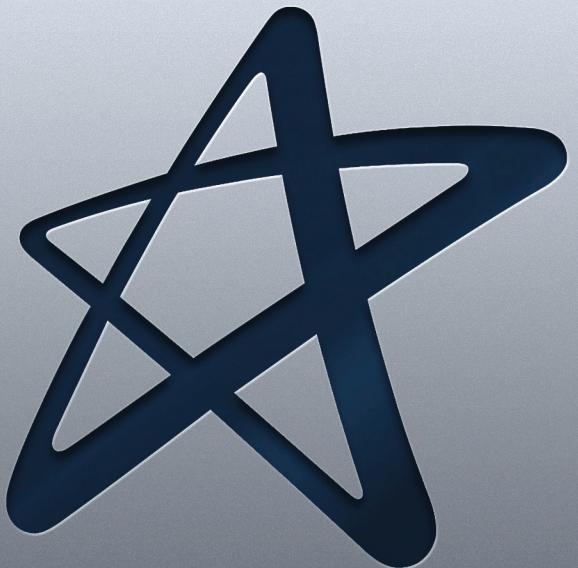


Arquitetura de Sistemas Distribuído



Cruzeiro do Sul Virtual
Educação a distância

Material Teórico



Arquitetura dos Sistemas Distribuídos

Responsável pelo Conteúdo:

Prof. Me. Max D'Angelo Pereira

Revisão Textual:

Prof. Me. Luciano Vieira Francisco

UNIDADE

Arquitetura dos Sistemas Distribuídos



- **Introdução;**
- **Conceitos de Sistemas Distribuídos;**
- **Modelos de Sistemas Distribuídos;**
- **Arquiteturas Distribuídas.**



OBJETIVO DE APRENDIZADO

- Entender os conceitos básicos de sistemas distribuídos, as diferenças entre os modelos e as arquiteturas.



Orientações de estudo

Para que o conteúdo desta Disciplina seja bem aproveitado e haja maior aplicabilidade na sua formação acadêmica e atuação profissional, siga algumas recomendações básicas:

Determine um horário fixo para estudar.

Mantenha o foco! Evite se distrair com as redes sociais.

Procure manter contato com seus colegas e tutores para trocar ideias! Isso amplia a aprendizagem.

Seja original! Nunca plágie trabalhos.

Aproveite as indicações de Material Complementar.

Conserve seu material e local de estudos sempre organizados.

Não se esqueça de se alimentar e de se manter hidratado.

Assim:

- ✓ Organize seus estudos de maneira que passem a fazer parte da sua rotina. Por exemplo, você poderá determinar um dia e horário fixos como seu “momento do estudo”;
- ✓ Procure se alimentar e se hidratar quando for estudar; lembre-se de que uma alimentação saudável pode proporcionar melhor aproveitamento do estudo;
- ✓ No material de cada Unidade, há leituras indicadas e, entre elas, artigos científicos, livros, vídeos e sites para aprofundar os conhecimentos adquiridos ao longo da Unidade. Além disso, você também encontrará sugestões de conteúdo extra no item **Material Complementar**, que ampliarão sua interpretação e auxiliarão no pleno entendimento dos temas abordados;
- ✓ Após o contato com o conteúdo proposto, participe dos debates mediados em fóruns de discussão, pois irão auxiliar a verificar o quanto você absorveu de conhecimento, além de propiciar o contato com seus colegas e tutores, o que se apresenta como rico espaço de troca de ideias e de aprendizagem.

Introdução

Durante o período de 1965 a 1980 os computadores começaram a fazer parte da rotina das empresas, auxiliando nas tarefas de processamento de dados. Nessa época os computadores eram de grande porte, conhecidos como *mainframes*. Todo o processamento ocorria de forma centralizada e as redes de computadores ainda estavam em seus estágios iniciais e eram pouco adotadas fora de ambientes acadêmicos e militares.



Figura 1 – *Mainframe* IBM 360

Fonte: Wikimedia Commons



Leia sobre os **cem anos da IBM** em: <http://tinyurl.com/y3fdcq6e>



Você Sabia?

