

Redes de Computadores I

Camada de Aplicação no TCP/IP

Prof. Ricardo Couto A. da Rocha

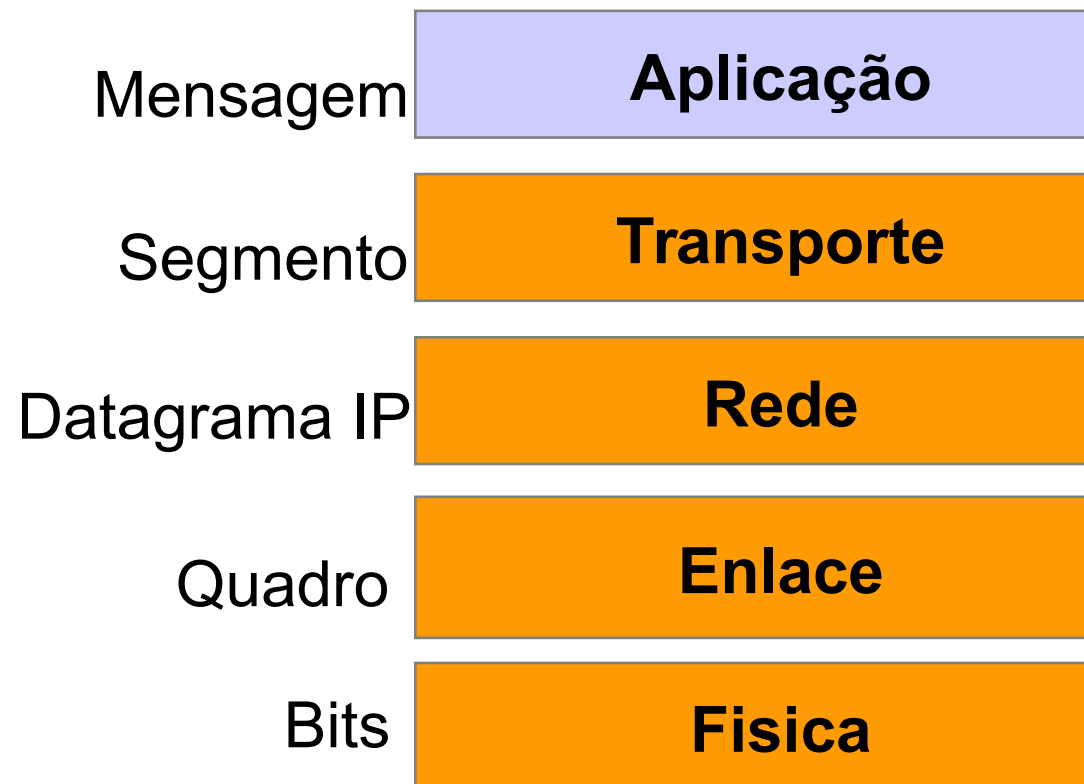
rcarocho@ufg.br

UFG – Regional Catalão

Roteiro

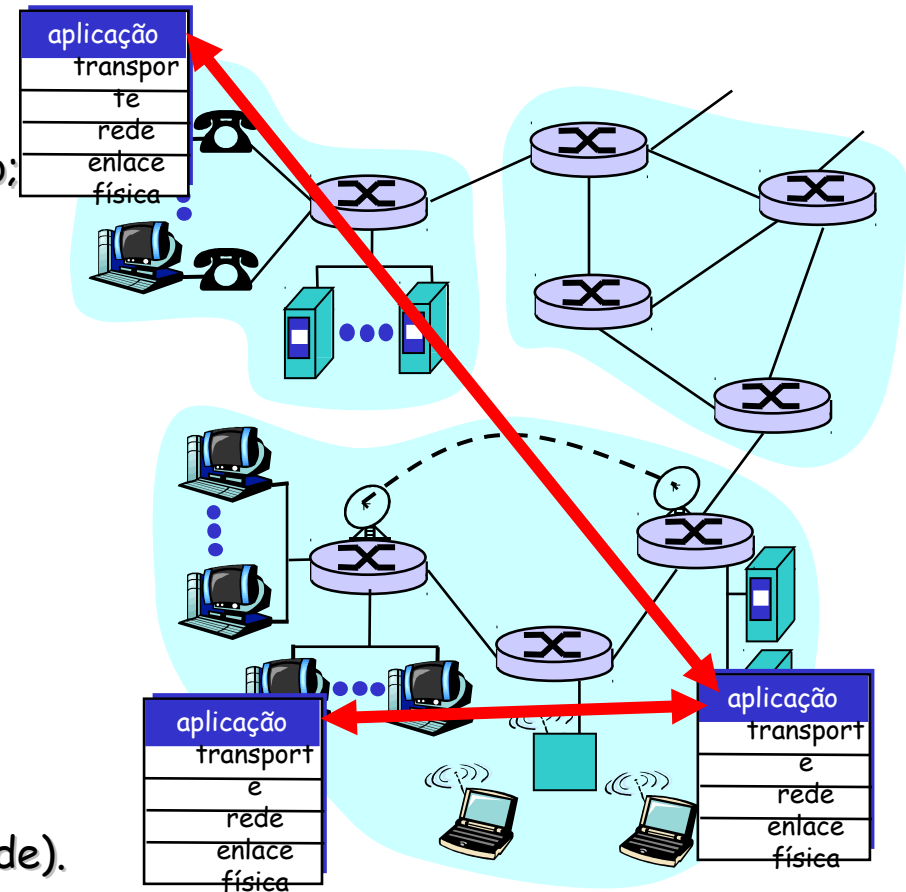
- Conceitos Básicos e Arquitetura
- DNS - Domain Name System
- Protocolo HTTP
- SMTP → Serviço de email
- Programação com Sockets
- Requisitos de aplicações

Camada de Aplicação no TCP/IP



Aplicações e camada de aplicação

- Aplicações de rede: processos distribuídos
 - ◆ pares de processos que trocam mensagens através da rede;
 - ◆ executam nos sistemas finais da comunicação;
 - ◆ Identificado pelas portas;
 - ◆ Comunicação fim-a-fim;
 - ◆ p.ex., Browser, correio eletrônico
- Protocolos da camada de aplicação
 - ◆ faz "parte" da aplicação;
 - ◆ define a semântica e ordem dos comandos trocados entre as aplicações;
 - ◆ usam serviços providos por protocolos da camada inferior (TCP, UDP);
 - ◆ Exemplo, HTTP (proto) e Browser (Apl de rede).



