

# Introdução ao Processamento Paralelo e Distribuído

Desligue sua câmera e seu microfone. Utilize o chat para interagir apenas com o professor. Esta sessão está sendo gravada.

## Notas dos slides

### APRESENTAÇÃO

O presente conjunto de slides pertence à coleção produzida para a disciplina *Introdução ao Processamento Paralelo e Distribuído* ofertada aos cursos de bacharelado em Ciência da Computação e em Engenharia da Computação pelo Centro de Desenvolvimento Tecnológico da Universidade Federal de Pelotas.

Os slides disponibilizados complementam as videoaulas produzidas e tratam de pontos específicos da disciplina. Embora tenham sido produzidos para ser assistidos de forma independente, a sequência informada reflete o encadeamento dos assuntos no desenvolvimento do conteúdo programático previsto para a disciplina.



# Sistemas Distribuídos

Conceitos e Arquitetura

## Notas da videoaula

### DESCRIÇÃO

Nesta videoaula são apresentados os conceitos fundamentais da construção de Sistemas Distribuídos e de seus modelos arquiteturais.

### OBJETIVOS

Nesta videoaula o aluno compreenderá os principais conceitos associados aos Sistemas Distribuídos e poderá identificar diferentes modelos arquiteturais empregados para construí-los.



**A distributed system is one in which the failure of a computer you didn't even know existed can render your own computer unusable.**

Leslie Lamport

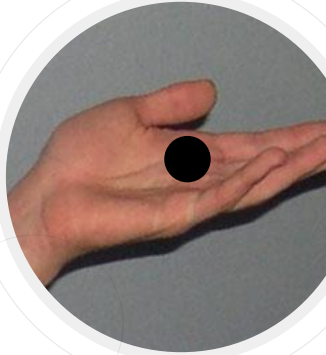
5

## A quo

Um **Sistema Distribuído** consiste em uma coleção de elementos de computação autônomos (chamados nós) que se mostra, aos seus usuários, como um sistema único e coerente.

- Nós podem ser tanto dispositivos de hardware como processos em software
- sistema único e coerente: esta percepção, por parte dos usuários (pessoas ou mesmo mesmo aplicações), requer colaboração entre os nós.

6



## Verbum pro verbo

- **Coleção de nós autônomos**
- **Rede sobreposta (overlay network)**
- **Sistema coerente**
- **Transparência**
- **Middleware**



7

## Coleção de nós autônomos

- Poder de decisão distribuído
- Inexistência de um relógio global
- Devem ser tratadas questões sobre sincronização e coordenação
- Gerência dos membros
- Segurança em identificar identidade dos interlocutores



8



## Rede Sobreposta

- Em uma rede que representa um sistema distribuído, os nós são formados por processos e os *links* representam os possíveis canais de comunicação entre eles utilizando protocolos de camadas inferiores.
  - Camadas de rede, oferecendo serviços
- **Estruturada:** a rede tem uma estrutura determinada e os nós conhecem seus vizinhos (anel, árvore...).
- **Não estruturada:** Não existe um padrão nas conexões.

9

## Sistema Coerente

- A coleção de nós como um todo opera da mesma forma, não importa onde, quando, e como ocorre a interação entre um usuário e o sistema.
- Um usuário não sabe exatamente onde sua computação está sendo realizada;
- A localização exata dos dados pode ser irrelevante para a aplicação;
- Se existe ou não replicação de dados, isso não é visto pela aplicação.



10



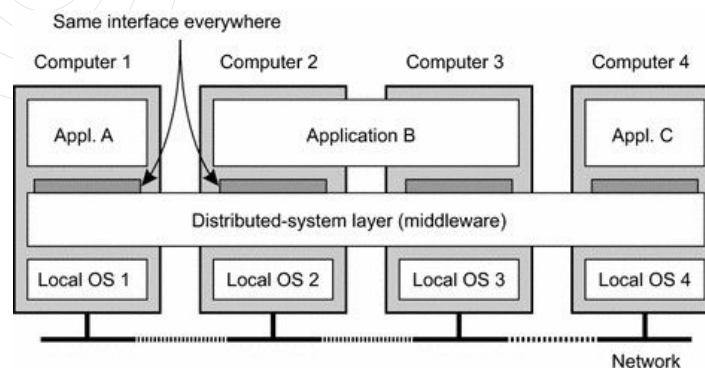
## Transparência

Requisito desejado, mas nem sempre é possível esconder falhas, assim como sua recuperação normalmente é de difícil promoção. Na prática, não é possível esconder completamente do usuário final a ocorrência de falhas.

