

Remoção de Mensagens Obsoletas em Conjunto com Políticas de Gerenciamento de *Buffer* para Redes DTN

Elenilson da N. Gomes¹, Carlos Alberto V. Campos¹,
Sidney Lucena¹, Aline C. Viana²

¹Departamento de Informática Aplicada (DIA)
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO) – Rio de Janeiro, Brasil

²Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique (INRIA)
Orsay, France

{elenilson.gomes, beto, sidney}@uniriotec.br, aline.viana@inria.fr

Abstract. *In Delay/Disruption Tolerant Networks (DTN), the buffer space control is an important factor for its operation. A way to avoid buffer saturation is the use of mechanisms to remove copies of messages already delivered at destination, that are still occupying buffer space at intermediate nodes. However, such removal mechanism only start to act after messages deliveries at destination. Thus, the focus of this work is to investigate the use of a mechanism that removes copies of messages jointly with buffer management policies (Random, FIFO and LRF) in the evaluation of a DTN using the Epidemic routing protocol.*

Resumo. *Em Redes Tolerantes a Atrasos e Interrupções (DTN) o controle do espaço de armazenamento é um fator primordial para o seu funcionamento. Uma maneira de evitar o enchimento deste espaço é o uso de mecanismos de remoção de cópias de mensagens que já foram entregues no destino, e que ainda estão ocupando espaço nos buffers dos nós. Entretanto, esses mecanismos de remoção só começam a atuar depois que as mensagens são entregues no destino. Sendo assim, o foco deste trabalho é investigar o uso do mecanismo de remoção de cópias de mensagens (ReMO) juntamente com políticas de gerenciamento de buffer (Aleatória, FIFO e LRF) na avaliação de uma DTN usando o protocolo de roteamento Epidêmico.*

1. Introdução

Os protocolos de encaminhamento por inundação disseminam várias cópias na rede buscando aumentar a probabilidade de entrega e reduzir a taxa de atraso, mas aumentam consideravelmente o uso de *buffers* nos nós da rede. O Epidêmico é um exemplo deste protocolo, classificado como um protocolo de inundação. Foi proposto por [A. Vahdat 2000] e ainda é amplamente difundido na literatura. O uso de mecanismos de remoção de cópias de mensagens já entregues no destino e que ainda continuam ocupando espaço de armazenamento nos nós, em conjunto com políticas de gerenciamento de *buffer*, é apresentado neste trabalho como uma das soluções para evitar o uso excessivo de *buffer* provocado pelos protocolos de inundação. Como esses mecanismos só começam a atuar após as primeiras mensagens chegarem ao destino, em situações cujo atraso médio é alto esses mecanismos podem ter pouca efetividade no funcionamento de uma DTN. Devido a esta particularidade, o uso de um mecanismo de remoção pode não ser suficiente para a rede, havendo a necessidade de associarmos seu uso com políticas de gerenciamento de *buffer*.

A escolha de cenários que consigam descrever situações que se aproximem da realidade é fator primordial na análise de resultados em DTNs. Estas redes normalmente são influenciadas diretamente pela mobilidade, quantidade dos nós e tempo de simulação. Desta forma, procurou-se usar traços de mobilidade reais extraídos de experimentos disponibilizados no CRAWDAD¹ que pudessem contribuir quanto ao realismo das simulações. Para isso, foram escolhidos dois traços de mobilidade real que tivessem diferenças significativas entre si. No UCL1 [Abdesslem et al. 2011] foram recrutados 20 alunos na University College London para usarem iMotes e smartphones em um experimento para coleta de dados onde os participantes podiam responder a questões enviadas. Para isso, o tempo de simulação foi de 6 dias e foram geradas 8640 mensagens. No ROLLernet [Leguay and Benbadis 2009] foi realizado um passeio por um grupo de patinadores em Paris onde foram coletados dados de mobilidade com iMotes por 62 participantes. Neste cenário, o tempo de simulação foi de 3 horas e foram geradas 2160 mensagens.

Nos experimentos realizados neste trabalho, o tamanho dos *buffers* em ambos os cenários foi de 1, 2 e 5 MB e o tamanho das mensagens foi de 10KB. Foram utilizadas quatro métricas de desempenho (probabilidade de entrega, atraso médio, sobrecarga de mensagens e taxa de ocupação do *buffer*) para avaliar a influência do mecanismo de remoção no funcionamento da rede sob o funcionamento do protocolo Epidêmico. Além disso, a taxa de ocupação do *buffer* foi obtida para investigar a eficiência do mecanismo na remoção de mensagens obsoletas.

