

## Análise de Desempenho da simulação “Exercício01 WAN”

Mauro Margalho Coutinho

www.margalho.pro.br

Descrição da simulação:

O cenário modelado é composto por quatorze nós nomeados rt\_1 a rt\_14, que representam roteadores de uma rede WAN com a seguinte topologia:

```
rt_01 <---- (1Mbps/50ms) ----> rt_5
rt_02 <---- (1Mbps/50ms) ----> rt_5
rt_03 <---- (1Mbps/50ms) ----> rt_5
rt_04 <---- (1Mbps/50ms) ----> rt_5
rt_05 <---- (1.544Mbps/50ms) ----> rt_10
rt_05 <---- (1.544Mbps/50ms) ----> rt_6
rt_06 <---- (1.544Mbps/50ms) ----> rt_7
rt_07 <---- (1.544Mbps/50ms) ----> rt_8
rt_08 <---- (1.544Mbps/50ms) ----> rt_9
rt_09 <---- (1.544Mbps/50ms) ----> rt_10
rt_10 <---- (1Mbps/50ms) ----> rt_11
rt_10 <---- (1Mbps/50ms) ----> rt_12
rt_10 <---- (1Mbps/50ms) ----> rt_13
rt_10 <---- (1Mbps/50ms) ----> rt_14
```

Os enlaces são *full duplex* permitindo que os fluxos sejam transmitidos simultaneamente em ambos os sentidos. Cinco fluxos são transmitidos de acordo com a tabela 1. No instante 50 da simulação ocorre uma interrupção no enlace entre os nós rt\_5 e rt\_10 que retorna no instante 70. O tempo total de simulação é de 100 unidades. A política de fila adotada é RED (Random Early Detection).

Sobre a política RED: A política *Random Early Detection* é a mais popular das políticas propostas para o gerenciamento ativo de filas até então e vem sendo cogitada a sua adoção na Internet. A política RED tem como objetivo manter um limite máximo do tamanho médio da fila.

Tabela1 – Fluxos da simulação

Fluxo	Origem	Destino	inicio	taxa	fim	reinicio	taxa	fim
UDP1(CBR)	rt_1	rt_11	1	386 Kbps	30	30.1	900Kbps	99
UDP2(CBR)	rt_2	rt_12	5	386 Kbps	99	-	-	-
UDP3(CBR)	rt_3	rt_13	10	386 Kbps	99	-	-	-
UDP4(CBR)	rt_4	rt_14	15	386 Kbps	99	-	-	-
TCP1(FTP)	rt_7	rt_10	1	-	99	-	-	-

**Importante:** Nos gráficos abaixo Vazão1 está associada a UDP1, vazão2 a UDP2,... vazão5 ao TCP. Atraso1 está associado ao UDP1, atraso2 ao UDP2, ... atraso5 ao TCP. Jitter1 ao UDP1, Jitter2 ao

UDP2, ... Jitter5 ao TCP. As cores mudam de um gráfico pro outro, intencionalmente, na associação com o protocolo de transporte requerendo mais atenção na análise.

Com base no gráfico da figura 1, que representa a vazão fim a fim, apresentam-se as seguintes conclusões:

Sobre os fluxos UDP(CBR) pode-se afirmar que:

a) Até o instante 30 de simulação todos os fluxos CBR (quatro no total) fluem sem problemas, uma vez que somados não ultrapassam a banda disponível no ponto de gargalo que é de 1.544 Mbps.

b) No instante 30.1 de simulação a taxa do fluxo UDP1 (azul) sofre uma variação de 386 Kbps para 900 Kbps. Como consequência, o enlace T1 (de 1.544 Kbps) entre os nós rt\_5 e rt\_10, não suportou a vazão acumulada de aproximadamente 2.058 Kbps que excedeu em mais de 33% a capacidade do enlace. O resultado disso foi refletido em descarte de pacotes. Como a política de fila adotada (RED) procura manter um limite máximo do tamanho médio da fila, todos os fluxos CBR foram afetados sofrendo uma queda na vazão. O fluxo UDP1 (azul) não alcançou os 900 Kbps, oscilando entre 600 e 800 Kbps. Os fluxos UDP2, UDP3 e UDP4 (verde, amarelo e laranja) sofreram uma queda e passaram a variar entre 200 e 350 Kbps.

