



# Backbones Ad Hoc

**Aluno: Eduardo Hargreaves**

**Orientador: Luís Felipe M. de Moraes**

**Coppe/UFRJ - Programa de Engenharia de  
Sistemas e Computação**



# Estrutura do Trabalho

- Motivações
- MBN
- TBONE
- Conclusões



# Motivações

- Propostas para tornar as redes Ad Hoc escaláveis
- Nas redes flat a troca periódica de mensagens de roteamento pode consumir grande parte de banda
- Solução: protocolos que operam sob demanda. Ex: AODV e DSR





# Motivações

- Fase inicial de descobrimento de rotas.
- Trocas de informação de roteamento apenas durante a comunicação.
- Funcionam bem com baixo tráfego concentrado em poucos nós.





# Motivações

- Mais tráfego, mais fontes, mais rotas a serem descobertas...geralmente a descoberta de rotas é feita através de flooding...
- As tabelas de roteamento também se tornam maiores
- Grande latência inicial devido ao período de descobrimento de rotas



# Motivações

- Gupta [5] também mostrou que sob condições ideais a capacidade de uma rede Ad Hoc é dada por:

$$\Theta\left(\frac{W}{\sqrt{n}}\right) \text{ bits/sec}$$



# Motivações

- A criação de estruturas hierárquicas é uma solução
- 2 propostas: MBN e TBONE





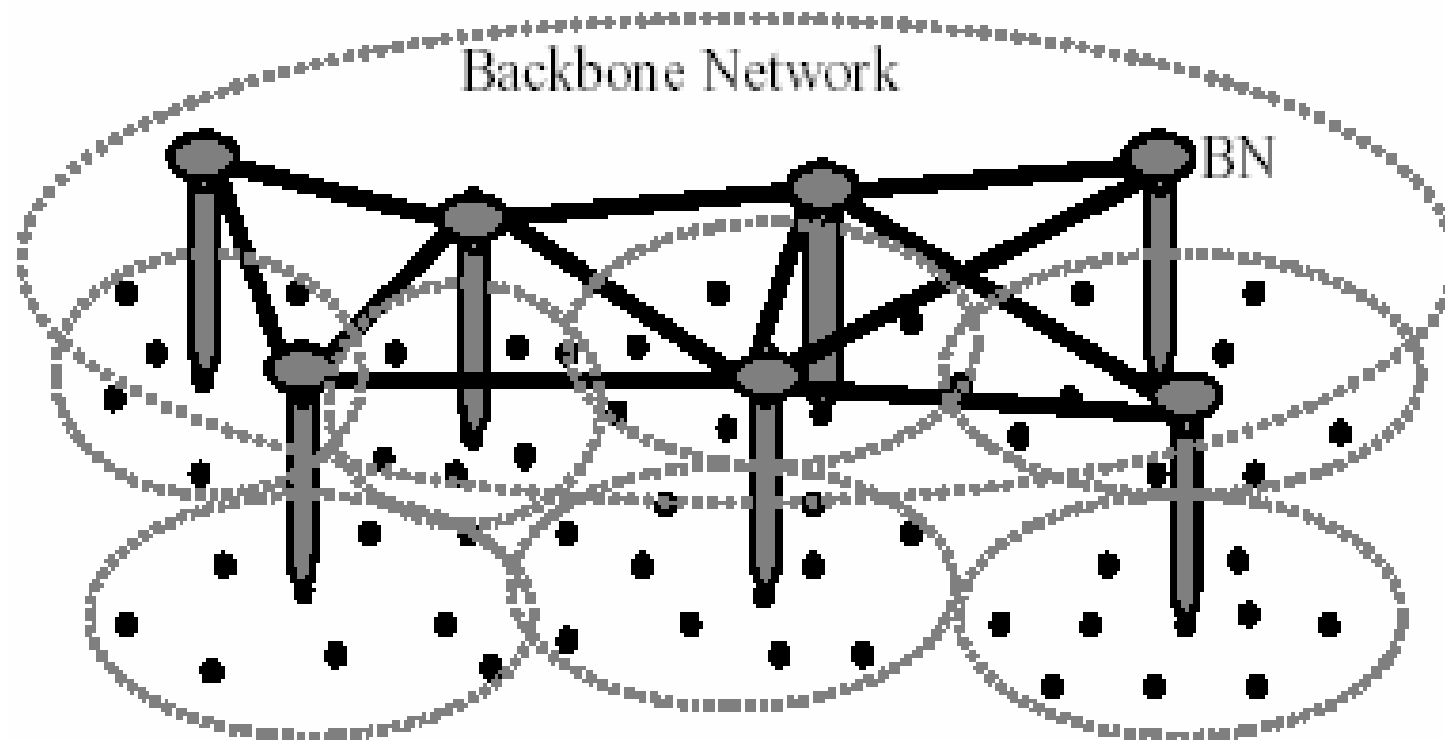
# MBN

- Supõe nós de maior capacidade
- Estes nós formam um backbone físico
- Formação de clusters (sub redes) com um menor número de nós
- Enlaces de mais alto nível estabelecidos
- Clusters com multi hops





# MBN



# MBN

- Qual é o número ótimo de backbone nodes?

