

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ - UNIFEI



Sistema de Alocação de Horários

Gabriel de Souza Ribeiro: 2022002650,

João Vitor Batista da Silva: 2022002471,

Leandro Balta Braga: 2022004260,

Pedro da Silva Furlaneto: 2022008537

UNIFEI, Itajubá

2024

Resumo

O sistema desenvolvido visa automatizar o processo de alocação de horários em instituições de ensino, abordando problemas conhecidos como School Timetabling Problem (STP) e University Timetabling Problem (UTP). Tradicionalmente, essa tarefa é realizada manualmente, o que a torna suscetível a erros e altamente custosa. O sistema propõe uma solução eficiente através de uma interface visual intuitiva, permitindo que os responsáveis possam inserir as informações necessárias, como professores, disciplinas e cursos. Com base nesses dados, o sistema gera automaticamente uma tabela de horários otimizada, facilitando o planejamento e reduzindo significativamente o esforço e a possibilidade de erros humanos.

1. Introdução

O Problema de Agendamento Acadêmico (Academic Scheduling Problem - ASP) é um desafio comum em instituições de ensino, exigindo que coordenadores organizem grades horárias que atendam cursos, professores e alunos, garantindo que não haja conflitos ou sobreposição de horários. A complexidade aumenta com recursos limitados, como salas e laboratórios disponíveis. Dentro desse contexto, o Problema de Programação de Horários em Escolas (STP) e em Universidades (UTP) são subcategorias do ASP, focadas na alocação de disciplinas em horários, evitando conflitos entre elas. Estudos indicam que a montagem de horários escolares (STP) enfrenta grandes desafios devido à necessidade de adaptar soluções às restrições específicas de cada instituição, aumentando a complexidade das abordagens necessárias. Diferentes fatores como alunos com disciplinas atrasadas, limites de aulas diárias para cada professor e sobreposições de horários dificultam ainda mais a gestão da grade horária.

1.1. Modelagem

Para resolver o Problema de Programação de Horários, o sistema utiliza algoritmos de coloração de grafos. Nesta abordagem, cada disciplina é representada como um vértice em um grafo, enquanto as arestas entre vértices indicam conflitos de horário que devem ser evitados. A coloração do grafo consiste em atribuir horários (cores) aos vértices de maneira que disciplinas conflitantes (conectadas por uma aresta) não recebam o mesmo horário. Essa modelagem permite uma alocação eficiente e precisa, evitando sobrecargas de professores e conflitos de horários. Além disso, o sistema é capaz de lidar com múltiplas restrições específicas de cada instituição, garantindo uma solução personalizada e adaptada às necessidades dos alunos e docentes.

1.2. Restrições

O Problema de Programação de Horários (STP - Scheduling Timetabling Problem) exige a consideração de diversas restrições para gerar cronogramas eficientes e práticos. Comum em contextos educacionais, envolve a alocação otimizada de disciplinas e professores, evitando conflitos e atendendo a diferentes necessidades.

Restrições Hard e Soft

As restrições consideradas no STP podem ser classificadas em duas categorias principais: hard (difíceis) e soft (flexíveis).

Restrições Hard (Difíceis): São condições obrigatórias que devem ser cumpridas para um cronograma válido. Exemplos incluem evitar que um professor ministre duas aulas simultaneamente e garantir que disciplinas obrigatórias não sejam ofertadas no mesmo horário.

Restrições Soft (Flexíveis): Representam preferências que, se não atendidas, não invalidam o cronograma, mas podem reduzir sua eficiência. Exemplos incluem atender às preferências de horários dos professores ou evitar aulas em certos dias, buscando minimizar penalidades e melhorar a satisfação geral.

