

# Analisando o uso de intermediários para entrega de mensagens em redes DTN

Alexandre Kaminagakura, Diogo de Andrade e Luiz Carlos Pessoa Albini

**Resumo**— Redes Tolerantes a Atrasos e Desconexões (DTNs) permitem transmissões de dados entre dispositivos mesmo que eles estejam inalcançáveis durante um período. Para tanto, máquinas intermediárias devem armazenar os dados destinados a outros participantes até que possam ser entregues. Este procedimento é conhecido como *store-carry-and-forward*. Este trabalho estuda a viabilidade do uso de intermediários na entrega das mensagens, mostrando que é possível entregar mais de 70% das mensagens de dados através de intermediários e com uma sobrecarga muito baixa.

**Palavras-Chave**— Redes Móveis, Redes Ad-Hoc, DTN.

## I. INTRODUÇÃO

Redes Tolerantes a Atrasos e Desconexões (*Delay and Disruption Tolerant Networks* - DTNs) [1] são caracterizadas por frequentes quebras de enlace e alta taxa de entrega de dados. As quebras de enlace podem ocorrer devido à movimentação dos participantes, resultando em períodos longos para a entrega das mensagens, podendo ser de horas ou até mesmo dias. Em uma DTN, uma unidade (nó) pode mandar mensagens para outra que não está alcançável imediatamente, usando nós intermediários para estabelecer a comunicação entre a origem e o destino em tempos e lugares diferentes.

Existem diversas abordagens que usam intermediários para a entrega de dados. Por exemplo pode-se usar redundância para maximizar a taxa de entrega [3] ou procurar otimizar e reduzir o tráfego na rede [4]. Para o funcionamento de uma DTN, é fundamental a existência de nós intermediários entre as origens e os destinos. Sendo assim, é importante ressaltar um conceito fundamental em tais redes: os contatos. Um contato é a ocasião na qual origem/intermediário e intermediário/destino podem trocar dados.

Este artigo analisa o uso de nós intermediários para a entrega de mensagens. Para tanto, o protocolo *store-carry-and-forward* foi implementado no simulador NS-2. Será mostrado que é possível entregar mais de 70% das mensagens de dados usando-se intermediários com uma sobrecarga muito baixa. O restante deste trabalho está organizado desta forma: a seção II detalha o protocolo proposto; a seção III contém os resultados de simulação; a seção IV apresenta a conclusão.

## II. PROTOCOLO IMPLEMENTADO

O protocolo *store-carry-and-forward* foi implementado em três partes: (i) Controle de vizinhança; (ii) Busca por intermediário; (iii) Transmissão de dados. O controle de vizinhança

Alexandre Kaminagakura, Diogo de Andrade e Luiz Carlos Pessoa Albini, NR2/Departamento de Informática, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil. E-mails: aleolindo@gmail.com, diogo323@gmail.com, albini@inf.ufrpr.br. Este trabalho foi parcialmente financiado pelo CNPq.

é feito através de mensagens de *Hello*, usadas para informar a presença dos nós a seus vizinhos. As mensagens de *Hello* também são usadas para manter uma tabela de *Hellos recebidos* que define o quão conhecido é cada nó e é usada na transmissão de dados. Um nó é considerado conhecido por outro se a quantidade de mensagens de *Hello* recebidos em um determinado intervalo de tempo é superior ao limite *HELLOS\_MINIMOS*, definido pelo usuário.

A busca por intermediários é realizada toda a vez que um nó deseja se comunicar com outro nó com o qual ele não tem contato. A busca é realizada através de uma mensagem de *Busca*, enviada pela origem para todos os seus vizinhos. Todos os vizinhos que souberem como chegar no destino enviam respostas à origem. Caso nenhuma resposta seja recebida, a busca é adiada. Se houver uma ou mais respostas, o nó as analisa e escolhe o vizinho atual mais confiável para levar os dados até o destino final. A confiabilidade dos nós é calculada através da quantidade de pacotes entregues por eles. Por exemplo, se o nó *a* receber mensagens de dois outros nós *b* e *c*, sendo que ele recebe mais mensagens através de *b* do que de *c*, ele estima que *b* é mais confiável que *c*.

