

# Rede Informática

## Introdução Engenharia Informática

Mário Antunes

November 10, 2025

## Exercícios

### Passo 0: Configuração

Antes de começar, vamos configurar o seu sistema com todas as ferramentas necessárias para estes exercícios.

#### 1. Ferramentas de Sistema e Python

Primeiro, atualize as suas listas de pacotes e instale os utilitários principais: `curl` e `wget` para testar serviços web, e o gestor de pacotes do Python (`pip`) e o módulo de ambientes virtuais (`venv`).

# 1. Atualize as suas listas de pacotes

```
sudo apt update; sudo apt full-upgrade -y; \  
sudo apt autoremove -y; sudo apt autoclean
```

# 2. Instale ferramentas gerais, flatpak, e essenciais do Python

```
sudo apt install -y udisks2 curl wget \  
flatpak python3-pip python3-venv
```

# 3. Adicione o repositório Flathub

```
flatpak --user remote-add --if-not-exists \  
flathub https://flathub.org/repo/flathub.flatpakrepo
```

#### 2. IDE Thonny (para o Exercício 5)

Thonny é um IDE simples para MicroPython. Vamos instalá-lo usando Flatpak para obter a versão mais recente.

# 1. Instalar o Thonny

```
flatpak --user install flathub org.thonny.Thonny
```

# 2. Adicionar utilizador ao grupo dialout

```
sudo usermod -a -G dialout $USER
```

O grupo `dialout` fornece acesso total e direto às portas série. Membros deste grupo podem ligar-se a dispositivos série (através de conexões série ou USB).

Pode então executar o Thonny a partir do menu de aplicações ou com `flatpak run org.thonny.Thonny`.

Para utilizadores de Linux nativo, não são necessários mais passos. No entanto, para WSL e SOs virtualizados, são necessários alguns passos adicionais. Verifique as Secções 5.1 e 5.2 respetivamente.

#### 3. 🐍 Boas Práticas de Python

Para cada exercício de Python, por favor, siga estes passos:

1. Crie um novo diretório para o projeto (ex: `mkdir ex01 && cd ex01`).
2. Crie um ambiente virtual isolado:

```
python3 -m venv venv
```

3. Ative o ambiente:

```
source venv/bin/activate
```

4. Crie um ficheiro `requirements.txt` (conforme especificado em cada exercício) e instale a partir dele:

```
pip install -r requirements.txt
```

5. Use o módulo `logging` em vez de `print()` para todas as suas mensagens de estado.

```
import logging
logging.basicConfig(level=logging.INFO, format='%(message)s')
logger = logging.getLogger(__name__)
```

```
logger.info("Esta é uma mensagem de informação.")
```

#### 4. Arquitetura de Rede

Tipicamente, usará a rede Eduroam para aceder à internet durante as aulas. Para a maioria das atividades, isto é suficiente; no entanto, esta rede (gerida pela universidade) bloqueia a comunicação entre **equipamentos** dos estudantes.

Como tal, fornecemos uma rede sem fios separada chamada TheOffice que pode ser usada para ligar aplicações de utilizadores **entre si**. Isto é **opcional** (mas recomendado) para os **exercícios** 1-4, mas **obrigatório** para o exercício 5.



Detalhes da Rede Wi-Fi:

SSID (Nome da Rede)	Palavra-passe
TheOffice	8006002030
TheOffice5G	8006002030

{ width=50% }

#### Exercício 1: Transferência de Ficheiros por UDP

**Objetivo:** Explorar o script `file_transfer.py` fornecido. Perceber como ele usa `asyncio` para criar um servidor persistente que pode lidar com múltiplos uploads de ficheiros de clientes.

