gestão acadêmica.

3.2. Modelagem Matemática por Grafos

Seja $D = \{d_1, d_2, \dots, d_n\}$ o conjunto de disciplinas ou ocorrências de disciplinas a serem alocadas, e seja $T = \{t_1, t_2, \dots, t_m\}$ o conjunto de blocos de horário disponíveis. O problema é modelado por um grafo não direcionado $G = (V, E)$, em que cada vértice $v_i \in V$ representa uma disciplina ou ocorrência acadêmica, e cada aresta $(v_i, v_j) \in E$ representa uma relação de conflito entre dois vértices.

Uma aresta é adicionada ao grafo sempre que duas disciplinas não podem ocupar o mesmo bloco de horário. Isso pode ocorrer, por exemplo, quando compartilham o mesmo

docente, pertencem à mesma turma, possuem relação explícita de não coincidência ou violam alguma regra institucional. A função de coloração é definida como $c : V \rightarrow T$, atribuindo a cada vértice um bloco de horário. Para toda aresta $(v_i, v_j) \in E$, deve valer $c(v_i) \neq c(v_j)$. A Figura 1 ilustra essa relação entre conflitos acadêmicos e coloração de vértices.

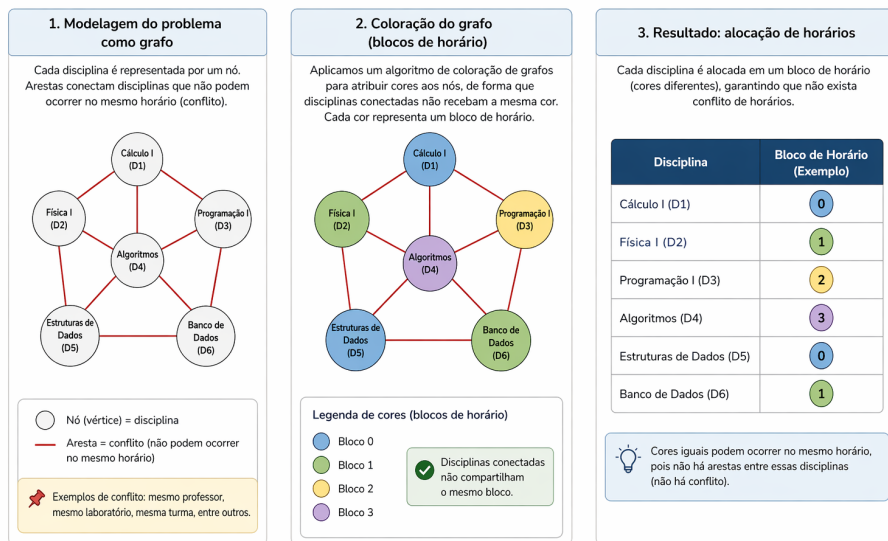


Figura 1. Representação conceitual da modelagem por grafos: disciplinas são vértices, conflitos são arestas e cores representam blocos de horário.

Além das arestas de conflito, o sistema mantém restrições de domínio associadas a cada vértice. Por exemplo, uma disciplina com dia fixo possui um subconjunto de blocos permitidos; uma disciplina com alocação fixa possui apenas um bloco admissível; e uma relação de mesmo bloco impõe igualdade entre as alocações dos vértices envolvidos. Essa separação entre conflitos e domínios permite representar o problema de forma mais clara e facilita a inspeção das causas de inviabilidade.

3.3. Heurística de Coloração Gulosa

A geração da grade utiliza uma heurística gulosa de coloração de grafos. Inicialmente, o sistema constrói o grafo de conflitos a partir das disciplinas e restrições informadas. Em seguida, os vértices são ordenados de acordo com critérios de prioridade: maior grau no grafo, maior quantidade de restrições associadas e menor número de blocos disponíveis. Essa ordenação busca alocar primeiro os elementos mais críticos, reduzindo a chance de conflitos posteriores.

Para cada vértice, o algoritmo percorre os blocos admissíveis e seleciona o primeiro bloco que não viola restrições obrigatórias. A validação considera conflitos com vértices adjacentes já coloridos, restrições de dia, alocações fixas e relações de simultaneidade. Quando mais de um bloco é possível, o sistema prioriza aquele que preserva maior disponibilidade para os vértices ainda não alocados. Caso nenhum bloco seja válido, o cenário é marcado como inviável e o usuário deve revisar as restrições informadas.

