

# Redes de Interconexão

## Tópicos:

- Introdução
- Parâmetros Básicos
- Alternativas de Projeto
- Redes com Topologia Estática

**Referência:** Almasi & Gottlieb *Highly Parallel Computing* - ch.8, Benjamin Cummings, 1<sup>st</sup> ed., 1989.

# Introdução

- **Escopo de Aplicação:** Sistemas Paralelos (vários processadores)
- **Objetivo:** Interligar os processadores entre si, ou interligar os processadores a módulos de memória
- **Necessidade da Comunicação:** Troca de dados, sincronização, etc.
- **Restrição:** O tempo adicional de processamento devido à comunicação deve *sempre* ser minimizado
- **Rede Ideal:** *all-to-all*; porém, o custo é proibitivo quando o número de processadores não é pequeno

# Parâmetros Básicos

- **Latência:** Tempo de envio de um ítem de dado
- **Largura de Faixa** (*bandwidth*): Total de tráfego, por unidade de tempo, que a rede pode suportar
- **Conectividade:** Número de vizinhos imediatos que cada nó possui
- **Custo Físico:** Fração do custo total do sistema correspondente à rede
- **Confiabilidade:** Existência de caminhos redundantes, tolerância a falhas, etc.
- **Funcionalidade:** Funções adicionais implementadas pela rede

# Alternativas de Projeto

- **Topologia:**
  - organização lógica
  - estática x dinâmica
- **Modo de Operação:**
  - síncrono x assíncrono
- **Método de Chaveamento:**
  - comutação de circuitos x comutação de pacotes
- **Estratégia de Controle:**
  - centralizado x distribuído

# Redes com Topologia Estática

- **Topologia Estática:** Topologia não muda após a construção da rede
- **Áreas de Utilização:** Aplicações nas quais o padrão de comunicação combina bem com a rede  
Ex: Processamento de Imagens x Rede com grade 2-D
- ∴ Escopo de aplicação de uma certa rede pode ser limitado
- **Problemas:**
  - Aplicações onde um nó se comunica com muitos outros
  - Aplicações com comunicação não previsível

# Topologias Estáticas

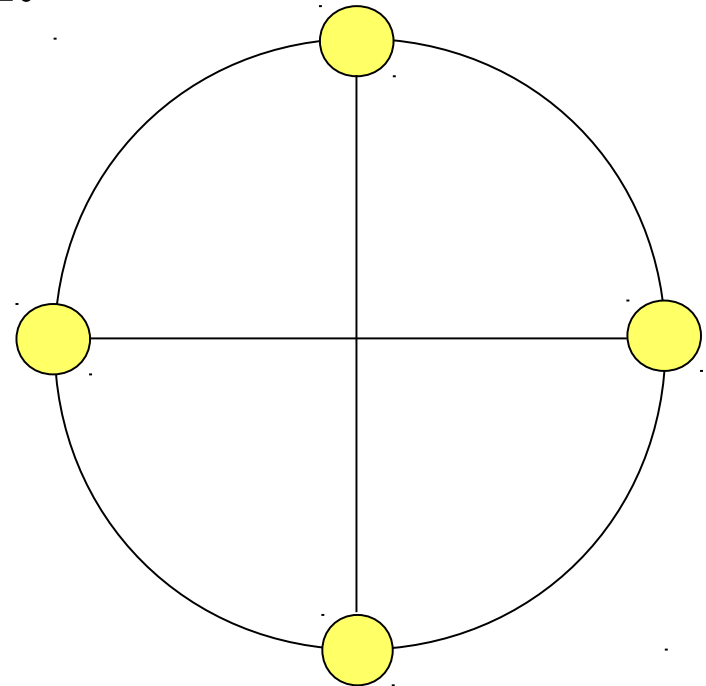
## 1) Conectividade Completa:

- **Vantagens:**

- Distância mínima entre nós
- Possibilidade de implantar qualquer permutação 1/1
- Roteamento trivial

- **Desvantagens:**

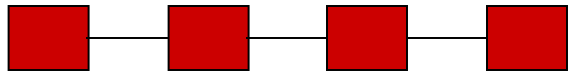
- Número de links:  $N(N-1) / 2$
- Conexões em cada nó:  $(N-1)$



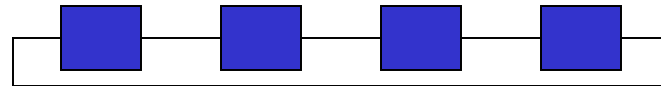
# Topologias Estáticas (cont.)

