

AULA 2: Interconexão de Redes de Computadores

Por definição, uma rede é o compartilhamento de informações e serviços. Uma rede de computadores só é possível quando pessoas ou grupos desejam compartilhar informações ou serviços uns com os outros. Uma rede de computadores oferece ferramentas de comunicação que permitem o compartilhamento de informações eletrônicas e serviços de processamento (serviços de rede).

1. Redes de Difusão e Ponto a Ponto

A interconexão de redes de computadores iniciou-se na década de 1960 com a utilização de serviços dedicados de voz para a comunicação dos mainframes existentes com terminais remotos ou com outros mainframes. As taxas de transmissão de dados típicas dessa época ficavam em torno de 1200bps. Através de computadores interligados em rede, qualquer usuário de qualquer computador poderá ter acesso aos dados armazenados em qualquer equipamento que faça parte da rede. Um único periférico pode ser compartilhado por toda a rede, diminuindo assim custos e equipamentos instalados (impressoras, DVD-ROM etc.).

1.1. Redes de Difusão

Nas redes de difusão, existe a possibilidade de uma estação enviar uma mesma mensagem às demais estações da rede, utilizando um código de endereço especial. Esta forma de comunicação recebe o nome de Broadcasting e todas as estações vão tratar a mensagem recebida. Por esse motivo, as redes de difusão também podem ser chamadas de redes por broadcasting. Sua principal característica é o compartilhamento, por todas as estações, de uma mesma linha de comunicação (Fig. 1).

Uma mensagem enviada em uma rede de difusão é recebida por todas as estações que estão conectadas na rede, sendo que um campo de endereço contido na mensagem permite identificar o destinatário. Na recepção, o computador verifica se o endereço definido no campo corresponde ao seu e, em caso negativo, a mensagem é ignorada. As redes locais pertencem a esta classe de redes.

Pode-se ainda especificar uma mensagem de modo que esta seja enviada a um subgrupo de estações da rede. Esta forma de comunicação recebe o nome de Multicasting.

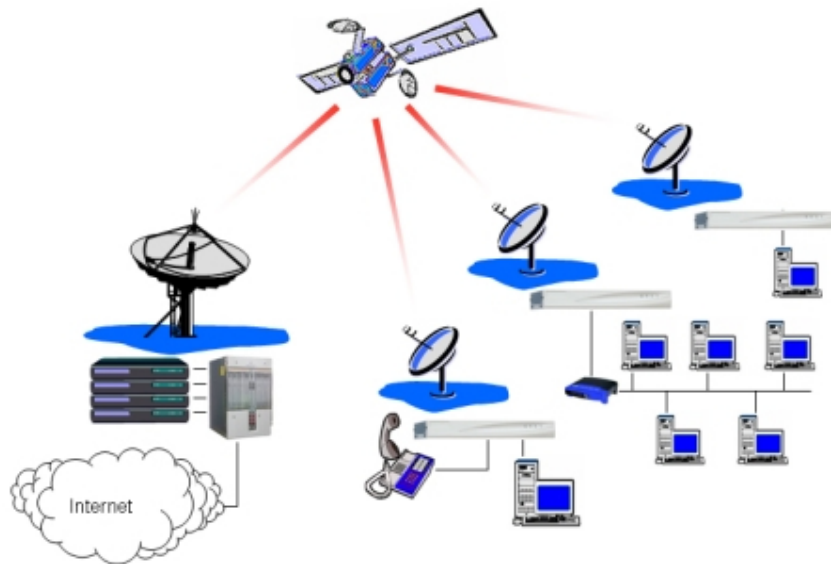


Figura 1 - Exemplo de rede de difusão

1.2. Redes Ponto a Ponto

As redes ponto a ponto (ou Peer-to-Peer, P2P) são compostas por diversas linhas de comunicação, cada linha sendo associada à conexão de um par de estações. Quando duas estações devem se comunicar sem o compartilhamento de um cabo, a comunicação será feita de modo indireto, através de uma terceira estação (Fig. 2).

