

Estudo para automação de horários escolares em uma instituição de ensino

Marta Pina Cardoso¹ (UNITAU)
Marcio Abud Marcelino² (UNESP e UNITAU)

Resumo:

Este artigo apresenta uma abordagem sobre os problemas relacionados à confecção de horário escolar em uma instituição de ensino. O problema consiste na alocação do professor por turma, de forma que mais que um professor não seja associado a uma mesma turma em um mesmo horário, e, além disso, todas as restrições envolvidas no problema sejam satisfeitas, além de garantir que a carga horária semanal de cada disciplina, e de todas as turmas, seja respeitada. O processo de automatização busca reduzir o número de janelas, priorizar a escolha de cada docente quanto à disciplina habilitada e sua opção de horário, gerar mesmo que iterativamente, um horário para cada série, para cada professor e para cada sala de aula.

Palavras-chave: problema de alocação de professores, horário escolar, automação de grade escolar.

Abstract:

This paper presents an approach to the problems related to construction of school hours in an educational institution. The problem is the allocation of teacher per class, so that more than a teacher is not connected to the same class at the same time, and moreover, all the restrictions involved in the problem are met, and ensure that the workload weekly for each subject, and every class, is respected. The automation process seeks to reduce the number of windows, prioritize the choice of each teacher about discipline enabled and their choice of time, even generate iteratively, one for each time series for each teacher and each classroom.

Word-key: allocation problem for teachers, school schedule, automation grid school.

Introdução

A confecção de um quadro de horários escolar que atenda interesse de professores e dos recursos de uma instituição de ensino tem sido um problema geralmente solucionado de forma artesanal, e que requer muito tempo de trabalho. Em alguns casos não se obtém um resultado satisfatório principalmente

devido ao crescimento das próprias instituições. A diversidade de restrições é determinada por imposições administrativas e técnicas de cada instituição que tornam o problema de difícil generalização, transformando cada caso em um particular. Não se pode deixar de observar que a distribuição de horários é um processo que geralmente consiste em cometer injustiça com muitos em benefício de poucos.

A atribuição do quadro de horário escolar consiste em fixar horários para professores, alunos e respectivas salas de aula, obedecendo a restrições que mapeiam políticas diversas da instituição, envolvendo o período das aulas, carga horário das disciplinas, quantidade de turmas, número de salas e disponibilidade dos professores.

A atribuição se repete a cada semestre em todas as instituições de ensino, pública ou privada, e em todos os níveis de formação. Além disso, eventualmente também em função de aposentadorias, contratação de novos professores, aditivos de contratos, afastamentos e alteração da demanda de alunos. Trata-se assim de um problema clássico, que historicamente vem sendo solucionado de forma artesanal ou através de soluções empíricas, típicas apenas da própria instituição, e cada alteração realizada na lotação de algum professor, causa sérios transtornos, além de prejuízos financeiros devido à ocorrência de professores, cuja carga horária não é utilizada na sua totalidade.

A complexidade e o tempo gasto na elaboração de horário escolar motivaram a necessidade do desenvolvimento de um programa computacional que automatizasse o processo de desenvolvimento, obedecendo ao amplo conjunto de restrições.

O presente artigo visa apresentar um estudo utilizando um algoritmo para automação, que consiste em relacionar os dados entre os professores, disciplina habilitada, limite de aulas e opção de horário que são prioridades para a instituição, com referência aos dados da instituição sobre os cursos ofertados, disciplinas oferecidas, carga horária, número de aulas semanais, limite de aulas por período e salas de aulas exclusivas e disponíveis.

A construção de satisfação de restrição do problema ou CSPs (*Constraint satisfaction problem*) são problemas matemáticos definidos por um conjunto de objetos cujo estado deve cumprir uma série de restrições ou limitações. As CSPs representam as entidades em um problema como um conjunto homogêneo de restrições, que é resolvido por método de satisfação e restrição. As CSPs são também objetos de intensas pesquisas, de inteligência artificial e pesquisa operacional, uma vez que a regularidade em sua formulação proporciona uma base comum para analisar e resolver problemas de muitas famílias não relacionadas. As CSPs freqüentemente apresentam alta complexidade, que exigem uma combinação de heurísticas e métodos de pesquisa combinatória a ser resolvido em um tempo razoável.

