



Resumo Expandido

Título da Pesquisa: Uma solução web para o problema de alocação de horários acadêmicos		
Palavras-chave: Grade de Horários. Inteligência Artificial. Java.		
Campus: São João Evangelista	Tipo de Bolsa: PIBIT	Financiador: IFMG-SJE
Bolsista (as): João Paulo Medina Passos e Douglas Souto de Souza		
Professor Orientador: Wesley Gomes de Almeida		
Área de Conhecimento: Inteligência Artificial		

Resumo:

O presente trabalho teve como foco o desenvolvimento de um software na plataforma Web, como solução para o problema de alocação de horários acadêmicos, delimitado pelo estudo de caso no curso de Bacharelado em Sistemas de Informação do Instituto Federal de Minas Gerais – campus de São João Evangelista. A alocação de horários acadêmicos é um problema clássico de combinação, classificado como NP-difícil. O problema de alocação de horários se resume em distribuir aulas das disciplinas das turmas de cada curso em um horário disponível durante os dias letivos da semana sem confrontar os horários de professores, turmas e salas de aulas. Delimitou-se o curso de Sistemas de Informação do Instituto Federal de Minas Gerais como instância do problema de *timetabling* estudado. Ao final deste trabalho, desenvolveu-se um *software* utilizando a linguagem de programação *Java* e seus principais frameworks de desenvolvimento, onde o mesmo foi capaz de gerar uma grade de horários básica, respeitando as restrições mais importantes exigidas no curso de Sistemas de Informação. O software utiliza um algoritmo baseado em heurística computacional própria, para fazer as alocações dos horários em uma grade. Considera-se este trabalho como um marco inicial para resolução para o problema de Alocação de Horários do IFMG-SJE. Onde se espera inspirar novos pesquisadores a explorar este vasto campo de pesquisa.

INTRODUÇÃO:

Muitas instituições de ensino dedicam horas (ou dias) de trabalho na criação da Grade de Horários Escolar (GHE). Segundo Bardadym (1996), a construção manual dessa GHE normalmente é uma tarefa penosa e complexa que requer vários dias de trabalho, e a mesma consome uma razoável quantidade de recursos humanos das instituições de ensino. Ao final da elaboração da GHE, é possível perceber que nem sempre os resultados obtidos agradam os alunos e professores. Como por exemplo, quando as aulas de uma determinada disciplina são alocadas em horários fragmentados, causa assim uma segmentação na aprendizagem. Mesmo, atualmente, existindo vários softwares no mercado que geram a grade de horários de forma automática, seu uso é pouco frequente já que esses softwares propõem soluções genéricas que pouco atendem às necessidades específicas exigidas na construção das GHE das instituições.

Como relevância do presente trabalho, baseado em vários trabalhos de diversos autores, inclusive Constantino (2009) e BRAZ JÚNIO (2000), o problema de Alocação de Horários Acadêmico abordado neste trabalho, pode ser considerado um problema clássico que está contido dentro de um conjunto mais abrangente dos Problemas de Programação de Horários (*timetabling problem*), sendo este problema classificado como NP-Difícil (EVEN, ITAI e SHAMIR 1976).

Segundo Constantino (2009, 311.) “esta área tem sido tema de uma série de conferências científicas internacionais, tais como o *Practice and Theory of Automated Timetabling* (PATAT)”. Trabalho este que, através de um estudo do problema de alocação de horários escolares, juntamente com as técnicas de Inteligência Artificial, desenvolve um software Web, utilizando heurística computacional própria, que gere uma Grade de Horários Acadêmicos (GHA) baseado nas necessidades específicas do Curso Sistemas de Informação (SI) do IFMG-SJE (Instituto Federal de Minas Gerais – Campos São João Evangelista).

Cita-se também, como relevância, a criação de um sistema baseado no estudo de caso do curso SI do IFMG-SJE que servirá como marco inicial para a criação de um modelo que englobe as necessidades, não apenas do curso SI, mas do campus como um todo. Podendo, assim, resolver este problema específico do campus com eficácia.

