

# Influência dos Processadores e Placas de Rede em Aglomerador de Computadores Heterogêneos\*

Edmar P. Araújo Neto, Diego Luís Kreutz,  
Márcia Cristina Cera, Benhur Stein

Informática/CT - UFSM Campus - 97105-900, Santa Maria, RS  
{araujo, kreutz, cera, benhur}@inf.ufsm.br

## Introdução

A comunicação e o processamento são dois pontos chaves na computação de alto desempenho. Processadores ou placas de rede pouco eficientes podem prejudicar o rendimento de aplicações paralelas. Um processador muito veloz e um adaptador de rede lento podem inclusive inviabilizar a implementação paralela de um programa que busque maiores rendimentos.

O objetivo deste texto é apresentar alguns dados estatísticos que ilustram melhor a relação entre o processador e o dispositivo de rede, utilizando diferentes tipos de máquinas. Esses dados são especialmente interessantes quando se trabalha com aglomerados de computadores heterogêneos. A relação necessidade de processamento e comunicação pode significar bastante para uma vasta gama de aplicações paralelas e distribuídas.

As próximas seções apresentam o ambiente de testes e os gráficos e resultados da execução de ping-pongs entre iguais e diferentes arquiteturas, variando o tamanho das mensagens e o número de ping-pongs em execução simultânea. Com isso será possível detectar até onde o processador é a principal peça para obter bom desempenho de aplicações e identificar os pontos onde os adaptadores de rede fazem a diferença.

## Ambiente e Plataformas de Desenvolvimento e Execução

As diferentes versões da aplicação de ping-pong foram desenvolvidas utilizando a biblioteca de comunicação MPI<sup>1</sup>. A compilação foi realizada utilizando a versão LAM/MPI 6.5.6 compilada para a arquitetura Pentium III (i686).

Abaixo segue uma breve descrição das máquinas utilizadas para a execução da aplicação. As execuções foram realizadas entre máquinas de tipos idênticos e entre tipos diferentes, com o propósito de verificar a influência do processador na comunicação.

**k6II400** : AMD K6II com processador de 400MHz, 128MB de RAM e ChipSet ALi M1541;

**p2MMX200** : Pentium II MMX com processador de 200MHz, 96MB de RAM e ChipSet Intel Corp. 430TX - 82439TX MTXC;

**axp1700** : Athlon XP 1700+ com processador de 1500MHz, 256MB de RAM e ChipSet SiS 740;

**p3dual** : Pentium III Dual com processadores de 1GHz, 768MB de RAM e ChipSet VIA VT82C693A/694x;

---

\*Trabalho desenvolvido na disciplina de Programação de Sistemas de Alto Desempenho do PPGEp da UFSM. Agências de fomento: CNPq e CAPES.

<sup>1</sup>Message Passing Interface

Para efeitos de teste e uma comparação mais precisa, todas as máquinas foram equipadas com o mesmo adaptador de rede 3Com Gigabit Ethernet (3C996), ligadas em um comutador 3Com SuperStack 3 4900 modelo 3C17700. Além disso, todas os nós utilizados rodavam Linux RedHat 8.0 com o núcleo do sistema operacional, compilado especificamente para cada arquitetura, GNU/Linux em sua versão 2.4.21 e os compiladores GCC 3.2 com padrão Pthreads e a versão LAM/MPI 6.5.6.

## Resultados e Análise das Execuções

Esta seção apresenta alguns gráficos de desempenho da aplicação ping-pong. Nelles, foram variados os tamanhos dos pacotes e o número de processos ping-pong executados simultaneamente.

Os resultados apresentados representam a média de mil execuções consecutivas. A tomada dos tempos computacionais foi feita através da contagem no número de segundo necessário para o envio e posterior recepção de uma dada mensagem (ping-pong).