Que durante anos a **IBM** dominou o mercado de computadores, sendo que o **IBM System 360** é considerado por muitos autores como um marco no processamento de dados empresariais?

Desde então, os *mainframes* passaram por muitas evoluções, mas ainda são largamente utilizados no setor bancário.

Com a popularização dos computadores de grande porte, as empresas começaram a sentir a necessidade de compartilhar dados e recursos, de modo que a resposta para esse problema foi a adoção das redes de computadores, as quais permitiam que *hardwares* e *softwares* fossem compartilhados.

Diante do avanço tecnológico nas redes de computadores e na transmissão de dados, o processamento, que antes era centralizado, passou a ser distribuído entre vários sistemas computacionais distintos.

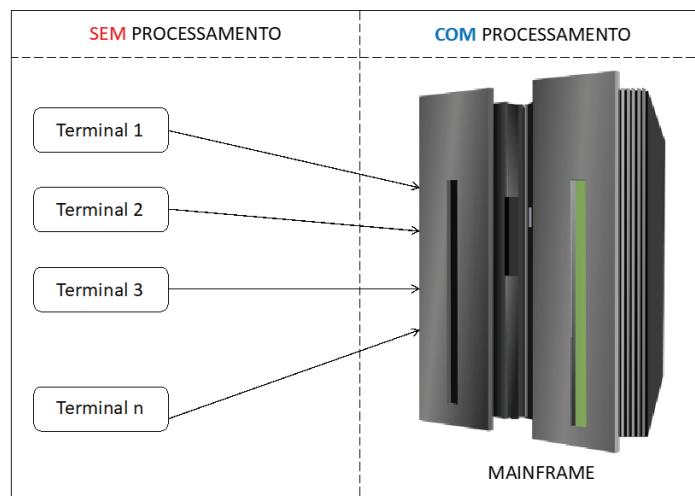


Figura 2 – Exemplo de sistema com processamento centralizado

Fonte: Acervo do Conteudista

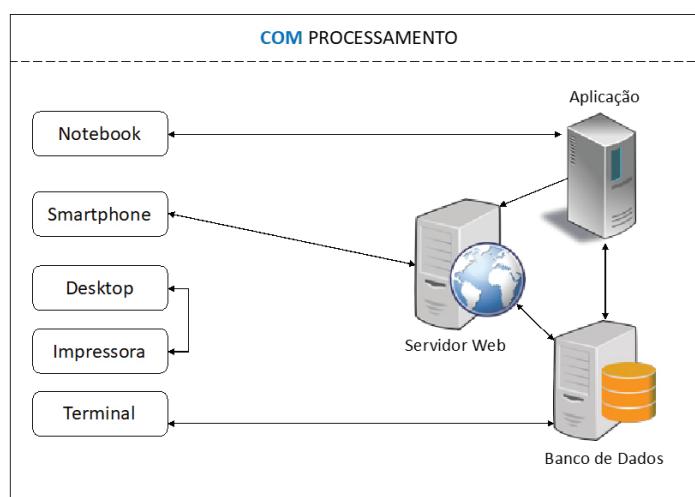


Figura 3 – Exemplo de sistema com processamento distribuído

Fonte: Acervo do Conteudista

O processamento de uma aplicação é uma das características que diferenciam os sistemas distribuídos dos centralizados. Quando o processamento ocorre exclusivamente em um servidor e os terminais ficam responsáveis somente pelas operações de entradas e saídas, temos claramente um sistema centralizado (Figura 2). Por outro lado, se o processamento de uma aplicação ocorre em dispositivos distintos – e não apenas em um servidor –, caracteriza-se como um sistema distribuído (Figura 3).

O compartilhamento de memória principal (RAM) é outra característica que diferencia sistemas centralizados de distribuídos: em sistemas centralizados as aplicações compartilham a capacidade da memória principal entre si; por sua vez, em sistemas distribuídos as aplicações podem utilizar a memória principal de acordo com o dispositivo ou nó no qual a aplicação está alocada.