De forma resumida, a heurística executa os seguintes passos: (i) construir o grafo de conflitos; (ii) calcular as prioridades dos vértices; (iii) ordenar os vértices por critéri-

dade; (iv) atribuir blocos válidos respeitando as restrições rígidas; e (v) apresentar a grade gerada ou indicar a inviabilidade do cenário. Essa abordagem não garante uma solução ótima, mas é compatível com o estágio exploratório deste trabalho por ser simples, interpretável e suficientemente rápida para apoiar ciclos de planejamento e ajuste conduzidos por coordenadores.

3.4. Arquitetura e Interface

A ferramenta foi implementada em uma arquitetura cliente-servidor. O *frontend*, desenvolvido em React, é responsável pela interação com o usuário, incluindo o cadastro de disciplinas, a definição de restrições, a importação de arquivos e a visualização da grade. O *backend*, implementado com FastAPI, realiza a validação dos dados, a construção do grafo, a aplicação da heurística de coloração e o retorno dos resultados. A Figura 2 apresenta a organização geral da solução.

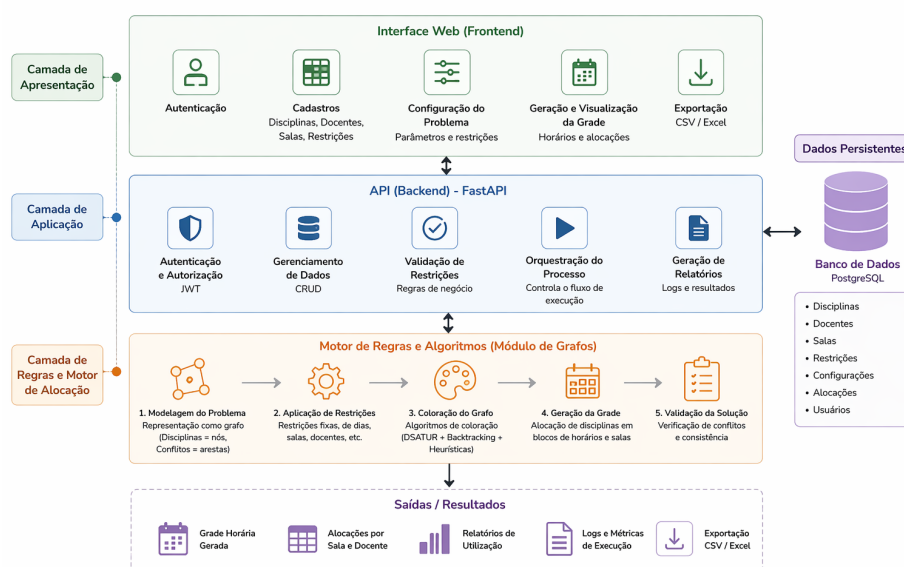


Figura 2. Arquitetura geral da solução, com separação entre interface de usuário, serviços de processamento e módulo de geração da grade horária.

A interface foi projetada para apoiar coordenadores e gestores acadêmicos, inclusive aqueles com menor experiência prévia na elaboração de horários.

Após o processamento, o sistema apresenta a grade resultante em formato visual, permitindo que o usuário inspecione as alocações, identifique possíveis ajustes e exporte os resultados. A Figura 3 apresenta um exemplo de grade gerada automaticamente. A visualização tem papel importante na validação humana da solução, pois permite que coordenadores avaliem se a grade computacionalmente válida também é adequada às práticas do curso.

Grade de Horários Gerada

← Voltar
Gerar Grade
Baixar CSV (matriz)

Nome do arquivo

Baixar CSV
Baixar XLSX

Sem import: escolha o nome que quiser.

Disciplinas Alocadas
42 / 42

Slots Utilizados
10 / 10

Desbalanceamento
1

Oferta Regular — 2026 / 1

Semestre	Periodo	seg	ter	qua	qui	sex
1	1	FHS1 / Betemps, Erico	Gestão_Proj / Mauricio	Ele_Fis / Demetrius	Ele_Mat / Eliangela	Ele_Mat / Eliangela
	2	FHS / Erico, Bruno	IEC / Fabio, Ana Paula	Quimica / Saulo	Quimica / Saulo	Ele_Fis / Demetrius
2	1	Cal_A / Hayato	Cal_A / Hayato	Alg_Tec_Pro / Sandra, Milton	PD1 / Fabio	PD1 / Fabio
	2	ALGA / Bhaiin	ALGA / Bhaiin	Alg_Tec_Pro / Sandra, Milton	PD1 / Erico	
3	1	Fund_Fisica_A / Carla	Alg_Est_Dados / Julio	Alg_Est_Dados / Julio	Cal_B / FabioMat	AOC / Leonardo
	2	PD2 / Julio, Leonardo	Fund_Fisica_A / Carla	Est_Basica / Denice	Cal_B / FabioMat	AOC / Leonardo

Figura 3. Exemplo de grade horária gerada automaticamente, organizada por blocos de horário e disciplinas alocadas.

