

TCP/IP e Roteamento

Conteudista

Prof. Esp. Hugo Fernandes.

Revisão Textual

Aline de Fátima Camargo da Silva



Sumário

| | |
|---|-----------|
| Objetivos da Unidade | 4 |
| Roteamento TCP/IP | 5 |
| Roteamento Por Vetor de Distância | 5 |
| Roteamento de Estado de <i>Link</i> | 9 |
| Roteamento Dinâmico | 9 |
| RIP | 10 |
| IGRP | 11 |
| EIGRP | 12 |
| Protocolos da Suíte TCP/IP | 12 |
| Camada de Aplicação | 13 |
| <i>Simple Mail Transfer Protocol</i> (SMTP) | 14 |
| Telnet | 15 |
| FTP..... | 16 |
| HTTP | 17 |
| Camada de Transporte | 18 |
| Estabelecimento de uma Conexão TCP | 20 |
| Protocolo UDP | 22 |

Sumário

| | |
|------------------------------------|-----------|
| Camada de Rede | 23 |
| IP (IPv4) | 25 |
| Protocolo ICMP | 27 |
| Atividades de Fixação | 29 |
| Material Complementar..... | 30 |
| Referências..... | 31 |
| Gabarito | 32 |

Objetivos da Unidade

- Estudar as técnicas usadas para encaminhar pacotes pela rede;
- Conhecer os principais protocolos usados na troca de informações, essenciais para programação em Java em aplicativos que trafegam pela rede;
- Aprender a característica de protocolo de roteamento e outros protocolos da suíte TCP/IP;
- Entender os mecanismos usados por protocolos para trafegar na rede de computadores.

Atenção, estudante! Aqui, reforçamos o acesso ao conteúdo *on-line* para que você assista à videoaula. Será muito importante para o entendimento do conteúdo.

Este arquivo PDF contém o mesmo conteúdo visto *on-line*. Sua disponibilização é para consulta *off-line* e possibilidade de impressão. No entanto, recomendamos que acesse o conteúdo *on-line* para melhor aproveitamento.

VOCÊ SABE RESPONDER?

Já sabemos como localizar os dispositivos na rede, mas há como controlar as trocas de informações?

Roteamento TCP/IP

A finalidade do roteamento é escolher o melhor caminho que um pacote deve seguir para chegar ao seu destino. Os equipamentos que executam roteamento armazenam uma tabela na memória RAM, na qual há correspondência entre o endereço de destino e a interface que oferece melhor encaminhamento.

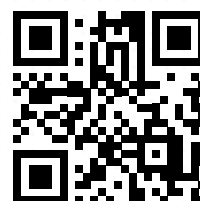
Para que o roteamento seja possível, há alguns protocolos responsáveis por construir e manter as tabelas de roteamento. Eles se baseiam em um algoritmo específico para dar melhor desempenho ao armazenamento e gerência das tabelas. Possuem, também, como responsabilidade, a troca de informações sobre os caminhos conhecidos para outros equipamentos. Dessa forma, os equipamentos que executam roteamento na rede conseguem montar tabelas mais consistentes para direcionar os pacotes pelas interfaces corretas.

Há, basicamente, dois tipos de algoritmos de roteamento utilizados na arquitetura TCP/IP: vetor de distância – *distance-vector* – e estado do enlace – *link-state*.



Leitura

Leia o texto de Alex Soares de Moura, intitulado Roteamento: o que é importante saber.



Roteamento Por Vetor de Distância

Neste tipo de roteamento, os equipamentos responsáveis por rotear possuem uma tabela com a melhor distância conhecida para os vários destinos alcançáveis e a interface de saída a ser usada para chegar até o destino. A tabela é atualizada, de tempos em tempos, pelos equipamentos diretamente conectados para mantê-la atualizada.

O algoritmo usado nesse tipo de roteamento segue o modelo do melhor caminho, desenvolvido por Bellman-Ford. Esse modelo serviu para rotear pacotes no início da internet e foi chamado de RIP. A Figura 1 apresenta o algoritmo de Bellman-Ford – os passos para se chegar a melhor via estão exemplificados nesta Figura.

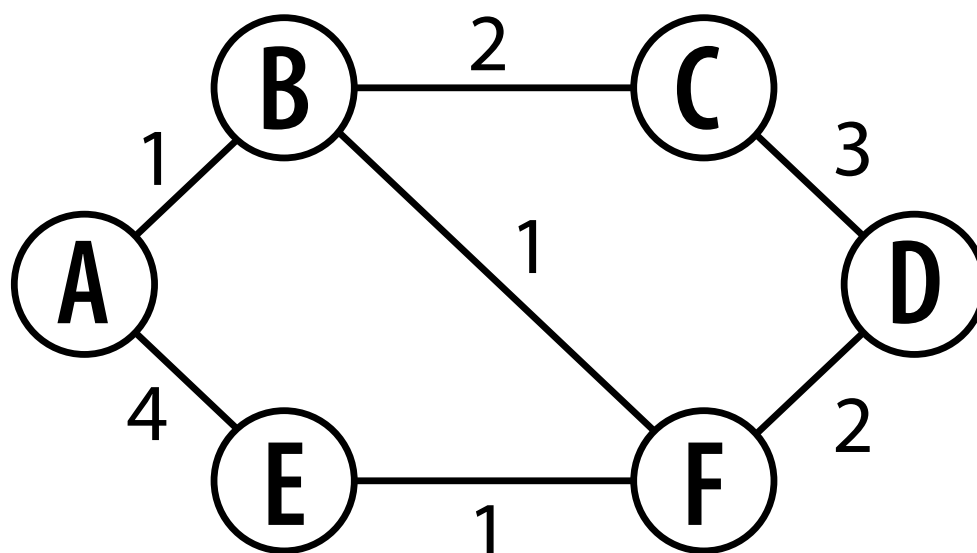


Figura 1 – Algoritmo Bellman-Ford

Fonte: Gallo; Hancock, 2003

#ParaTodosVerem: a imagem mostra um diagrama em formato hexagonal, em cada um dos ângulos há círculos com as letras C, D, F, E, A e B, em sentido horário. Fim da descrição.

O algoritmo de definição de rotas de Bellman-Ford é baseado em vetor de distância e itera no número de pulos entre um nó de origem e um de destino. Para ilustrar esse algoritmo, considere o seguinte gráfico não direcionado o qual ilustra uma rede. Os vértices A, B, C, D, E e F podem ser entendidos como roteadores e os arcos conectando esses vértices são canais de comunicação. Os rótulos dos arcos representam um custo arbitrário.

Nosso objetivo é encontrar o caminho mínimo de A a D usando o número de pulos como base para nossa seleção de caminho. Examinamos os custos de todos os caminhos de A para cada um de nós com base no número de pulos.

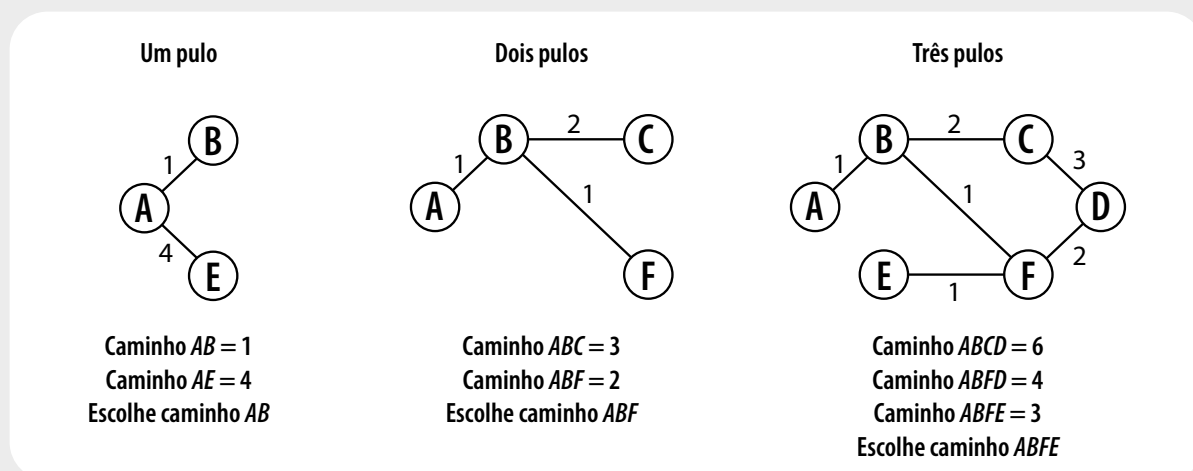


Figura 2 – Diagrama que ilustra diferentes tipos de redes

Fonte: Gallo; Hancock, 2003

#ParaTodosVerem: a imagem mostra um diagrama que ilustra os diferentes tipos de redes. Consiste em múltiplas seções que descrevem diversas configurações de rede e seus rótulos correspondentes. No centro da imagem, há um diagrama que mostra os vários tipos de canabinóides. Este diagrama é cercado por outras seções que representam diferentes configurações de rede. À esquerda do diagrama central, há um exemplo de diagrama de árvore, que consiste em quatro ramos. No lado direito do diagrama central, há um diagrama de uma rede tridimensional. Além disso, existem dois diagramas separados de uma árvore, cada um com arranjos e estruturas ligeiramente diferentes. Esses diagramas estão localizados no canto superior esquerdo da imagem. Na parte superior da imagem, existe um texto que diz "Um pulo", em seguida, "Dois pulos" e, o último diagrama "Três Pulos". Vários outros rótulos e descrições também estão presentes na imagem, como "B", "2", "R", "1", "A", "D", "E" e "F". Esses rótulos aparecem em diferentes seções da imagem e estão associados a componentes ou ramificações específicas dos diagramas de rede. Na parte inferior da imagem, o texto traz instruções, como "Caminho $AB = 1$ " e "Escolhe caminho AB ". Estas instruções indicam diferentes caminhos ou rotas dentro dos diagramas de rede. Fim da descrição.

No último passo – três pulos –, dois caminhos são selecionados. O primeiro, $ABFD$, representa o de custo mínimo de A a D com base na métrica de pulos. O segundo caminho, $ABFE$, é selecionado, pois representa o de custo mínimo de A a E.

O resultado final do algoritmo de Bellman-Ford é uma árvore representando o custo mínimo pago pelo nó de origem para todos os outros nós da rede. Árvores similares podem ser geradas para cada nó da rede. A árvore de custo mínimo do nó A em nosso exemplo é:

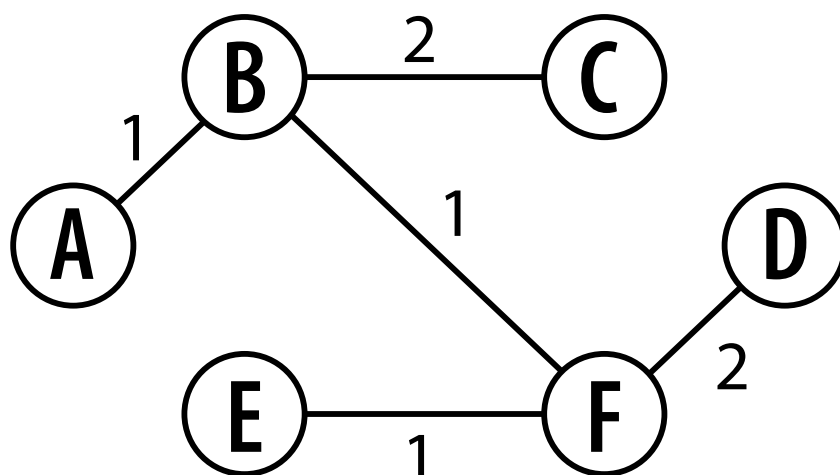


Figura 3 – Árvore representando o custo mínimo

Fonte: Gallo; Hancock, 2003

#ParaTodosVerem: a imagem mostra um diagrama formado por três círculos conectados acima (A, B e C) e três círculos conectados abaixo (E, F e D). uma linha central conecta B e F. Fim da descrição.

Assim, do nó A o caminho de custo mínimo para:

- B é $AB = 1$;
- C é $ABC = 3$;
- D é $ABFD = 4$;
- E é $ABFE = 3$;
- F é $ABF = 2$.

O princípio básico desse algoritmo está em determinar a distância entre a origem e o destino, calculando o número de saltos de roteadores necessários para um pacote chegar da rede de origem à rede de destino. Esse protocolo suporta, no máximo, 15 saltos, portanto, se um pacote tiver que alcançar uma rede que os ultrapasse, não chegará, ou seja, no décimo sexto salto será descartado.

A essa característica chamamos de rede “inalcançável” e isso nos faz concluir que esse tipo de protocolo de roteamento só nos garante 15 redes conectadas consecutivamente. Para manter as tabelas atualizadas, os equipamentos vizinhos trocam informações sobre a tabela de roteamento a cada 30 segundos. Isso não é interessante se tivermos uma rede de grandes proporções, pois uma boa parte da banda das conexões WAN será consumida com essas tabelas sendo trocadas entre os roteadores.

Roteamento de Estado de *Link*

Este tipo de protocolo não envia toda a tabela de roteamento para os equipamentos vizinhos a cada atualização da tabela. Em vez disso, envia apenas informações sobre um determinado evento ocorrido na rede, o qual pode ser a perda ou a inserção de um *link*. Essas informações são enviadas por Anúncio de Estado de *Link* (LSA). Esse protocolo usa o mesmo conceito da estrutura de dados, conhecida como árvores, para buscar determinada informação sobre o endereço da rede e sobre a interface de saída.

O algoritmo no qual esse protocolo é baseado se chama algoritmo do caminho mínimo primeiro e foi desenvolvido por Dijkstra, que faz referência sobre a velocidade do caminho para montar a tabela de roteamento. A ideia básica do algoritmo de estado de enlace é a seguinte: cada equipamento responsável pelo roteamento deve:

- Descobrir seus vizinhos e aprender seus endereços de rede;
- Medir o retardo para cada um dos vizinhos;
- Criar um pacote que informe tudo o que acaba de ser aprendido. Cada roteador constrói um pacote chamado *Link State Packet* (LSP), que contém seu nome, o nome de seus vizinhos e o custo necessário para chegar até esse;
- Enviar esse pacote a todos os outros roteadores;
- Calcular o caminho mais curto para cada um dos roteadores.

Roteamento Dinâmico

Para que os pacotes trafeguem pela internet, é necessário que tenham informações referentes ao endereço IP de origem e destino. Para tomar a decisão sobre qual saída é a melhor para que o pacote chegue ao destino, o roteador deve armazenar um conjunto de informações que permita tomar tal decisão.

Essas informações são organizadas em forma de tabela, que é chamada de tabela de roteamento, as quais, por sua vez, podem ser obtidas pelo roteador de duas formas: por meio do roteamento estático ou de um roteamento dinâmico.

O roteamento estático é aquele em que as informações da tabela de roteamento são definidas pelo administrador de redes, isto é, todos os dados referentes à saída na qual um pacote deve trafegar são definidas e configuradas pelo administrador de rede. Diferentemente, o roteamento dinâmico é definido por protocolos de roteamento, ou seja, basta que o administrador de rede configure um protocolo de roteamento para que a tabela de roteamento seja implementada automaticamente pelos algoritmos determinados nesses protocolos de roteamento.

Os protocolos de roteamento fazem uso de alguns algoritmos de roteamento a fim de calcular o caminho de custo mínimo entre a origem e o destino. Os algoritmos de roteamento usam uma métrica de custo mínimo para determinar o melhor caminho. Alguns protocolos de roteamento usam métricas comuns, como a quantidade de saltos, isto é, de roteadores visitados por um pacote a caminho de seu destino. Os algoritmos podem usar também atraso de propagação, largura de banda, tempo, utilização do canal, bem como métricas não comuns, como a taxa de erros.

As tabelas de roteamento são implementadas pelos roteadores mediante informações trocadas entre os roteadores vizinhos. Quando configurado um protocolo de roteamento dinâmico, um algoritmo é executado por trás desse protocolo para informar quais são as redes que devem fazer parte da tabela de roteamento. A seguir, serão apresentados alguns protocolos de roteamento dinâmico.

RIP

O Protocolo de Informações sobre Rotas (RIP) foi um dos primeiros protocolos de roteamento dinâmico. Usa um algoritmo de vetor de distância que determina a melhor rota por meio de uma métrica de pulos. É um protocolo eficiente quando usado em pequenas redes, pois este foi o objetivo quando da criação deste protocolo.

Nessa época, não se imaginava que a internet teria um crescimento significativo, como ocorre atualmente. O RIP mantém as tabelas de rotas de uma rede atualizadas, transmitindo mensagens de atualização de tabelas a cada 30 segundos. Grande parte dos roteadores permite a configuração desse período de tempo. Após um dispositivo baseado em RIP receber uma atualização, ele a compara com suas informações anteriores.

O RIP é um protocolo que consome recursos como banda do *link* WAN para trocar informações das tabelas de roteamento. Além de consumir tempo do processador para definir o melhor caminho, deve ser inserido na tabela de roteamento para que um pacote chegue ao seu destino.

A primeira versão do protocolo RIP não dá a possibilidade de trabalhar com técnicas do tipo VLSM e CIDR, pois, quando esse protocolo foi desenvolvido, não existiam os problemas que são encontrados atualmente na internet. Outra versão foi desenvolvida para corrigir essa questão, a qual possibilita trabalhar com a técnica VLSM e traz algumas correções de problemas encontrados na primeira versão.



Saiba Mais

OSPF é um protocolo que usa um algoritmo de estado de ligações; é especificamente projetado para redes IP grandes e heterogêneas. Usa, como métrica para estabelecer as rotas em sua tabela de roteamento, a carga de tráfego, atrasos de propagação, velocidade na linha e largura de banda, diferentemente do protocolo RIP – este que usa saltos, apenas. As atualizações feitas nesse tipo de protocolo não ocorrem em um período de tempo preestabelecido. Na verdade, as atualizações ocorrem em dois momentos: quando o roteador é configurado com um protocolo OSPF e somente quando ocorre algum evento em que determinada rede fique indisponível. Além disso, não difunde tabelas completas de rotas para atualizar os roteadores vizinhos. Em vez disso, pequenos pacotes de estado de ligação, denominados anúncios de estado de ligações, contendo informações específicas sobre as ligações de redes de um roteador específico são transmitidos, ou seja, a quantidade de informações trocadas entre roteadores após ocorrer um evento é muito pequena, pois somente será relatado o evento ocorrido e não será transmitida toda a tabela – como é feito no protocolo RIP.

IGRP

Este protocolo é proprietário da Cisco. Foi projetado com o objetivo de trazer melhorias para o protocolo RIP. Conforme a rede foi crescendo, o protocolo RIP passou a ficar limitado, de modo que o protocolo IGRP solucionou alguns problemas relacionados a rotas em redes grandes e heterogêneas.

A principal diferença entre o protocolo IGRP e RIP é a métrica das rotas. O primeiro usa uma fórmula matemática que considera fatores como a largura de banda e atrasos para calcular o valor métrico; o segundo, conforme descrito, usa como métrica os saltos. Desse cálculo, a menor métrica é determinada com um caminho de menor custo e é este que deve compor a tabela de roteamento.

EIGRP

É outro protocolo desenvolvido pela Cisco. É considerado um protocolo híbrido combinando as melhores características dos protocolos para a definição de rotas com base em vetores de distância e em estado de ligação. Por exemplo, usa mensagens de notificação a fim de obter informações sobre roteadores vizinhos. Utiliza, também, um protocolo especialmente projetado, o protocolo de transporte confiável para transmitir as atualizações sobre rotas. As métricas de rotas são baseadas em vetores de distância e calculadas usando o algoritmo de difusão de atualização da Cisco (Dual).

Protocolos da Suíte TCP/IP

Para que possamos realizar análise do comportamento de uma rede de computadores, é necessário entender como funcionam os principais protocolos de cada camada da suíte que é utilizada. Para nosso caso, usaremos a suíte TCP/IP, pois é a mais comum e usada atualmente para transmissão de dados pela internet. A Figura, a seguir, mostra alguns protocolos capturados por um analisador de protocolos.

Analisando essa Figura, podemos verificar que aparecem os protocolos HTTP, TCP, ARP e NBNS, os quais estão contidos na suíte TCP/IP e cada um possui papel fundamental na troca de mensagens entre as máquinas.

A análise do desempenho de uma rede, entre outros fatores, passa pelo exame das informações contidas nos pacotes que trafegam por ela. Os administradores de redes devem usar ferramentas apropriadas para capturar esses pacotes a fim de analisá-los em momentos nos quais a rede não esteja mais suprimindo as necessidades dos usuários.

Sabendo dos pacotes que trafegam pela rede, esses administradores podem direcionar as decisões a fim de sanar os problemas que ocorrem. Você estudará os principais protocolos da suíte TCP/IP. Isso lhe dará condições para avaliá-los por intermédio de uma ferramenta de análise de protocolo gratuita que poderá baixar por meio da internet.

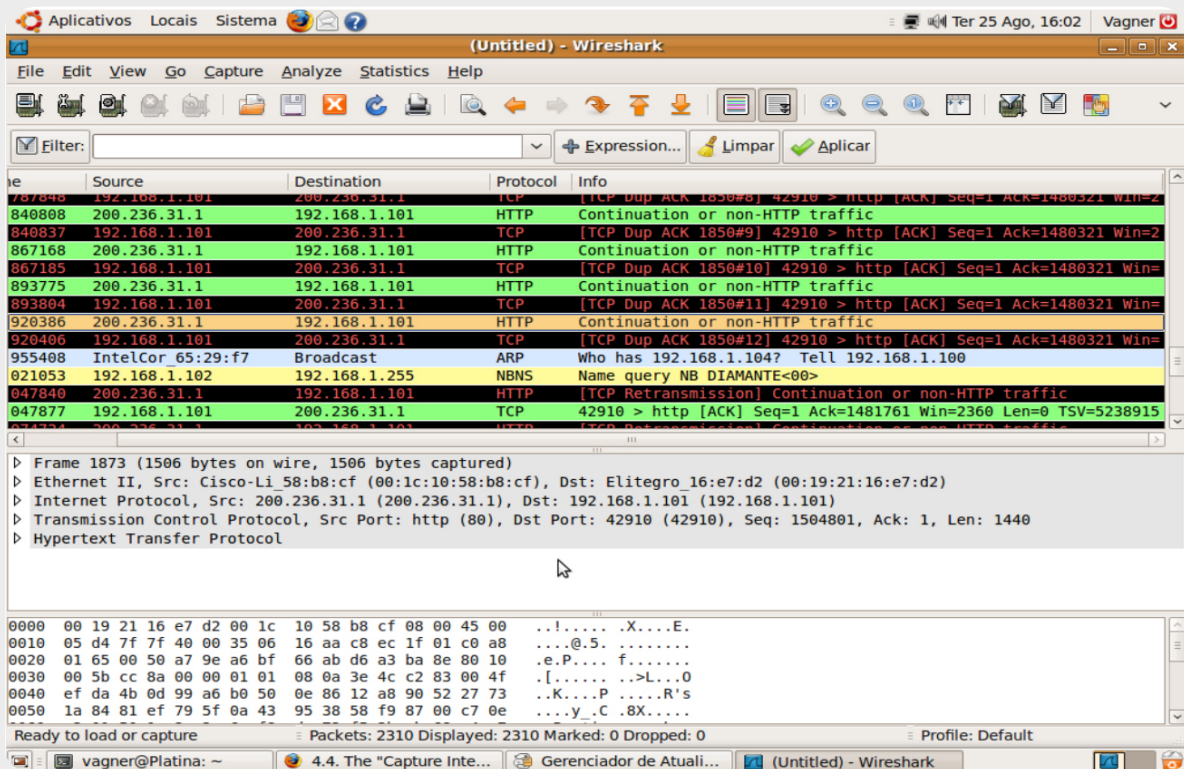


Figura 4 – Analisador de protocolo

Fonte: Acervo do Conteudista

#ParaTodosVerem: a imagem mostra um *print* de uma caixa de diálogo do sistema *Windows*. A imagem na tela do computador captura vários tipos de dados. A tela exibe uma coleção de informações e recursos visuais relacionados aos dados. Na seção superior, vários rótulos são mostrados. Fim da descrição.

Começaremos nosso estudo indo da camada superior para a inferior. Considerando a suíte TCP/IP, passaremos pelas camadas de aplicação, transporte e rede. Iniciaremos a análise pelos protocolos da camada de aplicação.

Camada de Aplicação

A seguir, você encontrará os principais protocolos da camada de aplicação e suas características.

Simple Mail Transfer Protocol (SMTP)

O SMTP corresponde a um dos serviços prestados pela camada de aplicação. Os componentes básicos envolvidos na troca de mensagens por meio do SMTP são:

- **Agente usuário** – corresponde a uma aplicação, ou seja, um programa para envio e recepção de mensagens. Um exemplo de agente usuário conhecido é o *Outlook*;
- **Caixa postal** – corresponde a um sistema de arquivos específicos de *host*, em que as mensagens destinadas a um determinado usuário ficam armazenadas até a sua recuperação. As caixas postais são configuradas nos servidores de e-mail.

O SMTP utiliza os serviços da camada de transporte mediante o protocolo TCP para transferir mensagens. Ele apresenta uma estrutura organizada para a transmissão dos dados. A Figura, a seguir, exhibe essa arquitetura:

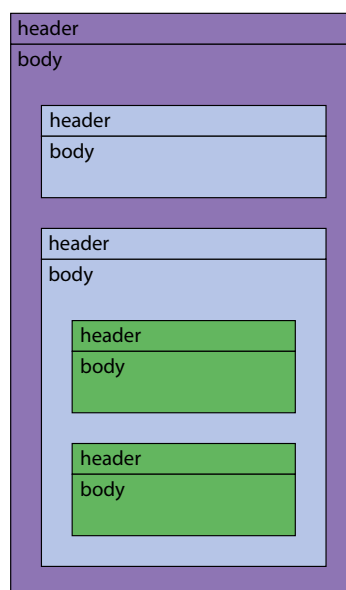


Figura 5 – Estrutura do protocolo SMTP

Fonte: Acervo do Conteudista

#ParaTodosVerem: a imagem mostra duas seções com fundos diferentes. A primeira seção tem fundo roxo, enquanto a segunda seção tem tela verde. No fundo roxo, as palavras "header e body" são exibidas em destaque. Na seção da tela verde, também há um texto que diz "header e body". Esse texto é exibido com destaque e é um pouco maior em tamanho em comparação com o texto na seção de fundo roxo. Ao longo da imagem, as palavras "header e body" aparecem diversas vezes. Fim da descrição.

Como bem sabemos, o formato dos endereços definidos para o uso de e-mails é constituído de um campo de usuário, o qual identifica uma determinada conta dentro de um processo servidor, e um campo de domínio, o qual especifica uma organização. O caractere @ foi estabelecido como separador de campos. A Figura, a seguir, demonstra um mecanismo de troca de mensagens entre agentes usuários.

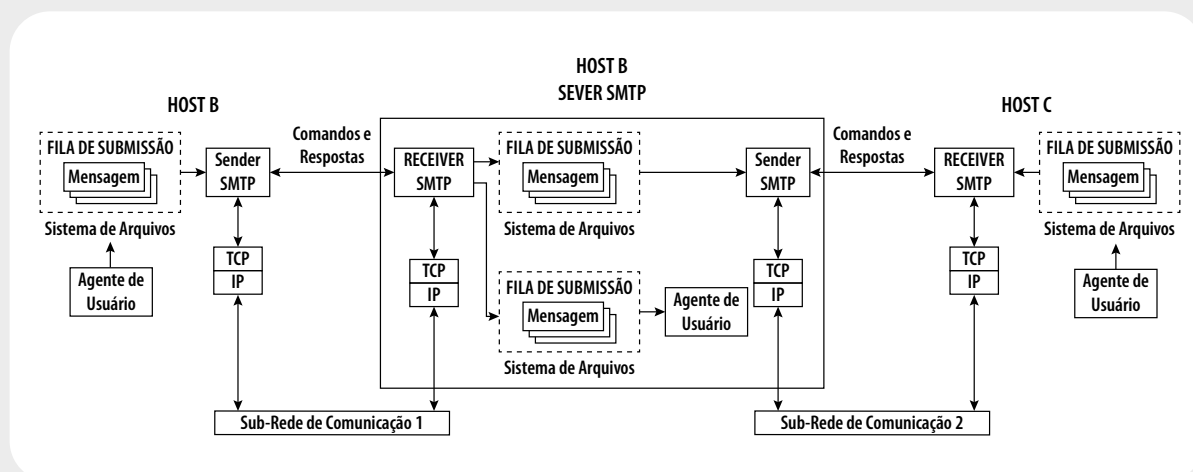


Figura 6 – Comunicação SMTP

Fonte: Acervo do Conteudista

#ParaTodosVerem: a imagem mostra um diagrama que ilustra o processo de um sistema HTI. O diagrama é exibido sobre um fundo branco e consiste em vários componentes e conexões que representam as funcionalidades do sistema. No centro do diagrama, há uma caixa chamada "Sistema HTI". Essa caixa representa o componente principal do sistema e contém vários subcomponentes e conexões. Acima da caixa "Sistema HTI", há uma caixa menor chamada "Servidor SMTP" e abaixo dela há outra caixa menor chamada "Cliente SMTP". Essas caixas representam a comunicação entre o servidor e o cliente dentro do sistema HTI. À direita das caixas "Servidor SMTP" e "Cliente SMTP", há duas setas que indicam o fluxo de comunicação entre eles. Esse fluxo ilustra a troca de informações e mensagens entre o servidor e o cliente. Ao longo do diagrama, há vários outros componentes e rótulos que fornecem detalhes adicionais sobre o sistema HTI. Estas incluem caixas denominadas "Host B", "Host C", "Fila de Submissão" (Fila de Envio), "Comandos e", "Remetente", "Respostas", "Receptor", "Mensagem", "SMTP", "Sistema de Arquivos", "TCP", "TCP/IP", "Agente de", "IF", "TCE" e "Usuário". Fim da descrição.

Telnet

É um protocolo para acesso remoto usado para configurações de máquinas. Fornece um serviço de terminal virtual. Uma vez estabelecida uma sessão de *login* remoto, Telnet disponibiliza mecanismos necessários para que os caracteres digitados na máquina local sejam passados diretamente à máquina remota. Não há interface gráfica; tudo é feito na linha de comando. Usa o protocolo TCP para o transporte confiável dos dados e é acessível por intermédio de programas de aplicação, chamados, na maioria das vezes, Telnet. Com esse tipo de protocolo, os administradores de rede podem acessar, de forma remota, os roteadores ou outros dispositivos de rede que estão geograficamente distantes e implantados sobre o seu domínio.

FTP

É um protocolo de transferência de arquivos entre dois sistemas que utiliza duas conexões: uma é empregada para dar suporte ao processo de transferência de dados e a outra é usada para dar suporte aos vários processos de controle da sessão.

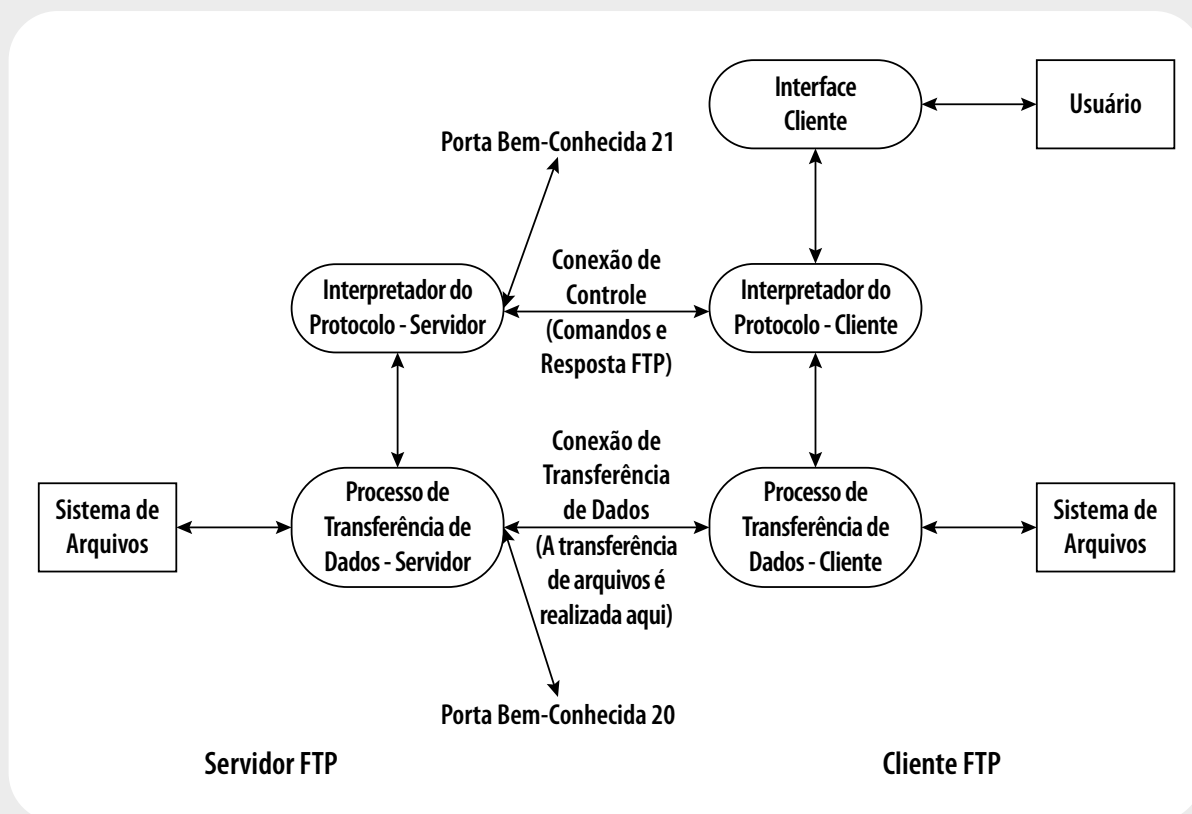


Figura 7 – Modelo conceitual do processo

Fonte: Gallo; Hancock, 2003

#ParaTodosVerem: a imagem mostra um diagrama que consiste em diversas caixas interligadas, indicando diferentes etapas ou componentes do processo. No centro do diagrama há uma caixa denominada "Interface", que está conectada a outras três caixas denominadas "Cliente", "Usuário" e "Porta Bem-Conhecida 21". A caixa denominada "Cliente" está conectada a mais duas caixas denominadas "Conexão de" e "Interpretador do Controle". Da mesma forma, a caixa denominada "Usuário" está conectada a duas caixas denominadas "Interpretador do Protocolo - Servidor" e "Interpretador do Protocolo - Cliente". Abaixo dessas conexões, existem duas caixas denominadas "Conexão de" e "Processo de Transferência de Dados - Servidor", que estão conectadas entre si. Mais abaixo, há uma caixa chamada "Sistema de Dados", conectada a uma caixa chamada "Processo de Arquivos". A caixa denominada "Processo de Transferência de Dados - Servidor" também está conectada a uma caixa denominada "Processo de Transferência de Arquivos". À direita do diagrama, há duas caixas denominadas "Transferência de Arquivos" e "Transferência de Dados - Servidor", conectadas a outra caixa denominada "Dados - Cliente". Abaixo dessas caixas, há uma caixa chamada "Sistema de Dados - Servidor", conectada a uma caixa chamada "Arquivos". Na parte inferior do diagrama, existe uma caixa denominada "Porta Bem-Conhecida 20". Além disso, existem duas caixas denominadas "Servidor FTP" e "Cliente FTP" localizadas nos lados esquerdo e direito, respectivamente. Fim da descrição.

Um servidor FTP recebe, na porta 21, um pedido inicial de conexão de um cliente FTP e, uma vez aceito e estabelecida a conexão, o processo de controle cria uma conexão TCP separada para transferência de dados usando a porta número 20. Há várias aplicações FTP disponíveis para baixar. Tais aplicações encapsulam a complexidade dos comandos que devem ser dados para a troca de arquivos.

HTTP

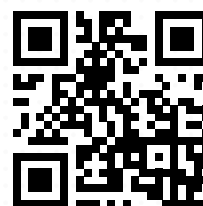
O protocolo de transferência e hipertexto é o protocolo em que a *world wide web* está baseada. É considerado um protocolo de pedido e resposta e funciona da seguinte forma: um programa cliente estabelece uma conexão TCP com um programa servidor HTTP. O programa servidor aceita essa conexão e responde ao pedido do cliente. As mensagens de pedido são feitas por meio de um agente usuário, que conhecemos como *browser*. As mensagens de respostas são fornecidas pelo servidor após receber e interpretar a mensagem de pedido. As mensagens têm uma linha de início, um campo cabeçalho, uma linha em branco que significa o final do cabeçalho e um corpo de mensagem que contém o retorno da solicitação.

O HTTP, basicamente, utiliza dois métodos de conexão. Um dos quais, o mais básico, é aquele que envolve uma conexão simples entre cliente e servidor, possibilitando ao *browser* fazer requisições diretamente para o servidor, e este envia as respostas conforme essas solicitações. Como não há conexões intermediárias, presume-se que o recurso solicitado esteja no próprio servidor. O outro método é aquele que envolve a presença de dispositivos intermediários para que a conexão se estabeleça. Os dispositivos intermediários são: *proxy* e *gateway*.



Leitura

Leia sobre as funcionalidades e protocolos da camada de aplicação na indicação a seguir.



Camada de Transporte

A camada de transporte tem dois protocolos principais na suíte TCP/IP: TCP e UDP.

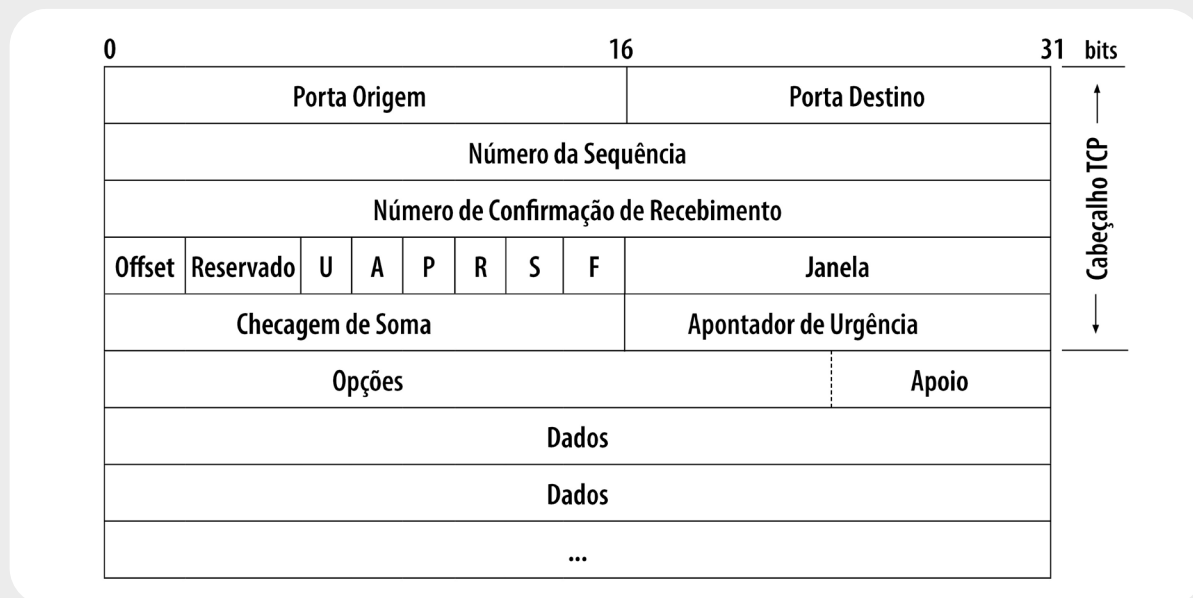


Figura 8 – Campos do protocolo TCP

Fonte: Gallo; Hancock, 2003

#ParaTodosVerem: a imagem mostra um diagrama que contém uma tabela com diferentes itens exibidos nela. A tabela inclui colunas como "Porta Origem", "Porta Destino", "Número da Sequência", "Número de Confirmação de Recebimento", "Offset", "Reservado", "UAPRSF", "Janela", "Checagem de Soma", "Apontador de Urgência", "Opções", "Apoio" e duas instâncias de "Dados". Fim da descrição.

O protocolo TCP é considerado confiável, ou seja, os mecanismos de entrega e o reconhecimento de recebimento de pacotes os tornam um protocolo orientado à conexão e confiável. Significa que uma aplicação, trafegando dados pelo protocolo TCP, não precisa se preocupar com esses mecanismos que o tornam confiável. Alguns campos no cabeçalho são usados para essa finalidade.

Entre os principais protocolos da camada de aplicação que usa o TCP, temos FTP, SMTP, POP. Na Figura 8 se encontram as descrições resumidas dos campos utilizados para protocolo TCP.

- **Porta de origem e porta de destino:** o TCP usa o número de porta para identificar e entregar dados para a aplicação correta;
- **Número de sequência:** este número é utilizado pela máquina receptora com o objetivo de montar de forma correta os segmentos recebidos. Os pacotes transmitidos são segmentados de acordo com a tecnologia usada; tais pacotes podem seguir por caminhos diferentes na internet e chegar ao destino de forma desordenada;

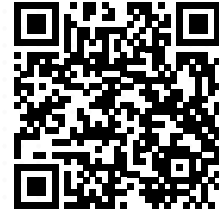
- **Número de confirmação de recebimento:** este campo é utilizado pela máquina transmissora com o objetivo de verificar se a máquina receptora recebeu o segmento. Se a máquina receptora não enviar esse número de confirmação para a máquina transmissora, considerando um determinado tempo, a máquina transmissora enviará novamente essa informação para a máquina receptora;
- **Controles:** são usados para controlar o envio e o recebimento dos pacotes pela internet;
- **Offset – 4 bits:** especifica o tamanho do cabeçalho do segmento TCP;
- **Campo reservado – 6 bits:** é reservado para uso futuro;
- **Flag URG:** indica que o seguimento tem dados urgentes, portanto, deve ser tratado com urgência pelos equipamentos intermediários;
- **Flag ACK:** indica que o segmento em questão tem dados de confirmação de recebimento;
- **Flag PSH:** indica que o segmento atual, o que é montado, tem dados e estes devem ser entregues imediatamente;
- **Flag RST:** é usada quando um evento causa uma desconexão indesejada. Quando isso ocorre, a máquina de origem envia um segmento TCP com esta *flag* setada para que a máquina de destino possa abortar o segmento;
- **Flag SYN:** indica que o segmento em questão contém dados no campo de número de sequência;
- **Flag FIN:** usada para terminar uma sessão TCP;
- **Campo janela:** 2 bytes – especifica o número máximo de informações que a máquina de destino é capaz de aceitar. Este campo é usado para controlar o fluxo de informações entre a origem e o destino. A quantidade de dados enviados ao destinatário não pode exceder aquela informada por este neste campo;
- **Checagem de soma:** este campo – 2 bytes – é usado para verificar se o segmento transmitido é válido, ou seja, se houver algum erro na transmissão, este campo possibilitará que tal erro seja detectado;
- **Apontador de urgência:** este campo – 2 bytes – é usado em conjunto com a *flag* URG, que sinaliza para a máquina de destino que é necessário informar ao programa de aplicação que a informação enviada precisa ser processada com urgência;

- **Opções e apoio:** este campo tem o comprimento variável e especifica quais opções são requisitadas por um processo TCP. O tamanho máximo do segmento é uma opção geralmente usada. O campo apoio é empregado para preencher os bits restantes de um campo com zeros, a fim de que o pacote seja múltiplo de 32 bits.



Vídeo

Assista ao vídeo de Ailton Luiz Dias Siqueira Júnior sobre a camada de transporte.



