



Camadas de Aplicação e Transporte

Prof. Fábio Contarini Carneiro

Descrição

Estudo das camadas de aplicação e transporte do modelo OSI, além da compreensão dos serviços oferecidos por cada camada. Identificação da arquitetura utilizada no desenvolvimento de aplicações, com destaque para as principais disponíveis na camada da internet. Análise dos elementos de suporte dos serviços de transporte com e sem conexão nessa camada.

Propósito

Compreender a influência de uma arquitetura no desenvolvimento de aplicações para redes de computadores, bem como os impactos dos diferentes serviços oferecidos pela camada de transporte no funcionamento delas.

Objetivos

Módulo 1

Arquiteturas e camada de aplicação

Reconhecer as arquiteturas de aplicações.

Módulo 2

Serviços da camada de aplicação

Identificar os principais serviços oferecidos pela camada de aplicação.

Módulo 3

Elementos da camada de transporte

Localizar os elementos da camada de transporte.

Módulo 4

Serviços da camada de transporte

Comparar os serviços oferecidos pela camada de transporte.



Introdução

As redes de computadores cresceram de forma vertiginosa nos últimos anos. Esse crescimento ocorreu graças aos diversos serviços que passaram a ser disponibilizados através da Internet, o que nos permitiu realizar compras on-line, pagamentos, assistir a filmes, jogar, acessar redes sociais, entre outras atividades.

Todos esses serviços que são disponibilizados pela Internet, ou em uma Intranet, são implementados na camada de aplicação da arquitetura TCP/IP. Nessa camada são executados os processos que permitirão que você possa acessar este conteúdo, enviar mensagens de correio eletrônico, acessar as redes sociais, jogar on-line etc.

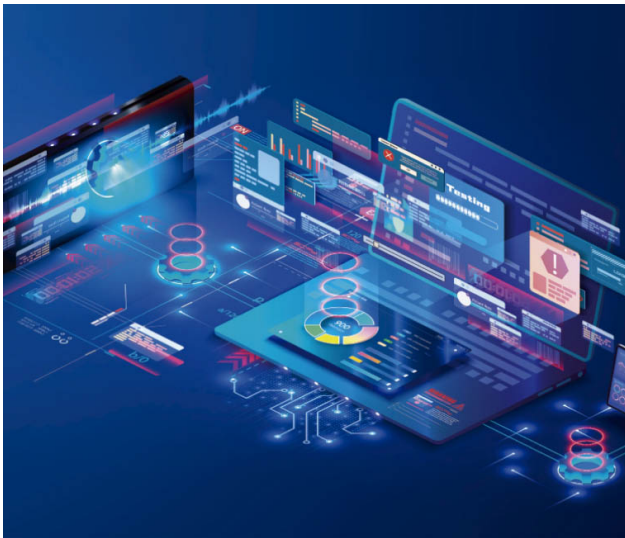
Colocando de uma forma bem simples, ao acessarmos os diversos serviços, o que está ocorrendo é uma comunicação dos processos que são executados no nível da aplicação.

Para que isso seja possível, entra em operação a camada de transporte. Nesse nível é que será garantida a confiabilidade na troca de mensagens da camada de aplicação.

Por isso é importante que o profissional de tecnologia da informação consiga reconhecer as arquiteturas que podem ser utilizadas nas aplicações, assim como saber a finalidade de cada um dos serviços que são oferecidos e como a camada de transporte permitirá uma comunicação confiável entre o dispositivo de origem e de destino.

Para assistir a um vídeo sobre o assunto, acesse a versão online deste conteúdo.





1 - Arquiteturas e camada de aplicação

Ao final deste módulo, você será capaz de reconhecer as arquiteturas de aplicações.

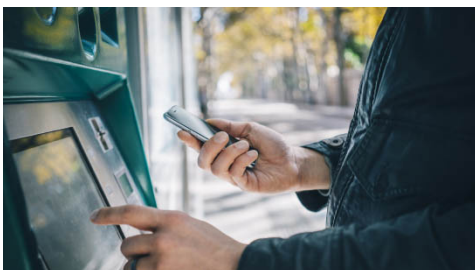
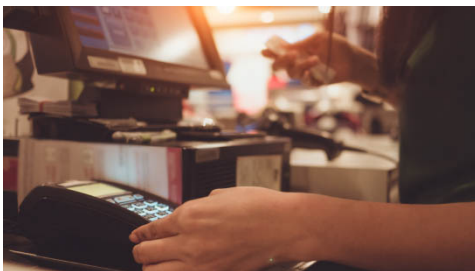
A Aplicação

Para assistir a um vídeo sobre o assunto, acesse a versão online deste conteúdo.



Camada de Aplicação

Atualmente, as **redes de computadores** estão presentes no cotidiano das pessoas, permitindo a interação e a realização de diversas tarefas.



Em relação às redes de comunicação, você já ouviu falar no trabalho da **camada de aplicação**?

Vamos analisar os conceitos estudados na prática? Veja o caso a seguir.

Exemplo

Quando realizamos uma compra com cartão de crédito ou débito em um estabelecimento comercial, é fundamental a existência de uma rede de comunicação, já que ela será o alicerce para execução da operação. Ao inseri-lo na máquina de cartão, precisamos colocar uma senha para confirmar a operação. Tal dado é inserido no sistema por meio de um software executado nessa máquina.

Nesse caso, o software é **executado na camada de aplicação!**

O software de aplicação, também conhecido como **software aplicativo**, é nossa interface com o sistema (e, por consequência, com toda a rede de comunicação que suporta essa operação). Portanto, sempre que houver um serviço na rede, virá à mente a interface com ele.

Outros exemplos de software de aplicação:



Navegador web



Cliente de e-mail



Jogos executados em rede

Ressaltamos que a camada de aplicação é aquela de mais alto nível do [modelo OSI](#), fazendo a interface com os usuários do sistema e realizando as tarefas que eles desejam.

odelo OSI

O modelo OSI (*Open System Interconnection*) foi criado pela International Organization for Standardization (ISO) com o objetivo de ser um padrão para a construção de redes de computadores. O OSI divide a rede em sete camadas: cada uma realiza funções específicas implementadas pelo protocolo da camada. Desse modo, elas prestam serviços para a camada superior.

Arquiteturas de Aplicações

Para assistir a um vídeo sobre o assunto, acesse a versão online deste conteúdo.



Façamos a seguinte suposição: nosso objetivo é desenvolver uma aplicação a ser executada em rede. Para criá-la, deve-se utilizar uma **linguagem de programação** que possua **comandos e/ou funções** para a **comunicação em rede**. Na maioria das linguagens, esses comandos e/ou funções estão em bibliotecas nativas da linguagem ou criadas por terceiros.



Mas não basta conhecer uma linguagem de programação e suas bibliotecas. Antes disso, é preciso definir **qual arquitetura** terá **sua aplicação**. Entre as mais conhecidas, destacam-se as seguintes:



Cliente-servidor



Peer-to-peer (ou P2P)

Arquitetura Cliente Servidor



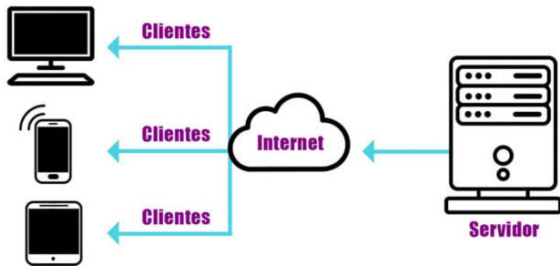
Utilizando a arquitetura Cliente – Servidor

Para assistir a um vídeo sobre o assunto, acesse a versão online deste conteúdo.



Cliente-servidor

Nesta arquitetura, há pelo menos **duas entidades**: um **cliente** e um **servidor**. O servidor executa operações continuamente aguardando por requisições do(s) cliente(s). O mais comum, é que hajam diversos clientes e um único servidor. A figura abaixo ilustra a situação.



Quando um dos **clientes** precisa que o trabalho seja realizado pelo servidor, ele monta uma mensagem, especificando o que deve ser realizado. A mensagem normalmente contém dados que devem ser processados pelo servidor.

Quando a mensagem está montada, é enviada ao **servidor** por intermédio de algum sistema de comunicação (internet). Este recebe a mensagem, processa seu conteúdo e envia a resposta ao cliente.

O servidor comporta-se passivamente, normalmente limita-se a aguardar solicitações, e quando estas chegam, processa as mensagens com os dados necessários e envia o resultado do processamento de volta a seus clientes.

Servidor

Quando chega uma solicitação, o servidor pode:

- Atender imediatamente caso esteja ocioso;
- Gerar um **processo-filho** para o atendimento da solicitação;
- Enfileirar a solicitação para ser atendida mais tarde;
- Criar uma **thread** para esse atendimento.

processo-filho

Um processo é um programa em execução que inclui sua região de memória, os valores das variáveis e seu contexto de hardware. Um processo-filho é criado quando determinado processo se duplica em memória e entrega à sua cópia (seu filho) uma tarefa a ser executada.

hread

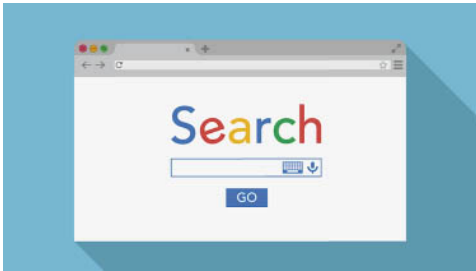
Linhas de execução independentes que executam concorrentemente dentro de um processo. Quando funções são executadas como threads dentro dele, isso é feito de forma concorrente, compartilhando objetos e variáveis.