Qual tipo de sistema é mais comum em seu dia a dia?

A partir da década de 1980 a computação avançou de forma radical com os microprocessadores e com as redes locais. A capacidade de processamento dos microprocessadores aumentou vertiginosamente e os preços diminuíram na mesma proporção; enquanto isso, as redes de computadores ficaram mais rápidas e estáveis. Essa Revolução Tecnológica permitiu a criação de ambientes favoráveis aos sistemas distribuídos e o resultado permitiu montar sistemas distribuídos mais facilmente e com menor custo – comparativamente aos sistemas centralizados de grande porte.

Conceitos de Sistemas Distribuídos

Existem diversas definições para sistemas distribuídos, porém, os autores utilizam, em suas conceituações, algumas características comuns aos sistemas distribuídos, vejamos:

Tanenbaum e Van Steen (2007) resumiram o conceito de sistemas distribuídos como um conjunto de computadores independentes que se apresenta aos seus usuários como um sistema único. De maneira complementar, Coulouris e colaboradores (2013) acrescentam que um sistema distribuído é aquele no qual os componentes de *hardware* ou *software* comunicam-se de forma coordenada através de uma rede.

Sistemas distribuídos:

- Consistem de componentes;
- Os componentes podem ser *hardware* ou *software*;
- Os usuários percebem os componentes como um único sistema;
- Os componentes se comunicam através de uma rede;
- O processamento ocorre de modo concorrente entre os componentes que fazem parte da rede.

Sistemas distribuídos não são o mesmo que redes de comunicação: as redes preocupam-se com o envio de mensagens de um ponto A para outro B – e não com o que se faz com a mensagem. Um sistema distribuído assume que existe alguma forma de enviar a mensagem e preocupa-se com as propriedades dessas mensagens e como processar e devolver a mensagem ao sistema.



Importante!

O transporte da mensagem é assegurado pela rede de comunicação.

A forma como as falhas são tratadas pode ser outro aspecto para diferenciar um sistema centralizado de um sistema distribuído: em sistemas centralizados quando ocorre uma falha, esta compromete todo o sistema, possibilitando identificar a sua ocorrência e reiniciar o sistema como forma de lidar com as falhas detectadas. Em um sistema distribuído a falha pode ser parcial – apenas em alguns elementos –, não ser conhecida e/ou identificada, de modo que a estratégia de reiniciar o sistema não funcionará, uma vez que o sistema distribuído é composto de muitos elementos computacionais.

Exemplos

Agora que já entendemos o conceito de sistemas distribuídos, analisaremos alguns exemplos que estão presentes em nosso dia a dia para facilitar a compreensão e contextualizar a teoria com a prática.

- **Sistema de buscas na web:** Atualmente é comum utilizarmos várias vezes ao dia buscas através do *Google*. Fazemos procura por meio do navegador do computador, *smartphone*, por textos, áudio de voz e até mesmo por imagem. O que não paramos para pensar é que para indexar as mais de 63 bilhões de páginas e retornar as pesquisas em milésimos de segundos, o *Google* construiu uma das mais complexas instalações de sistemas distribuídos da história da computação (COULOURIS *et al.*, 2013);
- **Jogos on-line multiplayer:** Os jogos – *games* – com vários jogadores *on-line – multiplayer* – são exemplos de sistemas distribuídos de alta complexidade. Se analisarmos que em um jogo *on-line* a sincronização de tempo entre os vários jogadores conectados é uma questão primordial na imersão e no contexto do jogo, o processamento da aplicação do *game* é comumente executado em *hardwares* diferentes, em redes com variação de latência e geograficamente distantes; perceberemos que tais sistemas de entretenimento são grandes desafios do ponto de vista computacional;
- **Streaming de filmes:** Os serviços de assinatura de filmes sob demanda fazem grande sucesso pela sua praticidade e adequação ao usuário, que pode assistir aos seus filmes em plataformas variadas, tais como computador, telefone celular, *tablet*, console de videogame, televisão etc. A aplicação adequa o conteúdo aos variados dispositivos utilizados pelo usuário, ajustando também a qualidade da transmissão dos dados à velocidade da conexão de rede;
- **Aplicativos de transporte por carros:** Outro atual exemplo de sistemas distribuídos corresponde aos aplicativos de transporte por carros, táxis e caronas. Tais sistemas possuem aplicações que estão preparadas para lidar com enorme variação de dados e responder satisfatoriamente aos usuários de modo *on-line*, independentemente da plataforma e do aparelho utilizado para rodar o aplicativo.

