

Networks

Introdução Engenharia Informática

Mário Antunes

November 03, 2025

Universidade de Aveiro

Table of Contents i

Porque é que as Redes são Importantes

Parte 1: Os Blocos de Construção ☐

Parte 2: O Mundo Alargado (WAN) ☐

Parte 3: Protocolos de Aplicação ☐

Parte 4: Gestão & Diagnóstico ☐

Parte 5: Segurança & Tópicos Avançados ☐

Table of Contents ii

Leitura Adicional & Recursos □

Porque é que as Redes são Importantes

As redes são o tecido invisível do mundo moderno. Já não se trata apenas de computadores; trata-se de *tudo*.

- **Comunicação:** De email e redes sociais a videochamadas.
- **Serviços:** Cloud computing, streaming (Netflix, Spotify) e jogos online.
- **Economia:** E-commerce, banca e sistemas financeiros globais.
- **IoT (Internet of Things):** Casas inteligentes, tecnologia “wearable” e carros conectados.

Porque é que as Redes são Importantes ☐ ii

Compreender redes já não é opcional; é uma competência fundamental para qualquer tecnólogo.

Equipamentos de Rede Essenciais i

Primeiro, vamos conhecer o hardware que constrói uma rede.

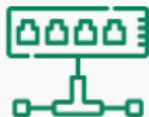
- **Hub:** Um repetidor “burro”. Qualquer pacote que recebe é transmitido para *todas* as outras portas. É lento, ineficiente e cria “colisões”. (Raramente usado hoje).
- **Switch:** Um dispositivo “inteligente” para uma LAN. Aprende que dispositivo está em que porta (usando endereços MAC) e envia pacotes *apenas* para o destinatário pretendido.

Equipamentos de Rede Essenciais ii

- **Router:** Um “gateway” que conecta redes *diferentes*. O router da sua casa conecta a sua LAN privada à WAN do seu provedor (a Internet).
- **Access Point (AP):** Um “tradutor” que conecta dispositivos sem fios (usando Wi-Fi) à rede com fios (o switch).
- **ONT (Optical Network Terminal):** O seu “modem” para uma ligação de fibra ótica. Traduz sinais de luz do cabo de fibra em sinais elétricos para o seu router (Ethernet).