Estabelecimento de uma Conexão TCP

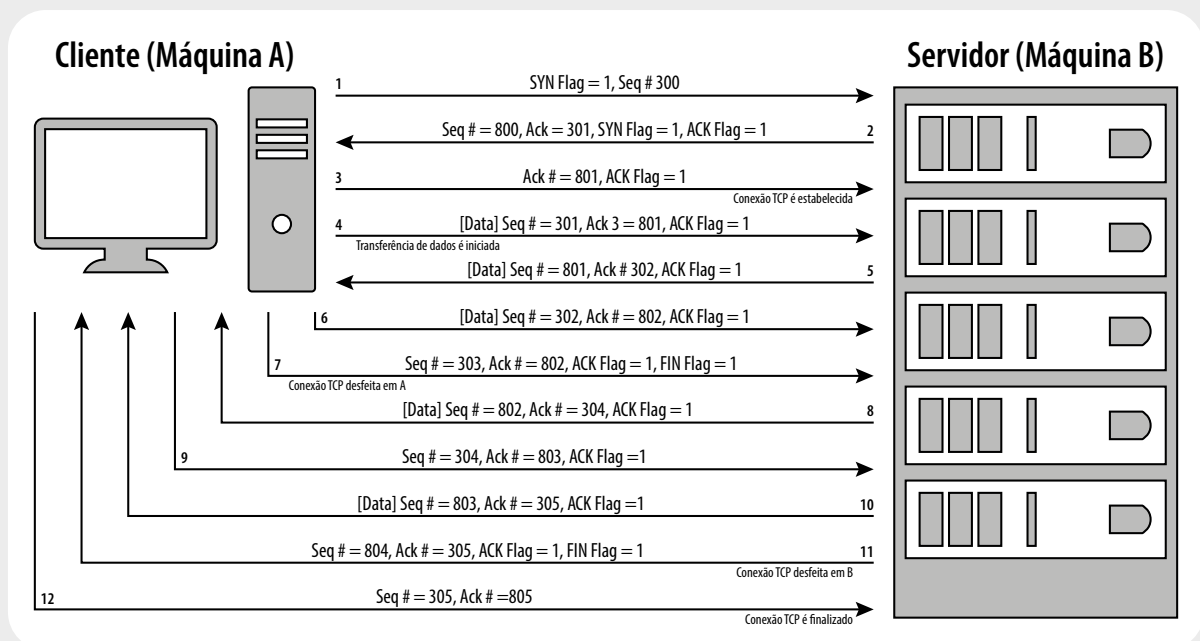


Figura 9 – Processo de comunicação TCP

Fonte: Gallo; Hancock, 2003

#ParaTodosVerem: a imagem mostra um diagrama representando a conexão entre um servidor e um cliente. O diagrama mostra um *rack* de servidor com compartimentos, abaixo da presença de vários servidores. No centro, há um laptop com uma tela branca posicionada em um fundo branco, representando o cliente. A tela do laptop pode exibir alguma informação, embora isso não esteja especificado na descrição. As legendas e o texto associado à imagem fornecem mais detalhes sobre o diagrama. Existem rótulos identificando o cliente como "Cliente (Máquina A)" e o servidor como "Servidor (Máquina B)". Além disso, há várias linhas de texto associadas a elementos específicos no diagrama, como "SYN Flag = 1, Seq # 300", "Seq # - 300, Ack - 301, SYN Flag - 1, ACK Flag - 1", "Ack #-801, ACK Flag - 1", "[Dados] Seq # = 301, Ack 3 = 801, ACK Flag = 1", e assim por diante. Essas linhas de texto descrevem diferentes dados e confirmações entre o cliente e o servidor. Fim da descrição.

1. A envia um segmento de sincronização a B, indicando seu desejo de estabelecer uma conexão e que seu número de sequência é 300. Significa que o primeiro segmento de dados que A envia será numerado 301;
2. B recebe o segmento de sincronização de A e envia um segmento de confirmação para A. Note que o número de sequência inicial de B é 800, significa que o primeiro segmento de dados de B será 801;
3. A recebe a sincronização e o segmento de confirmação de B e envia um segmento de confirmação. Nesse estágio, uma conexão TCP é estabelecida entre A e B;
4. A transmite o segmento de dados 301 a B e informa a B que espera o número de sequência 801;
5. B recebe o segmento de A e envia o segmento de dados 801. Esse segmento também confirma o recebimento do segmento de A, informando para A que espera receber o segmento 302;
6. A recebe o segmento de B e envia o segmento 302 a B, que confirma o recebimento do segmento de B;
7. A envia a B um segmento de finalização, que informa a B que A está rompendo o seu lado da conexão TCP;
8. B recebe os dois últimos segmentos de A e envia para A o segmento de dados 802. Note que esse segmento também confirma o recebimento da transmissão anterior de A ajustando o número de confirmação 304. Nesse ponto, A não pode transmitir nenhum novo segmento de dados, mas continua a transmitir os segmentos de confirmação;
9. A confirma a última transmissão de B;
10. B recebe o segmento de confirmação de A e envia o segmento de dados 803;
11. B envia para A o segmento de finalização, que informa para A que B está rompendo o seu lado da conexão TCP;
12. A recebe as últimas transmissões e confirmações de B. Nesse ponto, o link é finalizado, uma vez que nem A, nem B têm mais dados a serem transmitidos. O protocolo TCP é um protocolo orientado à conexão. Significa que alguns procedimentos de troca de mensagens devem ser estabelecidos antes da troca de dados. Chamamos esse procedimento inicial de *three-way handshake* – comunicação em três fases – e envolve uma máquina cliente requisitando o estabelecimento de um link entre esse e o servidor. A Figura, a seguir, mostra a comunicação entre um cliente e um servidor e os campos trocados entre os quais para que se estabelecesse uma conexão.

Protocolo UDP

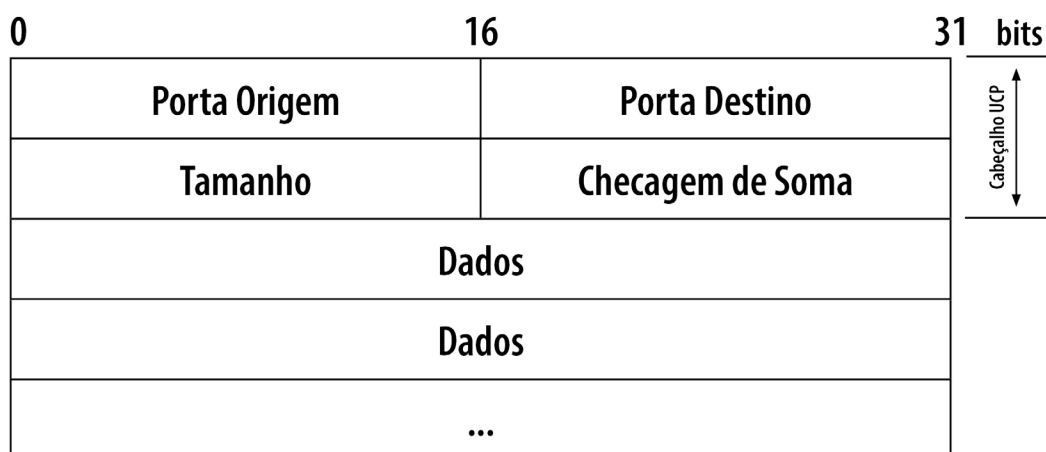


Figura 10 – Campos do UDP

Fonte: Acervo do Conteudista

#ParaTodosVerem: a imagem mostra um diagrama em forma de tabela, formada por duas colunas “Porta origem” e “Tamanho”, à esquerda; e “Porta destino” e “Checagem de Soma”, à direita. Abaixo, há duas linhas com a palavra “Dados”. Fim da descrição.

Esse protocolo não é orientado à conexão, portanto, não tem campos necessários para estabelecer uma conexão confiável. Dessa forma, ele não faz detecção ou correção de erros, não retransmite os dados que não foram recebidos e nem tem habilidade para lidar com erros ou controle de fluxo.

Se esse tipo de protocolo não garante a entrega do pacote, por que, então, usá-lo? Como pudemos perceber acima, o protocolo TCP tem mecanismos para entrega confiável das informações, no entanto, todo o mecanismo utilizado para criar essa confiabilidade acaba afetando a velocidade da entrega de pacotes.

Para as aplicações em que a velocidade é primordial para o bom desempenho, o protocolo UDP deve ser o escolhido. O único problema de utilizar o protocolo UDP é que a aplicação é que deve implantar os mecanismos para garantir que os pacotes sejam entregues, portanto, o controle de fluxo e todos os controles para identificar que os pacotes chegaram ao destino devem ficar a cargo da aplicação.

Como pode ser observado na Figura a seguir, o datagrama UDP tem poucos campos e é por esse motivo que esse protocolo é processado mais rapidamente e, consequentemente, enviado e transmitido pela rede mais rapidamente.

Esses dois protocolos são os mais usados pelas aplicações. O uso de um ou outro depende da aplicação a ser empregada. Se alguma aplicação precisar enviar os dados de uma forma mais rápida, então o desenvolvedor da aplicação deverá optar pelo uso do UDP; agora, se a velocidade não for o problema, então o TCP poderá ser usado a fim de garantir os mecanismos de entrega dos pacotes.

Os campos estudados são importantes, pois a grande maioria dos analisadores de pacotes apresenta os conteúdos que estão trafegando nesses campos. Saber avaliar o que é transmitido ajuda na tomada de decisão em situações, como aumento do filtro para evitar que determinados sites sejam acessados, ou a troca de equipamentos para proporcionar maior velocidade na rede.

Camada de Rede

O objetivo básico da camada de rede é fornecer os serviços de transferência de dados fim a fim sobre uma rede, independentemente das características das sub-redes físicas. Ela está mais relacionada à topologia de rede e tem como uma de suas principais funções resolver problemas de roteamento em rede.

A camada de rede deve executar as seguintes funções:

- **Roteamento** – as funções de roteamento determinam a rota apropriada entre endereços de redes;
- **Endereçamento dos usuários** – os serviços de rede utilizam um esquema de endereçamento que permite aos usuários referenciar, de maneira única, outros usuários;
- **Fornecimento** de serviços para a camada de transporte.

O principal protocolo dessa camada é o *Internet Protocol* (IP). É um datagrama, portanto, é livre de conexão e não garante a entrega das informações que nesse são encapsuladas. O IP recebe dados da camada de transporte, organiza esses dados como pacotes – datagrama IP – e seleciona a “melhor” rota com base nos critérios definidos na tabela de roteamento.

Esses critérios são as métricas – qualidade da rota – definidas na configuração do roteamento. Por ser um datagrama, ou seja, não ser orientado à conexão, o IP deve levar, durante todo o percurso, o endereço IP de destino, pois cada datagrama relacionado a uma informação pode seguir caminhos diferentes na rede até chegar ao destino.

O IP não tem mecanismos para tratar a perda de datagrama, portanto, se um datagrama for descartado por algum roteador, não será solicitada a sua retransmissão pela camada de rede; a responsabilidade para solicitar a retransmissão fica para as camadas superiores, neste caso, a camada de transporte.

