

REDES DE COMPUTADORES E SISTEMAS DISTRIBUÍDOS

Olá! Nesta aula, você irá aprender um pouco sobre redes de computadores e sistemas distribuídos. Inicialmente veremos a história, os conceitos básicos e a classificação das redes de computadores. Na sequência, discutiremos os sistemas distribuídos e entenderemos o motivo pelo qual esses sistemas são tão importantes nos dias de hoje. Mãos à obra!

O QUE É UMA REDE DE COMPUTADORES?

A primeira pergunta que você deve estar se fazendo nesta aula é: O que é uma rede de computadores? Contudo, a última coisa que devemos entender ao começar a estudar redes é entender o que é uma rede. Quando falamos em redes de computadores, a maioria das pessoas pensa em uma série de computadores ligados entre si por meio de cabos para trocarmos dados ou então pensa em grandes redes como a Internet.

Uma boa definição de rede de computadores é: Uma rede de computadores é um conjunto de dois ou mais dispositivos (também chamados de nós) que usam um conjunto de regras (protocolo) em comum para compartilhar recursos (*hardware*, troca de mensagens) entre si, através de uma rede.

Note que qualquer tipo de dispositivo capaz de enviar ou receber dados pode ajudar a compor uma rede, não apenas um computador. Por essa razão, quando falamos em componentes de rede, nos referimos a eles como nós, e não computadores. Como exemplo de redes, podemos citar:

- A Internet
- Uma rede de telefonia

Como exemplo de nós que vemos com frequência conectados a uma rede, podemos citar:

- Terminais de computadores
- Impressoras
- Computadores
- Repetidores
- Pontes
- Roteadores
- Chaves
- Switches
- Pontos de acesso wireless

HISTÓRIA DAS REDES DE COMPUTADORES

Antes do advento dos computadores dotados com algum tipo de sistema de telecomunicação, a comunicação entre máquinas calculadoras e computadores antigos era realizada por usuários humanos através do carregamento de instruções entre eles.

Em 1940, George Stibitz usou uma máquina de teletipo para enviar instruções para um conjunto de problemas a partir de seu "Model K" na Faculdade de Dartmouth para a sua calculadora em Nova Iorque e recebeu os resultados de volta pelo mesmo meio. Conectar sistemas de saída como teletipos a computadores era um interesse na *Advanced Research Projects Agency* (ARPA) quando, em 1962, Joseph Licklider foi contratado e

desenvolveu um grupo de trabalho o qual ele chamou de a “Rede Intergaláctica”, um precursor da ARPANET.

Em 1964, pesquisadores de Dartmouth desenvolveram o Sistema de Compartilhamento de Tempo de Dartmouth para usuários distribuídos de grandes sistemas de computadores. No mesmo ano, no MIT, um grupo de pesquisa apoiado pela General Electric e Bell Labs usou um computador PDP-8 para rotear e gerenciar conexões telefônicas.

Durante a década de 1960, Leonard Kleinrock, Paul Baran e Donald Davies, de maneira independente, conceituaram e desenvolveram sistemas de redes os quais usavam datagramas ou pacotes, que podiam ser usados em uma rede de comutação de pacotes entre sistemas de computadores.

Em 1969, a Universidade da Califórnia em Los Angeles, a SRI em Stanford, a Universidade da Califórnia em Santa Bárbara e a Universidade de Utah foram conectadas com o início da rede ARPANET usando circuitos de 50 kbits/s.

Note que as redes de computadores e as tecnologias necessárias para conexão e comunicação entre elas continuam a comandar as indústrias de *hardware* de computador, *software* e periféricos nos dias atuais. Essa expansão é espelhada pelo crescimento nos números e tipos de usuários de redes, desde o pesquisador de uma importante universidade até o usuário doméstico.

Atualmente, redes de computadores são o núcleo da comunicação moderna. O escopo da comunicação cresceu significativamente na década de 1990 e essa explosão nas comunicações não teria sido possível sem o avanço progressivo das redes de computadores.

