

## Apresentação da Disciplina

João Marcelo Uchôa de Alencar  
joao.marcelo@ufc.br  
UFC-Quixadá

O Professor

As Ferramentas

As Avaliações

O Conteúdo

Dúvidas

Créditos da AWS

Computação Paralela

Exemplos de Aplicações

# O Professor

- ▶ Prof. João Marcelo Uchôa de Alencar
- ▶ joao.marcelo@ufc.br
- ▶ <http://professor.joao.marcelo.nom.br/>
- ▶ Horário extra aula: quinta-feira, 13:30 às 14:30 ou 20:00-21:00 (enviar um e-mail antes).

# As Ferramentas

## ▶ Slack:

- ▶ <https://computaoparalela20191.slack.com>;
- ▶ ferramenta de colaboração muito usada por desenvolvedores de *software*;
- ▶ comunicação **direta** com o professor;
- ▶ os outros portais (SI3 e SIPPA) serão atualizados em uma frequência menor.

## ▶ BitBucket:

- ▶ Controle de versão;
- ▶ equivalente ao GitHub, porém permite projetos privados;
- ▶ cada aluno já deve ir criando uma conta;
- ▶ mais instruções a medida que os trabalhos de programação forem liberados.

Ambas ferramentas são ótimas oportunidades para ir treinando o  
**Inglês!!!**

# As Avaliações

- ▶ 4 notas:
  - ▶ 3 avaliações objetivas (valendo 0 a 10) + atividades (notas extras);
  - ▶ 1 avaliação prática (trabalho semestral de 0 a 10);
- ▶ **nota final**: média das três maiores notas;
- ▶ proposta:
  - ▶ se **nota final**  $> 7.0$ : aprovação garantida!
  - ▶ se **nota final**  $< 7.0$  e **nota final**  $\geq 5.0$ : repito a média como nota da final, garantido aprovação.
  - ▶ se **nota final**  $< 5.0$ : reprovação.
- ▶ concordam?

# Avaliações - Provas Objetivas

- ▶ Questões teóricas sobre os conceitos das tecnologias;
- ▶ nada muito complicado e nem assustador;
- ▶ **atividades**
  - ▶ entre cada prova objetiva, o professor pode liberar atividades;
  - ▶ o prazo final do conjunto de atividades é o dia da prova;
  - ▶ valem nota extra.

# Avaliações - Atividades

- ▶ Tarefas de programação;
- ▶ infraestrutura de testes de acordo com a disponibilidade;
- ▶ irei apresentar o trabalho em sala de aula;
- ▶ a entrega deve ser feita na semana da prova.

# Avaliações - Trabalho

- ▶ Trabalho mais amplo;
- ▶ apresentado em forma de seminários;
- ▶ a ser apresentado no final da disciplina;
- ▶ equipe de dois alunos;
- ▶ irei divulgar os temas na metade do semestre.