## 2) Grades e Anéis:

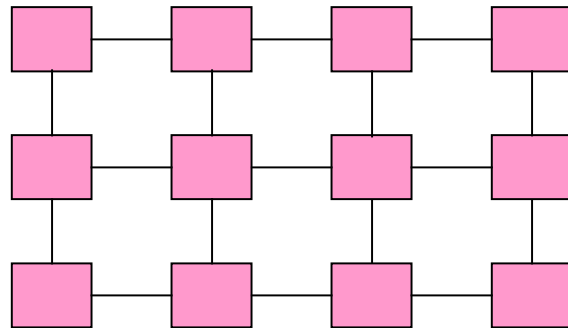
Grade Linear:



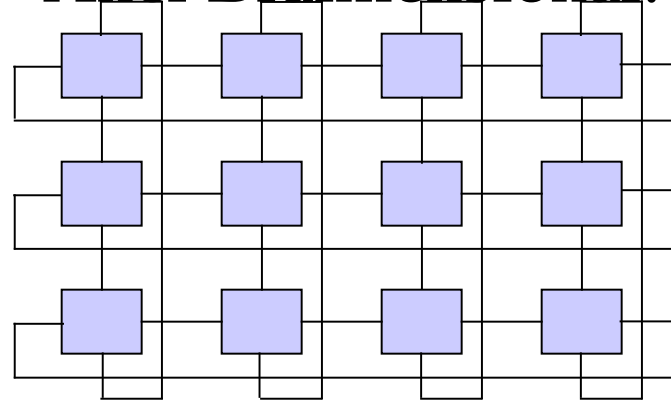
Anel:



Grade Bidimensional:



Anel Bidimensional:



# Topologias Estáticas (cont.)

## 2) Grades e Anéis:

- **Vantagens:**

- Número fixo de conexões em cada nó
- Fácil expansão para mais nós
- Razoável tolerância a falhas num certo link

- **Desvantagem:**

- Distância entre dois dados nós pode ser alta

- **Observações:**

- Em geral, o roteamento é feito em uma dimensão de cada vez
- Em anéis, conexões de bordas podem ser variáveis (programáveis)



# Topologias Estáticas (cont.)

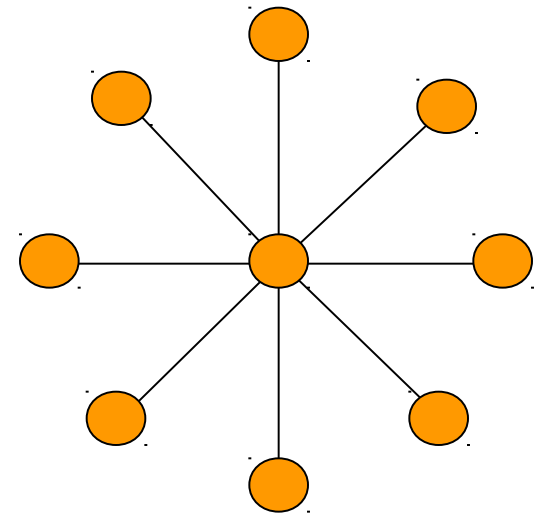
## 3) Estrela:

- **Vantagens:**

- Apenas uma conexão por nó externo
- Distância máxima entre dois nós é 2
- Número total de conexões é  $N-1$
- Roteamento trivial

- **Desvantagens:**

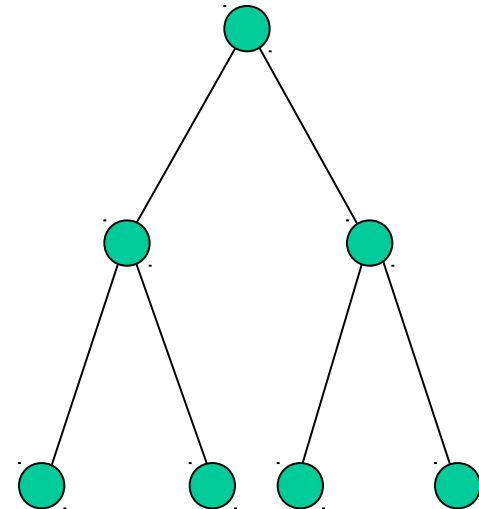
- Nó central é um gargalo ao tráfego
- Aumento do número de nós exige aumento do nó central



# Topologias Estáticas (cont.)

## 4) Árvores Binárias:

- **Vantagens:**
  - Poucas conexões por nó
  - Distância entre dois nós é  $O(\log_2 N)$
  - Número total de conexões é  $O(N)$
- **Desvantagem:**
  - Pode haver excesso de tráfego nos links superiores

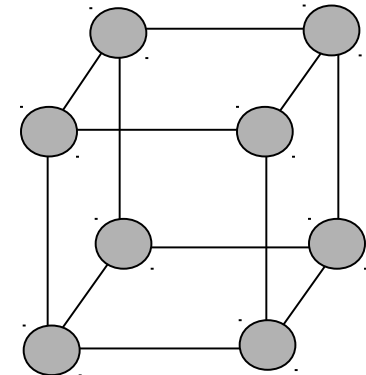


# Topologias Estáticas (cont.)

## 5) Hipercubos

- **Vantagens:**
  - Distância máxima entre dois nós é  $\log_2 N$
  - Roteamento simples (uma dimensão por vez)
- **Desvantagens:**
  - Aumento do número de dimensões requer mais conexões em cada nó
  - Número total de conexões é  $O(N \log_2 N)$

Caso 3-D:



# Topologias Estáticas (cont.)

## 6) Ciclos Hipercúbicos (*Cube-Connected Cycles*)

- **Idéia:** Variação do hipercubo, tal que o número de conexões por nó independa do número total de nós
- **Vantagens:**
  - Número de conexões por nó é 3
  - Distância máxima entre dois nós é  $O(\log_2 N)$
  - Roteamento ainda é simples
- **Desvantagem:**
  - Aumento do número de nós requer aumento de dimensões

Caso 3-D:

