

# Ciência de Dados e Alto Desempenho

Lucas Mello Schnorr  
Instituto de Informática, UFRGS

– Café com Pesquisa do PPGC –  
PPGC/UFRGS, Porto Alegre, Brasil  
25 de janeiro de 2024, 13h



# O maior supercomputador do mundo (de acordo com Top500 em 11/2023)

## Supercomputador *Frontier* (Oak Ridge National Laboratory, USA)

- Custo estimado → 600M USD (fonte,  $\approx 33\%$  LOA2023 de POA)
- Power → 22.7 MW ( $\approx 15\%$  da UH Passo Real)
- 1.194 exaFLOPS (operações em ponto-flutuante por segundo)
- Poder computacional
  - 9472 AMD Epyc 7A53s "Trento" 64 core 2 GHz CPUs
  - 37,888 Radeon Instinct MI250X GPUs
- 74 racks, cada um com 64 *blades*, cada blade com 2 nós
  - 1 nó: 1 CPU (4 TBytes), 4 GPUs (cada uma com 128 GBytes)
  - Todos os nós computacionais são iguais (recursos homogêneos)



# Parque Computacional de Alto Desempenho (PCAD) @ INF/UFRGS

Site: <https://gppd-hpc.inf.ufrgs.br/>

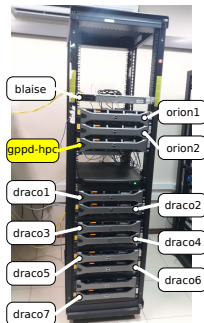
Possui aproximadamente 40 nós: 1000+ núcleos de CPU e 100.000+ de GPU

- Recursos heterogêneos (detalhamento das configurações)

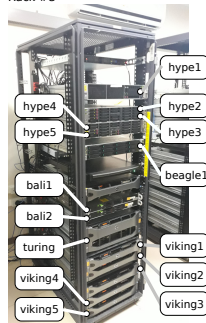
Rack #1



Rack #2



Rack #3



Temos um GT (Grupo de Trabalho) → Formamos alunos no gerenciamento da plataforma

# Inúmeros desafios para empregar eficientemente estas máquinas



## (1) Pensamento computacional paralelo

<https://doi.org/10.5753/sbc.13058.5>

Cap 3: Pensamento Computacional Paralelo: Desafios do Presente e do Futuro

# Inúmeros desafios para empregar eficientemente estas máquinas



## (1) Pensamento computacional paralelo

<https://doi.org/10.5753/sbc.13058.5>

Cap 3: Pensamento Computacional Paralelo: Desafios do Presente e do Futuro

## (2) Balanceamento de carga computacional

- Dividir corretamente a carga de trabalho
- Mais complexo em máquinas heterogêneas

# Inúmeros desafios para empregar eficientemente estas máquinas



## (1) Pensamento computacional paralelo

<https://doi.org/10.5753/sbc.13058.5>

Cap 3: Pensamento Computacional Paralelo: Desafios do Presente e do Futuro

## (2) Balanceamento de carga computacional

- Dividir corretamente a carga de trabalho
- Mais complexo em máquinas heterogêneas

## (3) Escolha do modelo de programação paralela adequado

- Tradicional: MPI/OpenMP/CUDA
- Modelos mais abstratos baseado em grafo de tarefas (OpenMP Tasks, StarPU, ...)

# Inúmeros desafios para empregar eficientemente estas máquinas



## (1) Pensamento computacional paralelo

<https://doi.org/10.5753/sbc.13058.5>

Cap 3: Pensamento Computacional Paralelo: Desafios do Presente e do Futuro

## (2) Balanceamento de carga computacional

- Dividir corretamente a carga de trabalho
- Mais complexo em máquinas heterogêneas

## (3) Escolha do modelo de programação paralela adequado

- Tradicional: MPI/OpenMP/CUDA
- Modelos mais abstratos baseado em grafo de tarefas (OpenMP Tasks, StarPU, ...)

## Reflexões importantes

Estou usando adequadamente? Será que poderia ser melhor?

# Inúmeros desafios para empregar eficientemente estas máquinas



## (1) Pensamento computacional paralelo

<https://doi.org/10.5753/sbc.13058.5>

Cap 3: Pensamento Computacional Paralelo: Desafios do Presente e do Futuro

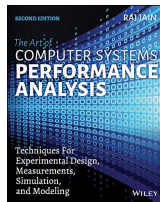
## (2) Balanceamento de carga computacional

- Dividir corretamente a carga de trabalho
- Mais complexo em máquinas heterogêneas

## (3) Escolha do modelo de programação paralela adequado

- Tradicional: MPI/OpenMP/CUDA
- Modelos mais abstratos baseado em grafo de tarefas (OpenMP Tasks, StarPU, ...)