Arquiteturas de Aplicações

- Cliente-servidor
 - ◆ Princípio básico: processamento é dividido entre uma aplicação cliente e uma aplicação servidora (substituiu o paradigma mainframe-terminais)
 - ◆ Servidores atendem a vários clientes e são centralizados
- Peer-to-Peer (P2P)
 - ◆ Máquinas dividem igualmente o processamento e recursos
 - ◆ Máquinas são distribuídas sem obedecer qualquer arquitetura
- Híbridas de cliente-servidor e P2P

Paradigma Cliente/Servidor

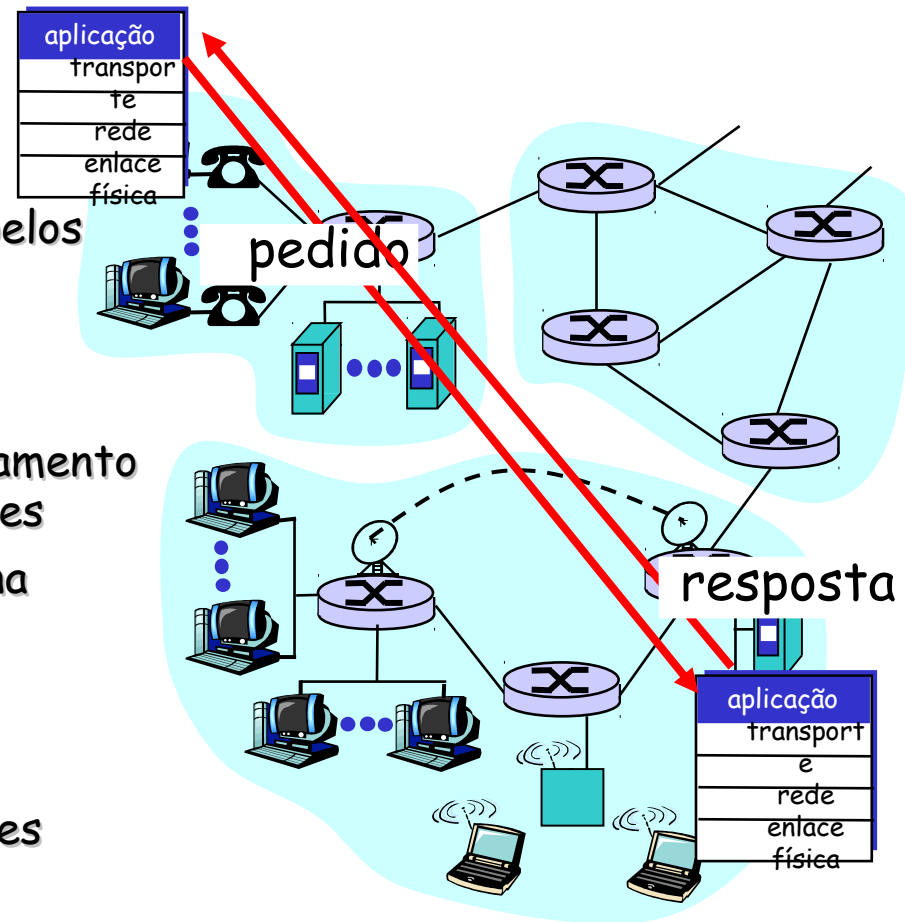
Aplicação de rede tem duas partes: *cliente* e *servidor*

Servidor:

- Provê ao cliente o serviço requisitado;
- Possui endereço fixo e **previamente** conhecido pelos clientes
- Precisa estar **disponível e em execução**, antes e independentemente dos clientes.
- Tipicamente estação com alto poder de processamento → precisa lidar com requisições de muitos clientes
- Exemplo: servidor web (HTTP) entregando página solicitada pelo browser cliente;

Cliente:

- Interessado no uso do serviço → envia requisições para o servidor;
- Tipicamente máquina com baixo poder de processamento
- Conexão pode ser intermitente
- Dois clientes não se comunicam diretamente;



Exemplos de Protocolos

- Exemplos:

- ◆ http
- ◆ SMTP
- ◆ DNS
- ◆ TLS/SSL
- ◆ FTP
- ◆ IMAP
- ◆ SSH
- ◆ RTP
- ◆ SIP
- ◆ POP3
- ◆ WhoIS

- Exemplos

- Gopher
- IIOP
- RMI
- LDAP
- SNMP
- Telnet
- ...

Comunicação entre Processos

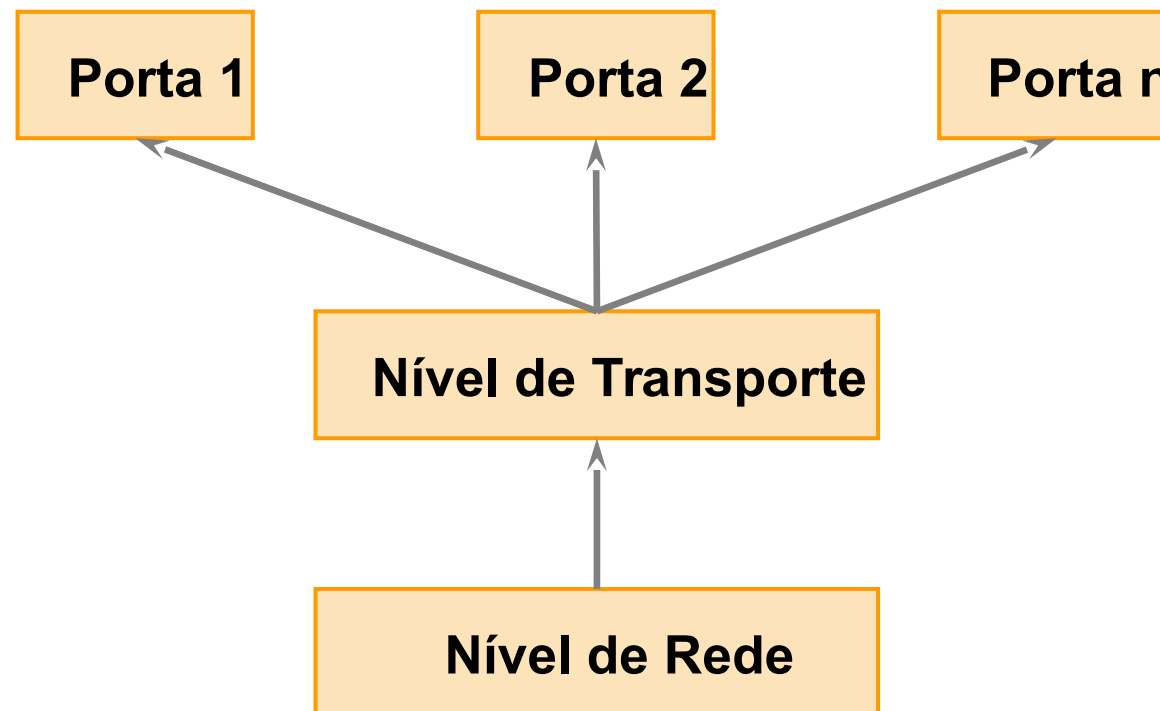
- **Aplicação distribuída em rede** → processos trocam mensagens entre si pela rede
- Processos assumem papel de cliente ou servidor
- *No contexto de uma sessão de comunicação entre um par de processos:*
 - **Cliente** → Processo que *inicia* a comunicação
 - **Servidor** → processo que *espera ser contactado* para iniciar a sessão
- Mesmo em aplicações P2P devem existir processos que atuem como clientes e servidores, no sentido da comunicação entre processos.