Equipamentos de Rede Essenciais iii

Common Types of Network Devices



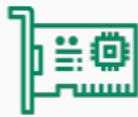
Hub



Router



Gateway



NIC



Modem



Repeater



WAP



Firewall



IDPS



VPN

Figure 1: Common Network Devices

Equipamentos de Rede Essenciaais Conectados

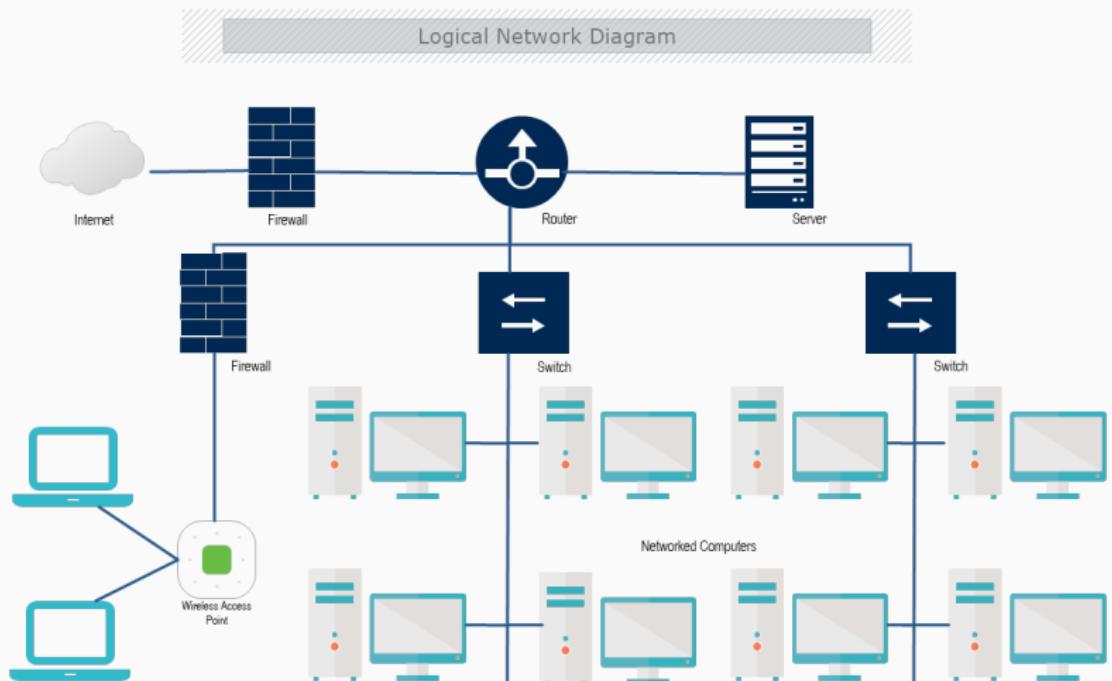


Figure 2: Network Devices Connected

O Sistema de Dois Endereços: MAC & IP

Cada dispositivo numa rede tem **dois** endereços. Ambos são cruciais.

- **Endereço MAC (Endereço Físico):**
 - Exemplo: 00:1A:2B:3C:4D:5E
 - Um número de série único de 48 bits, gravado na placa de rede pelo fabricante. É permanente.
 - **Usado para:** Comunicação *dentro* da mesma Rede Local (LAN).
- **Endereço IP (Endereço Lógico):**
 - Exemplo: 192.168.1.10

O Sistema de Dois Endereços: MAC & IP ii

- Um endereço lógico de 32 bits (ou 128 bits para IPv6) atribuído ao dispositivo pela rede (ex: pelo seu router). É temporário.
- **Usado para:** Comunicação *entre* redes diferentes (na WAN/Internet).

Analogia: Um endereço MAC é como o seu **número de passaporte** (permanente, identifica-o). Um endereço IP é como a sua **morada de casa** (lógica, muda se você se mudar).