**Detalhes:**

- **Servidor:** O servidor é persistente. Usa um `dict` para gerir transferências de ficheiros de diferentes clientes, usando como chave o seu IP e porta (`addr`).
- **Cliente:** O cliente envia primeiro os metadados do ficheiro (nome, tamanho), depois envia os pedaços (`chunks`) de dados, mostrando uma barra de progresso com `tqdm`.
- **Protocolo:** O script usa um protocolo simples baseado em nova linha (`newline`):
  - `START:<total_chunks>:<total_size>:<filename>`
  - `DATA:<chunk_num>:<data_chunk>`
  - `END`
- O servidor responde com `ACK_ALL` ou `ACK_FAIL`.

**Instruções:**

1. Crie um novo diretório `ex01` e entre nele `cd ex01`.
2. Descarregue o [código](#) da solução para este diretório.
3. Ative um `venv` e instale os requisitos:

```
python3 -m venv venv
source venv/bin/activate
pip install -r requirements.txt
```

4. Crie um ficheiro para enviar, ex: `echo "Este é um ficheiro de teste UDP." > test.txt`.

#### 5. Execute o Servidor (Terminal 1):

```
python file_transfer.py receive --port 9999
```

#### 6. Execute o Cliente (Terminal 2):

```
python file_transfer.py send test.txt --host 127.0.0.1 --port 9999
```

## Exercício 2: Jogo do Galo Remoto

**Objetivo:** Analisar o script `main.py` fornecido para ver como o `asyncio` pode ser integrado com uma biblioteca gráfica (GUI) como o Pygame para criar uma aplicação de rede.

### Detalhes:

- **Menus GUI:** O script usa Pygame para desenhar todos os seus próprios menus. Não usa `argparse`.
- **Loop de Jogo Async:** O loop principal `while running:` é `async`. Ele cede o controlo ao event loop do `asyncio` ao chamar `await asyncio.sleep(1/FPS)`.
- **Rede:** O script usa `asyncio.start_server` (para o anfitrião/host) e `asyncio.open_connection` (para o cliente) para criar streams TCP fiáveis.
- **Tratamento de Erros:** As funções `run()` e `close_connection()` usam `try ... finally` e tratam `asyncio.CancelledError` para garantir que a aplicação encerra de forma limpa.

### Instruções:

1. Crie um novo diretório `ex02` e entre nele `cd ex02`.
2. Descarregue o [código](#) da solução para este diretório.
3. Ative um `venv` e instale os requisitos:

```
python3 -m venv venv
source venv/bin/activate
pip install -r requirements.txt
```

#### 4. Execute o Anfitrião (Host - Jogador X):

```
python main.py
```

- Na GUI, clique em "Host Game" -> insira uma porta (ex: 8888) -> Pressione Enter.

#### 5. Execute o Cliente (Jogador O):

```
python main.py
```

- Na GUI, clique em "Join Game" -> insira o IP do anfitrião (`127.0.0.1` se for na mesma máquina) -> Pressione Enter -> insira a porta (8888) -> Pressione Enter.

## Exercício 3: Serviço de Cache com FastAPI

**Objetivo:** Executar e testar o script `main.py` fornecido para entender como construir um endpoint de API de alta performance com cache.

### Detalhes:

- **Endpoint:** O script fornece um endpoint GET `/ip/{ip_address}`.
- **Cache:** Usa um ficheiro local `ip_cache.json`.
- **Lógica:** Verifica o `timestamp` de uma entrada em cache contra um `CACHE_DEADLINE_SECONDS`.
- **API Externa:** Se a cache estiver desatualizada (stale) ou em falta, usa a biblioteca `requests` para obter dados ao vivo.