4. Avaliação Exploratória e Resultados Emergentes

Por se tratar de uma pesquisa aplicada em estágio inicial, a avaliação foi conduzida com caráter exploratório, combinando a análise técnica da grade gerada com uma avaliação de uso realizada por um coordenador de curso. O propósito desta etapa não foi comprovar superioridade definitiva em relação a métodos manuais ou a outras abordagens de otimização, mas verificar a aplicabilidade da solução em um cenário real de planejamento acadêmico. Dessa forma, a avaliação buscou observar a viabilidade da abordagem, a utilidade percebida pelo usuário e a capacidade da ferramenta de transformar restrições acadêmicas em uma proposta inicial de grade horária.

Durante a avaliação, o coordenador acompanhou o fluxo de configuração das disciplinas, dos docentes e das restrições, a geração automática da grade e a visualização do resultado produzido pelo sistema. A análise considerou aspectos relacionados à clareza da interface, à aderência das alocações às restrições cadastradas, à facilidade de interpretação da grade gerada e ao potencial de apoio ao processo de tomada de decisão. Também foram observados elementos técnicos da solução, como a representação do problema por vértices e arestas, a aplicação das restrições obrigatórias e a inexistência de conflitos evidentes na grade resultante para o cenário analisado.

Para realizar a avaliação, foi desenvolvido um instrumento baseado no Modelo de Aceitação de Tecnologia (*Technology Acceptance Model* – TAM). O modelo, proposto por Davis [Davis 1989], permite investigar a aceitação de uma tecnologia a partir das dimensões de utilidade percebida e facilidade de uso percebida. O instrumento de avaliação está disponível no repositório de artefatos [Borges et al. 2026].

Os resultados emergentes sugerem que a grade produzida pela ferramenta é promissora como ponto de partida para o planejamento acadêmico. Um dos principais benefícios identificados está na explicitação de restrições que, em processos manuais, frequentemente permanecem dispersas em planilhas, mensagens ou no conhecimento tácito do coordenador. Ao centralizar essas informações e incorporá-las ao modelo computacional, a ferramenta pode favorecer a organização do processo, facilitar a verificação de inconsistências e permitir que o coordenador analise a grade de forma mais estruturada.

Outro resultado relevante refere-se ao papel da ferramenta como apoio à decisão.

A solução gerada não substitui a avaliação humana, pois uma grade computacionalmente válida ainda precisa ser analisada considerando critérios pedagógicos, administrativos e institucionais. No entanto, ao oferecer uma proposta inicial sem conflitos aparentes quanto às restrições obrigatórias, o sistema pode reduzir o esforço inicial de montagem da grade e permitir que o coordenador concentre sua análise em ajustes qualitativos, revisão de preferências e comparação de cenários alternativos de alocação.

Apesar das evidências obtidas, a avaliação envolveu apenas um cenário e um coordenador de curso, o que limita a generalização dos achados. Assim, os resultados devem ser interpretados como evidências preliminares de aplicabilidade, e não como uma validação conclusiva. Avaliações futuras deverão incluir uma amostra maior de coordenadores, diferentes cursos, conjuntos mais variados de restrições e comparações com processos manuais, de modo a analisar com maior robustez a usabilidade, o impacto no tempo de planejamento e a qualidade das grades geradas.

4.1. Cuidados Éticos

Por envolver as percepções de um coordenador de curso, a pesquisa observou os cuidados éticos aplicáveis a estudos com seres humanos, em conformidade com as Resoluções CNS nº 466/2012 e nº 510/2016. A participação na avaliação foi voluntária, mediante esclarecimento dos objetivos do estudo, e os dados foram apresentados sem identificação individual do participante.

5. Conclusão e Trabalhos Futuros

Este artigo apresentou uma ferramenta computacional de apoio à gestão acadêmica para geração automática de grades horárias utilizando modelagem por grafos e coloração gulosa. A proposta busca atender a uma necessidade prática de coordenadores universitários, especialmente em contextos nos quais a elaboração manual de horários pode gerar retrabalho, inconsistências e dificuldade de verificação. Ao integrar restrições acadêmicas obrigatórias, interface de configuração e visualização da grade resultante, o trabalho se posiciona como uma pesquisa aplicada voltada à Informática na Educação, à gestão acadêmica e à melhoria das condições de organização do ensino.

A principal contribuição do estudo está na articulação entre um modelo computacional simples e interpretável, um protótipo funcional e uma avaliação exploratória com um coordenador de curso. Os resultados emergentes fornecem evidências preliminares de aplicabilidade, mas ainda não permitem generalizações. Como limitação, a heurística gulosa não garante soluções ótimas e pode falhar em cenários com alta densidade de restrições conflitantes. Além disso, a avaliação empírica precisa ser ampliada com uma amostra maior de coordenadores para produzir evidências mais robustas sobre usabilidade, impacto no tempo de planejamento e qualidade das grades geradas.

Como trabalhos futuros, pretende-se ampliar a avaliação com coordenadores e docentes, comparar o processo automatizado com a elaboração manual de grades, incorporar restrições flexíveis por meio de funções de penalidade, investigar mecanismos de retrocesso ou meta-heurísticas para cenários mais complexos e ampliar a disponibilização de artefatos e cenários de teste para favorecer a reprodutibilidade. Também se pretende aprimorar a explicabilidade das decisões do algoritmo, indicando ao usuário por que determinada disciplina foi alocada em um bloco específico ou por que um conjunto de restrições tornou o cenário inviável.

Declaração sobre uso de Inteligência Artificial

Ferramentas de Inteligência Artificial Generativa da OpenAI (ChatGPT) foram utilizadas na revisão linguística dos textos em português e inglês, na reformulação do resumo, da introdução, da avaliação e da conclusão e na verificação do código LaTeX e das referências. Não foram utilizadas para gerar dados, executar a heurística ou produzir resultados empíricos. Todas as sugestões foram revisadas e editadas pelos autores, que assumem integral responsabilidade pelo conteúdo apresentado.

Referências

- Assi, M., Halawi, B., and Haraty, R. A. (2018). Genetic algorithm analysis using the graph coloring method for solving the university timetable problem. *Procedia Computer Science*, 126:899–906.
- Bondy, J. A. and Murty, U. S. R. (2008). *Graph Theory*. Springer.
- Borges, L. A., Pereira, E. D., and Domingues Júnior, J. S. (2026). Uma Ferramenta de Apoio à Gestão Acadêmica para Alocação de Horários Utilizando Coloração de Grafos. Zenodo. Disponível em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.20498852>.
- Cruz-Chavez, M. A., Flores-Pichardo, M., Martinez-Oropeza, A., Moreno-Bernal, P., and Cruz-Rosales, M. H. (2016). Solving a real constraint satisfaction model for the university course timetabling problem: A case study. *Mathematical Problems in Engineering*, 2016:1–14.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3):319–340.
- de Medeiros Fernandes, N., da Conceição Moraes Batista, M., Gouveia, R. M. M., Mello, R. F., and Alves, G. (2025). Suporte à elaboração de matriz curricular e disciplinas com inteligência artificial generativa e grafos para cursos de graduação. In *Anais do XXXVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 495–508.
- de Souza Nogueira, L. (2018). Um modelo de programação inteira para a alocação de horários do Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas da Universidade Federal de Ouro Preto. Monografia (trabalho de conclusão de curso), Universidade Federal de Ouro Preto, João Monlevade, MG.
- Prado, A. S. and de Souza, S. R. (2014). Problema de alocação de salas em cursos universitários: um estudo de caso. In *Anais do XLVI Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional (SBPO)*, pages 1–12, Salvador, BA.
- Scheeren, V., Pereira, E. D., and Vaz, F. A. (2018). Programação de horários de exames através da coloração de grafos. *Revista CCEI*, 23(38):30–44.
- Scheeren, V., Pereira, E. D., Vaz, F. A., and da Fontoura, T. P. (2017). O recurso de coloração de grafos para a programação de horários de exames de cursos universitários. In *Anais do 3º Encontro de Ciência e Tecnologia do IFSul Câmpus Bagé (ENCIF)*, Bagé, RS.
- Shiba, Y. A. (2023). Sistema Web Para Programação de Horários e Alocação de Salas em Universidades. Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP, São José dos Campos, SP.