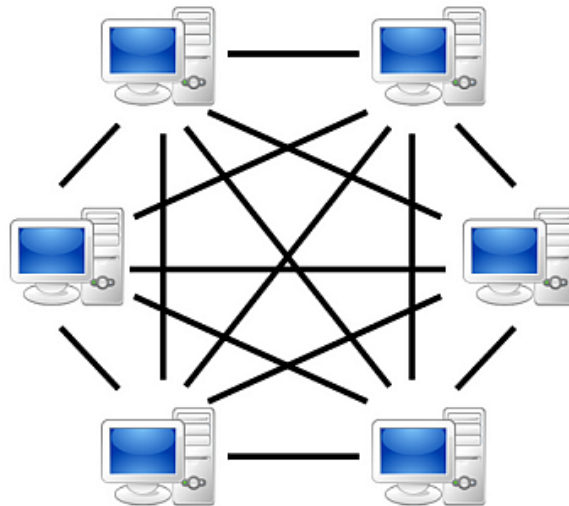


Figura 2 - Rede ponto a ponto

Assim, quando uma mensagem (ou pacote) é enviada de uma estação a outra de forma indireta (ou seja, através de uma ou mais estações intermediárias), ela será recebida integralmente por cada estação e, uma vez que a linha de saída da estação considerada está livre, retransmitida à estação seguinte. Esta política de transmissão é também conhecida como “*store and forward*” ou

comutação de pacotes. A maior parte das redes de longa distância é do tipo ponto-a-ponto.

2. Modelos de Rede

Os modelos de rede são os formatos de estrutura física e lógica das redes de computadores. São três modelos básicos que resultam em diversos modelos variantes. Estes modelos-base são: Rede Centralizada, Rede Descentralizada e Rede Distribuída. Cada um destes modelos-base representa na prática uma arquitetura diferente e a opção pelo uso de um ou de outro está diretamente ligado ao uso que se quer fazer de determinado conjunto de máquinas.

2.1. Rede Centralizada

O foco neste modelo é a centralização das tarefas e dos serviços. Seu uso é indicado às redes que necessitam de gerenciamento central de tarefas e serviços, bem como, é indicado a uma rede de computadores que necessite de controle de tráfego e de uso do que transita pela rede (Fig. 3).

São exemplos de redes centralizadas: redes bancárias, redes de automação comercial, redes de escolas, universidades, telecentros etc.

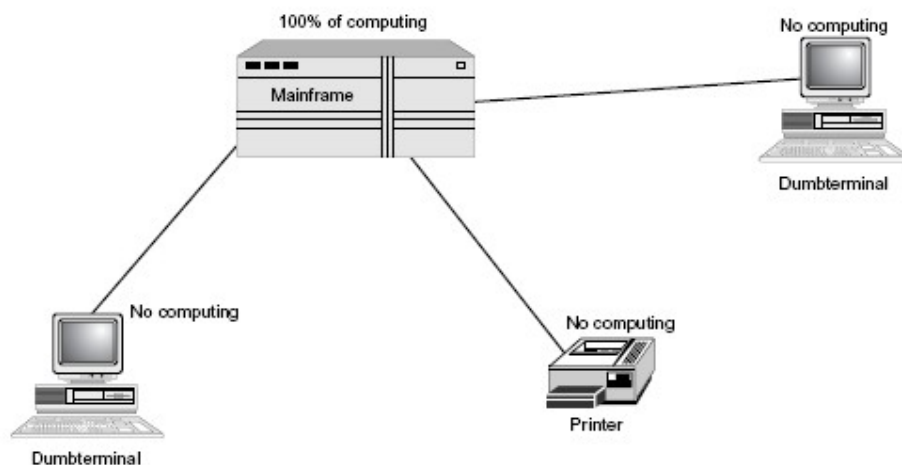


Figura 3 - Rede centralizada

2.2. Rede Descentralizada

O foco neste modelo é a descentralização e a independência das tarefas e dos serviços. Ao contrário da rede centralizada, neste modelo não há um controle central das tarefas e serviços e o acompanhamento de tráfego da rede, embora possível, se torna muito mais complexo e limitado no gerenciamento (Fig. 4). São exemplos as redes com múltiplos sistemas operacionais, redes domésticas e a Internet.