### Instruções:

1. Crie um novo diretório `ex03` e entre nele `cd ex03`.
2. Descarregue o [código](#) da solução para este diretório.
3. Ative um `venv` e instale os requisitos:

```
python3 -m venv venv
source venv/bin/activate
pip install -r requirements.txt
```

#### 4. Execute o Servidor:

```
uvicorn main:app --reload
```

#### 5. Teste o Serviço (num novo terminal):

##### • Teste 1 (Falha na Cache - Miss):

```
# IP Privado (tem de falhar)
curl http://127.0.0.1:8000/ip/192.168.132.132

# DNS Google
curl http://127.0.0.1:8000/ip/8.8.8.8

# IP Público da MEO
curl http://127.0.0.1:8000/ip/144.64.3.83

# UA
curl http://127.0.0.1:8000/ip/193.137.169.135

# IP Estático de São Tomé
curl http://127.0.0.1:8000/ip/197.159.166.30

(Verifique os logs do servidor; deve dizer "Querying external API".)
```

##### • Teste 2 (Sucesso na Cache - Hit):

```
# IP Privado (tem de falhar)
curl http://127.0.0.1:8000/ip/192.168.132.132

# DNS Google
curl http://127.0.0.1:8000/ip/8.8.8.8

# IP Público da MEO
curl http://127.0.0.1:8000/ip/144.64.3.83

# UA
curl http://127.0.0.1:8000/ip/193.137.169.135

# IP Estático de São Tomé
curl http://127.0.0.1:8000/ip/197.159.166.30

(Verifique os logs do servidor; deve dizer "Returning cached data".)
```

## Exercício 4: Chat Pub/Sub

**Objetivo:** Usar Docker para executar um broker MQTT e ligar-se a ele com um cliente puramente JavaScript para criar uma aplicação de chat "serverless".

### Detalhes:

- **Sem Servidor Python:** Você não vai escrever *nenhum* código de servidor. O broker Mosquitto é o servidor.
- **Broker:** O ficheiro `docker-compose.yml` inicia o Mosquitto e carrega o `mosquitto.conf`.
- **Configuração:** O ficheiro `.conf` ativa o acesso anónimo e abre a porta 9001 para **MQTT-sobre-WebSockets**.
- **Cliente:** O ficheiro `chat_client.html` usa a biblioteca **MQTT.js** (carregada de um CDN) para se ligar a `ws://localhost:9001`. Implementa um chat Pub/Sub.

### Instruções:

1. Crie um novo diretório `ex04` e entre nele `cd ex04`.
2. Descarregue o [código](#) para o mesmo diretório.
3. **Inicie o Broker:**  

```
docker-compose up -d
```

#### 4. Teste o Cliente:

- Abra `http://localhost:8080/` no seu navegador web.
- Abra `http://localhost:8080/` num *segundo* separador ou janela do navegador.
- Insira nomes de utilizador diferentes e ligue-se. As mensagens enviadas numa janela devem aparecer na outra.
- Pode usar a rede TheOffice para conversar com outros estudantes.

### Exercício 5: Sensor MQTT com RPi Pico

Como afirmado no início, utilizadores de Linux nativo podem saltar estes passos (saltar para a Secção 5.3. Para WSL e SOs virtualizados, siga os passos abaixo. **Importante:** precisa de desligar a Firewall para este exercício.

#### 5.1 Passagem (Passthrough) de USB no WSL

Os passos nesta secção são baseados no [guia](#) original da Microsoft.

Num terminal **PowerShell**, execute os seguintes comandos:

```
# 1. Atualize a versão do WSL
```

```
wsl --update
```

```
# 2. Desligue a VM leve do WSL
```

```
wsl --shutdown
```

```
# 3. Atualize as opções de rede do WSL
```

```
$wslConfig = @'
```

```
[wsl2]
```

```
networkingMode=mirrored
```

```
'@
```

```
Add-Content -Path ($env:UserProfile + "\.wslconfig") -Value $wslConfig
```

```
# 4. Instale a aplicação USBIPD
```

```
winget install --interactive --exact dorssel.usbipd-win
```

Após estes passos, pode reiniciar a VM leve do WSL. Basta abrir o terminal correspondente.