Internet e Intranet

A *internet* é um grande sistema distribuído, conectando usuários através de sites, e-mails, transferências de arquivos, chats etc. Esses serviços estão localizados fisicamente em computadores dispersos, os quais conectados por algum tipo de rede. Inúmeras aplicações e serviços se comunicam através da rede, trocando mensagens em diferentes meios de comunicação. A definição de um padrão entre aplicações e serviços em plataformas diversas permite que a comunicação seja realizada – padrões estes chamados de **protocolos**.

Já a *intranet* é uma parte da *internet* administrada separadamente por uma organização. Uma *intranet* é composta de várias redes locais – *Local Area Network* (LAN) – interligadas. A configuração de rede de uma *intranet* pode variar desde uma LAN em um único site até um conjunto de LAN interconectadas e geograficamente distantes entre si.



Importante!

Uma *intranet* pode ser conectada à *internet*; igualmente é possível que uma *intranet* se conecte a outras *intranets*.

Modelos de Sistemas Distribuídos

Antes de começarmos a avançar no conteúdo sobre sistemas distribuídos, examinaremos com atenção os vários modelos de sistemas distribuídos. A seguir faremos a diferenciação entre sistemas de computação distribuídos, sistemas de informação distribuídos e sistemas embutidos distribuídos.

Sistemas de Computação Distribuídos

Estes sistemas distribuídos são utilizados para aplicações de alto desempenho computacional. Podemos encontrar dois subgrupos: **computação de cluster** e **computação em grade**.

A **computação em cluster** basicamente se resume a conectar vários computadores ou estações de trabalho – nós – semelhantes a uma rede de alta velocidade. Dessa forma é possível criar supercomputadores utilizando apenas tecnologias disponíveis para usuários comuns, tornando-os mais acessíveis em termos de custo e disponibilidade. Vale lembrar que em sistemas em *cluster* cada nó executa o mesmo sistema operacional.

A situação da **computação em grade** é diferente, principalmente porque os sistemas costumam ser montados como grupos independentes, inclusive com varia-

ção no *hardware e software* utilizados. Podemos afirmar que em sistemas em grade há alta taxa de heterogeneidade. A vantagem desse tipo de sistema distribuído é permitir que distintas organizações possam colaborar na execução de aplicações, compartilhar os recursos e distribuir a carga de processamento.



Você Sabia?

Que o seu computador ou telefone celular pode ajudar nas pesquisas para a cura de doenças como câncer, síndrome da imunodeficiência adquirida (Aids), Zika e tuberculose?

Graças à computação em grade você pode doar um pouco da capacidade de processamento de seu dispositivo para que pesquisas possam ser executadas.

Sistemas de Informação Distribuídos

Os primeiros sistemas distribuídos foram alternativas aos sistemas centralizados. Esses pioneiros se baseavam no modelo conhecido como **cliente-servidor**, onde as aplicações ficavam com as suas regras e os seus dados restritos ao(s) servidor(es) e este(s) respondia(m) às requisições feitas pelos clientes.



Definiremos **cliente** como a parte da aplicação onde o usuário efetua as suas interações e solicitações, de modo que comumente o lado cliente possuía a interface e o lado servidor as regras e o banco de dados.

O modelo cliente-servidor vigorou durante um período baseado em sistema de transações de banco de dados. O sistema transacional tem como característica permitir que as transações sejam tratadas de forma atômica, consistente, isolada e durável (TANENBAUM; VAN STEEN, 2007).