Combinação Heurística (a partir do grego para "encontrar" ou "descobrir") refere-se às técnicas baseadas na experiência de resolução de problemas, aprendizagem e descoberta. Os métodos heurísticos são utilizados para chegar a uma solução ideal o mais rápido possível. Parte do método é usar uma "regra de ouro", que é um julgamento intuitivo, ou o senso comum. Uma heurística é a forma geral de resolver um problema.

Objetivo

O processo de automatização busca reduzir o número de janelas tanto para os alunos como para os professores, priorizar a escolha de cada docente quanto à disciplina habilitada e sua opção de horário, gerar mesmo que iterativamente, um horário para cada série, um horário para cada professor e um horário para cada sala de aula.

Metodologia

O presente estudo caracterizou-se como uma pesquisa exploratória, desenvolvida por meio do delineamento de levantamento das necessidades, de uma instituição de ensino pública, para fins acadêmicos, optou-se por não mencionar o nome das instituições de ensino, o problema da construção dos horários escolares tem a sua definição bastante diversificada de acordo com as características de cada instituição e a concepção dos dirigentes das escolas e, obviamente, as restrições apresentadas podem ou não ser adotadas.

Para PAIM e GREIS (2008) o problema típico de elaboração de horários (referenciado freqüentemente na literatura como elaboração, construção ou programação automatizada de um horário, grade horária ou tabela de horário escolar ou acadêmico) consiste em agendar uma seqüência de encontros (aulas, exames) entre professores e estudantes em um período de tempo prefixado (normalmente uma semana como no caso da Semana Acadêmica) satisfazendo um conjunto de restrições de vários tipos. A literatura existente sobre o assunto tem apresentado uma grande série de variantes deste problema que se diferenciam pelo tipo de instituição (escola ou universidade) e pelos tipos de restrições.

Um exemplo típico é mostrado na tabela 1, 2 e 3. Na tabela 1 pode-se observar, por exemplo, que a disciplina “Mat” (Matemática) necessita de 4 horas-aula por semana distribuídas em dois encontros (3a.feira e 5a.feira) de dois períodos (7:00-9:00 e 8:00-9:00) cada e é ministrada pelo professor Paulo na sala 102.

A tabela 1 representa uma tabela de horário escolar típica de uma turma com cinco dias e quatro períodos por dia. Na figura as colunas representam os horários e as linhas representam os professores, de tal forma que, um professor i em um horário j está alocado.

Tabela 1: Uma tabela de horário escolar típica de uma turma com cinco dias e quatro períodos por dia.

Turma 1	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
Turma 2	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
Turma 3	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
Turma 4	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
Período 1 (7:00 – 8:00)	Hist Prof. Paulo Sala 102	Mat Prof. José Sala 303	Bio Prof. Pedro Lab Bio	Mat Prof. José Sala 102	Quim Profa. Cida Lab Quim
Período 2 (8:00 – 9:00)	Hist Prof. Paulo Sala 102	Mat Prof. José Sala 303	Bio Prof. Pedro Lab Bio	Mat Prof. José Sala 102	Quim Profa. Cida Lab Quim
Período 3 (9:00 – 10:00)	Fis Profa. Cida Lab Fis	Port Profa. Carla Sala 303	Geo Prof. Paulo Sala 302	Lit Profa. Carla Sala 102	EdFis Prof. Eloi Ginásio
Período 4 (10:00 – 11:00)	Fis Profa. Cida Lab Fis	Port Profa. Carla Sala 303	Geo Prof. Paulo Sala 302	Lit Profa. Carla Sala 102	EdFis Prof. Eloi Ginásio
Período 5 (11:00 – 12:00)	Ing Profa. Sara Sala 205	Art Profa. Iris Sala 205	Ing Profa. Sara Sala 205	Art Profa. Iris Sala 205	Fil Prof. Paulo Sala 205

Na tabela 2 as colunas representam os horários e as linhas representam os professores, de tal forma que, um professor i em um horário j está alocado.

- Disponível, fica vazio;
- Indisponível, recebe o valor x ;
- Lecionando, recebe o valor referente à turma (0,1,2,3...n).

Tabela 2: Mesma tabela de horário escolar onde é indicada a disponibilidade dos professores e aqueles alocados para a turma 4.