Endereçamento de Processos

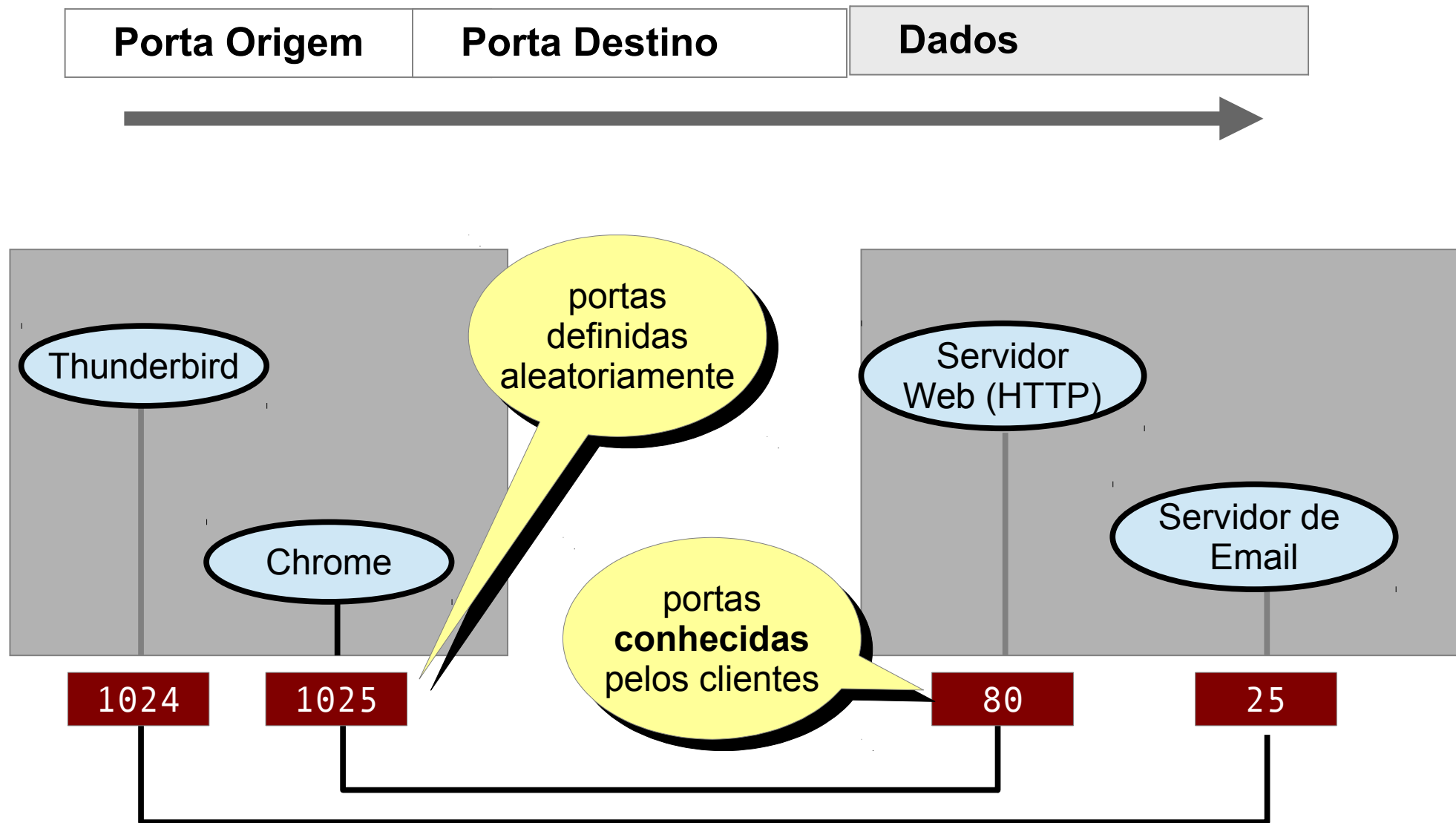
- Processos são identificados e endereçados com o par **(endereçoIP, porta)**
 - **Endereço IP**: estação onde o processo se encontra
 - **Porta**: identificador do processo na estação
- Portas
 - SAP no nível de transporte
 - Identificam os processos origem e destino
 - Viabilizam a comunicação fim-a-fim
 - Permite envio e recepção de datagramas de forma independente

Portas

- Como o protocolo de transporte identifica para qual processo ele tem que entregar as informações na camada de aplicação?
 - Através das portas