$$R_{local} = \Theta\left(\frac{W_1}{\sqrt{N/m}}\right)$$

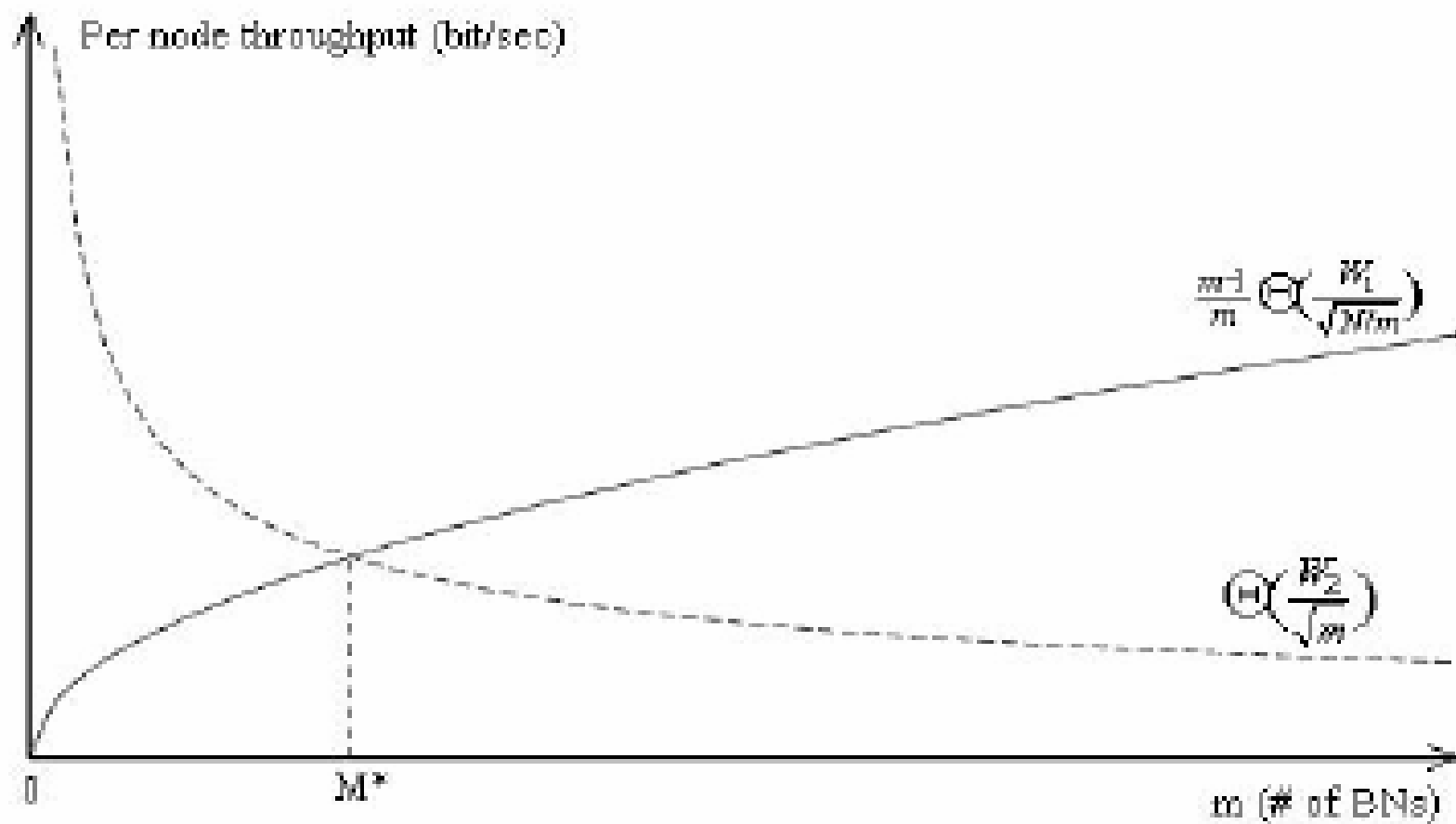
$$R_{backbone} = \Theta\left(\frac{W_2}{\sqrt{m}}\right)$$

# MBN

- Assumindo tráfego uniforme, para o sistema operar de maneira estável

$$\frac{m-1}{m} R_{local} \leq R_{backbone}$$

# MBN





# MBN

- Como eleger líderes?
- RCC (random competition clustering)
- Cada nó capaz pede para ser líder
- Quem escuta um pedido desiste da eleição
- Contador aleatório para evitar conflitos
- Funciona com um ou com múltiplos hops



# TBONE

- Pretende formar um backbone garantindo QoS e utilização eficiente dos recursos da camada MAC perante a mobilidade e diversos e variados perfis de tráfego

# TBONE

- Supõe nós de alta capacidade (BCN) e nós de baixa capacidade (RN)
- Alta Capacidade: processamento, memória, interesses estratégicos, rádio mais potente
- BCN: 2 rádios (um de alta capacidade para o backbone)
- Criação de clusters: RN associados aos BN