Professor	Segunda					Terça					Quarta					Quinta					Sexta				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Paulo	4	4	x	x	x	x	x					4	4			x	x	x	x	x	x	x			4
José						4	4									4	4								
Pedro	x	x	x	x	x						4	4										x	x	x	x
Cida			4	4							x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	4	4		
Carla			x	x	x	x		4	4									4	4						
Sara					4				x	x	x	x			4										
Iris										4											4				
Eloi	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x								4	4	

Fonte: PAIM e GREIS (2008) - <http://quaiba.ulbra.tche.br>.

Tabela 3: Mesma tabela de horário escolar onde são indicadas as salas alocadas para a turma de número 4.

Professor	Segunda					Terça					Quarta					Quinta					Sexta				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Sala 102	4	4														4	4	4	4						
Sala 205					4					4					4					4					4
Sala 302													4	4											
Sala 303						4	4	4	4																
Lab Quim																					4	4			
Lab Fis			4	4																					
Lab Bio											4	4													
Ginásio																							4	4	

Fonte: PAIM e GREIS (2008) - <http://guaiba.ulbra.tche.br>.

Formalmente, um problema de satisfação de restrição é definido como um triplo, onde X é um conjunto de variáveis, D é um domínio de valores, e C é um conjunto de restrições. Cada restrição é por sua vez, um par, onde t é uma tupla de variáveis e R é um conjunto de tuplas de valores; todas estas tuplas (Cada linha de um banco de dados, formada por um conjunto de colunas, representa um registro (ou tupla). Os registros não precisam necessariamente conter dados em todas as colunas, os seus valores podem ser nulos) com o mesmo número de elementos, como resultado R é uma relação. Uma avaliação das variáveis é uma função das variáveis aos valores. Essa avaliação satisfaz uma restrição. Uma solução é uma avaliação que satisfaça todas as restrições.

Resolução do CSPs (constraint satisfaction problem - CSP) construção de satisfação de restrição do problema em domínios finitos são normalmente resolvidas através de um algoritmo de busca. As técnicas mais utilizadas são variantes de retrocesso, propagação de restrições e busca local. Um algoritmo de busca, em geral, é um algoritmo para encontrar um item com propriedades específicas entre uma coleção de itens. Os itens podem ser armazenadas individualmente, como registros em um banco de dados, ou podem ser elementos de um espaço de busca definido por uma fórmula matemática ou procedimento, tais como as raízes de uma equação com variáveis inteiras, ou uma combinação dos

dois, como a hamiltoniana circuitos de um gráfico. Um caminho *hamiltoniano* é um caminho que usa (passa) cada vértice do grafo exatamente uma vez - com a ressalva de que ele pode iniciar e parar no mesmo vértice. Se o caminho é começar e parar no vértice mesmo, então é um circuito hamiltoniano.

Para bancos de dados armazenados explicitamente algoritmos para busca em bancos de dados armazenados incluem explicitamente a busca linear simples, e muitos outros algoritmos que utilizam uma variedade de estruturas de pesquisa de dados, como árvores de busca binária, montes e tabelas hash, hash é uma estrutura de dados especial, que associa chaves de pesquisa a valores. Seu objetivo é, a partir de uma chave simples, fazer uma busca rápida e obter o valor desejado, para acelerar a várias consultas sobre o mesmo banco de dados.

Backtracking é um algoritmo recursivo. Ela mantém uma cessão parcial das variáveis. Inicialmente, todas as variáveis estão por atribuir. Em cada etapa, uma variável é escolhida e todos os possíveis valores são atribuídos a ele, por sua vez. Para cada valor, a consistência da cessão parcial com as restrições está marcada, em caso de coerência, uma chamada recursiva é feita. Quando todos os valores foram julgados, o algoritmo retrocede. Neste algoritmo básico de retrocesso, a consistência é definida como a satisfação de todas as restrições cujas variáveis são atribuídos. Diversas variantes de retrocesso existe. Backmarking melhora a eficiência da verificação de consistência. Backjumping permite salvar parte da busca por backtracking "mais de uma variável" em alguns casos.

TAN,(2003) escreve sobre a literatura sobre problemas de horário escolar normalmente os representa de duas maneiras

- Formulação matemática;
- Linguagem natural.