2. Mecanismo de Remoção de Mensagem Obsoletas - ReMO

O mecanismo de remoção usado neste trabalho é proposto em [Gomes et al. 2012]. Este mecanismo foi implementado segundo o modelo matemático apresentado em [Small and Haas 2003] e [Haas and Small 2006], *VACCINE*, que visa remover as cópias das mensagens já entregues no destino e que continuam ocupando espaço de armazenamento nos nós intermediários, independente do protocolo de roteamento utilizado.

Seu funcionamento é bem simples. Cada nó passa a ter uma lista que armazena o identificador de cada mensagem que é entregue no destino e, quando um nó entra em contato com outro nó, eles trocam esta lista. Caso exista algum registro de uma mensagem já entregue no destino, o nó deverá removê-la do *buffer*. Após esta fase, os nós devem trocar mensagens normalmente conforme o protocolo de roteamento usado. Caso alguma mensagem seja entregue no destino, ambos os nós armazenarão o identificador desta mensagem na sua lista.

3. Políticas de gerenciamento avaliadas

As políticas de gerenciamento de *buffer* agem quando não existe mais espaço suficiente para armazenamento de mensagens, evitando que a rede deixe de funcionar. As políticas aqui avaliadas foram a **FIFO** - (*First In, First Out*), na qual a mensagem que está a mais tempo no *buffer* é descartada, a **Aleatória**, onde a eliminação é feita a partir de um sorteio entre as mensagens que estão no *buffer*, e a **LRF** - (*Least Recently Forwarded*), que visa descartar a mensagem já disseminada que atingiu todos ou o maior número de nós na rede e, caso nenhuma mensagem tenha sido disseminada ainda, descarta-se a mensagem a mais tempo no *buffer*.

¹Projeto que possui uma base de dados de traços de diferentes tipos de redes sem fio.

4. Resultados obtidos

Nesta seção são apresentados os resultados obtidos na investigação do uso do mecanismo ReMO juntamente com as políticas de gerenciamento de *buffer* (FIFO, Aleatório e LRF) através das métricas e dos parâmetros configurados no simulador *The ONE*. Para cada cenário de simulação foram realizadas 10 rodadas distintas e para os resultados obtidos foi aplicado o intervalo de confiança de 95% usando a distribuição *t-student*. Os cenários de simulação foram divididos conforme os traços de mobilidade real escolhidos e como tamanho de *buffers* foram usados os valores de 1MB, 2MB e 5MB.

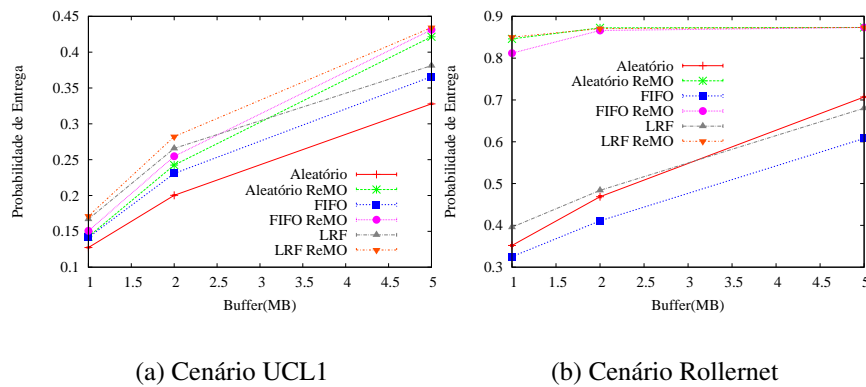


Figura 1. Probabilidade de entrega comparada as políticas de gerenciamento de *buffer* com e sem o mecanismo ReMO

Na Figura 1(a) e na Figura 1(b) pode-se observar que ocorrem, para todas as políticas de gerenciamento de *buffer*, uma melhora na probabilidade de entrega quando se usa o ReMO. Na Figura 1(a), esta melhora varia de 2% a 10%, dependendo da política empregada. Na Figura 1(b), esta variação é ainda maior, ficando entre 40% e 50% conforme a política empregada. Neste caso, a melhora deve-se ao cenário de mobilidade que, devido a um maior contato entre os nós, possibilita uma troca maior de mensagens e, com isso, mais mensagens chegam no destino. Conseqüentemente, o descarte de mensagens que não foram entregues no destino é menor, aumentando a probabilidade de entrega.

