

Avaliação de desempenho de roteadores

Eduardo Schulz¹

¹ Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), São Leopoldo, RS – Brasil

`schulzEduardo@edu.unisinos.br`

Abstract. *Routers, especially residential ones, are thought to be machines with specialized hardware. The reason for this, in most cases, is because most hardware routers are cheaper and have better performance routing packets compared to normal computers. With the collected data from four scenarios, we'll compare the performance of three computers as routers and analyze if there is a big disadvantage by using software routers.*

Resumo. *Roteadores, principalmente os residenciais, são pensados como máquinas com hardware especializado. Isso se dá pois, na grande maioria dos casos hardware routers são mais baratos e possuem melhor performance do que roteamento por computadores convencionais. Com dados coletados em quatro cenários iremos comparar a performance de três computadores como roteadores e analisar se existe uma desvantagem grande em usar software routes.*

1. Introdução

O roteador é um dispositivo que liga uma ou mais redes sendo sua principal função gerir o tráfego de rede através do encaminhamento dos pacotes aos endereços Internet Protocol (IP) corretos. A *internet* depende de roteadores para a intercomunicação global dos *Autonomous System (AS)*.

Quando pensamos neles geralmente temos em mente equipamentos com *hardware* especializado, como *Application-Specific Integrated Circuitss (ASICs)*. Como o nome implica, são circuitos integrados com um propósito único e que realizam apenas esta função. Porém, as funções de um roteador não precisam ficar limitadas a um *hardware* especializado, em muitos casos pode ser usado computadores convencionais, ou seja por *software* para a realização dessas tarefas. Neste trabalho será comparado roteadores ASIC com *software routers*.

2. Fundamentação Teórica e Trabalhos Relacionados

Os primeiros roteadores, ainda nos tempos da ARPANET, eram baseados em uma arquitetura de *software*. *Interface Message Processor (IMP)* começou a ser instalado e utilizado a partir do outono de 1969 [Heart et al. 1970]. Os primeiros ASICs só começaram a serem desenvolvidos a partir de 1976.

Software Routers por muito tempo foram desconsiderados por não serem tão eficientes quanto roteadores ASICs porém, nos dias de hoje com o advento de processadores *multi-core*, em até mesmo computadores de baixo custo e de *multi-queue NICs* podemos ter um desempenho muito melhor que no passado usando *software* [Beifuß et al. 2016] Além disso para certas aplicações esses roteadores podem escalar de uma forma melhor que roteadores ASICs. Porém para grande parte dos casos esses roteadores apresentam um custo mais alto comparados com roteadores de *hardware*.

Para grande parte das aplicações *hardware routers* são superiores nos quesitos de desempenho assim como no quesito de custo. Um roteador para uso domiciliar, dificilmente seria justificável se investir em um *software router* para essa aplicação levando em conta pequena elasticidade necessária. Outro exemplo pode ser um roteador que conecta um AS, onde o tamanho de fluxo é tão grande que uma solução baseada em *software* não seria capaz de suportar. Mas existiriam casos onde o desempenho é semelhante a um roteador ASIC? Neste trabalho será investigado se a performance de dois computadores, um de uso geral e outro de baixo custo, são capazes de competir com um roteador ASIC.

3. Metodologia

Serão apresentados quatro cenários neste trabalho, que visam comparar o desempenho e capacidade de fluxo de dados na rede. Serão analisados roteadores ASIC assim como roteadores rodando linux, com o intuito de comparar o desempenho da rede.

Uma avaliação de desempenho pode ser composta de testes que medem o desempenho de uma rede. Esse desempenho pode ser quantificado em vazão de dados, latência e se há ou não perda ou retransmissão de pacotes. Tais métricas são importantes para podermos confirmar a saúde de uma rede e se ela está capaz de lidar com seus clientes. Uma rede que perde muitos pacotes ou que tem pouca vazão pode ser indício de *bottleneck* por parte de um roteador.

O cenário I representará um ambiente de controle, ou seja, não possuirá roteadores. Ambos computadores se comunicaram utilizando um *switch* TP-Link de 100 Megabit de banda. O cenário II e III será um ambiente com um roteador linux entre os computadores, sendo que no cenário II o roteador terá grande poder computacional comparado com o cenário III. Já no cenário IV será testado um roteador ASIC rodando *firmware* customizado.