Independentemente do momento em que uma solicitação é processada, o servidor, no final, envia ao cliente uma mensagem contendo o **resultado do processamento**.

Quem utiliza esse tipo de arquitetura é a **aplicação web**.

Vamos analisar esse processo no exemplo a seguir.

Você deseja fazer uma receita especial, descobrindo, em um site, aquele prato que gostaria de preparar. Ao clicar em um link, ela aparecerá. Para isso acontecer, o servidor web (software servidor do site de receitas) fica aguardando as conexões dos clientes.



Quando você clica no link da receita, seu browser envia uma mensagem ao servidor indicando qual delas você quer.



Ele faz então o processamento solicitado e devolve ao browser o resultado disso (sua receita).



É muito importante compreender, de maneira prática, o funcionamento do processamento de resultados.

Atenção!

O que **determina** se uma entidade é **cliente** ou **servidor** é a **função desempenhada** pelo software, e não o tipo de equipamento.

É fundamental saber que servidores desempenham uma função muito importante; por isso, há equipamentos apropriados para eles, com **MTBF** alto e recursos redundantes.

O tipo de software instalado nesse equipamento é o **responsável** por **determinar** se ele é **cliente** ou **servidor**.

Além disso, **um processo** pode **atuar simultaneamente** como **cliente** e **servidor**.

Do inglês *Mean Time Between Failures* (ou período médio entre falhas), essa sigla indica o tempo esperado até que ocorra uma falha no dispositivo. Quanto maior o MTBF, mais confiável um dispositivo é considerado.



Voltemos ao exemplo da aplicação web:

Quando seu browser solicita a receita ao servidor web, aquele está atuando como cliente e este, como servidor.

Mas esse **processo nem sempre é simples**; afinal, a aplicação que executa no servidor web e realiza o processamento solicitado pode precisar de uma informação armazenada em um banco de dados externo.

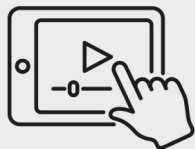
Para obtê-la, esse servidor deve enviar uma mensagem ao servidor de banco de dados solicitando aqueles de que necessita para continuar. Nesse momento, ele atua como um **cliente** do **servidor de banco de dados**.

Arquitetura *Peer-to-peer*



Utilizando a arquitetura *Peer-to-Peer*

Para assistir a um vídeo sobre o assunto, acesse a versão online deste conteúdo.



Peer-to-peer

Enquanto existe uma distinção bem clara entre os processos que trocam informações na arquitetura cliente-servidor, na **peer-to-peer** – também conhecida como arquitetura P2P –, todos os processos envolvidos desempenham funções similares.

Em geral, nesses sistemas, os processos não são uma propriedade de corporações. Quase todos os participantes (senão todos) são provenientes de **usuários comuns** executando seus programas em desktops e notebooks.

eer-to-peer

O termo *peer-to-peer* surge do fato de os processos se comunicarem diretamente sem a intervenção de servidores, promovendo uma comunicação para a par (peer-to-peer).

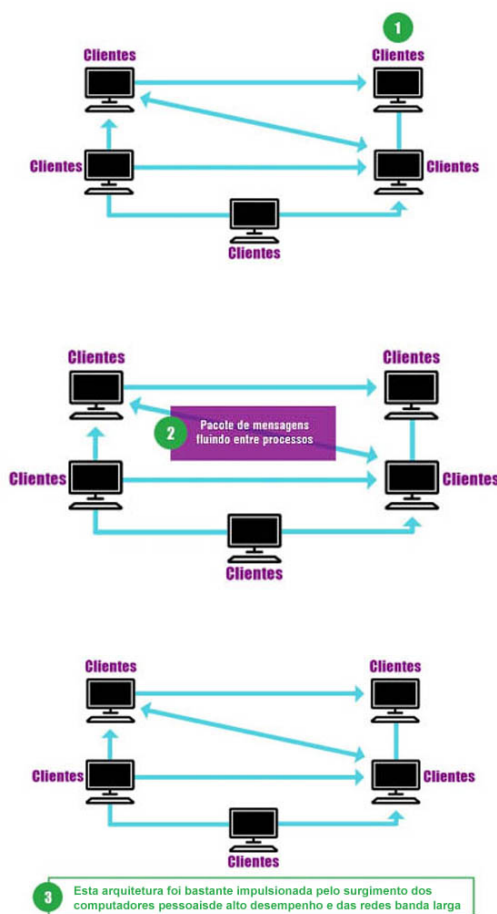
Tanto o processamento quanto o armazenamento das informações são distribuídos entre os **hospedeiros**. Isso lhes confere maior escalabilidade em comparação à arquitetura cliente-servidor.

ospedeiro

Também conhecido como host, o hospedeiro é qualquer equipamento conectado à rede capaz de trocar informações com outros equipamentos. Exemplos: computadores, roteadores, impressoras de rede, smartphones etc.

Modelo de arquitetura *peer-to-peer*:

Na ordem, 1, 2 e 3, o fluxo de informações e como elas se organizam.



Tente responder a atividade discursiva a seguir para consolidar os conhecimentos adquiridos até agora.



Atividade discursiva

Você conhece algum tipo de sistema de compartilhamento utilizado na Internet? Em qual tipo de arquitetura ele está fundamentado?

Digite sua resposta aqui

Exibir solução ▾

Uma aplicação amplamente utilizada na Internet é o sistema de compartilhamento de arquivos BitTorrent.

Baseado na arquitetura *peer-to-peer*, esse sistema permite que seus usuários compartilhem arquivos sem haver a necessidade de eles estarem armazenados em um servidor.

Falta pouco para atingir seus objetivos.

Vamos praticar alguns conceitos?

Questão 1

Uma arquitetura amplamente utilizada no desenvolvimento de aplicações em rede é a cliente-servidor. Sobre ela, responda:

- A** Cabe ao servidor iniciar toda negociação com seus clientes.
- B** Existe uma distinção bem clara entre clientes e servidores. Um processo não pode ser cliente e servidor simultaneamente.
- C** É a função desempenhada pelo software que determina se a entidade é cliente ou servidor.
- D** Quando chega uma requisição de um cliente, o sistema operacional deve iniciar a execução do servidor.
- E** A definição se uma entidade é cliente ou servidor é definida pelo hardware utilizado.

Parabéns! A alternativa C está correta.

O que determina se a função desempenhada pela entidade é de cliente ou de servidor é seu comportamento definido pelo algoritmo executado, ou seja, pelo software.

Questão 2

Marque a afirmativa verdadeira no que se refere à arquitetura *peer-to-peer*:

- A Permite uma forma de armazenamento distribuída desde as informações do sistema.
- B Cada processo na arquitetura desempenha uma função bem definida e diferente das funções dos demais processos.
- C Um dos maiores problemas é sua baixa escalabilidade.
- D A comunicação entre os processos deve ser intermediada por um servidor.
- E Todo processamento é realizado nos servidores, enquanto nas estações de trabalho renderiza apenas a interface gráfica.

Parabéns! A alternativa A está correta.

Na arquitetura *peer-to-peer*, todas as entidades desempenham a mesma função, possuindo igual capacidade de armazenamento das informações do sistema. Dessa forma, uma informação procurada pode estar com qualquer um dos participantes da rede, estando distribuída por todo o sistema..



2 - Serviços da camada de aplicação

Ao final deste módulo, você será capaz de identificar os principais serviços oferecidos pela camada de aplicação.

Camada de Aplicação

Para assistir a um vídeo sobre o assunto, acesse a versão online deste conteúdo.



Protocolos da Camada de Aplicação

Conforme estudamos, é na camada de aplicação que são executados os processos dos usuários. Nos processos em que eles interagem, realiza-se o que seus usuários esperam. Porém, para que uma aplicação possa trocar dados com outra, é necessário **definir um protocolo de aplicação**.

Mas o que é um **protocolo da camada de aplicação**?

Resposta

Um protocolo de camada de aplicação define como processos de uma aplicação, que funcionam em sistemas finais diferentes, passam mensagens entre si. Em particular, um protocolo de camada de aplicação define (KUROSE; ROSS, 2013):

- Os tipos de mensagens trocadas, por exemplo, de requisição e de resposta;
- A sintaxe dos vários tipos de mensagens, tais como os campos da mensagem e como os campos são delineados;
- A semântica dos campos, isto é, o significado da informação nos campos;
- Regras para determinar quando e como um processo envia e responde mensagens.

Enquanto o algoritmo da camada de aplicação determina seu funcionamento no ambiente local, o protocolo dela estipula tudo que é necessário para que aplicações em diferentes hospedeiros possam trocar mensagens de maneira estruturada.

Os protocolos públicos da internet são especificados por **RFCs**. Desse modo, qualquer pessoa é capaz de acessar as especificações de tais protocolos e implementar os próprios softwares.

Para que possamos compreender melhor o funcionamento das camadas de aplicação, analisaremos aquela aplicada na Internet, afinal, trata-se de uma rede de abrangência mundial presente no dia a dia de milhões de pessoas.

FCs

Sigla originada do inglês request for comments. RFCs são documentos públicos mantidos pela *Internet Engineering Task Force* (IETF): um grupo internacional aberto cujo objetivo é identificar e propor soluções para questões relacionadas à utilização da internet, além de propor uma padronização das tecnologias e dos protocolos envolvidos.

