

OTIMIZAÇÃO HEURÍSTICA

TRABALHO INDIVIDUAL 2

MAIO 2023

SIMÃO FONSECA 105251



Índice

Problema.....	3
Questão a) .	4
Questão b) .	5
Questão c)	6
Questão d)	7
Questão e)	8
Questão f).....	9
Questão g)	10
Questão h)	11

Problema

A companhia farmacêutica LusaMed detém os direitos sobre 10 projetos (P1, P2, P3, ..., P10) e pretende iniciá-los na tentativa de desenvolver novos medicamentos para o tratamento de dez tipos específicos de doenças.

Cada projeto necessita de um coordenador distinto para o liderar e cada coordenador só poderá liderar um só projeto. A LusaMed já selecionou dez cientistas seniores (C1, C2, ..., C10) e pretende saber como deve alocar os cientistas aos projetos. Para o efeito, a companhia elaborou uma tabela com a aptidão de cada cientista para liderar cada um dos projetos (medida na escala 0-100):

Cientistas	Projetos									
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
C1	70	65	55	50	90	67	80	62	100	85
C2	72	83	54	60	100	75	50	76	82	45
C3	71	87	66	58	74	81	48	52	100	64
C4	50	89	78	63	51	40	48	100	68	75
C5	100	66	83	77	54	58	93	89	53	48
C6	80	55	70	65	94	47	60	88	73	60
C7	87	63	90	79	47	77	90	76	85	90
C8	67	95	100	40	70	54	70	100	65	57
C9	90	45	88	48	65	68	8	46	71	67
C10	67	77	50	60	100	70	80	60	65	70

A LusaMed pretende determinar a alocação dos cientistas aos projetos que maximiza a aptidão total. Na tentativa de atingir este objetivo, a companhia irá definir e implementar um algoritmo de Pesquisa Tabu.

Questão a) - Descreva por palavras em que consiste uma solução admissível para o problema.

Uma solução admissível para o problema consiste em alocar cada cientista a um projeto específico, garantindo que cada projeto tenha um único coordenador e que cada cientista seja atribuído a apenas um projeto.

A solução admissível deve respeitar as seguintes restrições:

- 1- Todos os projetos devem ter um coordenador designado.
- 2- Cada cientista só pode ser alocado a um projeto.
- 3- Não pode haver mais de um cientista alocado ao mesmo projeto.
- 4- Cada projeto deve ter exatamente um coordenador.

Uma solução admissível deve satisfazer essas restrições e, ao mesmo tempo, maximizar a aptidão total. A aptidão total de uma solução é calculada somando as aptidões individuais de cada cientista atribuído ao seu respetivo projeto. Portanto, a solução admissível ótima será aquela em que a soma das aptidões individuais é máxima.

Solução admissível:

$$x_{ij} \begin{cases} 1 & \text{alocar o cientista } i \text{ ao projeto } j \\ 0 & \text{caso contrário} \end{cases}, \text{ com } i = 1, \dots, 10 \text{ e } j = 1, \dots, 10$$

$$y_{ij} = \text{aptidão do cientista } i \text{ para liderar o projeto } j$$

$$\text{Max} = \sum_{j=1}^{10} \sum_{i=1}^{10} x_{ij} \times y_{ij}$$

Questão b) - Defina uma heurística que lhe permita determinar uma solução admissível para o problema.

Uma heurística que poderá não ser ótima, mas permite determinar uma solução admissível é:

(considerando p – número de projetos e c – número de cientistas)

- 1- Escolher um projeto aleatoriamente.
- 2- Alocar o cientista com maior aptidão para o projeto escolhido. Se houver cientistas com o mesmo valor de aptidão e esse valor for o valor mais elevado, então escolher aleatoriamente entre os mesmos.
- 3- Voltar ao início e repetir o 1º passo para $p - 1$ projetos e o 2º passo para $c - 1$ cientistas. Ou seja, para os projetos restantes, alocar, dos cientistas restantes, aquele que tiver maior aptidão para o projeto selecionado.

Este processo termina quando já não existirem mais projetos e mais cientistas para alocar.

Esta heurística pode fornecer uma solução inicial admissível, mas não garante que seja uma solução ótima ou de alta qualidade. A aleatoriedade pode levar a alocações muito desequilibradas ou alocar cientistas menos qualificados para projetos mais importantes. Portanto, é recomendado combinar essa heurística com outros métodos de melhoria, como a busca local ou a otimização por algoritmos mais avançados, como a Pesquisa Tabu mencionada anteriormente, para refinar a solução e encontrar melhores resultados.

Questão c) - Tendo em conta a alínea b), determine uma solução admissível para o problema.

Uma solução admissível para o problema tendo em conta a heurística definida na alínea anterior poderia ser:

Projeto – Cientista – Aptidão

. P3 – C8 – 100

. P6 – C3 – 81

. P1 – C5 – 100

. P10 – C7 – 90

. P9 – C1 – 100

. P2 – C4 – 89

. P5 – C10 – 100

. P7 – C9 – 80

. P4 – C6 – 65

. P8 – C2 – 76

Aptidão total: 881

Nesta solução, cada cientista foi aleatoriamente alocado a um projeto disponível, garantindo que cada projeto tem um único coordenador. Com a mesma heurística poderiam ser obtidos diferentes resultados, mas este é um dos possíveis resultados.