# TBONE: Definições

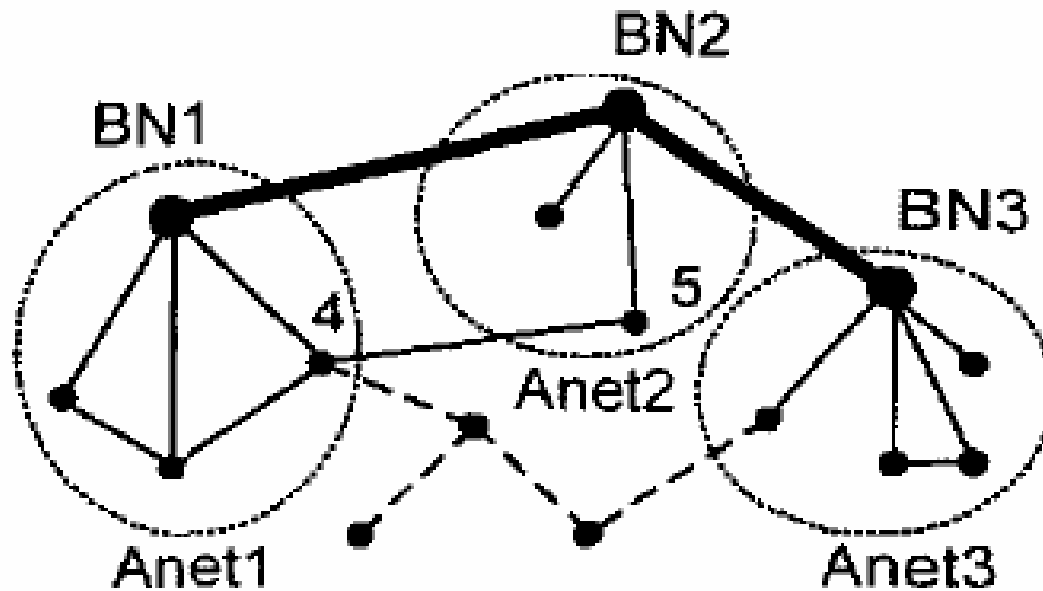
---

- Define 3 sub redes:
- Bnet: backbone
- Anet:rede de acesso ao backbone
- Rede flat convencional





# TBONE – Exemplo





# TBONE - Hipóteses

- Todos os cluster transmitem na mesma frequência
- O backbone tem um canal próprio
- Nós vizinhos se comunicam (implica em coordenação entre anets vizinhas)
- MC-Anets
- MC-Bnets
- Satélites podem servir para aumentar a cobertura



# TBONE - Hipóteses

- Cada BN (cluster Head) controla o acesso ao meio dos seus nós associados
- A coordenação entre MC-Anets pretende aumentar a “eficiência espacial”



# TBONE: Funcionamento

- 4 etapas:
  - 1) Eleição dos nós de backbone (só participam os nós capazes)
  - 2) Criação dos enlaces de alta capacidade
  - 3) Formação dos clusters
  - 4) Formação da Anets



## TBONE: Funcionamento

- Cada BN guarda uma “lista local de associados”
- Todos os nós guardam uma lista com seus vizinhos atingidos pelo rádio de baixa capacidade

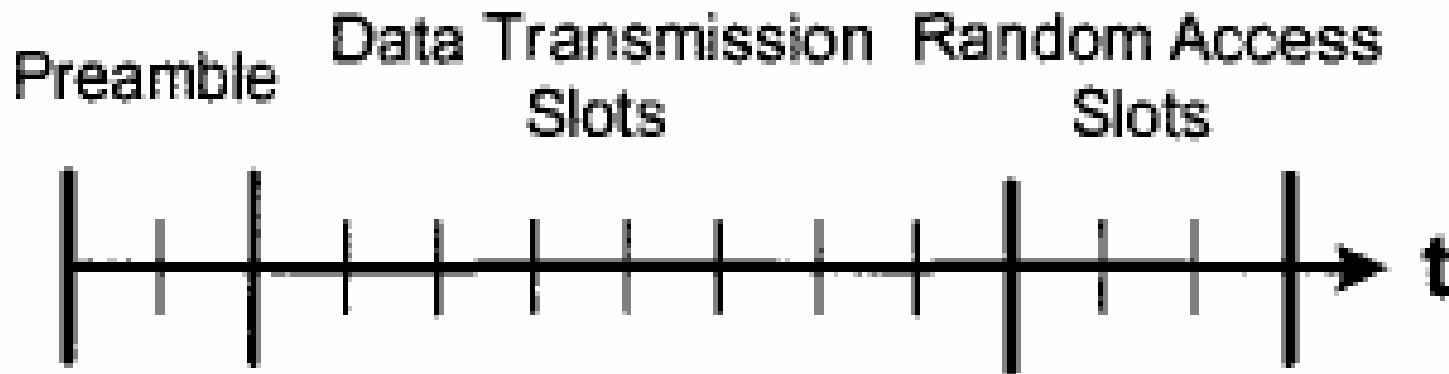
## TBONE: Funcionamento

- Todo BCN guarda uma lista com seus vizinhos atingidos pelo rádio de alta capacidade
- Mensagens de controle transmitidas periodicamente

# TBONE: Alocação de recursos

- Cada BN controla o acesso ao meio de seus associados através de segmentos nos quadros gerados
- Cada BN transmite mensagens periódicas de sincronização
- Existe espaço para o acesso aleatório

# TBONE:Quadro





## TBONE: Alocação de recursos

- Cada RN tem um determinado número de segmentos alocados conforme sua demanda
- Cada BN calcula a capacidade necessária agregada para atravessar a Bnet
- Deve se verificar também se há recursos na Anet de destino

# TBONE: Alocação de recursos

- Cada BN guarda sua lista de métricas contendo:
  - velocidade de processamento
  - indicadores de congestionamento (tamanho da fila, perdas, atraso)
- Se um não for BCN nem admitido numa Anet ele se comunica da forma convencional

# TBONE-Eventos

- 2 Tipos:
- Causados por modificações topológicas
- Causados por flutuações no tráfego
- Cada evento aciona algum mecanismo levando o protocolo a se adaptar a este novo cenário

# TBONE-Eventos

- O protocolo é constituído de 4 algoritmos acionados por eventos distintos. Foram definidas 8 classes de eventos:
- Classe 1 (conectividade) : Verifica (através da lista de vizinho de alta capacidade) se o backbone está conectado