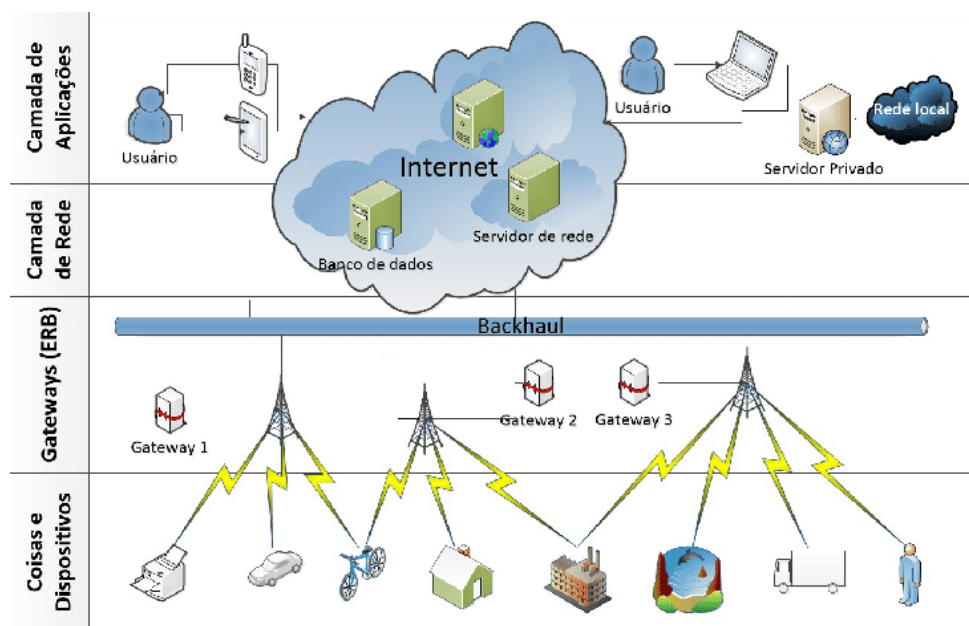


Figura 4 - Rede descentralizada

2.3. Rede Distribuída

Uma rede distribuída é semelhante a uma malha, na qual cada nó é independente do outro, mas está diretamente ligado ao outro completando assim a trama. Uma rede distribuída é indicada para redes de computadores que devam trabalhar em conjunto, somando seu processamento, mas, ao mesmo tempo, mantendo sua independência no caso de alguma das máquinas tornar-se indisponível.

Este modelo de rede visa a distribuição de tarefas e consiste em adicionar o poder computacional de diversos computadores interligados, para processar colaborativamente determinada tarefa de forma coerente e transparente, ou seja, como se apenas um único e centralizado computador estivesse executando a tarefa. A união desses diversos computadores com o objetivo de compartilhar a execução de tarefas e o software que faz esse gerenciamento leva o nome de sistema distribuído (Fig. 5).

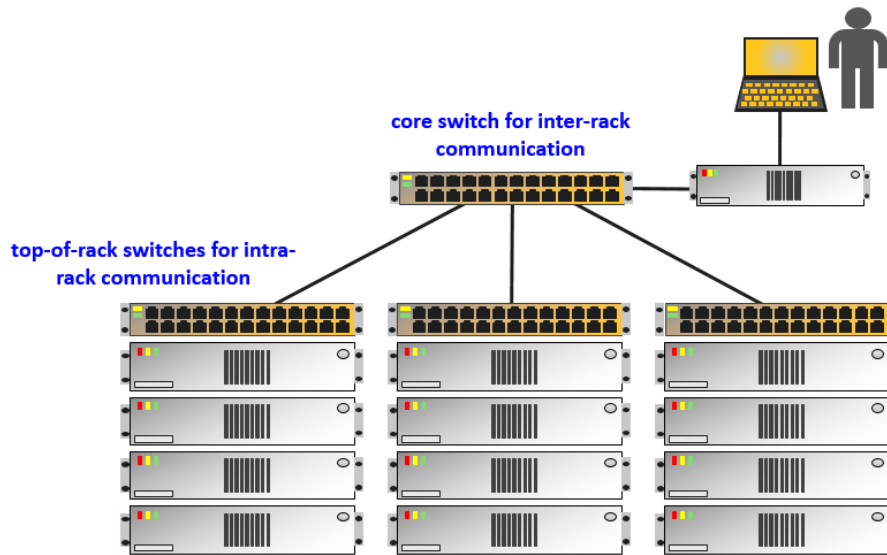


Figura 5 - Rede distribuída em cluster

São exemplos de redes distribuídas os clusters para execução de tarefas complexas. Na sua forma mais básica, um cluster é um sistema que compreende dois ou mais computadores ou sistemas (denominados nodos) na qual trabalham em conjunto para executar aplicações ou realizar outras tarefas, de tal forma para que os usuários que os utilizam tenham a impressão que somente um único sistema responde para eles, criando assim uma ilusão de um recurso único (computador virtual).

3. Modelos de Processamento

Quanto ao modo de processamento, as redes de computadores podem ser classificadas nos seguintes modelos: processamento centralizado, processamento distribuído e processamento cooperativo (ou colaborativo).