O Sistema de Dois Endereços: MAC & IP iii

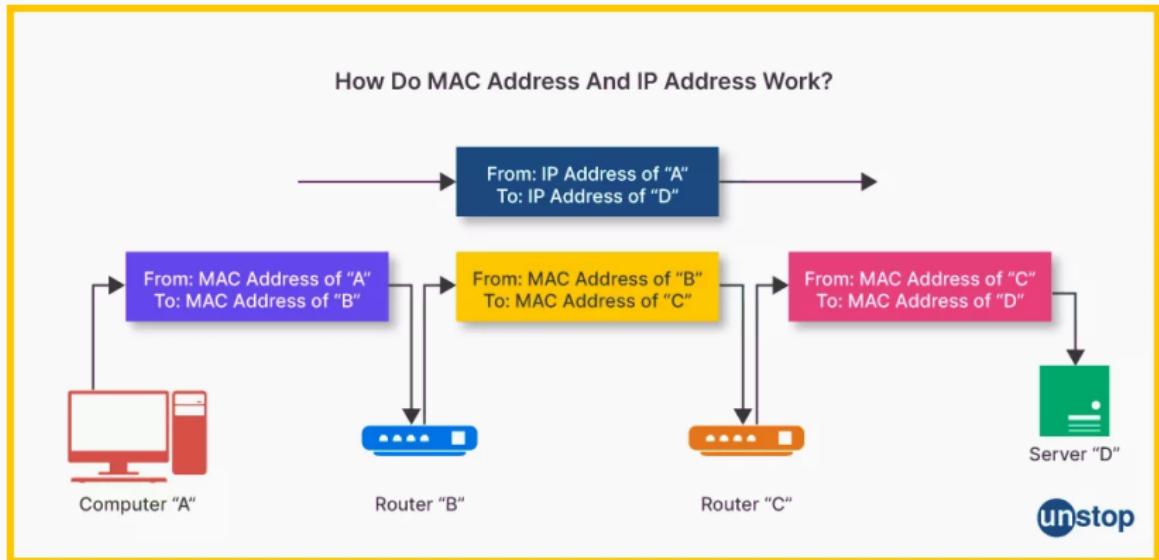


Figure 3: From MAC to IP

Como as LANs *Realmente* Funcionam: ARP i

O seu computador (192.168.1.10) quer enviar um pacote para a sua impressora (192.168.1.15) na mesma LAN.

- O **Router** só entende endereços IP.
- O **Switch** (que os conecta) só entende endereços MAC.

Como é que o computador descobre o endereço MAC da impressora?

1. Ele “grita” para toda a LAN: “QUEM TEM O 192.168.1.15?”
Este broadcast é o **Protocolo de Resolução de Endereços (ARP)**.
2. A impressora (192.168.1.15) responde: “EU TENHO! O meu MAC é 00:AB:CD:EF:12:34.”

Como as LANs *Realmente* Funcionam: ARP ii

3. O seu computador armazena este par IP → MAC na sua **tabela ARP** e envia o pacote.

A Linguagem: IPv4 & A Máscara de Sub-rede

Um endereço IPv4 por si só não é suficiente. Está sempre emparelhado com uma **Máscara de Sub-rede**.

- **Endereço IP:** 192.168.1.10
- **Máscara de Sub-rede:** 255.255.255.0

O trabalho da máscara de sub-rede é dividir o IP em duas partes:

1. **Parte de Rede:** 192.168.1.x ("Em que rua estou?")
2. **Parte de Host:** x.x.x.10 ("Qual é o número da minha porta?")

A Linguagem: IPv4 & A Máscara de Sub-rede ii

É assim que o seu computador sabe se outro IP é **local** (na mesma rede) ou **remoto** (numa rede diferente).

Intervalos de Endereços IPv4 Especiais i

Nem todos os IPs são iguais. Eles são reservados para usos específicos.

- **Endereço de Loopback (localhost):**

- 127.0.0.1
- Este endereço significa sempre “**este computador**”. É uma interface virtual usada para testar aplicações na sua própria máquina.

- **Endereços Privados / LAN:**

- 10.0.0.0 – 10.255.255.255
- 172.16.0.0 – 172.31.255.255
- 192.168.0.0 – 192.168.255.255

Intervalos de Endereços IPv4 Especiais ii

- Estes são para uso *dentro* de uma rede privada (LAN).
Não são roteáveis na Internet pública.
- **Endereços Públicos / WAN:**
 - Qualquer outro endereço (ex: 8.8.8.8 ou 142.250.184.142).
 - Estes são globalmente únicos e roteáveis na Internet.

Compreender Endereços IPv6 i

O IPv4 ficou sem endereços. O IPv6 é o sucessor e tem os seus próprios tipos especiais.

- **IPv6 (Internet Protocol v6):**

- Um endereço de **128 bits** (ex:
`2001:0db8:85a3 :: 8a2e:0370:7334`).
- Fornece um fornecimento virtualmente ilimitado de endereços.