Cada cenário será testado com uma série de testes utilizando diversos tamanhos de datagramas UDP. Será levado em conta *throughput*, pacotes por segundo, latência e recursos consumidos. A ferramenta que será utilizada nestes testes será o iPerf3. Serão executados 10 testes para cada tamanho de datagrama por um período de 30 segundos.

Tem-se como hipótese que o cenário I terá o melhor desempenho comparado com o restante e que o cenário II e IV teram resultados aproximadamente parecidos. Se espera que no cenário III o desempenho será afetado pela falta de recursos do roteador.

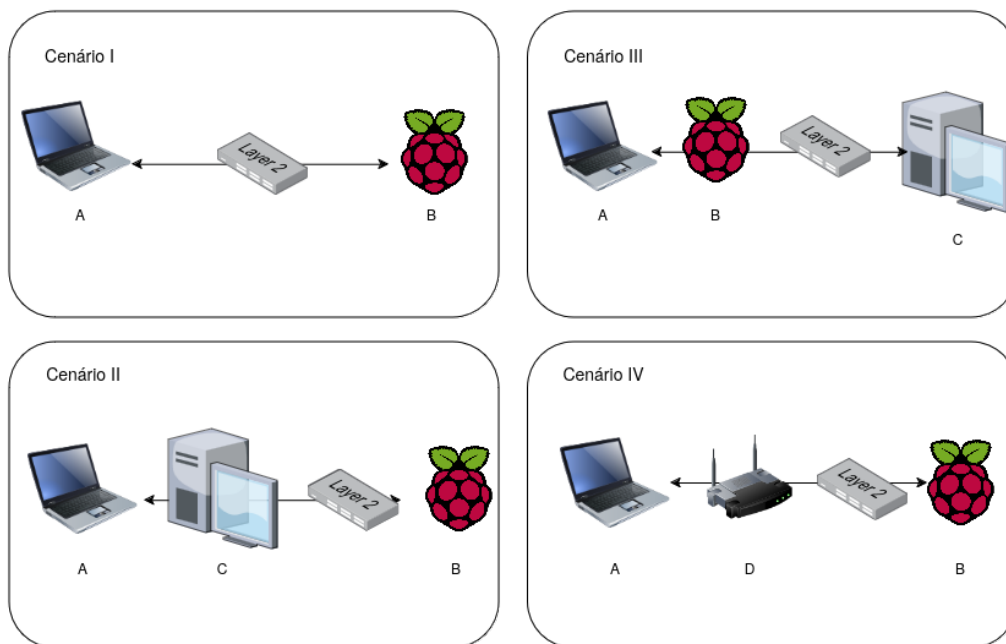


Figura 1. Cenários dos testes a serem realizados.

4. Avaliação de desempenho e funcionalidade

Nessa sessão será apresentado os ambientes dos cenários de testes, principalmente como foram configurados e seus respectivos *hardwares*. Também será exposto os resultados dos experimentos realizados neste trabalho.

4.1. Equipamentos

Como explicado na seção 3, o testes serão realizados seguindo cenários com diversos equipamentos, que devem realizar funções diferentes dependendo do cenário selecionado.

A - Thinkpad T440s		C - Custom Build	
Processador	Intel® Core™ i5 4200U	Processador	Intel® Xeon® E5-2670v3
RAM	8GB DDR3	RAM	16GB DDR4 ECC
SO	NixOS GNU/Linux	SO	NixOS GNU/Linux
kernel	6.1.79	kernel	6.1.79
B - Raspberry Pi 4		D - TPLink WR741ND	
Processador	Broadcom BCM2711	Banda	FastEthernet 100Mbit/s
RAM	4GB LPDDR4	Firmware	OpenWRT
SO	RPiOS Lite GNU/Linux	Núm. Portas	4
kernel	6.6.20+rpt-rpi-v8	Lançamento	2016

Tabela 1. Especificação dos Equipamentos

4.1.1. Configuração dos Equipamentos

No **cenário I** os equipamentos A e B foram configurados para receberem endereços IP pelo serviço *Dynamic Host Configuration Protocol* (DHCP).