## Análise de desempenho



## Reflexões importantes

Estou usando adequadamente? Será que poderia ser melhor?

Dica de disciplina PPGC: CMP223  
Computer System Performance Analysis  
Prof. Luciano Gasparly



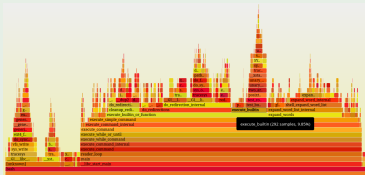
## Observação do comportamento de aplicações paralelas

## Existem basicamente duas técnicas

## Profiling

## Perfilamento periódico

- Fornece uma visão geral com baixo custo



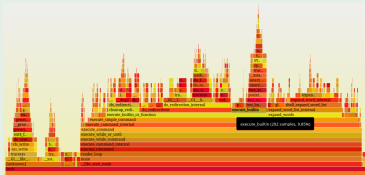
# Observação do comportamento de aplicações paralelas

Existem basicamente duas técnicas

## Profiling

Perfilamento periódico

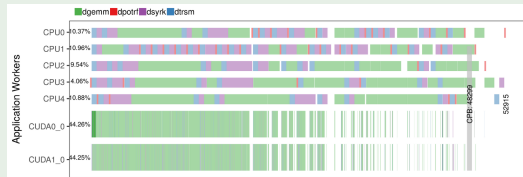
- Fornece uma visão geral com baixo custo



## Tracing

Rastreamento de eventos importantes

- Habilita reconstruir comportamento



Volume de dados consequente (*Big Data*)

- Técnicas de ciência de dados
- Visualização de dados

# Ciência de dados para análise de aplicações paralelas

## Python

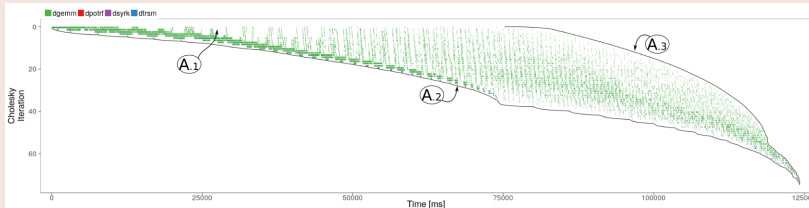
Pandas + NumPy + Dask + PySpark

## R

Tidyverse + ggplot2 + ...

## starvz: R-Based Visualization Techniques for Task-Based Applications

- (dev) <https://github.com/schnorr/starvz> | (release) <https://CRAN.R-project.org/package=starvz>
- Técnicas de visualização de dados focada na semântica da aplicação paralela



# Linhas de Pesquisa e Contato

## Computação de Alto Desempenho e Sistemas Distribuídos

Área de Concentração: Sistemas de Computação → Arthur Francisco Lorenzon, Claudio Fernando Resin Geyer, **Lucas Mello Schnorr**, Philippe Olivier Alexandre Navaux

## Mineração, Integração e Análise de Dados

Área de Concentração: Ciência de Dados e Engenharia de Software → João Luiz Dihl Comba, Jose Palazzo Moreira De Oliveira, Joel Luis Carbonera, Karin Becker, **Lucas Mello Schnorr**, Mara Abel, Mariana Recamonde Mendoza, Renata De Matos Galante, Viviane Pereira Moreira

# Linhas de Pesquisa e Contato

## Computação de Alto Desempenho e Sistemas Distribuídos

Área de Concentração: Sistemas de Computação → Arthur Francisco Lorenzon, Claudio Fernando Resin Geyer, **Lucas Mello Schnorr**, Philippe Olivier Alexandre Navaux

## Mineração, Integração e Análise de Dados

Área de Concentração: Ciência de Dados e Engenharia de Software → João Luiz Dihl Comba, Jose Palazzo Moreira De Oliveira, Joel Luis Carbonera, Karin Becker, **Lucas Mello Schnorr**, Mara Abel, Mariana Recamonde Mendoza, Renata De Matos Galante, Viviane Pereira Moreira

Obrigado pelo atenção!

[schnorr@inf.ufrgs.br](mailto:schnorr@inf.ufrgs.br)