Camadas de Aplicação na Internet



Serviços da Camada de Aplicação

Já sabemos como funciona a arquitetura do serviço eletrônico. Assista agora a este vídeo para compreender o trabalho dos **protocolos de envio SMTP, POP3 e IMAP**.

Para assistir a um vídeo sobre o assunto, acesse a versão online deste conteúdo.



Descreveremos a seguir o funcionamento de **três importantes aplicações** das camadas de aplicação na Internet:

Serviço Web (Protocolo HTTP)

Implementado pelo protocolo HTTP, que muita gente confunde com a própria Internet.

Serviço de Correio (Protocolos SMTP, IMAP e POP)

Serviço do correio eletrônico.

Serviço de Nomes (DNS)

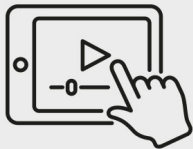
Sistema de resolução de nomes DNS.

Serviço WEB



HTTP (serviço web)

Para assistir a um vídeo sobre o assunto, acesse a versão online deste conteúdo.



Protocolo HTTP

Definido pelas [RFCs 1945 e 2616](#), o HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) é o protocolo padrão para transferência de páginas web na internet.

Em 1991, a web foi idealizada no [CERN](#) como uma forma de fazer com que grupos de cientistas de diferentes nacionalidades pudessem colaborar por meio da troca de informações baseadas em [hipertextos](#). Em dezembro daquele ano, foi realizada uma demonstração pública na conferência [Hypertext 91](#).

Esse protocolo é constituído de **duas etapas**:

FCs

Ao longo do conteúdo, serão apresentados alguns RFCs (*Request for Comments*); para acessar o conteúdo referente a cada um, procure na sessão Explore + no final dos seus estudos!

ERN

Sigla originada do francês *Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire* (em português, Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear). Trata-se de um laboratório de física de partículas localizado em Meuyrin, que fica na fronteira franco-suíça.

ipertextos

Documentos construídos com o objetivo de possuir alguns objetos, como palavras, imagens etc. Quando acionados – geralmente, com um clique do mouse –, eles buscam outros documentos que podem (ou não) ser hipertextos.

ypertext 91

"A conferência sobre hipertexto e hipermídia reúne acadêmicos, pesquisadores e profissionais de diversas disciplinas para considerar a forma, o papel e o impacto do hipertexto e da hipermídia em um fórum de discussão de ideias, design e uso de hipertexto e hipermídia em vários domínios. A conferência também considera o poder transformador da hipermídia e sua capacidade de alterar a maneira como lemos, escrevemos, argumentamos, trabalhamos, trocamos informações e nos divertimos."

(ACM HYPERTEXT 91 CONFERENCE, 1991, tradução nossa)

Etapa 1

Uma página web típica é um documento em **formato HTML** que pode conter imagens e outros tipos de objetos, como vídeos, texto, som etc.

Para exibir determinada página web, o usuário digita no browser o endereço no qual ela se encontra (ou clica em um hiperlink para essa página), indicando o local em que deve ser buscada. Para que uma página seja transferida do servidor até o browser, um padrão deve ser seguido pelos softwares (cliente e servidor). Ele especifica como o cliente solicita a página, e o servidor a transfere para o cliente.

ormato HTML

Linguagem utilizada na construção de páginas web. Um documento HTML possui uma série de marcadores utilizados para definir o formato a ser empregado na apresentação da página web ao usuário.

Etapa 2

Esse **padrão** é o **protocolo HTTP**. A mensagem HTTP, por sua vez, é carregada pelo outro protocolo: **TCP**.

Uma interação entre cliente e servidor se inicia quando o cliente envia uma requisição a um servidor. A solicitação mais comum consiste em:

CP

Abreviação de *Transmission Control Protocol* (TCP), trata-se do protocolo de nível de transporte confiável que garante a entrega dos dados da mensagem livre de erros no destino.

Enviar um texto em formato **ASCII**.

Iniciar com a palavra GET.

Inserir página solicitada, protocolo utilizado na transferência e servidor a ser contatado.

SCII

Do inglês *American Standard Code for Information Interchange* (código padrão americano para o intercâmbio de informação), essa sigla trata de um código binário que codifica um conjunto de 128 símbolos, incluindo:

- Sinais gráficos;
- Letras do alfabeto latino;
- Sinais de pontuação;
- Sinais matemáticos;
- Sinais de controle.



Funcionamento do serviço Web

Para assistir a um vídeo sobre o assunto, acesse a versão online deste conteúdo.

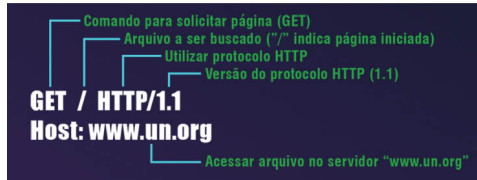


Responda a questão a seguir para consolidar os conhecimentos adquiridos até agora.



Atividade discursiva

Para solicitar a página web da Organização das Nações Unidas utilizando o protocolo HTTP, o browser estabelece uma conexão TCP com o servidor web situado no endereço www.un.org e lhe envia a seguinte solicitação:



Como esse processo é organizado?

Digite sua resposta aqui

Exibir solução ▾

Ao receber a solicitação, o servidor busca a página web solicitada, a transfere para o cliente e, após confirmada a entrega, encerra a conexão.

Como o HTTP utiliza o TCP, não é necessário se preocupar com questões de confiabilidade na entrega dos dados. Ele é um protocolo em constante evolução, havendo atualmente várias versões em uso. Por isso, o cliente deve informar a versão do protocolo a ser usado quando solicita uma página web.

Serviço de correio eletrônico

Correio Eletrônico (e-mail)

Trouxemos um exemplo para esclarecer essa questão:

Os primeiros sistemas de correio eletrônico foram concebidos como um simples sistema voltado para a troca de arquivos. O destinatário da mensagem era especificado na primeira linha do texto.

Bastava então que o sistema procurasse ali para quem a mensagem deveria ser entregue. Porém, com o passar do tempo, surgiram novas necessidades que dificilmente eram atendidas por ele.



Em 1982, ainda na era da [ARPANET](#), foram publicadas as **RFCS 821** e **822**, definindo, respectivamente, o protocolo de transmissão a ser utilizado e o formato da mensagem. Entretanto, apesar de ambas resolverem o problema inicial a que se propunham, elas especificavam que todo o texto deveria ser composto pelo código ASCII.

Tal restrição precisava ser resolvida para ser possível o **envio de mensagens**:

RPANET

Precursora da Internet, ela foi a primeira rede a implementar o conjunto de protocolos TCP/IP.

Em alfabetos não latinos.

Em idiomas sem alfabetos.

Que não contêm textos multimídia, como, por exemplo, áudio e vídeo.

Com caracteres acentuados.

Para resolver esses novos problemas, foi criada uma **solução** denominada **Multipurpose Internet Mail Extensions (MIME)**. O MIME continua utilizando o formato da RFC 822, mas passou a incluir uma estrutura para o corpo da mensagem e **definir regras** para as **mensagens especiais**.

Essa estratégia fez com que tais mensagens pudessem ser enviadas graças à utilização de protocolos e programas de correio eletrônico existentes, havendo somente a necessidade de alterar os programas de envio e recebimento. Atualmente, o protocolo de transmissão *simple mail transfer protocol* (SMTP) é definido pela **RFC 5321**, enquanto o formato da mensagem o é pela **RFC 5322**.

Como é construída a arquitetura do correio eletrônico?

A arquitetura do sistema de correio eletrônico é construída com base em **dois agentes**:



Do usuário



De transferência de mensagens

O **agente do usuário** é o **programa** que faz a interface do usuário com o sistema de correio eletrônico. É por meio dele que o **usuário**:

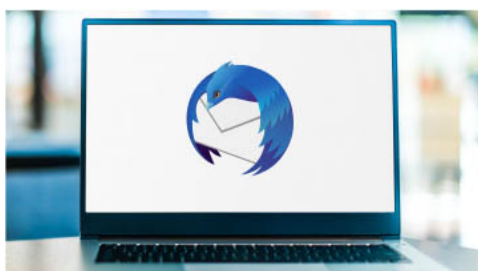
Faz o envio e o download de mensagens e anexos

Lê as mensagens

Realiza a pesquisa, o arquivamento e o descarte de mensagens

Escreve suas mensagens

Anexa arquivos



Mozilla Thunderbird



Microsoft Outlook



Eudora

Já os **agentes de transferência de mensagens** são os responsáveis por fazer com que elas cheguem até o destino. Eles são mais conhecidos como **servidores de correio eletrônico**.



Postfix

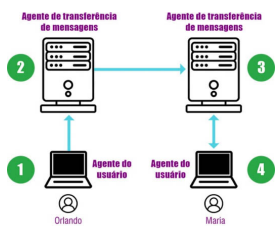


Zimbra



Exchange

Para entendermos melhor o assunto, analisaremos a seguir a comunicação entre Orlando e Maria. Esse caso explicita uma arquitetura do sistema de correio eletrônico:



A partir da numeração presente na imagem anterior, continuaremos com o exemplo:

1

Orlando deseja enviar uma mensagem para Maria. Após a compor em seu **agente do usuário**, ele solicita seu envio para ela.

2

A mensagem é enviada do agente do usuário de Orlando até seu **agente de transferência de mensagens**, que a recebe, analisa e, em seguida, encaminha-a ao agente de Maria.

3

No destino, tal agente armazena as mensagens que chegam em um local conhecido como **caixa de mensagens** (mailbox), onde cada usuário do sistema possui uma caixa própria.