No **cenários II e III**, o roteador um ip estático assim como o segundo computador. O primeiro computador recebeu um endereço IP dinâmico dado pelo roteador acima do roteador.

```
# No roteador
# systemctl net.ipv4.ip_forward
# ip addr add 10.0.1.1/24 dev {iface1}
# iptables -t nat -A POSTROUTING -o {iface2} -j MASQUERADE
```

```
# No segundo computador
sudo ip addr add 10.0.1.2/24 dev {iface}
sudo ip route add 192.168.0.0/24 via 10.0.1.1 dev {iface}
./iperf3.sh # Script de testes disponível no repositório do github.
```

```
# No primeiro computador
iperf3 -s --json output.json > output.json
```

Já no **cenário IV** o roteador também foi configurado para receber um endereço dinâmico na porta *Wide Area Network* (WAN) e fixo na porta *Local Area Network* (LAN). Toda configuração foi feita pela interface gráfica *web* disponibilizada pelo *OpenWRT*. O segundo computador não precisou ser configurado pois o mesmo ganhou endereço IP dinâmico pelo servidor DHCP do roteador.

Todos os dados coletados pelo iPerf3 foram divididos por cenários e por tamanho de datagrama e processados por *scripts* em Python e gráficos foram gerados usando a biblioteca Matplotlib. Todos os *scripts* e *logs* estão disponíveis em <https://github.com/eduardoschulz/redesIIGA>.

