



# SSC-0742

# PROGRAMAÇÃO CONCORRENTE

**Aula 01 – Introdução à Programação Concorrente**

Prof. Jó Ueyama

Créditos: Prof. Júlio C. Estrella

# Créditos

*Os slides integrantes deste material foram construídos a partir dos conteúdos relacionados às referências bibliográficas descritas neste documento*

# Visão Geral da Aula de Hoje

1

- Definição

2

- Motivação

3

- Objetivos da Prog. Concorrente

4

- Exercício e Leitura Recomendada



# DEFINIÇÃO

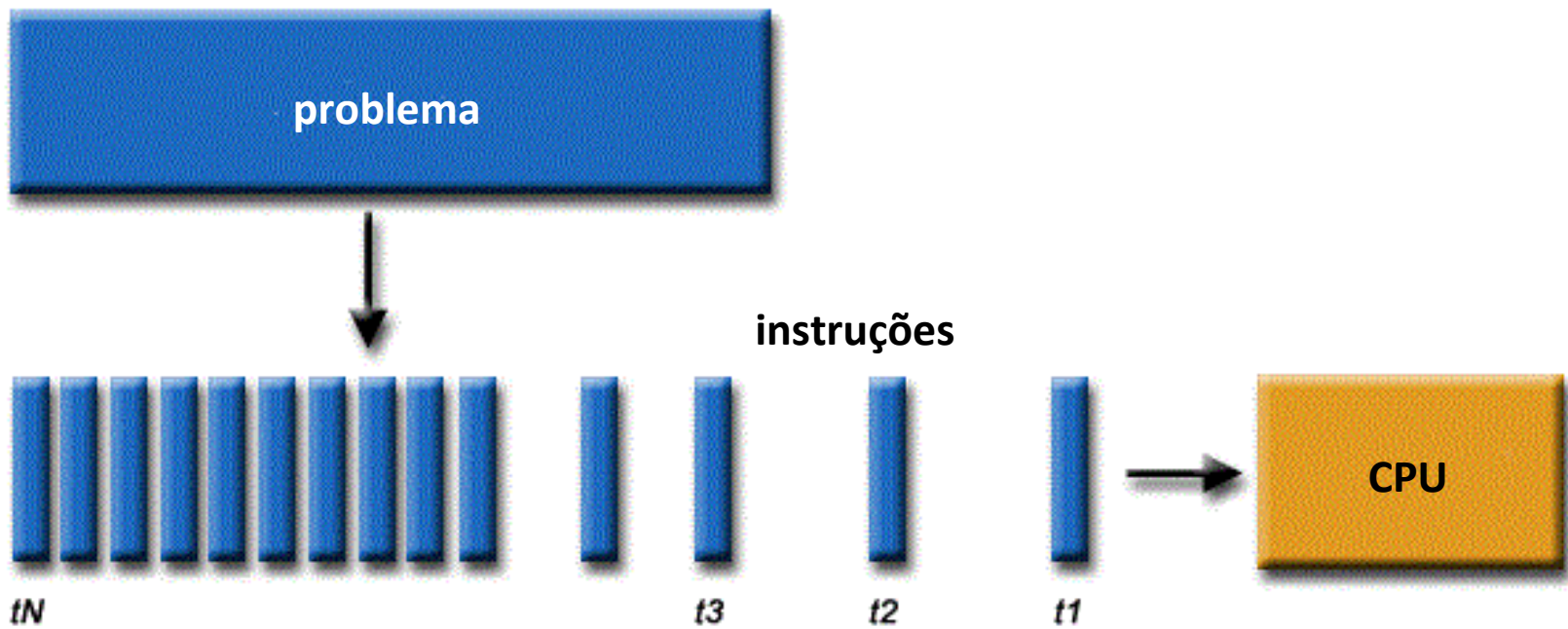
# Definição

- **Programação Concorrente / Programação Paralela**
  - Do inglês *Concurrent Programming*, onde *Concurrent* significa "acontecendo ao mesmo tempo".
  - Uma tradução mais adequada seria programação concomitante. Entretanto, o termo programação concorrente já está solidamente estabelecido no Brasil. Algumas vezes é usado o termo **Programação Paralela** com o mesmo sentido (Toscani, 2003).

