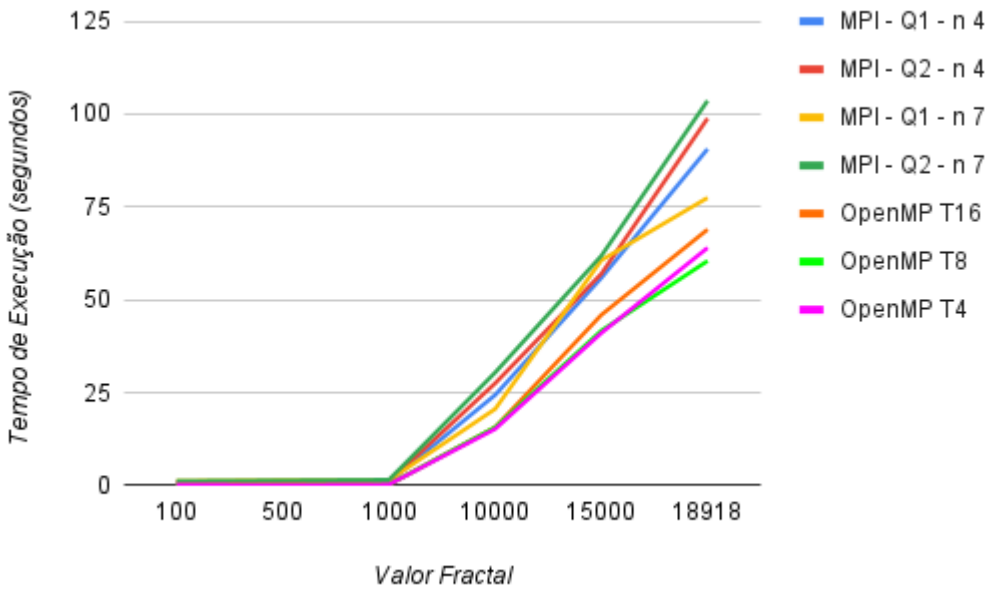
**Questão 4)** Para uma determinada dimensão do referido fractal, qual dos três programas montados apresenta melhor performance? Qual o percentual de ganho de uma solução em relação a outra? Para essa resposta, montar um experimento controlado, com simulações de execução dos códigos, levando-se em conta os parâmetros que influenciam a resposta (número de threads, de núcleos, de máquinas, etc.). Ao final dos testes, monte uma tabela comparativa e mostre os tempos de execução de cada programa, considerando os parâmetros que influenciam a performance e apresente uma resposta conclusiva.

| Fractal | 100 | 500 | 1000 | 10000 | 15000 | 18918 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| MPI - Questão 1 *-n 4* | *0.724s* | *0.825s* | *0.962s* | *24.370s* | *55.922s* | *1m30.632s* |
| MPI - Questão 2 *-n 4* | *0.923s* | *0.829s* | *1.076s* | *27.520s* | *57.021s* | *1m38.878s* |
| MPI - Questão 1 *-n 7* | *1.195s* | *1.388s* | *1.421s* | *20.598s* | *1m0.662s* | *1m17.485s* |
| MPI - Questão 2 *-n 7* | *1.193s* | *1.337s* | *1.531s* | *30.419s* | *1m1.853s* | *1m43.642s* |
| *OpenMP $OMP_NUM_THREADS = 16* | *0.016s* | *0m0.157s* | *0.249s* | *15.648s* | *45.942s* | *1m8.951s* |
| *OpenMP $OMP_NUM_THREADS = 8* | *0.020s* | *0.132s* | *0.239s* | *15.660s* | *41.699s* | *1m0.472s* |
| *OpenMP $OMP_NUM_THREADS = 4* | *0m0.205s* | *0m0.102s* | *0m0.232s* | *15.213s* | *41.065s* | *1m4.008s* |

A partir da tabela podemos concluir que o ***MPI*** (Message Passing Interface) que permite vários processos em diferentes hosts se comunicam entre si e coordenam seu trabalho em uma tarefa paralela. Quando se utiliza MPI em mais de um host, o tempo de execução pode ser afetado por diversos fatores, como a latência e a largura de banda da rede, a carga de trabalho distribuída entre os hosts e a eficiência do algoritmo paralelo implementado. Assim, conforme podemos observar o tempo de execução para 7 hosts seja superior ao tempo de execução para 4 hosts. Isso pode ocorrer devido a vários motivos, como: **Sobrecarga da rede,** quanto mais hosts são utilizados, maior é o tráfego de dados na rede e maior é a latência de comunicação entre os hosts. Isso pode levar a atrasos na troca de mensagens entre os processos MPI e, consequentemente, aumentar o tempo de execução e **Balanceamento de carga**, ao utilizar mais hosts, é necessário distribuir a carga de trabalho entre eles de forma equilibrada. Se essa distribuição não for eficiente, alguns hosts podem ficar ociosos enquanto outros estão sobrecarregados,

o que pode diminuir a eficiência do algoritmo paralelo e aumentar o tempo de execução.
Em relação ao ***OpenMP*** é a capacidade de executar tarefas em paralelo por meio do uso de threads. Quando se utiliza OpenMP, aumentar o número de threads pode melhorar o desempenho em certas condições. Isso ocorre porque, em geral, o aumento do número de threads leva a uma distribuição mais equilibrada da carga de trabalho entre os processadores e reduz o tempo de espera ocioso para acesso à memória compartilhada.

Portanto, conforme observado na tabela, o OpenMP permite que essas partes do código sejam executadas em paralelo por meio do uso de threads, aproveitando a memória compartilhada disponível no sistema e alcançando uma escalabilidade muito boa e um desempenho alto. Por outro lado, o MPI é mais adequado para aplicações que requerem comunicação e coordenação entre múltiplos processos em sistemas distribuídos. O MPI permite que os processos se comuniquem e coordenem entre si, permitindo que eles realizem cálculos paralelos em vários sistemas. O limite dos valores *[100, 18918]* de Fractais se baseia até onde o chococino calculava o fractal sem dar falha de segmentação.



Exemplos de Execução: Os tempos da tabela acima foram obtidos mediante chococino.

**Questão 1)**

*Local:*
*gcc -c lib_julia.c*
*mpicc lib_julia.o fractalmpiserial.c -o fractalmpiserial -lm*
*mpirun -n 8 ./fractalmpiserial 1000*

*ou*
*Chococcino:*
*gcc -c lib_julia.c*
*mpicc lib_julia.o fractalmpiserial.c -o fractalmpiserial -lm*
*mpirun -host cm1,cm2,cm3,cm4,gpu1,gpu2,gpu3 -n 7 ./fractalmpiserial 1000*

*ou*

*make*
*mpirun -host cm1,cm2,cm3,cm4,gpu1,gpu2,gpu3 -n 7 ./fractalmpiserial 1000*

**Questão 2)**

*gcc -c lib_julia.c*
*mpicc lib_julia.o fractalmpi_io.c -o fractalmpi_io -lm*
*mpirun -n 4 ./fractalmpi_io 1000*
*ou*
*gcc -c lib_julia.c*
*mpicc lib_julia.o fractalmpi_io.c -o fractalmpi_io -lm*
*mpirun -host cm1,cm2,cm3,cm4 -n 4 ./fractalmpi_io 1000*

*ou*

*make*
*mpirun -host cm1,cm2,cm3,cm4,gpu1,gpu2,gpu3 -n 7 ./fractalmpi_io 1000*

**Questão 3)**

make
make run V_THREADS=8 N_FRACTAL=1000