

BUSCA TABU PARALELA PARA PROGRAMAÇÃO DE GRADES HORÁRIAS ESCOLARES

Luis Andréolli Cordeiro de Oliveira (Bolsista/PIBIC), Antonio Costa de Oliveira (Orientador, Departamento de Informática e Estatística– UFPI)

1.0. Introdução

Todo começo de ano letivo, várias instituições de ensino precisam fazer a distribuição dos horários para os professores. Na maioria dos casos, particularmente onde recursos (disponibilidade do professor) são restritos, o problema para a construção de grades horárias escolares se mostra bastante desafiador. Este é considerado um famoso problema de otimização combinatória de difícil resolução. Devido ao grande número de combinações entre as variáveis de decisão, a aplicação deste por métodos exatos se mostra na maioria das vezes ineficaz. Nesse contexto, surgem as metaheurísticas, como a busca tabu, esses métodos procuram boas soluções a um custo computacional razoável. O objetivo deste trabalho é apresentar um protótipo de geração de grades horárias escolares, utilizando a metaheurística busca tabu paralela, que vai auxiliar a encontrar uma solução viável e de boa qualidade.

2.0. Metodologia

Para alcançar os objetivos e metas traçados neste projeto, ele foi dividido em oito fases:

- Estudo teórico, para levantar o estado da arte sobre o tema;
- Aplicar o método para teste, para entender o uso da busca tabu e o seu contexto para problemas de otimização combinatória;
- Aplicar o método para o problema das Grades Horárias Escolares;
- Implementar novas estratégias de memória de longo prazo e vizinhanças;
- Visitar instituição de ensino médio e fundamental;
- Implementação do método para a resolução de uma instância real obtida na fase anterior.
- Paralelizar o método para uso no problema das Grades Horárias Escolares;
- Analisar Resultados e Parâmetros;
- Gerar relatório final, comparando a solução resultante com as soluções seqüenciais e manuais geradas inicialmente.

3.0. Resultados

O problema das grades horárias escolares abordadas neste trabalho consiste em um conjunto de m matérias $\{M_1, \dots, M_m\}$ ministradas em t turmas $\{T_1, \dots, T_t\}$ por p professores $\{P_1, \dots, P_p\}$, distribuídas semanalmente em d dias, cada um com h horários fixos e em um único turno.

Foram propostas duas instâncias: uma instância fictícia (IF), baseada em pesquisas e observações e uma aplicada a uma instância real (IR) do problema, através de uma série de entrevistas numa escola municipal de nível fundamental. A solução que se deseja encontrar é uma grade horária viável e de boa qualidade. Ou seja, a viabilidade (restrições fortes) entendida como ausência de fatores que impeçam que uma determinada aula se realize naquele horário e a qualidade entendida como características não essenciais (restrições fracas), porém desejáveis em um quadro de horários.

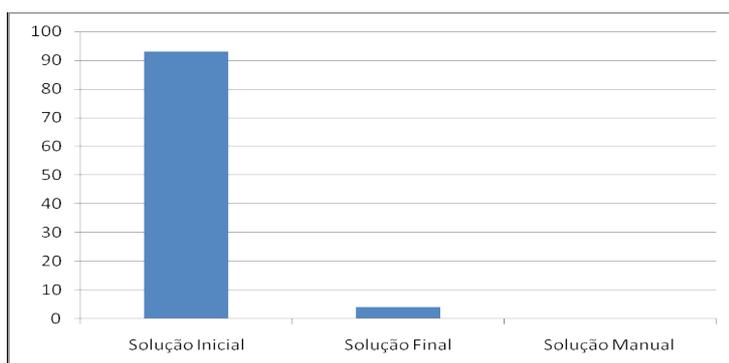
As restrições fortes do problema específico baseada na instância real são as seguintes: A carga horária carga semanal da turma deve ser satisfeita (26 h/s); A carga horária semanal do

professor deve ser satisfeita; A carga horária semanal de uma disciplina deve ser satisfeita; Em cada horário não poderá ter mais que um professor na turma; Em cada horário o professor não poderá ministrar aulas para mais de uma turma; O professor não poderá ser alocado em um horário em que o mesmo não esteja disponível; Não ultrapassar o número máximo de aulas diárias de uma matéria. Na instância fictícia, a única restrição forte que difere da instância real diz respeito à carga semanal da turma que é 25 h/s. As restrições fracas para ambas as instâncias são propostas a seguir: Atender ao maior número possível de aulas geminadas, ou seja, aulas de uma mesma disciplina realizadas em dois horários consecutivos em um mesmo dia numa mesma turma.