A transmissão de dados pode ser para o destino diretamente ou para um nó intermediário. Se for diretamente para o destino, ela é trivial. Caso contrário, as mensagens de dados são enviadas para o nó intermediário enquanto houver comunicação entre este e a origem. Caso a comunicação entre origem e intermediário seja perdida antes do envio de todas as mensagens, a origem deve repetir a busca por intermediários.

## III. RESULTADOS

Para as simulações do protocolo apresentado nesse trabalho, foi utilizado o simulador *ns-2.34*. A tabela I contém todos os parâmetros usados nas simulações. Embora tenham sido realizadas simulações em todos estes cenários, somente os resultados para 20m/s e 20 mensagens por segundo são reportados neste artigo devido à limitação de espaço.

Foram definidos dois tipos de cenários para as simulações, ambos com 50 nós e com cinco regiões. A diferença entre eles é a forma como as regiões estão distribuídas e como os nós se movimentam entre elas. No *cenário 1*, as cinco regiões estão dispostas em forma de estrela e todos os nós se movimentam livremente entre as regiões. No *cenário 2* as regiões estão dispostas em forma de cruz e apenas metade dos nós de cada região se movimentam entre regiões.

A figura 1 demonstra o percentual de mensagens que foram entregues através de nós intermediários. Como pôde ser visto, o uso de intermediários no cenário 1 é muito baixo,

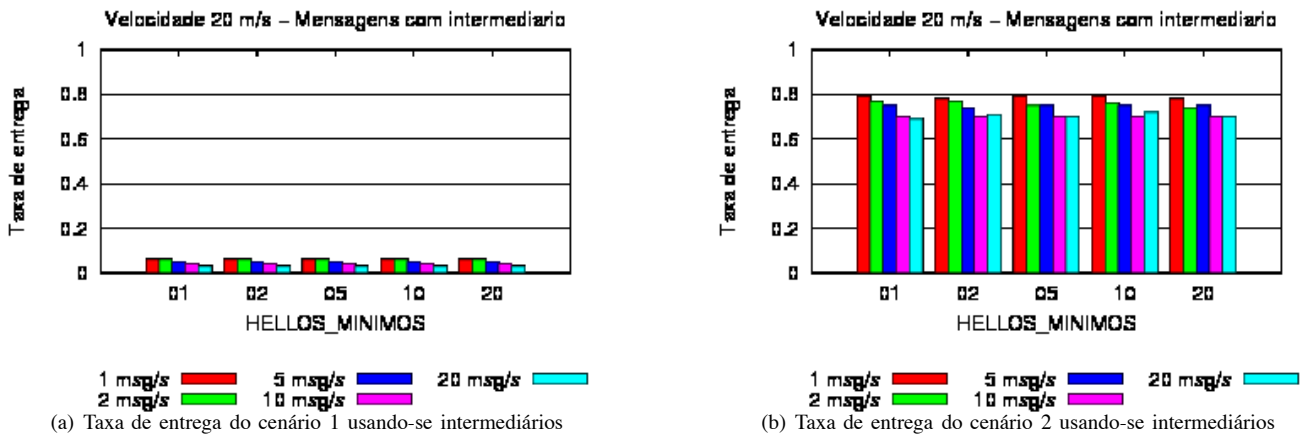


Fig. 1. Taxa de Entrega.