# Definição

- Tradicionalmente, a grande maioria dos programas escritos são programas sequenciais
- Para serem executados em um único computador com uma CPU
  - O problema é quebrado em séries discretas de instruções.
    - As instruções são executadas uma após a outra
      - Apenas uma instrução pode executar em um determinado instante do tempo.

# Definição

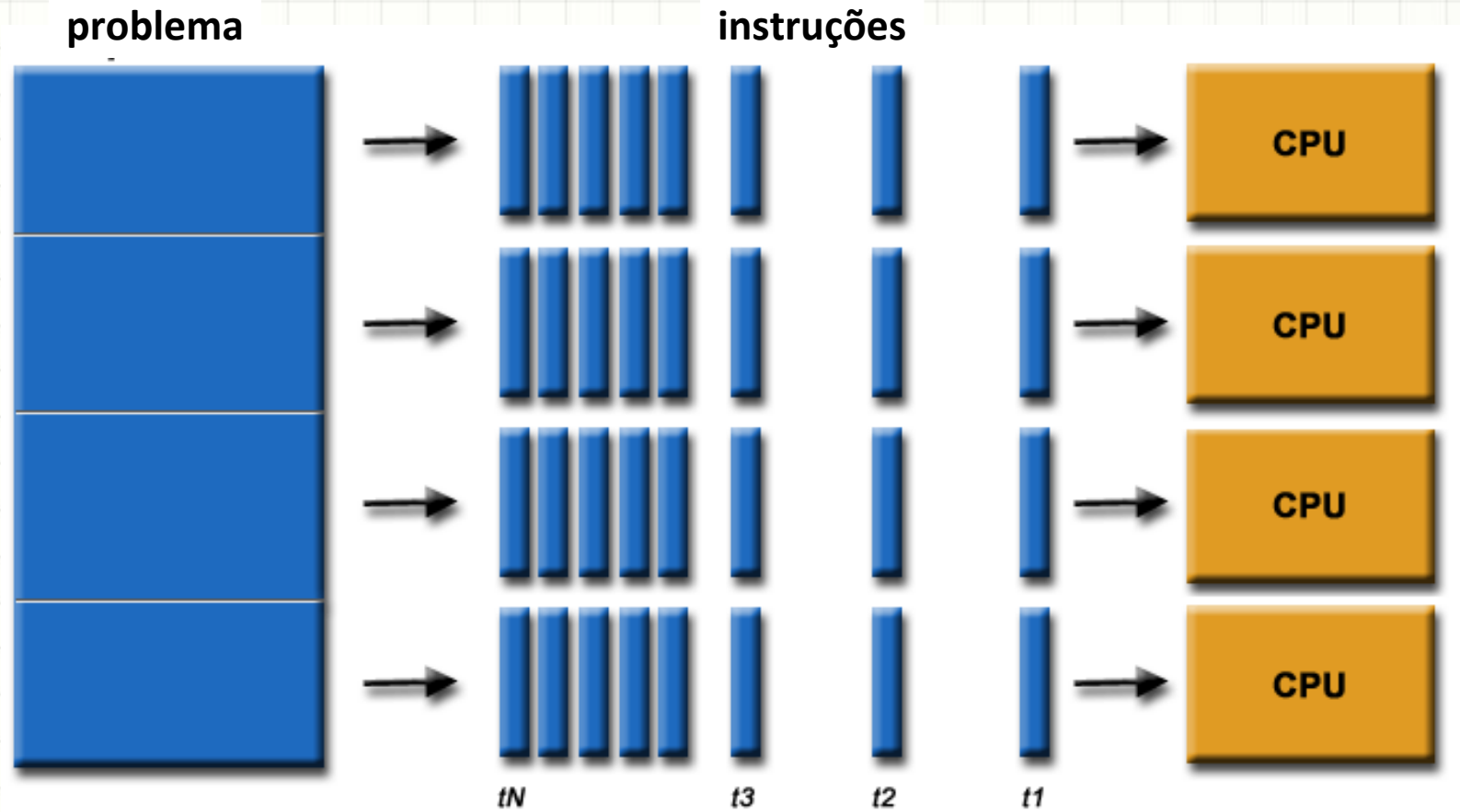


# Definição

- Computação Paralela é definida como o uso simultâneo de múltiplos recursos computacionais para resolver um problema computacional
- Para ser executado em diversas CPUs
  - Um problema é quebrado em partes discretas que podem ser resolvidas concorrentemente
  - Cada parte é então quebrada em uma série de instruções
  - Instruções de cada parte do programa são executadas simultaneamente em diferentes CPUs



