

# Trabalho Prático

## Simulador para Internet das Coisas em contexto habitacional

**NOTA:** Antes de começar o trabalho leia o enunciado até ao fim!

### 1 Introdução

Com o aparecimento da Internet das Coisas (*Internet of Things* em inglês), tornou-se atrativo instalar sensores nas várias divisões de uma habitação de forma a coletar, medir e atuar sobre diferentes aspetos. Por exemplo, é possível ligar e desligar luzes em divisões não ocupadas, variar o aquecimento, detetar intrusões, etc. Para suportar estes casos de uso é necessário um sistema capaz de receber informação de vários sensores em simultâneo, para depois a armazenar e processar.

O trabalho a desenvolver deve simular um ambiente simplificado de Internet das Coisas onde vários sensores enviam informação (leitura) para um ponto centralizado, que por sua vez armazena estes dados, gera estatísticas e despoleta alertas quando certas condições são atingidas. De seguida são descritos os detalhes do sistema simplificado a simular neste trabalho.

### 2 Descrição do sistema de simulação

Nesta secção serão descritos os componentes do sistema, as suas funcionalidades e a forma como comunicam entre si.

#### 2.1 Estrutura do sistema

A estrutura do sistema é apresentada na Figura 1.

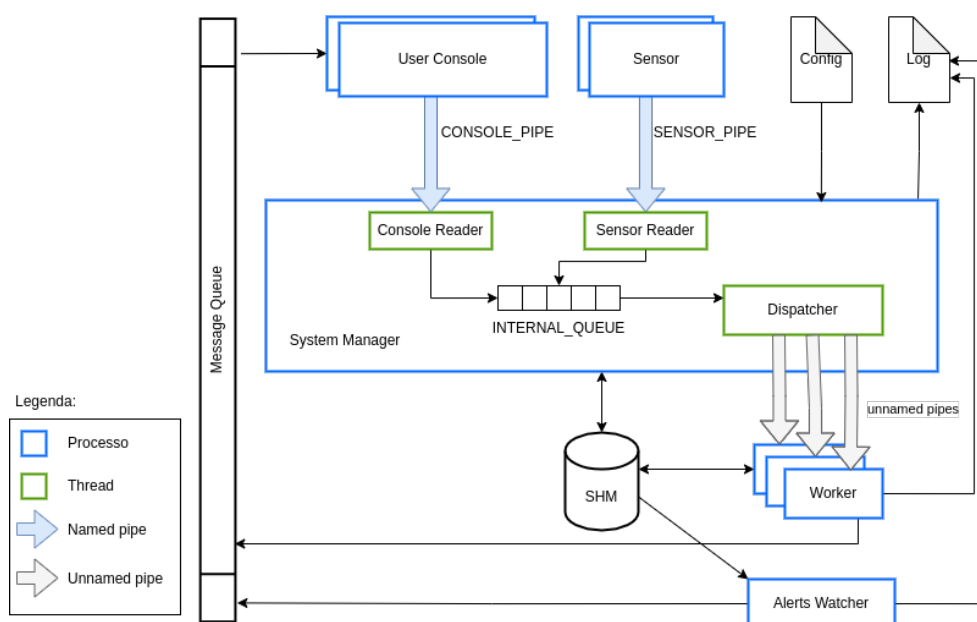


Figura 1. Visão geral do simulador a desenvolver.

Tal como é representado na Figura 1, o sistema é baseado em vários processos e *threads* que se descrevem a seguir:

- **Sensor** - Processo que periodicamente gera dados e os envia por um *named pipe* ao **System Manager**. Podem existir vários destes processos.
- **User Console** - Processo que interage com o utilizador e que comunica por *named pipe* com o **System Manager** para enviar comandos. Efetua operações de gestão do sistema, consulta estatísticas e outras informações, e recebe alertas em tempo real. A informação é recebida através da *Message Queue*. Podem existir vários destes processos.
- **System Manager** - Processo responsável por iniciar o sistema, ler o ficheiro de configuração, criar os processos **Worker** e o processo **Alerts Watcher**.
- **Worker** - Processo responsável por satisfazer os pedidos recebidos dos processos **Sensor** e **User Console**. Podem existir vários destes processos.
- **Alerts Watcher** - Processo responsável por verificar se os valores dos sensores estão fora dos limites e por enviar um alerta aos processos **User Console** respetivos através da *Message Queue* (apenas envia aos que colocaram o alerta).
- **Console Reader** - *Thread* que lê os comandos das **User Consoles** enviados através do *named pipe* **CONSOLE\_PIPE**.
- **Sensor Reader** - *Thread* que lê os dados dos processos **Sensor** enviados através do *named pipe* **SENSOR\_PIPE**.
- **Dispatcher** - *Thread* que pega nos pedidos que estão armazenados na fila **INTERNAL\_QUEUE** e envia-os através de *unnamed pipes* para um **Worker** que esteja disponível.

