

ON THE STABILITY OF DELAY-CENTRIC MULTIHOMED TRANSMISSION

Pedro Mantovani Antunes

Guilherme de Souza Miguel

Carlos Marcelo Pedroso

Eduardo Parente Ribeiro

LIEC/UFPR – Laboratório de Instrumentação e Comunicação

Introdução

- O atual avanço da tecnologia de hardware disponibiliza múltiplas interfaces de comunicação com a *Internet* em um mesmo sistema final. Esta característica é chamada de *multihoming*.
- A literatura atual propõe diversas utilizações para o *multihoming*. Algumas delas são: Resiliência na camada 4 [1]; Transferência de Dados Concorrente por Múltiplos Caminhos (CMT) [2]; Transferência da comunicação para usuários móveis [3]; Transmissão de dados em tempo-real pelo caminho de menor atraso (*delay-centric*) [4].

Delay-centric

- O *delay-centric* é um algoritmo proposto para uma conexão realizar a comunicação pelo caminho de menor atraso [4].
- Como funciona na camada 4 do modelo OSI, sua atuação é transparente ao usuário final.
- A estimativa de atraso é feita através do SRTT de cada caminho (média exponencial do RTT):

$$SRTT_i = (1 - \alpha)SRTT_{i-1} + \alpha RTT$$

onde o RTT é o tempo de ida e volta de um pacote e $\alpha = 0.125$.

Predictive delay-centric

- Foi analisada também uma versão alternativa do *delay-centric*, que considera a tendência de aumento ou diminuição do atraso [5].
- Para tal, são calculados dois SRTT's diferentes para cada caminho:
- Uma versão de longo prazo, $SRTT_L$, com $\alpha = 0.154$
- Uma versão de curto prazo, $SRTT_S$, com $\alpha = 0.667$

Predictive delay-centric

- A troca de caminho acontecerá quando:
 1. O atraso do caminho principal está aumentando ($SRTT_S > SRTT_L$)
 2. $SRTT_S$ do caminho principal é maior que um limiar.
 3. $SRTT_S$ do caminho principal é maior que o $SRTT_S$ do caminho alternativo.
- Ao longo deste trabalho, este algoritmo será chamado de PDC, enquanto o *delay-centric* original será chamado de RDC (*reactive delay-centric*)

Problemas

- Um problema de instabilidade do *delay-centric* é causado quando múltiplas transmissões utilizam-se deste algoritmo simultaneamente [6].
- Como a estimativa de atraso de todas as transmissões é similar, o instante de decisão de troca é o mesmo para todos.
- Todas as transmissões comunicam-se pelo mesmo caminho simultaneamente, não se distribuindo entre eles.
- Isto causa um atraso alto para todas as transmissões. O problema se agrava quando a utilização da banda é aumentada.

Propostas

- Incluir um tempo de guarda: Este é um período no qual o algoritmo aguarda antes de trocar de caminho, verificando após este tempo se a troca é de fato vantajosa.
- Neste trabalho foi utilizado um período aleatório de 1s a 4s para diminuir os efeitos da instabilidade.
- Quando ativo, o tempo de guarda realiza a redução do intervalo de envios entre *Heartbeat's* para 20ms, a fim de melhorar a estimativa de atraso do caminho alternativo.