# Definição



# Definição

- Os recursos computacionais podem incluir:
  - Um único computador com múltiplos processadores
  - Um número arbitrário de computadores conectados pela rede
  - Uma combinação de ambos

# Definição

- O problema computacional geralmente demonstra características como a habilidade de ser:
  - Quebrados em partes de um trabalho que pode ser resolvido de forma simultânea
  - Executar múltiplas instruções do programa a qualquer momento no tempo
  - Resolvido em menos tempo com vários recursos de computação do que com um único recurso computacional

# Definição

- A computação paralela é uma evolução da computação sequencial, que tenta imitar o estado das coisas no mundo real: muitos eventos complexos inter-relacionados acontecendo ao mesmo tempo, mas dentro de uma sequência.

# Definição

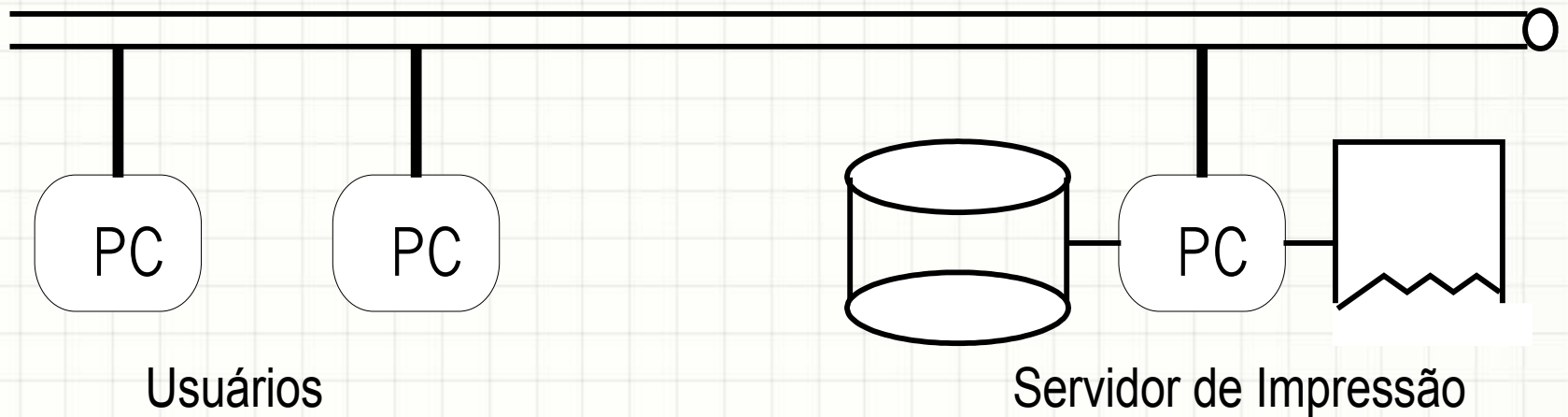
- Programação Paralela → Mais complexa que a Programação Sequencial.
- Presença de erros dos programas sequenciais + erros associados as interações entre os processos
- Erros dependentes do momento exato em que o escalonador do SO realiza um chaveamento de contexto
  - Dificuldades de reproduzir e identificar os erros
- Apesar da maior complexidade, há muitas áreas nas quais a programação paralela é vantajosa.
  - *Sistemas com vários processadores (máquinas paralelas ou sistemas distribuídos)*
    - *Aproveitamento do paralelismo para acelerar a execução do programa.*

# Definição

- A programação paralela é natural para vários tipos de aplicações, principalmente para aquelas que apresentam **paralelismo implícito**
- Aplicações com paralelismo implícito:
  - aquelas para as quais pode-se distinguir facilmente funções para serem realizadas em paralelo