Nesta pesquisa, serão consideradas apenas as seguintes restrições hard:

- **Restrição de horário de professores:** Um professor não pode ser atribuído a duas disciplinas no mesmo horário, pois isso inviabiliza sua presença em ambas as turmas.
- **Restrição de curso e semestre:** Disciplinas do mesmo semestre e curso não podem ser programadas no mesmo horário para evitar sobreposição e garantir que os alunos possam frequentá-las.
- **Restrição de limite de aulas diárias de disciplina:** Cada disciplina terá um limite diário de aulas: 2 para carga horária de 4 horas e 3 para carga horária de 5 horas, garantindo a distribuição equilibrada ao longo da semana.
- **Restrição de limite de aulas diárias de um professor:** Um professor poderá lecionar, no máximo, 6 aulas por dia, garantindo a distribuição adequada da carga horária e preservando a qualidade do ensino e a saúde do docente.
- **Prioridade na alocação de disciplinas noturnas:** Disciplinas de cursos noturnos, como Sistemas de Informação, terão exclusividade na alocação de horários durante o período noturno, garantindo que sejam sempre agendadas nesse intervalo conforme a necessidade desses cursos.

Neste trabalho, não serão consideradas restrições relacionadas à alocação de salas de aula. A omissão destas restrições se baseia na simplificação do problema e no foco específico em otimizar a alocação de disciplinas e professores.

2. Descrição do sistema

O cliente, composto por Instituições Educacionais e, especificamente, pelos docentes responsáveis pela alocação das grades horárias das disciplinas, enfrenta um desafio significativo. Atualmente, a alocação de disciplinas é realizada de forma manual, o que não apenas demanda um alto investimento de tempo, mas também torna o processo propenso a erros. Essa situação gera ineficiências operacionais e pode afetar a qualidade do ensino. Diante disso, o cliente necessita de um sistema que automatize a alocação de disciplinas, tornando o processo mais rápido e preciso. A expectativa é que o sistema seja capaz de gerar a grade horária da instituição de maneira eficaz, utilizando as informações disponibilizadas, a fim de reduzir custos e minimizar erros na alocação das disciplinas.

2.1. Objetivo do Sistema

O objetivo do projeto é desenvolver um sistema automatizado de alocação de disciplinas para instituições educacionais, visando otimizar o processo de criação da grade horária. O sistema deve eliminar a necessidade de alocação manual, reduzindo o tempo e o esforço envolvidos nesse processo, enquanto minimiza erros e garante precisão na alocação de disciplinas, evitando conflitos de horário e sobrecarga de professores. Além disso, busca aumentar a eficiência ao gerar grades-horárias de forma rápida e eficaz, permitindo que as instituições respondam de maneira ágil às necessidades dos alunos e docentes. Por fim, o sistema deve integrar e utilizar os dados fornecidos pelas instituições para personalizar a grade horária, respeitando as especificidades de cada disciplina e professor. Com isso, o projeto pretende melhorar a qualidade da gestão educacional, proporcionando uma experiência mais fluida e eficiente para docentes e alunos.

2.2. Descrição do público-alvo

O público-alvo do sistema é composto por docentes de instituições educacionais. Esses profissionais buscam uma ferramenta que facilite a alocação de disciplinas e a criação de grades horárias, tornando o processo mais ágil e preciso. O sistema deve ser intuitivo e acessível, permitindo que os docentes utilizem suas funcionalidades de maneira eficaz, promovendo uma gestão educacional mais eficiente.

2.3. Sistema esperado

O sistema esperado para entrega durante a disciplina permitirá que o usuário cadastre professores, disciplinas e cursos, com a implementação de um CRUD (Create, Read, Update, Delete) para cada um desses elementos. Com base nas informações inseridas, o código gerará automaticamente uma grade horária eficiente em um curto período de tempo. A solução deve ser ágil e precisa, garantindo que as alocações atendam às necessidades da instituição e proporcionando uma experiência prática e intuitiva para os usuários.

2.4. Abrangência e sistemas relacionados

O sistema foi projetado inicialmente para funcionar em uma única instituição educacional, atendendo a escolas, faculdades ou universidades individuais. No entanto, ele pode ser expandido para suportar múltiplas unidades ou escolas dentro de uma rede educacional, visto que o importante é que os requisitos para o cadastro de professores e disciplinas sejam atendidos corretamente. O sistema inicialmente não estará integrado com nenhum outro sistema, entretanto, é possível integrá-lo aos sistemas acadêmicos, de modo que as informações de professores e disciplinas possam ser preenchidas automaticamente.