# Conteúdo Programático

Qui, 21 de Fevereiro de 2019	Introdução	Apresentação da Disciplina, Discussão sobre Avaliações e Bibliografia
Sex, 22 de Fevereiro de 2019	Revisão Geral sobre Sistemas Operacionais	Revisão de conceitos sobre Processos e Threads
Qui, 28 de Fevereiro de 2019	Ambiente de Programação	Ambiente Linux, SSH, Compilação de Programas em C/C++
Sex, 01 de Março de 2019	Arquitetura de Computadores Paralelos	Arquitetura de Processadores, Taxonomia de Flynn e Hierarquia de Memória
Qui, 07 de Março de 2019	Arquitetura de Computadores Paralelos	Paralelismo a nível de <i>Thread</i> e Redes de Interconexão
Sex, 08 de Março de 2019	Arquitetura de Computadores Paralelos	Roteamento e Hierarquia de <i>Cache</i>
Qui, 14 de Março de 2019	Arquitetura de Computadores Paralelos	Estrutura de um Acelerador e Visão Geral de um Supercomputador Moderno
Sex, 15 de Março de 2019	Modelos de Programação Paralela	Níveis de Paralelismo
Qui, 21 de Março de 2019	Modelos de Programação Paralela	Distribuição de dados em <i>Arrays</i> e Troca de Informações
Sex, 22 de Março de 2019	Modelos de Programação Paralela	Multiplicação Paralela de Matriz por Vetor
Qui, 28 de Março de 2019	Modelos de Programação Paralela	Processos e <i>Threads</i>
Sex, 29 de Março de 2019	1ª Avaliação	Prova Escrita e Entrega do 1º Grupo de Atividades.
Qui, 04 de Abril de 2019	Análise de Desempenho de Programas Paralelos	Análise de Sistemas Computacionais e Métricas
Sex, 05 de Abril de 2019	Análise de Desempenho de Programas Paralelos	Análise Assintótica de Comunicação e de Tempo de Execução Paralelos
Qui, 11 de Abril de 2019	Programação com Troca de Mensagens	Introdução ao MPI e Configuração de Ambiente
Sex, 12 de Abril de 2019	Programação com Troca de Mensagens	Operações de Comunicação Coletiva
Qui, 18 de Abril de 2019	Programação com Troca de Mensagens	Grupos de Processos e Comunicadores
Sex, 19 de Abril de 2019	Programação com Troca de Mensagens	Exemplo e Estudo de Caso
Qui, 25 de Abril de 2019	Programação em Memória Compartilhada	Programação com <i>Pthreads</i>
Sex, 26 de Abril de 2019	Programação em Memória Compartilhada	<i>Threads</i> em Java e Introdução ao <i>OpenMP</i>
Qui, 02 de Maio de 2019	Programação em Memória Compartilhada	<i>OpenMP</i>
Sex, 03 de Maio de 2019	Programação em Memória Compartilhada	Exemplo e Estudo de Caso
Qui, 09 de Maio de 2019	Programação Híbrida	Exemplo de Troca de Mensagens e Memória Compartilhada
Sex, 10 de Maio de 2019	2ª Avaliação	Prova Escrita e Entrega do 2º Grupo de Atividades.
Qui, 16 de Maio de 2019	Aceleradores GPGPU	Configuração do Ambiente CUDA e suas Ferramentas
Sex, 17 de Maio de 2019	Aceleradores GPGPU	Introdução a Programação CUDA
Qui, 23 de Maio de 2019	Aceleradores GPGPU	<i>OpenACC</i>
Sex, 24 de Maio de 2019	Aceleradores GPGPU	Exemplo e Estudo de Caso
Qui, 30 de Maio de 2019	Criando um Ambiente de Computação Paralela	Utilizando a Nuvem e Virtualização
Sex, 31 de Maio de 2019	Criando um Ambiente de Computação Paralela	Criando um <i>Cluster</i> Virtual
Qui, 06 de Junho de 2019	Criando um Ambiente de Computação Paralela	Gerência de Usuários e Sistema de Arquivos Distribuídos
Sex, 07 de Junho de 2019	Criando um Ambiente de Computação Paralela	Gerenciadores de Recursos
Qui, 13 de Junho de 2019	Criando um Ambiente de Computação Paralela	SLURM
Sex, 14 de Junho de 2019	Criando um Ambiente de Computação Paralela	SLURM
Qui, 20 de Junho de 2019	3ª Avaliação	Prova Escrita e Entrega do 3º Grupo de Atividades
Sex, 21 de Junho de 2019	Seminários	Apresentação de Seminários para Nota Complementar
Qui, 27 de Junho de 2019	Seminários	Apresentação de Seminários para Nota Complementar

# Bibliografia

- ▶ Parallel Programming For Multicore and Cluster Systems.  
Thomas Rauber e Gudula Runger;

# Dúvidas?

Dúvidas? Sugestões?

