

“Se um café pela manhã não te acordar, tente executar o seguinte em um servidor que está em produção: `rm -rf --no-preserve-root /`”

Redes, Internet e Web

Paulo Ricardo Lisboa de Almeida



A internet

“A internet de hoje é discutivelmente o maior sistema já criado pela humanidade, contendo centenas de milhares de computadores, links de comunicação e roteadores; com bilhões de usuários conectados [...] e uma variedade de coisas conectadas na internet, incluindo videogames, sistemas de vigilância, relógios, óculos, termostatos e carros [...].

[...]Será que há alguma esperança de entendermos como isso funciona?” (Kurose, Ross; 2013).

A internet

“A internet de hoje é discutivelmente o maior sistema já criado pela humanidade, contendo centenas de milhares de computadores, links de comunicação e roteadores; com bilhões de usuários conectados [...] e uma variedade de coisas conectadas na internet, incluindo videogames, sistemas de vigilância, relógios, óculos, termostatos e carros [...].

[...]Será que há alguma esperança de entendermos como isso funciona? [...]

[...]Sim!” (Kurose, Ross; 2013).

Atenção

O que você vai ver agora é uma versão **muito** simplificada sobre como as coisas funcionam.

Serve como uma introdução ao assunto.

No **mundo real** as coisas são **mais complicadas**.

Você pode pesquisar detalhes na bibliografia da disciplina.

Começando pelo... começo

Vamos conectar dois computadores.



Começando pelo... começo

Vamos conectar dois computadores.

Desejamos que os computadores se comuniquem.

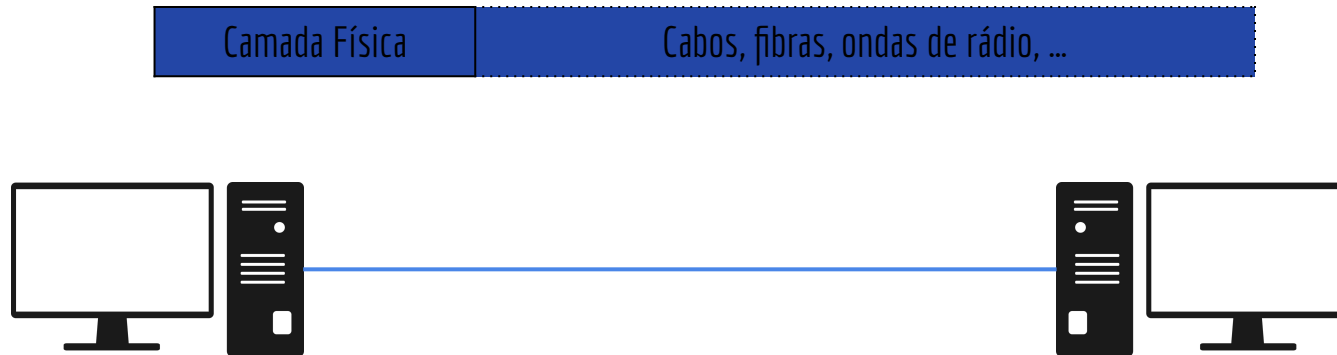
As informações passam por um cabo.

Poderia ser também por rádio, fibra óptica, sinal de fumaça, ...



Camada Física

As conexões físicas (cabos, fibras, ondas de rádio) entre os dispositivos são logicamente inseridos em uma camada chamada de camada física.

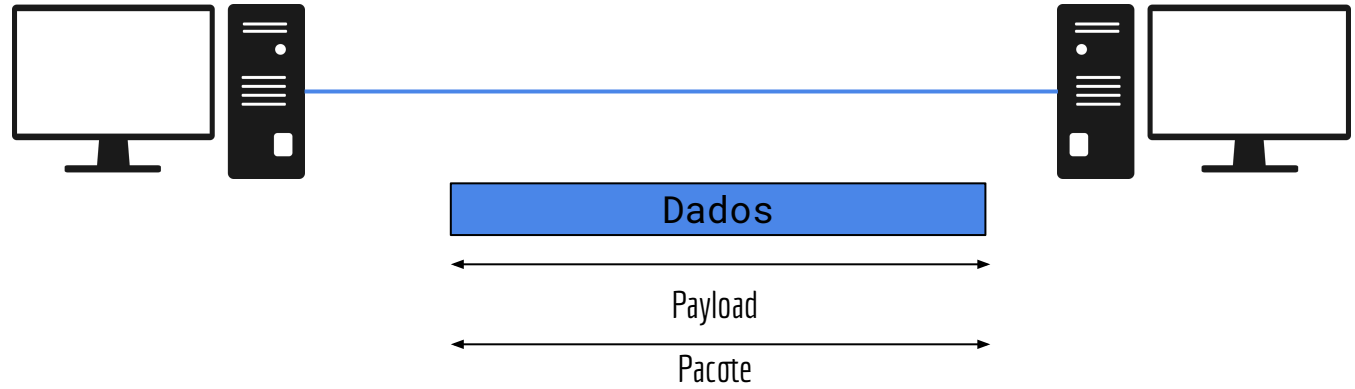


Pacotes



É necessário agora definir como os sinais são transmitidos.
Qual o formato?

Pacotes



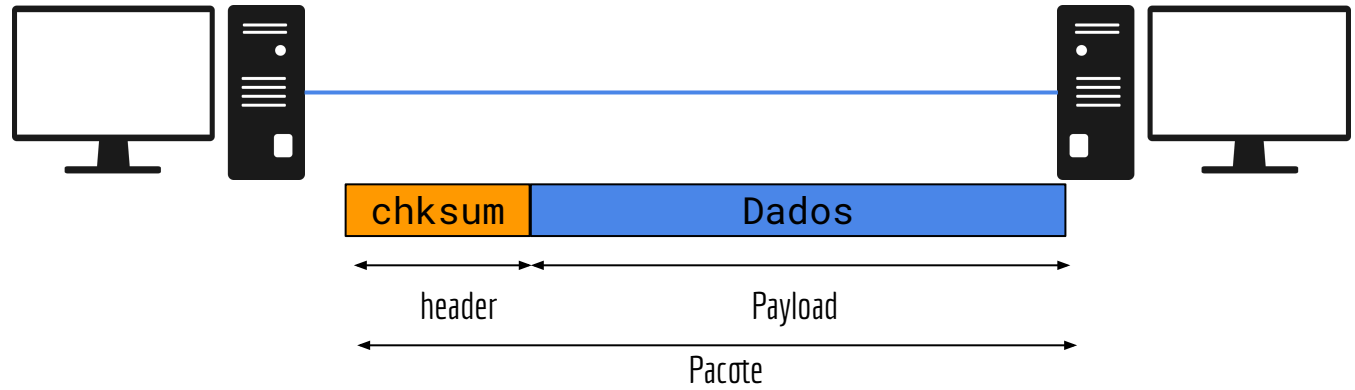
Precisamos estabelecer protocolos de comunicação.

Um computador vai enviar um **pacote** (*packet*) para o outro.

Dentro do pacote, constam as informações que o computador deseja comunicar.

Payload ou carga útil.

Pacotes



Precisamos estabelecer protocolos de comunicação.

Um computador vai enviar um **pacote** (*packet*) para o outro.

Dentro do pacote, constam as informações que o computador deseja comunicar.

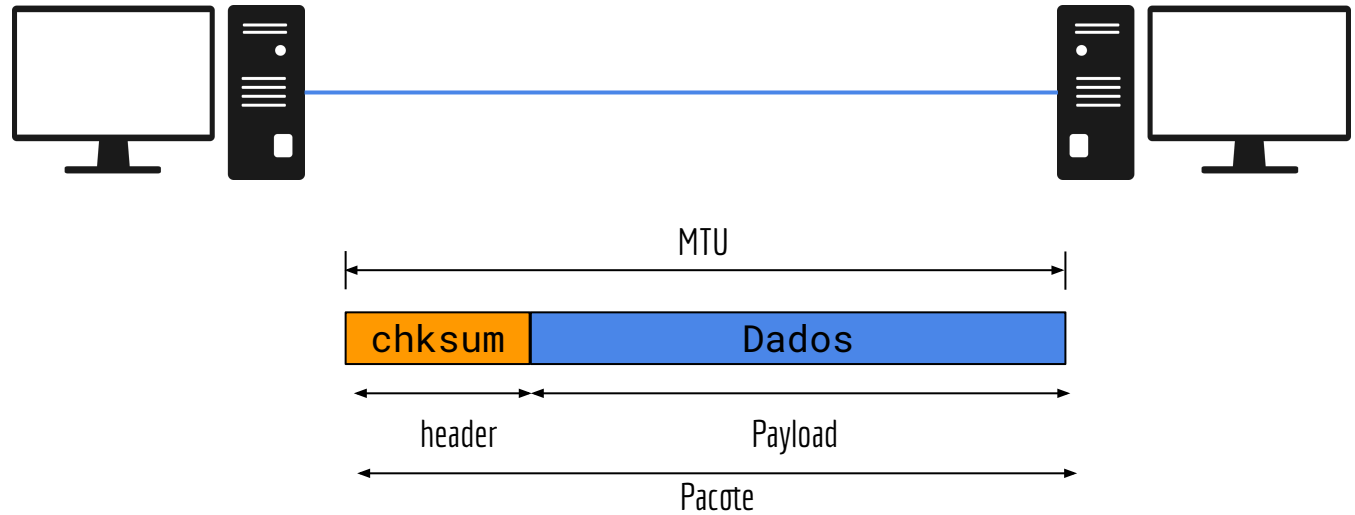
Payload ou carga útil.

Informações de gerência do tráfego de dados.

Header ou cabeçalhos.

Exemplo: códigos de correção de erros (checksums).

MTU



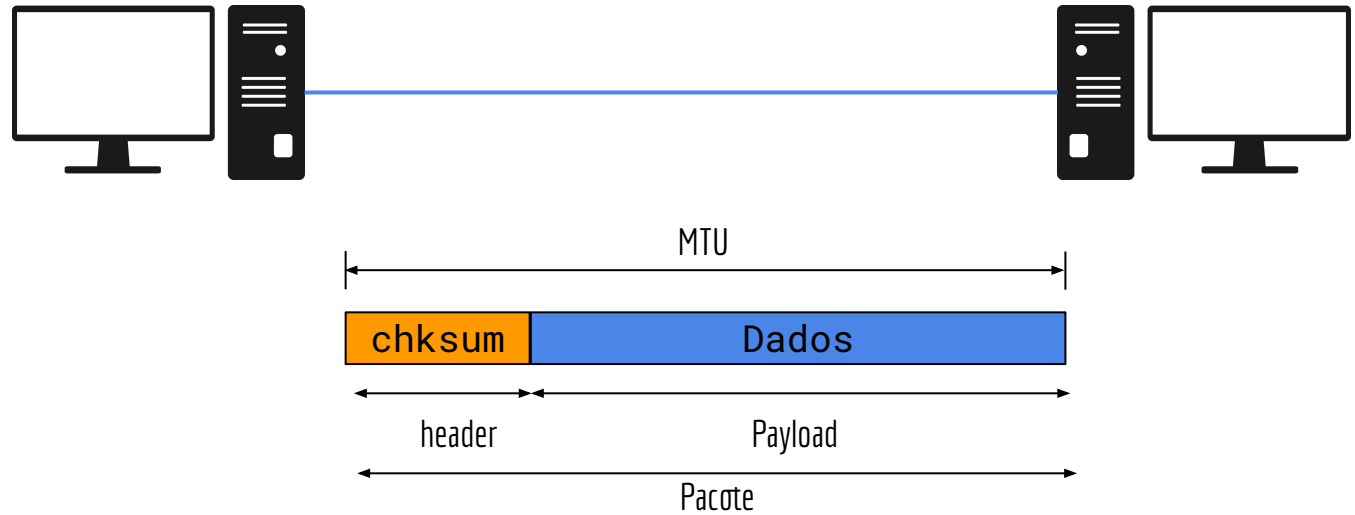
Cada pacote deve ter um tamanho máximo.

Exemplo: tipicamente 1.500 Bytes em uma conexão Ethernet.

Esse tamanho máximo é chamado de **MTU** (Maximum Transfer Unit).

Se o dado a ser transmitido não couber em 1 MTU, precisamos quebrar a informação em múltiplos pacotes.

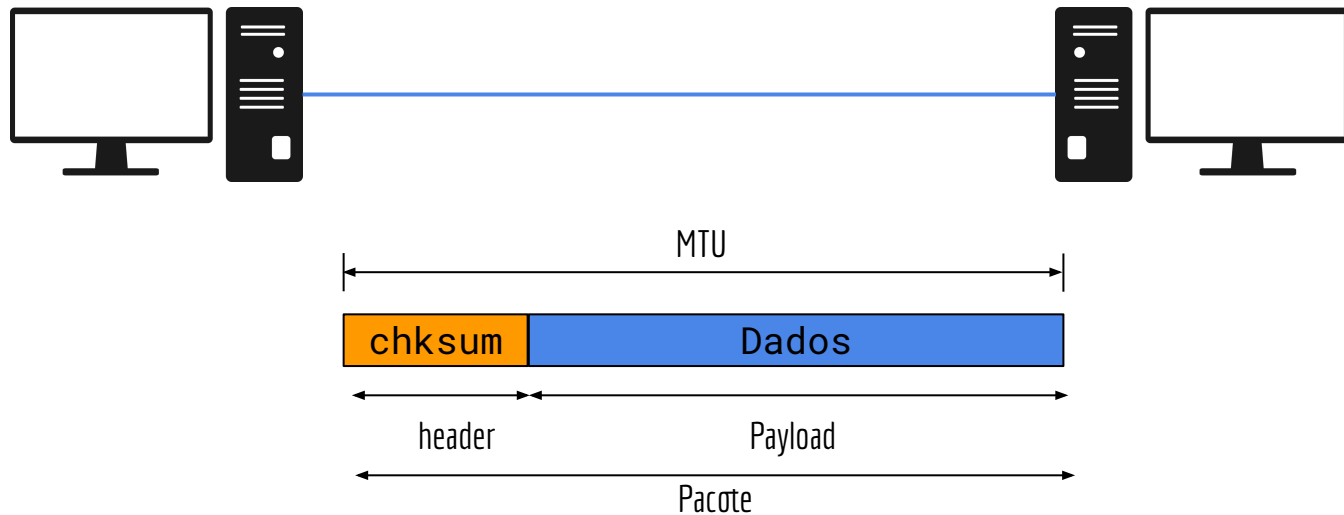
Enlace



Inserir os headers e definir o MTU é tarefa para a camada de enlace.

Camada de enlace	MTU, definição de headers, ...
Camada Física	Cabos, fibras, ondas de rádio, ...

MTU



Dica do Linux:

Você pode configurar o tamanho do MTU do seu computador ou servidor com o comando *ifconfig*.

Veja como funciona verificando no manual: *man ifconfig*

Para verificar o MTU corrente: *ifconfig | grep -i mtu*

Cuidado: se você definir um MTU maior que o suportado pela rede:

Rede IPv4: Pode causar overhead nos roteadores, que precisarão quebrar os pacotes.

Rede IPv6: Retorna um erro.