Delimitou-se que o trabalho fosse focado apenas ao curso de Sistemas de Informação, pelo grau de complexidade que se encontra o modelo no campus IFMG-SJE.

O trabalho teve como objetivo geral, desenvolver uma solução Web para o problema de Alocação de Horários Acadêmicos baseado no Estudo de Caso do IFMG-SJE delimitado pelo curso de Sistemas de Informação e pelo Prédio Escolar II Centro de Tecnologia da Informação. Como objetivos específicos, destacaram-se: a) desenvolver um sistema capaz de gerar uma grade de horários básica de maneira automática e rápida; b) criar um software Web conciso e ao mesmo tempo genérico, implementado no padrão MVC, que possua uma boa adaptabilidade, onde adequações futuras possam ser acrescentadas outras variáveis ao modelo inicial com facilidade, sendo assim expansível para os demais prédios e curso do IFMG-SJE.

Como resultado, chegou-se ao software AHA (Alocação de Horários Acadêmicos), onde se obteve êxito em todos os objetivos conforme citado nas considerações finais deste trabalho.

METODOLOGIA:

Como metodologia, a implementação do software realizou-se na plataforma Java Web, onde será utilizado IDE NetBeans 7.3 e os frameworks JSF para interface e o Hibernate para manipulação da base de dados que utilizou-se do SGBD MySQL. É interessante ressaltar que todas as ferramentas e frameworks são de licença gratuita e de uma eficácia aprovada pela comunidade Web.

Delimitou-se que o trabalho fosse focado apenas ao curso de Sistemas de Informação, pelo grau de complexidade que se encontra o modelo no campus IFMG-SJE e, principalmente, pelo curto espaço de tempo estipulado para a conclusão deste trabalho.

O grau de complexidade encontrado no estudo de caso baseado no IFMG-SJE é justificado abaixo:

- a) Primeiramente, o campus IFMG-SJE possui vários prédios em diferentes locais com diferentes cursos, não especificamente cada curso em apenas um prédio, nesse sentido teria que está tratando vários prédios, onde dificultaria a criação de um modelo inicial.
- b) Também no IFMG-SJE são ofertados cursos na modalidade de ensino superior, ensino pós-médio e ensino técnico integrado, que é o ensino médio juntamente com o técnico. Com essas características, pode-se deduzir que a modelagem do problema de horários do IFMG-SJE é uma combinação de duas categorias de *timetabling*, *School Timetabling* e *Course Timetabling*, o que torna a definição de um modelo com uma complexidade ainda maior.

Após o levantamento dos requisitos e análise das necessidades específicas, delimitou-se o escopo do problema com a finalidade de enquadrar-se ao curto prazo de entrega do presente trabalho. Assim a versão inicial do software atenderá a um modelo baseado no curso de Bacharelado de Sistemas de Informação com apenas um único turno.

No modelo seguido, tem-se uma estrutura única que não se preocupa com o deslocamento dos alunos e professores entre prédios distintos. É possível cadastrar quantas salas quiser, mas não serão considerados como objetos distintos as salas de aulas e os laboratórios. As aulas serão ministradas em apenas um turno com o número de seis horários diários. As aulas serão ministradas em cinco dias da semana, ou seja, de segunda a sexta.

Uma observação é que o software suporta o cadastro de vários cursos, mas é possível gerar o horário de apenas um único curso. Cada disciplina será de apenas um único curso, e cada turma também será de apenas um único curso. Este modelo não suportará as disciplinas optativas devido às mesmas serem ofertadas em outro turno e em conjunto com outros cursos. Devido à necessidade de toda turma conter um determinado número de dias letivos, cada turma deve conter no mínimo duas aulas por dia.

Como observado no decorrer do curso SI, durante a graduação, como hipótese por considerar 45 minutos pouco tempo para uma boa sequência do conteúdo programático, sempre é marcado mais de um horário seguido no mesmo dia para a mesma disciplina.

Sempre serão alocadas duas ou três aulas seguidas, de acordo com os créditos de cada disciplina. Exemplo: A disciplina de Algoritmos e Estruturas de Dados I que contém 6 créditos terá dois dias de aula, sendo três aulas seguidas por dia. Já disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I que contém 4 créditos terá dois dias de aula, sendo 2 aulas seguidas.