### Vazão Fim a Fim

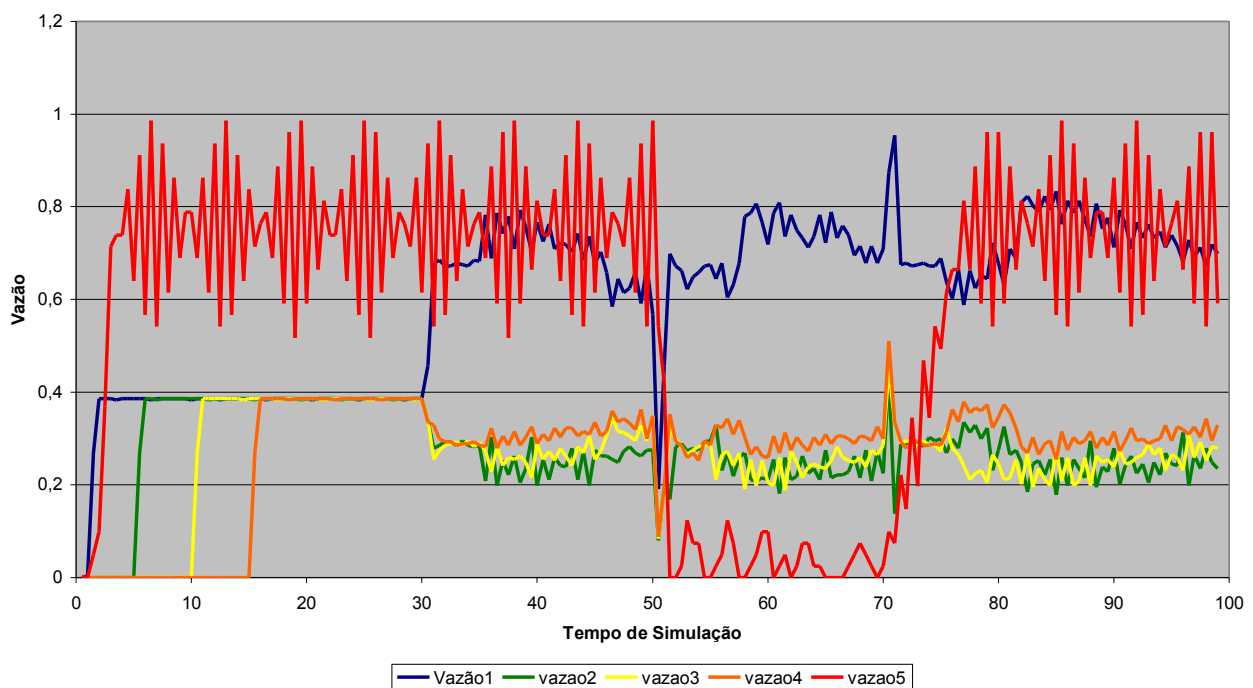


Figura 1 – Gráfico de Vazão

c) As anomalias (picos de vazão positivos e negativos) apresentadas nos instantes 50 e 70 se devem ao redirecionamento da rota ocorrido em função da queda de enlace entre os nós rt\_5 e rt\_10.

d) Como o fluxo de FTP (vermelho) corre por uma rota alternativa, toda a banda disponível de 1Mbps é consumida até o instante 50 de simulação. Nesse momento todos os fluxos UDP são redirecionados

passando a concorrer com o FTP que, por ser adaptativo, cede espaço aos demais caindo para níveis próximos a 50 Kbps até o instante 70 quando, finalmente, o enlace é liberado pelos demais fluxos.