Faça você mesmo

Verifique o MTU no computador que você está usando agora:

```
ifconfig | grep -i mtu
```

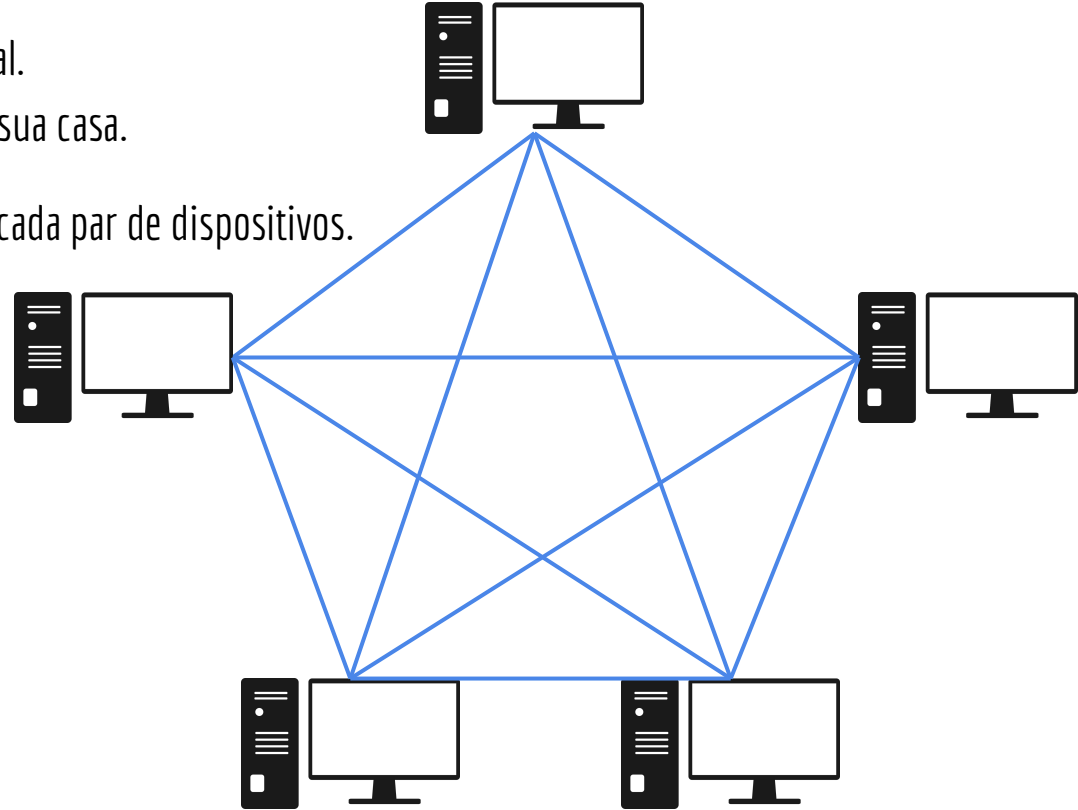
Aumentando a Rede

Podemos comunicar mais dispositivos em uma rede local.

Exemplo: a rede que comunica os dispositivos da sua casa.

Primeira ideia: ligar um cabo (ou similar) comunicando cada par de dispositivos.

Problemas?



Aumentando a Rede

Podemos comunicar mais dispositivos em uma rede local.

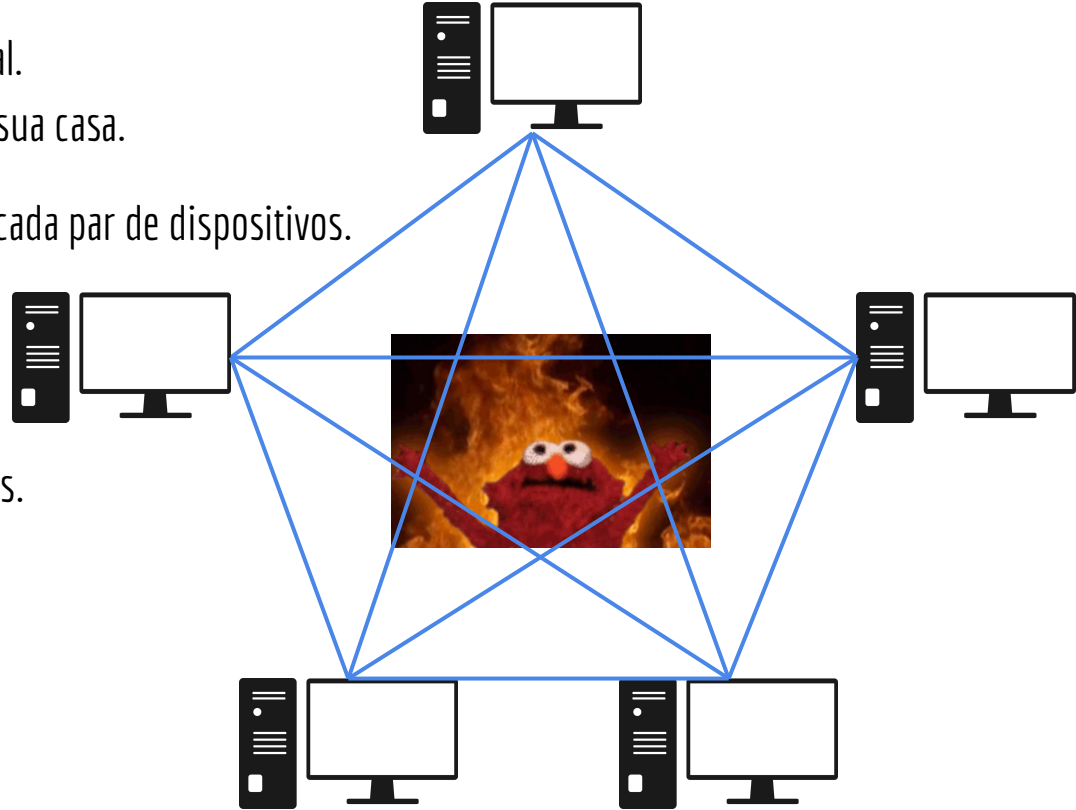
Exemplo: a rede que comunica os dispositivos da sua casa.

Primeira ideia: ligar um cabo (ou similar) comunicando cada par de dispositivos.

Problemas?

Isso é um **grafo completo**.

Precisamos de $\binom{n}{2} = \frac{n(n-1)}{2}$ conexões.

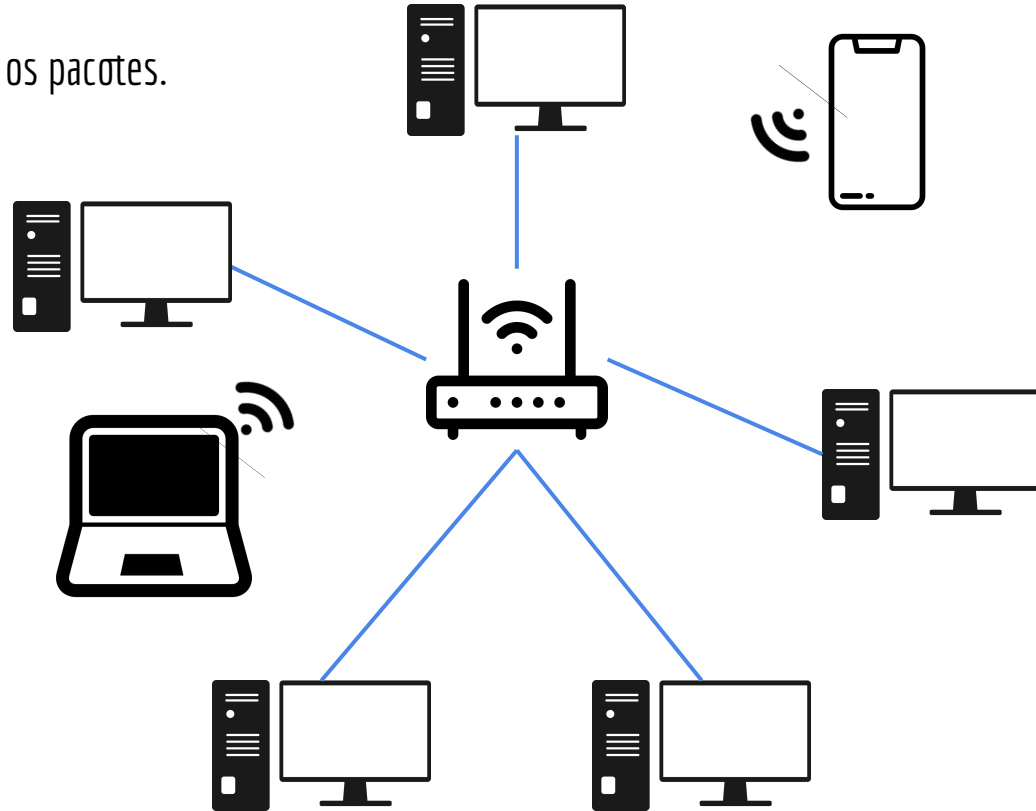


Uma ideia melhor

Podemos conectar a um dispositivo central que roteia os pacotes.

Um **roteador** ou **router**.

Obs.: em redes pequenas é comum o uso de um equipamento similar, mas menos “poderoso”, chamado **switch**. Vamos usar um roteador nos exemplos para simplificar.



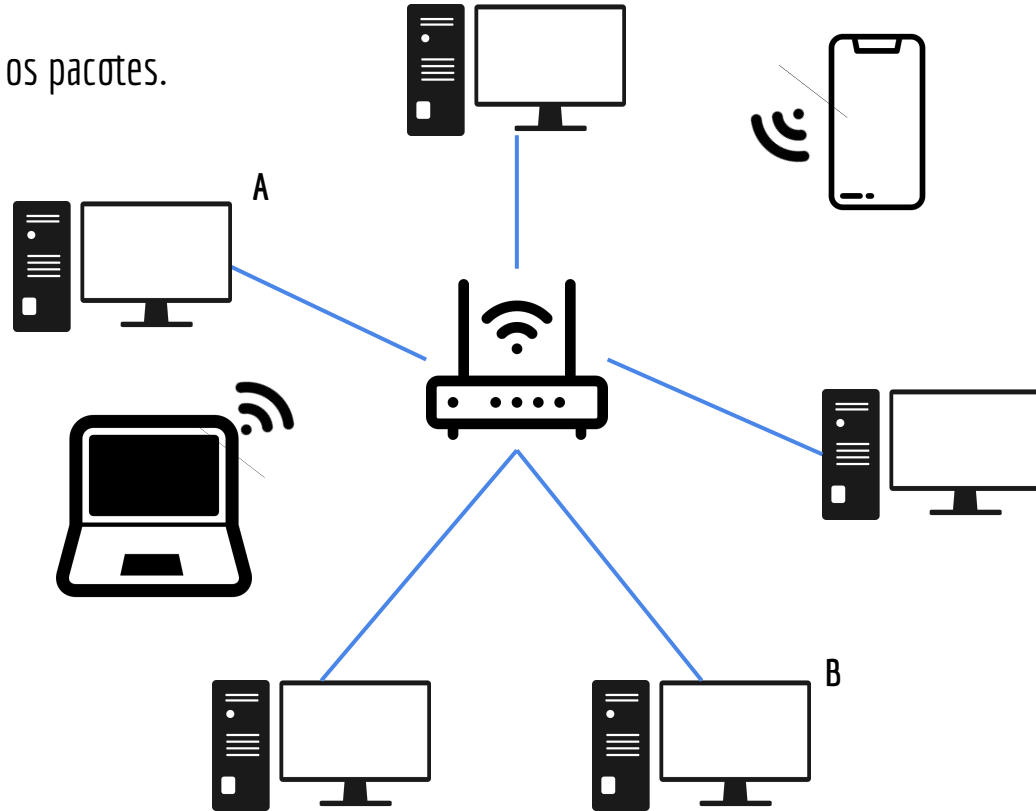
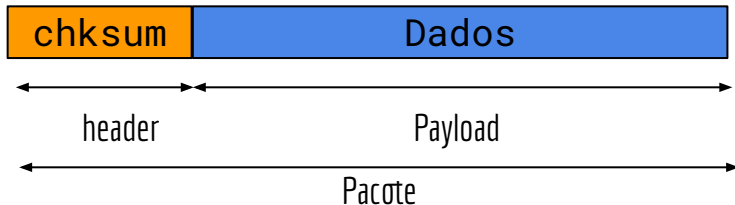
Uma ideia melhor

Podemos conectar a um dispositivo central que roteia os pacotes.

Um **roteador** ou **router**.

Suponha que o computador A quer enviar um pacote para o computador B.

Qual o problema com nossos pacotes?



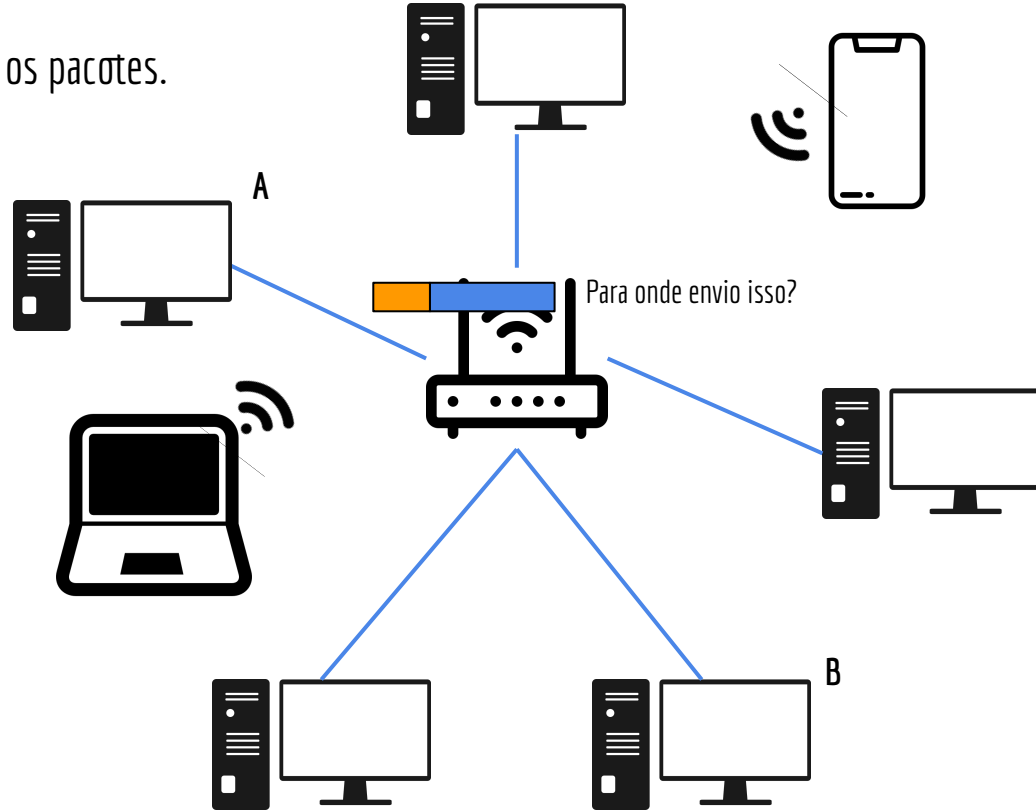
Uma ideia melhor

Podemos conectar a um dispositivo central que roteia os pacotes.

Um **roteador** ou **router**.

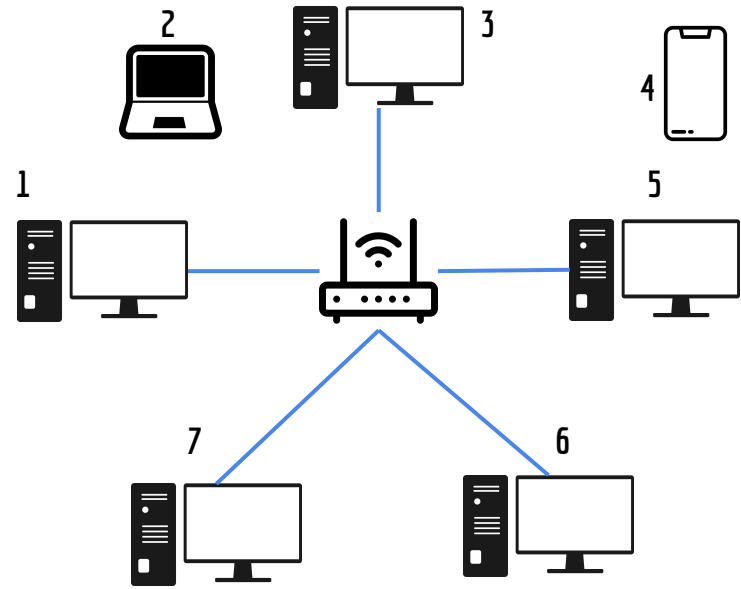
Suponha que o computador A quer enviar um pacote para o computador B.

Qual o problema com nossos pacotes?



Uma ideia melhor

Precisamos de um **endereço** interno para cada dispositivo.



Uma ideia melhor

Precisamos de um **endereço** interno para cada dispositivo.