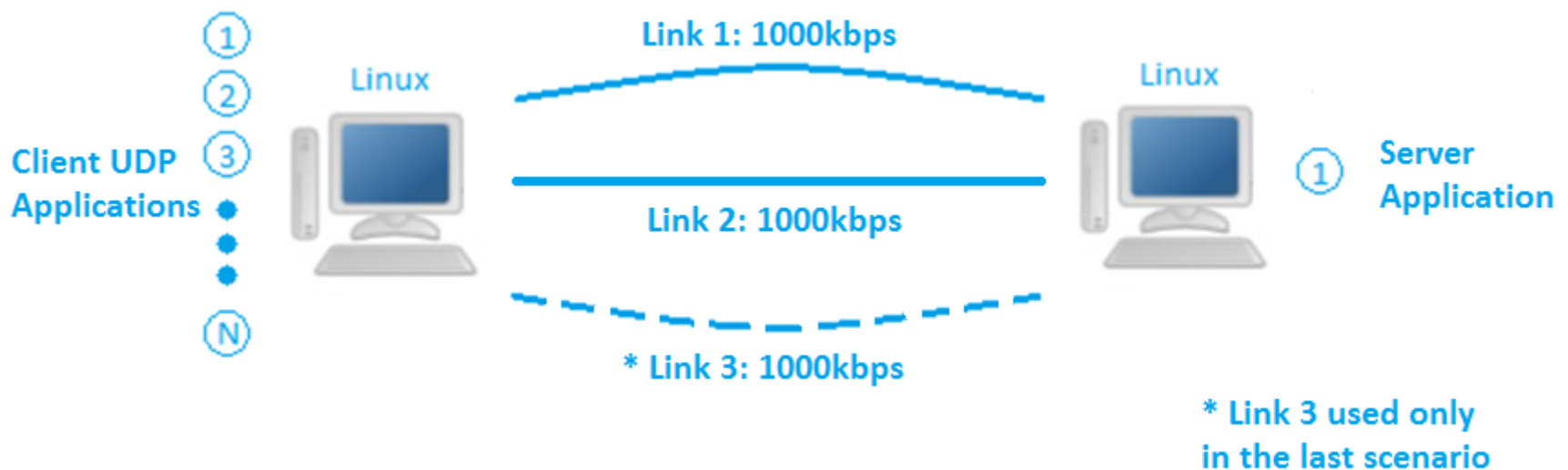
Propostas

- No trabalho, utilizamos uma condição alterada no algoritmo PDC:
- Original: O atraso do caminho principal está aumentando ($SRTT_S > SRTT_L$)
- Proposta: A tendência do atraso do caminho principal é de subir mais que a tendência do caminho alternativo ($SRTT_S - SRTT_L > srtt_S - srtt_L$)

onde o $SRTT$ em maiúsculo é o do caminho principal, e em minúsculo é do caminho alternativo.

Metodologia

- Dois computadores foram conectados diretamente através de placas *Ethernet*.
- Para simulação, foram enviados pacotes UDP por 6 transmissões simultâneas.
- Os algoritmos testados foram implementados na camada de aplicação.



Metodologia

- Todos os experimentos foram feitos em função da utilização de banda (ρ), calculada da seguinte forma:

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^6 A_i + \sum_{i=1}^n B_i}{\sum_{i=1}^n C_i}$$