3.1. Processamento Centralizado

O processamento centralizado caracteriza-se pelo uso de um computador de grande poder de processamento (mainframe) que faz todo o processamento e armazenamento de dados, e a ele são interligados terminais para entrada e saída de dados. Comumente tais terminais não possuem capacidade de processamento, sendo denominados “terminais burros”. Tal estrutura não caracteriza uma rede, pois não há compartilhamento de processamento ou informações entre equipamentos. Os terminais são apenas dispositivos de entrada e saída de dados do computador central.

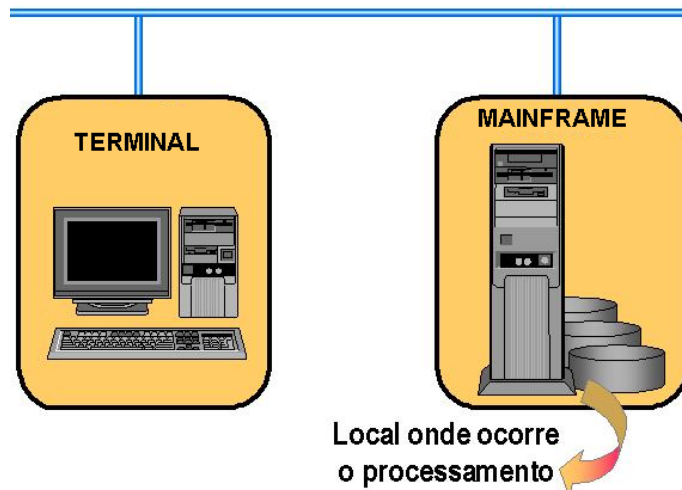


Figura 6 - Processamento Centralizado

3.1.1. Thin Client

Um Thin Client ("cliente magro" ou "cliente fino") é um computador cliente de rede *diskless* (sem disco), projetado para ser pequeno e de custo reduzido. Opera em uma rede de modelo cliente-servidor de duas camadas, o qual tem poucos ou nenhum aplicativo instalado, de modo que depende primariamente de um servidor central para o processamento de atividades (Fig. 7).

Ele executa aplicativos cliente/servidor, onde o processamento em massa dos dados ocorre no servidor. A palavra "thin" se refere a uma pequena imagem de boot que tais clientes tipicamente requerem. Como apresenta total dependência do servidor, a rede lógica precisa estar corretamente estruturada sem oscilações ou gargalos.

Um Thin Client pode ser usado em aplicações como:

- Uso em sistema ERP;
- Navegação web;
- Abrir ou editar documentos e planilhas simples;
- Abrir e visualizar desenhos ou projetos;
- Fazer consultas ou verificações;
- Apontamentos de estoque;
- Apontamentos de Produção.

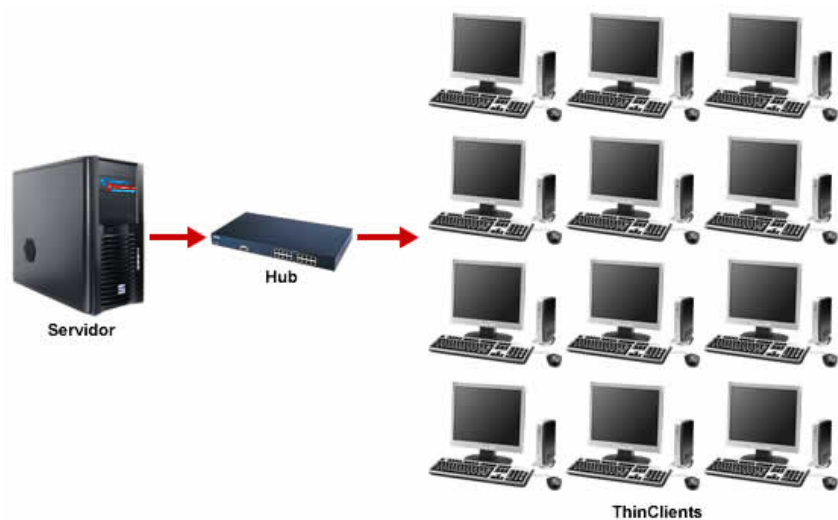


Figura 7 - Rede com Thin Clients

3.2. Processamento Distribuído

O processamento distribuído se caracteriza pela capacidade individual de processamento de cada equipamento integrante da rede, não mais havendo a figura de um computador que centraliza todo o processo. O processamento distribuído usa uma rede de computadores para compartilhar informações e serviços disponibilizados por cada computador para seus usuários (Fig. 8).