# TBONE-Eventos

- Classe 2 (Mínima): verifica se há BN redundantes
- Classe 3 (eficiência): cada RN verifica se existe algum vizinho com maior capacidade do o que BN
- Classe 4 (cobertura dos nós de baixa capacidade): cada nó disassociado que encontra um vizinho BN ou um BCN inicia processo de associação





# TBONE-Eventos

- Classe 5 (cobertura dos BCN) : ocorre se um BCN identifica algum vizinho seu como um BN ele associa a este BN vizinho
- Classe 6 (cobertura dos BCN) : ocorre se um BCN não escuta nenhuma mensagem de seu BN durante um período pré definido de tempo



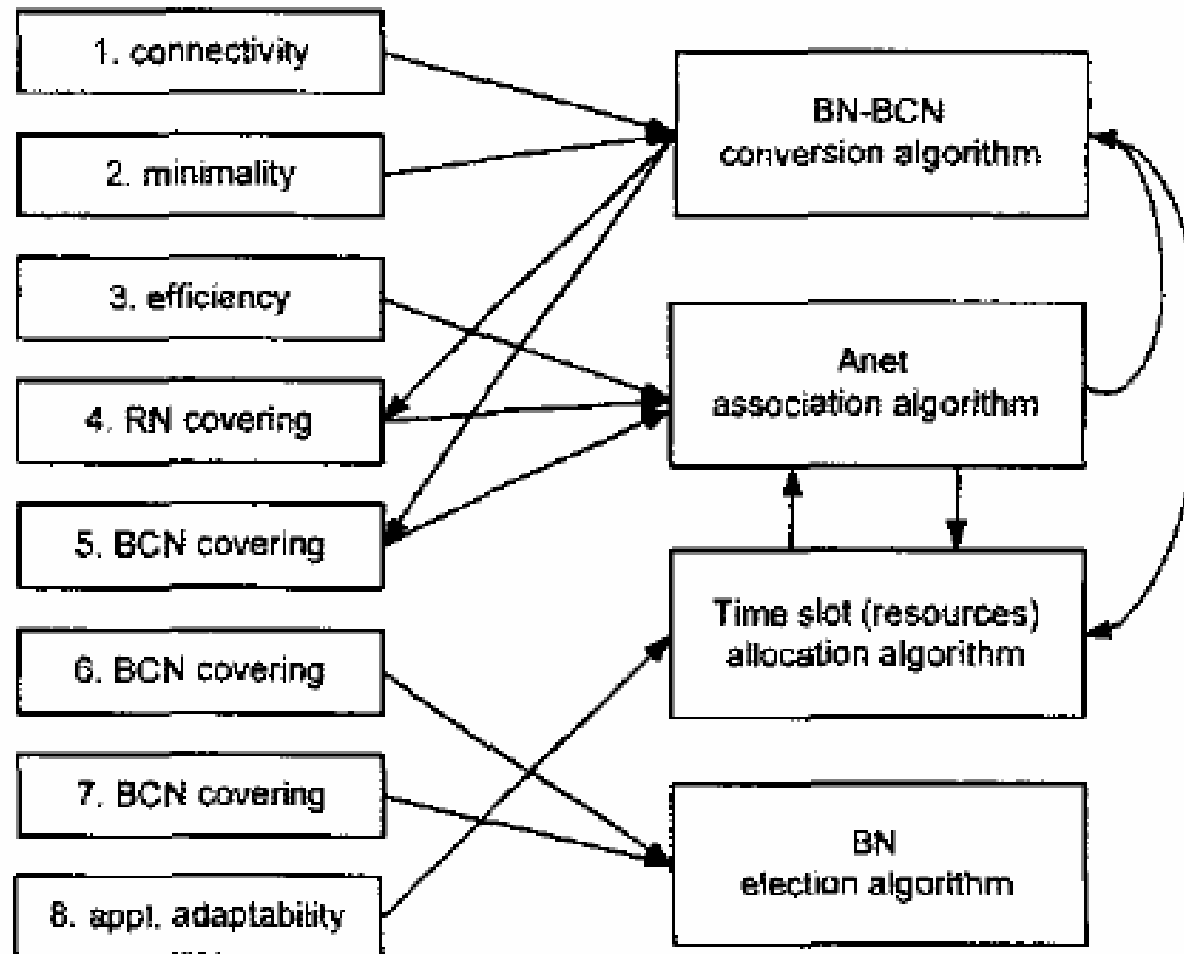


# TBONE-Eventos

- Classe 7 (cobertura dos BCN) : ocorre se um BCN desassociado não escuta nenhuma mensagem de um BN por um período pré definido de tempo
- Classe 8 (adaptabilidade das aplicações): ocorre se o tráfego de alguma estação é alterado



# TBONE-Ações







# TBONE-Algoritmos

- 1) Algoritmo de associação a uma Anet:
  - Critérios de desempenho e topológicos
  - Cada nó escolhe o mais apropriado e envia um join request (ID, vizinhos , aplicações)
  - Passa por um processo de admissão
  - Se não admitido procura outros BNs vizinhos





# TBONE-Algoritmos

2) Algoritmo de seleção de líder:

- Ganha quem tiver mais recursos disponíveis
- Se algum BN enviar alguma mensagem a eleição se encerra





# TBONE-Algoritmos

3) algoritmo de conversão BN-BCN:

- Tenta eliminar BNs redundantes
- Pode ser que uma anet inteira se associe a um outro BN





# TBONE-Algoritmos

- 4) Alocação de Alocação de segmentos:
- Segmentos alocados em função da demanda e dos recursos disponíveis
  - Verifica tanto na sua anet, na bnet, e na anet de destino
  - Sincroniza com vizinhos para reduzir interferências
  - Admite ou não o pedido





