

# Redes de Computadores II

## Aula 13

### O Protocolo ICMP



**Prof. Elias P. Duarte Jr.**  
Universidade Federal do Paraná (UFPR)  
Departamento de Informática  
[www.inf.ufpr.br/elias/redes](http://www.inf.ufpr.br/elias/redes)

# Sumário da Aula de Hoje

- Hoje vamos estudar o protocolo ICMP
- Incluindo funcionalidade
- Formato do datagrama
- Além de tipos de mensagens ICMP

# Internet Control Message Protocol

- ICMP: Internet Control Message Protocol
- Um protocolo muito importante da Internet
- O protocolo IP é não-confiável, mas tem um mecanismo para reportar erros: é o ICMP
- Além de mensagens de erro: mensagens de controle - vamos ver exemplos

# ICMP: Mensagens de Erro

- Se um roteador intermediário - ou mesmo o host destino - encontram problemas com um pacote IP
- Uma mensagem ICMP adequada é enviada para o host origem
- Por exemplo: quando um pacote IP tem que ser descartado por algum motivo
- Há tipos diversos de mensagens ICMP, que refletem as naturezas dos diversos problemas
- Fica agora um questionamento...

# Questão: ICMP Torna IP Confiável?

- Considerando que:
- Quando há um problema no pacote IP e ele é descartado → uma mensagem ICMP é gerada e enviada para a origem
- Será que o ICMP torna o IP confiável???

# Resposta: Não!

- O ICMP não torna o IP confiável
- Por que?

# Resposta: Não!

- O ICMP não torna o IP confiável
- Por que?
- Porque o próprio IP é usado para transmitir a mensagem ICMP
- Além disso, uma regra de ouro:
  - não são geradas mensagens ICMP sobre mensagens ICMP
    - evita geração infinita de mensagens...

# ICMP: “Parte” do IP

- O ICMP é considerado “parte” do IP
- No sentido que toda implementação do IP deve ser acompanhada de implementação do ICMP



# Formato do Datagrama ICMP

- O ICMP foi definido originalmente no RFC 792 e RFC 950
- Campos da mensagem ICMP:

Tipo da Msg (8b)	Código (8b)	Checksum (16b)
Payload: em msgs de erro os primeiros 64 bytes do Pacote IP Original		

# Exemplos de Tipos de Mensagens ICMP

# Tipo 0: Echo Request/Reply

- Tipo 0: ICMP Echo Request (Type 8) & Reply (Type 0)
- Envia uma mensagem de requisição ICMP Echo Request
- Que é respondida por uma mensagem ICMP Echo Reply

# Tipo 0: O Comando Ping

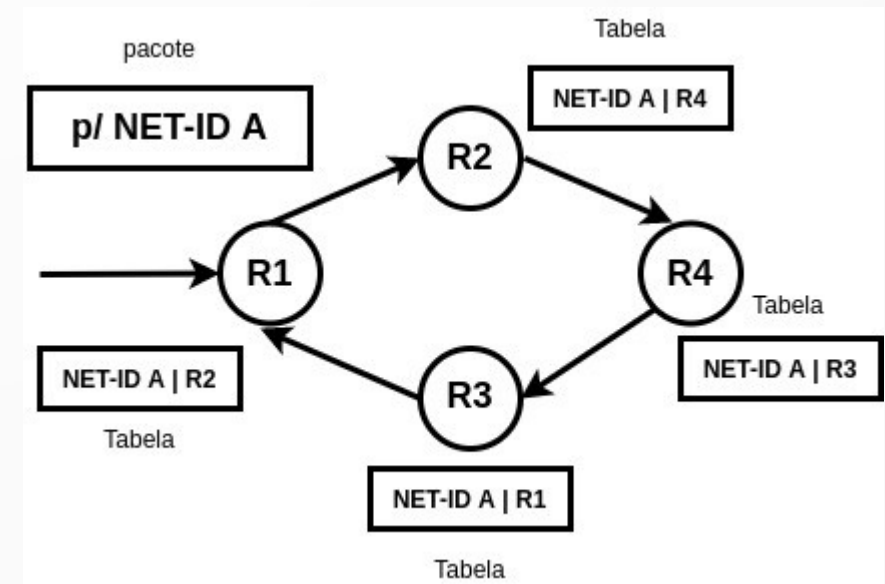
- Tipo 0: ICMP Echo Request (Type 8) & Reply (Type 0)
- Envia uma mensagem de requisição ICMP Echo Request
- Que é respondida por uma mensagem ICMP Echo Reply
- É o comando *ping*
- Ferramenta importante de monitoramento de rede
- Se a resposta chega corretamente:
  - todos os protocolos até a camada 3 estão funcionando entre origem e destino → inclusive o roteamento (*não é pouco!*)
  - nada é possível dizer sobre protocolos superiores L4 ou L7