3. Script de Alocação de Horários

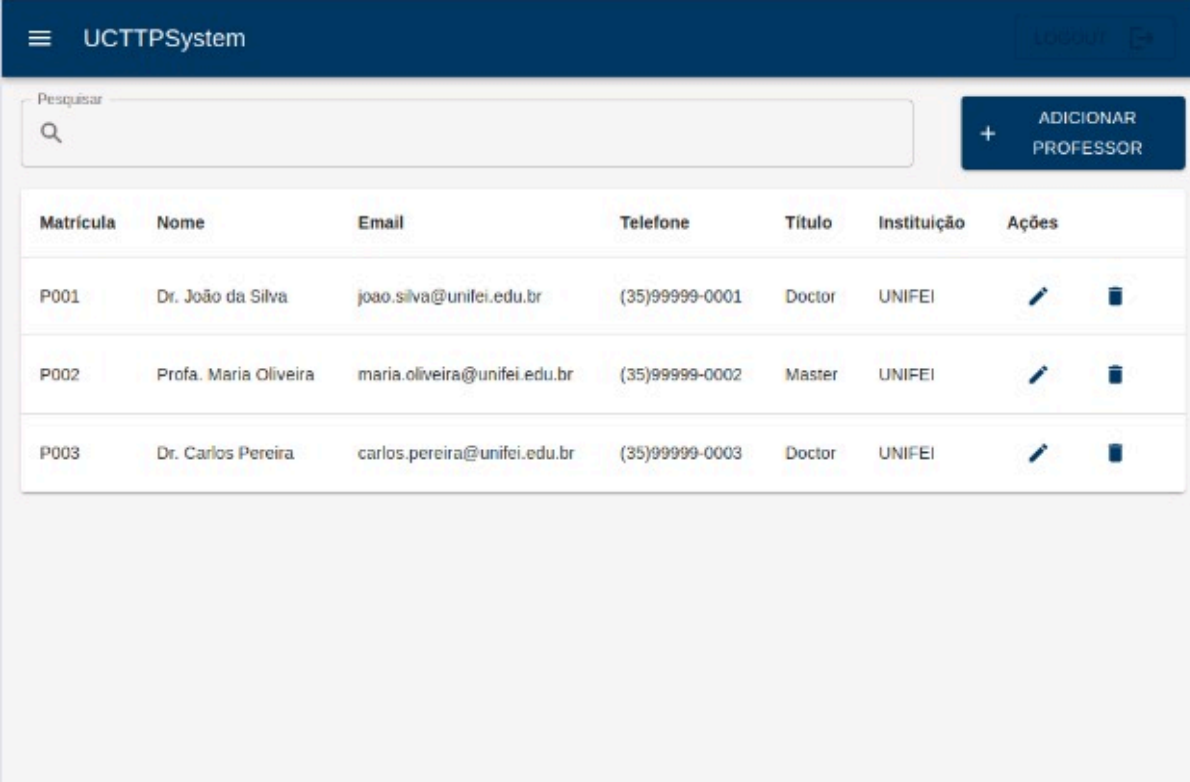
O algoritmo utiliza a técnica de coloração de grafos combinada com uma função de pontuação para otimizar a alocação de horários das disciplinas. O processo começa com a construção de um grafo, onde cada vértice representa uma disciplina e as arestas indicam conflitos entre disciplinas, como, por exemplo, quando são ministradas pelo mesmo professor ou pertencem ao mesmo curso. Cada vértice recebe um "peso", que reflete a prioridade da disciplina com base em critérios como carga horária, importância e demanda. Disciplinas com maior peso são alocadas primeiro, garantindo que as mais críticas sejam priorizadas.

Em seguida, o algoritmo utiliza uma função de pontuação (score) para avaliar a melhor posição para cada disciplina, levando em consideração fatores como conflitos de horários, carga horária diária do professor e a distribuição das aulas ao longo da semana. Penalidades são aplicadas quando há conflitos, como a sobrecarga de um professor com muitas aulas no mesmo dia, ou quando a carga horária de uma disciplina excede o limite diário. Benefícios são atribuídos quando há continuidade nas aulas e quando as disciplinas são distribuídas de forma equilibrada entre os dias da semana, evitando lacunas e otimizando o aproveitamento dos horários. Após a avaliação do score, o algoritmo atribui os horários, usando a coloração dos vértices para garantir que disciplinas conflitantes não sejam alocadas no mesmo horário. Esse processo, baseado em grafos de coloração e avaliação de pontuação, resulta em um cronograma otimizado, balanceado e eficiente.