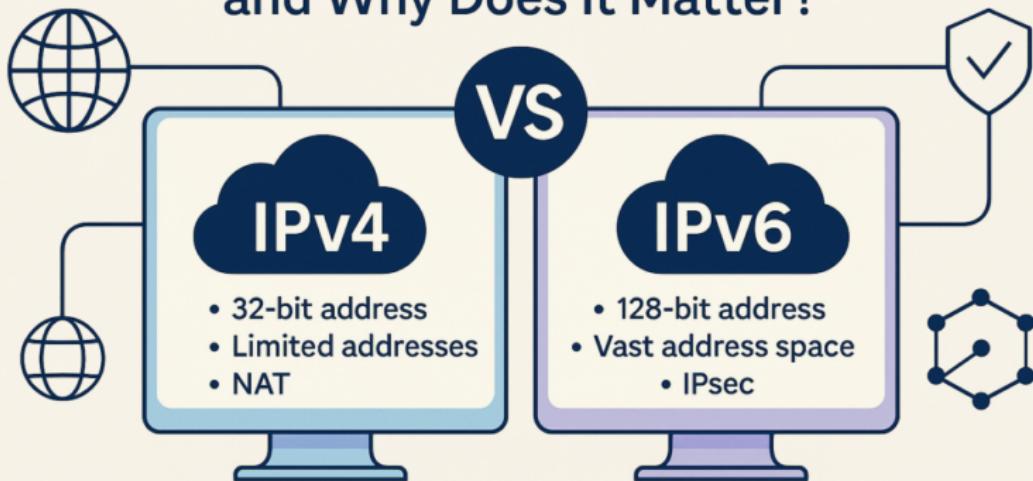
- **Endereços IPv6 Especiais:**

- **Loopback:** `:: 1` (O equivalente a `127.0.0.1`).
- **Link-Local:** `fe80 :: ...` (Atribuído automaticamente para comunicação *local* na LAN. Como o ARP para IPv6).

Compreender Endereços IPv6 ii

- **Unique Local:** fd00 :: ... (O equivalente aos intervalos privados de IPv4).

IPv4 vs IPv6: What's the Difference and Why Does It Matter?



- 32-bit address
- Limited addresses
- NAT

- 128-bit address
- Vast address space
- IPsec

Endereços Não São Suficientes: Portas i

Um endereço IP leva um pacote de dados ao *computador certo*. Uma **Porta** leva-o à *aplicação certa* nesse computador.

- **Analogia:** Se um IP é a morada do prédio, a porta é o número do apartamento ou escritório.
- **Portas Comuns:**
 - 80: **HTTP** (Web)
 - 443: **HTTPS** (Web Segura)
 - 22: **SSH** (Secure Shell)

Uma ligação é feita a um **IP + Porta** (ex:
172.217.14.228:443).

Sair da LAN: O Default Gateway

1. O seu computador (192.168.1.10) quer enviar um pacote para o Google (8.8.8.8).
2. Ele olha para a sua máscara de sub-rede (255.255.255.0).
3. Percebe que 8.8.8.8 **não** está na sua rede local.
4. Não pode enviar o pacote diretamente. Por isso, envia-o para o **Default Gateway**.

O **Default Gateway** (Gateway Padrão) é o endereço IP do **Router** na LAN (ex: 192.168.1.1). É a “porta” para fora da sua rede local, responsável por encaminhar todo o tráfego não local.

Conegar Redes: Roteamento

Assim que o pacote chega ao seu router, o que se segue?

- A **WAN (Wide Area Network)** é uma rede de redes (a Internet!).
- **Roteamento** (ou Encaminhamento) é o processo de encontrar o melhor caminho para os pacotes de dados viajarem da sua origem até ao seu destino, saltando entre milhares de routers diferentes por todo o globo.

O “Repcionista”: NAT i

NAT (Network Address Translation ou Tradução de Endereços de Rede) é a solução inteligente para a escassez de endereços IPv4.

- Permite que uma rede privada inteira (ex: todos os 50 dispositivos na sua casa com endereços 192.168.1.x) se “esconda” atrás de **um único endereço IP público**.
- O seu router atua como um “repcionista”, mantendo um registo de todos os pedidos que saem e garantindo que as respostas voltam ao dispositivo privado correto.

Tente usar o [IPInfo](#) para identificar o seu IP público.

A “Lista Telefónica”: DNS i

Nós lembramo-nos de nomes (`google.com`), mas os computadores só entendem números (`142.250.184.142`).