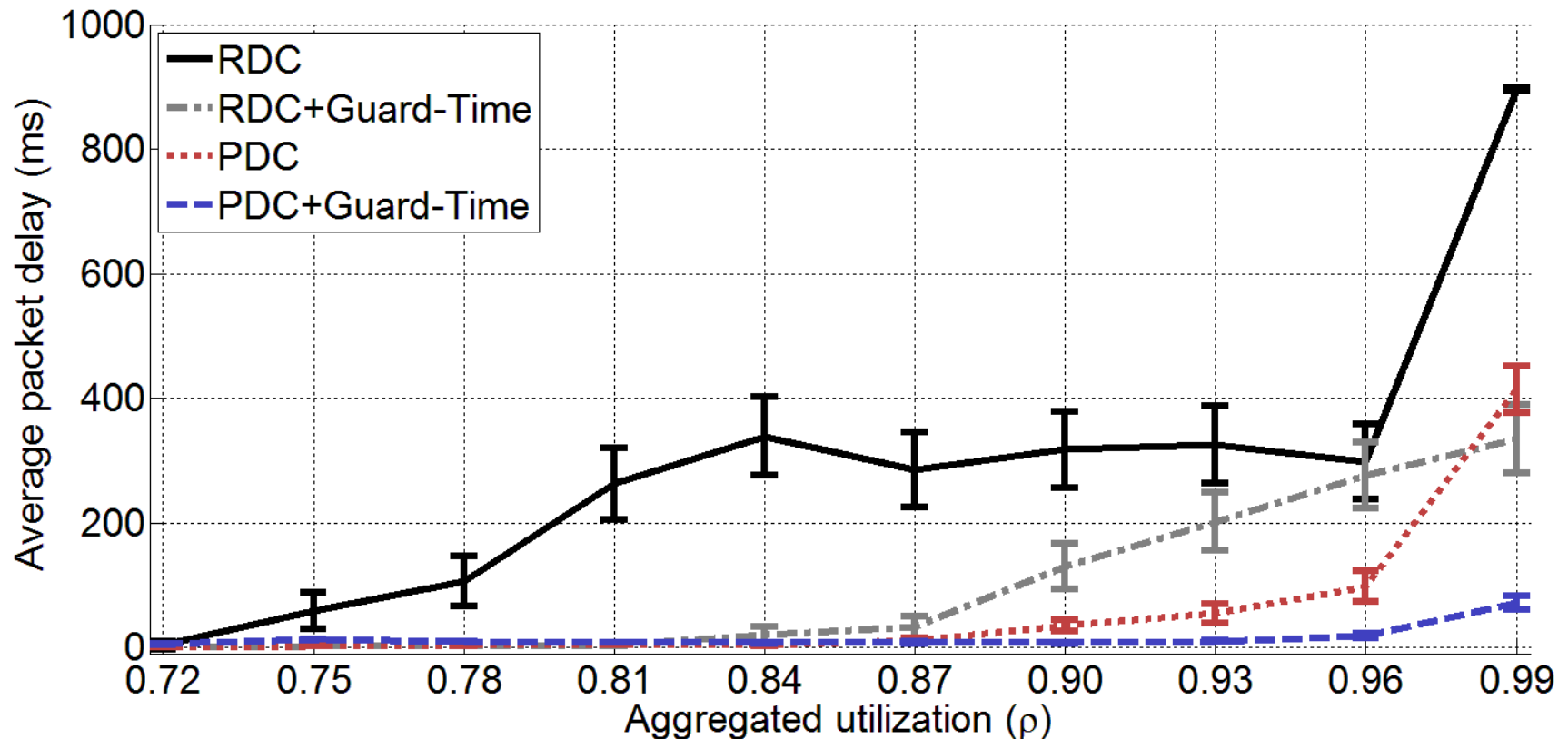
- A = Bit-rate das transmissões.
- B = Bit-rate do tráfego de fundo.
- n = Número de caminhos ativos (2 ou 3).
- C = Capacidade individual dos caminhos (1000 kbps).

Metodologia

- Os algoritmos a seguir foram testados:
 1. RDC com histerese=10ms
 2. RDC com histerese=10ms e Tempo de Guarda.
 3. PDC com limiar de troca=70ms
 4. PDC com limiar de troca=70ms e Tempo de Guarda
- Estes algoritmos foram testados com e sem tráfego de fundo e com um caminho adicional.
- Comparamos também o algoritmo PDC original e o proposto.