Para anexar um dispositivo USB à VM leve do WSL, use as seguintes instruções num terminal PowerShell com privilégios de administração. **Lembre-se** de ter o terminal WSL já a correr.

```
# 1. Liste os dispositivos USB
```

```
usbipd list
```

```
# 2. Encontre um com um nome semelhante a "USB Serial Device (COM4)"
```

```
# E faça o bind usando o seu BUSID (exemplo 2-7)
```

```
usbipd bind --force --busid <BUSID>
```

```
# 3. Anexe-o à VM leve do WSL
```

```
usbipd attach --wsl --busid <BUSID>
```

O dispositivo deve agora estar disponível na VM leve do WSL. Após completar o exercício, por favor, execute o seguinte comando para desanexar o dispositivo.

```
usbipd detach --busid <BUSID>
```

#### 5.2 Passagem (Passthrough) de USB no VirtualBox

Para convidados (guests) Debian (ou outro Linux) a correr no VirtualBox, precisa de configurar o VirtualBox na sua **máquina anfitriã (host)** para “passar” o dispositivo USB diretamente para a **VM convidada (guest)**. Estes passos são realizados na **máquina anfitriã (host)** (o computador que corre o VirtualBox).

**1. Instalar o VirtualBox Extension Pack (No Anfitrião)** Isto é **obrigatório** para suporte USB 2.0 e 3.0, que a maioria dos dispositivos série modernos usa.

1. Vá à [página de downloads do VirtualBox](#).
2. Encontre o **VirtualBox Extension Pack** e descarregue-o.
3. **Garanta que a versão do Extension Pack corresponde à sua versão instalada do VirtualBox.**
4. Faça duplo clique no ficheiro descarregado (.vbox-extpack) e siga as instruções no gestor do VirtualBox para o instalar.

**2. Adicionar Utilizador Anfitrião (Host) ao Grupo vboxusers (Em Anfitriões Linux/macOS)** Em máquinas anfitriãs (host) Linux ou macOS, a sua conta de utilizador deve estar no grupo vboxusers para dar permissão ao VirtualBox para aceder ao hardware USB.

# Este comando é para anfitriões Linux  
`sudo usermod -a -G vboxusers $USER`

# No macOS, o instalador do Extension Pack deve tratar disto.

**Importante:** Após executar este comando, **tem de fazer logout completo e login novamente** na sua máquina anfitriã para que a alteração do grupo tenha efeito. (Este passo não é necessário se a sua máquina anfitriã for Windows).

### 3. Configurar Definições USB da VM (No Anfitrião)

1. **Desligue** a sua VM Debian completamente (não faça apenas "Save State").
2. Abra o gestor do VirtualBox, selecione a sua VM Debian, e clique em **Settings (Definições)**.
3. Vá ao separador **USB**.
4. Selecione o **Controlador USB 3.0 (xHCI)**.
5. **Ligue o seu dispositivo MicroPython** (ex: Raspberry Pi Pico, ESP32) ao seu computador anfitrião.
6. Clique no ícone **"Adicionar novo filtro USB"** (o pequeno conector USB com um + verde).
7. Selecione o seu dispositivo da lista. Pode chamar-se "USB Serial Device", "CP210x", "CH340", "Raspberry Pi Pico", ou similar.
  - Isto cria um filtro que passará automaticamente este dispositivo *específico* para a sua VM quando for ligado.
8. Clique **OK** para guardar as definições.

### 4. Anexar e Verificar (Na VM Convidada)

1. **Inicie** a sua VM Debian.
2. Se o filtro foi configurado corretamente, o dispositivo deve ser automaticamente capturado pela VM convidada.
3. Abra um terminal *dentro da VM Debian*.
4. Primeiro, re-confirme que o seu utilizador está no grupo dialout (do **Passo 2** principal deste guia).
5. A seguir, verifique se o dispositivo está presente:

```
ls /dev/tty*
```

Deverá ver um novo dispositivo, tipicamente chamado /dev/ttyACM0 (para Picos) ou /dev/ttyUSB0 (para placas baseadas em ESP). O Thonny será agora capaz de encontrar e ligar-se a esta porta.

### 5.3 Construir o sensor

Neste exercício, vamos explorar o RPI Pico W com um sensor de temperatura e humidade DHT11. Antes de montar o circuito, dedique algum tempo a verificar o pinout tanto da placa como do sensor.