4. Sistema de Interface Visual

O sistema será responsável por fornecer uma interface gráfica intuitiva para que os administradores possam interagir com o sistema de alocação de horários. Por meio dessa interface, os usuários poderão criar, visualizar, editar e excluir dados essenciais para o funcionamento do sistema, como disciplinas, professores, turmas e salas. A interface permitirá a gestão eficiente dessas informações, que são utilizadas para gerar a alocação dos horários de maneira automatizada. Com

funcionalidades de CRUD (Criar, Ler, Atualizar e Deletar), o sistema proporcionará um controle centralizado e fácil acesso às informações necessárias, garantindo que o algoritmo de alocação de horários tenha os dados corretos e bem organizados para processar a distribuição dos horários de forma otimizada. A Figura 1 demonstra a interface desenvolvida.



The screenshot displays the UCTTPSystem web interface. At the top, there is a dark blue header with a hamburger menu icon, the text 'UCTTPSystem', and a 'Logout' button with an arrow icon. Below the header, there is a search bar labeled 'Pesquisar' with a magnifying glass icon and a blue button labeled '+ ADICIONAR PROFESSOR'. The main content area features a table with the following columns: Matrícula, Nome, Email, Telefone, Título, Instituição, and Ações. The table contains three rows of professor data. Each row in the 'Ações' column has two icons: a pencil for editing and a trash can for deleting.







Matrícula	Nome	Email	Telefone	Título	Instituição	Ações
P001	Dr. João da Silva	joao.silva@unifei.edu.br	(35)99999-0001	Doctor	UNIFEI	 
P002	Profa. Maria Oliveira	maria.oliveira@unifei.edu.br	(35)99999-0002	Master	UNIFEI	 
P003	Dr. Carlos Pereira	carlos.pereira@unifei.edu.br	(35)99999-0003	Doctor	UNIFEI	 

Figura 1. Interface Visual do Sistema

5. Requisitos Funcionais

Os requisitos funcionais do sistema incluem a gestão eficiente da alocação de disciplinas em horários, com foco na prevenção de conflitos. O sistema permitirá a criação, leitura, atualização e exclusão (CRUD) de horários, disciplinas e professores. A alocação das disciplinas será automatizada, considerando restrições de disponibilidade de professores e de horas letivas, garantindo uma distribuição equilibrada das disciplinas ao longo da semana.

O sistema é projetado para facilitar a criação e o gerenciamento de horários escolares, utilizando os dados das entidades cadastradas para garantir a alocação eficiente das disciplinas. Cada disciplina criada, por exemplo, deve ser associada a um professor específico e vinculada a um curso existente. Da mesma forma, turmas são relacionadas a disciplinas e devem ser alocadas em salas e horários disponíveis, levando em consideração a compatibilidade de recursos. O

gerenciamento das instituições, departamentos, professores e salas proporciona a base necessária para a organização acadêmica e a distribuição dos horários.

A principal funcionalidade do sistema está na alocação inteligente dos horários, onde a alocação de disciplinas, professores, turmas e salas é otimizada para evitar conflitos. O sistema assegura que as necessidades de cada instituição, departamento e curso sejam atendidas, priorizando uma distribuição eficiente e sem sobrecarga de recursos.

6. Banco de Dados

O banco de dados utilizado no projeto é o MySQL, hospedado na nuvem para garantir maior disponibilidade e facilidade de acesso. A estrutura do banco de dados foi planejada para suportar as operações de CRUD (Create, Read, Update, Delete) necessárias para o gerenciamento do sistema. Foram criadas tabelas específicas para cada entidade principal do projeto, como Professores, Disciplinas e Cursos. Cada uma dessas tabelas foi desenhada para armazenar informações relevantes e facilitar a manipulação de dados de forma eficiente. Além disso, as tabelas foram relacionadas entre si para manter a integridade dos dados e refletir as conexões naturais entre as entidades. Por exemplo, a tabela de Professores está relacionada com a tabela de Disciplinas, indicando quais disciplinas são ministradas por quais professores. Essa abordagem garante a consistência dos dados e facilita a realização de consultas complexas e relatórios detalhados.