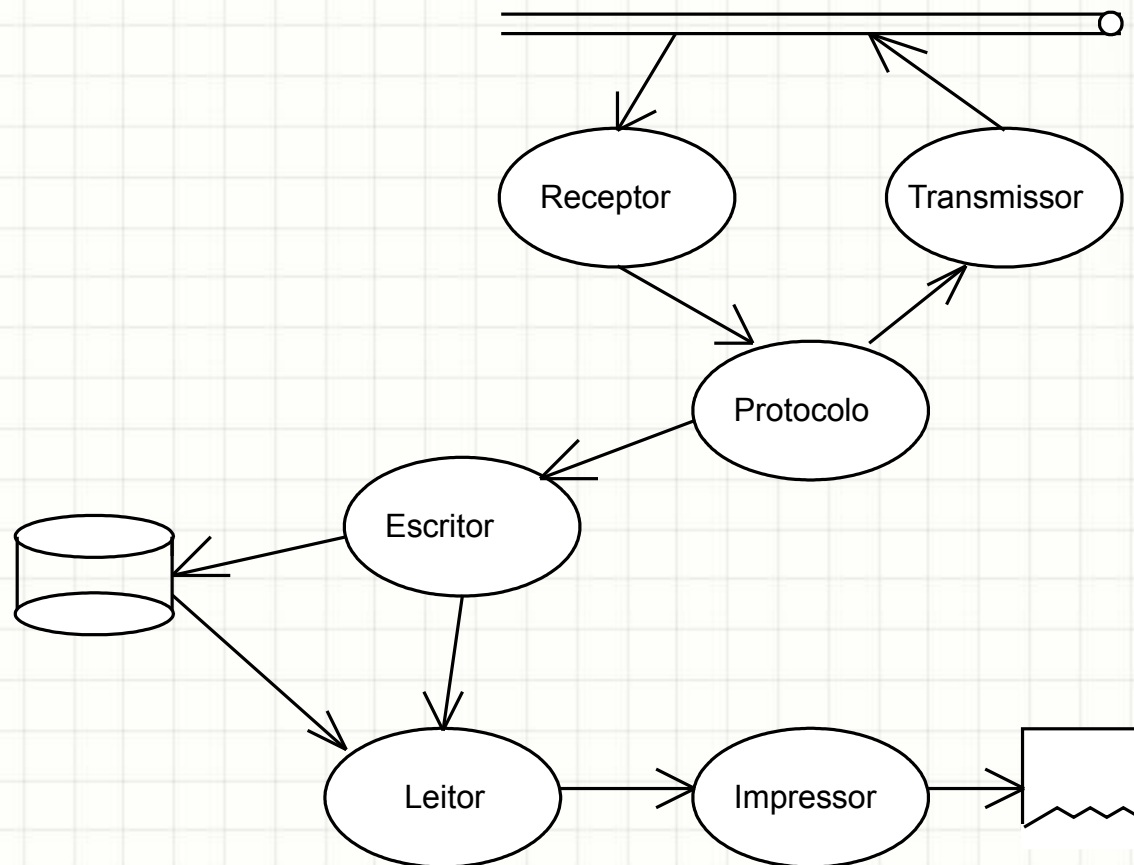
# Motivação

- *Spooling de Impressão*



# Motivação

- *Organização de um servidor de impressão*







# MOTIVAÇÃO

# O Mundo é Paralelo



Formação de Galáxias



Movimentação dos planetas



Padrões dos oceanos



Tráfego na hora do rush



Movimentação da placa tectônica



Padrões do tempo



Linha de montagem de carros



Construção de aviões

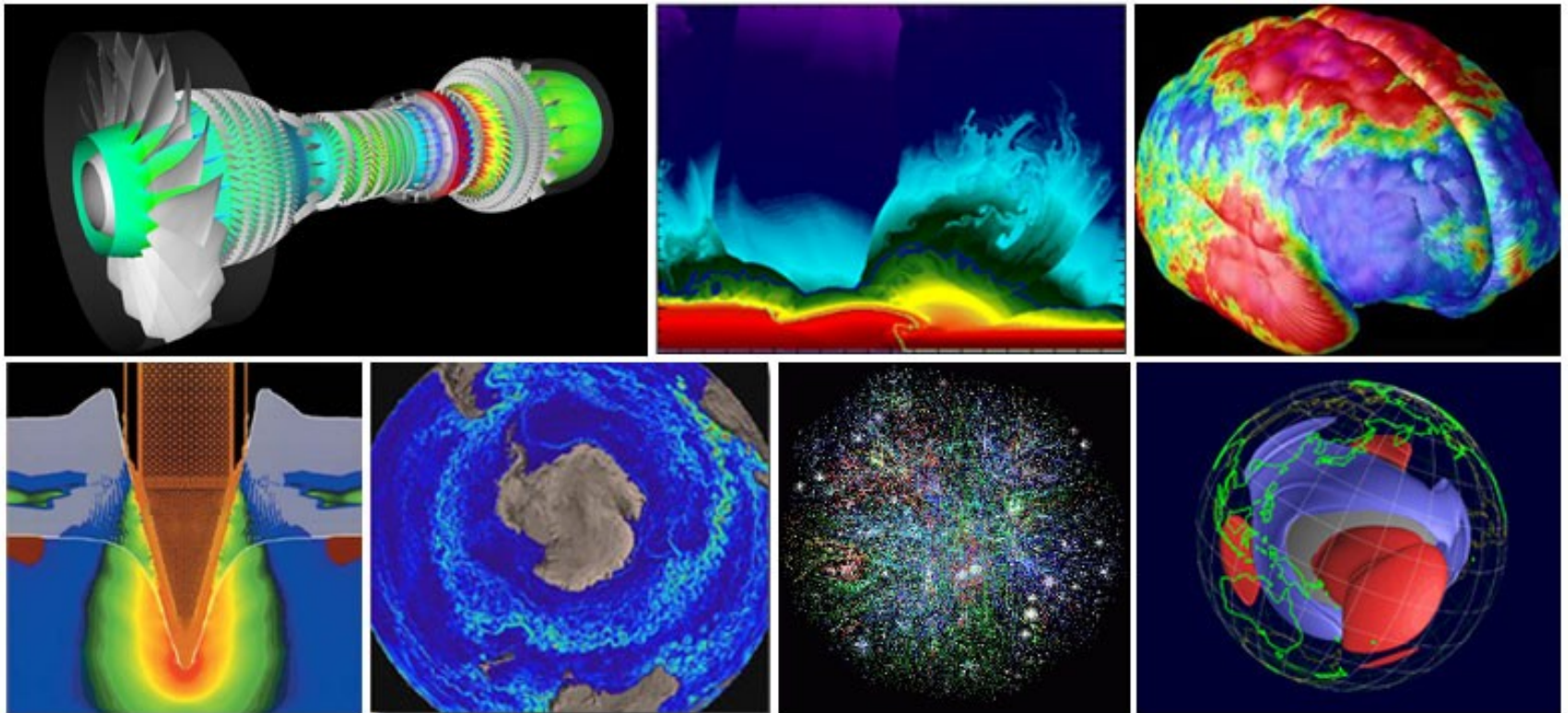


Pedido de um hamburger

# Usos para Computação Paralela

- A computação paralela tem sido utilizada para modelar difíceis problemas científicos e de engenharia encontrados no mundo real.
- Exemplos
  - Atmosfera, Terra, Meio Ambiente
  - Física: Aplicada, Nuclear, Partículas, Matéria Condensada, Alta pressão, Fusão, Fotônica
  - Biociências, Biotecnologia, Genética
  - Química, Ciências Moleculares
  - Geologia, Sismologia
  - Engenharia Mecânica - De próteses à nave espacial
  - Engenharia Elétrica, Projeto de circuito, Microeletrônica
  - Ciência da Computação, Matemática