O IP faz a segmentação dos dados para que não ultrapasse o que a tecnologia da camada inferior – de enlace – possa levar. A essa característica chamamos de fragmentação e, à quantidade máxima de unidade de transmissão chamamos de *Maximum Transmission Unit* (MTU). A reestruturação dos pacotes é feita no equipamento de destino; não ocorre nos equipamentos intermediários pelos quais passam os pacotes.

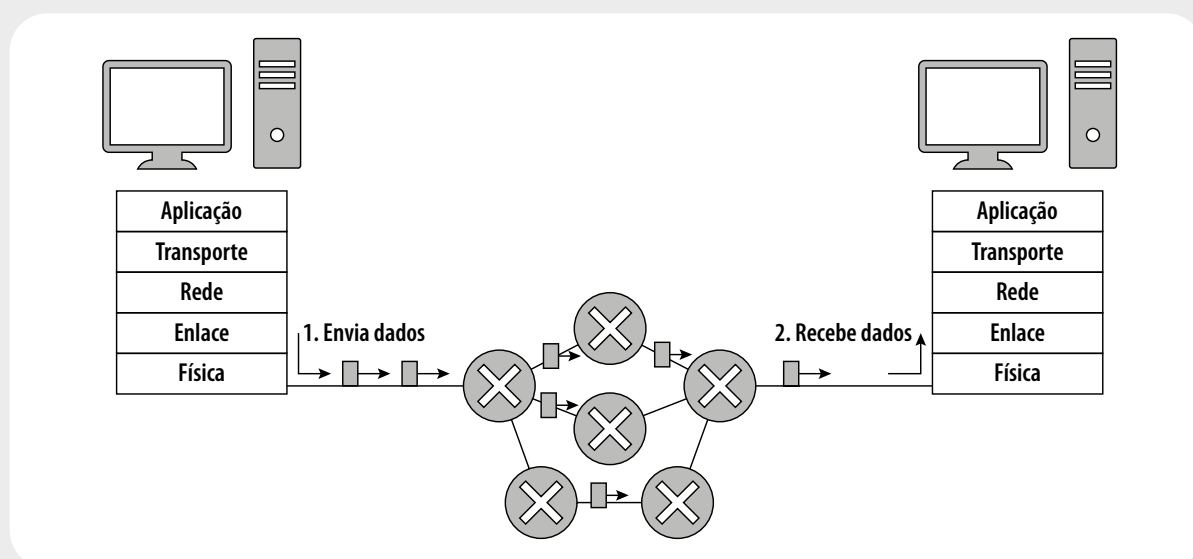


Figura 11 – Transmissão de pacotes

Fonte: Kurose, 2004

#ParaTodosVerem: a imagem mostra um diagrama formado por 5 círculos com um "x", em forma pentagonal, no centro, há outro círculo com x. Nos lados direito e esquerdo há o ícone de um computador de mesa e abaixo deles os termos "Aplicação", "Transporte", "Rede", "Enlace" e "Física". Fim da descrição.



Vídeo

Assista ao vídeo sobre camada de rede.



Se tivermos muitos pacotes trafegando pela rede, o desempenho cairá, pois os roteadores podem ficar com muitos pacotes na fila – *buffer* – para serem analisados e podem, até, descartar alguns pacotes da fila caso falte espaço. A lentidão na entrega de pacotes ocorre, principalmente, em roteadores que são lentos no processamento dos dados. Em redes de computadores, tratamos essa lentidão como congestionamento.

Além do IP, que é considerado um protocolo roteável, a camada de rede tem outros protocolos, tais como ICMP, ARP e RARP. Nesta camada são definidos também os protocolos de roteamento, tais como RIP-v1, RIP-v2, IGRP, EIGRP, OSPF, IS-IS e BGP. Os protocolos roteáveis são aqueles que levam a informação do endereço de destino e os protocolos de roteamento são aqueles que usam algoritmos para construir tabelas de roteamento segundo métricas preestabelecidas.

IP (IPv4)

O IPv4 é o protocolo largamente usado para troca de dados atualmente. Por ser um protocolo de extrema utilização, detalharemos os campos que o compõem.

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|----|----|----|----|---|----|-----|---|----|----|----|----------|-----|
| 4 | 4 | 8 | 16 | 16 | 3 | 13 | 8 | 8 | 16 | 32 | 32 | Variável | |
| V | HL | ST | TL | ID | F | FO | TTL | P | HC | SA | DA | OPT | PAD |

Figura 12 – Campos do protocolo IPv4

Fonte: Gallo; Hancock, 2003

#ParaTodosVerem: a imagem mostra um diagrama formado por uma linha de tabela, dividida em 14 partes. Nessas partes, da esquerda para a direita há: V, HL, ST, TL, ID, F, FO, TTL, P, HC, SA, DA, OPT, PAD. Respectivamente, na parte de cima há: 4, 4, 8, 16, 16, 3, 13, 8, 8, 16, 32, 32 e Variável. Fim da descrição.

A seguir, você conhecerá os detalhes de cada campo do protocolo IP:

- **Campo v:** contém 4 bits especificando a versão do protocolo. Se a versão for IPv4, este campo tem o valor 0100;
- **Campo HL:** tem 4 bits para identificar o tamanho do cabeçalho em 32 bits. Torna-se necessário porque os campos PAD e OPT são variáveis;
- **Campo ST:** com 8 bits, denominado tipo de serviço, este campo especifica como o pacote deve ser roteado. Como pode ser visto a seguir, tem três subcampos:

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|----|----|----|----|---|----|-----|---|----|----|----|----------|-----|
| 4 | 4 | 8 | 16 | 16 | 3 | 13 | 8 | 8 | 16 | 32 | 32 | Variável | |
| V | HL | ST | TL | ID | F | FO | TTL | P | HC | SA | DA | OPT | PAD |

Figura 13 – Formato do campo tipo de serviço

Fonte: Gallo; Hancock, 2003

#ParaTodosVerem: a imagem mostra uma linha de tabela dividida em três partes, cada uma contém os textos: "Precedência (3 bits)"; "Tipo de Serviço (4 bits)" e "MBZ (1 bit)". Fim da descrição.

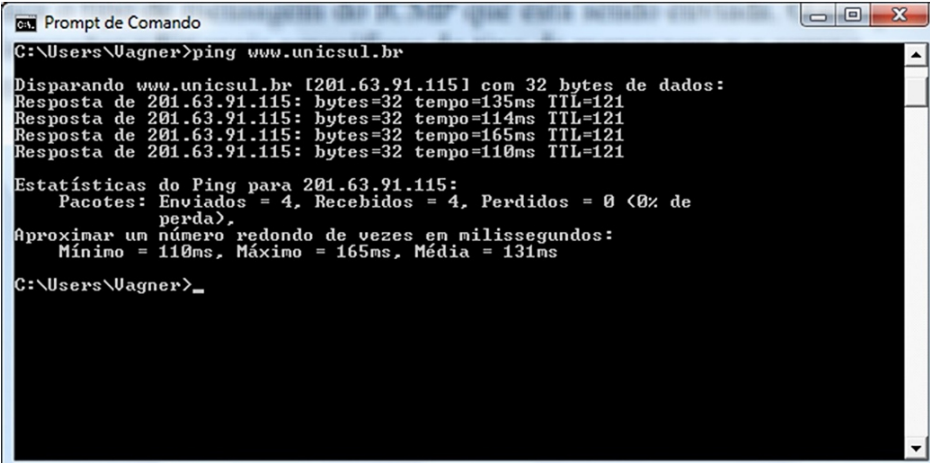
- **Precedência:** especifica a prioridade do datagrama;
- **Tipo de serviço:** TOS – por este campo é que se especifica a qualidade de serviço em relação ao pacote, ou seja, informa se o pacote deve ter prioridade;
- **Campo MBZ:** não utilizado, deve ser preenchido com zero;
- **Campo TL:** especifica o tamanho do pacote. Este campo tem 16 bits, portanto, o máximo a que um pacote pode chegar é 65.535 bytes;
- **Campo ID:** usado para ajudar na remontagem dos pacotes fragmentados. Este campo tem 16 bits;
- **Campo FO:** de 3 bits, é responsável pela remontagem dos pacotes fragmentados;
- **Campo TTL:** contendo 8 bits, especifica o tempo de sobrevivência do pacote. Este campo é decrementado a cada roteador que o pacote passa; se chegar a zero, o pacote é descartado;
- **Campo P:** de 8 bits, contém informações do protocolo da camada 4;
- **Campo HC:** contém a checagem da soma referente ao cabeçalho. Dessa forma, mantém-se a integridade do cabeçalho;
- **Campo SA:** com 32 bits, é usado para especificar o endereço de origem;
- **Campo DA:** com 32 bits, é usado para especificar o endereço IP de destino;
- **Campo OPT:** reservado para opções de controle; tem tamanho variável;
- **Campo PAD:** usado em conjunto com o OPT para complementar o tamanho do cabeçalho em múltiplo de 32 bits. Complementa com zero a quantidade necessária para preencher os 32 bits restantes do pacote.