E também por vários IPCs:

- **Named Pipe SENSOR\_PIPE** - Permite que os processos **Sensor** enviem dados ao processo **System Manager**.
- **Named Pipe CONSOLE\_PIPE** - Usado para enviar comandos efetuados pelo **User Console**.
- **SHM** - Zona de memória partilhada acedida pelos processos **System Manager**, **Worker** e **Alerts Watcher**.
- **Unnamed pipes** - Permitem a comunicação entre o processo **System Manager** e cada um dos processos **Worker**.
- **Message Queue** (Fila de Mensagens) - Permite o envio das mensagens de alerta a partir do **Alerts Watcher** para os **User Consoles**, e o envio das respostas aos pedidos dos **User Consoles**.

Dentro do processo **System Manager** existe também uma estrutura de dados de tamanho fixo que armazena os dados ou comandos que têm de ser processados pelos **Workers** - **INTERNAL\_QUEUE**.

Existirá também um ficheiro de **log** onde serão escritas todas as informações para análise posterior. Todas as informações escritas para o **log** também devem aparecer no ecrã.

## 2.2 Descrição dos componentes e das funcionalidades

De seguida são apresentadas com detalhe as características e funcionalidades dos diversos componentes.

### **Sensor**

Processo que envia dados para o sistema em intervalos regulares. Podemos ter um ou mais processos destes a correr em simultâneo, cada um com os seus parâmetros. Cada processo escreverá os dados no *named pipe* **SENSOR\_PIPE**.

O identificador único do sensor, a chave referente aos dados que vão ser enviados, o valor mínimo e máximo a ser enviado, e o intervalo entre cada envio, são fornecidos por parâmetro de linha no arranque do programa.

Sintaxe do comando:

```
$ sensor {identificador do sensor} {intervalo entre envios em segundos (>=0)} {chave} {valor inteiro mínimo a ser enviado} {valor inteiro máximo a ser enviado}
```

Exemplo de uso:

```
$ sensor SENS1 3 HOUSETEMP 10 100
```

Informação a enviar para o *named pipe*:

ID sensor#Chave#Valor

Exemplo:

SENS1#HOUSETEMP#20

O identificador de um sensor é um código alfanumérico com um tamanho mínimo de 3 caracteres e tamanho máximo de 32 caracteres. A chave é uma *string* com tamanho entre 3 e 32 caracteres (inclusive) formada por uma combinação de dígitos, caracteres alfabéticos e *underscore* (`_`), que serve para identificar qual o tipo de informação que está a ser enviada. Esta chave vai ser usada para agrupar os dados na memória partilhada.

Se receber o sinal SIGTSTP, o processo deve apresentar no terminal o número de mensagens que enviou desde o seu início.

O processo termina ao receber um sinal SIGINT, ou em caso de erro. Um erro pode acontecer se algum parâmetro estiver errado ou ao tentar escrever para o *named pipe* e a escrita falhar, casos em que deverá escrever a mensagem de erro no ecrã. Sempre que termina, o processo deve limpar todos os recursos.

### **User Console**

Processo que disponibiliza um menu interativo ao utilizador e que permite enviar comandos de gestão e consulta de dados para o sistema, apresentando o resultado dos mesmos. Para além disso, é capaz de receber e apresentar no ecrã qualquer alerta que receba em tempo real.

Sintaxe do comando a executar na linha de comando:

```
$ user_console {identificador da consola}
```

O parâmetro *identificador da consola* tem de ser um valor inteiro superior a 0.