O diagrama de ligações para o circuito é apresentado na figura abaixo.

## Raspberry Pi Pico Pinout

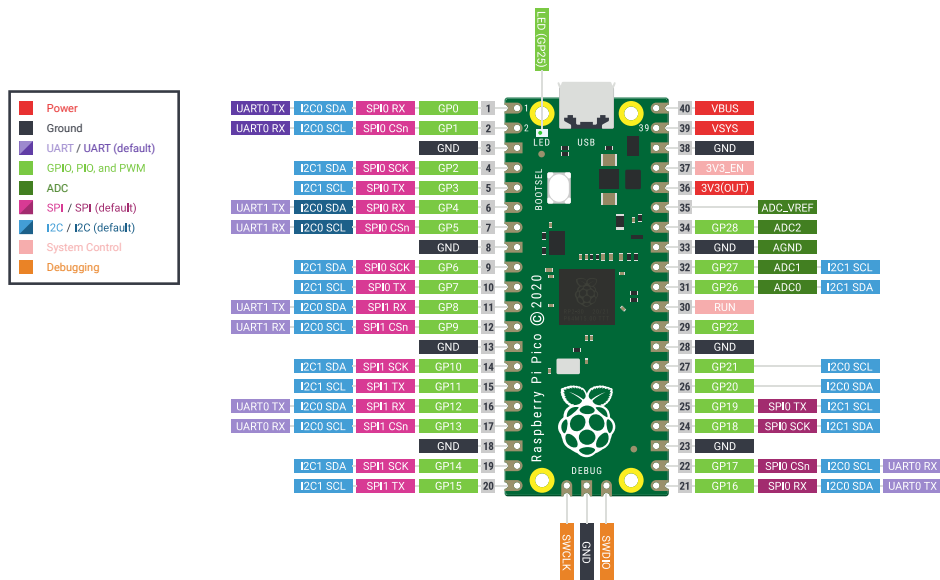


Figure 1: RPI Pico Pinout

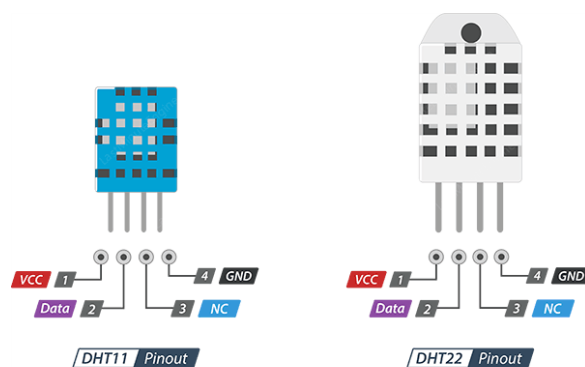


Figure 2: DHT11 and DHT22 Pinout

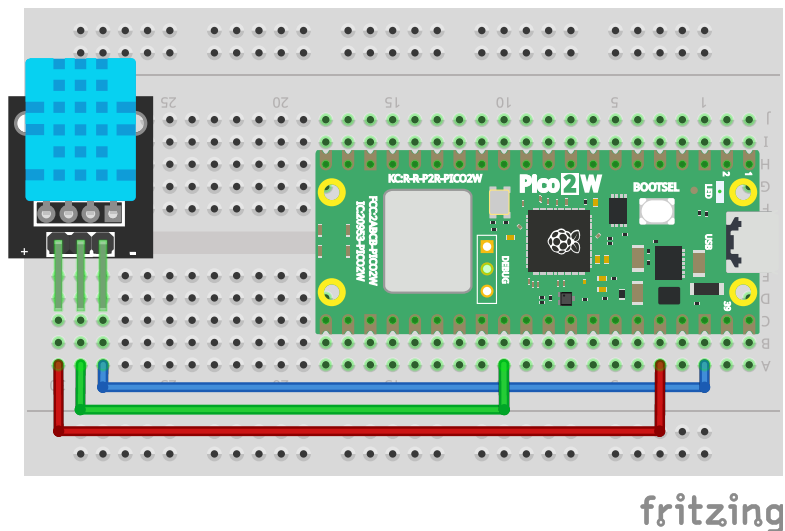


Figure 3: DHT11 and DHT22 Pinout

## 5.4 Implementação (Deployment) do Código

**Objetivo:** Implementar o código MicroPython fornecido num Raspberry Pi Pico W para publicar a sua temperatura interna no seu broker MQTT.