# Tipo 3: Destination Unreachable

- O destino está inatingível
- O campo “Código” explicita de que se trata
  - 0: rede inatingível
  - 1: host: inatingível
  - 2: protocolo inatingível
  - 3: porta inatingível
  - 4: fragmentação necessária/flag “Don’t Fragment” setado
  - 5: source routing falhou
  - etc...

# Tipo 11: Time Exceeded

- O campo TTL do pacote IP é usado para evitar que um pacote fique em loop para sempre na rede
  - Cada roteador faz  $TTL \leftarrow TTL - 1$
  - $TTL = 0$ ? descarta pacote
- E gera ICMP Tipo 11
- Time Exceeded



# Tipo 11: Comando Traceroute

- O comando *traceroute* é usado para descobrir a rota para um destino → vamos fazer exemplos
- É implementado [ab]usando do ICMP Tipo 11 🤔

# Tipo 11: Comando Traceroute

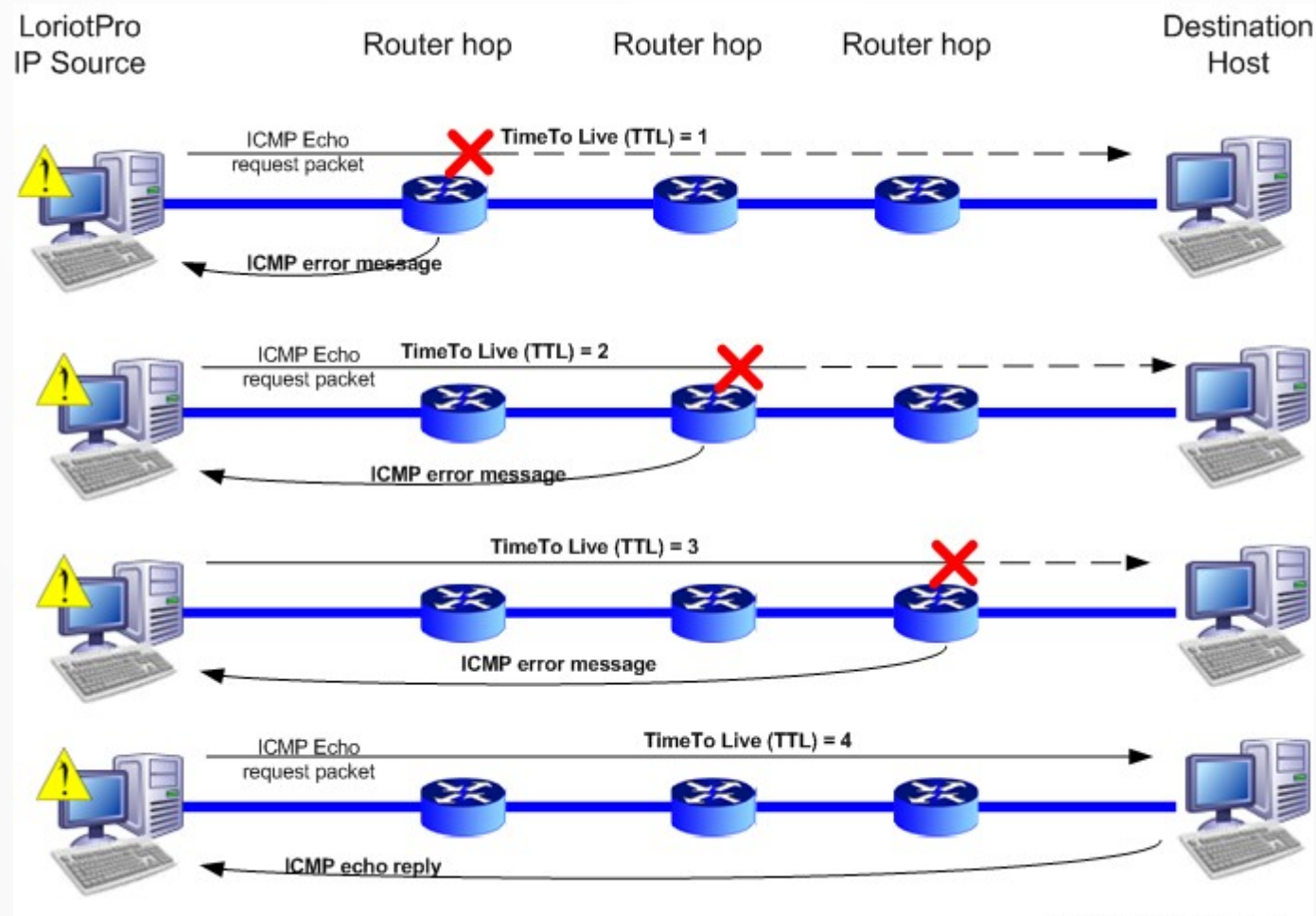
- O comando *traceroute* é usado para descobrir a rota para um destino → vamos fazer exemplos
- É implementado [ab]usando do ICMP Tipo 11
- O 1º pacote é transmitido: com TTL = 1
  - o primeiro roteador retorna msg ICMP Tipo 11
- O 2º pacote é transmitido: com TTL = 2
  - o segundo roteador retorna msg ICMP Tipo 11
- O 3º pacote...
- Até chegar ao destino!





