

Bacharelado em ciência da computação

Arquitetura de computadores e sistemas operacionais

Atividade de implementação: Cálculo de  $\pi$  usando *threads*

3 de setembro de 2025

### Instruções para entrega dos exercícios

- Você deve entregar um arquivo de código em C/C++ (`calcpi.c` ou `calcpi.cpp`) e um arquivo pdf com os dados, gráficos e discussões.
- Você deve entregar os dois arquivos na tarefa do Google Classroom.
- O trabalho pode ser realizado em grupos de até 3 pessoas.

Esta atividade foi adaptada de uma atividade de Carlos Maziero, UFPR.

## 1 O cálculo de $\pi$

O cálculo de  $\pi$ <sup>1</sup> pode ser aproximado pela série de Leibniz:

$$\frac{\pi}{4} = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n}{2n+1}$$

Você deve fazer um programa em C que calcule  $\pi$  conforme a série de Leibniz.

### 1.1 Observações

- Devem ser calculados pelo menos um bilhão ( $10^9$ ) de termos da série.
- Use variáveis reais de precisão dupla (`double`) nos cálculos.
- A biblioteca `math.h` possui a função `pow` que faz o cálculo de potências. Para isso você deve compilar usando a opção `-lm`.

## 2 Cálculo de $\pi$ usando várias tarefas

Modifique o código da seção anterior para fazer o cálculo de  $\pi$  usando várias tarefas paralelas. Você deve fazer isso usando *threads POSIX* no Linux (`pthreads`).

Você deve medir o tempo de execução do programa para execuções com 1, 2, 4, 8, 16 e 32 tarefas. Você pode usar o comando `time` do Linux. Compile usando a opção `-lpthread`.

### 2.1 Observações

- O seu programa deve dividir o espaço de cálculo uniformemente entre as N tarefas. Cada tarefa efetua uma soma parcial de forma autônoma.

<sup>1</sup><https://pt.wikipedia.org/wiki/Pi>

- Para evitar o uso de mecanismos de sincronização, cada thread  $T[i]$  deve depositar seu resultado parcial na posição `result[i]` de um vetor de resultados parciais. Após o término das threads de cálculo, o programa principal soma os resultados parciais obtidos por elas e apresenta o resultado final na tela.

## 2.2 Desempenho

- Para cada experimento descrito acima, você deve fazer pelo menos 5 medidas de tempo (execuções) e calcular o tempo médio.
- Você deve calcular o coeficiente de variação (desvio-padrão / média). São aceitáveis coeficientes de variação de até 5%. Caso o valor calculado seja maior, as medições devem ser refeitas.

## 3 O que entregar

Além do arquivo de código com o cálculo de  $\pi$  usando threads, você deve entregar um arquivo **pdf** com os resultados das execuções. Os testes de desempenho devem ser executados em uma mesma máquina, de preferência sem outras tarefas executando para não atrapalhar a rodada de testes.

O relatório deve conter:

1. tabelas com os tempos de execução obtidos, valores médios e coeficientes de variação.
2. gráfico para a curva de tempo médio e uma breve análise do comportamento. O gráfico deve indicar o número de threads no eixo X e o tempo médio de execução no eixo Y.