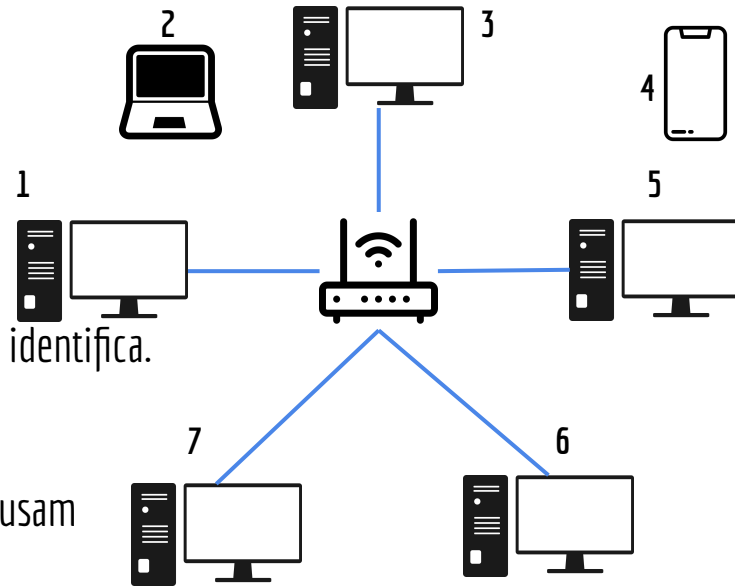
Os dispositivos de rede são feitos com um número “único” que os identifica.

Endereço de hardware ou endereço físico.

Dispositivos comuns do nosso dia a dia, como Ethernet, Wifi e Bluetooth usam um endereço de 6 Bytes, comumente visto no formato hexadecimal.

Endereço MAC - *Media Access Control Address*.

XX:XX:XX:XX:XX:XX



Endereço MAC

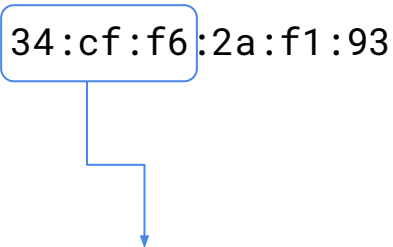
Você pode verificar o Endereço MAC dos seus dispositivos de rede digitando o comando *ifconfig* no Linux.

O endereço aparece como *ether* na saída do comando.

Endereço MAC

Você pode verificar o Endereço MAC dos seus dispositivos de rede digitando o comando `ifconfig` no Linux. O endereço aparece como *ether* na saída do comando.

34:cf:f6:2a:f1:93



Os primeiros 3 Bytes são o identificador do fabricante. Veja em standards.ieee.org/regauth/oui

Endereço MAC

Você pode verificar o Endereço MAC dos seus dispositivos de rede digitando o comando `ifconfig` no Linux. O endereço aparece como *ether* na saída do comando.

34:cf:f6:2a:f1:93



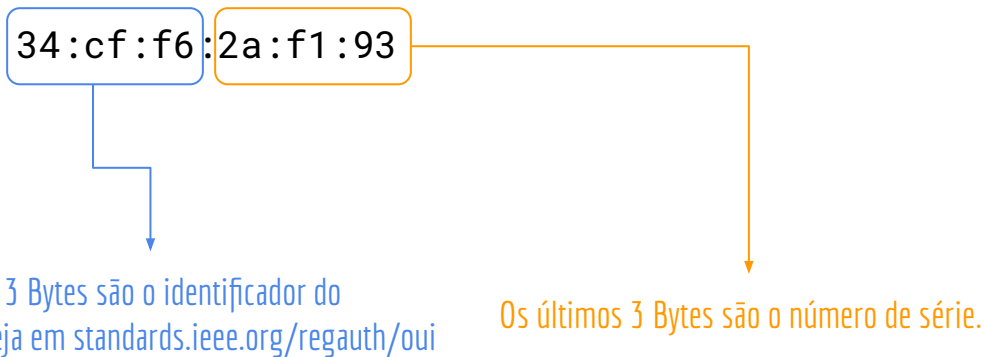
Os primeiros 3 Bytes são o identificador do fabricante. Veja em standards.ieee.org/regauth/oui

Os últimos 3 Bytes são o número de série.

Endereço MAC

Você pode verificar o Endereço MAC dos seus dispositivos de rede digitando o comando `ifconfig` no Linux. O endereço aparece como *ether* na saída do comando.

34:cf:f6:2a:f1:93



Os primeiros 3 Bytes são o identificador do fabricante. Veja em standards.ieee.org/regauth/oui

Os últimos 3 Bytes são o número de série.

Faça você mesmo: identifique o fabricante do dispositivo de rede que você está usando agora.

Endereço MAC

Endereços MAC ficam na camada de enlace.

Endereços MAC são visíveis apenas na **rede local**. Um pacote não é transmitido com o endereço MAC na rede externa.

Na verdade, o IPv6 acaba adicionando o MAC como parte do IP.

Alguns hardwares permitem que o seu MAC seja trocado.

Especialmente útil em redes internas, quando precisamos substituir um hardware defeituoso por outro, mas precisamos manter o “endereço”.

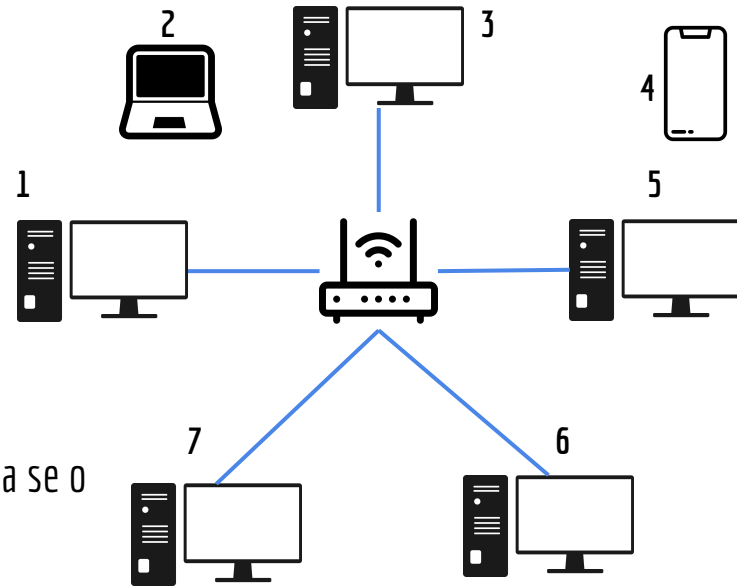
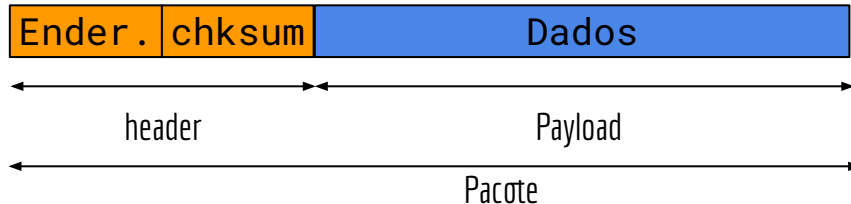
Camada de enlace	MTU, definição de headers, ...
Camada Física	Cabos, fibras, ondas de rádio, ...

Uma ideia melhor

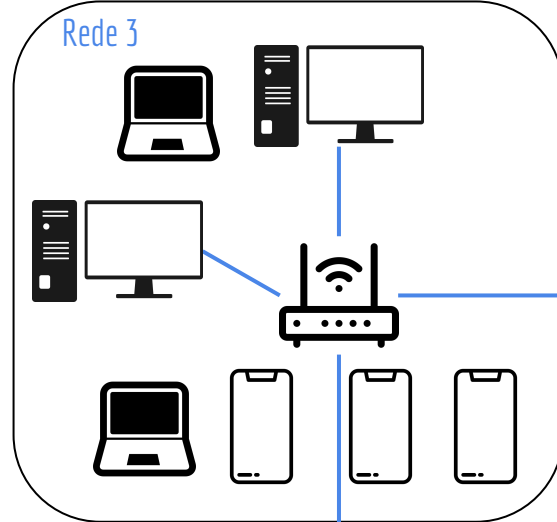
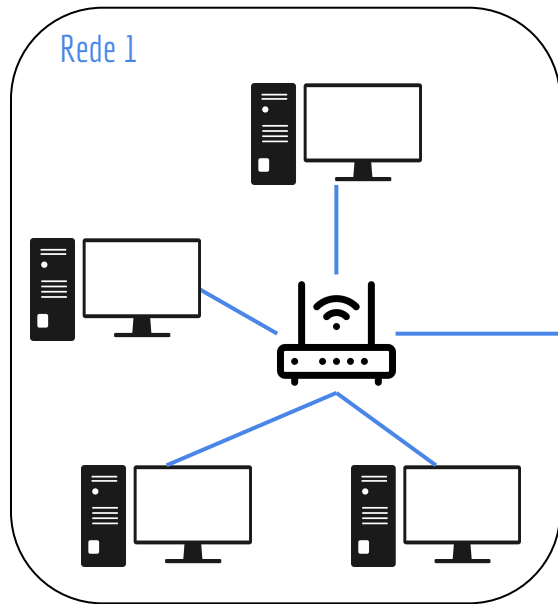
O MAC pode ser adicionado no cabeçalho para identificar o destino.

Opções:

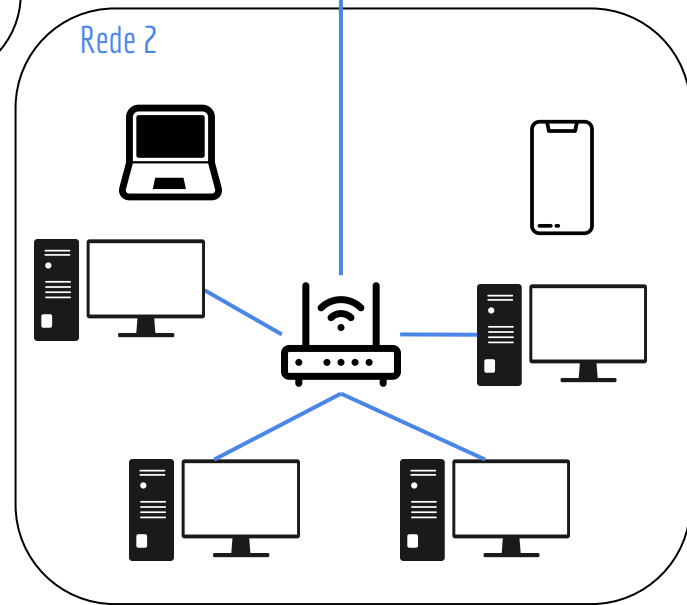
1. O roteador pode enviar o pacote para todos, e o destinatário verifica se o pacote deve ser lido ou não por ele.
2. O roteador pode enviar o pacote apenas para o destinatário.



Indo além...



Podemos agora conectar múltiplas redes locais.

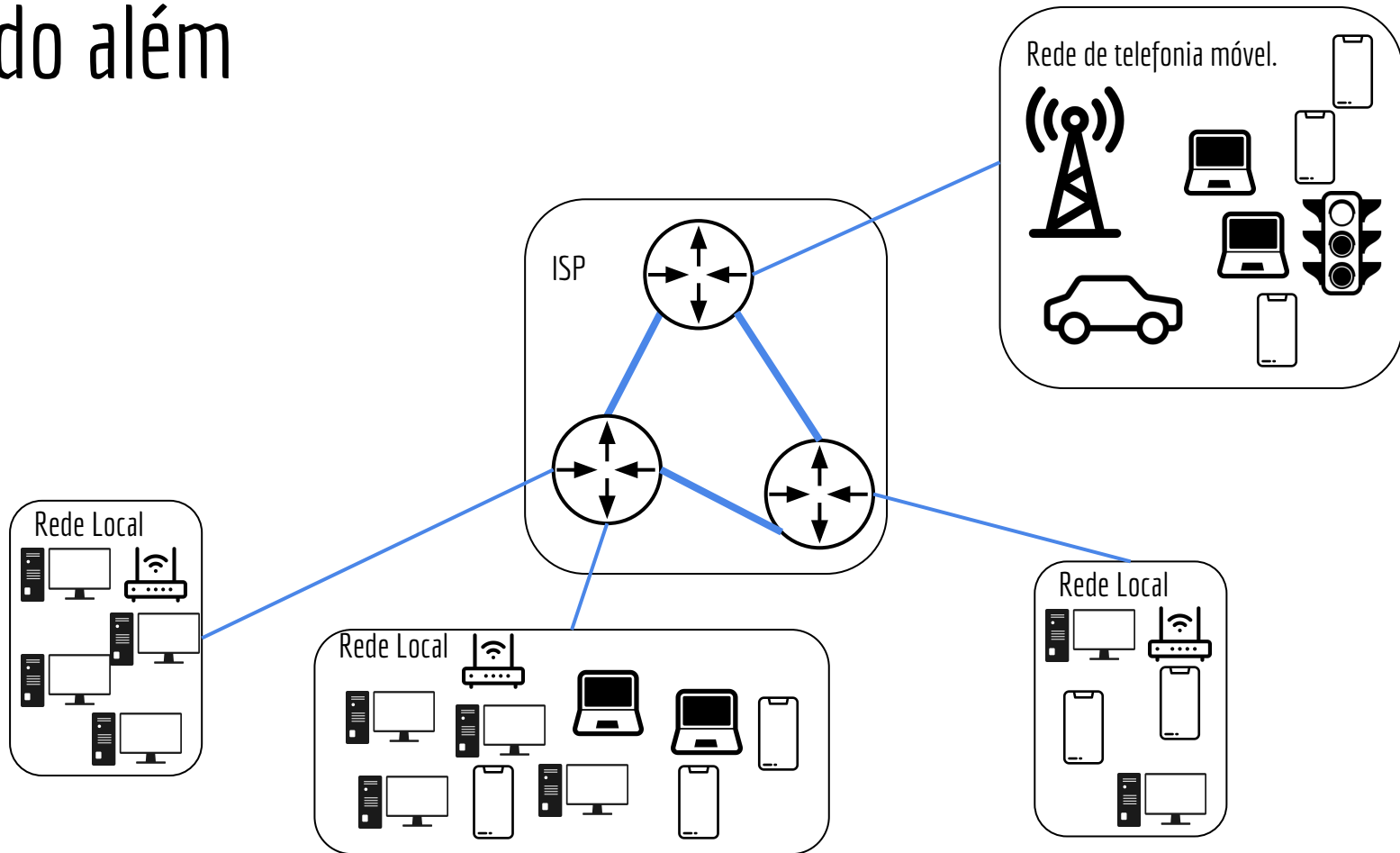
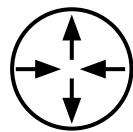


Indo além

Para evitar que as redes sejam conectadas diretamente umas às outras através de seus roteadores, podemos adicionar roteadores especiais, que interligam tudo em uma “via expressa”.

Indo além

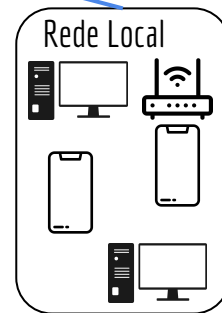
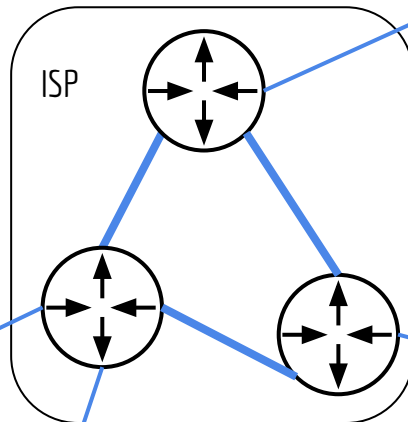
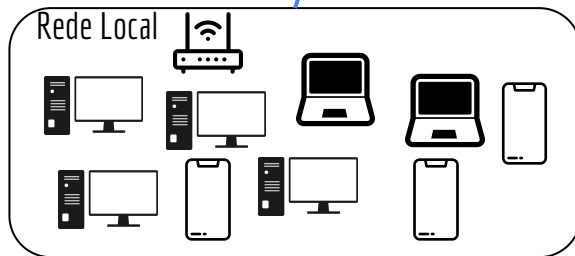
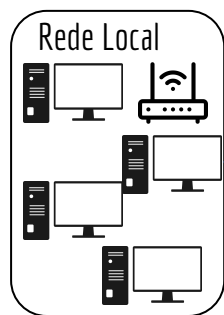
Representação de um roteador.



