

## **Enunciado do Trabalho Prático**

Este trabalho prático tem os seguintes objetivos:

- Estudar o funcionamento de uma API REST.
- Criar uma aplicação servidor capaz de correr serviços web com as funcionalidades seguintes.
- Criar uma aplicação cliente que faça uso da API de serviços definida e apresente uma interface ao utilizador.
- Disponibilizar um serviço web que suporte a gestão de um plano de produção.
- Disponibilizar a funcionalidade de uma biblioteca nativa através de um serviço web.

Esta solução deverá consistir na aplicação servidor, que vai oferecer um conjunto de serviços web a clientes genéricos. Adicionalmente, deve ser apresentada uma aplicação cliente que faz o acesso a estes serviços. Será valorizada a criação de serviços web que suportem o acesso por um cliente genérico (por exemplo browser). A API dos serviços deve ser documentada no relatório e o código fonte que a implementa devidamente descrito e explicado. O grupo pode escolher a linguagem e bibliotecas para implementar estes serviços.

O trabalho deverá ser realizado em grupos de 3 elementos. O grupo deverá entregar ao docente um relatório detalhado contendo a descrição de todo o trabalho desenvolvido para realizar as tarefas propostas. Não é necessária a inclusão de textos descritivos de conhecimentos gerais de redes ou de programação, mas é valorizada toda a informação relevante e pertinente que foi usada para executar o trabalho, assim como a justificação das opções tomadas.

O grupo deverá entregar o relatório em formato PDF, assim como os ficheiros de código fonte, num ficheiro comprimido **ZIP**.

### **Descrição do Problema de Gestão de Plano de Produção**

Considere o problema de *Job-Shop*, que é a alocação de recursos para a concretização de um trabalho<sup>1</sup>. No problema de *Job-Shop* existem várias máquinas que conseguem realizar operações. Para se produzir um trabalho (*job*) é necessário realizar um conjunto de operações, por sequência, em várias máquinas. Como as máquinas não conseguem realizar todas as operações, cada trabalho é uma sequência de operações, em que cada operação tem de ser feita numa máquina específica.

Adicionalmente, porque cada trabalho é distinto dos restantes, a sequência de máquinas de cada trabalho pode não ser a mesma dos restantes trabalhos, i.e., cada trabalho tem a sua própria sequência de máquinas. Contudo, a ordem das máquinas para cada trabalho tem de ser

---

<sup>1</sup> Ver: [https://developers.google.com/optimization/scheduling/job\\_shop](https://developers.google.com/optimization/scheduling/job_shop)

respeitada, i.e., uma operação de um trabalho que deve ser executada numa máquina específica só pode começar quando a operação anterior desse mesmo trabalho já terminou; assim como a operação seguinte do trabalho só pode começar depois da operação actual terminar.

Finalmente, realizar uma operação numa máquina demora tempo. Cada operação de cada trabalho demora um tempo específico, que pode ser distinto para cada operação. Uma máquina só consegue fazer uma operação de cada vez, assim, quando começa uma operação, só fica livre para novas operações após esta terminar.

O objectivo da gestão do plano de produção é produzir uma lista de operações, cada uma para ser realizada numa máquina num determinado instante.

## I. Serviço de Gestão de Simulações (2 vals)

Desenvolva uma API de serviços para a gestão de simulações. Uma simulação consiste num plano de produção que serve para controlar máquinas de modo a produzirem uma lista de produtos.

O serviço deve ser capaz de realizar as seguintes tarefas:

- Criar uma nova simulação, com os parâmetros de número de máquinas, número de trabalhos e número de operações.
- Listar as simulações criadas,
- Remover uma simulação.

## II. Serviço de Tabela de Produção (6 vals)

Desenvolva uma API de serviços para a tabela de produção de uma simulação. Cada simulação é definida por um conjunto de máquinas, conjunto de trabalhos com as suas operações, e finalmente por uma tabela de produção que indica para cada operação de cada trabalho qual a máquina que a consegue realizar e o tempo que demora a ser feita.

A tabela seguinte apresenta um exemplo deste problema apresentado na página web da aplicação OR-Tools da Google<sup>2</sup>. Os valores na tabela representam o par (<máquina, tempo duração>), para um caso com 3 trabalhos (jobs), 3 operações, e 3 máquinas.

Jobs	Operation1	Operation2	Operation3
job0	(M0, 3)	(M1, 2)	(M2, 2)
job1	(M0, 2)	(M2, 1)	(M1, 4)
job2	(M1, 4)	(M2, 3)	-

---

<sup>2</sup> Ver: [https://developers.google.com/optimization/scheduling/job\\_shop](https://developers.google.com/optimization/scheduling/job_shop)

O serviço deve ser capaz de realizar as seguintes tarefas para uma simulação escolhida:

- Construir a tabela que indica para cada operação de cada trabalho a máquina e a duração da operação. Esta tabela deve poder ser criada através de uma função que insere para uma operação específica de um trabalho, a sua máquina e o seu tempo.
- Indicar o término da construção da tabela, onde se recebe como resposta:
  - Sucesso, caso todas as operações tenham sido preenchidas;
  - Erro, caso alguma operação esteja com informação em falta (e a indicação de qual está em falta).
  - Após o término, apenas se pode alterar o valor de cada operação, mas não introduzir novos valores.
- Consultar a tabela, através de uma consulta individual para cada operação de cada trabalho, com o retorno da máquina e duração.
  - Caso a operação não esteja ainda introduzida, indicar erro.
- Fazer download de um ficheiro de texto que representa em formato textual a tabela anterior.
  - Cada linha representa um trabalho,
  - Em cada linha existe uma sequência de pares de números,
  - Cada par representa a máquina e o tempo de execução, para cada operação do trabalho.