11

## Middleware

O Sistema Operacional dos sistemas distribuídos!



Contém os componentes e funcionalidades necessárias a todo sistemas, sem necessidade de implementações individuais.

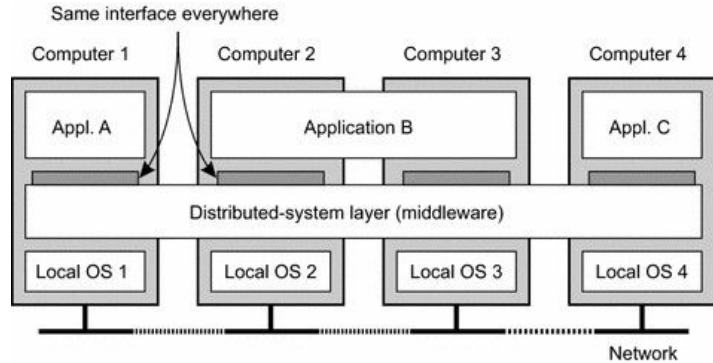
12

# Middleware

O Sistema Operacional dos sistemas distribuídos!

Provê:

- Compartilhamento de recursos
- Transparência da distribuição
- Abertura
- Escalabilidade



# Middleware

O Sistema Operacional dos sistemas distribuídos!

Provê:

- Transparência de distribuição

Transparência	Esconde...
Acesso	... diferenças na representação dos dados e na forma como são realizados os acessos.
Localização	... a localização física do objeto.
Relocação	... a possibilidade de movimentação de um objeto enquanto estiver em uso.
Migração	... a possibilidade de um objeto alterar sua localização.
Replicação	... que um objeto pode ser replicado.
Concorrência	... o uso compartilhado de um mesmo objeto.
Falha	... falhas e recupera o objeto caso uma falha ocorra.

14

# Middleware

O Sistema Operacional dos sistemas distribuídos!

Provê:

- Transparência de distribuição

Transparência	
Acesso	... diferenças na representação dos dados e na forma como são realizados os acessos.
Localização	... a localização física do objeto.
Relocação	... a possibilidade de movimentação de um objeto enquanto estiver em uso.
Migração	... a possibilidade de um objeto alterar sua localização.
Replicação	... que um objeto pode ser replicado.
Concorrência	... o uso compartilhado de um mesmo objeto.
Falha	... falhas e recupera o objeto caso uma falha ocorra.

A TRANSPARÊNCIA É LEGAL, MAS OBTÊ-LA É MUITO DIFÍCIL. AS VEZES, A META NEM DEVE SER ATINGIDA!

15

# Middleware

O Sistema Operacional dos sistemas distribuídos!

Provê:

- Transparência de distribuição

A TRANSPARÊNCIA É LEGAL, MAS OBTÊ-LA É MUITO DIFÍCIL. AS VEZES, A META NEM DEVE SER ATINGIDA!

- É impossível esconder as latências das comunicações
- Garantir total transparência às falhas é *impossível*
  - Algum objeto está lendo ou falhou?
  - O servidor procedeu a operação antes, durante ou após executar uma operação?
- Mais transparência, maior custo
  - Réplicas, ok, mas tem custo em recursos de processamento e atualização do *master*

16

# Middleware

O Sistema Operacional dos sistemas distribuídos!

Provê:

- Transparência de distribuição

A TRANSPARENCIA É LEGAL, MAS OBTÊ-LA É MUITO DIFÍCIL. AS VEZES, A META NEM DEVE SER ATINGI-LA!

Expor a distribuição pode ter impactos positivos:

- A informação de localização pode ser útil na identificação de serviços próximos.
- Permite explorar recursos em função do fuso horário.
- Permite que os usuários interpretem atrasos nas respostas às suas requisições, identificando situações de falha.

17

# Middleware

O Sistema Operacional dos sistemas distribuídos!

Provê:

- Abertura

Expor a distribuição pode ter impactos positivos:

- A informação de localização pode ser útil na identificação de serviços próximos.
- Permite explorar recursos em função do fuso horário.
- Permite que os usuários interpretem atrasos nas respostas às suas requisições, identificando situações de falha.