Este processo deve disponibilizar um menu onde o utilizador pode escrever os seguintes comandos:

- `exit` - Sai do **User Console**
- `stats` - Apresenta estatísticas referentes aos dados enviados pelos sensores, incluindo os valores máximo e mínimo obtidos até esse momento.
- `reset` - Limpa todas as estatísticas calculadas até ao momento pelo sistema (relativa a todos os sensores, criados por qualquer **User Console**)
- `sensors` - Lista todos os **Sensors** que enviaram dados ao sistema
- `add_alert [id] [chave] [min] [max]` - Adiciona uma nova regra de alerta ao sistema
- `remove_alert [id]` - Remove uma regra de alerta do sistema
- `list_alerts` - Lista todas as regras de alerta que existem no sistema

O *id* de um alerta é um código alfanumérico com um tamanho mínimo de 3 caracteres e máximo de 32 caracteres. Os campos *min* e *max* são números inteiros e correspondem ao intervalo de valores aceitável para a chave. Todos os valores menores que o mínimo ou maiores que o máximo geram alertas. Existe um limite máximo do número de alertas que podem estar ativos no sistema (este limite é definido no ficheiro de configuração). Sempre que houver uma tentativa de adicionar um novo alerta quando o limite já foi atingido, o comando deve falhar com erro. O comando de adicionar um alerta deve também falhar se o *id* do novo alerta for igual ao *id* de um alerta que já existe.

Exemplo de uma sequência de uso dos comandos:

```
> stats
Key   Last   Min   Max   Avg   Count
ROOM1_TEMP 15 10 30 14 123
ROOM1_CO2 120 100 300 150 10
> sensors
ID
ROOM1S1
ROOM1S2
> add_alert AL1 ROOM1_TEMP 10 25
OK
> reset
OK
> stats
Key   Last   Min   Max   Avg   Count
> sensors
ID
> list_alerts
ID   Key MIN MAX
AL1  ROOM1_TEMP 10 25
> remove_alert AL1
OK
> list_alerts
ID   Key MIN MAX
```

Todos estes comandos (exceto o `exit`) devem ser enviados para o **System Manager** através do **CONSOLE\_PIPE**.

A resposta aos comandos (exceto o `exit`) devem ser devolvidos à respetiva **User Console** pelo **Worker** que processou o pedido e através da fila de mensagens. As notificações dos alertas que ocorreram também devem ser transmitidas pela fila de mensagens, para todos os processos **User Console** ativos, e a mensagem que dá conta do alerta deve ser impressa no terminal imediatamente após ser recebida (mesmo que o utilizador esteja a executar um comando).

Ao receber o sinal `SIGINT` ou o comando `exit`, o processo deve limpar todos os recursos e terminar. O processo deve terminar (limpando os recursos) se ao tentar escrever para o *named pipe* a escrita falhar porque este já não existe.

### **System Manager**

Este processo lê as configurações iniciais e arranca todo o sistema. Em concreto tem as seguintes funcionalidades:

- Lê e valida as informações no ficheiro de configurações - **Config File** (neste enunciado é fornecido um exemplo deste ficheiro)
- Cria os *named pipes* **SENSOR\_PIPE** e **CONSOLE\_PIPE**
- Cria os processos **Worker**
- Cria os *unnamed pipes* para cada **Worker**
- Cria o processo **Alerts Watcher**
- Cria as *threads* **Sensor Reader** e **Console Reader**
- Cria a *thread* **Dispatcher**
- Cria a fila de mensagens
- Cria a estrutura de dados **INTERNAL\_QUEUE**
- Cria a memória partilhada; a utilização da memória partilhada deve ser otimizada e não gastar espaço desnecessário. A memória partilhada deve, pelo menos, conter informação sobre os sensores, os dados que são recebidos dos sensores e informação sobre as regras para geração de alertas.
- Captura o sinal `SIGINT` para terminar o programa.

Sintaxe do comando a executar na linha de comando:

```
$ home_iot {ficheiro de configuração}
```

### **Sensor Reader**

*Thread* responsável por gerir a receção de dados dos sensores e de os colocar numa estrutura de dados (fila **INTERNAL\_QUEUE**) para serem processados pela *thread* **Dispatcher**.