DNS (Domain Name System ou Sistema de Nomes de Domínio) é a “lista telefónica da Internet”. É um sistema global e distribuído que traduz nomes de domínio legíveis por humanos em endereços IP legíveis por máquinas.

Mais Magia DNS: mDNS & DDNS

- **mDNS (Multicast DNS):**

- Isto é DNS “local”. Permite que dispositivos na sua LAN se encontrem por nome *sem* um servidor DNS central.
- É assim que `meu-portatil.local` ou a sua impressora “aparecem” automaticamente.

- **DDNS (Dynamic DNS):**

- O endereço IP público da sua casa pode mudar (é “dinâmico”).
- DDNS é um serviço que atualiza automaticamente um nome de domínio para apontar para o seu novo endereço IP sempre que ele muda.
- Isto é útil para hospedar um servidor (ex: Nextcloud) em casa.

Manter a Rede a Funcionar: NTP & SNMP

- **NTP (Network Time Protocol):**
 - Mantém os relógios em todos os computadores e dispositivos de rede sincronizados.
 - Isto é **crítico** para segurança (certificados de encriptação), transações financeiras e ficheiros de log precisos.
- **SNMP (Simple Network Management Protocol):**
 - Usado por administradores de rede para monitorizar a saúde, desempenho e configuração de routers, switches e servidores.

O que *Fazemos* na Rede i

Protocolos são as “regras de conversação” para tarefas específicas.

- **HTTP (HyperText Transfer Protocol):** O protocolo fundamental para a World Wide Web. É como o seu browser *pede* páginas web.
- **HTTPS (HTTP Secure):** É apenas HTTP em cima de encriptação **SSL/TLS**. Garante que a sua comunicação é privada e segura. **Procure sempre pelo 🔒!**

- **SMTP (Simple Mail Transfer Protocol):**
 - Usado para *enviar* email.
- **POP3 (Post Office Protocol):**
 - Usado para *receber* email.
 - *Descarrega* o correio para o seu dispositivo e (normalmente) apaga-o do servidor. Este é um modelo mais antigo.
- **IMAP (Internet Message Access Protocol):**
 - Usado para *receber* email.
 - *Sincroniza* o seu correio com o servidor. Este é o modelo moderno. O que faz no seu telemóvel aparece no seu portátil.

- **SSH (Secure Shell):**

- A ferramenta mais importante para administradores de sistemas.
- Fornece uma ligação de linha de comandos encriptada a um servidor remoto.

- **FTP (File Transfer Protocol):**

- Um protocolo antigo e *inseguro* (texto plano) para transferir ficheiros. **Evite-o.**
- Use **SFTP** (que corre sobre SSH) em vez disso.

- **WebDAV / CalDAV / CardDAV:**

Protocolos de Sistema & Ficheiros ii

- Extensões do HTTP que permitem gerir ficheiros (WebDAV), calendários (CalDAV) e contactos (CardDAV) num servidor web. Usado por serviços como o Nextcloud.

Protocolos IoT: MQTT

- **MQTT (Message Queuing Telemetry Transport):**
 - Um protocolo muito leve e eficiente desenhado para mensagens do tipo “publicar” e “subscrever” (modelo pub/sub).
 - Perfeito para **IoT (Internet of Things)**: sensores, lâmpadas inteligentes e pequenos dispositivos que precisam de enviar mensagens minúsculas de forma fiável e com baixo consumo de energia.

Configuração de Rede

Como é que o seu dispositivo obtém um endereço IP?

- **Windows:**

- Gerido através do **Painel de Controlo** ou da aplicação Definições.

- **Linux (Desktop):**

- Quase sempre gerido pelo **NetworkManager**, um serviço user-friendly com uma interface gráfica (o seu ícone de rede).

- **Linux (Servidor):**

- Frequentemente gerido por `systemd-networkd`.
 - A configuração é feita através de ficheiros de texto simples em `/etc/systemd/network/`.