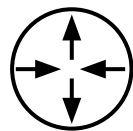
Indo além

ISP: Internet service provider (ISP): Provê a conexão da sua rede local com as demais redes.

Contém seus próprios roteadores, que conversam com roteadores de outros ISPs.



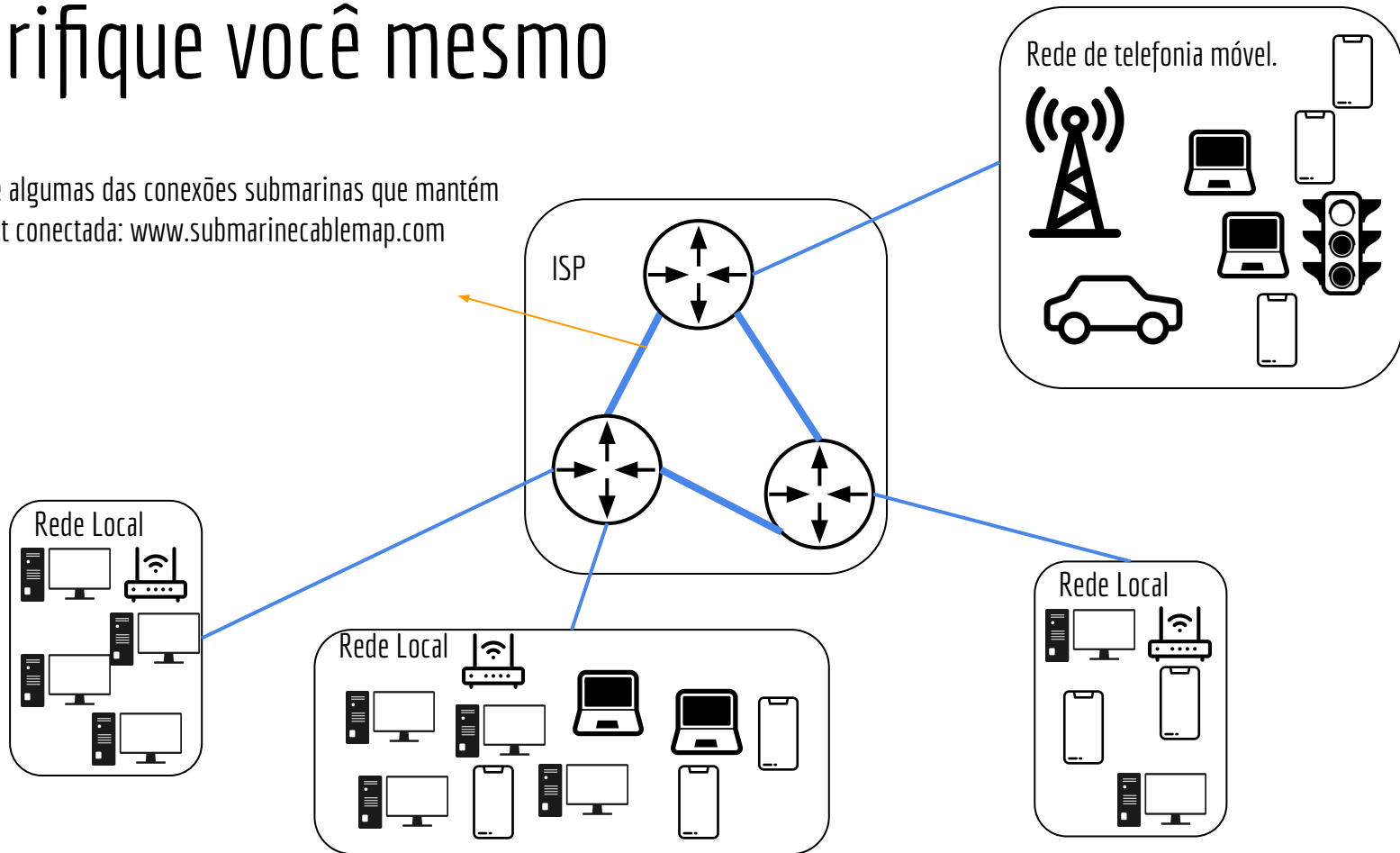
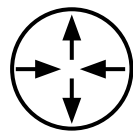
Representação de um roteador.



Verifique você mesmo

Verifique algumas das conexões submarinas que mantêm a internet conectada: www.submarinecablemap.com

Representação de um roteador.



Veja esses vídeos



<https://www.youtube.com/watch?v=d0gs497KApU>



<https://www.youtube.com/watch?v=bkgvqC3M1Tw>

Conectando Tudo

Precisamos da mesma ideia de endereço, para rotear os pacotes.

Precisamos de um endereçamento mais robusto.

O que usamos é o IP - **Internet Protocol**.

Um número IP é um endereço independente de hardware.

Especifica um **destino único**.

IP

Podemos colocar o conceito de IP em uma camada extra de abstração, chamada de **rede**.

O mapeamento entre o endereço de IP e o hardware é feito na camada de enlace.

Exemplo: o seu roteador de casa pode fazer essa ligação.

Rede	IP
Camada de enlace	MTU, definição de headers, ...
Camada Física	Cabos, fibras, ondas de rádio, ...

IP e MAC

Uma rede IPv4 pode usar, por exemplo, o protocolo ARP para identificar o endereço IP associado a determinado MAC em uma rede local.

Rede	IP
Camada de enlace	MTU, definição de headers, ...
Camada Física	Cabos, fibras, ondas de rádio, ...

IP

Um número IPv4 (que ainda é a maioria) é um número composto por 4 Bytes.

Você geralmente vai ver esse número em decimal na forma x.y.z.w, onde x,y,z e w são números entre [0-255].

IP

Um número IPv4 (que ainda é a maioria) é um número composto por 4 Bytes.

Você geralmente vai ver esse número em decimal na forma x.y.z.w, onde x,y,z e w são números entre [0-255].

Idealmente, cada dispositivo conectado na internet deveria ter seu próprio IP.

Mas nem tudo são flores.

Com o IPv4, são possíveis apenas $2^{32} = 4.294.967.296$ endereços únicos possíveis.

IP

Um número IPv4 (que ainda é a maioria) é um número composto por 4 Bytes.

Você geralmente vai ver esse número em decimal na forma x.y.z.w, onde x,y,z e w são números entre [0-255].

Idealmente, cada dispositivo conectado na internet deveria ter seu próprio IP.

Mas nem tudo são flores.

Com o IPv4, são possíveis apenas $2^{32} = 4.294.967.296$ endereços únicos possíveis.

O que geralmente se faz é ter um endereço IP “real” que referencia o roteador principal da sua rede local, e um endereço de IP “privado” para cada item da rede local, que só é usado internamente.

Uma das técnicas comuns para isso é o uso do DHCP - Veja na bibliografia.

IPv6

A versão melhorada do IPv4 é o IPv6.

É basicamente a mesma coisa, com algumas melhorias, e mais bits de endereço.

O IPv6 conta com 16 Bytes para endereços, ou seja, são possíveis $2^{128} = 3,402823669 \times 10^{38}$ endereços únicos possíveis.

Especialmente útil para Internet das Coisas - IoT.

IPv6

A versão melhorada do IPv4 é o IPv6.

É basicamente a mesma coisa, com algumas melhorias, e mais bits de endereço.

O IPv6 conta com 16 Bytes para endereços, ou seja, são possíveis $2^{128} = 3,402823669 \times 10^{38}$ endereços únicos possíveis.

Especialmente útil para Internet das Coisas - IoT.

Você vai ver o número IPv6 comumente representado em hexadecimal no formato
xxxx:xxxx:xxxx:xxxx:xxxx:xxxx:xxxx:xxxx.

Onde cada x é um número hexadecimal [0,1,2,3,...,A,B,C,D,E,F].

IPv6

Os serviços estão migrando para IPv6, mas a um ritmo muito mais lento do que o esperado.

Cerca de 40% dos acessos ao Google são feitos via dispositivos com endereço IPv6.

Veja você mesmo: www.google.com/intl/en/ipv6/statistics.html

IP

O número de IP é comumente dado pelo ISP.

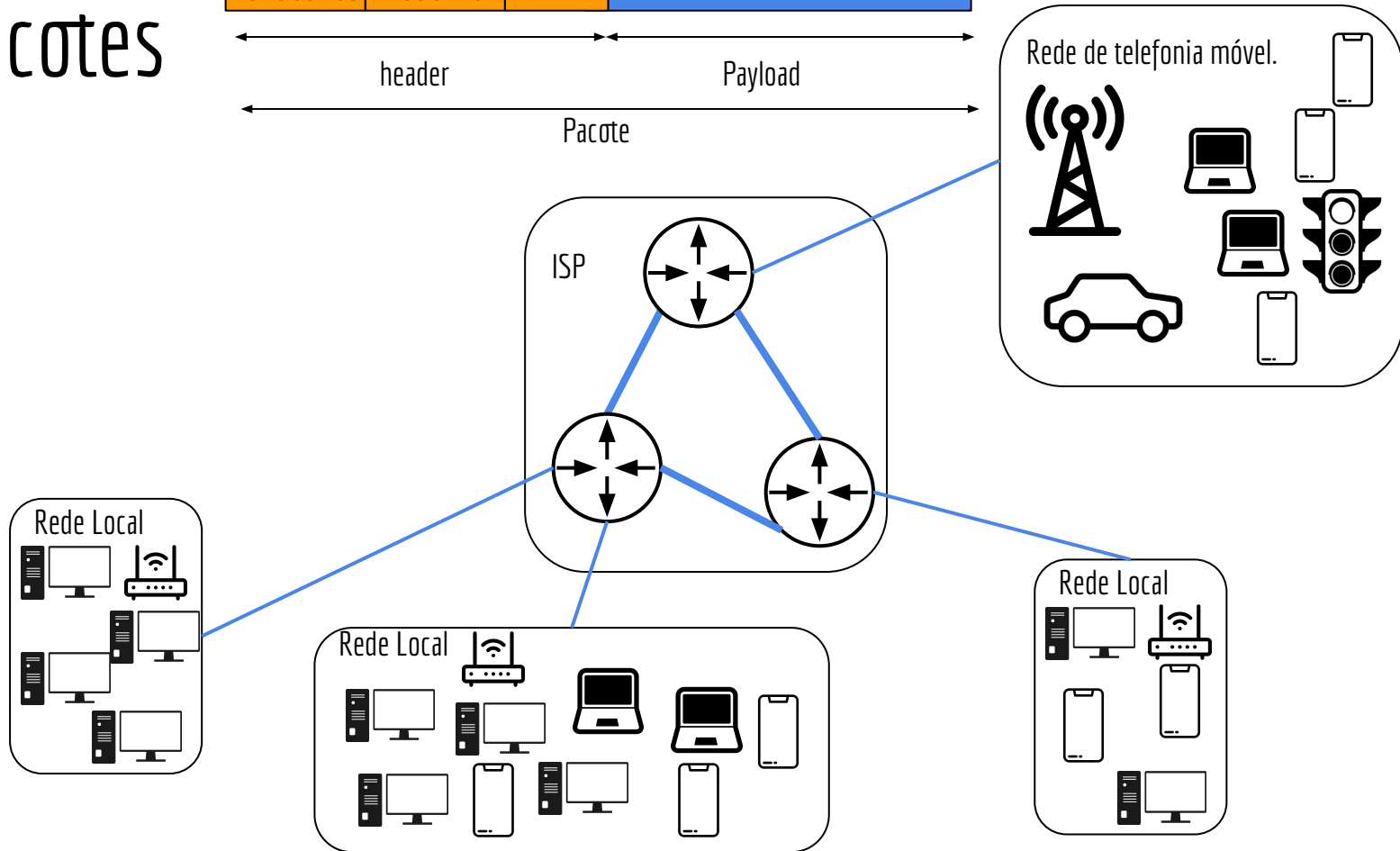
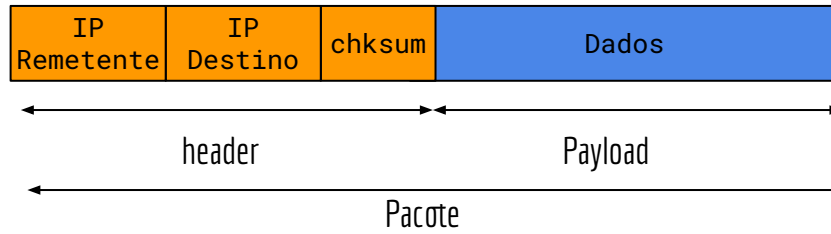
Para simplificar, vamos considerar que cada dispositivo possui seu próprio endereço de IP.

Sem nos preocupar se o IP é real ou só um IP interno.

Você pode verificar o número de IP do seu computador com o comando *ifconfig* ou com *ip address*.

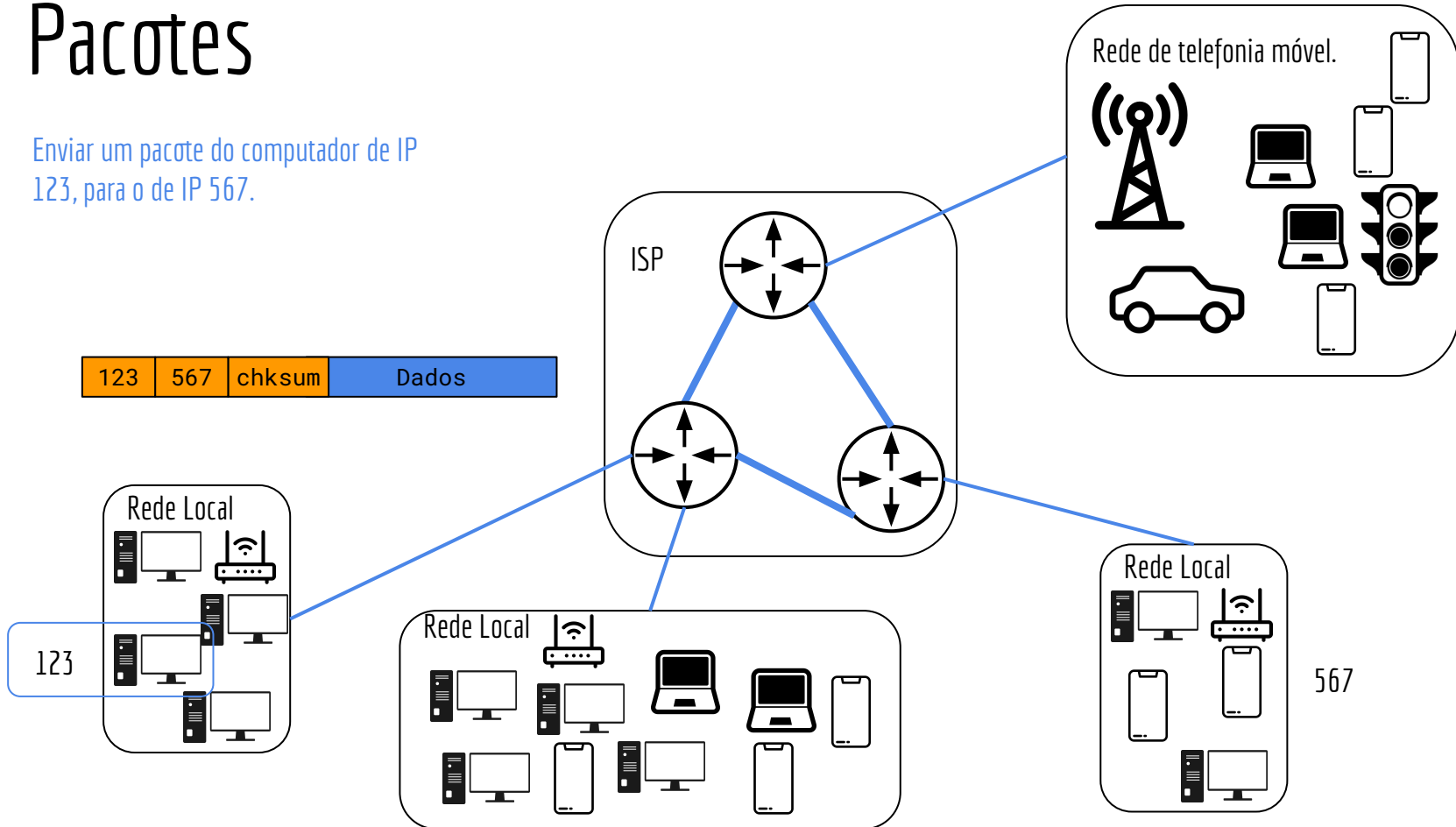
O número *IPv4* aparece como *inet*, e *IPv6* como *inet6*.