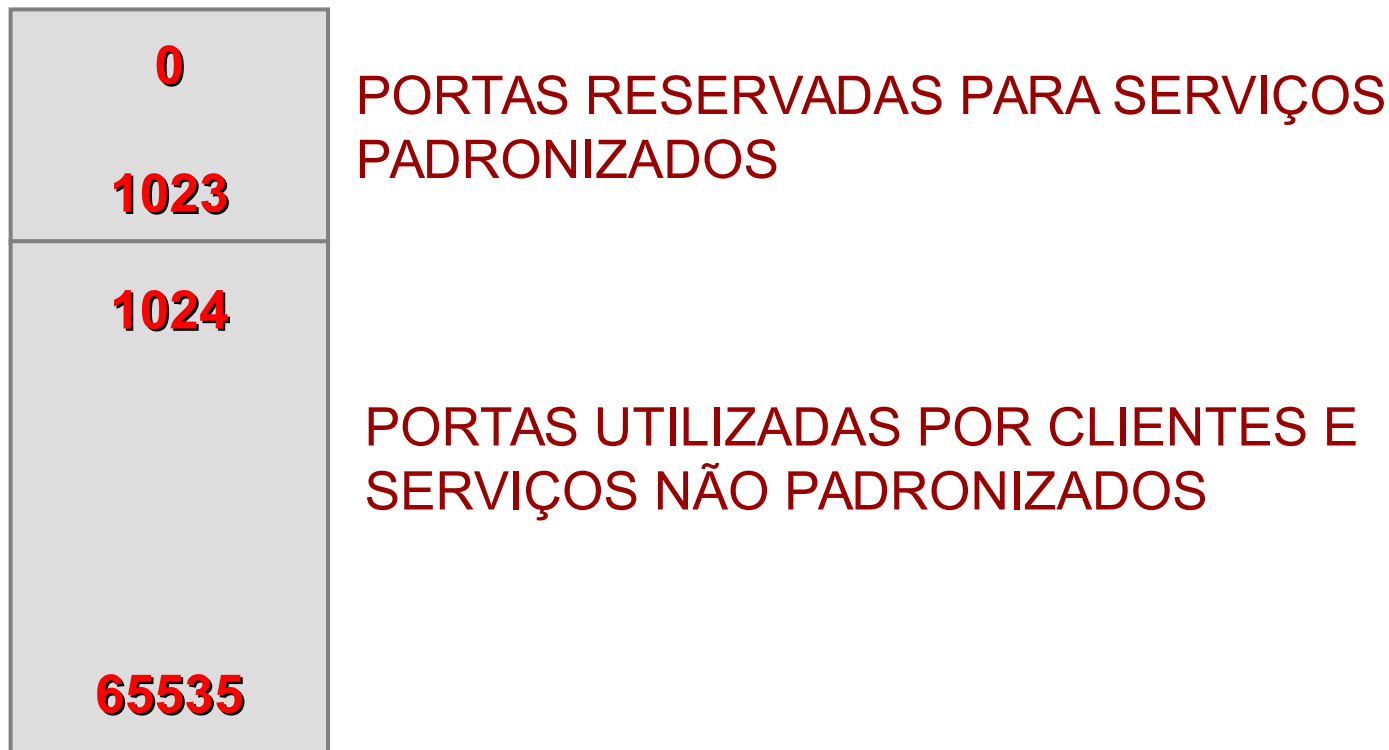


Comunicação Cliente-Servidor

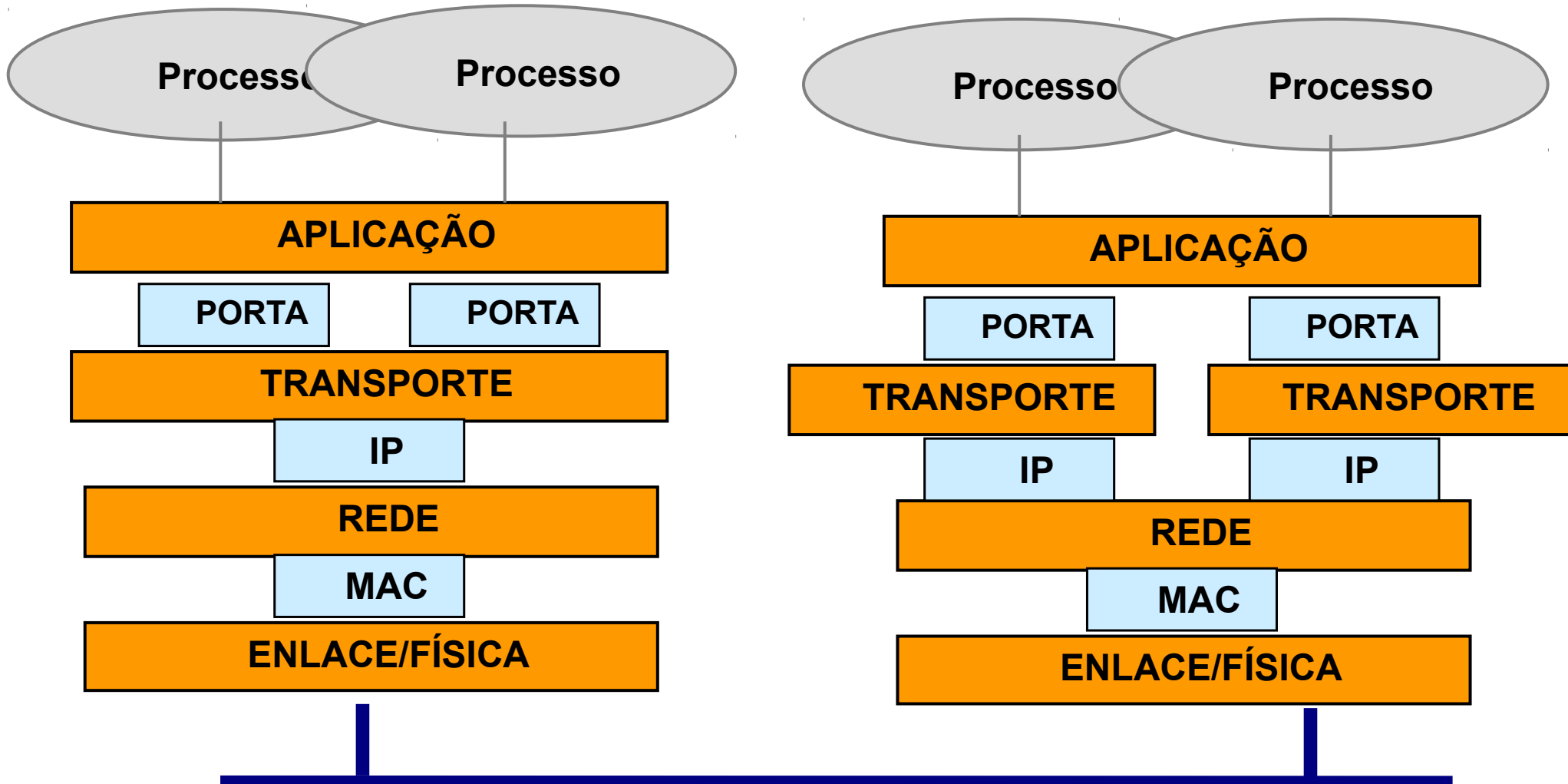


Portas

- Exemplo: Protocolo TCP ou UDP
 - Portas são números inteiros de 16 bits
 - Padronização da IANA (Internet Assigned Number Authority)
 - A IAB (*Internet Activity Board*) define o número da porta que cada serviço da Internet deve estar associado



Portas



REDE

Portas

Aplicação

Aplicação

Definição de portas

SMTP

FTP

DNS

NFS

Transporte

TCP

UDP

Rede

IP

Física

Placa de Rede

Porta

Protocolo

Endereço IP

Parâmetros de protocolos

- Objetivo do protocolo
- Protocolo de transporte: TCP ou UDP
- Porta (servidora!): padronizada
- Características gerais: arquitetura P2P/CS, com estado/sem estado (sessão), textual, proprietário/aberto, escopo de uso, etc.
- Exemplo: HTTP
 - Entrega de recursos (tipicamente hipertexto)
 - Usa TCP na porta 80
 - Arquitetura C/S, sem estado (tipicamente), protocolo textual e aberto

Protocolo da Camada de Aplicação

Um protocolo define:

- Tipos de mensagens trocadas, como de requisição e resposta
- Sintaxe dos vários tipos de mensagens, tais como campos da mensagem e como os campos são delineados
- Semântica dos campos
- Regras para identificar como e quando um processo envia mensagens e responde a mensagens

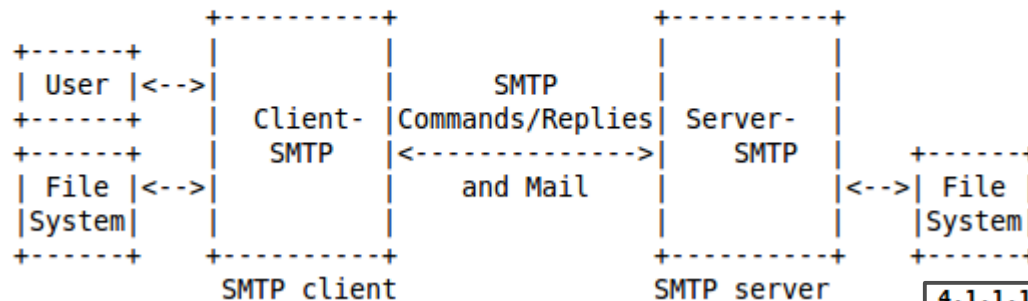