A representação mais comum é a formulação matemática que, apesar de rigorosa, é muito abstrata e apresenta grande dificuldade de ser entendida pelas pessoas sem embasamento matemático mais profundo. Mas em algumas publicações estes problemas são descritos utilizando linguagem natural. Esta é fácil

de entender, mas é ambígua e não adequada para uma descrição mais precisa do problema.

O problema consiste na alocação do professor por turma, de forma que mais que um professor não seja associado a uma mesma turma em um mesmo horário, e, além disso, todas as restrições envolvidas no problema sejam satisfeitas, como dias da semana e horários disponíveis de cada professor, além de garantir que a carga horária semanal de cada disciplina, e de todas as turmas, seja respeitada.

Segundo PETROVIC e BURKE abordaram os problemas de horário de disciplinas. Para isso foi estabelecida a seguinte notação:

N é o número de disciplinas (courses).

P é o número de períodos de tempo disponível.

In é o número de aulas (lectures) da disciplina n ($n=1, \dots, N$) que devem ocorrer durante P períodos de tempo.

rp é o número de salas (rooms) disponíveis no período p ($p=1, \dots, P$).

C = [cnm]NxN é a matriz simétrica que representa os conflitos entre disciplinas.

cnm é o número de estudantes assistindo as disciplinas n e m ao mesmo tempo, onde $m, n = 1, \dots, N$.

K é o número de critérios.

T = [tnp]NxP é a matriz que representa a atribuição das disciplinas aos períodos de tempo.

$$T_{np} = \begin{cases} 1, & \text{se a disciplina } n \text{ é agendada no período } p \text{ } n=1, \dots, N; p=1, \dots, P \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

$fk(T)$ é o valor do critério C_k , $k=1, \dots, K$.

$wk(T)$ é o peso do critério C_k , $k=1, \dots, K$.

Na definição deste problema considera-se que sejam dados um número P de períodos e um número N de disciplinas com determinado número de aulas. O objetivo será determinar o horário T que faça com que todos os componentes do vetor:

$WF=(w_1f_1(T), \dots, w_kf_k(T), \dots, w_Kf_K(T),)$ sejam tão pequenos quanto possível, sujeito às seguintes restrições:

- que garante que cada disciplina tenha o número necessário de aulas;

$$\sum_{p=1}^P T_{np} = l_n \quad n = 1, \dots, N$$

- que garante que as aulas possam ser acomodadas em um dado número de salas;

$$\sum_{p=1}^P T_{np} \leq r_p \quad P = 1, \dots, P$$

- que garante que as disciplinas que possuam estudantes em comum não sejam agendadas para o mesmo período.

$$\sum_{n=1}^{N-1} \sum_{m=n+1}^N \sum_{p=1}^P T_{np} T_{mp} C_{mm} = 0$$

Muitas abordagens relatadas na literatura de elaboração de horários de disciplinas ou de cursos são reduzidas a problemas monocritério (single criterion) onde o critério a ser minimizado é a soma ponderada dos componentes do vetor WF correspondente.

Os algoritmos de maximização de fluxo em grafos visam apenas obter uma solução viável para o problema de horário acadêmico. Construir o quadro de horários de uma turma por vez a partir da obtenção do fluxo máximo em um grafo associado ao problema; mesmo procedimento considerando fixar os horários ao invés das turmas.

Procedimento que inicia fixando as turmas

hp: horário (1, ..., P)

cn: turma (1, ..., N)

tm: professor (1, ..., M)

Um exemplo (SOUZA, 2000) seria dado pela tabela 4, pela matriz e por grafos como os mostrados na tabela 4, considerando 3 professores ($t_1 \dots t_3$), 4 turmas ($c_1 \dots c_4$) e 5 períodos ($h_1 \dots h_5$) disponíveis.

Tabela 4: Matriz de requisitos (número de aulas que cada professor deverá ministrar em cada turma)

Professor	Turma (C_n)			
	C_1	C_2	C_3	C_4
t_1	1	0	0	1
t_2	1	2	2	1
t_3	1	1	2	2

Fonte: SOUZA, 2000.