Pacotes



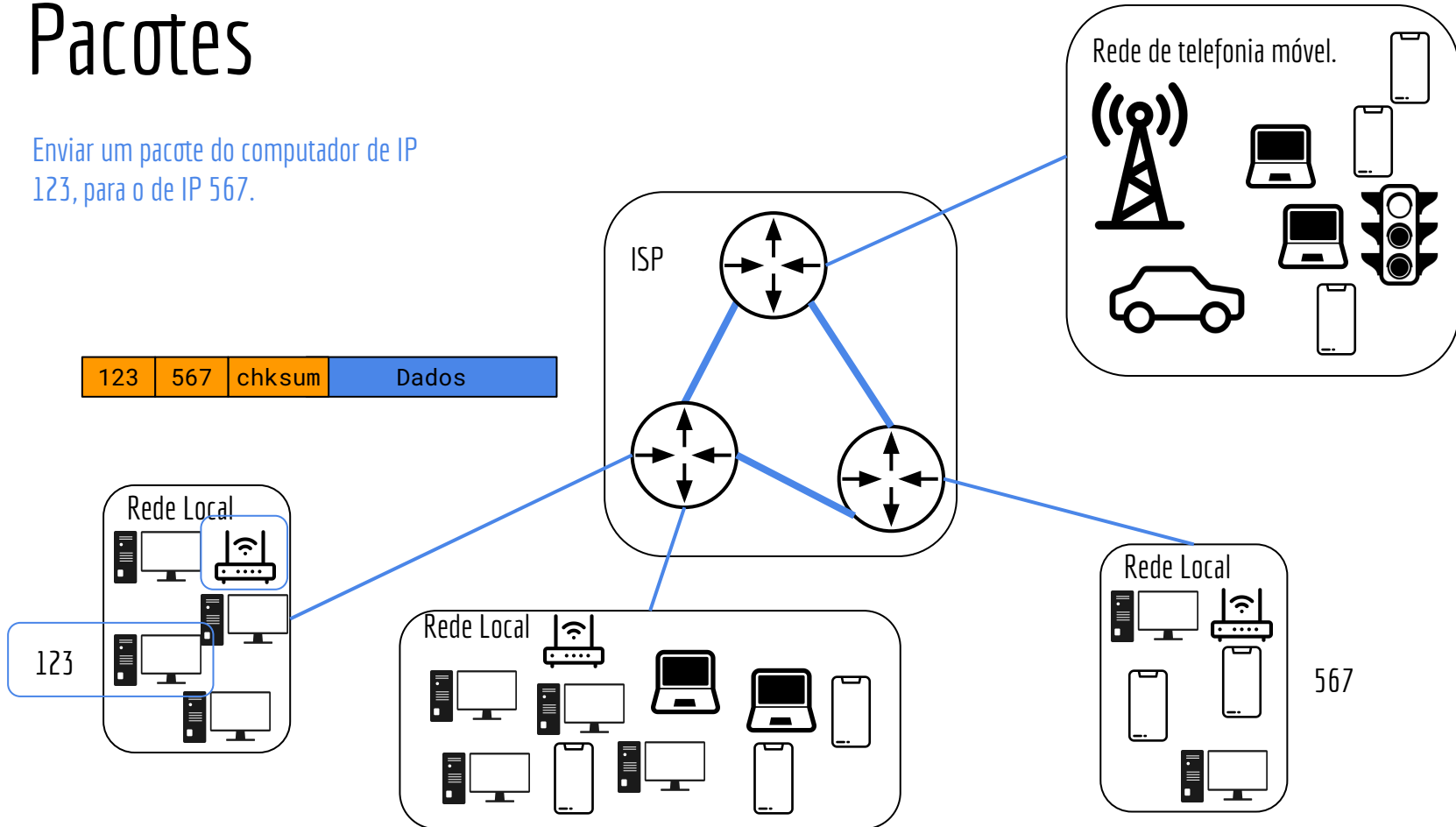
Pacotes

Enviar um pacote do computador de IP 123, para o de IP 567.



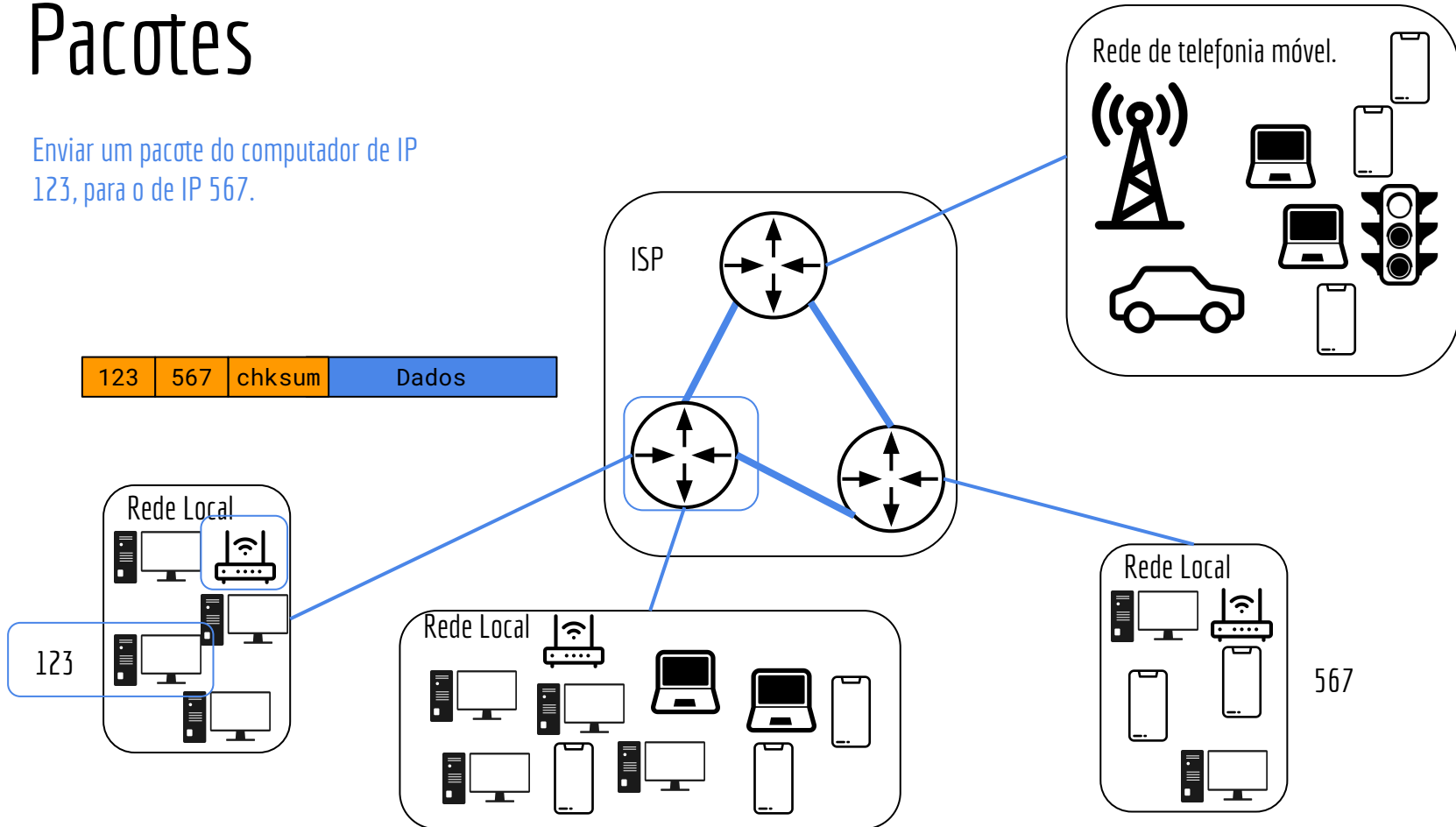
Pacotes

Enviar um pacote do computador de IP 123, para o de IP 567.



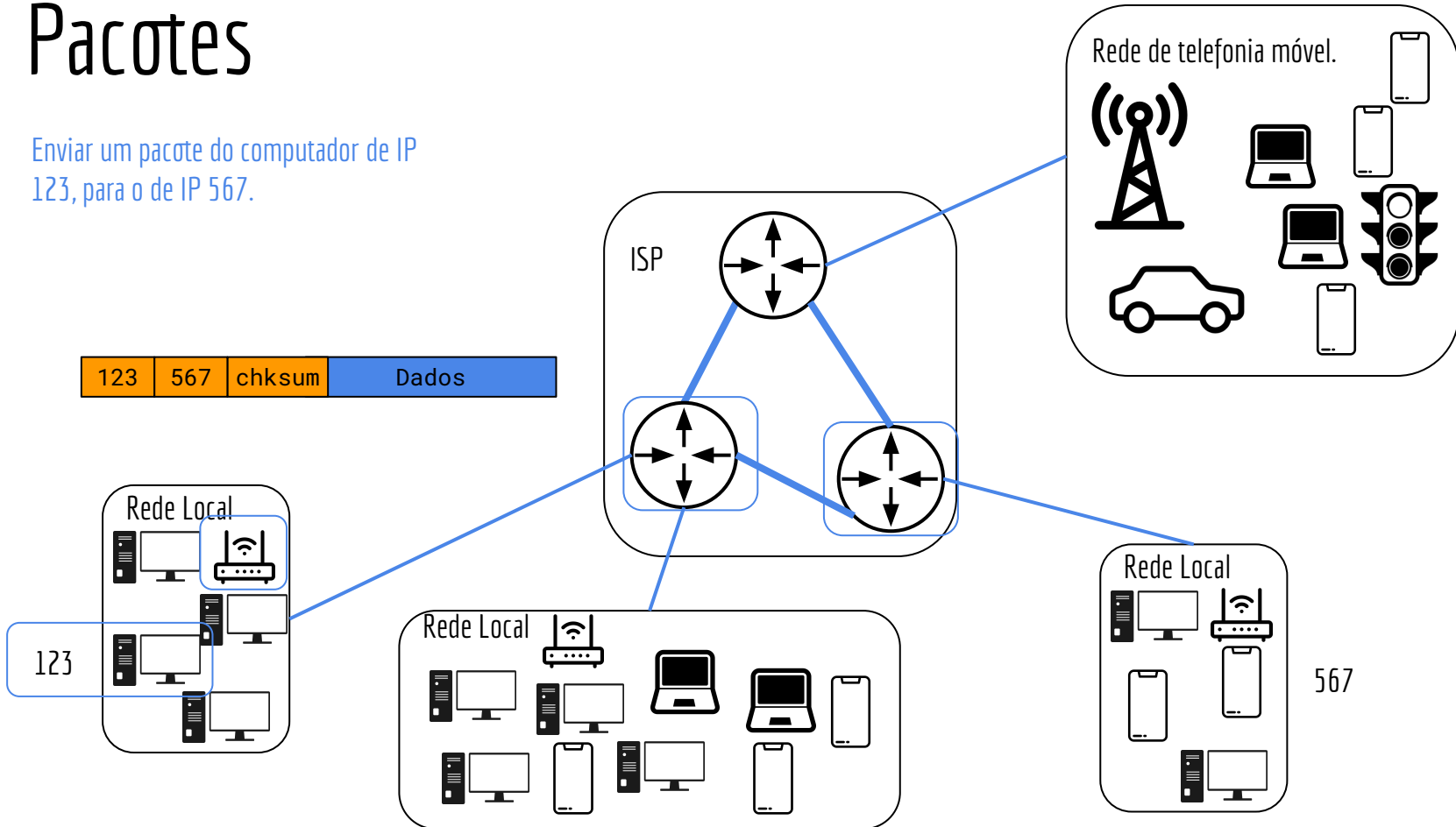
Pacotes

Enviar um pacote do computador de IP 123, para o de IP 567.



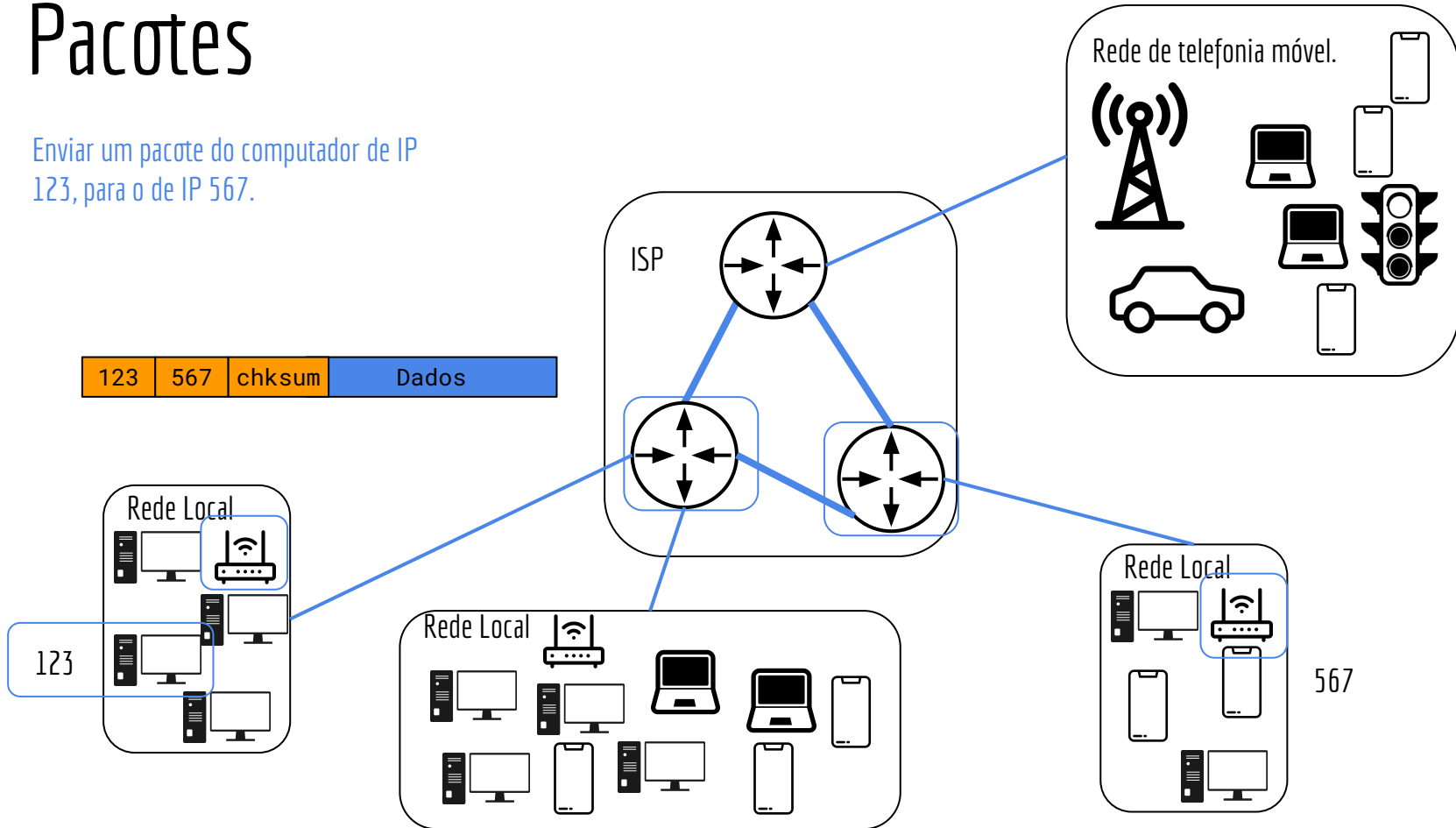
Pacotes

Enviar um pacote do computador de IP 123, para o de IP 567.