Exemplo: RFC

SMTP: RFC 2821 (1982), 7504

<https://tools.ietf.org/html/rfc5321>

2.1. Basic Structure

The SMTP design can be pictured as:



Syntax:

ehlo = "EHLO" SP (Domain / address-literal) CRLF
helo = "HELO" SP Domain CRLF

4.1.1.10. QUIT (QUIT)

This command specifies that the receiver MUST send a "221 OK" reply, and then close the transmission channel.

The receiver MUST NOT intentionally close the transmission channel until it receives and replies to a QUIT command (even if there was an error). The sender MUST NOT intentionally close the transmission channel until it sends a QUIT command, and it SHOULD wait until it receives the reply (even if there was an error response to a previous command). If the connection is closed prematurely due to violations of the above or system or network failure, the server MUST cancel any pending transaction, but not undo any previously completed transaction, and generally MUST act as if the command or transaction in progress had received a temporary error (i.e., a 4yz response).

The QUIT command may be issued at any time. Any current uncompleted mail transaction will be aborted.

Syntax:

quit = "QUIT" CRLF

Roteiro

- Conceitos Básicos e Arquitetura
- DNS - Domain Name System
- Protocolo HTTP
- SMTP → Serviço de email
- Programação com Sockets
- Requisitos de aplicações