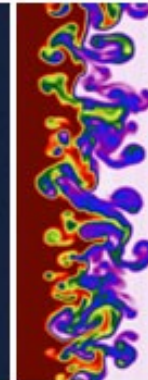
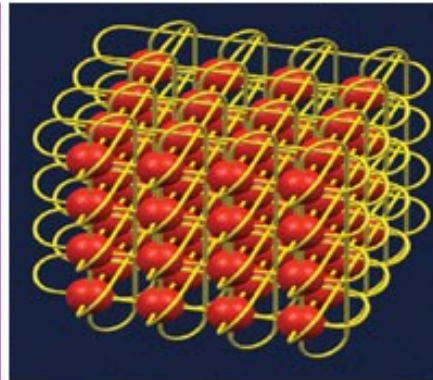
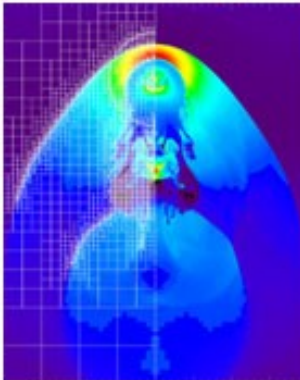
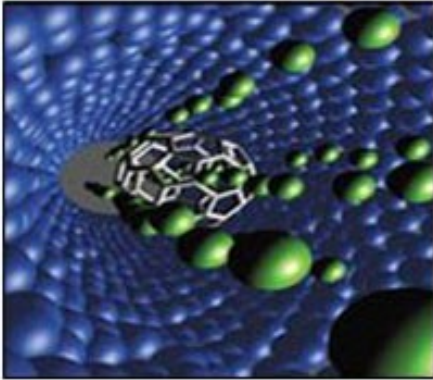
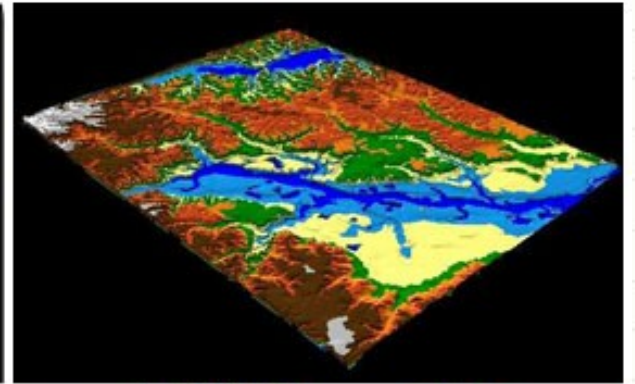
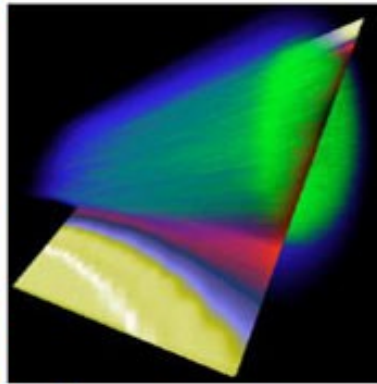
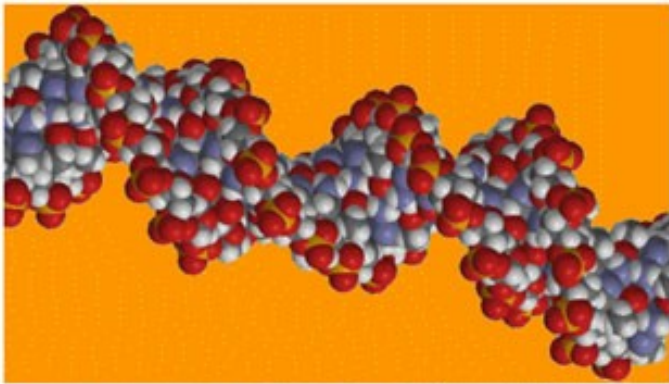
# Usos para Computação Paralela



# Usos da Computação Paralela

- Atualmente as aplicações comerciais fornecem uma força igual ou maior no desenvolvimento de computadores mais rápidos.
  - Processamento de grandes quantidades de dados de forma sofisticada
    - Bancos de Dados, mineração de dados
    - Exploração de Petróleo
    - Motores de Busca da Web, Serviços Web baseados em Negócios
    - Imagens Médicas e Diagnóstico
    - Gestão de Empresas Nacionais e Internacionais
    - Modelagem Financeira e Econômica
    - Realidade Virtual, principalmente na indústria do entretenimento
    - Tecnologias Multimídia
    - Ambientes Colaborativos de Trabalho