CONCEITOS BÁSICOS

Abaixo veremos alguns termos e expressões que são essenciais para que possamos entender as redes de computadores. É provável que, alguns destes termos, você já tenha estudado nas disciplinas anteriores:

- **Endereçamento:** Este termo significa a alocação de um endereço para cada nó conectado a uma rede. Um exemplo é o usado pelas redes de telefonia, em que cada aparelho telefônico possui o seu próprio número.
- **Meio:** É o ambiente físico usado para conectar os nós de uma rede. O meio de uma rede pode ser algum tipo de cabo específico ou através de ondas de rádio ou outro tipo de radiação eletromagnética.
- **Protocolo:** Protocolos são regras que os nós devem obedecer para se comunicarem uns com os outros. O que eles fazem é criar uma linguagem comum entre diferentes máquinas. De forma geral, um protocolo consiste em um conjunto de regras, especificações e procedimentos que devem governar entidades que se comunicam entre si. Por exemplo, quando conversamos com alguém, devemos sempre esperar a pessoa terminar de falar para que possamos dizer algo também. Não é permitido começar a falar ao mesmo tempo que outra pessoa. Isso é um exemplo de protocolo usado por humanos para que eles possam conversar. Da mesma forma, também somos obrigados a seguir protocolos diferentes em festas, ocasiões formais ou reuniões executivas. Como exemplos de protocolos que regem a comunicação entre computadores, podemos citar o TCP/IP, um protocolo para controle de transmissão e para a Internet, o FTP, um protocolo para a transmissão de arquivos entre computadores, e o HTTP, um protocolo de transmissão de hipertextos. Protocolos são tão importantes que às vezes é comum chamarmos uma rede pelo nome de seu protocolo.
- **Roteamento:** O termo rotear em redes de computadores significa determinar qual o caminho que um pacote de dados deve tomar ao viajar entre os nós de origem e destino. Em redes de laço completo, no qual todas as máquinas estão conectadas entre si, isto é uma tarefa fácil. Mas no caso de redes mistas, por exemplo, esta pode ser uma tarefa complicada. Para fazer este serviço, costumamos usar unidades de *hardware* dedicadas chamadas roteadores.

CLASSIFICAÇÃO DAS REDES DE COMPUTADORES

As redes de computadores podem ser classificadas sob vários aspectos. Dentre os principais podemos citar:

Classificação segundo a arquitetura de rede

- Arcnet (*Attached Resource Computer Network*)
- Ethernet
- Token ring
- FDDI (*Fiber Distributed Data Interface*)
- ISDN (*Integrated Service Digital Network*)
- Frame Relay
- ATM (*Asynchronous Transfer Mode*)
- X25
- DSL (*Digital Subscriber Line*)

Classificação segundo a extensão geográfica

- SAN (*Storage Area Network*)
- LAN (*Local Area Network*)
- PAN (*Personal Area Network*)
- MAN (*Metropolitan Area Network*)
- WMAN (*Wireless Metropolitan Area Network*)
- WAN (*Wide Area Network*)
- WWAN (*Wireless Wide Area Network*)
- RAN (*Regional Area Network*)
- CAN (*Campus Area Network*)

Classificação segundo a topologia

- Rede em anel (Ring)
- Rede em barramento (Bus)
- Rede em estrela (Star)
- Rede em malha (Mesh)
- Rede ponto-a-ponto

Classificação segundo o meio de transmissão

- Rede cabeada
 - Rede de cabo coaxial
 - Rede de cabo de fibra óptica
 - Rede de cabo de par trançado
- Rede sem fios (*wireless*)
 - Rede por infravermelhos
 - Rede por micro-ondas
 - Rede por rádio