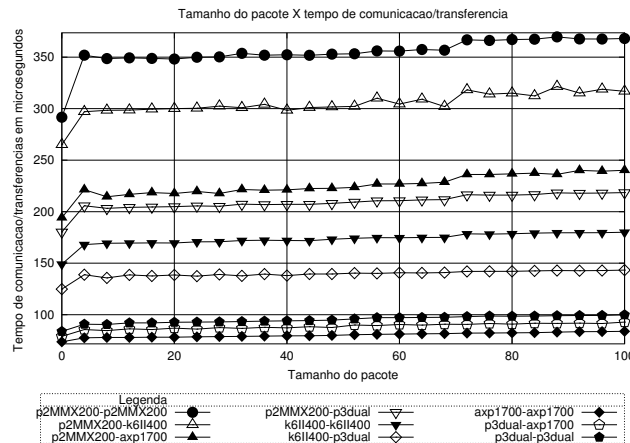


Figura 1: Execução de um ping-pong com tamanho dos pacotes variando de 0 a 100 bytes

A partir do primeiro gráfico (figura 1) pode-se visualizar um aumento linear crescente do tempo necessário para a realização de uma troca de mensagens, conforme a variação do tamanho dos pacotes. O tamanho dos pacotes varia de 0 a 100 bytes com incrementos de 4 bytes.

Ainda neste primeiro gráfico é facilmente perceptível a influência do processador na comunicação. Como são pacotes pequenos, a diferença entre capacidades de processamento é visível. A comunicação entre as duas máquinas com processadores Pentium II de 200MHz é a mais demorada. Enquanto isso, a comunicação entre as duas máquinas com processador Athlon XP de 1500MHz é a mais eficiente. Nessa perspectiva é possível analisar as demais linhas do gráfico. Quanto mais rápido é o processador menor é o tempo de comunicação (tempo de execução de um ping-pong).

A partir do segundo gráfico (figura 2) começa a haver um diferença menor entre os desempenhos. Isso por que após um certo tamanho de mensagens a serem transmitidas, a influência do processador começa a reduzir, ou seja, o papel principal passa para a placa de rede. Além disso, é possível verificar um crescimento mais acentuado do tempo de processamento.

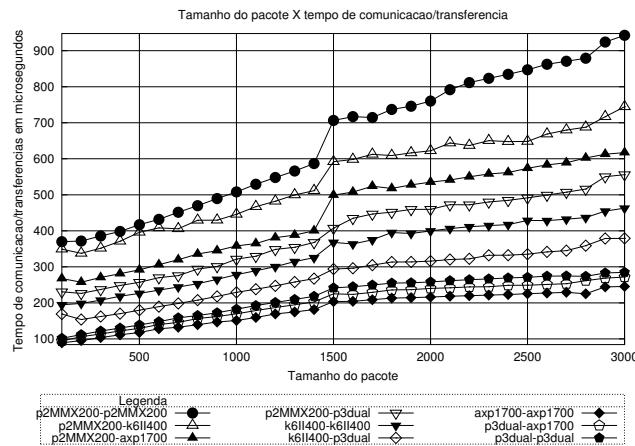


Figura 2: Execução de um ping-pong com tamanho dos pacotes variando de 100 a 3000 bytes

Outro aspecto que pode ser verificado no gráfico da figura 2 é um aumento mais brusco no tempo de execução quando os pacotes excedem o tamanho, aproximado, de 1400 bytes. Isso por que este é o limite de tamanho de um pacote Ethernet. A partir desse ponto são necessários mais de um pacote para o envio de uma única mensagem.

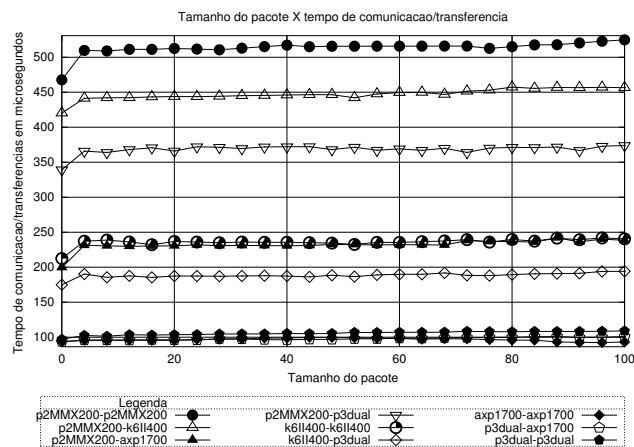


Figura 3: Execução de dois ping-pongs simultâneos com tamanho dos pacotes variando de 0 a 100 bytes