7. Testes Automatizados

Para garantir a qualidade e a confiabilidade do sistema, foram implementados testes automatizados utilizando o Cypress. Esses testes têm como objetivo verificar a funcionalidade das interfaces e processos críticos do sistema, como a criação e gerenciamento de entidades, além de garantir que o fluxo de alocação de horários ocorra de maneira eficiente. Os testes incluem a simulação de interações de usuários nas páginas de CRUD, verificando a criação, leitura, atualização e exclusão de dados. A execução desses testes automatizados ajuda a detectar falhas no sistema de forma precoce, reduzindo o risco de erros em produção e aumentando a confiança na implementação de novas funcionalidades. Além disso, os testes permitem que o sistema seja constantemente validado durante o ciclo de desenvolvimento, assegurando que as alterações não afetem funcionalidades já existentes e que o sistema continue atendendo aos requisitos de forma eficiente e sem conflitos.

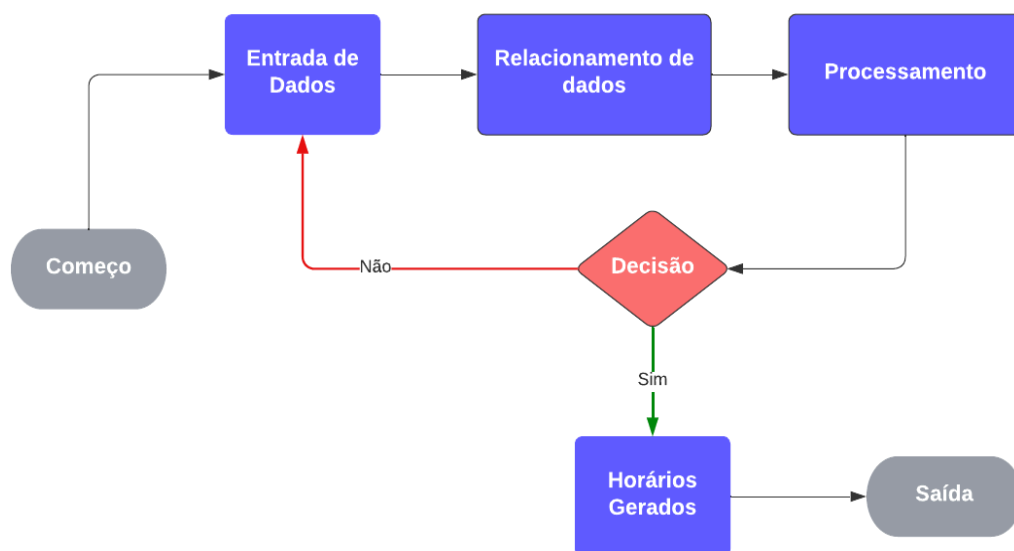
8. Funcionamento no sistema:

O sistema é projetado para gerenciar informações sobre professores, disciplinas e cursos, oferecendo funcionalidades essenciais para a administração acadêmica. Ele permitirá a criação, edição e exclusão de registros de professores, associados a disciplinas específicas, facilitando o gerenciamento do corpo docente. Além disso, os usuários poderão adicionar, editar e excluir disciplinas, garantindo que as informações estejam sempre atualizadas. Cada disciplina será vinculada aos cursos e professores correspondentes, criando uma estrutura organizacional clara.

O gerenciamento de cursos também estará disponível, permitindo a adição, edição e remoção de cursos conforme necessário, com cada curso relacionado a disciplinas e professores, formando uma rede de informações interconectadas. Após a inserção das disciplinas, o sistema utilizará um algoritmo de grafos para otimizar a alocação de disciplinas nos horários, sendo responsável por encontrar soluções eficientes para o School Timetabling Problem, garantindo que não haja conflitos de horário e que todas as disciplinas sejam corretamente alocadas.

O sistema contará com uma interface amigável que permitirá aos usuários navegar facilmente entre as funcionalidades, facilitando a interação e a eficiência nas operações diárias.