DNS – Domain Name System

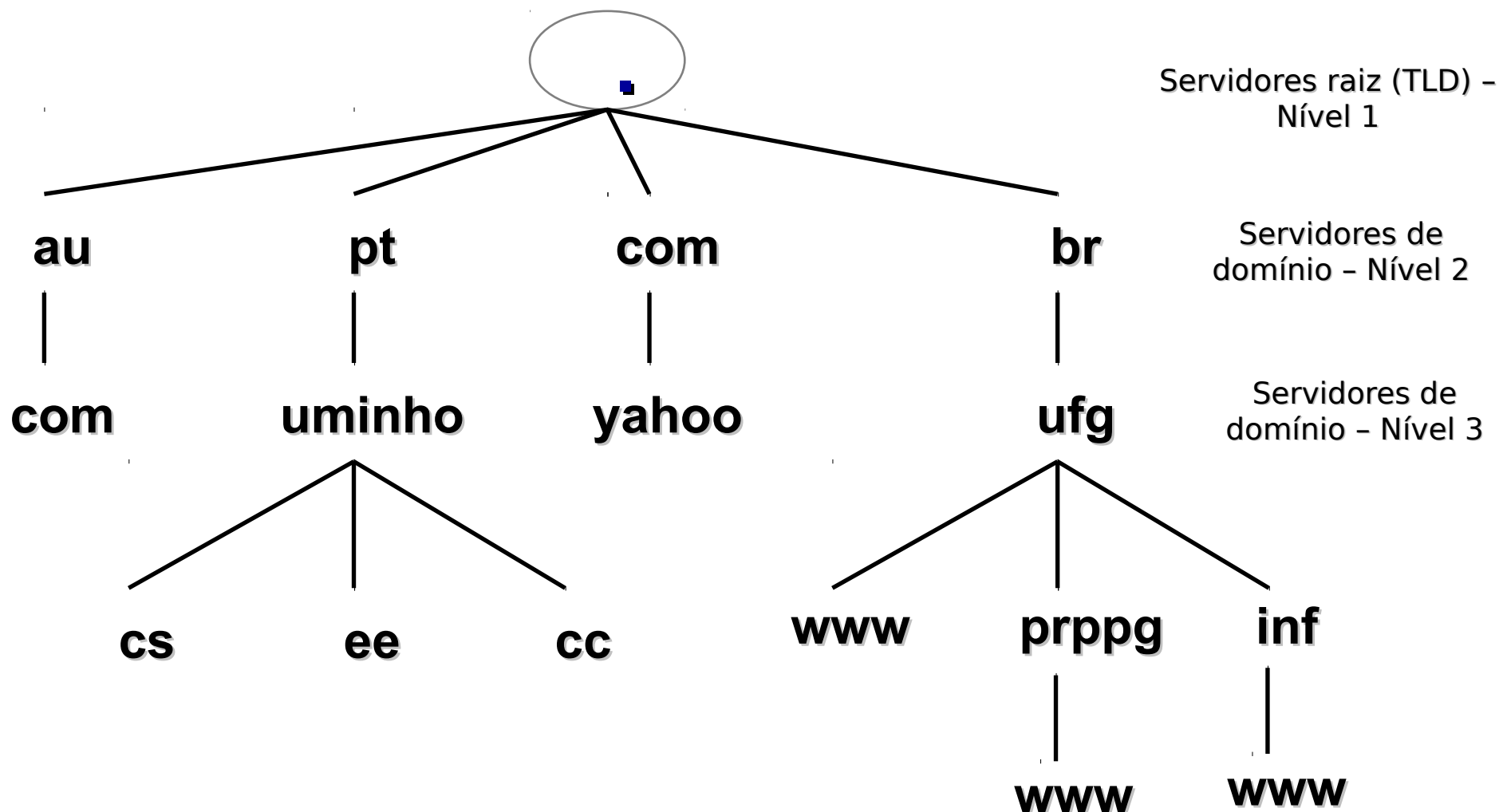
- Camada de transporte e rede só entendem endereços IP
 - Identificador 32 bits (v.4): 200.137.221.69, 208.67.222.222, 139.82.24.231
- Dificuldade para uso de endereços IP por usuários e aplicações
 - Endereços IP não possuem um significado claro para usuário: propósito, localização da estação
 - Difíceis de lembrar e validar
 - Endereços IP podem mudar
- DNS - mapeia endereços IP em nomes hierárquicos e significantes
 - Consulta: qual é o IP da estação `www.inf.ufg.br`?

DNS - Domain Name System

- Padrão Aberto para Resolução de Nomes Hierárquicos
 - Agrupa nomes em domínios;
 - Base de dados distribuída implementada em uma hierarquia de servidores DNS;
 - Protocolo de aplicação que permite as máquinas consultarem essa base de dados distribuída.
 - Atende requisições na porta 53
 - Utiliza UDP e TCP
- Especificações do DNS (RFCs)
 - RFCs 1034, 1035, 1101, 1123, 1183 e 1536.
- Principal implementação dos servidores DNS:
 - Berkeley Internet Name Domain (BIND)
 - Implementação desenvolvida na Berkeley University

Hierarquia de Domínios

- Estrutura hierárquica de nomes



Organização dos Domínios

O espaço de domínio de nomes é dividido (originalmente) em duas áreas principais:

- Domínios Genéricos:

- 3 caracteres para indicar a atividade (propósito).

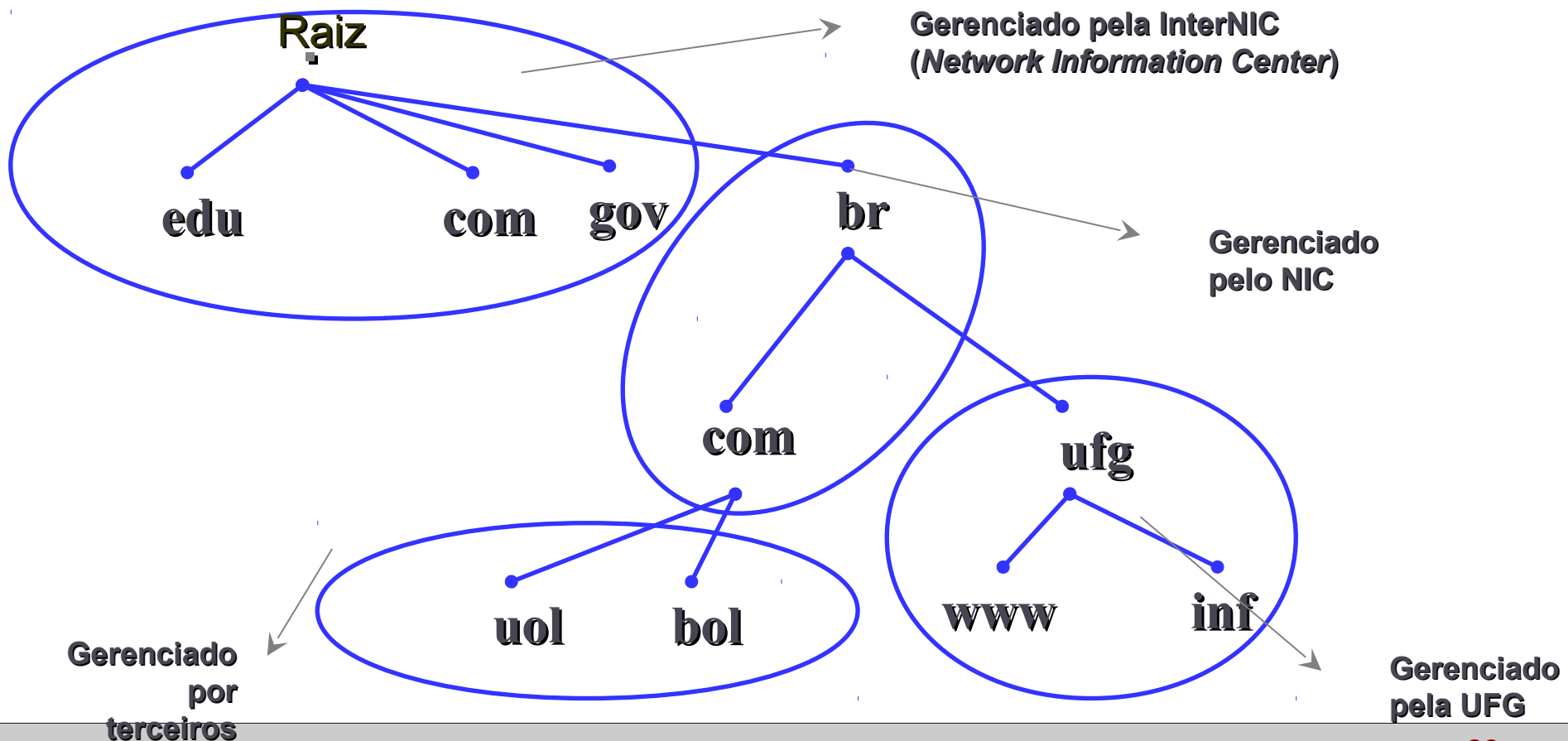
- .com, .edu, .gov, .int, .mil, .net, .org
- .int: organizações internacionais
- .mil: organizações militares
- .org: organizações não comerciais