4.2. Resultados

4.2.1. Throughput

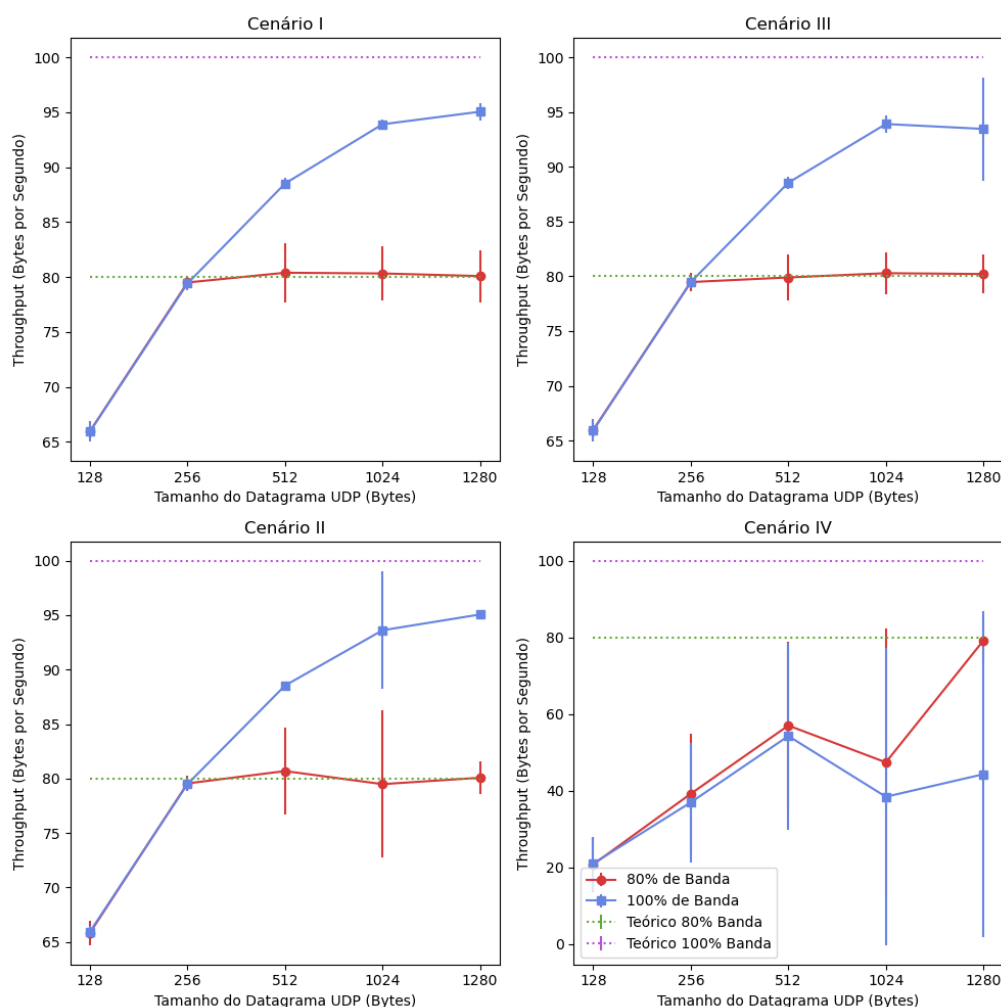


Figura 2. Throughput atingido com datagramas de tamanhos diferentes.

Como é possível notar na figura 2 o cenário de controle, isto é o I, possui a maior taxa de transferência entre todos os cenários. Os cenários II e III tiveram resultados semelhantes porém, o II teve uma taxa ligeiramente superior nos datagramas maiores em comparação com o cenário III, isto é com uma variância maior também. Já o cenário IV teve o pior dos resultados registrados, com taxas de transferência inferior aos demais e com uma variação elevada.

Assim como nos outro gráfico 2, podemos notar um padrão. Na figura 3 podemos notar pouca diferença entre os cenários I, II e III, onde todos apresentam um número de pacotes enviados por segundo semelhante. É possível notar que novamente o cenário IV possuiu resultados bem diferentes dos demais, apresentando desvio padrão muito superior que os demais cenários, principalmente nos datagramas com tamanho de 1024 bytes.