TIPOS DE REDES SEGUNDO SUA EXTENSÃO GEOGRÁFICA

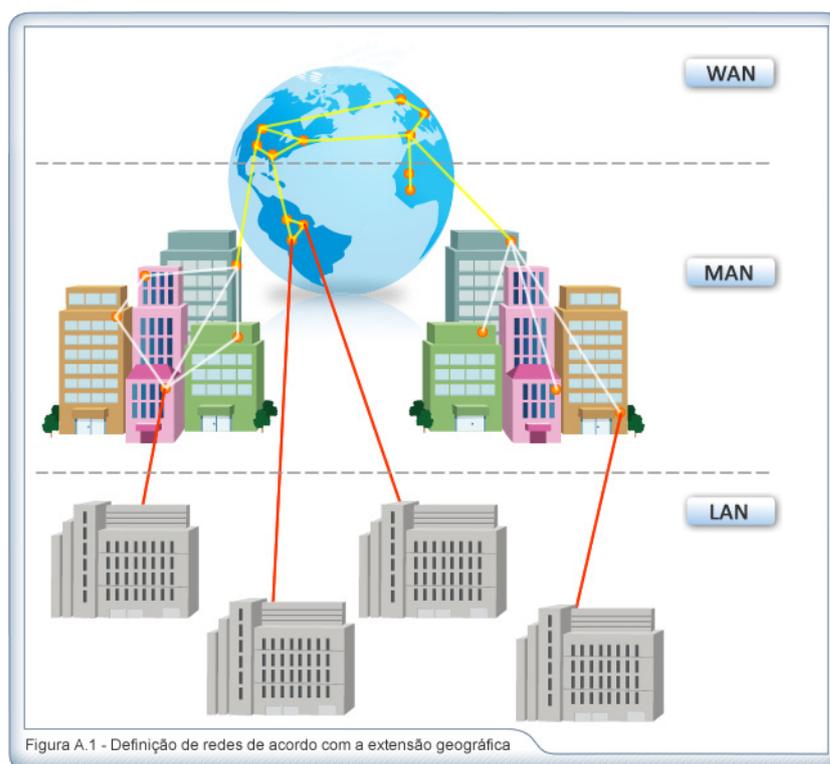
Num primeiro momento, os computadores eram apenas interconectados nos departamentos de uma determinada empresa. Sendo assim, a distância entre os computadores era pequena, limitada a um mesmo local. Por esse motivo as redes passaram a ser conhecidas como redes locais. Com o passar do tempo, as necessidades continuaram a aumentar, a troca de informações somente entre computadores de um mesmo setor já não era suficiente.

Surgiu a necessidade da troca de informações entre departamentos de uma empresa, filiais de uma empresa, prédios e edifícios espalhados por uma cidade ou uma região metropolitana. Dessa forma, os computadores

passaram a ser interligados por distâncias maiores, o que passou a ser conhecido por rede de região metropolitana. Atualmente, existe a necessidade do envio e recebimento de dados entre computadores, em qualquer lugar do planeta, fato que gerou o aparecimento do termo rede de alcance mundial, ou simplesmente Internet.

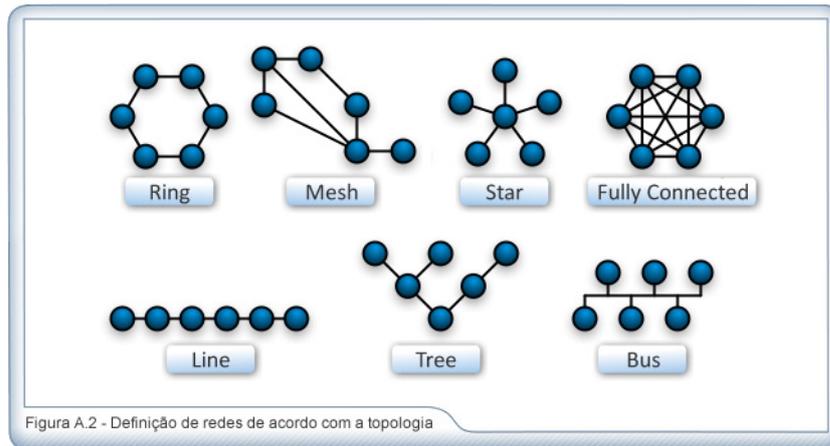
Os três principais tipos de redes considerando a extensão geográfica são apresentados na figura A.1 e descritos a seguir.