A função do software AHA se resume em distribuir aulas das disciplinas das turmas de cada curso em um horário disponível durante os dias letivos da semana sem confrontar os horários de professores, turmas e salas de aulas. Primeiramente, definiu-se quais são os horários disponíveis e também quais serão as disciplinas juntamente com seus créditos as serem distribuídos.

No diagrama de classe, esboçado pela Figura 1, é mostrado as classes que formam a base para a solução para o problema de Alocação de Horários Acadêmicos. Todas as classes do diagrama da Figura 1, representam suas respectivas tabelas no Banco de Dados, exceto a classe "HorarioAulaPK". Classe esta que se faz necessária para que seja possível mapear o relacionamento muitos para muitos entre as Classes "Dia", "Sala" e "Horario".

Percebe-se, pelo diagrama, que o problema se resume em alocar objetos do tipo "DisciplinaAula" em objetos do tipo "HorarioAula", ou seja alocar Aulas das Disciplinas nos Horários Disponíveis. O software tem como função primordial preparar duas listas, uma lista tipo "HorarioAula" e a outra tipo "DisciplinaAula", e alocar todos os objetos tipo "DisciplinaAula" nos objetos da lista tipo "HorarioAula".

Mas, como se pode observar pelo diagrama de classe a existência de um atributo "creditosrestantes", assim cada objeto tipo "DisciplinaAula" deve ser alocado várias vezes de acordo com o número de créditos de cada disciplina. Sendo que a cada alocação deve decrementar o valor do atributo "creditosrestantes" até não restar mais créditos.