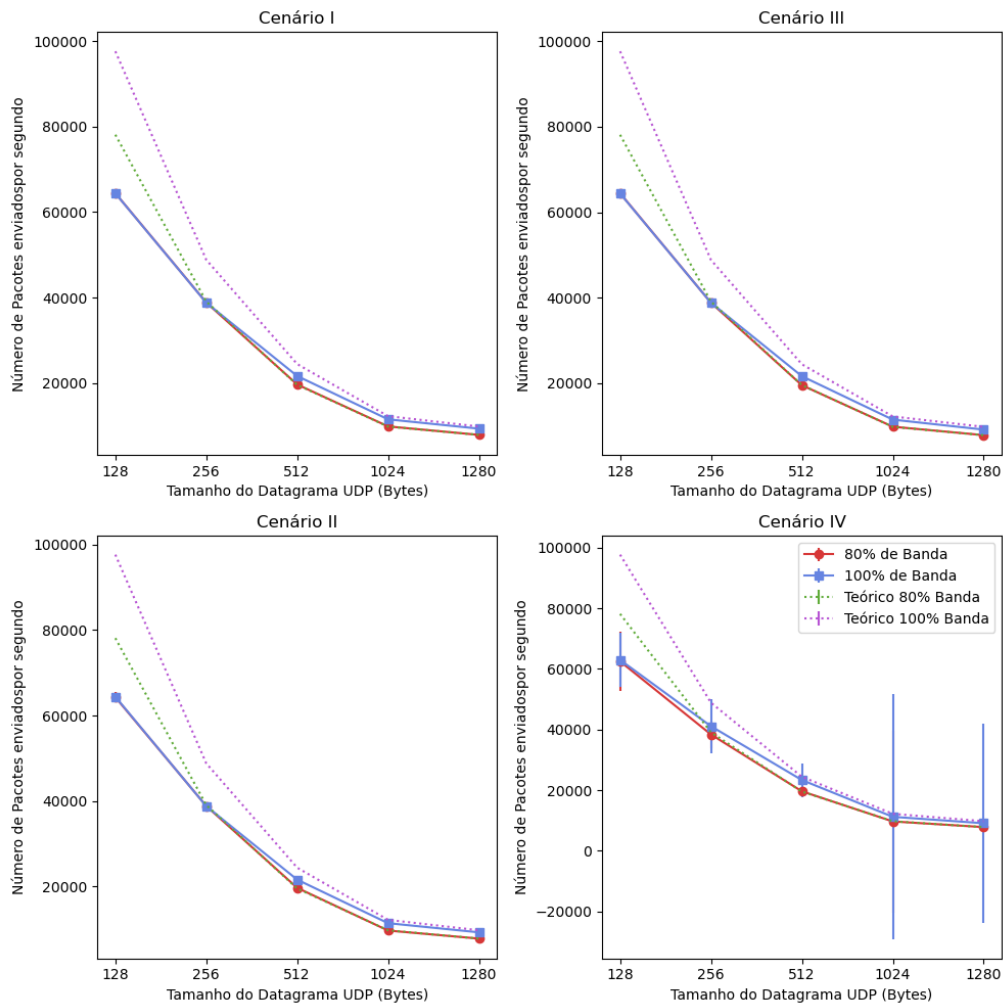


Figura 3. Número de datagramas enviados por segundo em cada teste realizado.

4.2.2. Jitter

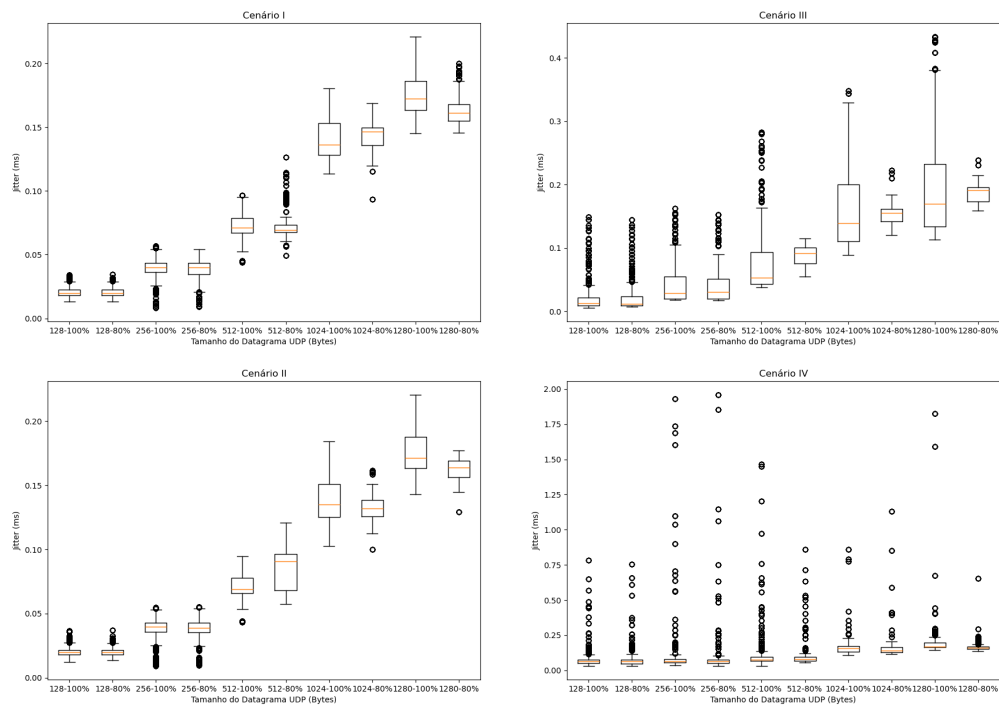


Figura 4. Boxplot dos dados de jitter coletados nos testes seguindo tamanho de datagrama.

Nesta figura 4 podemos analisar as médias assim como os *outliers* coletados pelo iPerf3 quando medindo o jitter. Como podemos notar o cenário I e II tiveram resultados semelhantes. O cenário III por sua vez teve um *jitter* superior aos cenários I e II e com um *outliers* mais notáveis. O cenário IV teve o pior dos resultados comparado com os demais, apresentando latências muito superiores e variações altíssimas.