# TBONE-Resultados

- 3 modelos de mobilidade distintos:
- Random walk:  $v_{\max}$
- Random movement:  $v_{\max}$ ,  $a_{\max}$ ,  $\theta_{\max}$
- Random destination:  $v_{\max}$  (variável), tempo de pausa (exponencial)



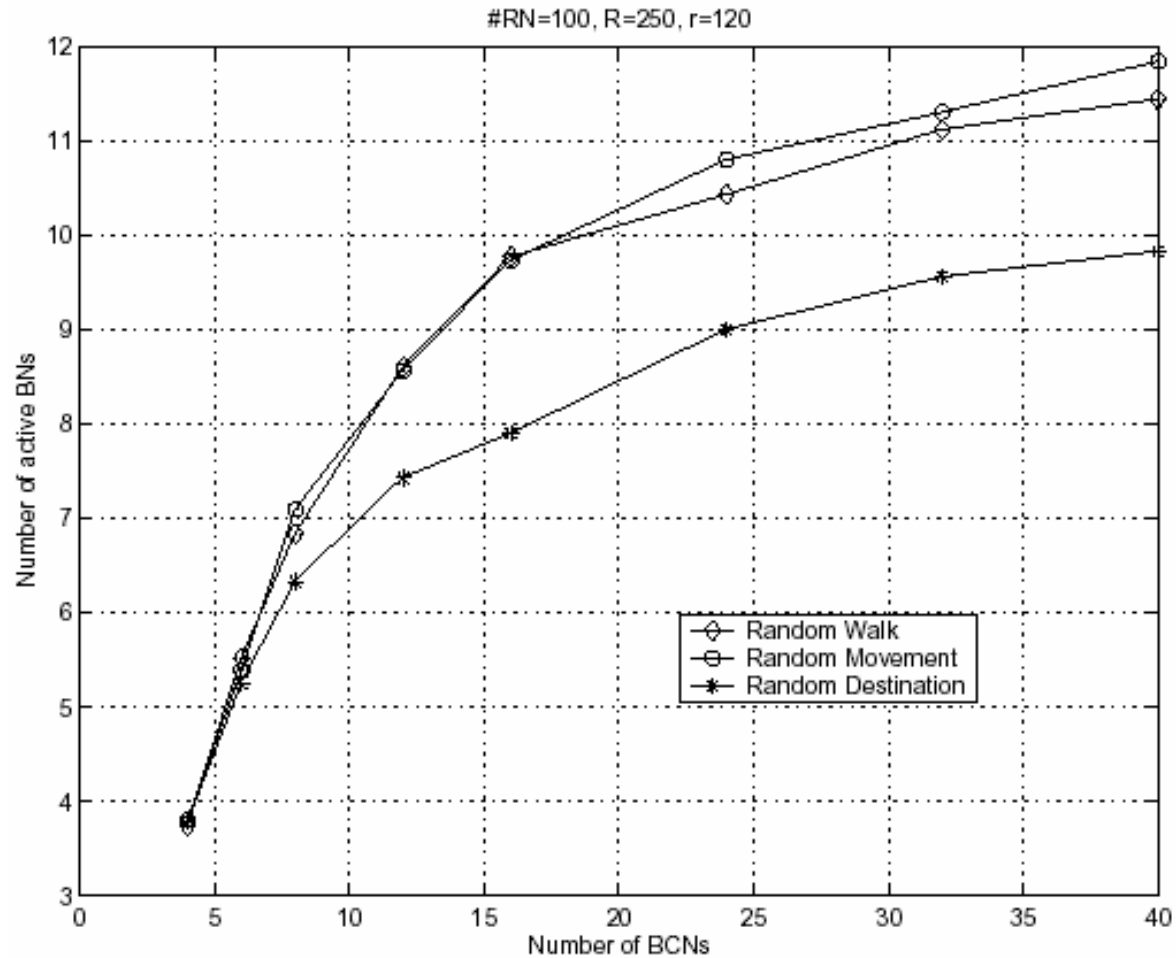


# TBONE-Resultados

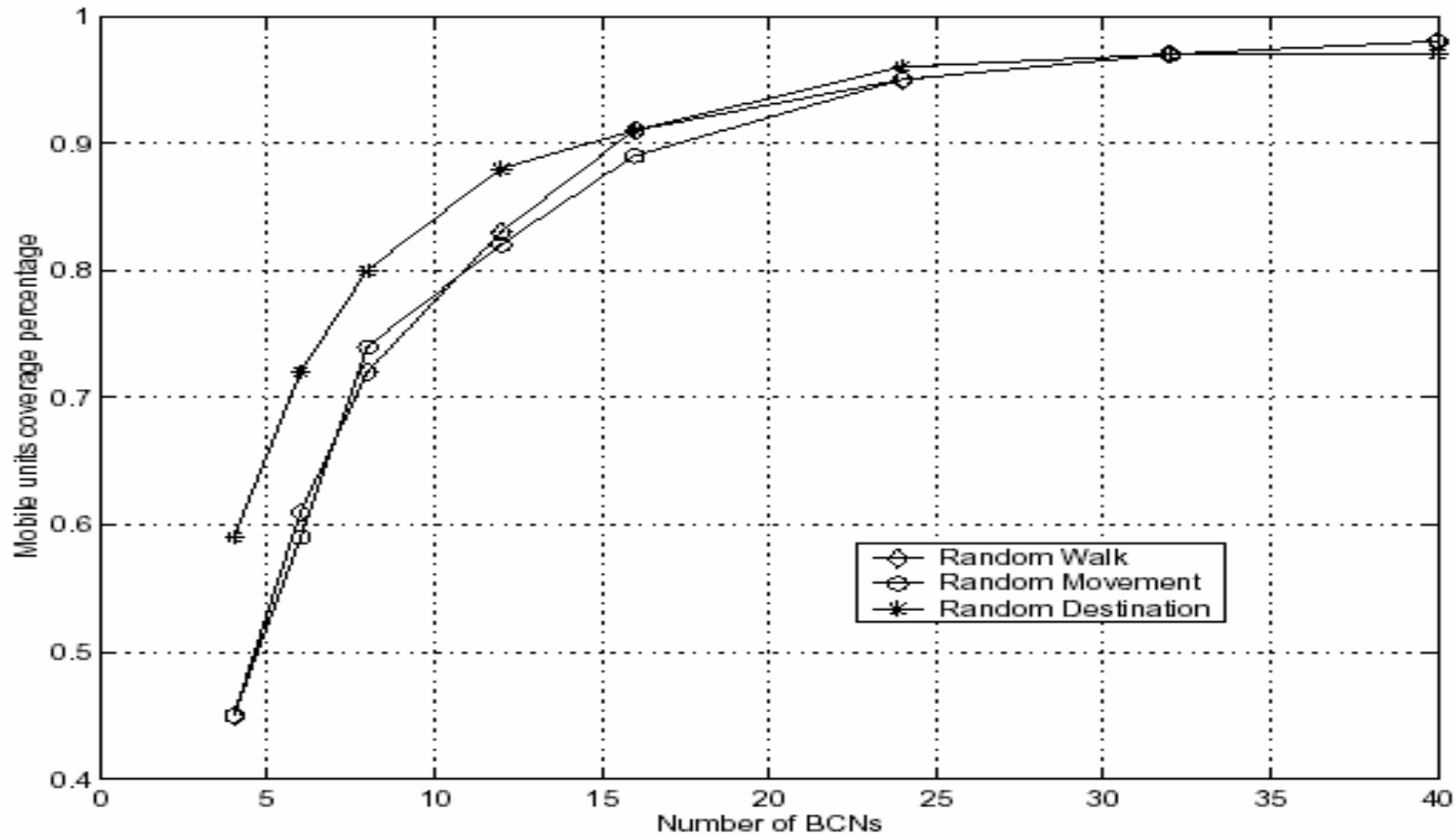
- Área=LxL (L=500m)
- R (alcance do rádio de alta capacidade)
- r (alcance do rádio de baixa capacidade)
- $V_{\max} = 4 \text{ m/s}$
- $A_{\max} = 2 \text{ m/s}^2$
- $\theta_{\max} = 90 \text{ graus}$
- #RN=100, R =250, r =120