4

Quando Maria deseja ler suas mensagens, o agente do usuário dela se liga a seu agente de transferência de mensagens e verifica quais estão armazenadas em sua caixa de mensagens.



Funcionamento do correio eletrônico

Para assistir a um vídeo sobre o assunto, acesse a versão online deste conteúdo.



Para concluirmos esse estudo, analisaremos **importantes características** dos protocolos apresentados:

SMTP

O protocolo responsável pela transferência da mensagem até seu destino é o SMTP. Definido pela RFC 5321, ele utiliza o **protocolo de transporte TCP**, obtendo, assim, a **garantia** de que ela será entregue no destino **sem erros**.

O servidor SMTP aguarda por conexões de seus clientes. Quando uma conexão é estabelecida, o servidor inicia a conversação enviando uma linha de texto na qual se identifica e informa se está pronto (ou não) para receber mensagens. Se ele não estiver, o cliente deverá encerrar a conexão e tentar novamente mais tarde.

Caso o servidor esteja acessível, o cliente precisa informar aos usuários a origem e o destino da mensagem. Se o servidor considerar que se trata de uma transferência válida, sinalizará para que ele a envie. Após o envio, o servidor confirma sua recepção e a conexão é encerrada.

Exemplo

Retomando o caso da comunicação anterior, podemos ver, **na sequência** apresentada adiante, a conversação entre cliente e servidor para estabelecer a transferência da mensagem de orlando@origem.net para maria@destino.net:



De acordo com o exemplo de conversação entre cliente e servidor representado acima, é importante observar que na “linha 1” o termo **“Protegido”** refere-se à identificação do servidor que recebe a mensagem, enquanto na “linha 2” o endereço **“rayra.origem.net”** é o nome do hospedeiro que a envia.

Entrega final

Quando uma mensagem chega ao servidor do destinatário, ela deve ser armazenada em algum local para que possa ser acessada mais tarde (assim que o destinatário estiver on-line). Esse local é a caixa de mensagens.

Como o SMTP é responsável somente pela entrega da mensagem no servidor destino, isso requer a utilização de outro protocolo de modo que o cliente possa buscar suas mensagens no mailbox.

POP3

A RFC 1939 estipula que o POP3 (*Post Office Protocol version 3*) tem a finalidade de fazer o download das mensagens que se encontram no mailbox do usuário para o sistema local. Caso estejam neste sistema, ele pode utilizá-las em qualquer momento, mesmo sem ter conexão com a internet.

O POP3 é implementado na maioria dos agentes de usuário. Basta configurar os parâmetros de conta e senha do usuário para que o agente faça o download das mensagens. Ele permite o download seletivo delas, assim como apagar as selecionadas no servidor.

IMAP

Assim como o POP3, o IMAP (*Internet Message Access Protocol*) permite que um usuário tenha acesso às mensagens armazenadas em sua caixa. Porém, enquanto o POP3 é baseado na transferência delas para o sistema local a fim de serem lidas, o IMAP consegue permitir sua leitura diretamente no servidor, dispensando, portanto, a transferência para o sistema local.

Isso será particularmente útil para usuários que não utilizarem sempre o mesmo computador, pois permite que suas mensagens sejam acessadas a partir de qualquer sistema. Definido pela RFC 3501, o IMAP também fornece mecanismos para criar, excluir e manipular várias caixas de correio no servidor.

Atenção!

Um webmail não é um protocolo, mas uma **forma oferecida** por alguns sites da web a fim de que os **usuários** possam **ler suas mensagens de correio eletrônico**.

Para usar o sistema, o usuário abre uma página web, na qual entra com uma identificação e uma senha. A partir desse momento, ele tem acesso imediato às suas mensagens (de forma parecida com a de um cliente IMAP).

Serviço de Nomes

Para assistir a um vídeo sobre o assunto, acesse a versão online deste conteúdo.



DNS

A comunicação entre hospedeiros na internet ocorre por meio de **endereços binários de rede**. Afinal, para se comunicar com um destino, o hospedeiro precisa conhecer seu endereço.

Entretanto, é bem mais fácil trabalhar com **nomes de hospedeiros** do que com seus endereços de rede. Além de ser muito difícil conhecer todos os endereços dos hospedeiros com os quais precisamos trabalhar, precisaríamos ser notificados toda vez que algum deles mudasse de endereço.

Para resolver esse problema, foi desenvolvido o *Domain Name System* (DNS). Sua finalidade é a criação de um **sistema de nomes de forma hierárquica** e baseada em **domínios**. Para acessar um hospedeiro, portanto, basta conhecer seu nome de domínio e fazer uma consulta ao servidor DNS, que é responsável por descobrir seu endereço.

Quais **são os serviços oferecidos** por ele?

Resposta

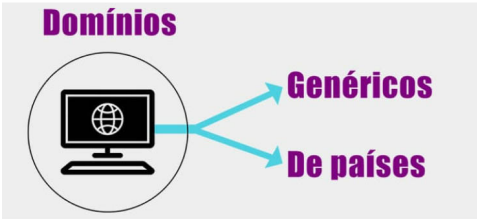
Além do mapeamento de nomes de hospedeiros em endereços IP, o DNS ainda provê:

- Identificação de servidores de correios eletrônicos;
- Apelidos para hospedeiros;
- Distribuição de carga;
- Descoberta de nomes de hospedeiros (mapeamento reverso).

Destacaremos nos tópicos a seguir dois **importantes aspectos** do DNS.

Espaços de Nomes

O espaço de nomes do DNS é dividido em domínios **estruturados em níveis**. Confira a organização do **primeiro nível**:



Veja a seguir a diferença entre os domínios genéricos e de países, bem como alguns breves exemplos desses domínios.

Domínios genéricos

Informam o tipo de organização ao qual o domínio está vinculado. Alguns exemplos são:

- .com = comercial;
- .edu = instituições educacionais;
- .int = algumas organizações internacionais;
- .org = organizações sem fins lucrativos.

genéricos

```
graph TD
    A[com] --- B[att]
    B --- C[www]
    D[edu] --- E[mit]
    E --- F[eng]
    F --- G[plank]
    H[int]
    I[org]
```

Cada domínio tem seu nome definido pelo caminho entre ele e a raiz, enquanto seus componentes são separados por pontos.

Domínios de países

Possuem uma entrada para cada país. Alguns exemplos são:

- .br = Brasil;
- .pt = Portugal;
- .jp = Japão;
- .ar = Argentina.

de países

```
graph TD
    A[br] --- B[gov]
    A --- C[com]
    B --- D[sus]
    B --- E[www]
    D --- F[www]
    G[pt]
    H[jp]
    I[ar]
```

Cada domínio tem seu nome definido pelo caminho entre ele e a raiz, enquanto seus componentes são separados por pontos.

Cada domínio **controla** como **são criados** seus **subdomínios**. Para a criação de um novo domínio, é necessária apenas a **permissão** daquele no qual será incluído.

Não há qualquer restrição sobre a quantidade de subdomínios que podem ser criados dentro de um domínio. Os nomes de domínio não fazem distinção entre letras maiúsculas e minúsculas.

EDU e **edu**, por exemplo, são o mesmo.

Os nomes de componentes podem ter até 63 caracteres, enquanto os de caminhos completos não podem ultrapassar os 255.

O DNS é implementado sobre o protocolo UDP (*User Datagram Protocol*). Trata-se de um protocolo do nível de transporte que não garante a entrega dos dados no destino. Dessa forma, cabe ao software DNS garantir uma comunicação confiável.

Resolução de Nomes

O espaço de nomes do DNS é dividido em zonas. Independentemente, elas possuem um servidor de **nomes principal** e pelo menos um de **nomes secundário**:

Servidor de nomes principal

Configurado com as informações das zonas sob sua responsabilidade, ele faz o repasse delas para os servidores de nomes secundários.

Servidor de nomes secundário

Responde pelas zonas caso haja uma falha do servidor de nomes principal.

As **zonas do DNS** definem o que um servidor deve resolver. Se ele for o responsável pela zona pesquisada (servidor autoritativo), deverá fazer a resolução solicitada.

Três principais componentes do DNS

- Registros de recursos armazenados em um banco de dados distribuído;
- Servidores de nomes DNS responsáveis pela manutenção de zonas específicas;
- Solucionadores DNS em execução nos clientes.

Solucionador X servidor DNS

Quando um solucionador solicita a resolução de um nome para o servidor DNS, pode acontecer o seguinte:

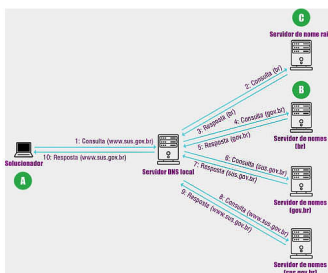
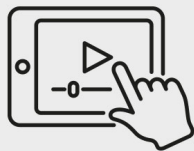
- O servidor DNS é o responsável pela zona: O servidor resolve o nome solicitado e o devolve ao solucionador;
- O servidor DNS não é o responsável pela zona, mas possui a resolução em cache: O servidor envia a resolução ao solucionador;
- O servidor DNS não é o responsável pela zona nem possui a resolução em cache: O servidor precisa realizar uma busca para resolver o nome.

Vamos entender como é feita a busca para a resolução do nome `www.sus.gov.br`:



Funcionamento do DNS

Para assistir a um vídeo sobre o assunto, acesse a versão online deste conteúdo.