Tabela 5: Matriz de disponibilidade de professor (disponível recebe o valor 1 e indisponível recebe o valor 0)

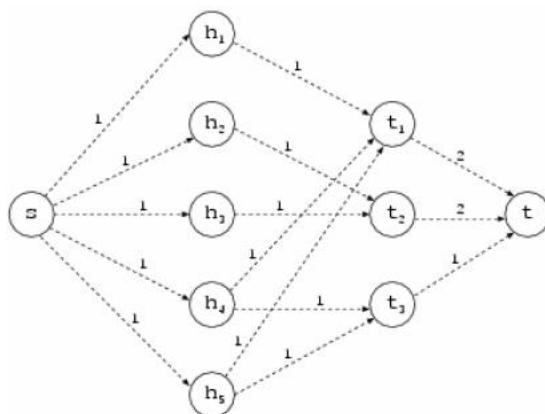
Professor	Horário				
	1	2	3	4	5
t_1	1	0	0	1	1
t_2	0	1	1	0	1
t_3	0	0	0	1	1

Fonte: SOUZA, 2000.

Na matriz $T=(t_{ik})$ são apresentadas as disponibilidades ($t_{ik}=1$) ou indisponibilidades ($t_{ik}=0$) de cada professor t_i no horário h_j .

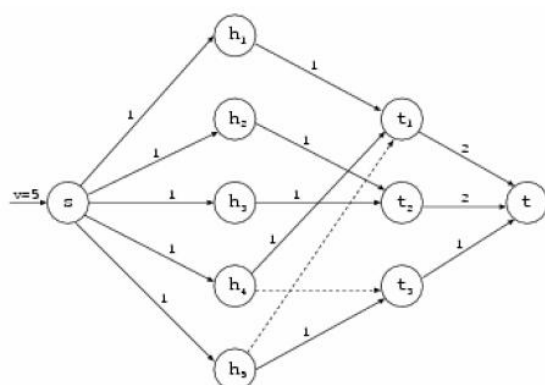
$$t = \begin{bmatrix} h_1 & h_2 & h_3 & h_4 & h_5 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{matrix} t_1 \\ t_2 \\ t_3 \end{matrix}$$

Figura 1: Consideremos o grafo para a turma c2 mostrado a seguir 2000)



Fonte: Grafo da turma c2. (SOUZA, 2000)

Figura 2: Grafo com uma das possíveis soluções de fluxo máximo de s até t para turma c2. (SOUZA)



Fonte: Grafo da turma c2. (SOUZA, 2000)

Tabela 5: Quadro de horário com a turma c2 programada com a solução de fluxo máximo.

Período	Turma (C_n)			
	C_1	C_2	C_3	C_4
H1	?	T1	?	?
H2	?	T2	?	?
H3	?	T2	?	?
H4	?	T1	?	?
H5	?	T3	?	?

Fonte: SOUZA, 2000.

O processo deveria ser feito para as demais turmas para completar a tabela 5.

De acordo com os dados analisados neste trabalho é proposto um modelo que se refere ao prototipo sintetizados no diagrama da figura 6:

Figura 6. Diagrama referente ao Protótipo automação de horário escolar.



Para o processo de automatização do horário escolar será definidas de acordo com as etapas principais a seguir:

- Horário será gerado a partir da definição dos dados de entrada relativos a professores, alunos e salas disponíveis;
- Determinação dos dados referente aos professores, serão identificadas as disciplinas e horários e salas que o professor irá lecionar e seus respectivos alunos;

- Determinação dos dados referente aos alunos, que serão identificados as turmas que irão compor a sala de aula;
- Determinação dos dados referentes as salas, serão identificados as que serão alocadas com os seus respectivos professores e alunos

A seguir são descritas as principais características do protótipo, e estão descritas todas as etapas:

Cadastro

- cadastro de cursos: essa funcionalidade permitirá que os cursos sejam cadastrados conforme oferecidos.
- cadastro de disciplinas: essa funcionalidade permitirá que as disciplinas sejam cadastradas conforme grade curricular.
- Cadastro de turmas: essa funcionalidade permitirá que as turmas sejam cadastradas conforme o número de alunos matriculados.
- Cadastro de sala: essa funcionalidade permitirá que as salas sejam cadastradas conforme a infra-estrutura da instituição.
- Cadastro de alunos: essa funcionalidade permitirá um vínculo com o cadastro de turma.
- Cadastro de professores: essa funcionalidade permitirá que os professores sejam cadastrados criando um vínculo com o cadastro de disciplinas.
- Cadastro de horário: essa funcionalidade terá um vínculo com o cadastro de professores no qual será informada a sua disponibilidade.