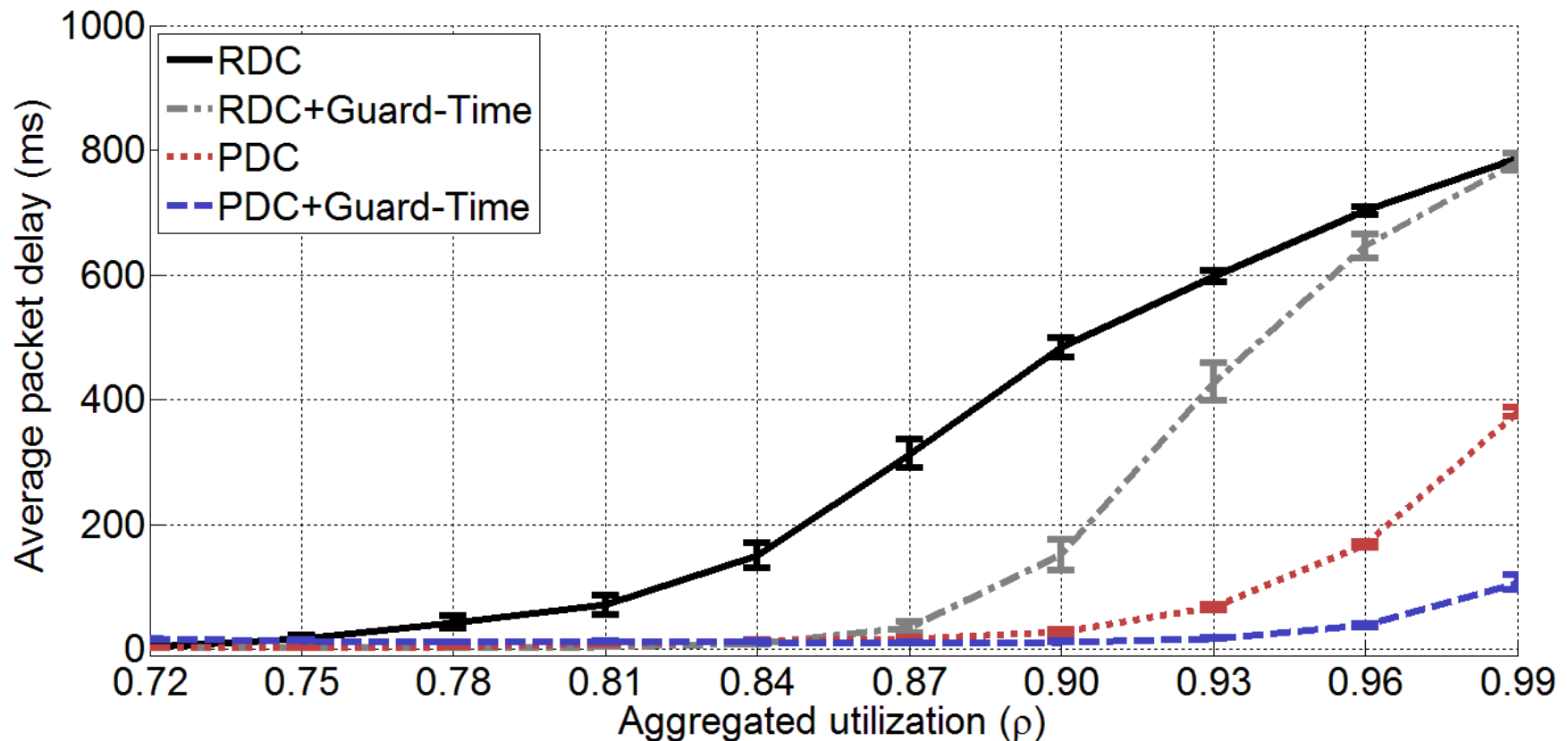
Resultados

- Comportamento dos algoritmos sem tráfego de fundo:



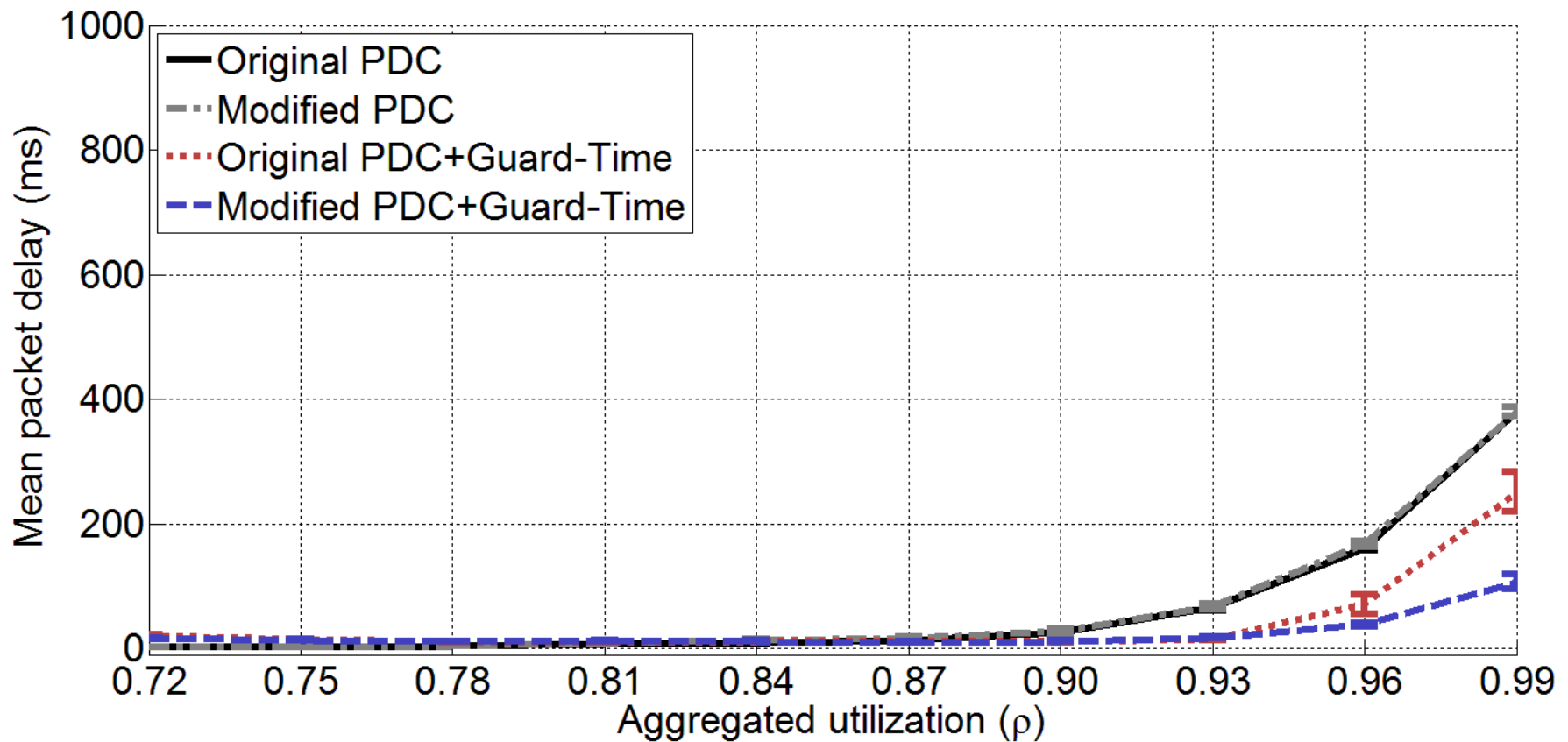
Resultados

- Comportamento com 40% de tráfego de fundo aleatório:



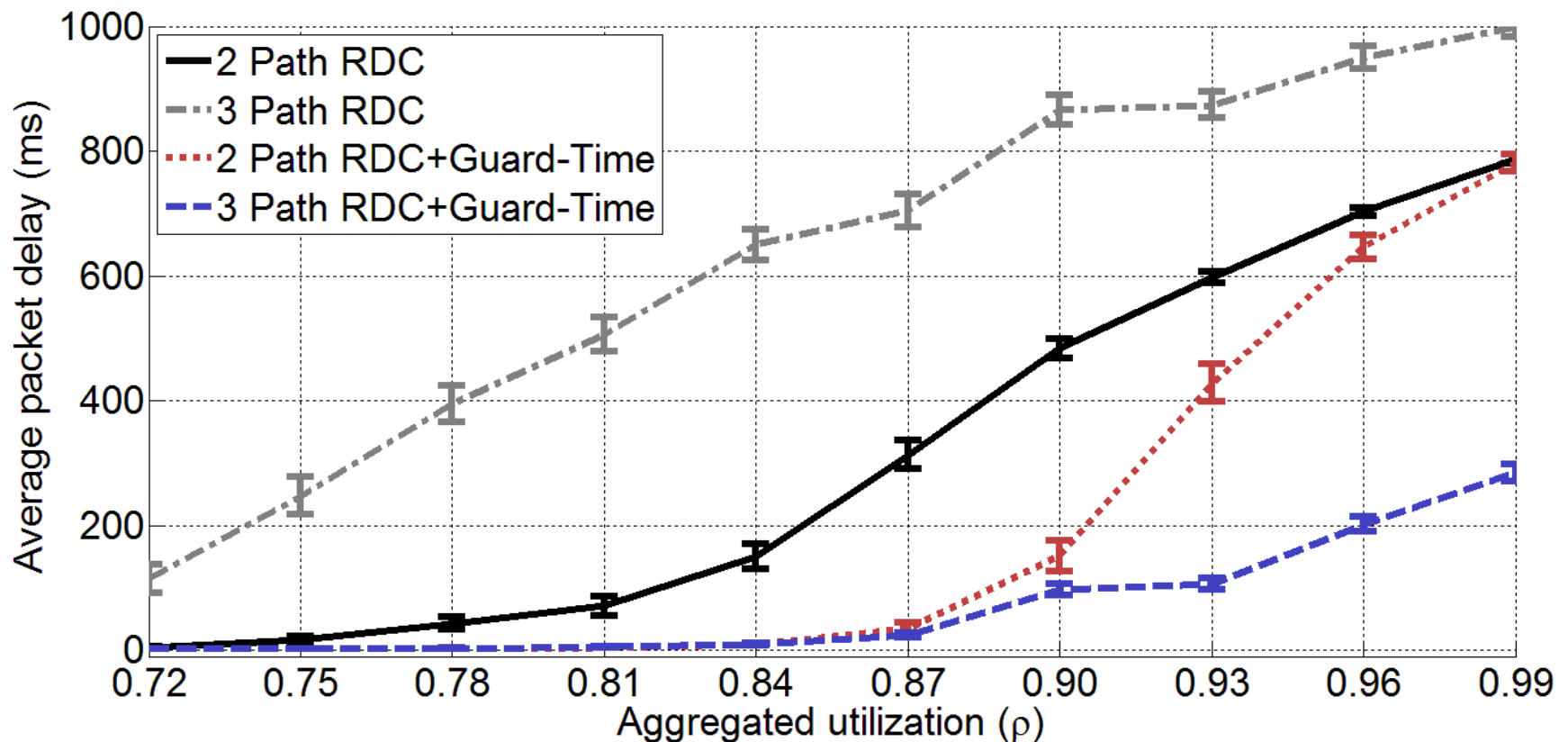
Resultados

- Comparação entre os métodos PDC:



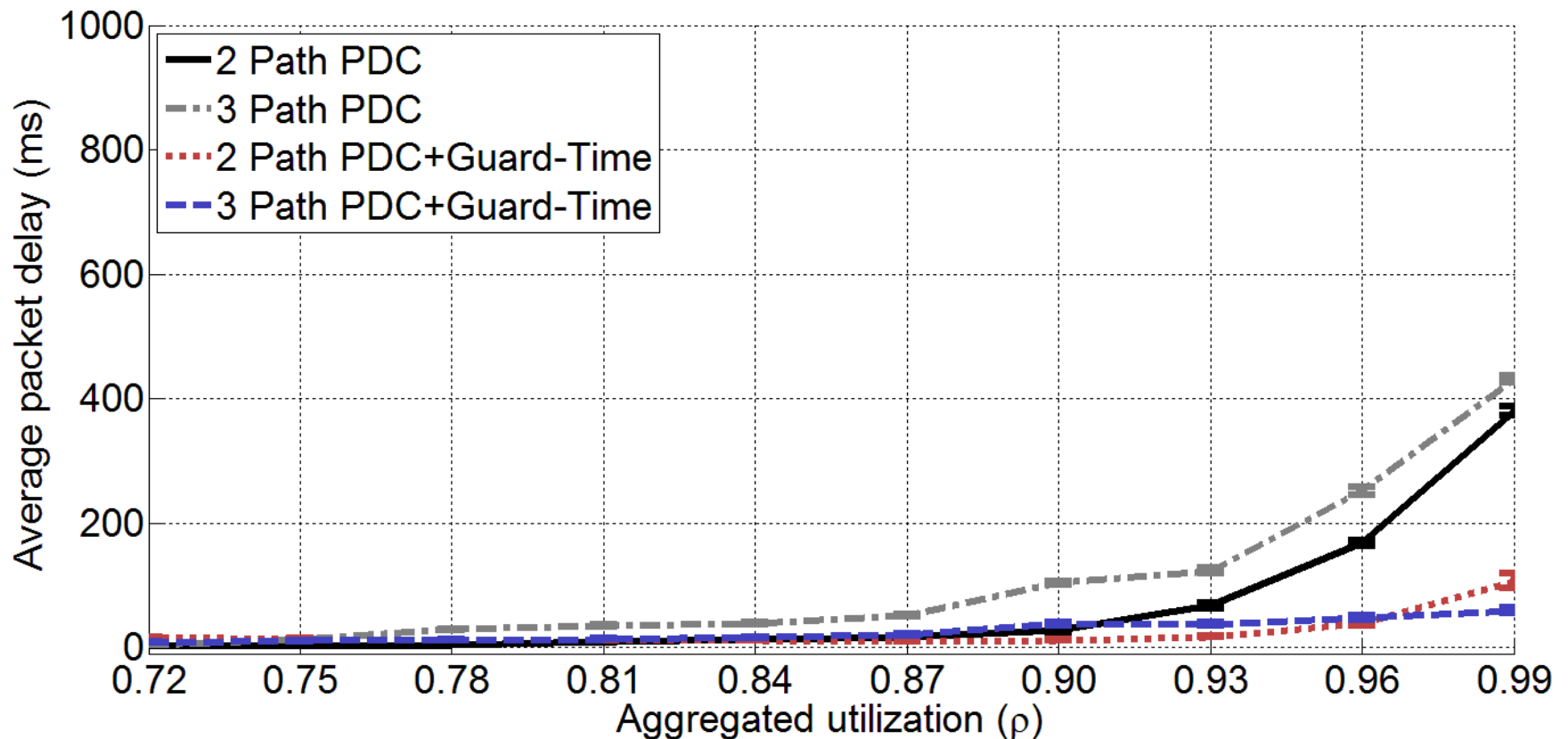
Resultados

- RDC com a adição de um terceiro caminho:



Resultados

- PDC com a adição de um terceiro caminho:



Conclusões

- O *delay-centric* é um algoritmo que pode eficientemente ajudar na qualidade de transmissão de dados em tempo real. Porém, as instabilidades que ocorrem quando múltiplas transmissões utilizam o algoritmo simultaneamente podem aumentar o atraso total.
- O algoritmo que apresentou melhor desempenho para eliminar estas instabilidades foi o PDC com a inclusão do Tempo de Guarda. Este mecanismo possibilitou a transmissão com atrasos muito menores em todos os cenários testados.

Referências

- [1] R. Stewart, M. Ramalho, Q. Xie, M. Tuexen, and P. Conrad, “Stream Control Transmission Protocol (SCTP),” RFC 4960, 2007.
- [2] J. Iyengar, P. Amer, and R. Stewart, “Concurrent Multipath Transfer Using SCTP Multihoming Over Independent End-to-End Paths,” IEEE/ACM Transactions on Networking, vol. 14, no. 5, 2006.
- [3] L. Ma, F. Yu, V. C. M. Leung, and T. S. Randhawa, “A new method to support UMTS/WLAN vertical handover using SCTP,” IEEE Wireless Communications, vol. 11, no. 4, pp. 44–51, 2004.
- [4] A. Kelly, G. Muntean, P. Perry, and J. Murphy, “Delay-Centric Handover in SCTP over WLAN,” Transactions on Automatic Control and Computer Science, vol. 49, no. 63, 2004.
- [5] A. Torres, “Method for quality improvement in video transmission over SCTP protocol,” M.Sc. Dissertation – UFPR, 2014.
- [6] I. Gavriloff, “Análise de aspectos envolvidos no mecanismo de seleção de caminho baseado em atraso para sistemas multiabrigados utilizando SCTP,” M.Sc. Dissertation – UFPR, 2009.