Configuração Automática: DHCP → i

No último slide, perguntámos: “Como é que o seu dispositivo obtém um endereço IP?” Para 99% dos dispositivos, a resposta é **DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)**.

Definir manualmente um IP em cada telemóvel, portátil e smart TV (um **IP estático**) seria um pesadelo. O DHCP automatiza isto.

1. O seu dispositivo junta-se a uma rede e “grita” uma mensagem **DHCP Discover**: “Há algum servidor DHCP por aí? Preciso de um IP!”

Configuração Automática: DHCP □ ii

2. Um **Servidor DHCP** (normalmente o seu router) responde com uma **Oferta DHCP**: “Aqui, podes *usar* o 192.168.1.50.”
3. O seu dispositivo aceita com um **Pedido DHCP**, e o servidor confirma com um **DHCP ACK** (Confirmação).

Concessões DHCP & Intervalos de IP

O DHCP não lhe dá um IP para sempre. Dá-lhe uma **concessão** (lease).

- **Tempo de Concessão:** O IP é “alugado” ao seu dispositivo por um tempo específico (ex: 24 horas). Antes de expirar, o seu dispositivo deve renovar a concessão. Isto garante que os IPs de dispositivos que saem da rede são eventualmente devolvidos à “pool”.
- **Intervalo de IP (Pool):** O servidor DHCP é configurado para gerir um *intervalo* de endereços (ex: 192.168.1.100 a 192.168.1.200).

Concessões DHCP & Intervalos de IP ii

- **Atribuição Estática:** Ao usar apenas um intervalo, o servidor deixa outros IPs livres (ex: 192.168.1.1 a 192.168.1.99) para **atribuição estática**. Estes são configurados manualmente em dispositivos importantes como servidores, impressoras e o próprio router, para que os seus endereços nunca mudem.

Ferramenta de Diagnóstico 1: ping i

- **A Pergunta:** "Estás aí?"
- **A Ação:** Envia um pequeno pacote (ICMP Echo Request) e espera por uma resposta.
- **A Resposta:** Diz-lhe se um host está alcançável e quanto tempo demorou a ida e volta (esta é a **latência**).
- **Exemplo:** ping google.com

Ferramenta de Diagnóstico 2: traceroute i

- **A Pergunta:** “Que caminho é que os meus pacotes levam para chegar até ti?”
- **A Ação:** Envia pacotes com valores crescentes de “Time-To-Live” (TTL).
- **A Resposta:** Mostra-lhe cada router (ou “salto”) pelo qual o seu pacote passa a caminho do destino. Ótimo para descobrir *onde* uma ligação está a falhar.
- **Exemplo:** traceroute google.com

Ferramenta de Diagnóstico 3: ip, dig, nmap i

- `ip addr show`
 - A ferramenta Linux moderna para ver a sua *própria* configuração IP e interfaces de rede. (Substitui o antigo `ifconfig`).
- `dig google.com`
 - **A Pergunta:** “Qual é o endereço IP para este nome?”
 - **A Ação:** Realiza uma pesquisa DNS.
- `nmap localhost`
 - **A Pergunta:** “Que portas estão abertas nesta máquina?”
 - **A Ação:** Um poderoso scanner de portas.
 - **A Resposta:** Relata que portas estão abertas e que serviços estão (provavelmente) a correr nelas.

Monitorização de Rede: Wireshark

- **A Ferramenta:** O Wireshark é um “network sniffer” ou analisador de protocolos.
- **A Ação:** Captura *todos os pacotes* que viajam na sua interface de rede e permite-lhe inspecionar o seu conteúdo.
- **Analogia:** É como uma câmara de vídeo para o tráfego da sua rede.
- **Uso:** A ferramenta mais poderosa para depurar problemas complexos de rede.

Segurança de Rede: Firewalls

Uma **firewall** é o “segurança” da sua rede ou computador.

- Inspeciona todo o tráfego de rede de entrada e saída.
- Decide se **permite** ou **bloqueia** cada pacote com base num conjunto de regras (ex: “Permitir tráfego na porta 443, bloquear tudo o resto”).
- Esta é a sua primeira linha de defesa.

