

Tarefa 15: Otimização de Comunicação em MPI

Escondendo Latência com Sobreposição de Computação

Werbert Arles de Souza Barradas

DCA3703 - Programação Paralela
UFRN - Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Setembro de 2025

Tese Central

Provar que a **Latência** (τ) da rede pode ser completamente mitigada realizando trabalho útil (computação) simultaneamente.

Metodologia:

- **Problema:** Difusão 1D (Troca de *Halos* a cada passo).
- **Configuração:** $N_{\text{Global}} = 10.000$, $\text{STEPS} = 10.000$.
- **Otimização:** Comparar V1 (Bloqueante) com V3 (MPI_Test) em cenários de alta concorrência ($P = 2, 4, 8$).

V1 & V2: Bloqueio Total ou Parcial

- ① **V1 (Baseline):** MPI_Send / MPI_Recv.
Processo espera a rede.
- ② **V2 (Wait):** MPI_Isend/Irecv + MPI_Wait.
Overhead de requisição, mas ainda espera bloqueando.

V3: Sobreposição Otimizada

- **Primitivas:** MPI_Isend/Irecv + MPI_Test.
- **Mecanismo:** Inicia comunicação e imediatamente computa os pontos **não dependentes** dos halos, usando o tempo de latência da rede de forma produtiva.

Análise: Início da Eficiência ($P = 2$ vs. $P = 4$)

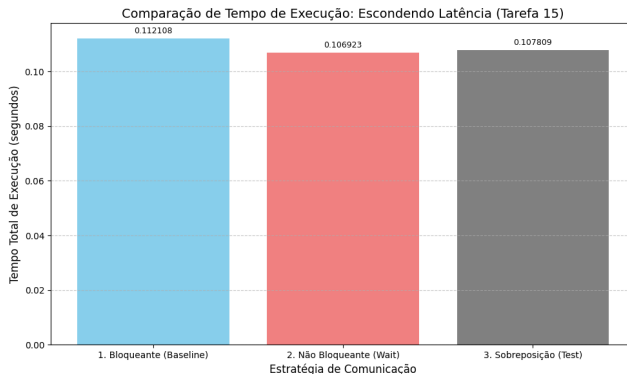


Figura: Gráfico $P = 2$

- $P = 2$: A V3 não é a mais rápida. O T_{comp} é muito longo, e a Latência é insignificante, resultando em *overhead*.

Análise: Início da Eficiência ($P = 2$ vs. $P = 4$)

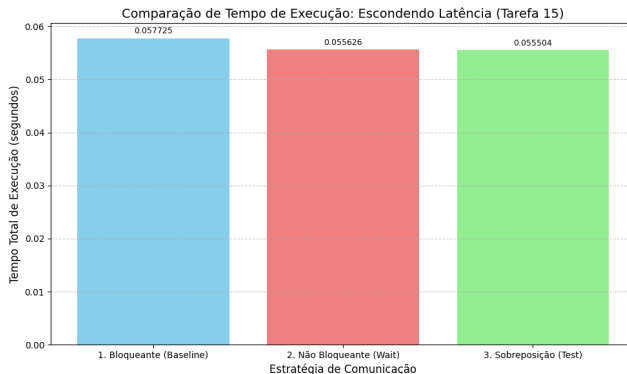


Figura: Gráfico $P = 4$

- $P = 4$: A V3 (0.0555 s) se torna, marginalmente, a melhor. A redução da carga local permite o início da **sobreposição efetiva**.

Prova Final: Domínio da Latência ($P = 8$)

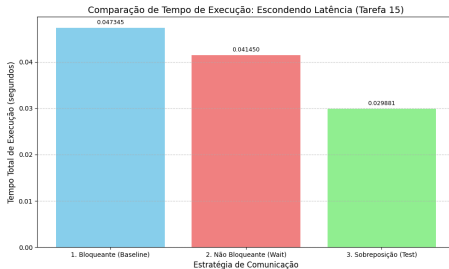


Figura: Desempenho no Cenário de Máxima Concorrência ($P = 8$)

Ganho Máximo da Sobreposição

- **V1 (Baseline):** 0.0473 s
- **V3 (Otimizada):** 0.0298 s

Ganho Total: $\approx 36.88\%$

- **Princípio Validado:** O ganho de **37%** demonstra que, para otimizar a escalabilidade, é preciso fazer a latência da rede coincidir com o tempo de computação útil.
- **Condição Crítica:** A otimização máxima (**V3**) só se manifestou no cenário de **Latência Dominante** ($P = 8$), onde o trabalho de computação local é baixo e o custo da comunicação é alto.