- Domínios Geográficos:

- 2 caracteres para identificar o país.
- .br, .fr, .jp, etc.

Descentralização

A descentralização e delegação de autoridade simplifica o gerenciamento, limita o tráfego e aumenta a confiabilidade.



Registro de Recursos

RR é um tupla que contém

- Domain_name, Time_to_Live, Type, Value



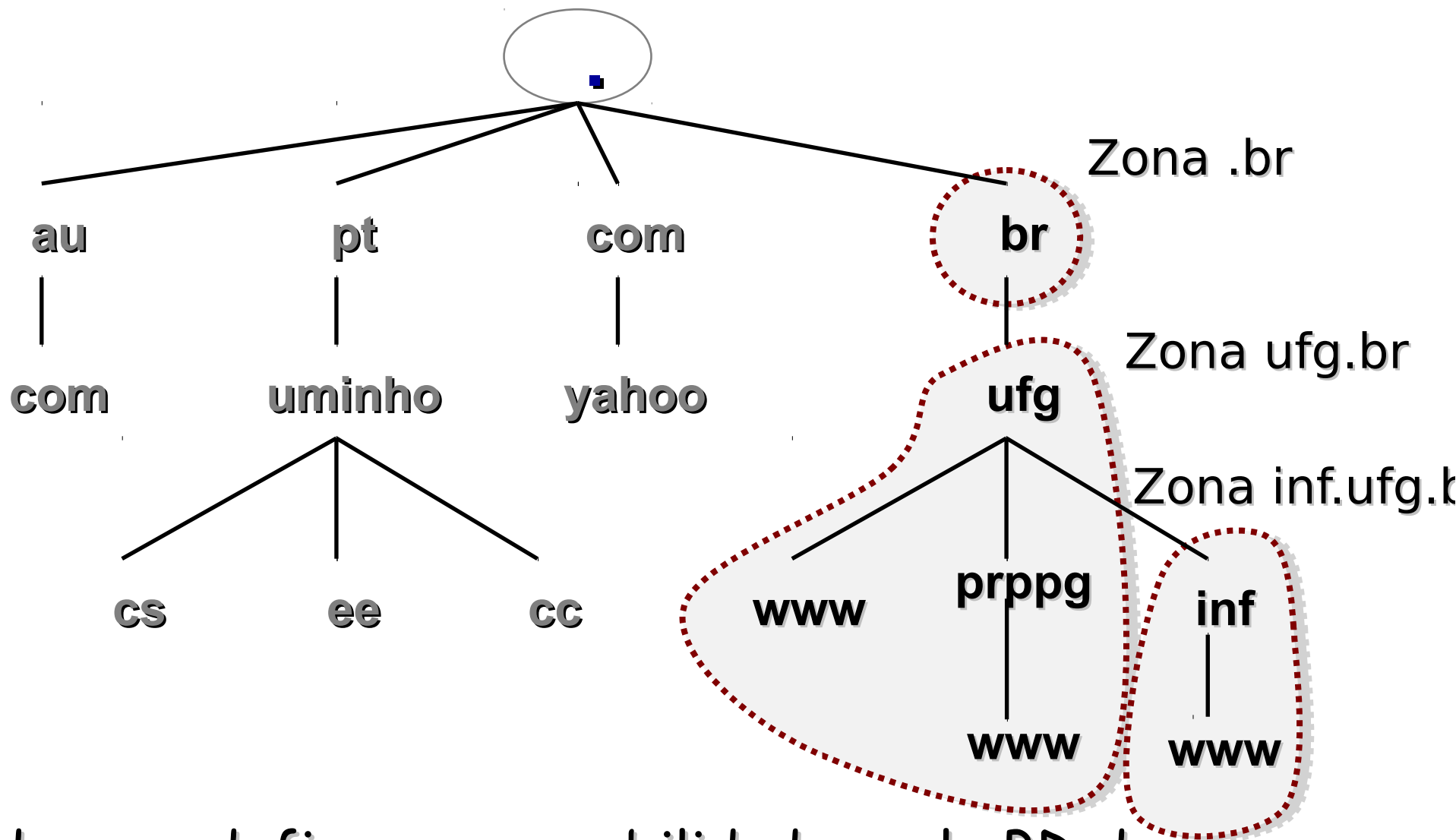
Tipo	Significado	Valor
SOA	Start of authority	Parâmetros da zona
A	IP de um host	Inteiro 32-bits (IPv4)
MX	Servidor e-mail	Prioridade, domínio aceitando e-mail
NS	Servidor de nomes	Nome do servidor to domínio
CNAME	Nome canônico	Nome do domínio
PTR	Ponteiro	Apelido para endereço IP
HINFO	Descrição da estação	Texto ASCII com CPU, OS, ..
TXT	Texto	Texto ASCII não-interpretado