Exemplos de Firewall i

- **iptables:** A firewall clássica, poderosa, de linha de comandos, integrada no kernel Linux há décadas.
- **nftables:** O sucessor moderno do **iptables** no Linux. Tem uma sintaxe mais simples e melhor desempenho.
- **pfSense:** Um **sistema operativo de firewall** gratuito e de código aberto. Você instala-o num computador dedicado para o transformar num router e firewall de nível empresarial extremamente potente para toda a sua rede.

O Poder do SSH: VS Code Remote

O SSH é mais do que apenas uma shell remota. A extensão “Remote - SSH” no VS Code é revolucionária.

- **Como funciona:** A interface do seu editor corre localmente, mas toda a edição de ficheiros, comandos de terminal e processamento de linguagem correm no servidor remoto.
- Você obtém o poder de um servidor com o conforto do seu editor local.

O Poder do SSH: Túneis & X11

- **Túneis SSH (Port Forwarding):**
 - Permite “embrulhar” tráfego de rede de forma segura dentro de uma ligação SSH.
 - **Exemplo:** Aceder a uma base de dados a correr em `localhost:5432` num servidor remoto como se estivesse a correr no `localhost:5432` da sua própria máquina.
- **Encaminhamento X11 (X11 Forwarding):**
 - Permite executar uma aplicação gráfica (como o `firefox` ou um editor de texto) num servidor Linux remoto, mas ver e interagir com a janela no seu desktop local.

Sincronizar Ficheiros: rsync sobre SSH i

A melhor forma de transferir e sincronizar ficheiros. O rsync é rápido, eficiente e versátil.

- **Porque é rápido:** Copia apenas as **diferenças** (deltas) entre ficheiros, não o ficheiro inteiro.
- Funciona perfeitamente sobre uma ligação SSH.
- **Comando:**

```
# Sincronizar uma pasta local PARA um servidor remoto
$ rsync -avzP ./o-meu-projeto/ user@host:~/projetos/
```

A Web Moderna: Proxy Reverso i

Um **Proxy Reverso** (como NGINX ou Caddy) é um servidor que se senta à *frente* dos seus servidores de aplicação reais.

- Recebe todo o tráfego de entrada da Internet.
- De seguida, “encaminha” (faz proxy) o pedido para a aplicação interna correta (ex: a sua app Python, a sua app Node.js).
- **Usos:**
 - **Balanceamento de Carga (Load Balancing):** Distribuir tráfego por múltiplos servidores de aplicação.
 - **Segurança:** Esconder os seus servidores de aplicação da Internet.

A Web Moderna: Proxy Reverso ii

- **Hospedagem:** Hospedar múltiplos websites num único endereço IP.

A Web Moderna: HTTPS & Let's Encrypt

- **HTTPS** é essencial. Fornece a encriptação (SSL/TLS) que mantém os dados do utilizador privados e prova a identidade do seu site.
- **O Problema:** Os certificados costumavam ser caros e difíceis de instalar.
- **A Solução: Let's Encrypt**
 - Uma **Autoridade de Certificação (CA)** gratuita, automatizada e aberta.
 - Fornece certificados SSL/TLS gratuitos e ferramentas (como o certbot) para os instalar e renovar automaticamente.
 - Tornou toda a web mais segura.

Leitura Adicional & Recursos

- **Wireshark:** <https://www.wireshark.org/>
- **Nmap:** <https://nmap.org/>
- **Let's Encrypt:** <https://letsencrypt.org/>
- **Guia do comando ip:**
<https://www.geeksforgeeks.org/ip-command-in-linux-with-examples/>
- **Guia do rsync:**
<https://www.digitalocean.com/community/tutorials/how-to-use-rsync-to-sync-local-and-remote-directories>
- **Guia da Mozilla para HTTP:**
<https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/HTTP/Overview>