# # BNs em função de BCN

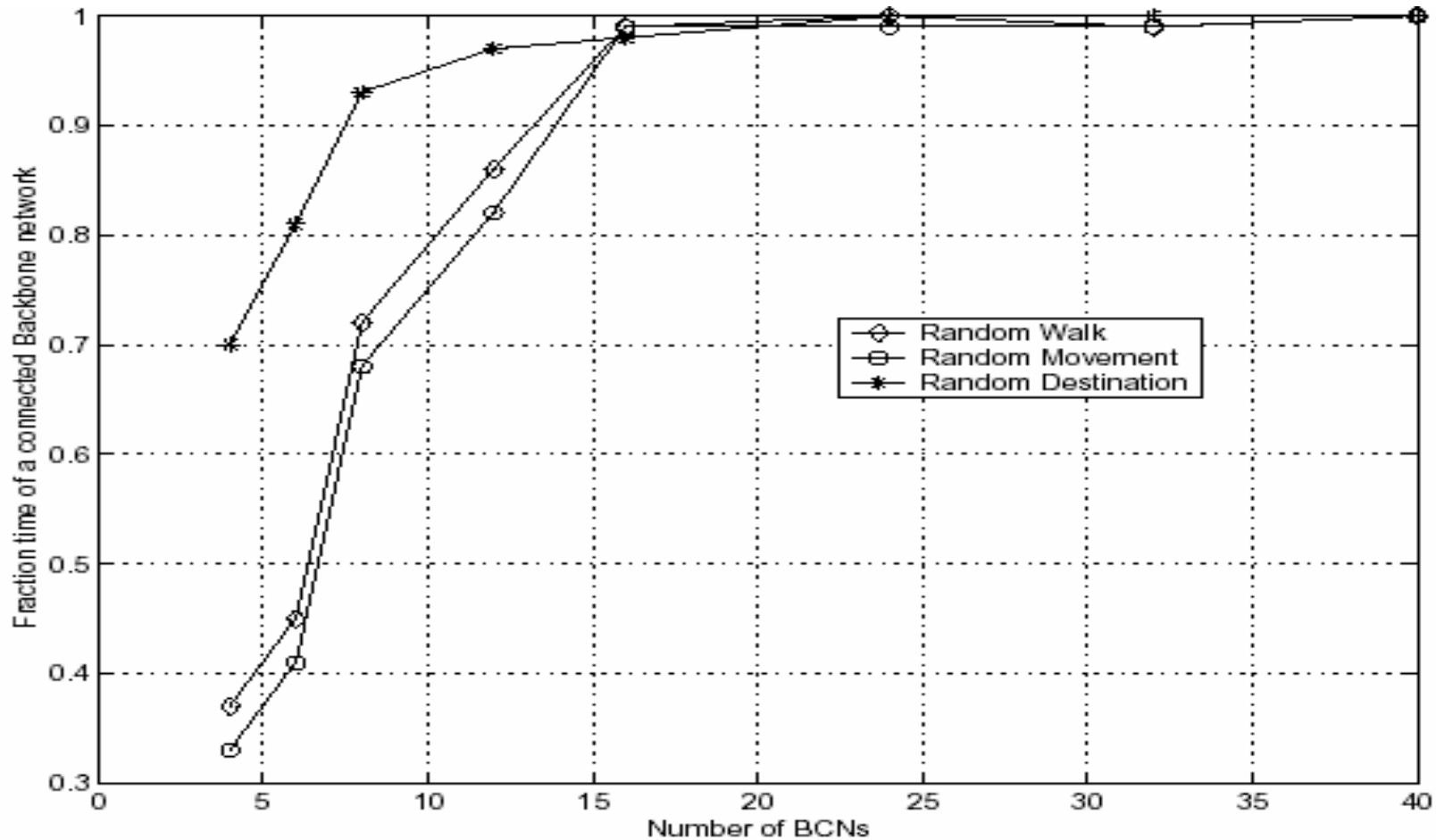


# Área de cobertura x BCN

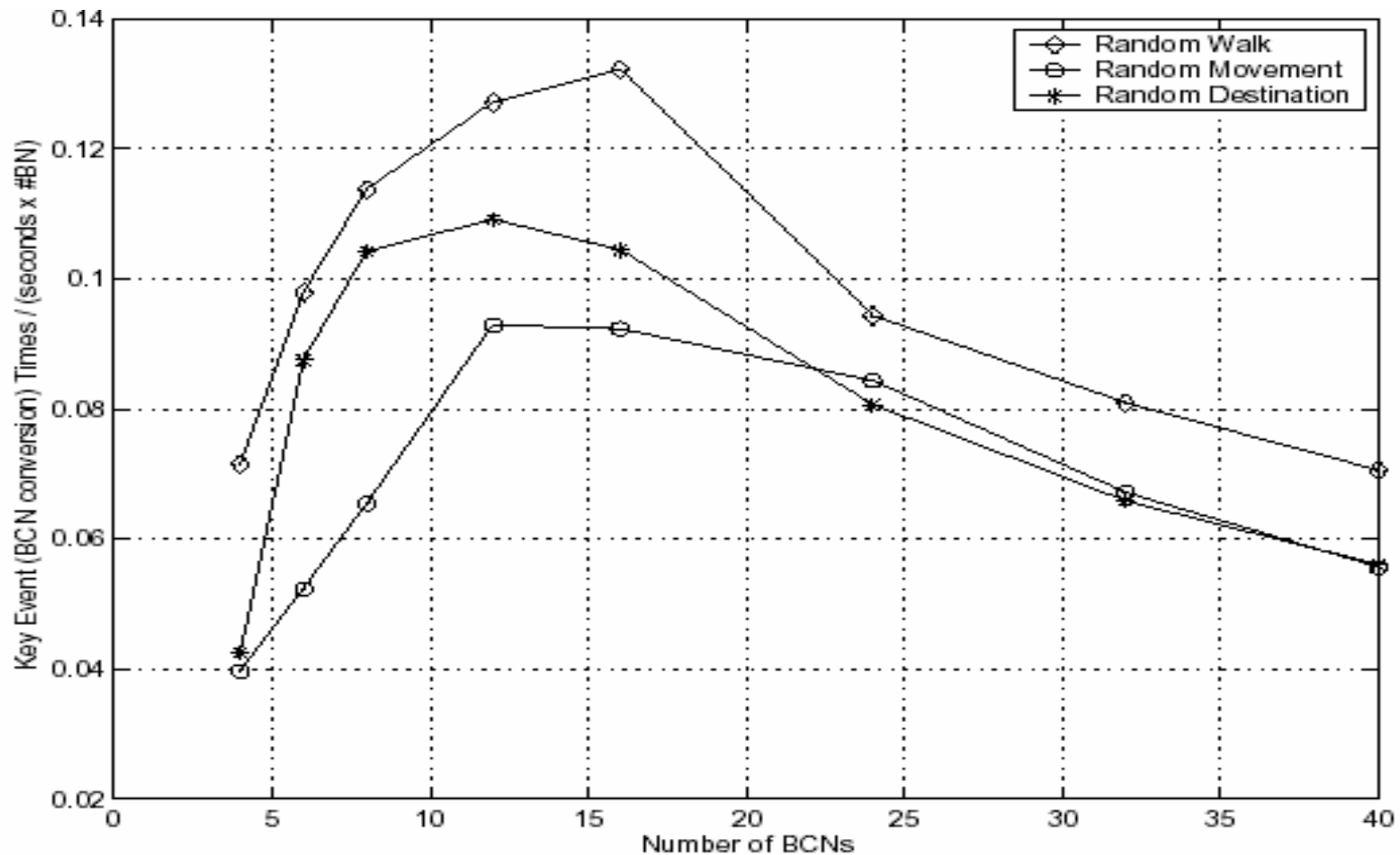




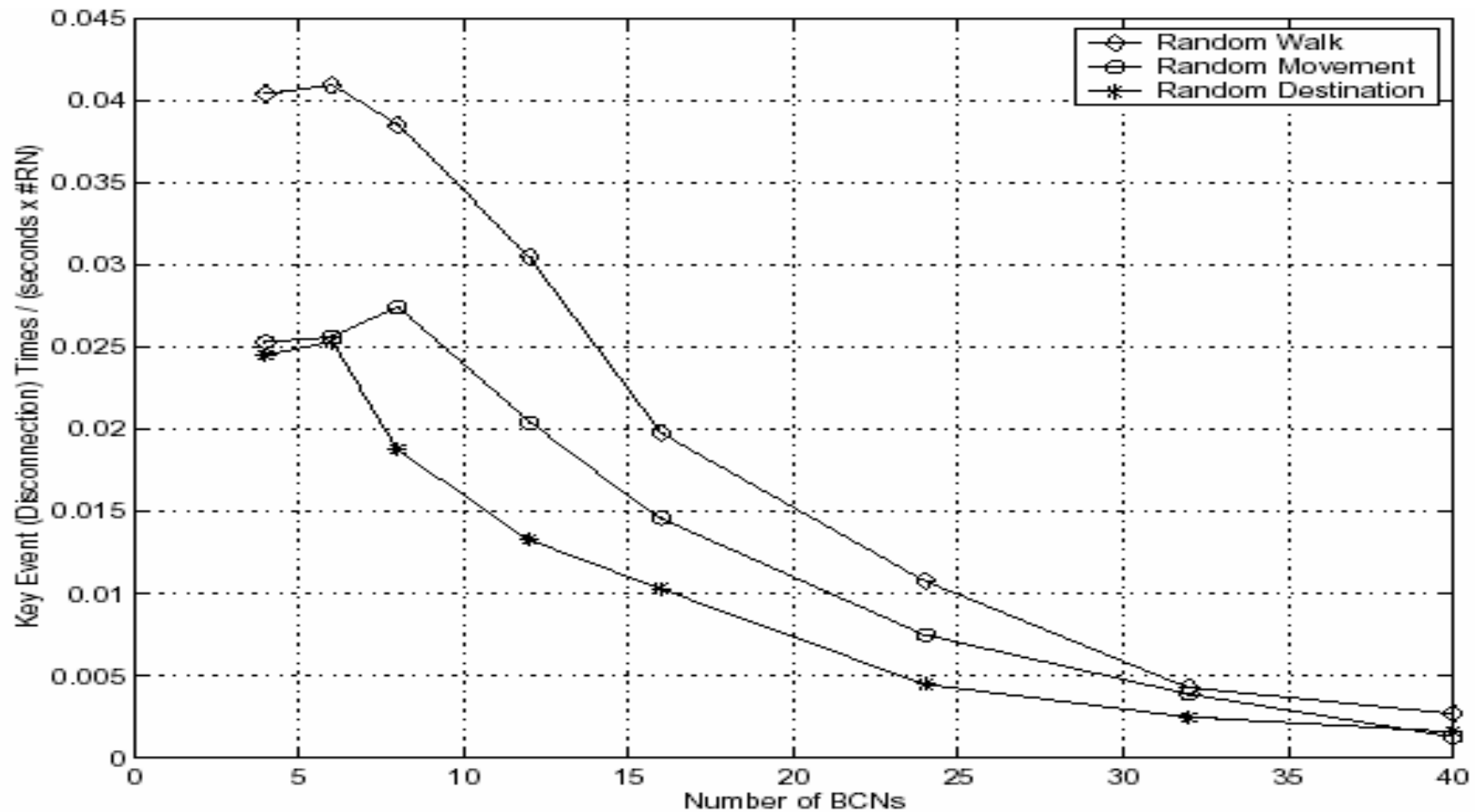
# P[Bnet conectada]x BCN



# taxa de conversão BN-BCN x BCN



# TX de desconexão RN x BCN





# Propostas

- Explorar melhor a mobilidade (modelos de mobilidade em grupo)
- Usar polling como controle de acesso ao meio(não teria necessidade de sincronismo)
- Combinar as mensagens de controle do polling com as mensagens de controle do cluster





# Conclusão

- A formação dos cluster implica em mais complexidade nas redes Ad Hoc
- Será que o overhead de controle vale a pena?