Registros de Recursos

; Authoritative data for cs.vu.nl				
cs.vu.nl.	86400	IN	SOA	star boss (952771,7200,7200,2419200,86400)
cs.vu.nl.	86400	IN	TXT	"Divisie Wiskunde en Informatica."
cs.vu.nl.	86400	IN	TXT	"Vrije Universiteit Amsterdam."
cs.vu.nl.	86400	IN	MX	1 zephyr.cs.vu.nl.
cs.vu.nl.	86400	IN	MX	2 top.cs.vu.nl.
flits.cs.vu.nl.	86400	IN	HINFO	Sun Unix
flits.cs.vu.nl.	86400	IN	A	130.37.16.112
flits.cs.vu.nl.	86400	IN	A	192.31.231.165
flits.cs.vu.nl.	86400	IN	MX	1 flits.cs.vu.nl.
flits.cs.vu.nl.	86400	IN	MX	2 zephyr.cs.vu.nl.
flits.cs.vu.nl.	86400	IN	MX	3 top.cs.vu.nl.
www.cs.vu.nl.	86400	IN	CNAME	star.cs.vu.nl
ftp.cs.vu.nl.	86400	IN	CNAME	zephyr.cs.vu.nl
rowboat		IN	A	130.37.56.201
		IN	MX	1 rowboat
		IN	MX	2 zephyr
		IN	HINFO	Sun Unix
little-sister		IN	A	130.37.62.23
		IN	HINFO	Mac MacOS
laserjet		IN	A	192.31.231.216
		IN	HINFO	"HP Laserjet IIISi" Proprietary

Exemplo parcial de registros no BD do domínio **cs.vu.nl**

Zonas



Cada zona define responsabilidades pelo BD de domínio

Tipos de Servidores de DNS

- **Primário**

- É o servidor autoritário para zona. A inclusão, alterações ou exclusão dos registros da zona são feitas através deste servidor.
- O servidor primário envia uma cópia dos seus arquivos de dados para o servidor secundário através de um processo denominado "zone transfer"

- **Secundário**

- Funciona como backup. Apenas lê os arquivos de dados do servidor primário, e responde as requisições dos clientes quando requisitado.

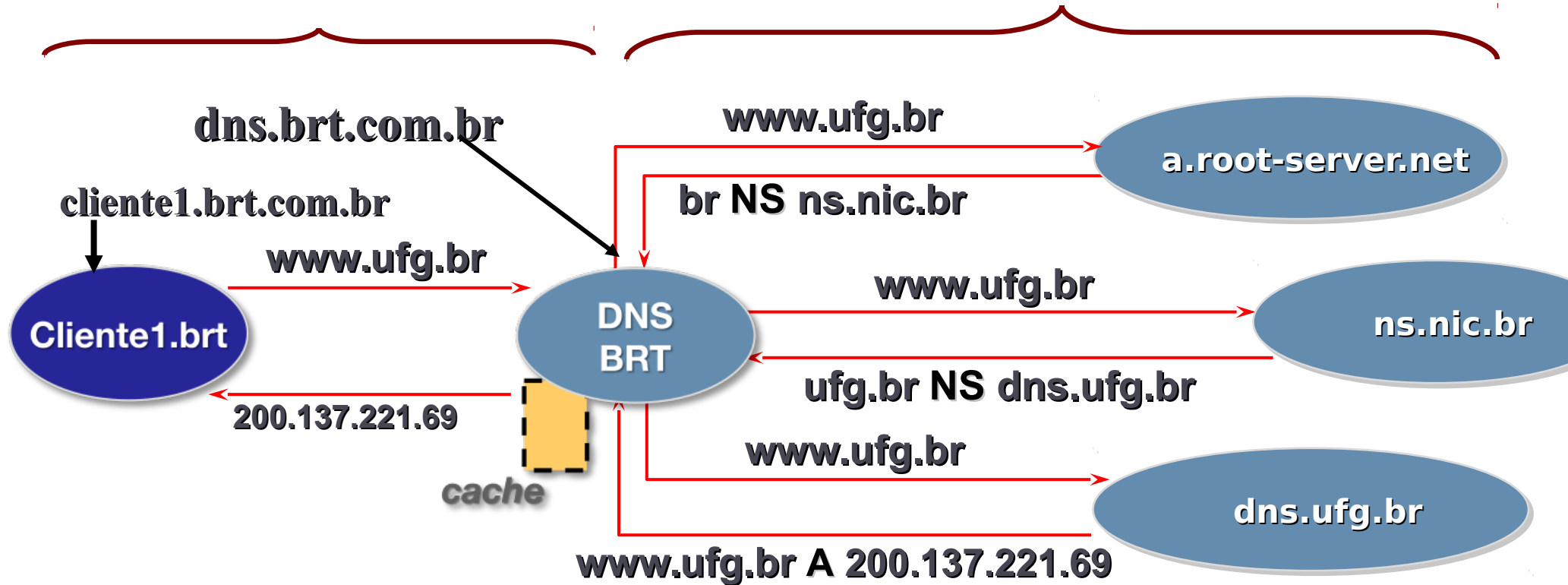
- **Caching-Only**

- São servidores DNS que apenas efetuam consultas e guardam o resultado numa cache e retornam os resultados.
- Um servidor DNS realiza consulta a outros servidores sempre que tiver que localizar um nome externo as zonas que controla.

Resolução de Requisições DNS

Resolução Recursiva

Resolução Interativa



Resolução do IP da estação **www.ufg.br**

Conteúdo da Mensagem DNS

Identificação	Flags		
Número de perguntas	Número de RRs de resposta	12 bytes	
Número de RRs com autoridade	Número de RRs adicionais		
Perguntas (número variável de perguntas)			Nome, campos de tipo para uma consulta
Respostas (número variável de registros de recursos)			RRs de resposta à consulta
Autoridade (número variável de registros de recursos)			Registros para servidores com autoridade
Informação adicional (número variável de registros de recursos)			Informação adicional 'útil', que pode ser usada

Usos Adicionais

- Características interessantes
 - Simples paradigma request-response
 - Bancos de dados textuais simples
 - Cache distribuído automaticamente mantido pela Internet
- Balanceamento de carga baseado em DNS
 - Manutenção de mais um registro A (IP) para mesmo nome
 - Respostas alternam a sequência dos IPs da resposta
- Bancos de dados simples textuais
 - Ex: Lista negra de IPs mantida por SPAMHAUS
- Validação de origem de mensagens no DomainKeys
 - DNS mantém chave pública de autenticação de origem de mensagens de um domínio