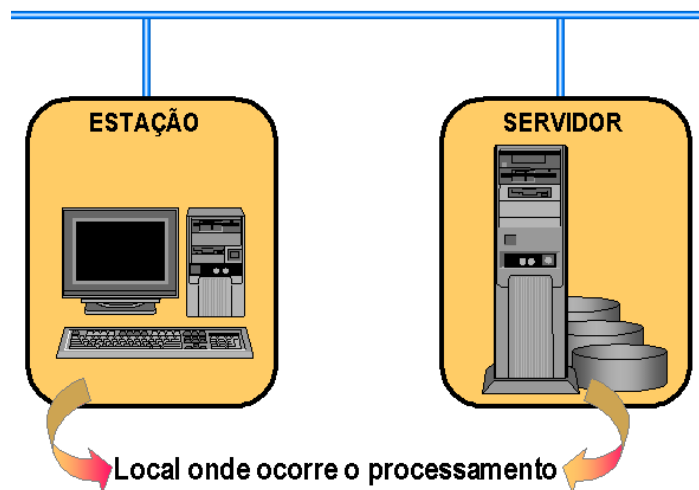


Figura 8 - Processamento Distribuído

3.3. Processamento Cooperativo

Trata-se de um modelo de processamento onde, ao invés de informações individuais de processamento realizado por cada computador, dois ou mais computadores se unem para executar uma mesma tarefa de processamento (Fig. 9).

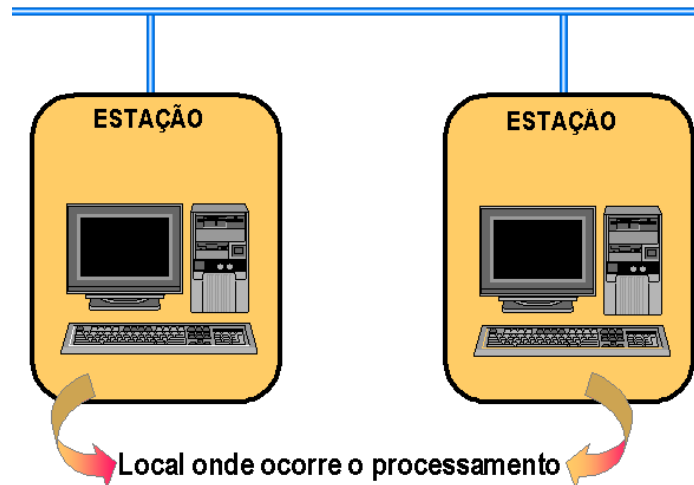


Figura 9 - Processamento Cooperativo

4. Entidades de Rede

Uma entidade de rede é um conjunto de software e hardware que desempenha uma função específica na rede. São eles:

- Provedor de Serviços (Server)
- Clientes (Client)
- Pontos (Peers)

A interface entre as aplicações de usuário e o Sistema Operacional baseia-se usualmente, em interações solicitação/resposta, onde a aplicação solicita um serviço (abertura de um arquivo, impressão de bloco de dados, alocação de uma área de memória etc.) através de uma chamada ao sistema operacional. O sistema operacional, em resposta à chamada, executa o serviço solicitado e responde, informando o status da operação (se foi executado com sucesso ou não) e transferindo os dados resultantes da execução para a aplicação, quando for o caso.

4.1. Servidor

Um Provedor de Serviços (ou servidor), é uma combinação de software e hardware que oferece um determinado serviço para a rede (Fig. 10).

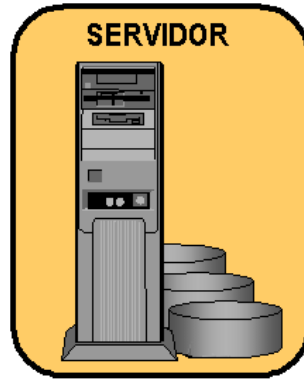


Figura 10 - Servidor

4.2. Cliente

Um cliente se caracteriza por um conjunto de software e hardware que somente requisitam serviços da rede (Fig. 11).



Figura 11 - Cliente

4.3. Estrutura Cliente-Servidor

Na estrutura Cliente-Servidor, a entidade que solicita um serviço é chamada cliente e a que presta o serviço é o servidor. Neste modelo, vários clientes (computadores, ou também chamados de "nós") estão conectados a um servidor e as capacidades de processamento são distribuídas pelas diversas máquinas. A máquina cliente solicita serviços do Servidor, que realiza parte do processamento para o cliente. Os aplicativos utilizados podem ser separados em um FRONT END (o que o usuário está vendo, mas que é executado no servidor) e um BACK END (o que é executado no servidor).