- **LAN:** Em computação, rede de área local (ou LAN) é uma rede de computador utilizada na interconexão de computadores, equipamentos e processadores com a finalidade de troca de dados. Um conceito mais detalhado seria: é um conjunto de *hardware* e *software* que permite que computadores individuais estabeleçam comunicação entre si, trocando e compartilhando informações e recursos. Tais redes são denominadas locais por cobrirem apenas uma área limitada (10 km no máximo, quando passam a ser denominadas MANs), visto que, fisicamente, quanto maior a distância de um nó da rede ao outro, maior a taxa de erros que ocorrerão devido à degradação do sinal. As LANs são utilizadas para conectar estações, servidores, periféricos e outros dispositivos que possuam capacidade de processamento em uma casa, escritório, escola e edifícios próximos.
- **MAN:** As redes MAN (redes metropolitanas) interligam várias LANs geograficamente próximas, com no máximo algumas dezenas de quilômetros. Assim, uma MAN permite que dois nós distantes possam se comunicar como se fossem parte de uma mesma rede local.
- **WAN:** A *Wide Area Network* (WAN), rede de longa distância, também conhecida como rede geograficamente distribuída, é uma rede de computadores que abrange uma grande área geográfica, com frequência um país ou continente. As WANs tornaram-se necessárias devido ao crescimento das empresas, onde as LANs não eram mais suficientes para atender a demanda de informações, pois era necessária uma forma de passar informação de uma empresa para outra de forma rápida e eficiente.



Os três tipos de redes referidos acima também podem ser implementados no formato de transmissão wireless (sem fio), onde são conhecidas como WLAN (*Wireless Local Area Network*), WMAN (*Wireless Metropolitan Area Network*) e WWAN (*Wireless Wide Area Network*).

TIPOS DE REDES SEGUNDO SUA TOPOLOGIA



Outra forma muito usada de se classificar redes é pela sua topologia. A figura A.2 ilustra esta ideia. Topologia se refere a forma pela qual os computadores se conectam entre si. Neste sentido, as redes podem ser classificadas em:

- **Rede ponto-a-ponto:** Neste tipo de rede, cada máquina só tem a capacidade de se comunicar com máquinas adjacentes entre si. Por exemplo, suponha que existem os nós A, B e C. A só pode se comunicar com B, B pode se comunicar com A e C enquanto C só pode se comunicar com B. Nessa rede, se o nó A deseja se comunicar com C, a sua mensagem deve obrigatoriamente passar por B. Esta é uma rede ponto-a-ponto. Existem alguns tipos especiais de redes deste tipo:
 - Rede em estrela: Neste tipo de rede, existe um nó central que é adjacente à todos os outros. Já os outros nós, não possuem adjacência entre si, somente com o nó central. O dispositivo que costuma ser usado como nó central deste tipo de rede é o Hub.
 - Rede em laço: São semelhantes às redes estrela (*star*), mas nelas não existe um nó central. Ele é substituído por um cabeamento dedicado. Um tipo de rede em laço é a rede em anel (*ring*). Nela, todas as máquinas ligam-se à outras duas formando um circuito fechado. As informações podem ser passadas tanto em sentido horário, como anti-horário. Com isso, a rede não é destruída mesmo que um cabo seja rompido. Outro tipo de rede em laço é o laço completo (*fully connected*). Nela, todas as máquinas ligam-se entre si. Ela é um tipo de rede cara, mas é bastante confiável. Mesmo que um punhado de cabos sejam destruídos, ela pode continuar funcionando.
 - Rede em árvore (*tree*): É uma rede na qual os nós estão dispostos de forma hierárquica. Existe um nó-raiz que se conecta com nós de segundo nível. Estes, por sua vez, conectam-se à nós de terceiro nível e assim por diante.
- **Redes de difusão:** Neste tipo de rede, sempre que uma máquina envia uma mensagem, esta se propaga ao longo da rede de forma que todos os nós escutem a mensagem. Uma vantagem deste tipo de rede é que podemos classificar as suas mensagens em três diferentes tipos: mensagens únicas destinadas a um único nó, múltipla para um certo número de nós e ampla para todos os nós da rede. Como exemplos deste tipo de rede podemos citar:
 - Redes em barramento (*bus*): Nesta rede, existe um barramento por onde toda a informação passa e toda vez que alguém coloca uma informação no barramento, as máquinas conectadas a ele recebem a mensagem.
 - Redes via satélite: Neste tipo de rede, existe um satélite capaz de transmitir dados em órbita ao redor da terra. Em uma determinada região geográfica, todas as máquinas sintonizadas a ele são capazes de receber os dados.

O QUE É UM SISTEMA DISTRIBUÍDO?