A partir da numeração presente na imagem anterior, continuaremos com o exemplo:

A

Quando a aplicação do cliente solicita a resolução do nome `www.sus.gov.br`, o **solucionador** envia a requisição para o servidor de nomes local, que é o responsável por tratá-la até obter a resposta completa. Desse modo, ele não retorna respostas parciais para o solucionador. A esse tipo de consulta damos o nome de consulta recursiva.

B

Para obter a resposta completa, o servidor de nomes precisa realizar uma série de iterações com outros servidores. Caso nenhuma informação parcial esteja em seu cache, o servidor local primeiramente precisa descobrir quem é o servidor responsável por resolver o **domínio br**.

C

Para isso, ele consulta um servidor de nomes raiz, que indica onde o servidor DNS de "br" pode ser encontrado. O servidor local continua realizando consultas para resolver cada domínio parcial até que haja uma resolução completa. Esse tipo de consulta é conhecido como **consulta iterativa**.

O **excesso de consultas** em um servidor DNS pode levar à **sobrecarga**.

Como evitar esse tipo de problema?

Resposta

Os servidores devem evitar responder consultas recursivas de clientes não autorizados. Para isso, os administradores de servidores DNS precisam configurar no servidor aqueles autorizados a realizar consultas recursivas. Dessa forma, se houver a consulta de um que não esteja, ela automaticamente será negada.

Falta pouco para atingir seus objetivos.

Vamos praticar alguns conceitos?

Questão 1

Cabe ao protocolo da camada de aplicação definir como funcionam os processos de uma aplicação. Nesse sentido, não é função dele definir:

- A Os tipos de mensagens trocadas.
- B O significado de cada campo do protocolo.
- C Quando um processo pode enviar e responder mensagens.
- D O endereço de rede do servidor.
- E Os tipos de mensagens trocadas.

Parabéns! A alternativa D está correta.

Servidores de aplicações podem estar espalhados por todo o mundo, cada um deles com o próprio endereço. Dessa forma, o protocolo da camada de aplicação não pode determinar em qual endereço de rede o servidor está localizado.

Questão 2

Um sistema de correio eletrônico é um exemplo de sistema implementado com base em uma série de protocolos. Dentre os protocolos a seguir, selecione a opção que apresenta apenas protocolos utilizados no serviço de correio eletrônico:

A SMTP e IMAP.

B HTTP e DNS.

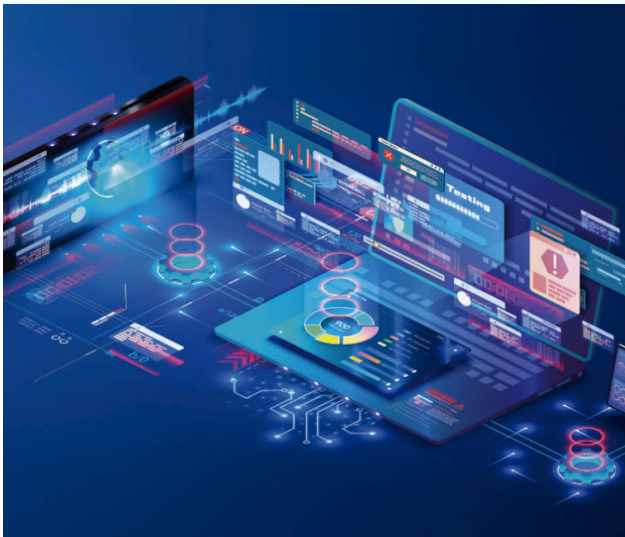
C HTTP e POP3.

D SMTP e DNS.

E POP3 e DNS.

Parabéns! A alternativa A está correta.

Um sistema de correio eletrônico emprega os protocolos SMTP, IMAP e POP3, cada um com uma finalidade específica para garantir a troca das mensagens entre os usuários. O protocolo HTTP e DNS não fazem parte do sistema de correio eletrônico. O HTTP é utilizado para transferência de páginas web e o DNS para tradução de nomes e endereço. Convém ressaltar que apesar de os protocolos HTTP e DNS não fazerem parte do serviço de correio eletrônico, o HTTP pode ser utilizado para acessar o sistema por meio de um webmail e o DNS para encontrar os servidores de correio utilizados.



3 - Elementos da camada de transporte

Ao final deste módulo, você será capaz de localizar os elementos da camada de transporte.

A camada de transporte na Internet

Mas para que serve a camada de transporte?

Executadas na camada de aplicação, as aplicações precisam de um modelo de rede no qual haja a entrega de uma mensagem (ou um fluxo de dados) tanto em um ponto de rede quanto em sua aplicação par no hospedeiro destino.

O objetivo da camada de transporte é, independentemente das redes físicas em uso, promover a confiabilidade na transferência de dados entre os hospedeiros origem e destino.

Como veremos no decorrer do nosso estudo, essa camada deve oferecer um **serviço de transferência confiável**, embora caiba à aplicação decidir sobre o seu uso.

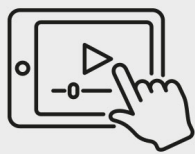
Serviço de Transporte



Aspectos Fundamentais da Camada de Transporte

Assista a este vídeo para compreender aspectos fundamentais da **camada de transporte**.

Para assistir a um vídeo sobre o assunto, acesse a versão online deste conteúdo.



Em uma arquitetura de camadas, podemos afirmar que o objetivo geral de uma camada é oferecer serviços àquela imediatamente superior. No caso da camada de transporte, sua pretensão é oferecê-los à de aplicação.

Atenção!

Lembre-se de que, neste estudo, estamos considerando a arquitetura TCP/IP, na qual não existem as camadas de sessão e de apresentação.

Como um dos principais objetivos da camada de transporte é ofertar um serviço confiável e eficiente a seus usuários, ela precisa oferecer, no mínimo, um serviço orientado à conexão e outro **sem conexão**.

Para atingir esse objetivo, a camada de transporte utiliza os serviços oferecidos pela de rede. No **serviço de transporte orientado à conexão** (serviço confiável), existem **três fases**:



Por meio de um controle apurado da conexão, esse serviço de transporte consegue verificar quais pacotes chegaram com erro ao destino e até mesmo aqueles que não foram enviados, sendo capaz de retransmiti-los até que os dados estejam corretos.

Já no **serviço de transporte sem conexão**, não existe nenhum controle sobre os pacotes enviados. Se um deles se perder ou chegar ao destino com

erro, nada será feito para obter a sua recuperação.

Se a rede oferece um serviço com que garanta uma entrega sem erros, por que uma aplicação optaria por um serviço sem essa garantia?

A resposta é simples: por questões de desempenho.

Pelo fato de ser preciso cuidar de cada pacote no serviço orientado à conexão, verificando-os e retransmitindo-os em caso de necessidade, esse controle gera um **overhead**. Como nada disso é feito no serviço sem conexão, os pacotes são entregues no destino de forma mais simples e rápida.

overhead

Termo em inglês utilizado com frequência em computação para indicar uma sobrecarga no sistema. No caso do serviço orientado à conexão, o overhead ocorre graças ao processamento extra necessário para a verificação dos dados e uma eventual retransmissão.

Aplicações como transferência de arquivos e e-mail exigem que seus dados cheguem ao destino livres de erros. Dessa forma, elas utilizam um serviço orientado à conexão.

Ainda assim, em certas aplicações, o mais importante é a **chegada a tempo** de uma **informação**, mesmo que ela **contenha erros** ou que a **mensagem anterior tenha se perdido**.



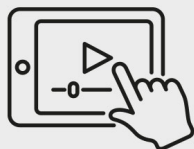
No serviço de telefonia em rede, por exemplo, o atraso na transmissão tem um efeito pior que um pequeno ruído causado pela eventual perda de pacote.

Endereçamento dos processos



Endereçamento (camada de transporte)

Para assistir a um vídeo sobre o assunto, acesse a versão online deste conteúdo.



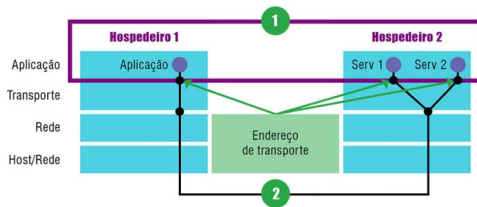
Quando seu programa solicita algo a um servidor, o sistema envia uma mensagem para ser entregue à aplicação que executa em um hospedeiro remoto. Mas podem existir várias aplicações nele.

Como identificamos uma aplicação específica?

Surge neste momento o **endereçamento** no **nível de transporte**. Sua função é **identificar** em **qual aplicação** determinada mensagem **deve ser entregue**. Afinal, toda mensagem do protocolo de transporte carrega o endereço da aplicação.

Verificaremos agora a importância do endereçamento no nível de transporte. Afinal, é necessário indicar em qual aplicação os dados devem ser entregues por meio de seu endereço (de transporte). Assim, o hospedeiro destino consegue saber o destino deles.

Estudaremos mais adiante TCP e UDP, dois protocolos da camada de transporte da arquitetura TCP/IP. Neles, o endereço de transporte é conhecido como **porta**. Vejamos o esquema a seguir:



A partir da numeração presente na imagem anterior, continuaremos com o exemplo:

1

Como a aplicação do **hospedeiro 1** sabe em que endereço de transporte se encontra o **servidor no 2**? Uma possibilidade é que:

- Ele esteja associado ao endereço há anos;
- Aos poucos, todos os usuários da rede tenham se acostumado com isso.

2

Neste modelo, os serviços possuem **endereços estáveis** que podem ser impressos e distribuídos aos novos usuários quando eles se associam à rede.