### III. Serviço de Plano de Produção (6 vals)

Desenvolva uma API de serviços para a definição de um plano de produção. Um plano de produção é uma lista que atribui para cada operação de cada trabalho um tempo de início.

A atribuição de um tempo de início está sujeita a duas restrições deste problema:

- 1) As operações de cada trabalho têm de ser realizadas por ordem. A segunda operação de um trabalho só pode começar depois da primeira operação do mesmo trabalho estar concluída, e assim sucessivamente para todas as operações seguintes do mesmo trabalho;
- 2) uma máquina só consegue executar uma operação de cada vez, pelo que havendo duas operações para a mesma máquina, uma só pode começar depois da outra ter terminado.

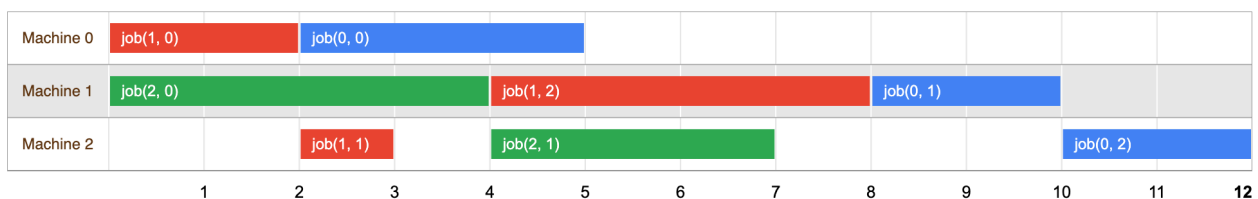
Este serviço deve ser capaz de realizar as seguintes tarefas para uma simulação com tabela de produção definida:

- Atribuir um tempo de início, indicado manualmente pelo utilizador, para uma operação de um trabalho.
  - Indicar com uma resposta de erro caso surja alguma das seguintes situações:
  - Tempo de início da operação escolhida começa antes da operação anterior desse mesmo trabalho terminar;

- Tempo de início da operação escolhida começa numa máquina que ainda está ocupada a concluir outra operação (de qualquer outro trabalho), i.e., a máquina não está livre.
- Terminar a introdução de tempos de início manual, validando se todas as operações têm um tempo de início atribuído.
- Indicar o tempo de conclusão da operação que termina em último lugar.
- Fazer download de um ficheiro textual com a informação do plano de produção:
  - Cada linha representa uma operação,
  - Para cada operação, mostrar o número de trabalho (job), número de operação, máquina, tempo de início, duração, tempo de fim.

A tabela seguinte mostra o resultado do escalonamento, em que cada operação de cada job/trabalho tem um tempo de início. Esta lista pode ser agrupada por máquina (cf. imagem do sítio Google<sup>3</sup>).

Jobs	Operation1	Operation2	Operation3
job0	2	8	10
job1	0	2	4
job2	0	4	-



#### IV. Serviço de Plano de Produção Automatizado (3 valores)

Desenvolva uma API de serviços para a definição de um plano de produção automatizado. Novamente, o sítio da Google atrás referido, apresenta um exemplo de codificação para usar a biblioteca OR-Tools, para que esta ferramenta gere automaticamente uma solução de plano de produção, i.e., o tempo de início para cada operação, de modo a cumprir com as restrições anteriores.

Este serviço deve ser capaz de realizar as seguintes tarefas para uma simulação com tabela de produção definida:

- Atribuir um tempo de início, indicado automaticamente pela ferramenta, para todas as operações.
- Indicar o tempo de conclusão da operação que termina em último lugar.
- Fazer download de um ficheiro textual com a informação do plano de produção:
  - Cada linha representa uma operação,

<sup>3</sup> Ver: [https://developers.google.com/optimization/scheduling/job\\_shop](https://developers.google.com/optimization/scheduling/job_shop)

- Para cada operação, mostrar o número de trabalho (job), número de operação, máquina, tempo de início, duração, tempo de fim.

## **V. Serviço de Gestão de Utilizadores (4 Valores)**

Desenvolva uma API de serviços para a gestão dos utilizadores deste sistema. Esta gestão será feita pelo utilizador administrador, que será o único com acesso a estas configurações. As funcionalidades são as seguintes:

- Criar utilizadores, atribuindo uma palavra-chave individual.
- Permitir alterar a palavra-chave de um utilizador.
- Remover um utilizador, isto é, remover todas as informações guardadas no servidor para esse utilizador.

Será valorizada a utilização de bibliotecas específicas para gestão de utilizadores de modo a obter uma maior segurança na autenticação dos utilizadores.