A interação cliente-servidor constitui-se no modo básico de interação dos sistemas operacionais de redes. As estações que disponibilizam a outras estações o acesso aos seus recursos através da rede devem possuir a entidade (ou módulo) servidor. As estações que permitem que suas aplicações

utilizem recursos compartilhados com outras estações devem possuir a entidade (ou módulo) cliente.

Nas estações que possuem o módulo cliente, o Sistema Operacional de Rede (SOR) ao receber um pedido de acesso a um recurso localizado em outra estação da rede, monta uma mensagem contendo o pedido e a envia ao módulo servidor da estação onde será executado o serviço. Na estação remota, o SOR recebe a mensagem, providencia a execução (nos casos onde o pedido envolve a devolução para o SOR na estação requerente). Quando o SOR na estação que requisitou o serviço recebe a mensagem transportando a resposta, ele faz sua entrega à aplicação local (Fig.12).

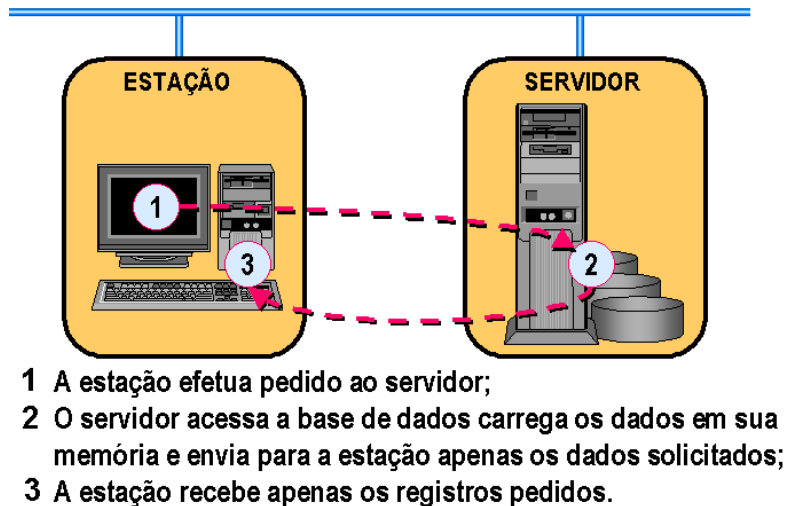


Figura 12 - Arquitetura Cliente-Servidor

Neste modelo os seguintes itens podem ser utilizados:

- Aplicativos independentes (que necessariamente não estão conectados em rede), por exemplo, documentos de texto, planilhas etc.;
- Aplicativos de banco de dados, que forneçam interface com o cliente;
- Correio eletrônico que utilize o servidor para compartilhar informações.

4.4. Pontos (Peers)

Um “peer” é um conjunto de software e hardware que faz o papel tanto de servidor como de cliente em uma rede. Uma rede Peer-to-Peer (P2P) é utilizada normalmente em redes de pequenas empresas ou redes domésticas. Neste modelo, os computadores comunicam diretamente entre si e não exigem um servidor para gerir os recursos da rede. É menos dispendiosa e mais fácil de manter, mas também é menos segura e tem menos funcionalidades do que o modelo com base em servidores (Fig. 13).

Os computadores no grupo de trabalho são considerados “peers”, uma vez que são iguais e partilham os recursos entre si sem requerer um servidor. Cada usuário determina quais os dados serão compartilhados na rede. Esse compartilhamento permite aos usuários utilizarem recursos de rede comuns, como imprimir a partir de uma única impressora, acessar informações em rede,

entre outras, sem que seja necessária a sua transferência para o computador localmente.

Na arquitetura Peer-to-Peer, em todas as estações o sistema operacional de redes possui os dois módulos (cliente e servidor).

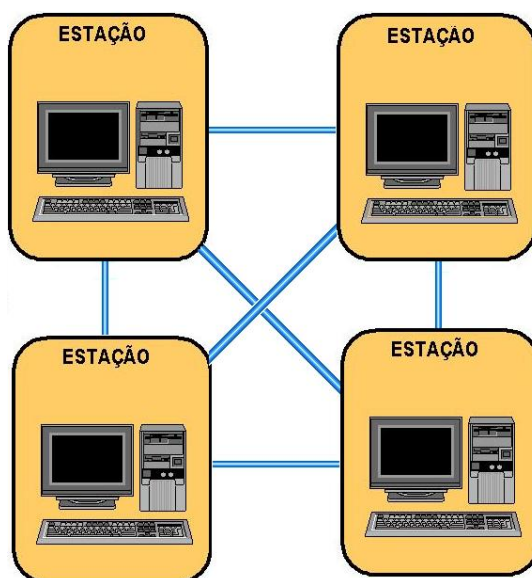


Figura 13 - Arquitetura Peer-to-Peer

4.5. Cliente Servidor Versus Peer-To-Peer

As principais diferenças entre as arquiteturas Peer-to-Peer e Cliente-Servidor estão no papel dos clientes e na distribuição de carga de trabalho.