Atenção!

Um esquema alternativo é utilizar um processo especial denominado **servidor de nomes** (*name server*) ou, às vezes, **servidor de diretórios** (*directory server*). Para localizar o endereço de transporte correspondente a determinado nome de serviço, uma aplicação estabelece uma conexão com o servidor de nomes. Em seguida, envia uma mensagem especificando o nome do serviço, enquanto o servidor de nomes retorna o endereço.



Cabeçalhos da camada de transporte

No vídeo em questão, explicaremos brevemente a importância da interface (cabeçalhos) para a camada de transporte.

Para assistir a um vídeo sobre o assunto, acesse a versão online deste conteúdo.



Multiplexação e demultiplexação

Para assistir a um vídeo sobre o assunto, acesse a versão online deste conteúdo.



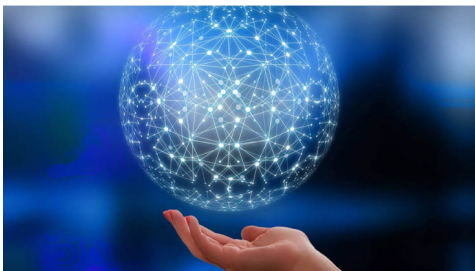
A multiplexação e a demultiplexação fornecem um serviço de entrega, processo a processo para aplicações executadas nos hospedeiros.

No hospedeiro destino, a camada de transporte recebe **segmentos** de dados da camada de rede, tendo a responsabilidade de entregá-los ao processo de aplicação correto.

segmentos

Cada camada do modelo de rede denomina os dados trocados com o hospedeiro remoto de uma forma diferente das demais camadas. **Segmento** é o nome da mensagem trocada entre duas entidades de transporte tanto no modelo OSI quanto na arquitetura TCP/IP.

Exemplo: a camada de rede chama suas mensagens de pacotes. Já a de enlace de dados as nomeia como quadros.



Um processo pode ter um ou mais endereços de transporte (conhecidos como portas na arquitetura TCP/IP) pelos quais dados passam da rede para o processo – e vice-versa.

Desse modo, a camada de transporte do hospedeiro destino os entrega diretamente a uma porta.

Como o hospedeiro destino direciona à porta correta um segmento que chega?

Para essa finalidade, cada segmento da camada de transporte tem um conjunto de campos de endereçamento no cabeçalho. No receptor, a camada de transporte examina esses campos para identificar a porta receptora e direcionar o segmento a ela. A tarefa de entregar os dados contidos em um segmento para a porta correta é denominada **demultiplexação**.

Já a **multiplexação** consiste no trabalho de, no hospedeiro origem:

Reunir porções de dados provenientes de diferentes portas;

Encapsular cada porção de dados com as informações de cabeçalho (as quais, mais tarde, serão usadas na demultiplexação) para criar segmentos;

Passar os segmentos para a camada de rede.

Vejamos um exemplo, vamos pensar no computador que Eduardo utiliza em suas atividades.

Navegando na web, ele acessa seu e-mail e faz o download de arquivos usando um programa específico para isso.

De fato, o objetivo da multiplexação é **possibilitar** uma **melhor utilização** do **meio de comunicação** ao permitir que ele seja compartilhado pelos diversos programas utilizados.



Eduardo utiliza a Internet, cujo protocolo de transporte é o TCP.



Todos os programas operados por ele (browser web, cliente de e-mail e programa de transferência de arquivos) utilizam o TCP, que fará a transferência da informação até o destino.

A **multiplexação**, portanto, permite que vários programas possam utilizar o TCP ao mesmo tempo, fazendo, assim, com que Eduardo possa ter tantos programas quanto queira ao acessar a rede.



Como o TCP sabe quem é quem?

Para fazer uso dele, um processo deve se registrar em uma porta (endereço de transporte) do protocolo TCP. Servidores possuem portas conhecidas, mas programas clientes se registram nas aleatórias.

Vamos supor que os programas de Eduardo se registraram nas seguintes **portas**:

Browser web

11278.

Cliente de e-mail

25786.

Transferência de arquivos

3709.

Dessa maneira, o TCP pode identificar cada uma. Quando o browser envia uma solicitação a um servidor web, o TCP coloca na informação enviada o número de porta 11278. O servidor, portanto, já sabe que deve responder-lhe enviando a resposta para essa porta.

Observemos, por fim, a multiplexação e a demultiplexação na prática:

Multiplexação

Ao receber mensagens das aplicações para envio, o protocolo de transporte as identifica por seus respectivos números de porta, permitindo, assim, que várias aplicações possam utilizá-los ao mesmo tempo.



Demultiplexação

Quando recebe as mensagens do hospedeiro remoto para entregá-las em cada aplicação, o protocolo de transporte verifica o número da porta destino que a mensagem carrega e a entrega para o processo registrado nela.

Falta pouco para atingir seus objetivos.

Vamos praticar alguns conceitos?

Questão 1

As aplicações devem utilizar os serviços da camada de transporte que pode ser um serviço com ou sem conexão. Assinale qual opção abaixo apresenta apenas aplicações que utilizam serviço de transporte com conexão.

A Serviço de correio eletrônico e serviço web.

B Serviço web e serviço de nomes.

C Serviço de nomes e serviço de telefonia.

D Serviço de transferência de arquivos e serviço de telefonia.

E Serviço de nomes e serviço de correio eletrônico.

Parabéns! A alternativa A está correta.

Os serviços de transporte com conexão são utilizados nas aplicações que requerem confiabilidade, ou seja, que não podem ter perdas e que toleram atrasos maiores, como o serviço web, de correio eletrônico e transferência de arquivos. Já os serviços de transporte sem conexão são utilizados em aplicações que dependem de velocidade, ou seja, baixo atraso para garantir um bom desempenho. Exemplos desse tipo de aplicação são os serviços de nomes de telefonia.

Questão 2

O endereçamento no nível de transporte é importante para a realização de:

A Identificação do hospedeiro.

B Correção de erros.

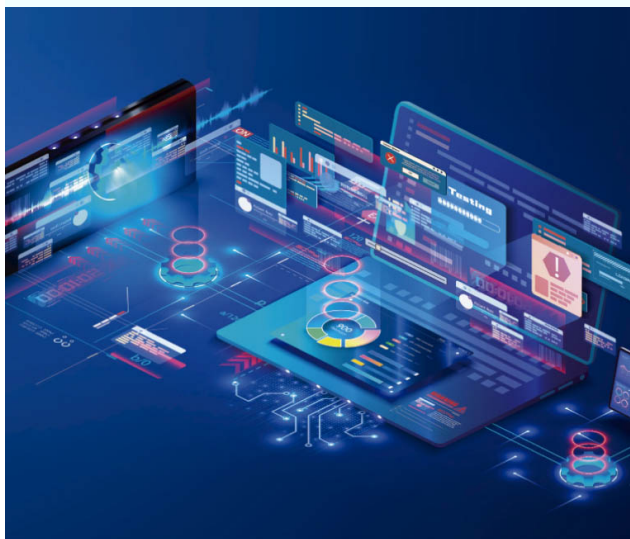
C Encerramento da conexão.

D Demultiplexação.

E Segmentação das mensagens.

Parabéns! A alternativa D está correta.

Como a camada de transporte precisa identificar a qual dos processos da camada de aplicação ela deve entregar os dados que chegam, são definidos campos de endereçamento de transporte para a identificação desses processos. Dá-se o nome de demultiplexação à identificação e ao envio de informações para o processo correto.



4 - Serviços da camada de transporte

Ao final deste módulo, você será capaz de comparar os serviços oferecidos pela camada de transporte.

Protocolos de Transporte da Internet

Agora que já estudamos os serviços que um protocolo de transporte deve oferecer, apresentaremos casos reais de protocolos utilizados em redes de computadores. Para isso, vamos utilizar como exemplo os protocolos de transporte da internet: **TCP** e **UDP**.

Iniciaremos nosso estudo pelo **UDP**. Mesmo sendo um protocolo simples, ele se revela bastante eficiente, principalmente no quesito agilidade de entrega, quando a aplicação requer uma entrega rápida.

Em seguida, vamos nos debruçar sobre o TCP. Protocolo de transporte completo, ele é capaz de garantir a entrega de mensagens livres de erros, não importando a qualidade da rede em que ele trabalhe. Por fim, apontaremos alguns exemplos de portas, um mecanismo que permite que as aplicações sejam encontradas pela Internet.



Protocolo UDP

Para assistir a um vídeo sobre o assunto, acesse a versão online deste conteúdo.



UDP

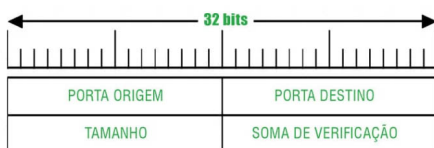
O protocolo de transporte mais simples que poderia existir seria aquele que, no envio, fosse limitado a receber mensagens da camada de aplicação e as entregasse diretamente na de rede. Na recepção, ele, por outro lado, receberia os pacotes da camada de rede e os entregaria na de aplicação. Esse **tipo de protocolo**, em suma, **não efetua** nenhum trabalho para **garantir a entrega das mensagens**. Felizmente, o UDP não se limita a isso.

Atenção!

O UDP é um protocolo rápido na entrega das mensagens no destino, realizando a multiplexação e demultiplexação; além disso, ele oferece um mecanismo de verificação de erros nessa entrega.