# Tipo 11: Comando Traceroute

- O pacote é transmitido tantas vezes quanto necessário para atingir o destino



# ICMP e Desafios de Segurança

- Na execução do *traceroute* vamos perceber várias lacunas “\*\*\*”
- Representam roteadores que não respondem a requisições ICMP
- O ICMP já foi usado em diversos tipos de ataques...
- Assim, muitos administradores desabilitam parcialmente o ICMP em suas redes...

# Tipo 4: Source Quench

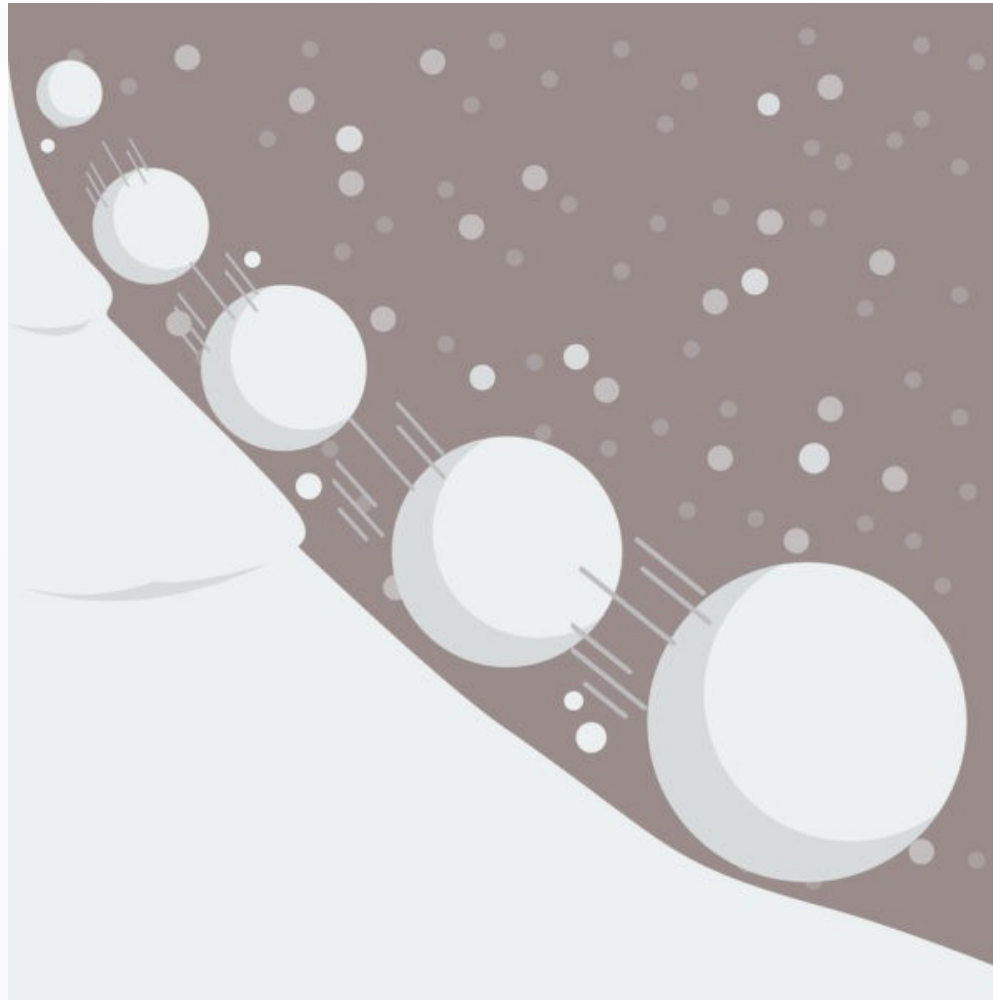
- Vamos aproveitar este momento para definir congestionamento em redes de computadores
- Uma rede congestionada: pacotes estão chegando ao(s) roteador(es) em taxa alta
- Maior do que consegue(m) processar
- Resultado: pacotes são **descartados**