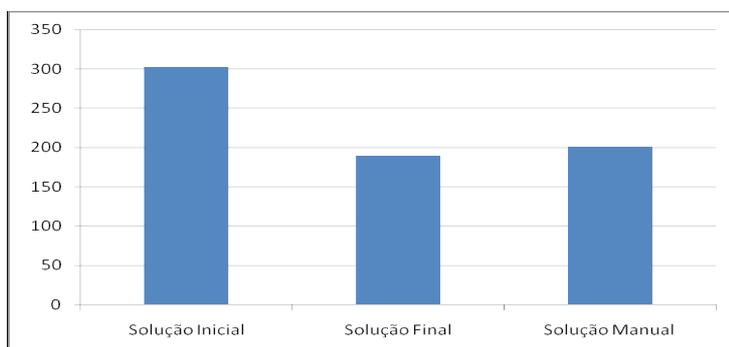
Nesse contexto surge a busca tabu, esses métodos procuram boas soluções a um custo computacional razoável. Busca Tabu é uma metaheurística baseada em busca local desenvolvida por Glover et al. (1989) para resolver problemas de otimização combinatória e tem sido aplicada com sucesso a uma variedade de problemas

Assim para a construção da função objetivo, que é uma função feita para avaliar uma solução s , tomou-se como base o uso de duas componentes, uma de inviabilidade $g(s)$, encarregada de medir as restrições que ocasionam inviabilidade da solução, e outra $h(s)$ encarregada de medir as restrições que mede o não atendimento das restrições fracas. Neste trabalho as restrições fracas contêm somente o não atendimento das aulas geminadas. Logo a função será $f(s) = g(s) - h(s)$.

A seguir são apresentados os resultados para a instância real, desde a solução inicial, manual até a solução final encontrada com o auxílio da busca tabu:



(a)



(b)

4.0. Discussão

Através da Figura 3(a), percebemos que há uma melhora significativa da solução inicial, em relação à solução final quanto às aulas inviáveis. Ao final da execução, foram encontradas quatro

Área: CV (X) CHSA () ECET ()

aulas inviáveis, que corresponderam a dois choques de horário. Como possuímos 30 horários que podem ser alocados e 26 horários para completar a carga horária semanal da turma, o construtor de horários, valendo-se de sua experiência poderá negociar com os dois professores com choque de horários, para a alocação nos quatro horários vagos. É importante ressaltar que na grade gerada manualmente não existiram inviabilidades, devido a negociações com os professores para a retirada da inviabilidade.

Na figura 3(b), observamos que a quantidade de aulas geminadas gerada na solução final se iguala praticamente ao gerado pela solução manual. Em relação à solução inicial, como possuímos duas restrições conflitantes, que são aulas geminadas e aulas que excedem o máximo permitido diário, é de se notar que haverá diminuição na quantidade de aulas geminadas ao final da execução do método. O tempo para a construção da grade manual foi em torno de três semanas. A execução deste método para esta instância foi realizada em 2000 iterações e o tempo computacional foi de 58 minutos. O tempo computacional para a instância paralela foi de 35 minutos. Como forma de avaliar o desempenho do paralelismo, foi usada uma das medidas mais utilizadas, que é o *speedup*. Essa métrica mede a relação entre o tempo seqüencial e paralelo é a relação entre o tempo de execução serial e o tempo de execução paralelo: $S = TS/TP$. Foram executadas 10 instâncias fictícias para o teste do tempo de execução do algoritmo seqüencial e paralelo. Quanto a instância real foram executadas 2 vezes para cada tipo de algoritmo. O *speedup* da instância fictícia foi 1,5517. Para a instância real foi 1,6571. Podemos assim perceber a melhora em relação ao algoritmo seqüencial. Nota-se que os algoritmos foram feitos e testados em uma máquina com o sistema operacional *Windows 7 Home Premium*, processador *Core 2 Duo*, 1.7 Ghz, 2 GB de RAM.

5.0. Conclusão

No presente trabalho foi possível perceber a complexidade de implementar um sistema de geração de grades escolares atendendo às restrições pedagógicas, operacionais e às preferências de cada professor. A utilização da metaheurística busca tabu paralela requer um relativo conhecimento do problema para que assim se possam ajustar os parâmetros de forma adequada. Para determiná-los foi necessária a execução de exaustivos testes computacionais.

6.0. Apoio: PIBIC/UFPI

7.0 Referências Bibliográficas

- GLOVER, F.; LAGUNA, M. *Tabu Search*, Kluwer Academic Publishers, 1997.
- GENDREAU, M.; POTVIN J.Y. *Metaheuristics in Combinatorial Optimization*. *Annals of Operation Research*. 140 189-213, 2005.
- PIRLOT, M. *General local search methods*. *European Journal of Operational Research*, 92 493-511. 1996.
- LEWIS, R.M.R. *Metaheuristics for University Course Timetabling*. Napier University. Thesis for the degree PHD. 2006.
- WERRA, D. *The combinatorics of timetabling*. *European Journal of Operational Research*, 96 504-513, 1997.
- BARNEY, B. M. *Introduction to parallel computing*. [s.l.]: LNLL, 2006.

Palavras Chave: Problema das Grades Horárias Escolares. Busca Tabu. Otimização Combinatória.