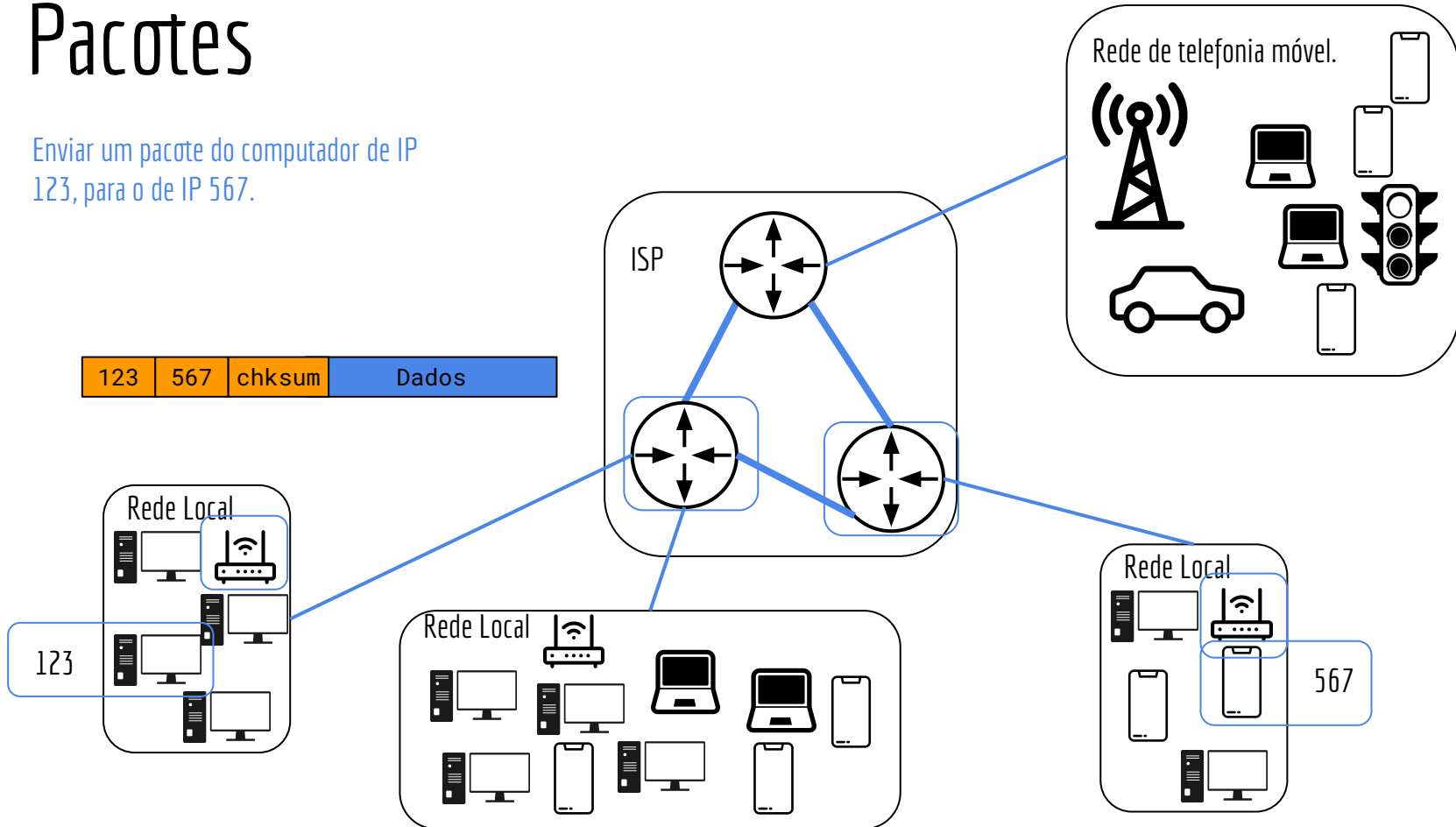
Pacotes

Enviar um pacote do computador de IP 123, para o de IP 567.



Pacotes

Enviar um pacote do computador de IP 123, para o de IP 567.



TCP/IP

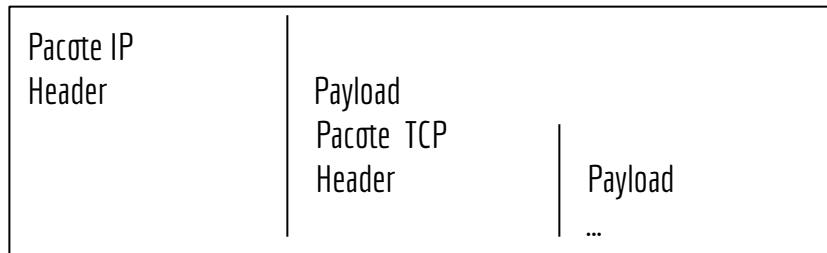
A combinação dos protocolos de transmissão com o endereçamento IP dá o nome ao conjunto TCP/IP.

TCP: Transmission Control Protocol

A forma com que os pacotes são criados e endereçados é mais complexa do que a mostrada na aula.

Mas o visto em aula serve como uma boa base.

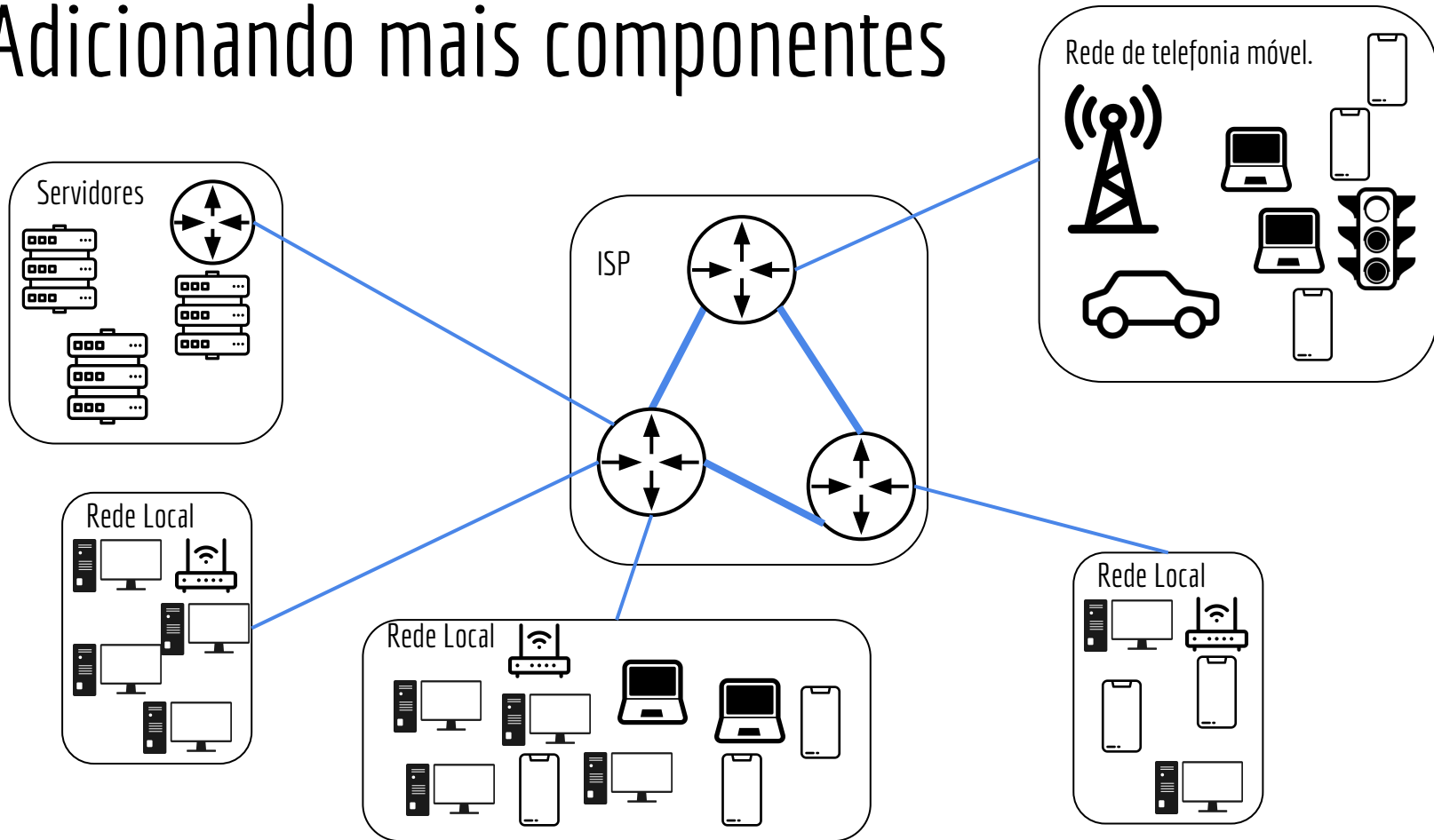
Na vida real, o que se faz é aninhar pacotes, um dentro do outro.



TCP/IP

Transporte	TCP,UDP.
Rede	IP
Camada de enlace	MTU, definição de headers, ...
Camada Física	Cabos, fibras, ondas de rádio, ...

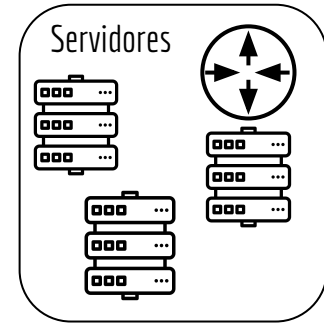
Adicionando mais componentes



Servidor

Servidor: Um servidor é um “computador comum” que armazena e transmite informações, como páginas web, serviços de e-mail, dados de vídeo, ...

Você literalmente pode usar um computador comum, mas...



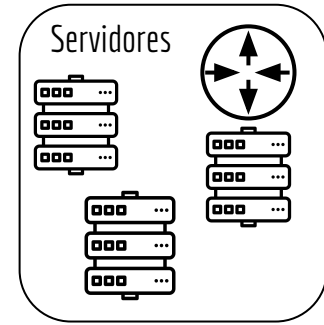
Servidor

Servidor: Um servidor é um “computador comum” que armazena e transmite informações, como páginas web, serviços de e-mail, dados de vídeo, ...

Você literalmente pode usar um computador comum, mas...

Idealmente você terá um computador com requisitos específicos, como redundância e capacidade para tratar diversas conexões simultaneamente.

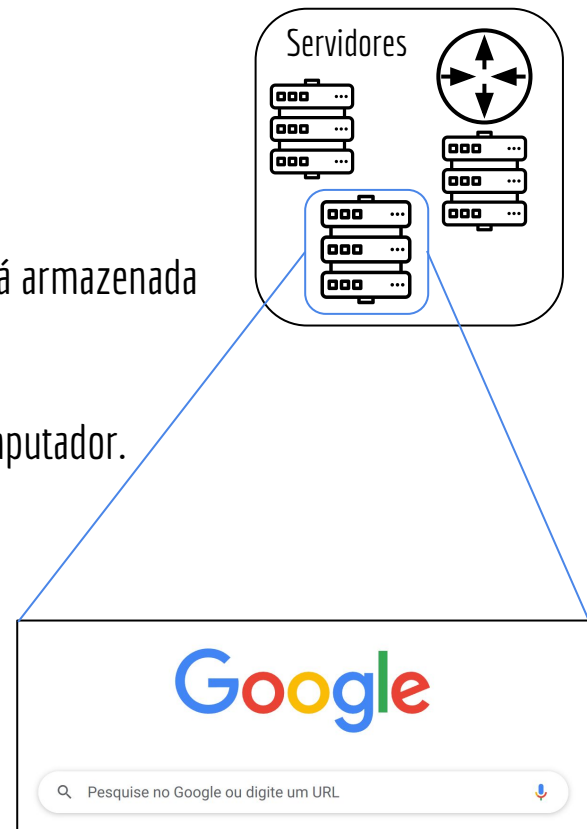
O seu e-mail (do Gmail, Microsoft, UFPR, ...) está armazenado em um servidor, em algum lugar.



Servidor

Quando você acessa o Google por exemplo, está acessando uma página Web, que está armazenada em algum servidor (computador).

O servidor recebe sua requisição, e envia os pacotes da página para o seu computador.



Falta uma peça...

Falta uma peça nesse quebra-cabeças.

Para acessar o Google, precisamos interagir com o servidor onde o Google está hospedado.

Falta uma peça...

Falta uma peça nesse quebra-cabeças.

Para acessar o Google, precisamos interagir com o servidor onde o Google está hospedado.

O servidor possui um endereço IP.

Mas não digitamos esse endereço para acessar o Google.

Falta uma peça...

O endereço de IP existe, e de fato precisamos dele para acessar.

Para saber o endereço IP do Google, ou de qualquer página, basta usar o comando *dig <endereço da página>* no Linux.

O endereço vai aparecer em *ANSWER SECTION*.

Falta uma peça...

O endereço de IP existe, e de fato precisamos dele para acessar.

Para saber o endereço IP do Google, ou de qualquer página, basta usar o comando *dig* <endereço da página> no Linux.

O endereço vai aparecer em *ANSWER SECTION*.

Faça você mesmo:

Use o comando *dig* para encontrar o endereço IP de páginas da internet, e acesse as páginas via o endereço IP diretamente no seu navegador.

Dica: não vai funcionar para qualquer página, já que algumas páginas estão em servidores compartilhados.

Falta uma peça...

Seria incômodo acessar as páginas web através de seus endereços IP.

Da mesma forma que seria incômodo (mas talvez melhor) referenciar o endereço da sua casa por sua latitude e longitude.

Falta uma peça...

Seria incômodo acessar as páginas web através de seus endereços IP.

Da mesma forma que seria incômodo (mas talvez melhor) referenciar o endereço da sua casa por sua latitude e longitude.

Precisamos mapear os endereços “humanos” (e.g., www.google.com) para os endereços IP dos servidores.

Falta uma peça...

Quando acessamos uma página Web, o navegador automaticamente consegue inferir o endereço IP do servidor onde a página está hospedada.

Essa magia é feita pelo resolvedor **DNS**.

Domain Name System (Sistema de Nomes de Domínio).

Resolvedores DNS

Os resolvedores DNS são bancos de dados descentralizados.

A sua rede local pode guardar um cache dos IPs de sites acessados recentemente.

Uma cache é uma pequena memória contendo algumas entradas.