Protocolo ICMP

O *Internet Control Message Protocol* (ICMP) é um protocolo da camada 3, usado para trocar mensagens entre equipamentos que estão interligados na rede. Em redes LAN, é empregado, pelos administradores de rede, para verificar se um determinado equipamento está devidamente conectado à rede. Para que isso seja possível, o comando ping, em conjunto com o endereço IP ou o nome do computador, é usado – portanto, por trás do comando ping, está o protocolo ICMP.

Se um destino recebe a solicitação de eco do ICMP, formula uma resposta de eco para enviar de volta à origem. Se o emissor recebe a resposta de eco, isso confirma que o destino pode ser alcançado.

O ICMP é usado também pelos roteadores para trocar mensagens de erros para o IP de forma automática. Quando há erros de entrega de um datagrama, o ICMP é utilizado para relatá-los ao emissor do datagrama. Esse não corrige o problema encontrado na rede, apenas relata ao emissor o *status* do pacote entregue, pois sua função não é propagar informações sobre alterações ocorridas na rede – como fazem os protocolos de roteamento dinâmico. As mensagens ICMP são encapsuladas em datagramas IP, aproveitando o endereçamento; no entanto, o ICMP tem seus próprios campos.



```
C:\Users\Vagner>ping www.unicsul.br

Disparando www.unicsul.br [201.63.91.115] com 32 bytes de dados:
Resposta de 201.63.91.115: bytes=32 tempo=135ms TTL=121
Resposta de 201.63.91.115: bytes=32 tempo=114ms TTL=121
Resposta de 201.63.91.115: bytes=32 tempo=165ms TTL=121
Resposta de 201.63.91.115: bytes=32 tempo=110ms TTL=121

Estatísticas do Ping para 201.63.91.115:
    Pacotes: Enviados = 4, Recebidos = 4, Perdidos = 0 (0% de
    perda).
Aproximar um número redondo de vezes em milissegundos:
    Mínimo = 110ms, Máximo = 165ms, Média = 131ms

C:\Users\Vagner>
```

Figura 14 – Comando ping bem-sucedido

Fonte: Reprodução

#ParaTodosVerem: a imagem mostra um *print* de uma caixa de diálogo do Windows referente a “Prompt de Comando”. A tela tem fundo preto e há códigos. Fim da descrição.

Os formatos das mensagens do ICMP possuem três campos: tipo, código e *checksum*.

O campo tipo indica o tipo de mensagem do ICMP que é enviado. O campo código inclui informações adicionais específicas do tipo de mensagem e o campo *checksum* é utilizado para verificar a integridade dos dados.

Na Figura 15 é apresentado o modelo do pacote ICMP – encapsulado no pacote IP que, por sua vez, é inserido no quadro ethernet:

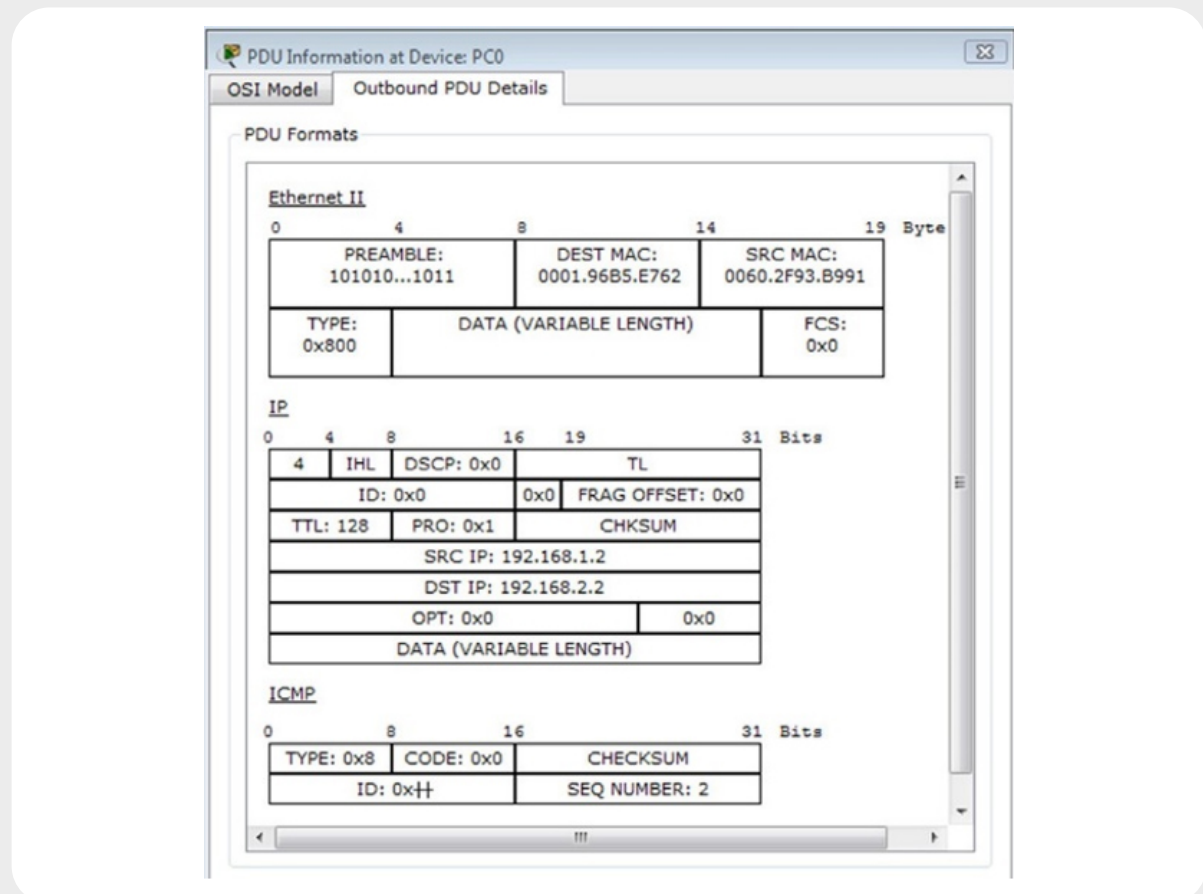


Figura 15 – Formato dos campos ICMP

Fonte: Acervo do Conteudista

#ParaTodosVerem: *print* de uma caixa de diálogo do *Windows* referente a "PDU Information at Device PCD". A tela tem fundo branco e há quadros com endereços de IP. Fim da descrição.

Atividades de Fixação

1 – Qual é a principal função da camada de rede em um modelo de referência de rede? Assinale a alternativa correta.

- a. Gerenciar conexões físicas entre dispositivos de rede
- b. Fornecedor de serviços de criptografia para proteger os dados em trânsito.
- c. Determinar o melhor caminho para rotear pacotes de dados de origem para destino em uma rede.
- d. Lidar com detecção e correção de erros na transmissão de dados.
- e. Realizar a segmentação de dados em pacotes menores para transmissão eficiente.

2 – No roteamento por vetor a distância, os equipamentos responsáveis por rotear possuem uma tabela com a melhor distância conhecida para os vários destinos alcançáveis e a interface de saída a ser usada para chegar até o destino. A tabela é atualizada, de tempos em tempos, pelos equipamentos diretamente conectados para mantê-la atualizada. O algoritmo usado nesse tipo de roteamento segue o modelo do melhor caminho, desenvolvido por Bellman-Ford. Esse modelo serviu para rotear pacotes no início da internet e foi chamado de:

Assinale a alternativa correta.

- a. RIP.
- b. TCP/IP.
- c. LSP.
- d. VETOR.
- e. ICPM.

Atenção, estudante! Veja o gabarito desta atividade de fixação no fim deste conteúdo.

Material Complementar



Site

Visão Geral do TCP/IP

<https://bit.ly/3GaDK0Q>



Vídeos

O QUE é Gateway? Na Prática – Rede TCP-IP Básico

<https://youtu.be/wrHxvTcHE1k>

PROTOCOLO IP – Endereçamento TCP-IP v4.0.

<https://youtu.be/EG9mSXIMTU4>

Referências

DIÓGENES, Y. **Certificação Cisco: CCNA4.0** – guia de certificação para o exame 640-801. Rio de Janeiro: Axcel Books do Brasil, 2004.

GALLO, M. A.; HANCOCK, W. M. **Comunicação entre computadores e tecnologias de rede**. São Paulo: Thomson Learning, 2003.

KUROSE, J. F. **Redes de computadores e a internet: uma nova abordagem**. São Paulo: Addison-Wesley, 2004.

SEMÉRIA, C. ***Understanding IP addressing: everything you ever wanted to know***. [S.l.]: 3Com, 1996.

Gabarito

Questão 1

c) Determinar o melhor caminho para rotear pacotes de dados de origem para destino em uma rede.

Justificativa: a principal função da camada de rede em um modelo de referência de rede, como o modelo OSI, é determinar o melhor caminho para rotear pacotes de dados de origem para destino em uma rede. Ela é responsável pelo roteamento e envio de pacotes, garantindo que eles cheguem ao destino correto de maneira eficiente. As outras opções (A, B, D e E) descrevem funções de outras camadas do modelo OSI, como a camada física, a camada de segurança, a camada de enlace de dados e a camada de transporte.

Questão 2

a) RIP.

Justificativa: o algoritmo usado nesse tipo de roteamento segue o modelo do melhor caminho, desenvolvido por Bellman-Ford. Esse modelo serviu para rotear pacotes no início da internet e foi chamado de *RIP*.