Operações

- Configuração: através desta funcionalidade poderá efetuar a configuração referente aos dados da instituição.
- Gerar horário: através desta funcionalidade será gerada a grade horária.
- Consulta: através desta funcionalidade poderá se fazer várias consultas a respeito de todas as funcionalidades.

Dentre as definições estão:

O cursos oferecidos pela instituição possuem um diversificado número de carga horária semanal por disciplinas, sendo elas teóricas ou praticas, da mesma forma, o número de semestres pode variar, dependendo do número de disciplinas e do período do curso. De maneira geral essas disciplinas possuem número de aulas iguais a 1,2,3,4,5, e 6 onde cada aula possui duração de 45 a 50 minutos . No momento da inicialização deve ser levado em conta que as aulas devem estar distribuídas ao longo da grade horária, divididas em subgrupos, ou seja, as disciplinas cuja cargas horárias são, por exemplo, 6 devem ser divididas em blocos de 2 aulas cada. As disciplinas de cargas horárias 5, em um bloco de 3 e outro de 2 aulas e as de cargas horárias 4, em dois blocos de 2 aulas. Uma vez alocados na inicialização, esses blocos permanecem sempre juntos.

O Carga horária deverá ser distribuida ao londa dos dias da semana, compreendido entre segunda a sábado (S1 a S6) que corresponderá ao número de aulas correspondente ao turno manhã, tarde, noite que será identificado na tabela abaixo entre H1 a H6 e turno que irá se relacionar ao período entre manha tarde e noite.que poderá ser identificado também por meio de 1ª a 6ª que corresponderá as seqüência de aulas que corresponde a cada horário de inicio e termino de cada aula, representados por meio da tabela 1 identificação dos dias da semana e horário do professor.

Determinação dos dados referente aos professores, o professor deverá preencher um formulário com a sua opção de horário e disciplina habilitada, informar de acordo com a tabela abaixo os dados referente aos dias da semana será determinado pelo número de aulas por semana que serão compreendidos entre segunda a sábado (S1 a S6) que corresponderá ao numero de aulas (carga horária) entre a 45 a 50 minutos de hora aula por turno manhã, tarde, noite de acordo com a instituição, que será identificado na tabela abaixo entre H1 a H6 e turno que irá se relacionar ao período entre manha tarde e noite que poderá ser identificado também por meio de 1ª a 6ª que corresponderá as seqüência de aulas, deverá ser preenchido com um X de Disponível, somente iremos trabalhar com opção

Disponível, os dados referente a disciplinas são descritos neste mesmo formulário por ordem de preferências pois um professor pode lecionar diversas disciplinas na mesma a área de habilitação esses dados serão cadastrados no sistema.

Os dados da tabela serão vinculados a opções de disciplinas do professor que sendo pesquisada nos grade curricular do curso oferecido pela instituição no qual se formalizada pela carga horário que serão compostas pelas disciplinas que estão relacionadas a série, sala e período ofertadas aos professores que ira compor a confecção do horário.

A grade da estrutura curricular é composta pela carga horária por disciplina por semestre e dimensionada pelo total de horas semestre por disciplina (Tch) divida pela hora relógio (50 min), e a carga horária diária (chd) referente a disciplina e dimensionada pelo seguinte forma carga horário total (ch) pelo numero de semanas (s) de tal forma que, $chd=ch/s$ no qual será levando em consideração que a carga horária diária seja espalhadas tão uniformemente quanto possível ao longo da semana.

Carga horária por disciplina por semestre = $Tch / 50 \text{ min}$

Tch = Total de horas semestre por disciplina

50 min = hora relógio

Carga horária por disciplina por semestre = $4740 / 50$

Carga horária por disciplina por semestre = 94,80 total em horas

Carga horária diária = ch / s

Ch = carga horária

S= numero de semanas por semestre

Carga horária diária = $94,80 / 19$

Carga horária diária = 5 aulas por semanas

Determinação dos dados referente aos alunos, o aluno, no ato de sua matricula será vinculado a um curso a uma disciplina que terá uma carga horária semanal que corresponderá ao numero de aulas que serão distribuídos durante a semana de acordo com a serie e período que a instituição disponibilizar, de acordo com o

numero de alunos matriculados serão disponibilizadas as salas para que o curso aconteça que será relacionado aos professores que irão lecionar as disciplinas na confecção do horário.