# Tipo 4: Source Quench

- Vamos aproveitar este momento para definir congestionamento em redes de computadores
- Uma rede congestionada: pacotes estão chegando ao(s) roteador(es) em taxa alta
- Maior do que consegue(m) processar
- Resultado: pacotes são descartados
- Definição alternativa (livro Kurose/Ross): carga alta que interfere no desempenho

# Tipo 4: Congestionamento

- O congestionamento é terrível: bola de neve!



# Tipo 4: Congestionamento

- Por que acontece o efeito bola de neve?
- Considere que em  $t = 1$  a rede ficou congestionada
- Considere que há uma média de pacotes transmitidos em cada unidade de tempo
- Aqueles pacotes transmitidos em  $t = 1$  são descartados
- Vão ser re-transmitidos em  $t = 2$ , além dos pacotes que seriam inicialmente transmitidos em  $t = 2$

# Tipo 4: Congestionamento

- $t = 1 \rightarrow$  transmit.
- $t = 2 \rightarrow$  transmit./retransmit.
- $t = 3 \rightarrow$  transmit./retransmit./re-retransmit
- $t = 4 \rightarrow$  transmit./retransmit./re-retransmit/re-re-retransmit
- $t = 5 \rightarrow$  transmit./retransmit./re-retransmit/re-re-retransmit/re-re-re-retransmit
- $t = 6 \rightarrow$  transmit./retransmit./re-retransmit/re-re-re-retransmit/re-re-re-re-re-re-retransmit
- ...

# Tipo 4: Congest - Solução

- Só existe 1 solução para o congestionamento



# Tipo 4: Congest - Solução

- Só existe 1 solução para o congestionamento
- Diminuir a taxa em que novos pacotes entram na rede
- O significado da mensagem ICMP Source Quench é esse: reduza a taxa de transmissão de pacotes IP
- Na prática o controle de congestionamento na Internet ocorre com TCP

# Tipo 12: ICMP Parameter Problem

- Problemas não identificáveis por outras mensagens ICMP
- Também problemas do datagrama ICMP
- Uma espécie de mensagem “coringa”

# Conclusão

- Hoje estudamos o protocolo ICMP
- Mensagens de controle e de erro
- ICMP Echo Request/Reply: Ping
- ICMP Destination Unreachable
- ICMP Time Exceeded
- ICMP Source Quench
- ICMP Parameter Problem
- Muitos outros tipos!

**Obrigado!**

Lembrando: a página da disciplina é:  
<https://www.inf.ufpr.br/elias/redes>