Já o gráfico da figura 3 apresenta alguns resultados da execução de dois ping-pongs simultâneos. Comparando-o com o gráfico da figura 1 é possível visualizar o aumento do tempo computacional entre duplas de máquinas com algum processador de menor capacidade computacional. Analisando, por exemplo, as linhas referentes às duplas Athlon XP 1700 - Athlon XP 1700, Pentium III Dual - Pentium III Dual e Pentium III Dual - Athlon XP 1700 percebe-se que praticamente não houve acréscimo no tempo computacional. Por outro lado, as duplas envolvendo as máquinas K6II 400 e Pentium II 200 tiveram um aumento considerável no tempo computacional, chegando a aumentar em aproximadamente 80% o tempo necessário para a troca de duas mensagens simultâneas.

Estes dois gráficos deixam ainda mais visível a influência do processador na comunicação envolvendo mensagens pequenas. Além disso, permitem que as capacidades computacionais possam ser melhor exploradas. Aplicações paralelas que realizam uma grande quantidade de trocas de mensagens podem utilizar melhor o poder de processamento disponível.

Esses números também se refletem com a utilização de três ping-pongs simultâneos. A partir da utilização de quatro ping-pongs simultâneos mesmo as comunicações envolvendo as melhores máquinas começa a crescer em proporções maiores.

## Conclusão

Aglomerados de computadores heterogêneos são uma realidade e compõem o conjunto computacional dos centros e laboratórios de pesquisa. A computação distribuída, em especial, faz uso considerável de máquinas geograficamente distribuídas e com as mais diversas características e configurações.

Os dados apresentados permitem várias inferências que podem ser bastante úteis em ambientes computacionais desse gênero. A partir dos gráficos, que expressam a relação tempo computacional versus quantidade de comunicação, é visualizável até que ponto o processador tem um papel maior sobre o processo de comunicação. Com isso, é possível explorar da melhor forma possível o poder de processamento e comunicação disponível.

Além disso, os resultados apresentados podem ser úteis no momento da compra de máquinas novas ou na atualização das elementos disponíveis. Dependendo do tipo de programa paralelo que fará mais uso dos recursos computacionais do aglomerado de computadores pode-se optar pela compra de adaptadores de rede melhores ou processadores mais velozes, no caso de atualizações.

## Referências

- [AUM 2002] AUMAGE, O. et al. High performance computing on heterogeneous clusters with the madeleine ii communication library. **Cluster Computing**, v.5, n.1, p.43–54, 2002.
- [HAM 99] HAMDIHAMDI, M. et al. Parallel computing on an ethernet cluster of workstations: opportunities and constraints. **The Journal of Supercomputing**, v.13, n.2, p.111–132, 1999.
- [KRE 2003] KREUTZ, D. L. et al. Comparativo entre diferentes interfaces de comunicação para programação paralela. In: QUARTO WORKSHOP EM SISTEMAS COMPUTACIONAIS DE ALTO DESEMPENHO, 2003, USP - São Paulo, SP. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2003.
- [KRE 2002] KREUTZ, D. L.; ROSA RIGHI, R. da. Comparação de desempenho entre diferentes adaptadores de rede gigabit ethernet. In: XVII CONGRESSO REGIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA EM TECNOLOGIA E ENGENHARIA - CRICTE2002, 2002. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2002.
- [ORS 2003] ORSOLETTA, R. A. D. et al. Máquinas NOW heterogêneas. In: ESCOLA REGIONAL DE ALTO DESEMPENHO - ERAD2003, 3., 2003, Santa Maria, RS. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2003. p.241–244.