# Referências

- [1] X. Hong, K. Xu, M.Gerla.“Scalable Routing Protocols for Mobile ad Hoc Networks”, IEEE Network, Junho 2002, pag. 11 a 21.
- [2] J. Kurose, K. Ross.“Computer Networking: a Top-Down Approach featuring the Internet” Addison-Wesley, 2001.
- [3] U.C.Kozat, G.Kondylis, B.Ryu, M. Karina. “Virtual Dynamic Backbone for Mobile Ad Hoc Networks”
- [4] S.R.Das, C.E.Perkins, E.M.Royer. “Perfomance Comparison of Two On-Demand Routing Protocols” Proc. IEEE INFOCOM 2000, Tel Aviv, Israel, Março 2000
- [5] P.Gupta, P.R.Kumar. “The Capacity of Wireless Networks” IEEE Trans. On IT, vol IT-46, no2 ,pag. 388-404, Março 2000
- [6] K. Xu, X. Hong, M. Gerla. “An Ad Hoc Network with Mobile Backbone” proc. IEEE ICC 2002, Nova York, EUA, abril 2002
- [7] I.Rubin, A.Behzad, R.Zhang, H.Luo,E. Caballero.“TBONE:A Mobile Backbone Protocol for Ad Hoc Wireless Networks”



# Referências

- [8] M. Gerla, K.Xu,X. Hong. "Exploiting Mobility in Large Scale Ad Hoc Computer networks " IEEE 18th Annual Workshop on Computer Communications, Outubro 2003
- [9] C. Perkins "Ad Hoc Networking", Addison Wesley, 2001
- [10] I. Rubin and R. Zhang, "Performance behavior of unmanned vehicle aided mobile backbone based wireless ad hoc network", t in *Proceedings of IEEE Vehicular Technology Conference- VTC 2003*, Jeju, Korea, Abril 22-25, 2003