Um sistema distribuído é aquele definido como um conjunto de unidades de processamento independentes que, através da troca de comunicação e gerenciamento de sincronização, pode processar uma aplicação em diferentes localidades em sistemas com características próprias diferentes, dando a impressão ao usuário que toda a aplicação é gerenciada por um sistema único. Quando falamos em sincronização, temos o conceito de sincronização em um sistema centralizado e no sistema distribuído. No sistema centralizado a sincronização é feita através do compartilhamento de áreas de memória, já no sistema distribuído ocorre a sincronização através da troca de mensagens. A aplicação no sistema distribuído pode ser dividida em partes diferentes e ser processada em diversos núcleos de processamento.

QUAL O OBJETIVO DE UM SISTEMA DISTRIBUÍDO?

O principal objetivo de um sistema distribuído é criar a ilusão que a aplicação do usuário (ou as aplicações) está sendo processadas em um único sistema, permitindo a sensação que tudo isso ocorre sem o compartilhamento de áreas de memória, no entanto, a sincronização é feita a partir de trocas de mensagens. Um bom exemplo de um sistema distribuído seria a própria Internet, afinal de contas a Internet é um conjunto de computadores independentes que se interligam mutuamente com o objetivo de compartilhar recursos, dando a impressão ao usuário que isso tudo é um único sistema.

ORGANIZAÇÃO DE UM SISTEMA DISTRIBUÍDO

Organizar a interação entre cada computador é primordial. Visando poder usar o maior número possível de máquinas e tipos de computadores, o protocolo ou canal de comunicação não pode conter ou usar nenhuma informação que possa não ser entendida por certas máquinas. Cuidados especiais também devem ser tomados para que as mensagens sejam entregues corretamente e que as mensagens inválidas sejam rejeitadas.

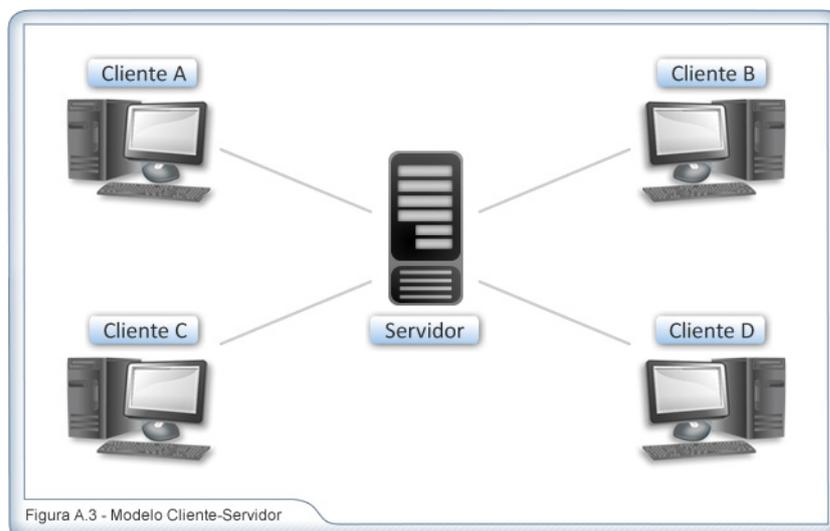
Outro fator de importância em um sistema distribuído, é a habilidade de transferir *softwares* para outros computadores de uma maneira portátil de tal forma que ele possa executar e interagir com a rede existente. Isso pode não ser possível ou prático quando se utiliza *hardware* e recursos diferentes, onde cada caso deve ser tratado separadamente com *cross-compiling* ou reescrita de *software*.

MODELOS DE SISTEMAS DISTRIBUÍDOS

- **Cliente-Servidor:** É um modelo computacional que separa clientes e servidores, sendo interligados entre si geralmente utilizando-se uma rede de computadores. Cada instância de um cliente pode enviar requisições de dados para algum dos servidores conectados e esperar pela resposta. Por sua vez, algum dos servidores disponíveis pode aceitar tais requisições, processá-las e retornar o resultado para o cliente. Apesar de o conceito ser aplicado em diversos usos e aplicações, a arquitetura é praticamente a mesma.

Muitas vezes os clientes e servidores se comunicam através de uma rede de computador com *hardwares* separados, mas o cliente e o servidor podem residir no mesmo sistema. A máquina servidor é um *host* que está executando um ou mais programas de servidor que partilham os seus recursos com os clientes.