Quando uma nova mensagem chega através do *named pipe* **SENSOR\_PIPE**, a informação (ou seja, o ID do sensor, chave e valor) é colocado na fila **INTERNAL\_QUEUE**. Esta fila tem um tamanho máximo de `QUEUE_SZ` (este parâmetro é fornecido pelo ficheiro de configurações). Se a fila já estiver cheia, o pedido é eliminado e essa informação é escrita no ecrã e no ficheiro de **log**.

### **Console Reader**

*Thread* responsável por gerir a receção de comandos das **User Consoles** e de os colocar numa estrutura de dados (fila **INTERNAL\_QUEUE**) para serem processados pela *thread* **Dispatcher**.

Quando uma nova mensagem chega através do *named pipe* **CONSOLE\_PIPE**, a informação (ou seja, o ID da consola, o comando e os seus argumentos) é colocada na fila **INTERNAL\_QUEUE**. Esta é a mesma fila utilizada para armazenar as mensagens dos sensores. Se a fila estiver cheia então a *thread* deve bloquear até haver espaço livre na fila para acomodar a nova entrada.

### **Dispatcher**

*Thread* responsável por pegar nas entradas que estão na fila e de as enviar para um **Worker** que esteja livre (não ocupado). Caso não existam **Workers** disponíveis, a *thread Dispatcher* aguarda (sem *busy wait*) até um **Worker** ficar disponível.

As mensagens enviadas pelos processos **Sensor** têm menor prioridade do que as mensagens dos **User Console**. Isto quer dizer que o **Dispatcher** deve dar prioridade às mensagens dos **User Console** e enviá-las primeiro para serem processadas pelos processos **Worker**.

A comunicação entre o **Dispatcher** e o **Worker** é feita através do *unnamed pipe* que é criado para cada **Worker**. Quando uma entrada é enviada para um **Worker**, esta deve ser removida da fila e o **Worker** deve passar a estar num estado ocupado (para que o **Dispatcher** não lhe envie outra mensagem enquanto esta não tiver sido processada).

### **Worker**

Processo que recebe mensagens através do seu *unnamed pipe* e as processa. Quando o **Worker** terminar de processar o pedido, deve colocar o seu estado como livre.

As mensagens recebidas pelo *unnamed pipe* podem ser de dois tipos: 1) dados que foram enviados pelos sensores; ou 2) comandos enviados pelas consolas. O **Worker** deve ser capaz de processar e satisfazer ambos os tipos de mensagens.

Se receber dados dos sensores, deve aceder à memória partilhada, obter a informação existente para aquela chave (se existir) e atualizar a informação. Os dados provenientes dos sensores a serem armazenados para cada chave são: último valor recebido (inteiro), valor mínimo recebido (inteiro), valor máximo recebido (inteiro), média dos valores recebidos (vírgula flutuante de precisão dupla, ou seja, *double*), e total de vezes que a chave foi atualizada. Existe um limite para o nº de chaves que podem ser armazenadas no sistema (definido no ficheiro de configuração). Se este limite tiver sido atingido, então a operação deve ser descartada e uma mensagem a indicar que tal aconteceu deve ser impressa no *log*.

Para além disso, após receber dados de um sensor, é necessário incluir esse sensor na lista de sensores que já comunicaram com o sistema. Esta lista tem um tamanho limitado (definido no ficheiro de configuração), pelo que se a lista já tiver atingido o seu limite, a operação de adicionar um novo sensor à lista deve ser descartada e uma mensagem a indicar que tal aconteceu deve ser impressa no *log*.

Se receber um comando da consola que implique apenas a leitura de dados (ou seja, um dos `stats`, `sensors`, `list_alerts`), deve aceder à memória partilhada para ler os dados pedidos e devolvê-los de volta à respetiva consola através da fila de mensagens. Se for um comando que implique alterações (ou seja, `reset`, `add_alert`, `remove_alert`), deve fazer

essas alterações e depois devolver uma mensagem de sucesso (OK) ou erro (ERROR) à consola, através da fila de mensagens.