Um processo pode ter **um ou mais endereços de transporte** (conhecidos como portas na arquitetura TCP/IP) pelos quais dados passam da rede para o processo e vice-versa. Desse modo, a camada de transporte do hospedeiro destino os entrega diretamente a uma porta.

A imagem a seguir ilustra os campos do cabeçalho de um segmento UDP:



Os campos **porta origem** e **porta destino** têm a função de identificar os processos nas máquinas origem e destino. Quando uma **aplicação A** deseja enviar dados para uma **B**, o UDP coloca o número da porta da aplicação origem (**A**) no campo "porta origem" e o de porta da aplicação (**B**) em "porta destino".

Comentário

Quando a mensagem chega ao destino, o UDP pode entregá-la para a aplicação correta por meio do campo "porta destino". Já a "porta origem" é importante para a aplicação que recebe a mensagem, pois ela torna possível saber o número da porta para a qual a resposta deve ser enviada. É por meio desses campos que o UDP realiza a multiplexação e a demultiplexação.

O campo **tamanho** especifica o tamanho do segmento, incluindo o cabeçalho. Como se trata de um campo de 16 bits, isso significa que o maior segmento UDP será de: $2^{16} = 65.536 \text{ bytes}$ (64 KBytes).

O campo **soma de verificação** tem a função de garantir que a mensagem chegue ao destino livre de erros. Para tanto, o UDP calcula o CRC dela e o envia nesse campo. No destino, o CRC é novamente calculado e comparado. Se ambos forem iguais, a mensagem é considerada livre de erros e entregue na aplicação destino.

Saiba mais

Para saber mais sobre CRC e hash, consulte, respectivamente, os capítulos 5.2.3 e 8.3.1 da obra de Kurose e Ross (2013).

Caso haja alguma divergência no valor do CRC, o segmento normalmente é descartado, porém algumas implementações permitem – acompanhadas de uma mensagem de aviso – a entrega dele com erro.

O UDP é um **protocolo sem estado** e não orientado à conexão. Descrito pela **RFC 768**, ele é projetado tanto para pequenas transmissões de dados quanto para aqueles que não requerem um mecanismo de transporte confiável.

Apesar de o UDP não oferecer uma confiabilidade nas transmissões, isso não significa que aplicações que o utilizam não possam ter uma garantia de entrega.

rotocolo sem estado

Protocolo que não leva em consideração o que foi realizado no passado. Ele, portanto, trata toda requisição como algo isolado, sem qualquer relação com requisições passadas ou futuras.

Atenção!

Cabe ao **programador cuidar** dessa garantia no código da própria aplicação.

São protocolos de aplicações que **utilizam o UDP**:



Protocolo TCP

Para assistir a um vídeo sobre o assunto, acesse a versão online deste conteúdo.



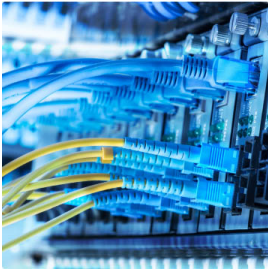
TCP

Enquanto o UDP é um protocolo de transporte simples, voltado para aplicações que não necessitam de confiabilidade na transmissão, o TCP é um **orientado à conexão**, sendo indicado para aplicações que precisam trocar uma grande quantidade de dados por meio de uma rede com múltiplos roteadores.

O TCP oferece um fluxo de bytes fim a fim confiável, podendo ser utilizado, inclusive, em redes de baixa confiabilidade.

Na transmissão, ele aceita **fluxos de dados da aplicação**: dividindo-os em partes de, no máximo, 64 KBytes, ele envia cada uma em um **datagrama IP** distinto.

Quando os datagramas IP com dados TCP chegam ao hospedeiro destino, eles são, em seguida, enviados à entidade TCP, que restaura o fluxo de dados original.



Datagrama IP

Também conhecido como “pacote”, um datagrama é uma porção de dados trocada por protocolos da camada de rede. Ele contém dados e informações de cabeçalho suficientes para que eles possam seguir seu caminho até o hospedeiro destino.

A camada de rede (protocolo IP) não oferece nenhuma garantia de que os datagramas serão entregues corretamente. Portanto, cabe ao TCP administrar os temporizadores e retransmitir os datagramas sempre que for necessário.

Os datagramas também podem chegar fora de ordem, cabendo a ele reorganizá-los em mensagens na sequência correta. O **TCP** deve **fornecer a confiabilidade** que o **IP não oferece**.

O TCP é definido pelas seguintes RFCs:



Para concluirmos nossa última etapa de estudos, precisamos entender **três aspectos** fundamentais da **TCP**:



Modelo de serviço TCP



Cabeçalho de segmento TCP



Gerenciamento de conexão TCP

Modelo de serviço TCP

O serviço TCP é obtido quando tanto o transmissor quanto o receptor criam pontos terminais; denominados **portas**, eles são identificados por um número de 16 bits. É necessário que uma conexão seja explicitamente estabelecida entre um hospedeiro transmissor e um receptor.

Todas as **conexões TCP** são:

Full-duplex

Dados podem ser enviados e recebidos por ela simultaneamente. Uma linha telefônica é um exemplo de sistema full-duplex, pois permite que dois interlocutores falem de forma simultânea. O walkie-talkie, no entanto, é diferente: como tal equipamento está no modo de transmissão ou no de recepção, ele nunca consegue transmitir e receber ao mesmo tempo.



Ponto a ponto

Interliga diretamente dois hospedeiros, não permitindo a participação de um terceiro na conversação. Exemplo: quando ligamos um smartphone a um computador por meio de seu cabo de dados, ocorre uma ligação ponto a ponto, pois somente eles podem utilizar esse meio (cabo de dados) para a troca de informações.

Do ponto de vista da aplicação, uma conexão consiste em dois fluxos independentes de direções opostas. Uma **conexão TCP** é um **fluxo de dados**, e **não de mensagens**. Isso significa que as fronteiras das mensagens não são preservadas de uma extremidade à outra. Quando uma aplicação passa dados para a entidade TCP, ela pode enviá-los imediatamente ou armazená-los em um **buffer** de acordo com suas necessidades.

As entidades TCP transmissoras e receptoras trocam dados na forma de segmentos. Um segmento consiste em um cabeçalho fixo de 20 bytes mais uma parte opcional, seguido de zero ou mais bytes de dados. O software TCP decide qual deve ser o tamanho dos segmentos, podendo:

uffer

Área de memória temporária em que os dados são armazenados, aguardando o momento de serem transmitidos.



Acumular dados de várias escritas em um único segmento.



Dividir os dados de uma única escrita em vários segmentos.

Cada segmento **não** pode **ser superior** à **quantidade máxima** de **dados** que um **datagrama** do protocolo IP é capaz de carregar.

O protocolo básico utilizado pelas entidades TCP é o de **janela deslizante**. Quando envia um segmento, o transmissor dispara um temporizador. Assim que ele chega ao destino, a entidade TCP receptora retorna um segmento (com ou sem dados segundo as circunstâncias) com um número de confirmação igual ao próximo número de sequência que ela espera receber. Se o temporizador do transmissor expirar antes de a confirmação ser recebida, o segmento será retransmitido.

Vamos entender melhor o conceito de **janela deslizante** a seguir:

Janela deslizante



Para aumentar a eficiência da transmissão, foram elaborados protocolos que permitem o envio de vários segmentos de dados mesmo sem a confirmação daqueles enviados anteriormente. O número máximo de dados que podem ser enviados sem que tenha chegado uma confirmação define o tamanho da janela de transmissão.

Conforme eles vão sendo confirmados, o ponto inicial da janela de transmissão desloca-se no sentido do fluxo de dados; por isso, ela é conhecida como "janela deslizante". Protocolos que utilizam a janela de transmissão para o envio de dados são conhecidos como protocolos de janela deslizante.

Para saber mais sobre janela deslizante, leia o capítulo 3.4.3 da obra de Kurose e Ross (2013).


Caso um segmento chegue ao destino e apresente erro em sua soma de verificação, o TCP simplesmente o descarta. Como não haverá confirmação de recebimento nesse caso, a entidade TCP do transmissor entenderá que o segmento não chegou ao destino e providenciará sua **retransmissão**.



Selective repeat e o go-back-n

Assista ao vídeo sobre *Selective repeat* e o *go-back-n*. Nele, apresentamos aspectos fundamentais sobre protocolo de envio.

Para assistir a um vídeo sobre o assunto, acesse a versão online deste conteúdo.



Cabeçalho TCP

Cabeçalho de Segmento no TCP

Cada segmento TCP começa com um cabeçalho de formato fixo – podendo ser seguido por opções de cabeçalho – de 20 bytes. Depois das opções, é possível haver 65.515 bytes de dados.

Válidos, os segmentos sem dados, em geral, são utilizados para confirmações e mensagens de controle. A tabela seguir mostra um exemplo de **segmento TCP**:

← 32 bits →

PORTA ORIGEM				PORTA DESTINO				
NÚMERO DE SEQUÊNCIA								
NÚMERO DE CONFIRMAÇÃO								
HLEN	RESERVADO	URG	ACK	PSH	RST	SYN	FIN	TAMANHO DA JANELA
SOMA DE VERIFICAÇÃO				PONTEIRO URGENTE				
OPÇÕES								
DADOS								

Tabela: 32 Bits.

A seguir, apresentaremos o destringimento de cada elemento mostrado na tabela acima.