### Detalhes:

- **Hardware:** Este exercício requer um **Raspberry Pi Pico W**.
- **Sensor:** O código usa o sensor de temperatura interno incorporado no Pico, por isso **não é necessário hardware externo**.
- **Segredos:** A boa prática é armazenar as credenciais de WiFi num ficheiro `config.py` separado, que não é submetido para o controlo de versões.
- **Biblioteca MQTT:** O MicroPython requer uma biblioteca MQTT leve especial, `umqtt.simple`.

### Instruções:

1. Crie um novo diretório chamado `ex05` e entre nele:

```
mkdir ex05 && cd ex05
```

2. Descarregue o [código](#) para o mesmo diretório.

3. **Inicie o Broker:**

```
docker-compose up -d
```

4. **Use o Thonny**

- Abra o Thonny.
- Ligue-se ao seu Pico (clique no menu do interpretador no canto inferior direito e selecione "MicroPython (Raspberry Pi Pico)").

5. **Execute o código**

- Abra o `main.py` fornecido no editor.
- Edite o endereço IP do broker MQTT (`mqtt_host`) e o ID do cliente (`mqtt_host`). Estas devem ser as únicas alterações necessárias.
- Execute o script (clique no botão "Run") para executar o código na placa.

6. **Abra a Página Web**

- Abra `http://localhost:8080/` no seu navegador web.
- Preencha o IP do broker (se estiver a correr na mesma máquina, use `localhost`) e o tópico (padrão: `deti/pico/dht11`).
- Observe o gráfico a mostrar informação em tempo real.



## 7. MQTT5 Explorer

- O MQTT5 Explorer pode ser usado para depurar (debug) a conexão MQTT.
- Instale usando o comando:

```
flatpak --user install flathub io.github.Omniaevo.mqtt5-explorer
```

- Abra a aplicação e preencha a informação pedida.

## 🌟 Exercício Bónus: O Clássico Servidor de Eco (Echo Server)

**Objetivo:** Escrever um Servidor de Eco (Echo Server) simples em Python usando o módulo socket incorporado. Este é o “Olá, Mundo!” da programação em rede.

**Tarefa:** Este é o único exercício onde **tem de escrever o código você mesmo**.

Crie um único script Python `echo_server.py`. O script deve ser capaz de correr num de dois modos usando `argparse`:

1. `python echo_server.py tcp --port <num>`
2. `python echo_server.py udp --port <num>`

### Requisitos:

- **Modo TCP:** O servidor deve escutar na porta indicada, aceitar uma conexão de cliente, e `recv` (receber) dados do cliente. Deve então `sendall` (enviar tudo) os *exatos mesmos dados* de volta. Deve lidar graciosamente com clientes que se desligam.
- **Modo UDP:** O servidor deve fazer `bind` à porta indicada, `recvfrom` (receber de) um datagrama, e `sendto` (enviar para) os *exatos mesmos dados* de volta para o endereço de onde vieram.
- Tem de escrever este código de raiz. **Não use `asyncio` para este exercício.**
- Teste o seu servidor TCP com netcat: `nc 127.0.0.1 <porta>`.
- Teste o seu servidor UDP com netcat: `nc -u 127.0.0.1 <porta>`.

### Documentação Útil:

- **Módulo socket do Python:** <https://docs.python.org/3/library/socket.html>
- **Guia HOWTO de Programação de Sockets em Python:** <https://docs.python.org/3/howto/sockets.html>