### **Alerts Watcher**

Deve ser possível enviar notificações de alertas para **os processos User Console** em tempo real. Para isso é necessário que na memória partilhada estejam os valores a serem verificados. Quando os valores saírem do intervalo especificado, então o **Alerts Watcher** deve enviar um alerta para os **processos User Console** através da fila de mensagem. **Apenas os processos User Console que tiverem colocado o alerta, o devem receber.** Sempre que isto ocorra durante a execução da simulação, deve ser gerada uma mensagem indicando que determinado alerta foi despoletado. **Esta notificação também deve ser escrita no log.**

### **Para todos os processos do simulador**

Todos os processos **com acesso à memória partilhada têm de a manter atualizada**, usando os mecanismos necessários para que não seja possível a existência de corrupção de dados.

### **Fim controlado do simulador de Internet das Coisas**

O sistema que controla a recolha de dados dos sensores tem de terminar de forma controlada. Ao receber um SIGINT através do **System Manager** o sistema segue as seguintes etapas:

- Escreve no log que o programa vai acabar.
- As **threads Dispatcher, Sensor Reader e Console Reader** param de funcionar, deixando assim o sistema de receber dados dos processos **Sensor** ou **User Console**.
- Aguarda que todas as tarefas (processamento de dados ou comandos) que estejam a executar nos **Workers** terminem.
- Escreve no **log** as tarefas que estão na fila **INTERNAL\_QUEUE** e que não chegaram a ser executadas.
- Após as tarefas terminarem, remove todos os recursos utilizados pelo sistema (inclui todos os recursos utilizados, com exceção dos processos **Sensors** e **User Console**).

### **Ficheiro de Configurações**

O ficheiro de configurações deverá seguir a seguinte estrutura:

```
QUEUE_SZ - número de slots na fila INTERNAL_QUEUE, que é usada pelo Dispatcher,
Sensor Reader e Console Reader (>=1)
N_WORKERS - número de processos Worker a serem lançados (>=1)
MAX_KEYS - número máximo de chaves que podem ser armazenadas na memória partilhada
(>=1)
MAX_SENSORS - número máximo de sensores diferentes que podem ser usados (>=1)
MAX_ALERTS - número máximo de alertas que podem estar registados (>=0)
```

Exemplo do ficheiro de configurações:

```
10
5
300
10
50
```

### **Log da aplicação**

Todo o *output* da aplicação deve ser escrito de forma legível num ficheiro de texto "log.txt". Cada escrita neste ficheiro deve ser sempre precedida pela escrita da mesma informação na consola, de modo a poder ser facilmente visualizada enquanto decorre a simulação.

Deverá pôr no **log** todos os eventos relevantes acompanhados da sua data e hora, incluindo:

- Início e fim do programa;
- Criação de cada um dos processos
- Erros ocorridos
- Mudança de estado de cada *Worker*
- Alertas enviados pelo *Alert Watcher*
- Sinais recebidos

Exemplo do ficheiro de *log*:

```
18:00:05 HOME_IOT SIMULATOR STARTING
18:00:06 THREAD SENSOR_READER CREATED
18:00:06 THREAD CONSOLE_READER CREATED
18:00:06 THREAD DISPATCHER CREATED
18:00:06 PROCESS ALERTS_WATCHER CREATED
(...)
18:00:23 WORKER 1 READY
18:00:23 WORKER 2 READY
(...)
18:00:10 WRONG COMMAND => SENS1#CHAVE 1#
(...)
18:02:00 SIGNAL SIGTSTP RECEIVED
(...)
18:04:00 DISPATCHER: ROOM1_TEMP DATA (FROM ROOM1T1 SENSOR) SENT FOR PROCESSING ON WORKER 1
18:05:00 DISPATCHER: ADD ALERT AL1 (ROOM1_TEMP 10 TO 20) SENT FOR PROCESSING ON WORKER 2

(...)
18:04:30 WORKER1: ROOM1_TEMP DATA PROCESSING COMPLETED
18:05:30 WORKER2: ADD ALERT AL1 (ROOM1_TEMP 10 TO 20) PROCESSING COMPLETED

(...)
18:06:00 ALERT AL1 (ROOM1_TEMP 10 TO 20) TRIGGERED

(...)
18:05:50 SIGNAL SIGINT RECEIVED
18:06:00 HOME_IOT SIMULATOR WAITING FOR LAST TASKS TO FINISH
18:06:10 HOME_IOT SIMULATOR CLOSING
```



### 3 Checklist

Esta lista serve apenas como indicadora das tarefas a realizar e assinala as componentes que serão objeto de avaliação na defesa intermédia. Tarefas com “(preliminar)” não precisam de estar completas na defesa intermédia.