# Usos da Computação Paralela





# **OBJETIVOS DA PROGRAMAÇÃO PARALELA**

# Razões - Computação Paralela

- **Economizar tempo e dinheiro**

– Em teoria, jogar mais recurso em uma tarefa vai encurtar seu tempo para a conclusão, com potenciais economias de custos. Clusters paralelos podem ser construídos a partir de componentes baratos





# Razões – Computação Paralela

- Há uma demanda contínua por maior processamento
- Áreas que requerem grande processamento computacional incluem:
  - Modelagem Numérica
  - Simulação de problemas científicos e de engenharia
- Para esses casos por exemplo, a computação deve ser completada dentro de um período de tempo razoável

# Razões - Computação Paralela

- **Resolver grande problemas**

- Muitos problemas são tão grandes / complexos que é impraticável ou impossível resolvê-los num único computador, especialmente quando a memória é limitada.
- Exemplo:
  - Motores de busca da Web / Bases de dados de processamento de milhões de transações por segundo (Problemas que exigem petaflops e petabytes de recursos de computação.)



# Razões - Computação Paralela

- **Prover Concorrência**

- Um único recurso de computação pode fazer uma tarefa de cada vez. Vários podem fazer muitas tarefas simultaneamente

- Exemplo:

- AccessGrid – Provê uma rede de colaboração global em que as pessoas podem se reunir e conduzir o trabalho “virtualmente”. ([www.accessgrid.org](http://www.accessgrid.org))



# Razões - Computação Paralela

- **Recursos não-locais**

- Usar recursos computacionais em uma rede como a Internet quando recursos locais são escassos.

- Exemplo:

- SETI@home ([setiathome.berkeley.edu](http://setiathome.berkeley.edu)) utiliza mais de 330 mil computadores para um poder computacional de 528 TeraFLOPS (Ago. 2008)
- Folding @ home ([folding.stanford.edu](http://folding.stanford.edu)) utiliza mais de 340 mil computadores para um poder computacional de 4.2 petaFLOPS (Nov. 2008)



# Razões - Computação Paralela

- **Limite da computação serial**

- Razões físicas e práticas restringem a construção de computadores cada vez mais rápidos
  - Velocidade de transmissão
  - Limites a miniaturização
  - Limitações econômicas

# Razões - Computação Paralela

- Arquiteturas de computadores atuais são cada vez mais dependentes do paralelismo em nível de hardware para melhorar o desempenho

# Razões – Computação Paralela

- Utiliza mais de um computador ou um computador com mais de um processador, para resolver um determinado problema
- Motivação
  - N computadores operando simultaneamente **pode** atingir o resultado N vezes mais rápido – Não será N vezes mais rápidos por uma série de razões
  - Outros motivos incluem: tolerância a falhas, grande quantidade de memória disponível, etc.

# Medida Simples

- **Speedup**

- A relação entre o **tempo** gasto para executar uma tarefa com um único processador e o tempo gasto com N processadores, ou seja, Speedup é a Medida do ganho em tempo

- **$S = T(1) / T(N)$**

- Ou seja, Speedup é a medida do ganho em tempo



# Medidas Simples

- Lei de Amdahl
  - [http://en.wikipedia.org/wiki/Amdahl%27s\\_law](http://en.wikipedia.org/wiki/Amdahl%27s_law)
- Utilizar essa Lei, juntamente com o cálculo do Speedup para o Primeiro Trabalho da Disciplina.



# **Leitura Recomendada**

# Leitura Recomendada e Tarefa

- Introduction to Parallel Computing, Ananth Grama, Anshul Gupta, George Karypis, Vipin Kumar - 2ª ed., Addison Wesley
  - Capítulo 01
- Formato das apresentações
- Formato da parte escrita
- Tarefa
  - Escreva um programa implementando uma calculadora paralela

# Bibliografia

- TOSCANI, S., OLIVEIRA, R., CARISSIMI, A., **Sistemas Operacionais e Programação Concorrente**. Série didática do II-UFRGS, 2003.
- [https://computing.inl.gov/tutorials/parallel\\_comp/](https://computing.inl.gov/tutorials/parallel_comp/)

# Dúvidas



# Próxima Aula...

- Revisão de Arquiteturas Paralelas