Determinação dos dados referente a sala de aula, as salas serão identificadas pela capacidade em metros quadrados por alunos , no qual identifica a capacidade da sala, identificação do tipo de sala como especializadas para determinadas disciplinas de acordo com a áreas especifica da disciplina, as salas serão relacionadas aos professores que serão alocados a cada sala e os alunos que irá compor a sala e as disciplinas que serão alocadas no horário.

As restrições do modelo estão descritas a seguir de acordo com os dados obtidos nas fases anteriores. Tem se então:

Restrições:

- Sobreposição de professores: Um professor não seja associado a uma mesma turma em um mesmo horário;
- Disponibilidade de professores: Uma aula não pode ser alocada a um horário durante o qual um professor não esteja disponível;
- Disciplina habilitada: Um professor não pode lecionar disciplina que não seja habilitada.
- Limite de aulas: Limitar o número máximo de aulas do professor em cada dia;
- Sobreposição de turmas: Uma turma não pode ter mais do que uma aula em um dado horário;
- Sobreposição de horário: Um professor não pode estar mais do que um horário em cada sala;
- Sobreposição de salas especializadas: Em um dado horário, o número de salas especializadas requeridas não pode ser maior que o número de salas especializadas disponíveis;
- Indisponibilidade de turmas: Uma aula não pode ser alocada a um horário durante o qual uma turma não esteja disponível;

- Indisponibilidade de disciplinas: Uma aula de uma disciplina não deve ser ministrada em um horário durante o qual uma turma não esteja disponível;
- Cumprimento de carga horária: Uma carga horária semanal de cada disciplina de todas as turmas deve ser respeitada;
- Dimensionamento do número de aulas: Diminuir o numero de janelas para cada turma para que o aluno não fique ocioso.

A atribuição de aulas deverá ser realizada de acordo com regras descritas através de normas estabelecidas pela instituição, em primeiro lugar deve-se levar em consideração a opção da disciplina a ser habilitada pelo professor em ordem de prioridade, em função da disciplina verifica-se a disponibilidade de horário, havendo a coincidência de horário entre os professores, atribui-se pesos para prioridade de escolha por meio de experiência profissional, titulação, produção acadêmica essas normas devem caracterizar e demonstrar fatores que devem ser atribuídos, visando a classificação para a escolha do honorário e atribuição de aulas, implicando na análise dos documentos atribuindo pontos (pesos) as informações neles existentes relativos a cada fator de avaliação de acordo com as regras de cada instituição.

O registro de disponibilidades depende do contrato de trabalho dos professores efetivos ou temporários e quantidade de horas aulas, portanto no momento da construção do horário escolar deve ser respeitada a carga horária máxima a ser alocada para determinado professor, de acordo com sua habilitação, será relacionado com as disciplinas da grade curricular específicas de cada curso e série que o mesmo poderá lecionar, o professor não poderá lecionar mais do que uma aula em um mesmo horário, deve-se levar em consideração o menor numero possível de janelas e aulas isoladas, levando em consideração que aulas de uma mesma matéria para uma dada turma precisam ser espalhadas tão uniformemente quanto possível ao longo da semana.

A grade curricular é uma peça fundamental para a construção do horário escolar, na qual são extraídos dados importantes para a implantação do horário

escolar, é composta pela identificação do curso, ano da publicação da grade, semestre e sequência do curso (serie), disciplina, tipo de disciplina (teórica ou prática), quantidade de professores, carga horária semanal, carga horária diária, numero de aulas por semana. O problema consiste em alocar professores cuja grade atenda os pré-requisitos com referência a habilitação do professor e a carga horária diária, no caso em disciplina que apresentam teoria e prática com divisão da turma devem-se levar em consideração dois horários em aula dupla e precisam ser alocados em dois horários consecutivos, e um professor não seja associado a uma mesma turma em um mesmo horário, e uma aula não pode ser alocada a um horário durante o qual um professor não esteja disponível, e limitar o número máximo de aulas do professor em cada dia para não sobrecarregar o professor.

Assim como o registro das turmas, criado através do edital de abertura de turmas tanto no ensino fundamental, médio e superior, em conjunto com a grade curricular caracterizam o horário a ser criado, descrito pela unidade, curso, turno (período), numero de alunos e conseqüente número de salas a serem alocadas e semestre em andamento. O problema consiste em alocar professores cujas turmas foram escolhidas para os dias e horários de aula que satisfaçam as variáveis de decisão o que irá indicar se o professor esta atendendo a turma, no dia e no horário estabelecido. Uma turma não poderá ter mais do que uma aula em um mesmo horário

Com referência ao numero de turmas e alocação de salas, o problema consiste em alocar o número de alunos e a locação de sala de acordo com a capacidade da sala, e devem-se alocar salas especializadas para determinadas disciplinas como laboratórios de informática, física, química, inglês para aulas definidas como aulas práticas pois precisam ser pré-alocadas a um conjunto específico de horários, pois necessitam de infra-estrutura identificadas específico de cada disciplina a ser lecionada, o número de salas de aulas alocadas não pode ser maior que o número de salas disponíveis, ou uma mesma turma não podem ser alocadas em horários consecutivos;

Com referencia ao registro de alunos, consiste em vincular o aluno ao curso que será realizado, a disciplina a ser lecionada a serie em que irá realizar as aulas, e a vincular a sala de aula e horário escolhido, pois ele poderá participar de mais de um curso em horário diferente.

Conclusões

O problema da construção do horário escolar tem a sua definição bastante diversificada de acordo com as características de cada instituição e a concepção dos dirigentes das escolas, obviamente as restrições apresentadas podem ou não ser adotadas, transformando cada caso em particular. Este estudo, apresentou o modelo conceitual e implementação de um protótipo funcional para a solução do problema de distribuição de cargas horárias a professores em cursos. A implementação do modelo e sua execução sobre dados reais de cursos proporcionaram a comprovação de sua aplicabilidade e eficiência na resolução do problema proposto. Portanto a solução para este problema deve permitir que se possa decidir entre a inclusão ou não de determinada restrição através da estrutura de dados que será desenvolvido.

As principais contribuições consideradas com a conclusão desta pesquisa são:

Definiu-se um modelo que pudesse ser aplicado à realidade das escolas e a implementação de um sistema utilizando técnicas de otimização que permitisse gerar o modelo e encontrar uma solução viável em tempo hábil, utilizando uma estrutura de banco de dados e a Combinação Heurística;

Facilidade e agilidade para a construção da tabela de horários escolar;

Otimização da utilização dos recursos gastos, com vários dias de elaboração do horário mesmo que interativamente;

Identificou-se algumas restrições que são fundamentais para efetivação do horário escolar;

- Em cada turma deve atuar apenas um professor por horário - em consequência garantir o total de aulas diárias e semanais
- Garantir que o professor atue em apenas uma turma em cada horário de trabalho
- Garantir a carga horária semanal da disciplina

O refinamento e implementação deste modelo está em andamento. Ele terá um protótipo para validação de modelo desenvolvido e sua implementação final.

Referências Bibliográficas

PAIM, Alexandre da Silva, GREIS, Ivone Chassot, Abordagens para Elaboração Automatizada de Tabela de Horários Acadêmicos. Artigo(Acadêmicos do curso de Administração da Universidade Luterano do Brasil, 2008.

<http://guaiba.ulbra.tche.br/pesquisas/2008/artigos/administracao/376.pdf>
acessado em 19/10/2110.

PETROVIC, Sanja ;BURKE, Edmund. University Timetabling.Disponível em:
<[http://www.asap.computerscience.nottingham.ac.uk/publications/pdf/Handbook SchedTT.pdf](http://www.asap.computerscience.nottingham.ac.uk/publications/pdf/HandbookSchedTT.pdf)> Acesso em: 15/10/2010.

SOUZA, Marcone Jamilson Freitas. Programação de horários em escolas: uma aproximação por metaheurísticas. Tese (Doutorado em Engenharia de Sistemas e Computação) - UFRJ, Rio de Janeiro,2000.

TAN, Swee-Chuan. An Object Oriented Timetabling Framework with Applications. 2003.Minor Thesis (Master of Information Technology) - Monash University. Acesso em 15/10/2010.

WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/>
Acesso em 15/10/2010.

¹ **Marta PINA Cardoso, Mestrando**
Universidade de Taubaté – (UNITAU)
e-mail:martapina@uol.com.br

² **Marcio ABUD Marcelino, Doutor**
Universidade Estadual Paulista – (UNESP e UNITAU)
E-mail: abud@feg.unesp.br