Item	Tarefa	Avaliado na defesa intermédia?
<i>User Console</i>	Criação do processo User Console	S
	Leitura correta dos parâmetros da linha de comando e de comandos do utilizador	S
	Geração e escrita das tarefas no <i>named pipe</i> CONSOLE_PIPE	
<i>Sensor</i>	Criação do processo Sensor	S
	Leitura correta dos parâmetros da linha de comando	S
	Geração e escrita das tarefas no <i>named pipe</i> CONSOLE_PIPE	
<i>System Manager</i>	Arranque do sistema, leitura do ficheiro de configurações, validação dos dados do ficheiro e aplicação das configurações lidas.	S
	Criação da memória partilhada	S
	Criação dos <i>named pipes</i> SENSOR_PIPE e CONSOLE_PIPE	
	Criação dos processos <i>Worker</i>	S
	Criação do processo <i>Alerts Watcher</i>	S
	Criação das <i>threads</i>	S
	Criação da fila de mensagens	
	Capturar o sinal SIGINT, terminar a corrida e liberta os recursos	
<i>Alerts Watcher</i>	Gerir alertas	
	Envio de alerta para os <i>User Console</i> através da fila de mensagens	
<i>Worker</i>	Ler trabalhos do unnamed pipe	
	Executar as tarefas	
<i>Ficheiro log</i>	Envio sincronizado do <i>output</i> para ficheiro de <i>log</i> e ecrã.	S
Geral	Criar um <i>makefile</i>	S
	Diagrama com a arquitetura e mecanismos de sincronização	S (preliminar)
	Suporte de concorrência no tratamento de pedidos	
	Deteção e tratamento de erros.	
	Atualização da shm por todos os processos e <i>threads</i> que necessitem	
	Sincronização com mecanismos adequados (semáforos, <i>mutexes</i> ou variáveis de condição)	S (preliminar)
	Prevenção de interrupções indesejadas por sinais não especificados no enunciado; fornecer a resposta adequada aos vários sinais especificados no enunciado	
	Após receção de SIGINT, terminação controlada de todos os processos e <i>threads</i> , e libertação de todos os recursos.	

#### 4 Notas importantes

- **Não será tolerado plágio, cópia de partes de código entre grupos ou qualquer outro tipo de fraude.** Tentativas neste sentido resultarão na **classificação de ZERO valores** e na consequente **reprovação na cadeira**. Dependendo da gravidade poderão ainda levar a processos disciplinares.
- Todos os trabalhos serão escrutinados para deteção de cópias de código.
- Para evitar cópias, os alunos não podem colocar código em repositórios de acesso público.
- Leia atentamente este enunciado e esclareça dúvidas com os docentes.
- Em vez de começar a programar de imediato pense com tempo no problema e estruture adequadamente a sua solução. Soluções mais eficientes e que usem menos recursos serão valorizadas.
- Inclua na sua solução o código necessário à deteção e correção de erros.
- Evite esperas ativas no código, sincronize o acesso aos dados sempre que necessário e assegure a terminação limpa do servidor, ou seja, com todos os recursos utilizados a serem removidos.
- **Penalizações:**
  - A não compilação do código enviado implica uma classificação de **ZERO valores** na meta correspondente.
  - Esperas ativas serão **fortemente penalizadas!** Use o comando `top` num terminal, de modo a assegurar que o programa não gasta mais CPU que o necessário!
  - Acessos concorrentes que, por não serem sincronizados, puderem levar à corrupção de dados, **serão fortemente penalizados!**
  - Uso da função `sleep` ou estratégias similares para evitar problemas de sincronização, **serão fortemente penalizados!**
- Inclua informação de *debug* que facilite o acompanhamento da execução do programa, utilizando por exemplo a seguinte abordagem:

```
#define DEBUG //remove this line to remove debug messages
(...)
#ifdef DEBUG
printf("Creating shared memory\n");
#endif
```
- Todos os trabalhos deverão funcionar na VM fornecida ou, em alternativa, na máquina `student2.dei.uc.pt`.
  - Compilação: o programa deverá compilar com recurso a uma *makefile*; não deve ter erros em qualquer uma das metas; evite também os *warnings*, exceto quando tiver uma boa justificação para a sua ocorrência (é raro acontecer!).
- A defesa final do trabalho é obrigatória e todos os elementos do grupo devem participar. A não comparência na defesa final implica a classificação de **ZERO valores** no trabalho.
- O trabalho pode ser realizado em grupos de até 2 alunos (grupos com apenas 1 aluno devem ser evitados e **grupos com mais de 2 alunos não são permitidos**).
- A nota da defesa é individual pelo que cada um dos elementos do grupo poderá ter uma nota diferente;
- Os alunos do grupo devem pertencer a turmas PL do mesmo docente. Grupos com alunos de turmas de docentes diferentes são exceções que carecem de aprovação prévia.
- Ambas as defesas, intermédia e final, devem ser realizadas na mesma turma e com o mesmo docente.