4.2.3. Perda de Pacotes

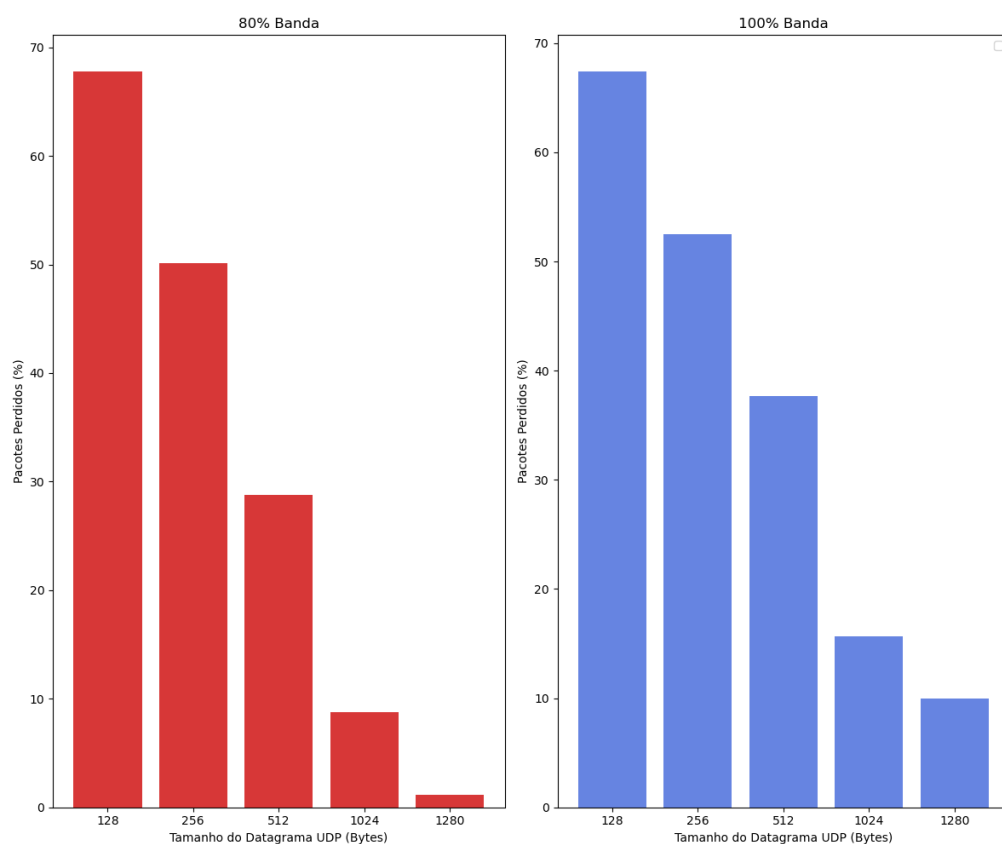


Figura 5. Perda de Pacotes.

Nesta figura 5 é apenas exposto a perda de pacotes ocasionada no cenário IV. Os demais cenários não apresentaram perdas de pacotes significativas, isto é, perdas superiores a 1%. É claramente visível que o roteador deste cenário não foi capaz de suportar tal carga, tendo casos que as perdas ultrapassem 67%.

É possível notar que o roteador teve maior dificuldade lidando com datagramas menores, isso se dá porque o maior custo computacional acontece na quebra do cabeçalho. Então em fluxos com datagramas menores mais pacotes são enviados e por consequência mais pacotes precisam ser desmontados pelo roteador. Já com datagramas maiores o número de pacotes pode ser menor como é visto na figura3.