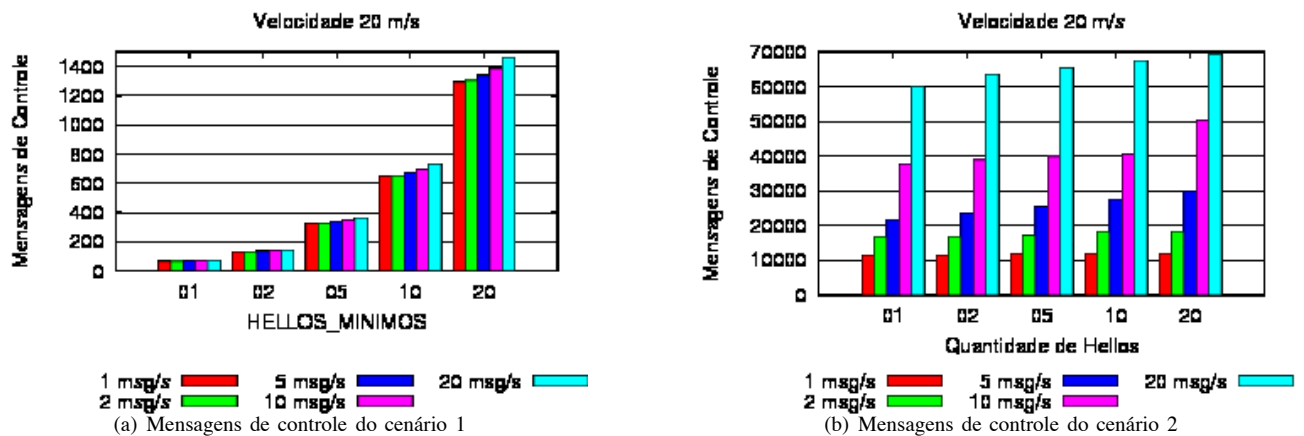


Fig. 2. Mensagens de Controle.

TABELA I  
PARÂMETROS GERAIS.

Dimensão dos cenários	500mx500m
Quantidade de ns	50
Raio de transmissão	10m
Modelo de propagação	TwoRayGround
Tipo de MAC	802.11
Modelo de Antena	OmniAntena
Tempo de Simulação	600 s.
Intervalo de Hello	1 s
Reagendamento de Busca	10 s
Timeout ACK	10 s
HELLOS_MINIMOS	1, 2, 5, 10 e 20
Mensagens	1, 2, 5, 10 e 20 s
Velocidade máxima dos ns	5, 10, 15, 20 m/s

representando no máximo 6% das mensagens entregues. Isto é reflexo do modelo de deslocamento dos nós neste cenário. Como a movimentação é arbitrária, os nós conseguem entregar as mensagens diretamente aos destinos. Já no cenário 2, as regras de movimentação obrigam o uso de intermediários obtendo-se mais de 70 % de entrega usando intermediários. Estes resultados demonstram que o uso de nós intermediários é

válido e o roteamento *store-carry-and-forward* pode ser usado em redes DTNs independentemente da mobilidade dos nós e do tráfego da rede. A figura 2 mostra que a sobrecarga do protocolo é diretamente proporcional a quantidade de HELLOS\_MINIMOS e à velocidade das unidades.

#### IV. CONCLUSÃO

Este trabalho demonstrou a viabilidade do uso de intermediários na entrega de mensagens em redes DTN. Esta solução, além de ser bastante simples e possuir uma baixa sobrecarga, obtém taxas de entrega superiores à 70% independentemente da mobilidade das unidades e do tráfego na rede.

#### REFERÊNCIAS

- [1] Conan, V., Leguay, J., and Friedman, T. "Characterizing pairwise inter-contact patterns in delay tolerant networks." In *Autonomics '07: Proceedings of the 1st international conference on Autonomic computing and communication systems*, pp. 1–9, ICST, Brussels, Belgium, 2007.
- [2] de Oliveira, C.T., and Duarte., O.C.M.B. "Redes tolerantes a atrasos e desconexões. In *SBRC Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos*. 2007.
- [3] Jain, S., Demmer, M., Patra, R., and Fall, K. "Using redundancy to cope with failures in a delay tolerant network." In *SIGCOMM Comput. Commun. Rev.*, 35(4):109–120, 2005.
- [4] Liu, C. and Wu, J. "An optimal probabilistic forwarding protocol in delay tolerant networks." In *MobiHoc '09: Proceedings of the tenth ACM international symposium on Mobile ad hoc networking and computing*, pp. 105–114, New York, NY, USA, 2009.