## 5 Metas, entregas e datas

Data	Meta	
<u>Data de entrega no Inforestudante</u> 11/04/2023-09h00	Entrega intermédia	<p>Crie um arquivo no formato <b>ZIP (NÃO SERÃO ACEITES OUTROS FORMATOS)</b> com todos os ficheiros do trabalho e submeta-o no Inforestudante:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Os <b>nomes e números</b> dos alunos do grupo devem ser colocados <u>no início dos ficheiros com o código fonte</u>.</li> <li>Inclua <u>todos</u> os ficheiros fonte e de configuração necessários e também um Makefile para compilação do programa.</li> <li><u>Não inclua</u> quaisquer ficheiros não necessários para a compilação ou execução do programa (ex. diretórios ou ficheiros de sistemas de controlo de versões)</li> <li>Com o código deve ser entregue <b>1 página A4 com a arquitetura e todos os mecanismos de sincronização a implementar descritos</b>.</li> <li><b><u>Não serão admitidas entregas por e-mail.</u></b></li> </ul>
Semana de 11/04/2022	Demonstração /defesa intermédia	<ul style="list-style-type: none"> <li>A demonstração deverá contemplar todos os pontos referidos na <i>checklist</i> que consta deste enunciado.</li> <li>A demonstração/defesa será realizada nas aulas PL.</li> <li>A defesa intermédia vale <b>20%</b> da cotação do projeto.</li> </ul>
<u>Data de entrega final no Inforestudante</u> 13/05/2023-22h00	Entrega final	<p>Crie um arquivo no formato <b>ZIP (NÃO SERÃO ACEITES OUTROS FORMATOS)</b> com todos os ficheiros do trabalho e submeta-o no Inforestudante:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Os <b>nomes e números</b> dos alunos do grupo devem ser colocados <u>no início dos ficheiros com o código fonte</u>.</li> <li>Inclua <u>todos</u> os ficheiros fonte e de configuração necessários e também um Makefile para compilação do programa.</li> <li><u>Não inclua</u> quaisquer ficheiros não necessários para a compilação ou execução do programa (ex. diretórios ou ficheiros de sistemas de controlo de versões)</li> <li>Com o código deve ser entregue um <b>relatório</b> sucinto (no máximo 2 páginas A4), no formato <b>pdf (NÃO SERÃO ACEITES OUTROS FORMATOS)</b>, que explique as opções tomadas na construção da solução. Inclua um esquema da arquitetura do seu programa. Inclua também informação sobre o tempo total despendido (por cada um dos dois elementos do grupo) no projeto.</li> <li><b><u>Não serão admitidas entregas por e-mail.</u></b></li> </ul>
15/05/2023 a 02/06/2022	Defesa final	<ul style="list-style-type: none"> <li>A defesa final vale <b>80%</b> da cotação do projeto e consistirá numa análise detalhada do trabalho apresentado.</li> <li>Defesas em grupo nas aulas PL.</li> <li>É necessária inscrição para a defesa.</li> </ul>

Depois da submissão é aconselhado fazer o download dos ficheiros para verificar se tudo o que é necessário foi submetido. Caso submetam a pasta errada, apenas parte dos ficheiros, etc., isso não poderá contar para a meta.