●

Porta origem e porta destino

Identificam, respectivamente, os processos origem e destino nos hospedeiros. Da mesma forma que os campos porta origem e porta destino do UDP, eles permitem que aplicações compartilhem o uso do protocolo de transporte (multiplexação e demultiplexação).

Número de sequência

Indica o número de sequência do segmento, ou seja, em que posição (byte) dos dados ele deve ser colocado.

Número de confirmação

Especifica o próximo byte aguardado no fluxo contrário. Quando é enviado do processo A para o B, indica o próximo byte que A espera receber no fluxo de B para A. Quando informa que espera receber o byte N, fica implícito que todos os bytes até N-1 foram recebidos corretamente.

HLEN

Abreviação de *header length* (tamanho do cabeçalho), o HLEN informa o tamanho do cabeçalho em palavras de 32 bits.

Reservado

Campo não utilizado. Qualquer valor preenchido nele será desconsiderado.

Campo de *flags* de 1 bit cada

Um flag é um campo de 1 bit que pode possuir apenas os valores 0 e 1. Normalmente, 0 representa “desligado” e 1, “ligado”.

Exemplo: Quando o *flag* ACK do TCP está com o valor 1 (ligado), isso significa que o segmento TCP carrega um número de confirmação. Se ele estiver com 0 (desligado), é a indicação de que TCP não conta com tal número.

URG

O *urgent pointer* (ou ponteiro urgente) é usado para apontar que o segmento carrega dados urgentes.

ACK

O *acknowledgement* serve para indicar que o campo “número de confirmação” contém uma confirmação. Se estiver com valor 0, este campo deve ser desconsiderado.

PSH

O *push* se trata de uma solicitação ao receptor para entregar os dados à aplicação assim que eles chegarem em vez de armazená-los em um buffer.

RST

O *reset* é utilizado para reinicializar uma conexão que tenha ficado confusa devido a uma falha. Também serve para rejeitar um segmento inválido ou recusar uma tentativa de conexão.

SYN

Aplicado para estabelecer conexões.

FIN

Usado para encerrar uma conexão.

Tamanho da janela

O controle de fluxo no TCP é gerenciado por meio de uma janela deslizante de tamanho variável. O campo “tamanho da janela” indica quantos bytes podem ser enviados a partir do byte confirmado.

Soma de verificação

Utilizada para verificar se existem erros nos dados recebidos. Ela confere a validade tanto do cabeçalho quanto dos dados.

Ponteiro urgente

Válido somente se o *flag* URG estiver ativado, ele indica a porção de dados do campo de dados que contém os que são urgentes.

Opções

Projetadas como uma forma de oferecer recursos extras, ou seja, aqueles que não foram previstos pelo cabeçalho comum.

Dados

São os dados enviados pela camada superior. Neste campo, estão os que serão entregues na camada superior do hospedeiro destino.

Conexão TCP

Gerenciamento de conexão TCP

As conexões estabelecidas no TCP utilizam um esquema conhecido como *three way handshake*. Para estabelecer uma conexão, um lado aguarda passivamente, enquanto o outro solicita uma especificando o endereço de rede (endereço IP) e a porta com a qual deseja se conectar.

É enviado então um segmento TCP com o bit SYN ativado e o bit ACK desativado. Quando ele chega ao destino, a entidade TCP do destino verifica se existe um processo aguardando na porta destino. Se não existir, ela enviará uma resposta com o bit RST ativado para rejeitar a conexão.

No entanto, se algum processo estiver na escuta dessa porta, a ele será entregue o segmento TCP recebido. Em seguida, tal processo poderá aceitar ou rejeitar a conexão. Se ele aceitar, um segmento de confirmação será retornado.

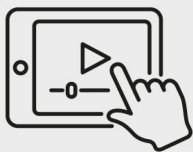


Assista o vídeo a seguir que explica o processo de conexão entre dois processos.



Gerenciamento de Conexão do TCP

Para assistir a um vídeo sobre o assunto, acesse a versão online deste conteúdo.



Política de transmissão TCP

Assista ao vídeo sobre **Política de transmissão TCP**, em que trataremos pontos fundamentais desse processo e explicaremos o funcionamento em caso de perda de segmento e controle de fluxo.

Para assistir a um vídeo sobre o assunto, acesse a versão online deste conteúdo.



Tipos de portas

Portas conhecidas

Para que uma aplicação possa acessar outra remota, é necessário conhecer o endereço do hospedeiro no qual ela se encontra. Ele serve, portanto, para que se consiga chegar ao hospedeiro remoto.

Como o **protocolo de transporte do destino** consegue saber para qual de suas aplicações deve **entregar a mensagem**? A resposta é o conceito de porta, que é responsável por identificar a aplicação no destino.

Como podemos identificar a porta utilizada pela aplicação?

Existem **duas saídas** que respondem a essa questão:

1

Empregar um sistema no qual a aplicação é registrada toda vez que inicializa para o cliente poder consultar sua porta.

2

Usar sempre o mesmo endereço de forma que as aplicações a iniciarem a conversa o saibam de antem o com qual endereço trocar mensagens.

Uma **porta TCP** ou **UDP** é identificada por um **n mero inteiro** de **16 bits**.

Para que um pacote chegue   aplica o de destino,   necess rio que o transmissor saiba, de alguma forma, em que porta a aplica o est  esperando a chegada do pacote. Para facilitar o trabalho dele, algumas aplica es esperam seus pacotes sempre na mesma porta: a "porta conhecida" da aplica o.

A **RFC 3232** define um reposit rio on-line no qual podem ser consultadas as portas conhecidas. No momento da cria o deste documento, o reposit rio on-line estava definido como *service name and transport protocol port number registry*.

A tabela a seguir mostra as portas reservadas para algumas aplica es:

PORTA	APLICA�O
7	echo
20	ftp-data

PORTA	APLICAÇÃO
21	ftp
22	ssh
23	telnet
25	smtp
53	domain
69	tftp
80	http
110	pop-3
119	nntp
161	snmp
162	snmp-trap
443	https

Tabela: Portas reservadas para algumas aplicações.

Fabio Contarini Carneiro

Falta pouco para atingir seus objetivos.

Vamos praticar alguns conceitos?

Questão 1

Sobre o protocolo UDP, marque a resposta correta.

A Verifica se a mensagem contém erros antes de entregá-la à aplicação destino.

B Garante a entrega da mensagem no destino.

C Não realiza a multiplexação e a demultiplexação.

D

Não limita a quantidade máxima de dados que um segmento pode transportar.

E

Realiza controle de fluxo de dados.

Parabéns! A alternativa A está correta.

A camada de transporte deve oferecer confiabilidade na entrega das mensagens. Apesar de ser um protocolo que não garante a entrega dos dados, o UDP procura os erros para garantir, pelo menos, a entrega de uma mensagem sem a presença deles.

Questão 2

No protocolo TCP, o campo número de confirmação carrega:

A

O número do último byte recebido com sucesso.

B

O número do próximo byte esperado no sentido contrário.

C

Uma solicitação para o receptor confirmar os dados recebidos.

D

A quantidade de confirmações pendentes.

E

O número da porta do servidor.

Parabéns! A alternativa B está correta.

O número de confirmação é a forma como o protocolo TCP faz para indicar quantos bytes foram recebidos com sucesso. Ele carrega o número no próximo byte esperado no sentido contrário, indicando, dessa maneira, que todos os bytes anteriores já foram recebidos corretamente.

Considerações finais

Vimos que, na camada de aplicação, são executadas as aplicações que os usuários desejam executar. Além disso, pontuamos que um desenvolvedor precisa se basear em um estilo de arquitetura para desenvolver seu software de aplicação.

Quando houve a apresentação da camada de transporte, também pudemos observar que existem dois serviços básicos: sem e com conexão. O desenvolvedor da aplicação precisa definir que tipo de serviço mais se adequa a seu projeto.

Dessa forma, consideramos haver um forte relacionamento entre a camada de aplicação e a de transporte, pois o tipo de serviço de transporte escolhido pelo desenvolvedor gera um impacto direto no projeto da aplicação.

Ouçã o Podcast, em que faremos uma abordagem geral dos tópicos estudados.

Para ouvir o *áudio*, acesse a versão online deste conteúdo.



Referências

ACM HYPERTEXT 91 CONFERENCE. **Proceedings**. San Antonio: Interaction Design Foundation, 1991.

COMER, D. E. **Redes de computadores e internet**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman Editora, 2016.

COULOURIS, G. *et al.* **Sistemas distribuídos** – conceitos e projeto. 5. ed. Porto Alegre: Bookman Editora, 2013.

FOROUZAN, B. A. **Comunicação de dados e redes de computadores**. 4. ed. Porto Alegre: AMGH Editora, 2010.

INTERNET ASSIGNED NUMBERS AUTHORITY. Protocols registries. **Service name and transport protocol port number registry**. Califórnia: IANA, 2020.

KUROSE, J. F.; ROSS, K. W. **Redes de computadores e a internet**: uma abordagem top-down. 6. ed. São Paulo: Pearson, 2013.

SILBERSCHATZ, A.; GALVIN, P. B. **Sistemas operacionais** – conceitos. 5. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2000.

SOARES, L. F. G. *et al.* **Redes de computadores** – das LANs, MANs e WANS às redes ATM. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1995.

TANENBAUM, A. S.; WETHERALL, D. **Redes de computadores**. 5. ed. São Paulo: Pearson, 2011.

Explore +

Acesse e conheça mais detalhes sobre as RFCs: [1945](#), [2616](#), [821](#), [822](#), [5321](#), [5322](#), [3501](#), [768](#), [3232](#).