- **Atômica:** Pois uma transação não será dividida;
- **Consistente:** Pois não interfere no sistema;
- **Isolada:** Uma transação não interfere na outra;
- **Durável:** Uma transação produz efeito permanente após a sua execução.



Você Sabia?

Que os comandos utilizados em sistemas gerenciadores de banco de dados *Begin*, *Commit* e *Rollback* são formas de aplicar o uso de transações em sistemas de informação distribuídos?

Sistemas Distribuídos Pervasivos

Os sistemas pervasivos são assim chamados por estarem em todos os lugares ao mesmo tempo, tal característica é possível graças ao uso da **computação móvel**.

Nessa categoria temos os *notebooks*, *tablets*, telefones celulares, relógios e outros dispositivos inteligentes e/ou vestíveis. Atualmente, tais dispositivos podem executar aplicações e fazer chamadas e consultas a servidores e outros clientes sem a necessidade de administração central. Esses aparelhos possuem em sua mobilidade uma característica distributiva, mas é a capacidade de interagirem entre si que torna tal categoria de dispositivos diferente dos modelos anteriores.



Figura 4 – *Internet of Things* (IoT) é um grande exemplo de sistemas distribuídos pervasivos

Fonte: Getty Images



Veja como funciona a *internet* das coisas em: <https://youtu.be/08-oISsZl1Y>

Arquiteturas Distribuídas

Quando mencionamos sistemas distribuídos não podemos deixar de abordar a arquitetura desses sistemas; afinal, os sistemas distribuídos podem ter diferentes tipos de arquitetura, conforme a necessidade do projeto. Por sua vez, a arquitetura de um sistema distribuído tem relação com a forma como são organizados e como interagem logicamente os componentes de *software*.

Pode envolver as arquiteturas do *software* e sistema, que são conceitos diferentes, uma vez que a arquitetura do:

- *Software* preocupa-se da estrutura e organização dos componentes lógicos – serviços, páginas, scripts etc.;
- Sistema é responsável pela estrutura e organização dos componentes físicos – servidores, roteadores, terminais etc.

Apesar de serem conceitos diferentes, existe uma relação entre os quais.



Importante!

A arquitetura do sistema sempre dependerá da arquitetura do *software*.

Cada componente é uma unidade modular – *hardware* ou *software* – com interfaces requeridas e fornecidas bem definidas. Os componentes geralmente implementam uma das três seguintes funções em um sistema distribuído:

1. **Processamento:** oferecem as funcionalidades ou serviços do sistema distribuído – comportamento;
2. **Estado:** mantém informação ou dados do sistema distribuído;
3. **Comunicação:** realizam a interconexão com os demais componentes, possibilitando a comunicação entre os quais.

Como São Configurados os Componentes Lógicos e Físicos?

Os componentes são configurados em conjunto para formar a arquitetura do sistema. Existem basicamente **componentes** e **conectores**.



- **Componentes:** São elementos modulares que integram o sistema de *software*;
- **Conectores:** São elementos que estabelecem a comunicação entre os componentes dentro da arquitetura.

O conceito de arquitetura tem relação com a organização da estrutura de um sistema de *software*. Trata-se da estrutura de um sistema, que consiste em componentes de *software*, das propriedades externamente visíveis desses componentes e dos relacionamentos entre tais componentes, ou seja, da forma de comunicação dos componentes de *software* que compõem o sistema distribuído.

A forma como os componentes são configurados é o que define o estilo arquitetural do sistema. Alguns dos estilos possíveis dizem respeito à arquitetura:

- Cliente-servidor;
- De objetos;
- Em camadas;
- *Peer to peer*.

Desafios das Arquiteturas de Sistemas Distribuídos

Você deve ter percebido que os sistemas distribuídos possuem uma abrangência consideravelmente grande. Notou, então, como temos diversos exemplos de aplicações dos sistemas distribuídos?