Essa cache expira em determinado período de tempo (e.g., 1 dia)

Resolvedores DNS

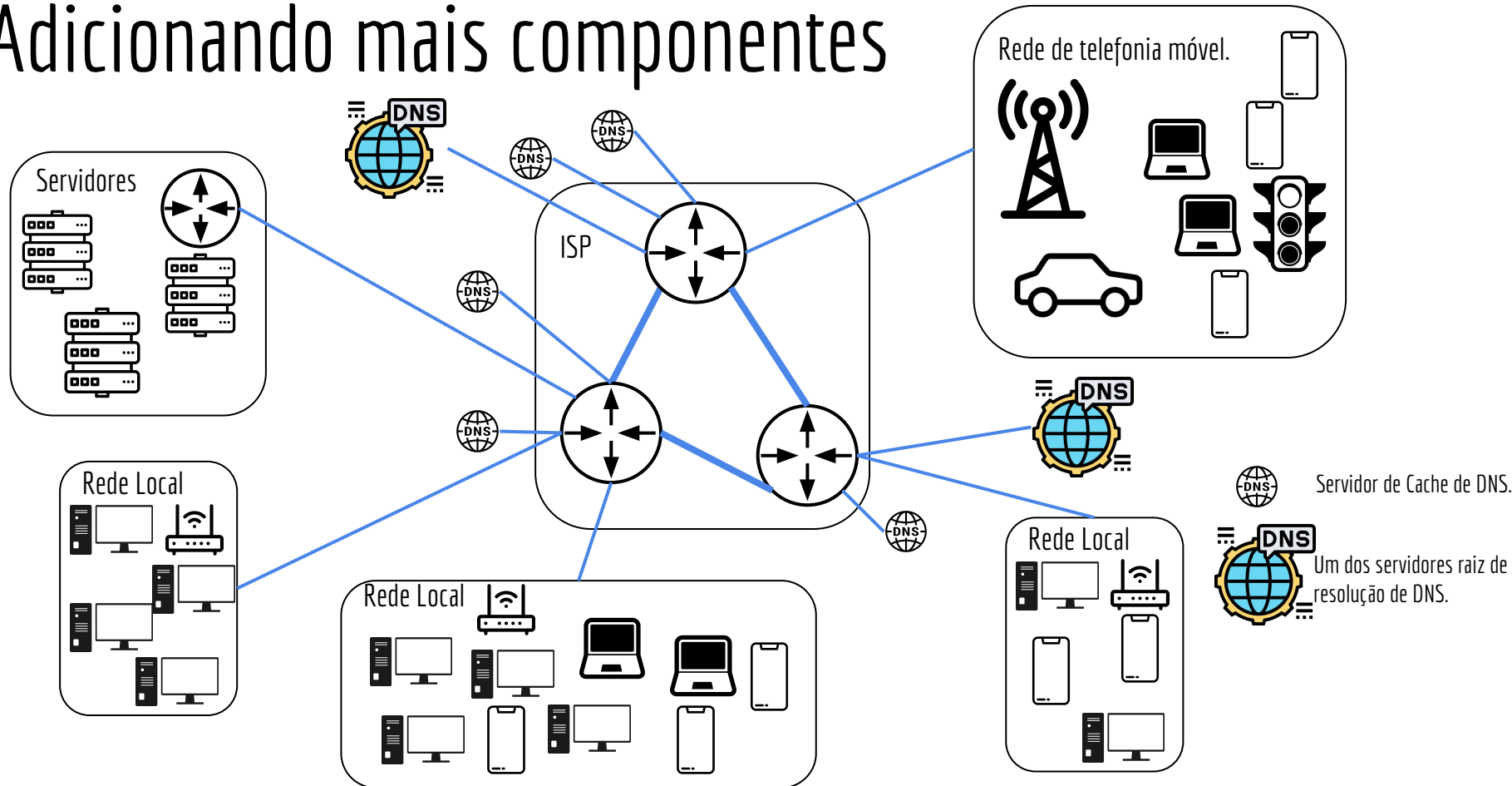
Os resolvedores DNS são bancos de dados descentralizados.

A sua rede local pode guardar um cache dos IPs de sites acessados recentemente.

Se a rede local não sabe o IP de um site, ela pode perguntar para, por exemplo, o seu ISP, que é outro cache.

Se o ISP não sabe, pode perguntar, por exemplo, para um servidor raiz.

Adicionando mais componentes



Cache poisoning

O sistema DNS é um dos elos fracos da internet.

Comprometer um servidor (root ou cache) é um problema sério.

Um problema clássico que pode ocorrer em redes locais (como o da sua casa) é chamado de *cache poisoning*.

Cache poisoning



URL	IP
www.seubanco.com.br	123.222.111.333
...	...

123.456.789.123

Meu Banco

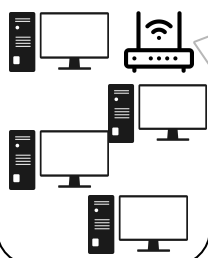


222.222.222.222

Meu Banco (fake)



Rede Local



Cache armazenada em seu roteador.

URL	IP
www.seubanco.com.br	222.222.222.222
...	...

Um atacante teve acesso a cache, e modificou o IP do banco para um IP falso. O IP falso pode redirecionar para uma página falsa.

Faça você mesmo

Use o comando `traceroute` do Linux para verificar os endereços IP de todos os roteadores que você precisa passar para chegar a determinado endereço.

Exemplo:

```
traceroute www.google.com
```

Você pode tentar pesquisar a localização geográfica dos roteadores ou do endereço final em check-host.net.

Latência

A latência é o tempo que um pacote demora para chegar, por exemplo, de um servidor até sua máquina.

Uma latência grande pode ser devida a:

- Uma conexão fisicamente distante entre as máquinas.
Exemplo: seu computador em Curitiba, e o servidor na Alemanha.
- Passagem por muitos roteadores.
Cada roteador que recebe um pacote gasta tempo para roteá-lo.
- Roteadores Sobrecarregados.
- ...

Latência

Como a latência pode nos prejudicar?

Latência

Como a latência pode nos prejudicar?

- Você pode perder aquela partida no seu jogo favorito.



Latência

Como a latência pode nos prejudicar?

- Você pode perder aquela partida no seu jogo favorito.
- Em um caso mais sério (o jogo não era sério!?), isso inviabiliza que o processamento de determinadas aplicações seja feito remotamente.
 - Exemplo: um carro enviar as informações de piloto automático pela rede, para serem processadas em um servidor, é inviável.



Edge Computing

Muitos serviços têm migrado para edge computing por conta da latência e da largura de banda (capacidade) de redes.

O conceito básico é processar as informações diretamente na ponta (edge), sem enviar os dados crus para um servidor.

Exemplo:

Uma câmera pode processar as informações de tráfego sozinha, e enviar somente o número de carros na via no momento.

Não precisa enviar imagens para o servidor.



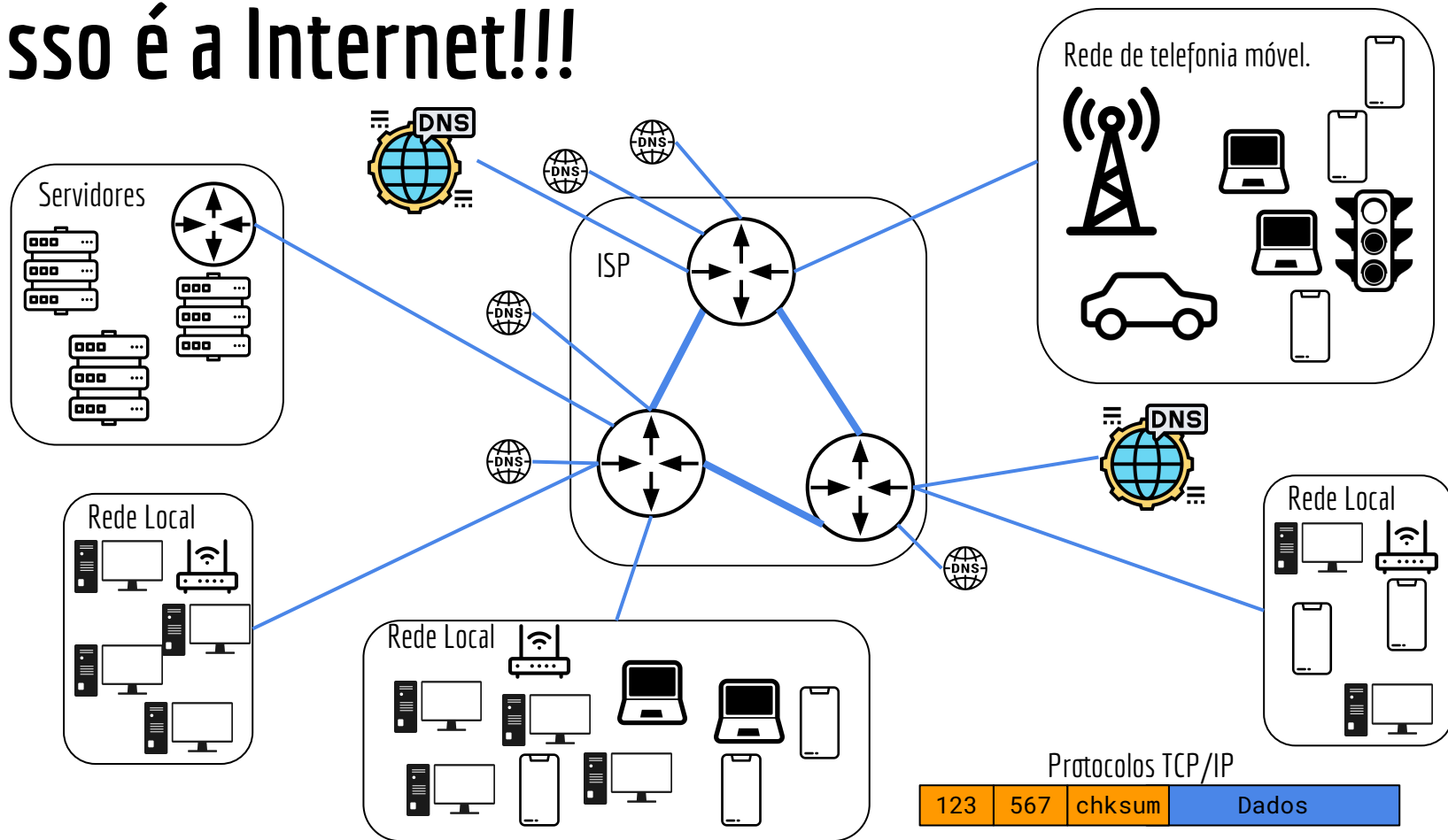
Latência

O comando clássico para medir a latência é o ping.

Exemplo: `ping www.google.com`

Use `Control+c` para parar.

Isso é a Internet!!!

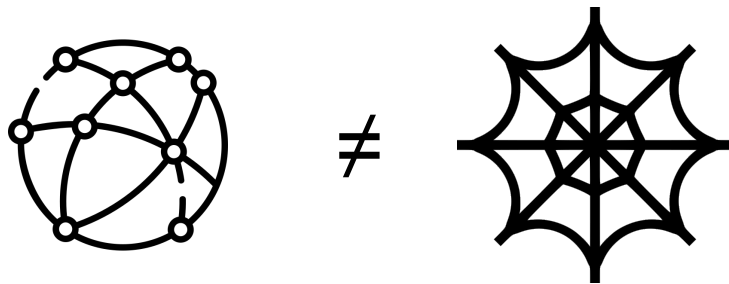


E a Web?

World Wide Web (Rede Mundial de Computadores): WWW ou **Web**

O nome não é dos melhores. Confunde a Web com a internet.

Web e internet **não** são a mesma coisa.



Web

A Web é uma coleção de recursos (documentos, páginas, ...) conectadas.

Hiperlinks e outros identificadores.

Depende de protocolos específicos de transmissão, que ficam dentro da camada de **aplicação**.

Ex.: protocolos HTTP e HTTPS.

Definem como informações (e.g., de páginas web) são transmitidas pela rede.

Aplicação	HTTP, HTTPS.
Transporte	TCP,UDP.
Rede	IP
Camada de enlace	ARP, MTU, definição de headers, ...
Camada Física	Cabos, fibras, ondas de rádio, ...



Research

I am a Machine Learning Researcher. Check out some publications:
Almeida, P. R. L., Alves, J. M., Papadimitriou, E. S., Barakid, J. P. A systematic review on computer vision-based parking lot management applied on public datasets. *ISPA, 2020*. [\[pdf\]](#)
Almeida, P. R. L., Oliveira, L. S., Brito, Jr., A. S., Barakid, J. P. Naive Approaches to Deal With Concept Drifts. *2020 IEEE SMC, Toronto, 2020*. [\[pdf\]](#)
Almeida, P. R. L., Oliveira, L. S., Brito, Jr., A. S., Subourin, R. Adapting Dynamic Classifier Selection for Concept Drift. *ISPA, 2018*. [\[pdf\]](#)

[Google Scholar](#)



I am a researcher at the Data Science & Big Data research group. The Laboratory of Data Science & Big Data was created in 2018 and it is part of the Department of Informatics (Dinf) and Department of Statistics (Dstat) of the Federal University of Paraná (UFPR). We are currently accepting master's and PhD students. Check out more in the link.

[Link](#)



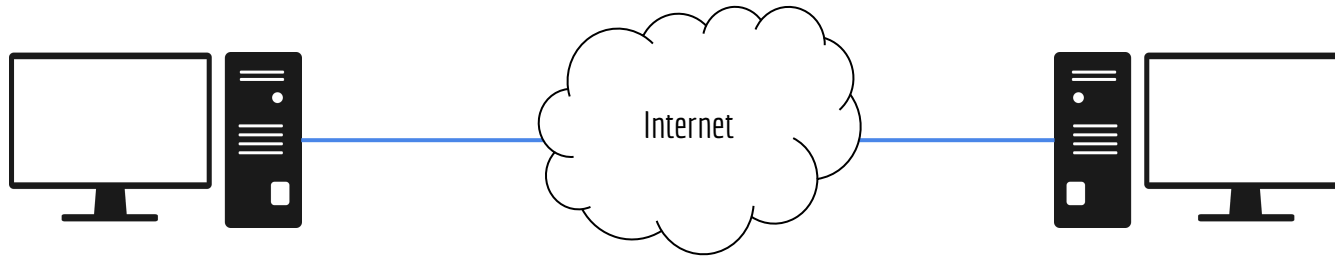
Open Source Projects

I will always try my best to keep my projects Open Source. You can check most of them at my GitHub repository.

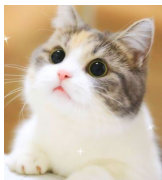
[Link](#)

Como as coisas são realmente

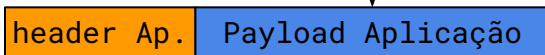
No mundo real, cada camada adiciona as informações necessárias para transmitir os dados.



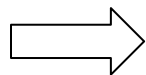
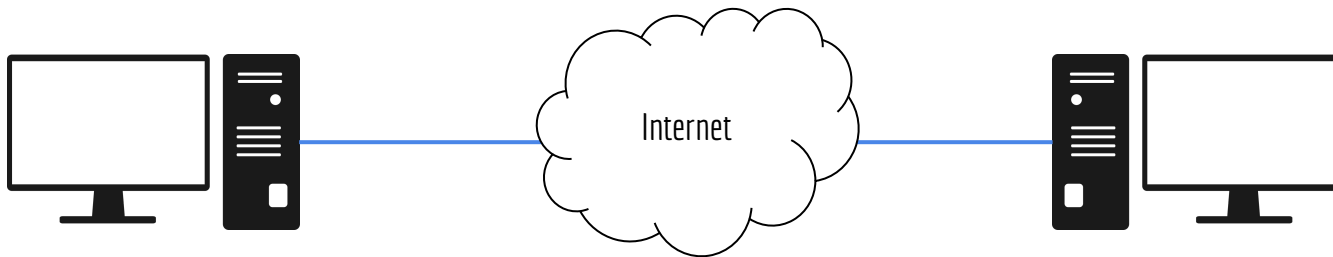
Aplicação	HTTP, HTTPS.
Transporte	TCP,UDP.
Rede	IP
Camada de enlace	ARP, MTU, definição de headers, ...
Camada Física	Cabos, fibras, ondas de rádio, ...