As redes P2P oferecem acesso direto aos recursos de um dispositivo a partir de outro (nó), sem nenhum controle centralizado. Na arquitetura Cliente-Servidor, as estações se dividem em estações clientes, que só possuem as funções do módulo cliente acopladas ao seu sistema operacional local, e em estações servidoras. As estações servidoras necessariamente possuem as funções do módulo servidor e podem, opcionalmente, possuir também as funções do módulo cliente (possibilitando, por exemplo, que um servidor seja cliente de outro, caso típico da relação entre servidores de impressão de arquivos). Nessa arquitetura, usualmente, as estações servidoras não permitem usuários locais. Elas são integralmente dedicadas ao atendimento de pedidos enviados pelas estações clientes através da rede.

Quanto a distribuição da carga de trabalho e armazenamento de dados, nas redes cliente-servidor, o trabalho de execução de aplicativos em rede, tais como serviço de e-mail e armazenamento de arquivos, de modo que todos os usuários autorizados na rede podem acessá-los, recai sobre os computadores servidores designados. Já nas redes P2P, todos os computadores da rede contribuem de forma bem igualitária para lidar com a carga de trabalho de processamento e armazenamento de arquivos compartilhados.

5. Serviços de Rede

Um serviço de rede pode ser visto como uma aplicação distribuída, que executa em dois ou mais computadores conectados por uma rede. Cada serviço de rede é composto por ao menos quatro elementos:

- **Servidor:** computador que realiza a parte principal do serviço, usando seus recursos locais e/ou outros serviços.
- **Cliente:** computador que solicita o serviço através da rede; geralmente o cliente age a pedido de um ser humano, através de uma interface de usuário, mas ele também pode ser o representante de outro sistema computacional.
- **Protocolo:** é a definição do serviço propriamente dito, ou seja, os passos, o conjunto de mensagens e os formatos de dados que definem o diálogo necessário entre o cliente e o servidor para a realização do serviço.
- **Middleware:** é o suporte de execução e de comunicação que permite a construção do serviço. Em geral o *middleware* é composto por sistemas operacionais e protocolos de rede encarregados de encaminhar os pedidos do cliente para o servidor e as respostas de volta ao cliente.

As aplicações nos computadores necessitam da combinação de dados, poder de processamento e recursos de entrada e saída para executarem suas tarefas. Os serviços de rede permitem os computadores compartilharem estes recursos usando aplicações especiais de rede. Estas aplicações são denominadas Serviços de Rede e são fornecidos pelo Sistema Operacional de Rede (NOS). Alguns exemplos de serviços de rede são:

- **Serviço de Arquivos** - oferece aos clientes os serviços de armazenamento e acesso a informações e de compartilhamentos de discos, controlando unidades de discos ou outras unidades de armazenamento, sendo capaz de aceitar pedidos de transações das estações clientes e atendê-los utilizando seus dispositivos de armazenamento de massa, gerenciando um sistema de arquivos que pode ser utilizado pelo usuário em substituição ou em edição ao sistema de arquivos existente na própria estação;
- **Serviço de Impressão** - tem como finalidade gerenciar e oferecer serviços de impressão a seus clientes, possuindo um ou mais tipos de impressoras, adequadas à qualidade ou rapidez de uma aplicação em particular.
- **Serviço de Comunicação** - Muitas vezes é interessante conectar dispositivos sem inteligência às redes, ou mesmo livrar o dispositivo a ser ligado dos procedimentos de acesso à rede. Nos dois casos é necessária uma estação especial que será responsável pela realização de todos os procedimentos de acesso à rede, bem como da interface com os dispositivos dos usuários. As funções realizadas por essa estação especial definem o que chamamos de comunicação.
- **Serviço de Gerenciamento** - A monitoração do tráfego, do estado e do desempenho de uma estação da rede, assim como a monitoração do meio de transmissão e de outros sinais é necessária para o gerenciamento da rede, de forma a possibilitar a detecção de erros,

diagnósticos e resolução de problemas, tais como falhas de transmissão, diminuição do desempenho, etc.