18

# Middleware

O Sistema Operacional dos sistemas distribuídos!

Provê:

- Abertura

Capacidade de interação com outros sistemas.

- Conformidade com interfaces bem definidas
- Capacidade de interoperabilidade
- Suporte a portabilidade de aplicações
- Extensível



19

# Middleware

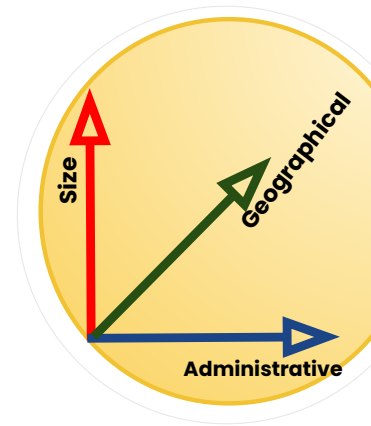
O Sistema Operacional dos sistemas distribuídos!

Provê:

- Escalabilidade

Três eixos:

- Quantidade de recursos: Tamanho
- Área de abrangência: Geográfica
- Gestão dos recursos: Administrativa



20



# Middleware

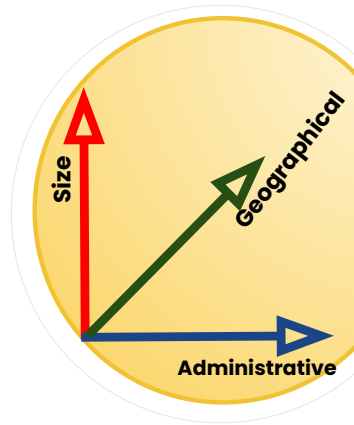
O Sistema Operacional dos sistemas distribuídos!

Provê:

- Escalabilidade
- Tamanho

Em relação aos sistemas centralizados, o ganho se dá pela natural restrição dos recursos da central e pela distância (de rede) entre cada usuário e esta central.

O contraponto: mais recursos oferecidos, localizados mais próximos aos usuários.



21

# Middleware

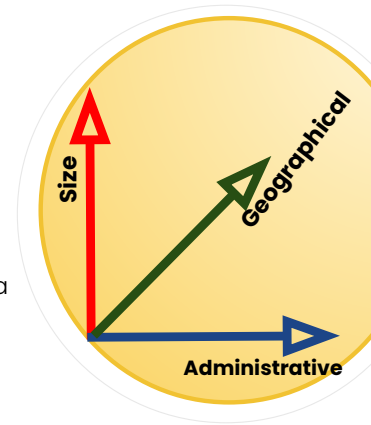
O Sistema Operacional dos sistemas distribuídos!

Provê:

- Escalabilidade
- Geográfica

Os problemas em uma WAN não são os mesmos de uma LAN, envolvem maiores tempos de latência. A natureza da solução é diferente. Ex.:

- streaming de vídeo
- Broadcast vs. diretório de serviços



22

# Middleware

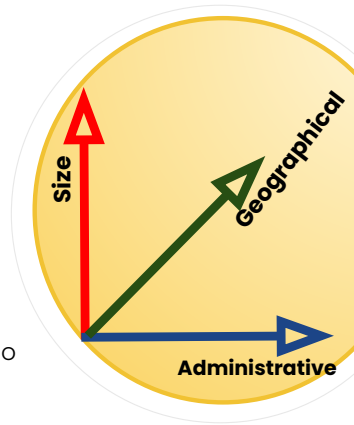
O Sistema Operacional dos sistemas distribuídos!

Provê:

- Escalabilidade
- Geográfica

Técnicas para escalar:

- Mascarar latências com comunicações assíncronas
- Mover parte da computação para próximo do usuário
- Uso de réplicas
- Caches e mirrors



23

# Middleware

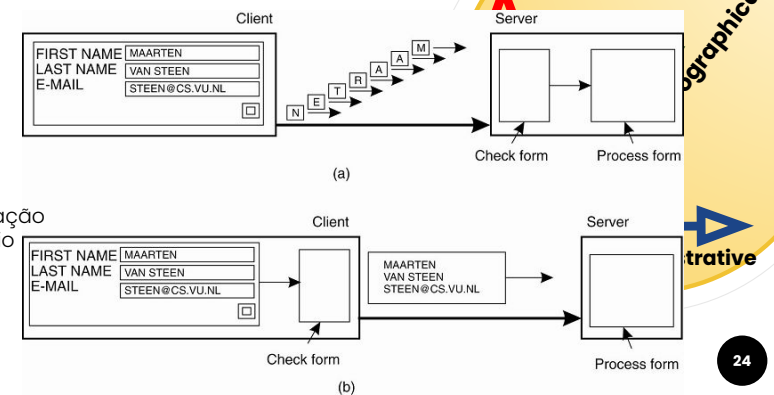
O Sistema Operacional dos sistemas distribuídos!