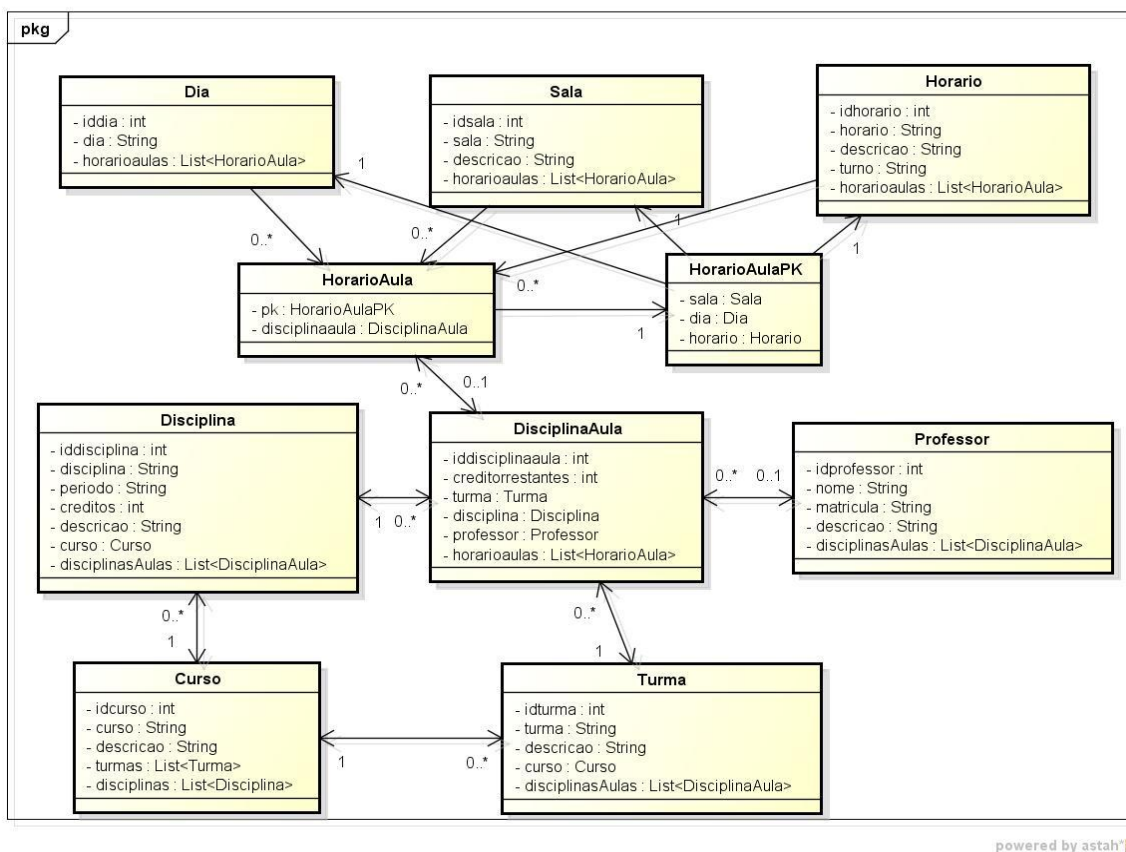


Figura 1 – Diagrama de Classe – Esboço Inicial

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

O software AHA foi desenvolvido sem nenhuma referência algorítmica, ou seja, não foi utilizado de nenhum trabalho existente para se chegar à lógica encontrada no software AHA. Mas como visto em trabalhos correlatos, há uma dificuldade muito grande em se obter uma solução de imediata e ótima, sendo que a maioria dos autores citados neste trabalho prefere estar verificando o resultado e modificando o mesmo para se encontrar uma solução desejada.

Considera-se como principal resultado deste trabalho o software AHA, onde o mesmo através das informações previamente cadastradas gera um horário básico que não colide horários de turmas e professores. Informações estas que inclui: quadro de professores; o curso e suas respectivas disciplinas de sua grade curricular; a estrutura física e seus horários de apenas um único turno.

O algoritmo desenvolvido como motor do software AHA é de um desempenho consideravelmente bom, levando em conta sua rapidez.

Baseando em um ambiente de teste com: 1 curso com 6 turmas, 32 disciplinas, 112 aulas a serem alocadas dessas disciplinas, e uma estrutura com 10 salas de aulas, 5 dias na semana com 6 horários por dia, somando 270 horários disponíveis semanais, foi possível chegar ao seguinte resultado, apresentado pela Tabela 1.

Na coluna Teste de Alocação, é apresentada a ordem em que se fez a operação de criação da grade de horários automática pelo software AHA. Já na coluna Tempo, é apresentado o tempo gasto em cada criação da grade. Uma curiosidade no teste realizado, foi que nas 6 primeiras tentativas houve um

decremento em cada tentativa onde apenas na 7ª e 8ª que o tempo foi maior que o anterior. Mas em média a criação de uma grade de horário demora 1,45 segundos. A cada teste realizado, obteve-se uma grade de horário, onde não houve colisão de horários e também não ficaram créditos sem alocar, conforme mostrado através das Figuras (2, 3 e 4), a grade de horário gerada no 8º teste.

Teste de Alocação	Tempo (milissegundos)
1ª	2283
2ª	1542
3ª	1273
4ª	1207
5ª	1020
6ª	1068
7ª	1109
8ª	2099
Média	1450,13 (1,45 segundos)

Tabela 1 – Testes de alocação

Como dito anteriormente, foi alocado 112 créditos de 32 disciplinas de 6 turmas diferentes. As turmas 101A e 101B do 8º período tinham 16 créditos cada uma, já as turmas 111A e 111B do 6º período tinham 17 créditos cada uma, a turma 121A do 4º período tinha 24 créditos e a turma 131A do 2º período tinha 22 créditos.

As Figuras (2, 3 e 4), ilustram a janela de exibição da grade de horário pronta, janela esta, que tem um *dataTable*¹ que apresenta os horários semanais das turmas. Temos 6 colunas, sendo que a primeira indica o horário (ex.: 1º Horário, 2º Horário) agrupado pelas turmas (ex.: 101A, 101B), já as outras colunas representam as aulas que serão ministradas nos respectivos horários em cada dia da semana em que se enquadra na coluna em questão. Nos horários em que possuem aulas, aparecerão: a sigla da disciplina, e em baixo, o nome do professor com a sala que esta agendada a aula. Já nos horários que não possuem aula aparece a descrição de <<Vago>>.