Importante!

Veja quais são os principais desafios na configuração de arquiteturas de sistemas distribuídos.

Heterogeneidade

Entenda heterogeneidade como a variedade e diferença dos vários componentes que podem fazer parte de uma arquitetura de sistemas distribuídos. Por exemplo, um sistema distribuído necessita conseguir lidar com diferentes sistemas operacionais. Uma chamada para a troca de mensagens em *Windows* é diferente de *Linux*, *MacOS* ou *Android*.



Importante!

A solução para esse desafio é a implementação e o uso de uma camada de *software* denominada *middleware*.

Middleware será responsável por fazer com que os diferentes sistemas operacionais se comuniquem com a aplicação – você aprenderá mais sobre esse assunto durante a Disciplina.

Sistemas Abertos

Os sistemas desenvolvidos a partir de padrões públicos são chamados de sistemas distribuídos abertos, demonstrando que podem ser ampliados por novos hardwares, tal como o acréscimo de computadores em uma rede e por softwares, como a entrada de novos serviços ou aplicações, permitindo aos programas aplicativos compartilharem os seus recursos. Uma vantagem adicional, frequentemente mencionada para sistemas abertos, é sua independência de organizações individuais (COULOURIS *et al.*, 2013).



Trocando ideias...

Por que quanto mais aberto for um sistema, maior será o desafio de implementá-lo e gerenciá-lo?

Segurança

Neste ponto você já deve ter compreendido que uma arquitetura de sistemas que possui muitos componentes variados – heterogeneidade – e pode ser aberta para a entrada de novos componentes – sistemas abertos – será um desafio na questão da segurança.

Escalabilidade

Uma arquitetura de sistemas distribuídos poderá variar de tamanho dependendo da aplicação executada – desde uma aplicação restrita a uma pequena empresa, ou uma aplicação de larga escala global, tal como um serviço de *streaming* de filmes. Aumentar ou diminuir conforme a necessidade da aplicação é o que chamamos de **sistema escalável**, de modo que um bom projeto de arquitetura permitirá essa manobra – quando necessária.

Concorrência

Tanto os serviços como aplicativos fornecem recursos que podem ser compartilhados pelos clientes em uma arquitetura de sistema distribuído. Portanto, existe a possibilidade de que vários clientes tentem acessar um recurso compartilhado ao mesmo tempo. Por exemplo, um banco de dados que registra a venda de ingressos para um *show* pode ser acessado simultaneamente por diversos usuários quando as vendas são divulgadas.

O que você deve saber sobre concorrência é que qualquer objeto que represente um recurso compartilhado em um sistema distribuído deve garantir que funcione corretamente em um ambiente concorrente (COULOURIS *et al.*, 2013).



Em Síntese

Durante a Disciplina de **Arquitetura de Sistemas Distribuídos** você conhecerá em detalhes tais arquiteturas, analisará as vantagens e desvantagens e reconhecerá aplicações que fazem uso dessas arquiteturas.

Bom estudo!

Material Complementar

Indicações para saber mais sobre os assuntos abordados nesta Unidade:

Sites

World Community Grid

Conheça o projeto *World Community Grid* da IBM e veja como pode colaborar através da computação em grade.

<http://tinyurl.com/y6sw4spu>

Introdução à Internet das Coisas

Curso gratuito de *Internet das Coisas*.

<http://tinyurl.com/y344sv7c>

Vídeos

Sistemas distribuídos – Conceitos Básicos

<https://youtu.be/BSufWy0ZIeo>

Google Data Center 360° Tour

Um tour 360° por dentro de um *data center* do Google.

<https://youtu.be/zDAYZU4A3w0>

Referências

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

TANENBAUM, A. S.; VAN STEEN, M. **Sistemas distribuídos:** princípios e paradigmas. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

Sites visitados

IBM 100 anos. 2011. Disponível em: <<https://www.ibm.com/ibm/history/ibm100/us/en>>. Acesso em: 5 jan. 2019.



Cruzeiro do Sul
Educacional