Com base no gráfico da figura 2, que representa o atraso fim a fim, apresentam-se as seguintes conclusões:

a) Até o instante 30 de simulação, os atrasos constatados nos fluxos UDP (azul, verde, amarelo e vermelho) estabilizam em torno de 160 milissegundos. Com o aumento da taxa do fluxo UDP1 (azul) para 900 Kbps no instante 30, os pacotes passam a sofrer descartes. Como consequência, a média de atraso dos fluxos UDP sobe para cerca de 240 milissegundos, ficando muito próximas das margens limite para suporte a aplicações multimídia (em torno de 250 milissegundos).

b) Com a queda do enlace no instante 50, os pacotes passam a ser roteados por um caminho com atrasos maiores (250 milissegundos contra os 50 da rota original apenas no enlace). Como consequência, a média geral de atraso dos fluxos UDP (atrasos dos links mais atrasos nas filas) sobe para cerca de 470 milissegundos, o que já compromete a qualidade de aplicações multimídia. No instante 70, com a reativação do enlace entre os nós rt\_5 e rt\_10 os níveis de atraso dos fluxos UDP voltam ao patamar de 240 milissegundos.

c) O atraso no fluxo TCP (roxo) fica estável em torno de 170 milissegundos, sofrendo pequenas oscilações apenas entre os instantes 50 e 70 de simulação, quando fluxos concorrentes disputam o enlace.

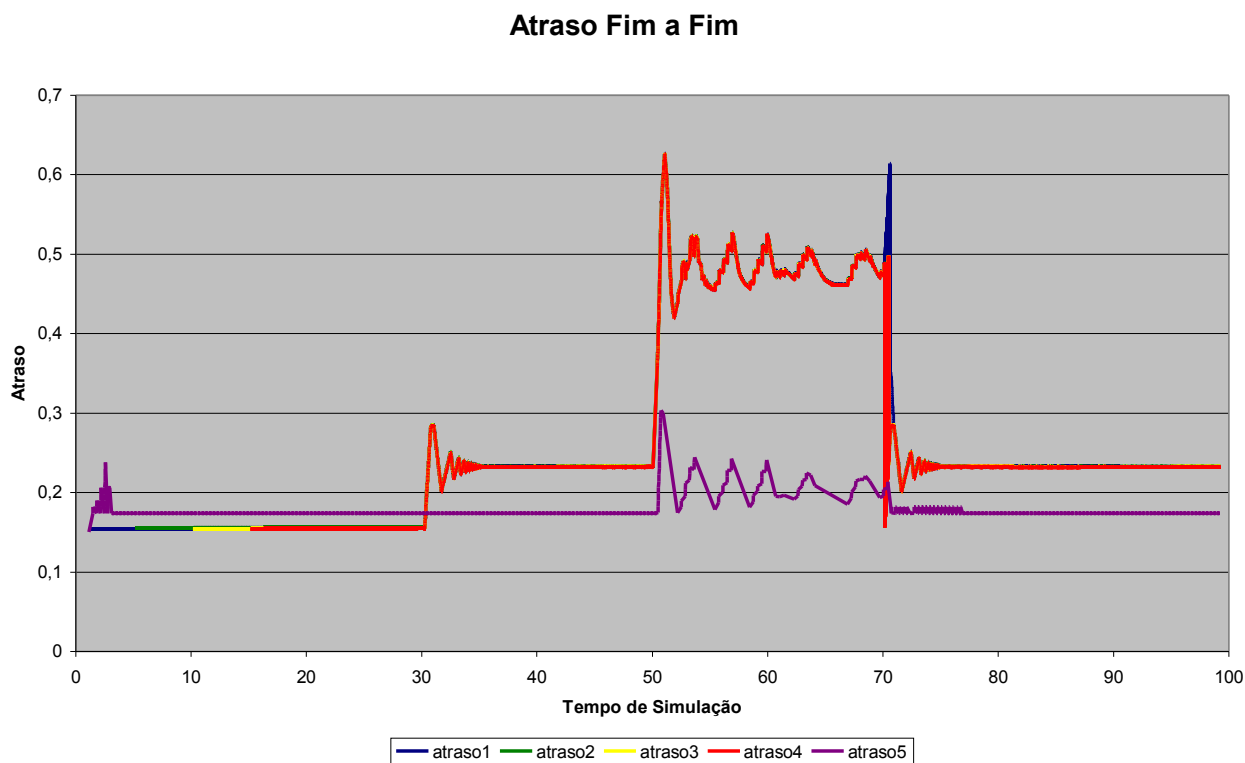


Figura 2 – Gráfico do Atraso

Com base no gráfico da figura 3, que representa o jitter fim a fim, apresentam-se as seguintes conclusões:

a) Os níveis de jitter só sofrem alterações no intervalo de queda do link, ou seja, entre os instantes 50 e 70 de simulação. O desejável é que haja pouca variação no jitter para que as aplicações multimídia não sejam comprometidas. O fato de as variações de jitter ficarem próximas de zero é bom para o desempenho da transmissão.

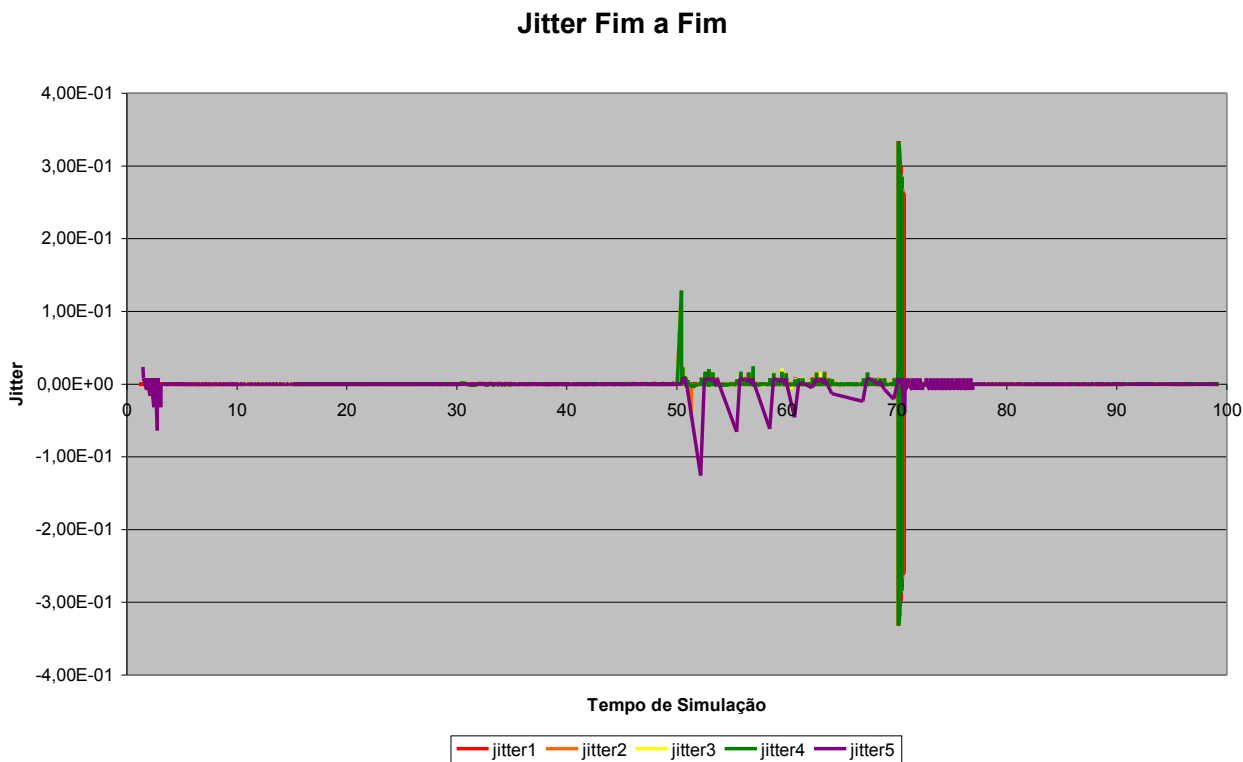


Figura 3 – Gráfico de Jitter

Mauro Margalho Coutinho  
[www.margalho.pro.br](http://www.margalho.pro.br)