7.1. Diagrama de blocos do sistema planejado



\

9. Tecnologias usadas para desenvolver o sistema

O protótipo do sistema foi desenvolvido com uma stack moderna, utilizando TypeScript no frontend, com ferramentas como Vite, React, e Shadcn, garantindo uma experiência de usuário eficiente e dinâmica. No backend, foi adotado o NodeJS, com o MySQL como banco de dados, hospedado na Digital Ocean. A infraestrutura

da Digital Ocean também fornecerá o pipeline de CI/CD, facilitando a automação e o gerenciamento do ciclo de vida do software. Para a parte de autenticação e autorização, foi desenvolvido um sistema interno, oferecendo maior controle sobre a segurança e as funcionalidades do sistema. Além disso, a testagem automatizada será realizada utilizando Cypress para o frontend, assegurando que as regras de negócio sejam rigorosamente validadas. O cronograma foi elaborado utilizando o Project Libre, ferramenta que permitiu um planejamento detalhado, com a alocação de recursos, definição de marcos e controle dos prazos de cada etapa do desenvolvimento.

10. Resultados

O algoritmo desenvolvido para a alocação de horários das disciplinas produziu resultados positivos, com uma distribuição equilibrada e eficiente dos horários ao longo da semana. A alocação procurou garantir que todos os horários disponíveis fossem utilizados de forma otimizada, evitando lacunas e períodos ociosos. A grade resultante apresenta um planejamento acadêmico bem organizado, no qual as disciplinas são distribuídas de maneira consistente e sem grandes intervalos entre as aulas.

Embora o algoritmo tenha conseguido preencher adequadamente os horários ao longo dos dias da semana, algumas limitações ainda são observadas, especialmente no que diz respeito à alocação de disciplinas com carga horária de 4 horas. Essas disciplinas, embora alocadas de forma consecutiva em alguns casos, acabaram sendo divididas entre diferentes dias, com horários dispersos, o que impacta a continuidade das atividades. Embora essa distribuição seja viável, ela pode ser melhorada para garantir um fluxo de aprendizado mais contínuo e eficiente.

1	Hour Slot	Disciplines
2	7:00	Matemática Discreta; Sistemas Distribu- dos; Fundamentos de Programa-ção (EMA / EEN)
3	7:55	Matemática Discreta; Sistemas Distribu- dos; Fundamentos de Programa-ção (EMA / EEN)
4	8:50	Banco de Dados I
5	10:00	Banco de Dados I
6	10:55	Análise de Investimento em Inform- tica
7	13:00	Análise de Investimento em Inform- tica
8	13:55	Análise de Investimento em Inform- tica
9	14:50	Arquitetura de Computadores I
10	16:00	Arquitetura de Computadores I
11	16:55	Projeto Integrado
12	19:00	Redes de Computadores; Intelig- ncia de Neg- cios
13	19:50	Redes de Computadores; Intelig- ncia de Neg- cios
14	21:00	Banco de Dados II; Auditoria e Seguran-ça de Sistemas de Inform
15	21:50	Banco de Dados II; Fundamentos de Programa-ção; Auditoria e Seguran-ça de Sistemas de Inform
16	22:40	Fundamentos de Programa-ção; Organiza-ção e M- todos; Organiza-ção e M- todos; Organiza-ção e M- todos

Figura 2. Representação da alocação de horários (Quarta-Feira)

Como apresentado na Figura 2, o resultado do algoritmo evidencia uma distribuição eficiente, com todos os slots de horário preenchidos sem lacunas. Isso demonstra que o algoritmo conseguiu otimizar o uso dos horários disponíveis, proporcionando uma grade cheia e sem períodos ociosos durante o dia. Cada disciplina foi alocada adequadamente dentro do tempo disponível, refletindo um bom aproveitamento dos recursos como salas e horários. Esse resultado é um indicativo claro da capacidade do algoritmo em distribuir as atividades de forma equilibrada, atendendo à demanda de todas as disciplinas para aquele dia da semana.

De forma geral, o algoritmo de pontuação se mostrou eficaz para otimizar a alocação dos horários, mantendo um equilíbrio entre os recursos e as necessidades das disciplinas. No entanto, há espaço para ajustes, principalmente em relação à alocação de disciplinas com maior carga horária. O próximo passo envolve refinar o algoritmo para alcançar uma distribuição ainda mais eficiente, minimizando fragmentações e otimizando a continuidade das aulas.

11. Repositório GitHub

Link repositório Github: <https://github.com/leandrobalta/UCTTPSystem>