Pode ser visto pelas Figuras (2, 3 e 4) que não houve colisão e que todas as disciplinas estão alocadas de acordo com o especificado, ou seja, estão alocadas sequenciadas de acordo com a quantidade de créditos de cada uma. Também se pode notar que apenas dois horários vagos entre aulas de duas turmas foi relatado. Horários este da professora Diana, que ministra 22 aulas em 30 possibilidades, o que torna extremamente difícil de encaixar todas as aulas sem colisão.

¹ *DataTable* é um componente do PrimeFaces, ele é uma versão aprimorada do padrão *Datatable* que fornece embutido soluções para muitos casos de uso comuns como paginação, classificação, seleção, lazy loading, filtragem e mais.

Grade de Horário					
Horários	Dias da Semana				
	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
101A					
1º Horário	ETL Gilmará Sala 01	TCC II TCC Bruno Sala 01	EMP Diana Sala 01	EMP Diana Sala 01	MUL Ronan Sala 01
2º Horário	ETL Gilmará Sala 01	TCC II TCC Bruno Sala 01	EMP Diana Sala 01	EMP Diana Sala 01	MUL Ronan Sala 01
3º Horário	MUL Ronan Sala 03	SAS Ricardo Sala 03	SAS Ricardo Sala 02	<< Vago >> 	<< Vago >>
4º Horário	MUL Ronan Sala 03	SAS Ricardo Sala 03	SAS Ricardo Sala 02	<< Vago >> 	<< Vago >>
5º Horário	<< Vago >> 	<< Vago >> 	<< Vago >> 	<< Vago >> 	<< Vago >>
6º Horário	<< Vago >> 	<< Vago >> 	<< Vago >> 	<< Vago >> 	<< Vago >>
101B					
1º Horário	MUL Ronan Sala 05	SAS Ricardo Sala 05	SAS Ricardo Sala 04	<< Vago >> 	<< Vago >>
2º Horário	MUL Ronan Sala 05	SAS Ricardo Sala 05	SAS Ricardo Sala 04	<< Vago >> 	<< Vago >>
3º Horário	ETL Gilmará Sala 01	TCC II TCC Bruno Sala 01	EMP Diana Sala 01	EMP Diana Sala 01	MUL Ronan Sala 01
4º Horário	ETL Gilmará Sala 01	TCC II TCC Bruno Sala 01	EMP Diana Sala 01	EMP Diana Sala 01	MUL Ronan Sala 01
5º Horário	<< Vago >> 	<< Vago >> 	<< Vago >> 	<< Vago >> 	<< Vago >>
6º Horário	<< Vago >> 	<< Vago >> 	<< Vago >> 	<< Vago >> 	<< Vago >>

Figura 2 – Tela da Grade de Horários

Grade de Horário					
Horários	Dias da Semana				
	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
111A					
1º Horário	CSN Bruno Sala 02	GIN Diana Sala 02	<< Vago >> 	RCO III Ricardo Sala 04	LPR II Edson Santos Sala 02
2º Horário	CSN Bruno Sala 02	GIN Diana Sala 02	<< Vago >> 	RCO III Ricardo Sala 04	LPR II Edson Santos Sala 02
3º Horário	LPR II Edson Santos Sala 04	GIN Diana Sala 02	<< Vago >> 	<< Vago >> 	<< Vago >>
4º Horário	LPR II Edson Santos Sala 04	<< Vago >> 	<< Vago >> 	<< Vago >> 	<< Vago >>
5º Horário	<< Vago >> 	RCO III Ricardo Sala 01	GPE Diana Sala 01	GPE Diana Sala 01	<< Vago >>
6º Horário	<< Vago >> 	RCO III Ricardo Sala 01	GPE Diana Sala 01	GPE Diana Sala 01	<< Vago >>
111B					
1º Horário	GPE Diana Sala 06	LPR II Edson Santos Sala 06	LPR II Edson Santos Sala 05	<< Vago >> 	GPE Diana Sala 03
2º Horário	GPE Diana Sala 06	LPR II Edson Santos Sala 06	LPR II Edson Santos Sala 05	<< Vago >> 	GPE Diana Sala 03
3º Horário	CSN Bruno Sala 02	<< Vago >> 	<< Vago >> 	RCO III Ricardo Sala 02	RCO III Ricardo Sala 02
4º Horário	CSN Bruno Sala 02	GIN Diana Sala 02	<< Vago >> 	RCO III Ricardo Sala 02	RCO III Ricardo Sala 02
5º Horário	<< Vago >> 	GIN Diana Sala 02	<< Vago >> 	<< Vago >> 	<< Vago >>
6º Horário	<< Vago >> 	GIN Diana Sala 02	<< Vago >> 	<< Vago >> 	<< Vago >>