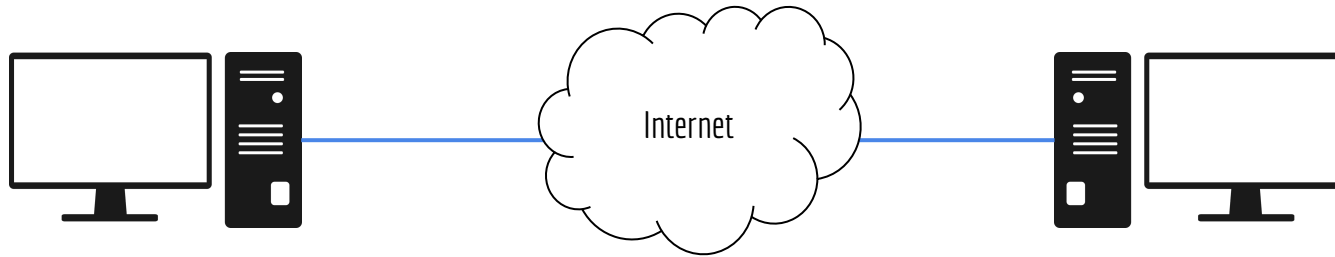
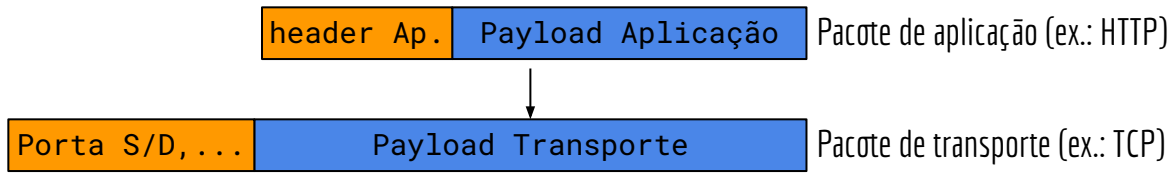
payload



Pacote de aplicação (ex.: HTTP)

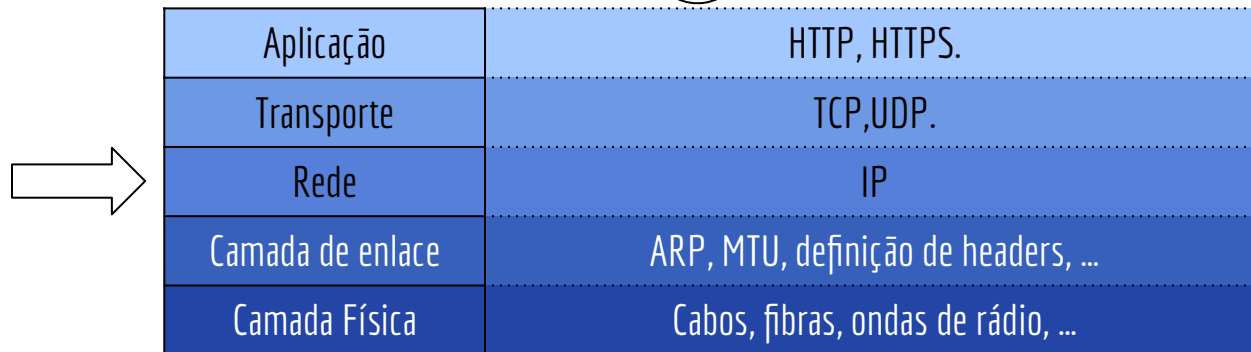
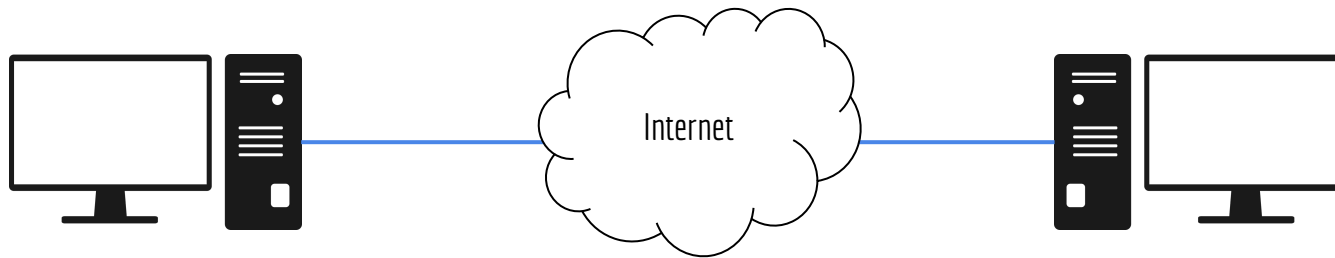
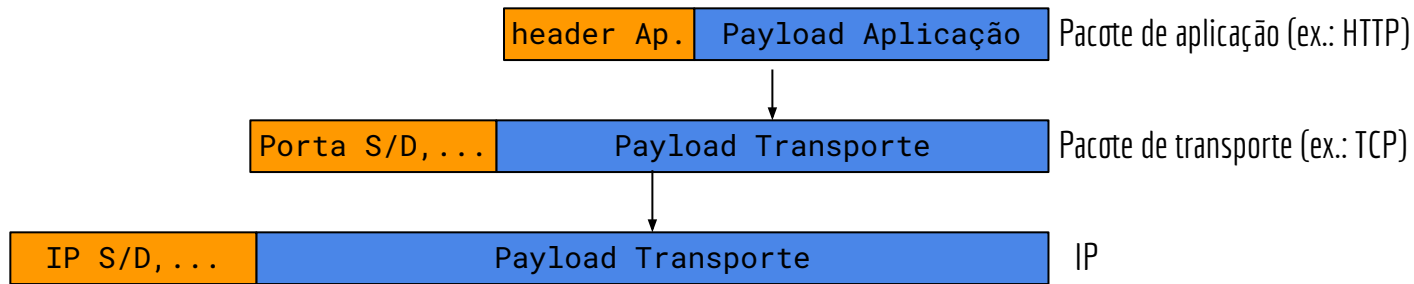


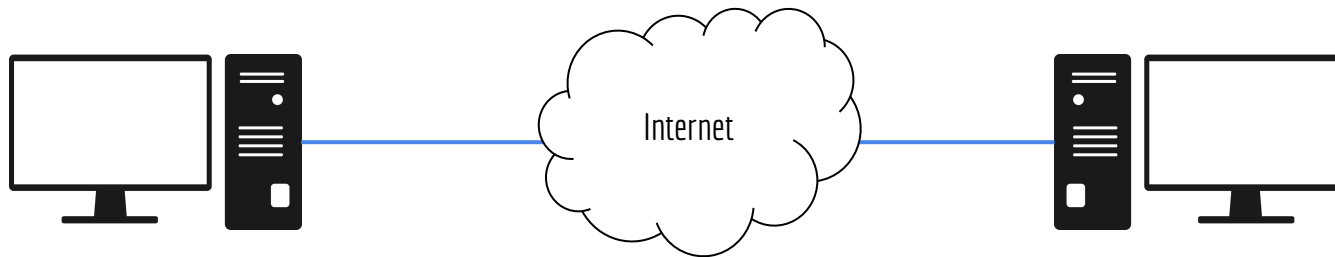
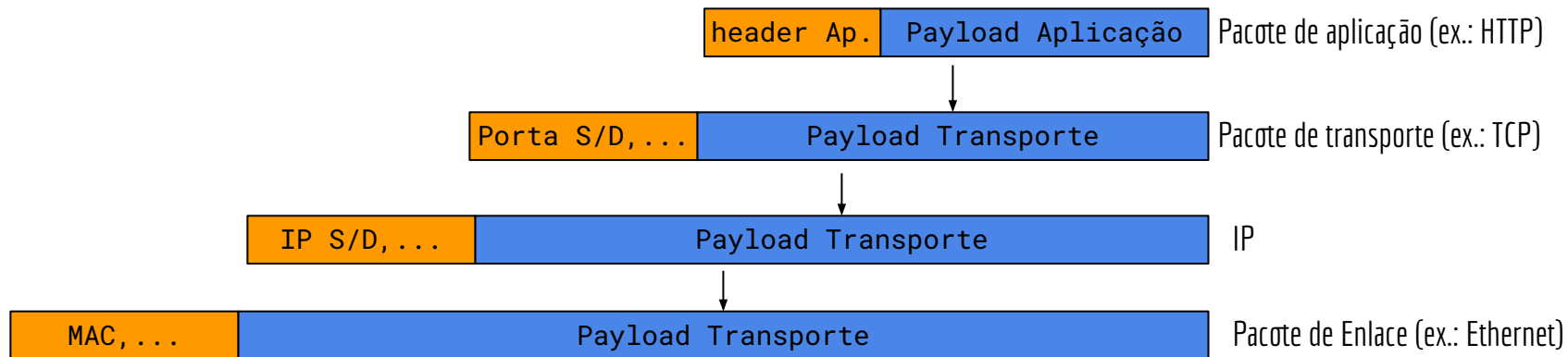
Aplicação	HTTP, HTTPS.
Transporte	TCP,UDP.
Rede	IP
Camada de enlace	ARP, MTU, definição de headers, ...
Camada Física	Cabos, fibras, ondas de rádio, ...



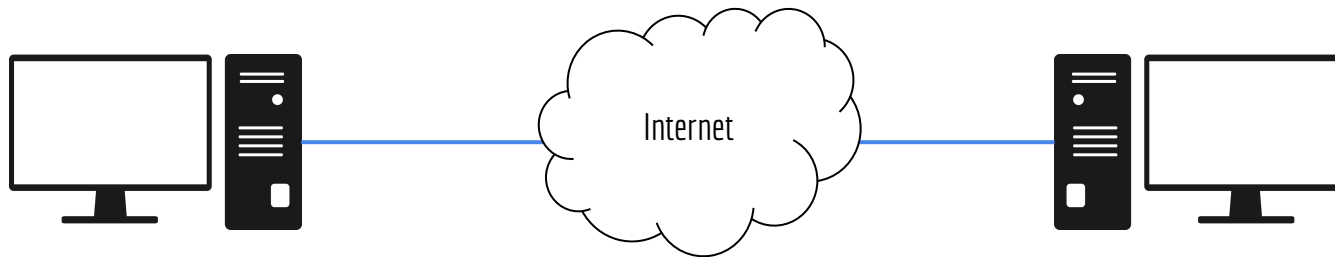
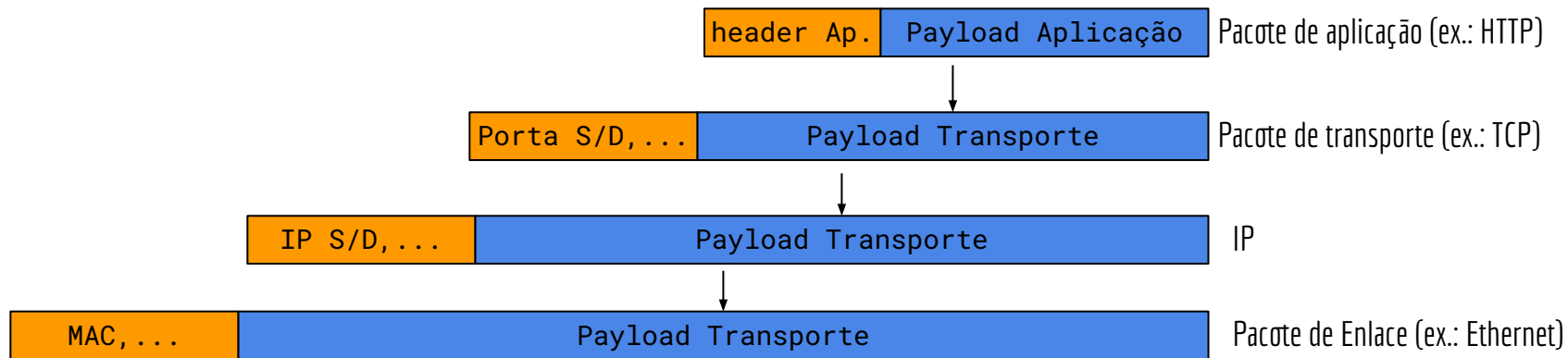
A large white arrow points from the left towards the table below.

Aplicação	HTTP, HTTPS.
Transporte	TCP,UDP.
Rede	IP
Camada de enlace	ARP, MTU, definição de headers, ...
Camada Física	Cabos, fibras, ondas de rádio, ...





Aplicação	HTTP, HTTPS.
Transporte	TCP, UDP.
Rede	IP
Camada de enlace	ARP, MTU, definição de headers, ...
Camada Física	Cabos, fibras, ondas de rádio, ...



Enviado →	Aplicação	HTTP, HTTPS.
	Transporte	TCP, UDP.
	Rede	IP
	Camada de enlace	ARP, MTU, definição de headers, ...
	Camada Física	Cabos, fibras, ondas de rádio, ...

Por curiosidade

As páginas Web geralmente são criadas através de linguagens de marcação - HTML.

Muitas páginas precisam ser programadas (via linguagens de programação) para gerar o HTML dinamicamente.

Comum o uso de linguagens como:

PHP

Ruby

Python

Javascript

Go

...

Por curiosidade

Você pode ver o html de qualquer página que você está visualizando.

No Firefox, por exemplo, basta digitar *Control+Shift+i* para inspecionar elementos específicos ou, *Control+U* para ver o código completo.

Para aprender mais...

As camadas apresentadas são apenas uma simplificação.

As camadas clássicas são as do Modelo OSI.

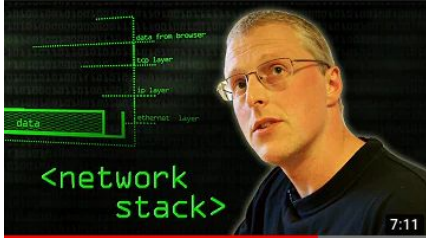
A ideia é similar a apresentada na aula.

Veja na bibliografia.

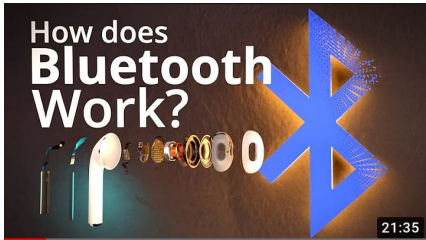
Você também pode verificar na bibliografia como os pacotes são encapsulados, e todos os seus campos de *header*.

Para aprender mais...

Veja esses vídeos:



Um pouco mais sobre a pilha de abstrações e protocolos da internet: youtu.be/PG9oKZdFb7w



Vídeo sobre redes Bluetooth: youtu.be/1l1vxu5qIU0

Para aprender mais...



Como funciona o DNS: youtu.be/u0fonONtluk



Como funciona o NAT: youtu.be/01ajHxPLxAw

Para aprender mais...



Mais formas de cache poisoning: youtu.be/7MT1F003_Yw

Exercícios

1. Instale o Wireshark no seu computador de casa.

<https://www.wireshark.org>

No linux basta usar `sudo apt-get install wireshark` para instalar.

Depois de instalado, você precisa executar o wireshark com sudo: `sudo wireshark`, ou para executar sem sudo:

```
sudo dpkg-reconfigure wireshark-common
```

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











Depois disso, reinicie sua sessão (ou reinicie o computador)

Inicie o wireshark, selecione a placa de rede que seu computador está conectado clicando duas vezes nela (na imagem de exemplo, `wlo1` é a interface wifi que a máquina está conectada. O wireshark captura todos os pacotes que chegam na sua rede. Você pode clicar em cada um, e ver o que tem dentro dos pacotes. Por exemplo, acesse um site, e veja os pacotes que chegam na sua máquina por conta desse acesso. Você pode inspecionar os headers e o payload de cada pacote.

2. Resolva os exercícios disponíveis no Moodle.

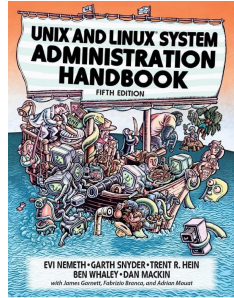
Capture

...using this filter:

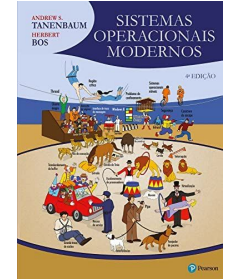
wlo1	
Loopback: lo	
any	
bluetooth-monitor	
nflog	
nfqueue	
bluetooth0	
⊗ Cisco remote capture: ciscodump	
⊗ DisplayPort AUX channel monitor capture: dpauxmon	
⊗ Random packet generator: randpkt	
⊗ systemd Journal Export: sdjournal	

Bibliografia

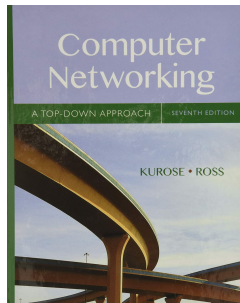
Snyder et al. UNIX and Linux System Administration Handbook. 5a ed. 2017.



Tanenbaum, Bos. Sistemas operacionais modernos. 4a ed. 2016.



Kurose, , Ross. Redes de computadores e a internet: uma abordagem top-down. 2013.



Licença

Esta obra está licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).