- **Serviço de Banco de Dados** - As aplicações baseadas no acesso a banco de dados podem utilizar um sistema de gerenciamento de banco de dados (SGBD) executado no cliente, que usa um servidor de arquivos para armazenar os arquivos dos bancos de dados ou utiliza um servidor de banco de dados, o SGBD local. O Servidor de banco de dados ao receber o pedido, processa a consulta lendo todos os registros do banco de dados, localmente, selecionando-os de acordo com o critério definido. Depois de selecionados os registros relevantes, o SGBD servidor os envia ao SGBD cliente, que os entrega à aplicação.

É importante salientar que uma rede cliente-servidor possui uma arquitetura distribuída com um sistema de alto desempenho (servidor) e vários clientes (menor desempenho). O servidor é a unidade central e também o único provedor de serviço e conteúdo. Um cliente somente faz requisições de conteúdo ou execução de serviços ao servidor, sem compartilhar nenhum de seus próprios recursos.

Existem muitos serviços de rede, para as mais diversas finalidades. Eis alguns exemplos:

- Recuperação de conteúdo:
 - HTTP: *HyperText Transfer Protocol*, para busca de páginas Web
 - FTP: *File Transfer Protocol*, para busca de arquivos
- Acesso remoto:
 - Telnet: para terminais remotos em modo texto
 - SSH: *Secure Shell*, idem
 - VNC: *Virtual Network Computer*, para terminais gráficos remotos
- Configuração:
 - DHCP: *Dynamic Host Configuration Protocol*, para buscar configurações de rede
 - BootP: *Boot Protocol*, para buscar um sistema operacional na inicialização do computador
 - LDAP: *Lightweight Directory Access Protocol*, para buscar informações sobre usuários (autenticação, contatos, etc.)
 - DNS: *Domain Name System*, para converter nomes em endereços IP e vice-versa
- Monitoração e gerência:
 - SNMP: *Simple Network Management Protocol*, para monitoração de dispositivos de rede (roteadores, switches) e hosts
- Compartilhamento de recursos:
 - NFS: *Network File System*, compartilhamento de arquivos em redes UNIX
 - SMB: *Server Message Block*, para compartilhamento de arquivos/impressoras em ambientes Windows
 - IPP: *Internet Printing Protocol*, usado para acesso a impressoras em rede
- Comunicação entre usuários:

- SMTP: *Simple Mail Transfer Protocol*, para envio e transferência de e-mails entre servidores
- POP3: *Post Office Protocol v3*, para acesso a caixas de e-mail
- IMAP: *Internet Message Access Protocol*, idem
- XMPP: *Extensible Messaging and Presence Protocol*, para mensagens instantâneas (Jabber, GTalk)
- SIP: *Session Initiation Protocol*, usado para gerenciar sessões de voz sobre IP, vídeo sobre IP, jogos online, etc.

A maioria dos serviços em redes IP usa TCP ou UDP como suporte de comunicação. Esse é o caso de serviços como WWW, E-Mail, sistemas P2P e de voz sobre IP. Esses serviços são implementados basicamente por um processo no lado servidor, com uma porta aberta, cujo número e protocolo de transporte (TCP ou UDP) depende do serviço a ser oferecido.

Embora qualquer serviço possa operar em qualquer porta, foram estabelecidas portas *default* para a maioria dos serviços convencionais, visando simplificar a conexão entre clientes e servidores. Alguns números de portas e protocolos default são apresentados na Tabela 1:

Tabela 1: números de portas e protocolos default

Serviço	Porta	Transporte
HTTP	80	TCP
DNS	53	UDP
SSH	22	TCP
SMTP	25	TCP
FTP	21 e 20	TCP
SNMP	161 e 162	UDP
VNC	5900	TCP

Alguns serviços de rede podem fazer uso de suportes de comunicação mais sofisticados, construídos como camadas acima do TCP ou UDP. Esse é o caso dos serviços baseados em RPC (*Remote Procedure Call*), dos *Web Services* e dos ambientes de objetos distribuídos como Java RMI (*Remote Method Invocation*). Neste caso, as aplicações cliente e servidor se comunicam através de chamadas de procedimentos ou de métodos remotos, construídos por bibliotecas específicas sobre o TCP/IP.

Vários processos podem estar envolvidos na construção do serviço, tanto do lado cliente quanto do lado servidor. Muitas vezes os números de portas usados não são padronizados e podem variar de uma execução para outra, o que pode dificultar a criação de regras de filtragem (*firewall*) para esses serviços.