Provê:

- Escalabilidade
- Geográfica

Técnicas para escalar

- Trazendo a computação para perto do usuário



24

Pesar: vantagens e desvantagens

# Middleware

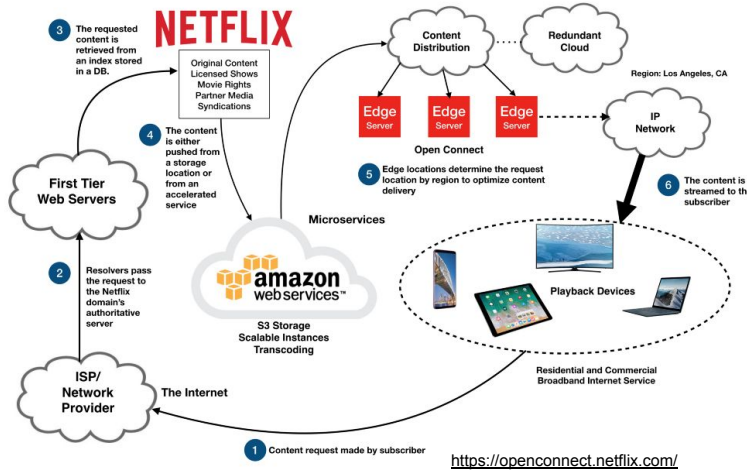
O Sistema Operaci

Provê:

- Escalabilidade
- Geográfica

Técnicas para escalar

- Caching de dados



# Implementando SDs

## Não se pode considerar que:

- A rede é confiável
- A rede é segura
- A rede é homogênea
- A topologia da rede não varia
- A latência é nula
- A largura de banda é infinita
- O custo do transporte é zero
- Há apenas um administrador



27

## Três tipos

### HPC

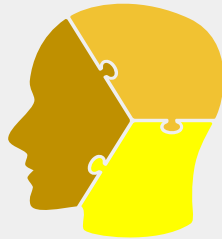
Voltados ao High Performance Computing.

### Integração de aplicações

Atendem demandas de interoperabilidade entre várias aplicações.

### Pervasivo

Ambiente onde os nós são pequenos (em termos de recursos), se deslocam e podem estar inseridos no ambiente.



28

## HPC

### Cluster

Implantados em uma LAN, são homogêneos em termos de SO e quase-homogêneos em termos de hw.

### Grid

Implantados em uma WAN, são dispersos entre várias organizações e em amplitude geográfica. Grau de heterogeneidade grande (sw e hw).

### Cloud

Os recursos são todos acessados via rede (Internet)..



29

## HPC

### Diferença: Grid e Cloud

Em uma grade, os recursos estão todos disponíveis e são acessados diretamente (não apenas hw, mas também os dados). Podem ser, e frequentemente são, utilizados recursos de virtualização dos recursos.

Em uma nuvem, todos os recursos são acessíveis via rede, não diretamente. A ideia é outsourcing.



30

## Integração de aplicações

### Fato seminal:

As aplicações são suportadas em servidores atendendo requisições de clientes. A integração básica se dá combinando as respostas de diferentes consultas, a diferentes servidores, provendo uma resposta coerente.

### Questão tratada:

Permitir comunicação direta entre as aplicações.

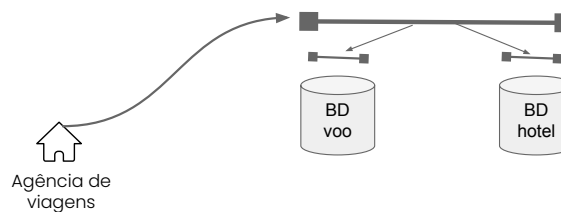


31

## Integração de aplicações

### Exemplo:

Nas férias familiares, voo e hotel devem ser reservados de forma casada. Solução: **transações aninhadas**.