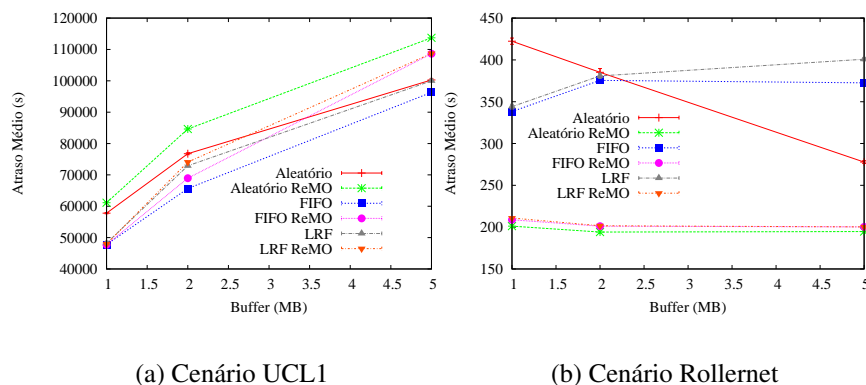
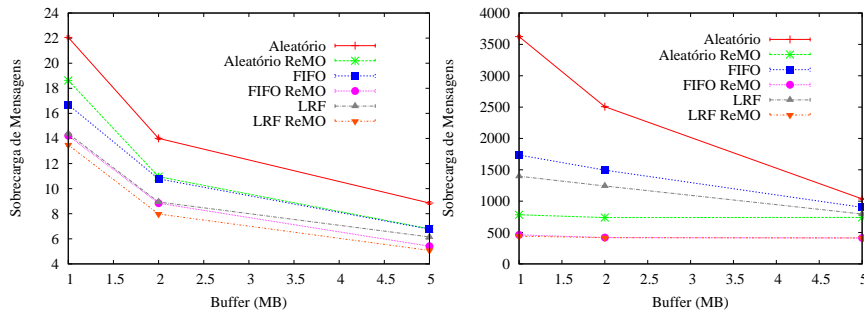


Figura 2. Atraso Médio comparada as políticas de gerenciamento de *buffer* com e sem o mecanismo ReMO

Na Figura 2(a) pode-se observar que todas as políticas usando ReMO obtiveram um atraso médio maior em relação as que não usaram. Isto se deve à própria definição da métrica, que contabiliza o tempo médio que uma mensagem leva para ser entregue desde sua geração. Como diminuiu o descarte de mensagens, um número maior de mensagens

chega ao destino, elevando o tempo médio de entrega. Na Figura 2(b) observa-se que, mesmo entregando mais mensagens, esta métrica teve uma melhora em todas as políticas que utilizaram o ReMO. Isto se deve à maior mobilidade deste cenário, o que favorece a troca de mensagens e da lista de controle, aumentando a remoção das mensagens obsoletas. Observamos que a política Aleatória tem um melhor desempenho em relação às outras e que, tanto a FIFO como a LRF, sofrem uma melhora considerável de quase 200s ao usar o ReMO.

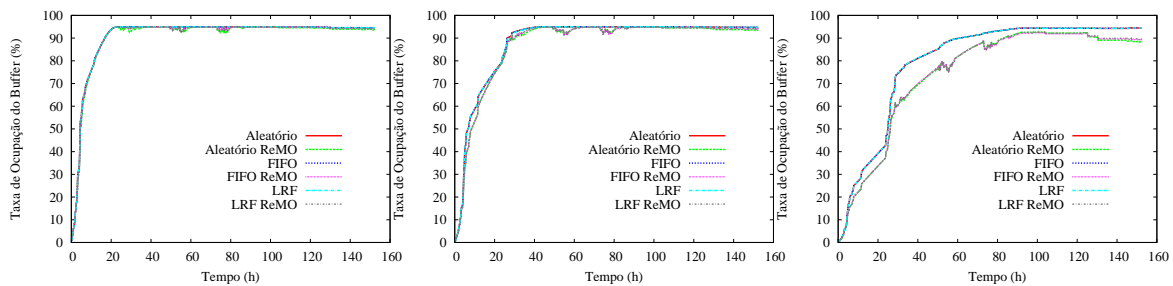


(a) Cenário UCL1

(b) Cenário Rollernet

Figura 3. Sobrecarga de mensagens comparada as políticas de gerenciamento de *buffer* com e sem o mecanismo ReMO

Na Figura 3(a) pode-se observar que o uso do ReMO melhorou a sobrecarga de mensagens nas políticas de gerenciamento de *buffer*. Isto se deve à remoção de cópias de mensagens já entregues no destino e que se encontram nos nós intermediários. Na Figura 3(b), a sobrecarga é analisada em um cenário onde a mobilidade é alta. Verifica-se que o mecanismo ReMO diminui em mais de 50% o repasse de mensagens usando todas as políticas de gerenciamento de *buffer*. Pode-se observar que, para a política FIFO, a melhora foi de mais de 200% para *buffer* de 1MB. Outro fator interessante é que as políticas FIFO e LRF, com uso do ReMO, passam a ter o mesmo comportamento de sobrecarga.