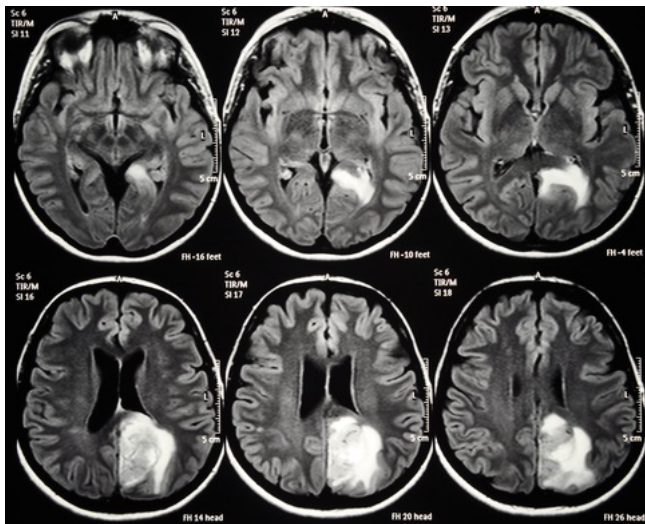
# Como obter créditos da AWS

- ▶ Créditos da AWS (renováveis anualmente)
- ▶ 200 USD em créditos da AWS por professor
- ▶ 100 USD em créditos da AWS por aluno
- ▶ Treinamento da AWS
- ▶ Acesso gratuito aos laboratórios, curso on-line gratuito do AWS Technical Essentials, e Exames de certificação da AWS com 50% de desconto para professores
- ▶ Alunos têm acesso gratuito aos laboratórios
- ▶ Demais benefícios são listados no site:  
<http://aws.amazon.com/pt/education/awseducate>

## Como se inscrever?

- ▶ Ter uma conta na Amazon, pois durante a inscrição é preciso informar o AWS Account ID;
- ▶ Ter um email institucional: @ufc.br, @quixada.ufc.br, @alu.ufc.br;
- ▶ Link de inscrição: `http://aws.amazon.com/pt/education/awseducate/apply/`;
- ▶ Federal University of Ceará: deve ser escolhido por quem tem email @ufc.br;
- ▶ Universidade Federal do Ceara - Quixada: deve ser escolhido por quem tem email @quixada.ufc.br e @alu.ufc.br.

# Problemas Maiores, Respostas Mais Rápidas



<https://www.rsipvision.com/brain-lesion-detection-in-mri-images/>

# Ressonância Eletromagnética

- ▶ Uma técnica que permite vasculhar o paciente sem ter que abrir o corpo;
- ▶ um *scanner* envia uma frequência de rádio através do corpo;
- ▶ os *spins* dos elétrons dos átomos mudam de orientação ao absorver energia;
- ▶ com o passar do tempo, os elétrons relaxam e emitem energia de volta ao retornar ao *spin* padrão;
- ▶ capturando a emissão de energia, é possível criar uma imagem dos órgãos.

No decorrer do tempo, uma imagem com  $N \times N$  *pixels* é capturada para cada instante.

# Análise de Relaxamento de *Spins*

Um algoritmo analisa cada *frame* obtido.

- ▶ Um tumor ou lesão tem seus *spins* emitindo energia diferente do resto do órgão;
- ▶ o papel do algoritmo é calcular a **taxa** de relaxamento para cada *pixel*, em busca de problemas;
- ▶ esse cálculo não é trivial, e precisa ser feito para cada *pixel* em uma sequência de imagens.



# Desempenho

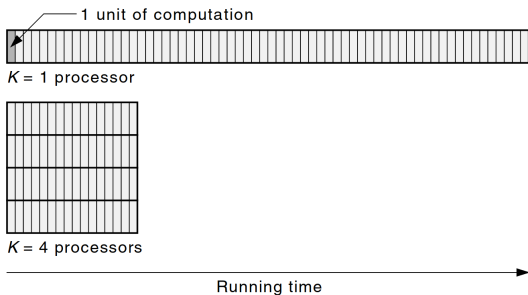
Considere uma função que precisa de 76 segundos para calcular um *pixel*.

