

Introdução

O Problema de Escalonamento de Profissionais possui diversas variações e aplicações em diferentes contextos. O objeto deste trabalho é o Physician Rostering Problem (Problema de Escalonamento de Médicos), que trata do escalonamento de médicos em determinados turnos de trabalho. Para esse problema, há uma grande dificuldade em elaborar escalas respeitando as preferências e necessidades da instituição e de seus colaboradores, bem como a legislação vigente. Atualmente, muitos hospitais elaboram suas escalas manualmente, o que é um processo lento, sujeito a erros e que pode não ser justo com os profissionais. A automatização da geração de escalas pode tratar dessas questões e ainda trazer outras vantagens como redução de custos e melhoria na qualidade dos serviços prestados. O objetivo principal deste trabalho é desenvolver uma solução heurística para uma versão específica do Problema de Escalonamento de Médicos, uma demanda do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA), cuja definição está sendo concluída pelo grupo de trabalho do INF responsável pela resolução do problema, e acompanhada por médicos com função administrativa no hospital.

Problema de Escalonamento de Médicos do Hospital de Clínicas de Porto Alegre

O problema consiste na atribuição de médicos em diferentes locais de trabalho, de modo a suprir a demanda em cada local, em todos os 3 turnos diários de trabalho, e a respeitar normas trabalhistas e regras da própria instituição. A modelagem do problema foi construída com as seguintes restrições:

Restrições fortes

- Um médico não pode ser alocado para um turno em que estiver indisponível.
- Um médico que trabalhar no turno da noite em um dia não pode trabalhar em um turno diurno no dia seguinte.
- Cada médico deve trabalhar no máximo em 1 turno em dias úteis.
- Cada médico deve trabalhar ou em nenhum, ou nos 2 turnos diurnos de cada dia dos finais de semana e de feriados.
- Cada médico só pode ser alocado em um determinado conjunto de locais.

Restrições fracas

- Devem ser respeitados os números mínimo e máximo de médicos em cada combinação de dias, turnos e locais.
- As preferências de folga dos médicos devem ser atendidas.
- Deve ser respeitado o número máximo de dias consecutivos trabalhados.
- Deve ser respeitado o número máximo de noites consecutivas trabalhadas.
- Um médico deve trabalhar ou em nenhum, ou nos 2 dias de cada final de semana.
- Deve ser respeitado o número máximo de dias trabalhados por cada médico ao longo de todo o escalonamento.
- Deve ser respeitado o número máximo de finais de semana trabalhados por cada médico ao longo de todo o escalonamento.

Validador de soluções

Antes da proposta de resolução do problema em si, foi desenvolvido um programa para verificar a viabilidade de soluções para o problema. Em termos gerais, o programa recebe uma instância do problema e uma possível solução para a mesma e testa a viabilidade dessa solução, isto é, se ela é factível ou não para aquela instância. Além de informar sobre a factibilidade da solução, o programa também retorna como saída o número de vezes em que cada restrição, forte ou fraca, foi violada, bem como o custo dessas violações. Também é feito um relatório com detalhes das violações, como informações sobre dia, médico, turno e local envolvidos.

Heurística Construtiva

Foi desenvolvida uma heurística construtiva que tem como objetivo a confecção de uma solução inicial que, posteriormente, pode servir de entrada para o método de busca a ser desenvolvido para resolução do problema. O algoritmo, basicamente, sorteia um médico para cada turno e testa se alguma restrição forte é violada. Caso seja, o médico não é alocado. São sorteados para cada combinação de dias, turnos e locais tantos médicos quantos forem necessários até que se atinja a demanda mínima exigida.

Pseudocódigo:

- Para cada dia
- Para cada turno
- Para cada local
- Enquanto não atingir demanda mínima
- Sorteia médico
- Se não infringe restrições fortes
- Aloca médico

Resultados

As instâncias utilizadas para teste foram criadas a partir de um gerador automático de instâncias, desenvolvido pelo grupo de pesquisa envolvido no projeto do Hospital. Abaixo constam as médias de tempo, de valor de solução e GAP (desvio em relação à solução ótima) das execuções do *solver* CPLEX e da heurística construtiva para 3 grupos dessas instâncias, cada grupo contendo 10 instâncias, com um número específico de médicos:

Nro. médicos	Solução ótima	CPLEX			Heurística Construtiva		
		Solução	Tempo limite (s)	GAP(%)	Solução	Tempo gasto (s)	GAP(%)
50	30.729	30.729	1.200	0,00	35.956	0,057	14,54
100	24.901	55.533	2.400	55,16	46.641	0,046	46,61
150	53.864	19.600.159	3.600	99,73	85.764	0,143	37,20

Análise dos resultados:

Pode-se perceber que o *solver* exato se sai muito bem com instâncias pequenas, mas à medida que elas ficam maiores, o número de possibilidades a serem testadas pelo *solver* aumenta rapidamente, tornando-se inviável a descoberta de uma solução razoável em um período curto de tempo. Nesses casos, a heurística construtiva pode ser uma boa alternativa, pois consegue encontrar soluções mais próximas da otimalidade, gastando apenas alguns milissegundos em sua execução. Sendo assim, é interessante usar essa solução inicial como entrada para um algoritmo heurístico de busca, de modo a encontrar, de maneira rápida, uma solução ainda mais próxima do valor ótimo.

Referências

- [1] E.K. Burke, P. De Causmaecker, G. Vanden Berghe, H. Van Landeghem **The State of the Art of Nurse Rostering**. *Journal of Scheduling*, 7 (6) (2004), pags. 441-499
- [2] E.K. Burke, P. De Causmaecker, S. Petrovic, G. Vanden Berghe **Variable neighborhood search for nurse rostering problems**. M.G.C. Resende, J.P. de Sousa (Eds.), *Metaheuristics: Computer Decision-Making*, Kluwer (2004), pags. 153-172
- [3] N. Mladenović, P. Hansen **Variable neighborhood search**. *Computers and Operations Research*, 24 (11) (1997), pags. 1097-1100

Considerações finais

- É interessante para o Hospital utilizar um algoritmo heurístico para resolver instâncias reais, já que um resolvidor comercial pode não ser uma solução financeiramente viável para o uso em larga escala em hospitais públicos.
- O uso de uma boa heurística construtiva é relevante para o funcionamento eficiente de um algoritmo de busca, uma vez que, partindo de uma solução sabidamente factível, o caminho até uma solução próxima à otimalidade fica mais curto, se compararmos com o uso de uma solução inicial completamente aleatória. Isso pode aumentar tanto a velocidade de execução como a qualidade da solução final.