

# Performance Comparison Mandelbrot

## Mandelbrot

The Mandelbrot set is the set of complex numbers for which the sequence  $fc(0)$ ,  $fc(fc(0))$ , etc, remains bounded in absolute value. Its definition and name are due to Adrien Douady, in tribute to the mathematician Benoit Mandelbrot.

## Metodologia

Foram testados três programas, um código sequencial para controle, um em C++ paralelizado utilizando threads da melhor forma encontrada pelo autor e um em rust, por motivos de curiosidade, paralelizado utilizando uma biblioteca de alto nível.

- C++ sequencial
- C++ paralelizado
- Rust paralelizado

Todos os programas foram implementados de forma similar e recebem a mesma [entrada](#).

O código fonte se encontra nas pastas [seq](#), [cpp](#) e [rust](#).

De modo a medir o impacto do número de threads na performance dos programas foram realizados testes utilizando de uma a dezesseis threads.

Para cada teste foram realizados dez execuções para garantir o valor estatístico dos resultados, adquirindo a média e desvio padrão.

## Realizar os testes

Para realizar os testes basta executar o script `bench.sh`.

```
./bench.sh
```

O script gerará saídas no terminal e nos diretórios `log`, `out` e `plot`.

O gráfico que contém a comparação da performance dos programas ficará localizado na pasta `plot`.

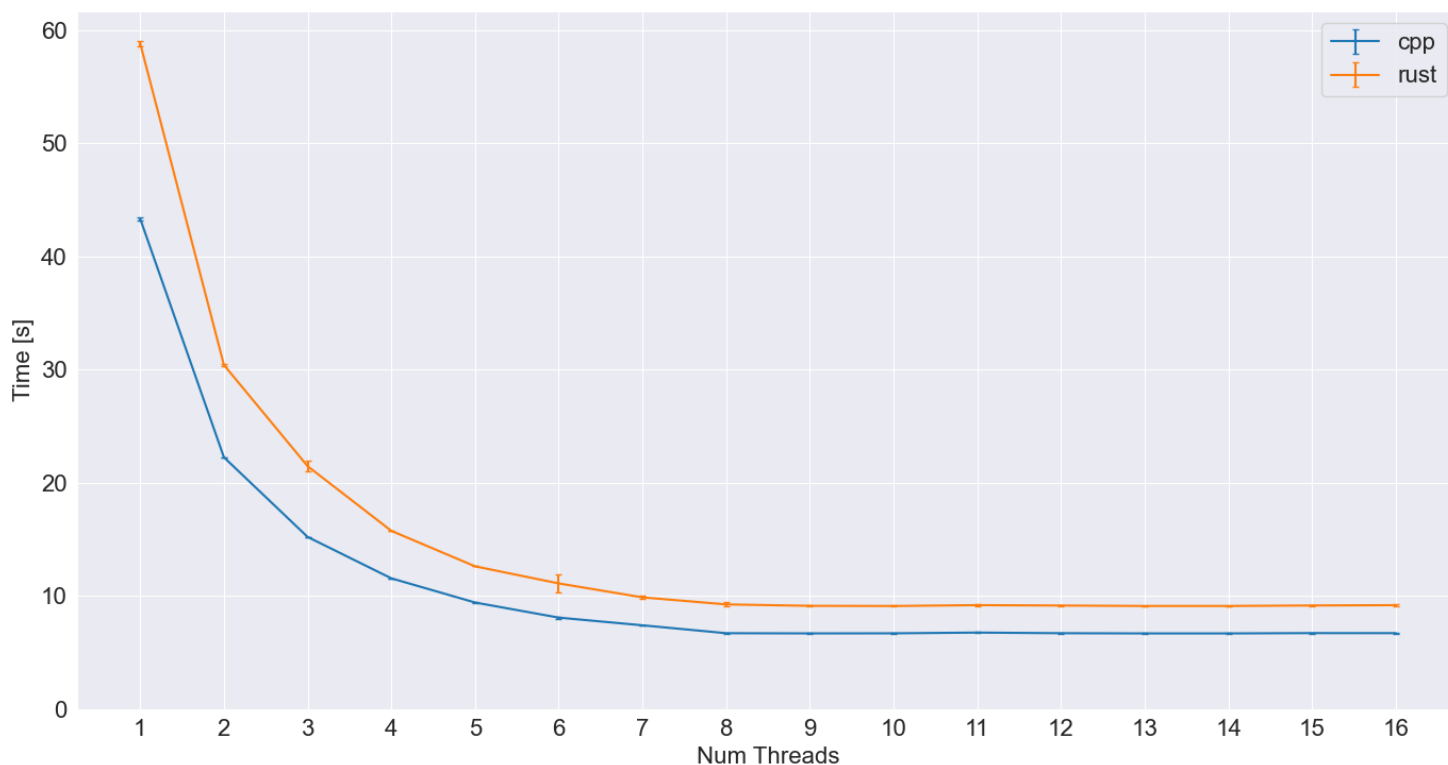
## Hardware utilizados

Os resultados descritos na seção [resultados](#) foram adquiridos utilizando o seguinte hardware:

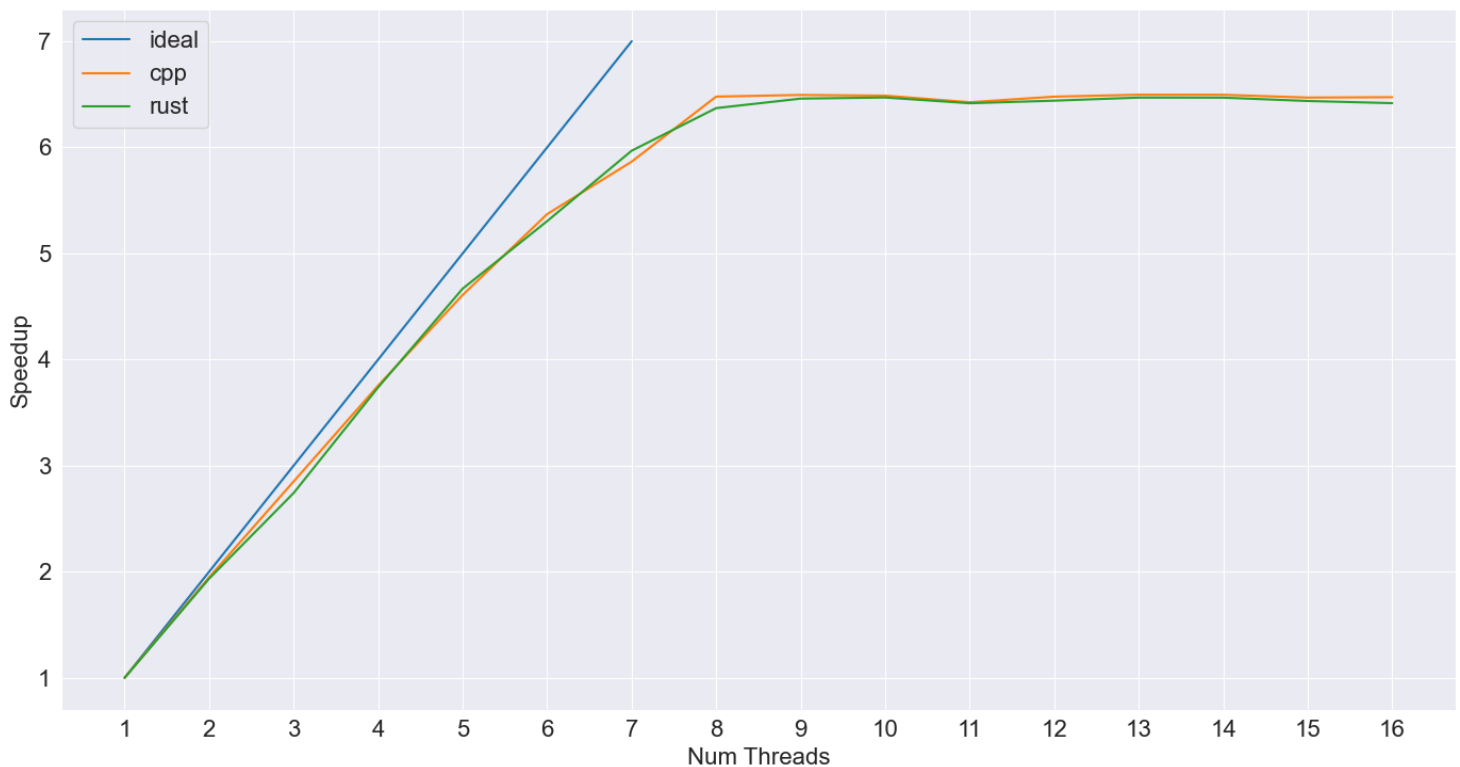
OS: macOS 12.5 21G72 arm64  
CPU: Apple M1 Pro 8-Core  
GPU: Apple M1 Pro 14-Core  
Storage: 512GB SSD  
Memory: 16384MiB

## Resultados

O gráfico abaixo contem os resultados de execução, estão tracados os três programas, estes podem ser identificados pela legenda, cada linha passa pela média do tempo de execução e as linhas verticais representam o desvio padrão.



O gráfico abaixo demonstra a relação de speed de cada programa em relação ao seu tempo sequencial.



Podemos ver claramente o impacto que a paralelização tem no desempenho, no entanto o ganho de performance foi diminuindo conforme mais threads são adicionadas, além disso, não houve ganho nenhum ao adicionar mais threads que a quantidade de cores do processador.

O resultado de diversas otimizações foi um speedup de 650%.

Notasse uma performance equivalente das linguagens Rust e C++.