(a) *Buffer* 1M

(b) *Buffer* 2M

(c) *Buffer* 5M

Figura 4. Ocupação do *buffer* no cenário UCL1 com as políticas de gerenciamento com e sem o mecanismo ReMO

Na Figura 4 pode-se observar que o uso do mecanismo ReMO não afeta a ocupação do *buffer* para os cenários de 1 e 2MB, que se apresentaram muito pequenos. Já no cenário de 5MB (ver 4(c)), o uso do ReMO com as políticas de gerenciamento, a taxa de ocupação do *buffer* foi nitidamente menor em comparação a taxa de ocupação no cenário sem o uso do ReMO, mostrando a sua efetividade na remoção de mensagens obsoletas.

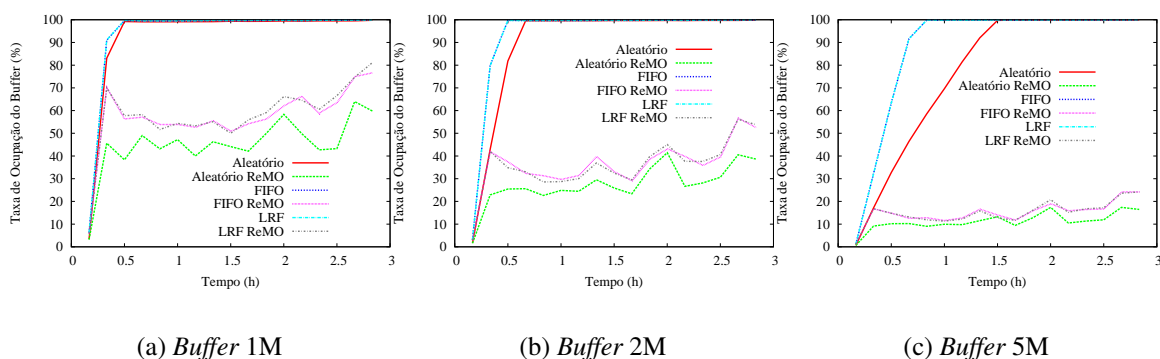


Figura 5. Ocupação do *buffer* no cenário Rollernet com as políticas de gerenciamento com e sem o mecanismo ReMO

Na Figura 5, pode-se verificar que o uso do ReMO diminui a taxa de ocupação do *buffer* da DTN em todos os cenários e políticas de gerenciamento analisadas, principalmente para a política Aleatória.

5. Conclusão

Neste trabalho foi avaliado o mecanismo ReMO juntamente com três políticas de gerenciamento de *buffer* (FIFO, Aleatório e LRF) para uma DTN usando o protocolo Epidêmico. Sobre esta avaliação é possível concluir, para os cenários avaliados, que o uso do ReMO em conjunto com as políticas analisadas apresentou um resultado superior em relação a cenários sem o seu uso. Foram analisadas as métricas de desempenho: probabilidade de entrega, atraso médio, sobrecarga de mensagens e ocupação de *buffer*. No caso da probabilidade de entrega para a política de gerenciamento de *buffer* LRF, verificou-se um aumento de cerca de 100% no desempenho quando utilizada juntamente com o mecanismo ReMO.

Referências

- A. Vahdat, D. B. (2000). Epidemic routing for partially-connected ad hoc networks. *Technical Report CS-200006*, page 18. Duke University.
- Abdesslem, F. B., Henderson, T., and Parris, I. (2011). CRAWDAD trace st_andrews/locshare/2010/uc11 (v. 2011-10-12).
- Gomes, E. d. N., Fernandes, R. M., Campos, C. A. V., and Viana, A. C. (2012). Um mecanismo de remoção de mensagens obsoletas para as redes tolerantes a atrasos e interrupções. *XI WPerformance*, pages 1–14. CSBC.
- Haas, Z. J. and Small, T. (2006). A new networking model for biological applications of ad hoc sensor networks. *IEEE/ACM Transactions on Networking*, 14(1):27–40.
- Leguay, J. and Benbadis, F. (2009). CRAWDAD data set upmc/rollernet (v. 2009-02-02).
- Small, T. and Haas, Z. J. (2003). The shared wireless infostation model: a new ad hoc networking paradigm (or where there is a whale, there is a way). In: *Proceedings of the 4th ACM MOBIHOC*, 1:233–244.