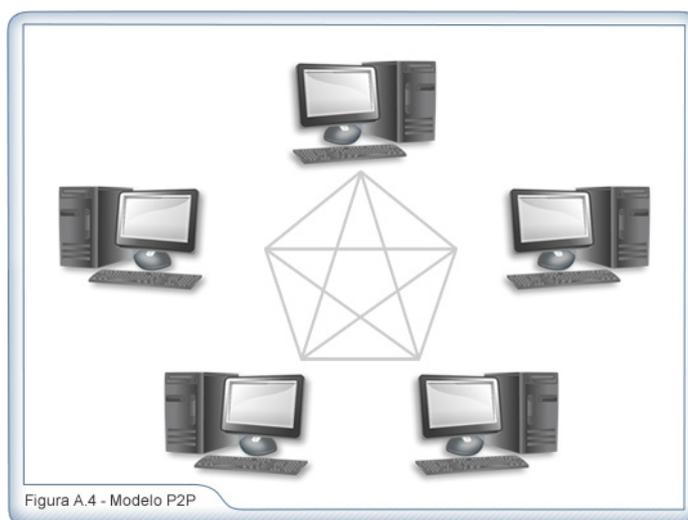
Um cliente não compartilha de seus recursos, mas solicita o conteúdo ou o serviço de um servidor. Os clientes, portanto, iniciam sessões de comunicação com os servidores que esperam as solicitações de entrada. A figura A.3 apresenta uma rede que utiliza esse modelo. Note que o servidor é responsável por responder as requisições do usuário.



- **Peer-to-peer (P2P):** P2P (do inglês *peer-to-peer*, que significa par a par) é um modelo de rede de computadores em que a principal característica é descentralização das funções convencionais de rede, em que o computador de cada usuário conectado acaba por realizar funções de servidor e de cliente ao mesmo tempo.

Seu principal objetivo é a transmissão de arquivos e seu surgimento possibilitou o compartilhamento em massa de músicas e filmes. Com a crescente utilização da rede P2P para este fim, cada vez mais surgem programas destinados a esse propósito, porém nem sempre eles atendem às expectativas do usuário. A figura A.4 apresenta um esquemático de rede P2P, onde podemos notar que um computador está diretamente em comunicação com todos os demais.

Diversas redes operam hoje em dia nestes moldes de compartilhamento, entre elas Kademlia, Gnutella, Kad Network e SoulSeek. Alguns programas valem a pena ser citados quando o assunto é compartilhamento P2P: SoulSeek, eMule, LimeWire, Ares Galaxy, Shareaza, DreaMule, iMesh e Morpheus.



- **Objetos Distribuídos:** Este modelo é semelhante ao *peer-to-peer*, mas com um *middleware* intermediando o processo de comunicação. *Middleware* ou mediador é um programa de computador que faz a mediação entre o *software* e demais aplicações. É utilizado para mover ou transportar informações e dados entre programas de diferentes protocolos de comunicação, plataformas e dependências do sistema operacional. É geralmente constituído por módulos dotados com APIs de alto nível que proporcionam a sua integração com aplicações desenvolvidas em diversas linguagens de programação e interfaces de baixo nível que permitem a sua independência relativamente ao dispositivo. Seu objetivo é mascarar a heterogeneidade e fornecer um modelo de programação mais produtivo para os programadores de aplicativos. É composto por um conjunto de processos ou objetos em um grupo de computadores, que interagem entre si de forma a implementar comunicação e oferecer suporte para compartilhamento de recursos e aplicativos distribuídos. *Middleware* é a designação genérica utilizada para referir aos sistemas de *software* que se executam entre as aplicações e os sistemas operacionais. O objetivo do *middleware* é facilitar o desenvolvimento de aplicações, tipicamente as distribuídas, assim como facilitar a integração de sistemas legados ou desenvolvidos de forma não integrada automática.

Referências:

KUROSE, James e ROSS, Keith. **Computer networking, a top-down approach**. 5ª edição. Editora Pearson, 2009.

COMER, Douglas. **Redes de Computadores e Internet**. 4ª edição. Editora Bookman, 2007.

MENDES, Douglas Rocha. **Redes de Computadores: Teoria e Prática**. Editora Novatec, 2007.

CARISSIMI, Alexandre da Silva Carissimi. ROCHOL, Juergen. GRANVILLE, Lisandro Zambenedetti. **Redes de Computadores**. 1ª edição. Editora Bookman, 2009.