32





# Pervasivo

Novas tecnologias oferecem dispositivos pequenos, com alta capacidade de processamento (em relação ao tamanho) e baixo consumo. Caracterizam-se pela mobilidade e por se misturar com o meio.

Computação ubíqua  
Computação móvel  
Rede de sensores  
Computação na névoa



33

# Pervasivo

## Computação ubíqua

- **Distribuição:** os dispositivos estão em rede e acessíveis de forma transparente
- **Interção:** altamente discreta
- **Consciência de contexto:** o sistema identifica o contexto em que o usuário se encontra para tomadas de decisões
- **Autonomia:** os dispositivos requerem pouca ou nenhuma intervenção humana e são capazes de se auto-gerenciar
- **Inteligência:** o sistema como um todo pode executar um grande espectro de ações e interações



34

# Pervasivo

## Computação móvel

- Envolver o grande número de dispositivos que a sociedade moderna utiliza (smartphones, tablets, vestíveis...)
- Considera que o dispositivo pode se deslocar, é necessário suporte à **descoberta**
- A comunicação é instável devido a natural instabilidade da rede face ao deslocamento e pontos de perda de conexão, devendo ser previsto tolerância a esta situação.



35

# Pervasivo

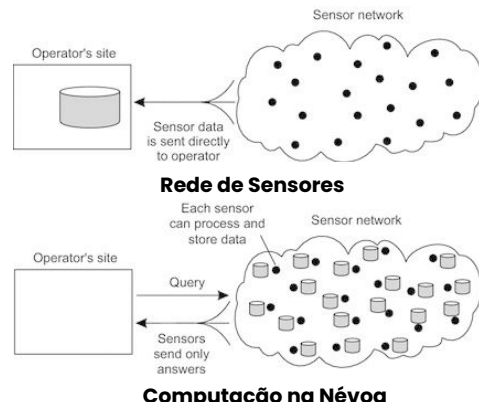
## Rede de sensores

- Redes com dezenas, centenas ou milhares de sensores interconectados
- Poucos recursos, executando uma (ou um conjunto) de atividades específicas.
- Fornecem dados para tomadas de decisão
- O consumo energético é crítico

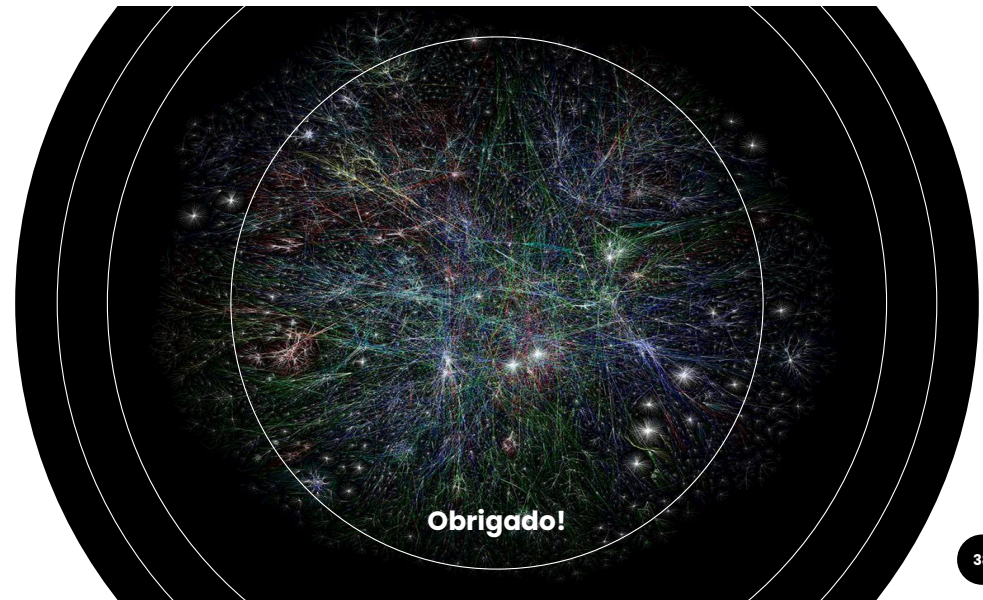


36

# Pervasivo



37



38