4.2.4. Consumo do Processador

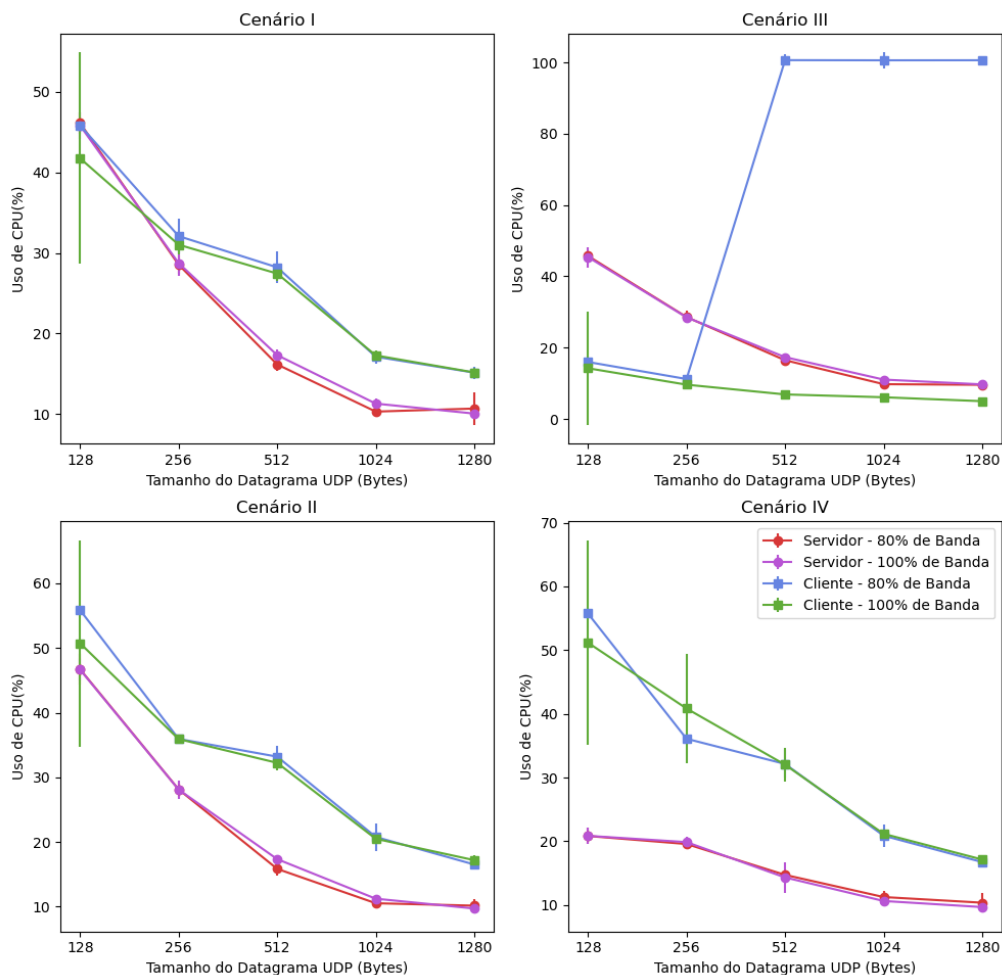


Figura 6. Consumo do Processador pelo cliente e servidor nos testes do iPerf3.

Podemos ver um padrão claro, com excessão do cenário III, onde quanto menor o tamanho do datagrama maior o consumo de processador. Como comentado previamente é esperado esse resultado já que pacotes menores significa mais pacotes, logo, sendo necessário maior processamento por parte de todos os computadores envolvidos. O resultado do cenário III não era esperado pois, de longe o cliente neste cenário tinha o maior poder computacional como podemos ver nas figuras 1 e na tabela 1.

5. Conclusão e Discussões

Depois da análise de todos esses resultados temos uma conclusão inesperada. A hipótese inicial era que o roteador conseguiria acompanhar facilmente computador C, já que suas especificações ultrapassam as bandas que foram testadas nos testes. Porém, como foi visto os resultados foram muito inferiores aos cenários com *Software Router* e ao controle. É preciso levar em conta que este roteador D foi lançado em 2016 porém, ele deveria ser capaz de lidar com bandas até 100Megabit/s. Como comentado na seção 3 podemos confirmar que as especificações dadas pela TP-Link não condizem com os resultados coletados.

A conclusão que podemos ter é que sim, *software routers* conseguem competir com roteadores ASIC e que talvez em certos casos, até mesmo um computador como o Raspberry Pi 4, pode ter performance superior a um *hardware router* antigo.

Referências

- Beifuß, A., Runge, T. M., Raumer, D., Emmerich, P., Wolfinger, B. E., and Carle, G. (2016). Building a low latency linux software router. In *2016 28th International Teletraffic Congress (ITC 28)*, volume 01, pages 35–43.
- Heart, F. E., Kahn, R. E., Ornstein, S. M., Crowther, W. R., and Walden, D. C. (1970). The interface message processor for the arpa computer network. In *Proceedings of the May 5-7, 1970, Spring Joint Computer Conference, AFIPS '70 (Spring)*, page 551–567, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.