- ▶ Uma imagem de  $64 \times 64$  *pixels* (4096), precisa de quanto tempo para ser analisada?
- ▶ esse tempo é para uma única imagem;
- ▶ uma varredura envolve várias imagens em sequência, cada uma exigindo o mesmo tempo para análise.

Imagine um computador cinco vezes mais rápido. Quanto tempo levaria para calcular a mesma imagem? Considere que já estamos usando o **algoritmo serial mais rápido conhecido**.

# Explorando o Paralelismo

Uma alternativa para agilizar o diagnóstico é *utilizar vários computadores/processadores ao mesmo tempo*.



Dividimos o problema (imagem) em  $K$  partes. Cada processador analisa  $\frac{(N \times N)}{K}$  *pixels*.

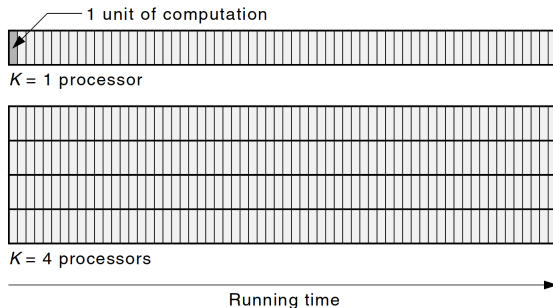
# Speedup

- ▶ Considere que conseguimos um computador com 16 processadores;
- ▶  $\frac{4096}{16} = 256 \text{ pixels/processador}$ .
- ▶ dado o tempo original de cálculo de um *pixel*, qual o tempo de execução agora?

Usando mais processadores, conseguimos diminuir o tempo de execução.

Considere agora que temos uma imagem maior,  $256 \times 256$  *pixels*.

- ▶ Quanto tempo levaríamos para calcular usando os 16 processadores?



# Definição

## Computação Paralela

Uso de vários processadores em execução simultânea para resolver um problema em menor tempo (*speedup*), para resolver um problema maior no mesmo tempo (*scaleup*), ou atuar nas duas dimensões ao mesmo tempo.

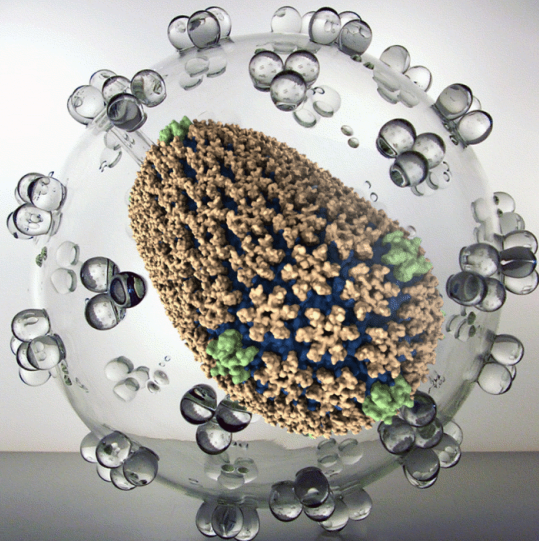
Um termo similar, mais um pouco mais amplo, é Computação de Alto Desempenho (CAD).

# Exemplos - Dinâmica Molecular

- ▶ HIV1 - Variante do vírus da AIDS responsável pela maioria dos casos.
  - ▶ O vírus ataca as células infectando-as com uma molécula chamada capsídeo;
  - ▶ essa estrutura infecta a célula com o material genético do vírus, passando a controlá-la;
  - ▶ uma maneira de combater a doença é blindar a célula contra capsídeos.
- ▶ Dinâmica Molecular Computacional
  - ▶ Utilizando um supercomputador cientistas conseguiram simular o ataque do HIV1.
  - ▶ Blue Waters - 49.000 CPUs -  
<http://www.ncsa.illinois.edu/enabling/bluewaters>
  - ▶ O resultado foi a criação de uma estrutura que envolve o capsídeo, diminuindo a proliferação do HIV no corpo.