Figura 3 – Tela da Grade de Horários

Grade de Horário					
Horários	Dias da Semana				
	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
121A					
1º Horário	AED III Rosiney Sala 03	AED III Rosiney Sala 03	EST Kêny Sala 02	EST Kêny Sala 02	RCO I Mafra Sala 04
2º Horário	AED III Rosiney Sala 03	AED III Rosiney Sala 03	EST Kêny Sala 02	EST Kêny Sala 02	RCO I Mafra Sala 04
3º Horário	RCO I Mafra Sala 05	ESO I Edson Santos Sala 04	ESO I Edson Santos Sala 03	BDA II Julio Sala 03	BDA II Julio Sala 03
4º Horário	RCO I Mafra Sala 05	ESO I Edson Santos Sala 04	ESO I Edson Santos Sala 03	BDA II Julio Sala 03	BDA II Julio Sala 03
5º Horário	SOP Bruno Sala 01	SOP Bruno Sala 03	<< Vago >> 	<< Vago >> 	<< Vago >>
6º Horário	SOP Bruno Sala 01	SOP Bruno Sala 03	<< Vago >> 	<< Vago >> 	<< Vago >>
131A					
1º Horário	SOC Marcos Murta Sala 04	ING Penha Sala 04	CDI I Sandro Sala 03	CDI I Sandro Sala 03	ALI Kêny Sala 05
2º Horário	SOC Marcos Murta Sala 04	ING Penha Sala 04	CDI I Sandro Sala 03	CDI I Sandro Sala 03	ALI Kêny Sala 05
3º Horário	ALI Kêny Sala 05	FSI Mafra Sala 05	FSI Mafra Sala 04	AED I Karina Sala 04	AED I Karina Sala 04
4º Horário	ALI Kêny Sala 05	FSI Mafra Sala 05	FSI Mafra Sala 04	AED I Karina Sala 04	AED I Karina Sala 04
5º Horário	<< Vago >> 	<< Vago >> 	<< Vago >> 	AED I Karina Sala 04	AED I Karina Sala 04
6º Horário	<< Vago >> 	<< Vago >> 	<< Vago >> 	<< Vago >> 	<< Vago >>

Figura 4 – Tela da Grade de Horários

CONCLUSÕES:

Como limitação do sistema, pode-se citar o fato de não abranger os demais cursos, o que impossibilita o uso do mesmo na instituição, pois os professores do curso SI ministram aulas para os demais cursos. Uma adequação a esta realidade é bem complexa pelo fato do IFMG-SJE ser uma instituição com cursos Superiores e Ensino Médio integrado com o Técnico.

Sendo assim, considera-se este trabalho como um marco inicial para resolução para o problema de Alocação de Horários do IFMG-SJE, onde se pretende desenvolver novas versões para o software AHA, a fim de torna-lo usual. Também se espera inspirar novos pesquisadores a explorar este vasto campo de pesquisa, em particular, no estudo de caso baseado no IFMG-SJE.

REFERÊNCIAS

BARDADYM, V. A. **Computer-Aided School and University Timetabling: The New Wave**. Lecture Notes in Computer Science Volume 1153, pp 22-45, 1996.

CONSTANTINO, A. A. **Algoritmos heurísticos construtivos para agrupamento de alunos em turmas**. Pesquisa Operacional na Gestão do Conhecimento, p. 310-321. XLI SBPO 2009.

EVEN, S.; ITAI, A. E.; SHAMIR, A. **On the complexity of timetabling and ulticommodity flow problems**. SIAM Journal of Computation, 1976.