Questão d) - Defina a estrutura de vizinhança de uma solução

Uma estrutura de vizinhança é uma descrição das soluções adjacentes que podem ser obtidas a partir da solução atual, através de movimentos ou alterações específicas aplicadas à solução. Cada solução vizinha difere da solução atual.

No contexto do problema de alocação de cientistas aos projetos, a estrutura de vizinhança poderia ser definida da seguinte maneira:

- **Vizinho 2-optimal:** Neste caso, uma solução vizinha é obtida através da troca de dois cientistas em projetos diferentes. Essa troca consiste em deslocar um cientista de um projeto e alocá-lo a outro projeto, enquanto o outro cientista é deslocado de seu projeto original e alocado ao projeto inicialmente ocupado pelo primeiro cientista. Esta troca entre dois cientistas garante a obtenção de uma nova solução viável.

Portanto, a operação 2-optimal envolve eliminar duas alocações de cientistas não consecutivas e inserir duas novas alocações que respeitem as restrições do problema.

De seguida seria necessário recalcular novamente a aptidão total, uma vez que, como os cientistas estão alocados em projetos diferentes, a aptidão vai ser diferente.

Questão e) - Tendo em conta a alínea d), determine uma solução vizinha da solução que apresentou na alínea c).

Solução vizinha:

Projeto – Cientista – Aptidão

- . P3 – C8 – 100**
- . P6 – C6 (troca com C3) – 47**
- . P1 – C5 – 100**
- . P10 – C7 – 90**
- . P9 – C1 – 100**
- . P2 – C4 – 89**
- . P5 – C10 – 100**
- . P7 – C9 – 80**
- . P4 – C3 (troca com C6) – 58**
- . P8 – C2 – 76**

Aptidão total: 840

Nesta solução vizinha, os cientistas C6 e C3 foram trocados de projetos. Agora, o cientista C6 está alocado ao projeto P6 e o cientista C3 está alocado ao projeto P4. Esta troca respeita as restrições de cada cientista liderar apenas um projeto e cada projeto ter apenas um coordenador.

Comparando com a aptidão total anteriormente obtida, podemos concluir que a solução a escolher seria a solução anterior apresentada na questão c), uma vez que a aptidão total é superior à apresentada na solução vizinha.

Questão f) - Tendo em conta as opções tomadas para responder às alíneas anteriores, defina a Lista Tabu.

A Lista Tabu pode ser definida de duas maneiras considerando os movimentos de troca de cientistas entre projetos:

- 1 – Adicionar à Lista Tabu os projetos e os cientistas que foram alterados ou removidos:

Nessa abordagem, a Lista Tabu guarda os projetos e os cientistas antes da alteração realizada na solução atual. Estes movimentos específicos são marcados como tabu e não podem ser repetidos nas iterações seguintes.

- 2 – Adicionar à Lista Tabu os projetos e os novos cientistas que foram alterados ou inseridos na nova solução vizinha:

Nesta abordagem, a Lista Tabu guarda os projetos e os novos cientistas que foram introduzidos durante o movimento realizado na solução. Esses movimentos específicos são tabuados e não podem ser repetidos posteriormente.

Ambas as abordagens são válidas e podem ser utilizadas na implementação do algoritmo de Pesquisa Tabu. A escolha da solução depende das preferências e dos objetivos específicos do problema em questão.

Questão g) – Assumindo que a solução vizinha apresentada na alínea e) passaria a ser a nova solução atual, indique como deveria ser atualizada a Lista Tabu.

Se escolhermos o método 1 da alínea anterior, em cada iteração, adicionamos à Lista Tabu os projetos que foram escolhidos para serem alterados e os cientistas antes dessa mesma troca que irá dar origem à solução vizinha.

A Lista Tabu ficaria assim:

1	(4,6) ; (6,3)
2	

Questão h) — Tendo em conta as opções tomadas para responder às alíneas anteriores, defina os movimentos Tabu.

Os movimentos Tabu são os movimentos que têm características registadas na Lista Tabu, para prevenir que ocorram repetições de soluções anteriores. Ou seja, impedir que ocorra uma troca de cientistas que já tenha ocorrido.

Neste caso e utilizando o método 1, um movimento pode ser caracterizado como Tabu se implicar a escolha aleatória de projetos para realizar uma troca de cientistas que pertença à Lista Tabu. Aplicado ao problema e utilizando a Lista Tabu da questão g), se uma nova solução vizinha implicar a troca entre os projetos 4 e 6, sendo que na solução da questão e) fica (4,3) ; (6,6), então a nova solução seria (4,6) ; (6,3), que é a solução da Lista Tabu atualizada após a solução vizinha da questão e).