# Exemplos - Dinâmica Molecular

Theoretical and Computational Biophysics Group  
Beckman Institute  
University of Illinois at Urbana-Champaign



# Exemplos - Decodificação de Atividade Cerebral

- ▶ O cérebro é formado por bilhões de neurônios.
  - ▶ Nossos pensamentos, ações e memórias estão codificados nessas estruturas;
  - ▶ cada ação ou mudança de estado no nosso cérebro acarreta uma tempestade de correntes elétricas através das conexões dos neurônios;
  - ▶ é possível capturar o estado de cada neurônio e decodificar o pensamento?
- ▶ Miguel Nicolelis - Pesquisador Brasileiro
  - ▶ Sensores inseridos no cérebro de macacos *rhesus*;
  - ▶ informações são coletadas em *cluster*;
  - ▶ pequenas ações e movimentos são decodificados.



# Exemplos - Jogos Eletrônicos

- ▶ Jogos utilizam programação paralela massivamente:
  - ▶ Renderização de ambientes gráficos, incluindo sombras, texturas, etc;
  - ▶ simulação das leis da física, gravidade, impactos;
  - ▶ inteligência artificial para determinar o comportamento dos personagens;
  - ▶ controle de entrada e saída para comandos do jogador, conexão *multiplayer*;
  - ▶ um universo muito extenso.
- ▶ Gerações de Consoles
  - ▶ Cada geração costuma utilizar o que há de melhor em termos de arquitetura;
  - ▶ mas nem sempre é fácil desenvolver para essas plataformas;
  - ▶ os primeiros jogos do PS3 pareciam muito com os jogos do PS2;
  - ▶ no decorrer dos anos, programadores dominaram o *hardware* e desenvolveram jogos superiores.

# Exemplos - Mecânica de Fluídos

- ▶ É ciência que estuda o comportamento dos fluídos (gases e líquidos).
  - ▶ Previsão do tempo;
  - ▶ projeto de prédios e edificações;
  - ▶ projeto de veículos;
  - ▶ desenvolvimento de motores;
  - ▶ simulação de turbina eólica.
- ▶ Fórmula 1
  - ▶ Na fase de projeto, as equipes fazem uso de CFD para criação dos carros;
  - ▶ os dados produzidos servem para criar moldes em menor escala que são validados no túnel de vento;
  - ▶ nos treinos, os engenheiros validam o modelo e realimentam o computador com novos dados;
  - ▶ o processo se repete, contribuindo para a evolução do carro no decorrer na temporada.

# Exemplos - Diversos

- ▶ Mineração de Dados;
- ▶ Exploração de Petróleo (também CFD);
- ▶ Diagnóstico Médico;
- ▶ Criação de Drogas (Dinâmica Molecular);
- ▶ Modelagem Financeira e Econômica;
- ▶ Realidade Virtual;
- ▶ e por aí vai...

# E eu, pobre mortal?

- ▶ A maioria dos ambientes de desenvolvimento utiliza paralelismo direta ou indiretamente:
  - ▶ Interfaces gráficas;
  - ▶ conexões com fontes de dados;
  - ▶ comunicação em rede.
- ▶ No Brasil, várias empresas usa programação paralela:
  - ▶ Petrobras modela reservatórios de petróleo;
  - ▶ Banco Central executa modelos financeiros;
  - ▶ várias indústrias utilizam paralelismo no projeto de produtos e simulação de processos industriais;
  - ▶ [http://portais.fieb.org.br/portal\\_faculdades/apresentacao-mcti.html](http://portais.fieb.org.br/portal_faculdades/apresentacao-mcti.html).
- ▶ À medida que a economia do estado avança e se globaliza, esse conhecimento será cada vez mais valorizado.

# Conclusão

Temos uma longa e interessante jornada pela frente!