

# Uma análise do desempenho de redes sem- fio orientadas a conteúdo

Gabriel M. de Brito, Pedro B. Velloso e Igor M. Moraes

Instituto de Computação – Universidade Federal Fluminense (UFF)

Niterói – RJ – Brasil

# Introdução

- Aumento do uso de dispositivos móveis – novas tecnologias
- Importante característica desse cenário – alta mobilidade dos nós
- IEEE 802.11 principal tecnologia de acesso a rede e Internet
- A arquitetura tradicional da internet, que utiliza a pilha de protocolos TCP/IP não é adequada para esse tipo de rede.
- A atribuição de endereços IP únicos para cada nó da rede aumentam a complexidade do gerenciamento da alta dinâmica topológica das redes móveis sem-fio.

# Introdução

- Protocolo TCP exige conexão fim-a-fim.
- Interrupções no tráfego podem ser percebidas pelos nós em função do reposicionamento.
- Necessidade de recuperação de conteúdo apenas dos servidores de origem, no modelo cliente-servidor.
- Baixa performance, atraso na comunicação e perda de conexão devido a mobilidade dos nós.
- Diversos trabalhos propõe alternativas para resolução desse problema.

# Redes Orientadas a Conteúdo (ROCs)

- São uma alternativa para lidar com problema de mobilidade e baixa eficiência.
- Suporte nativo à mobilidade dos nós
- Foco na entrega de conteúdo para os usuários independente da localização dos mesmos.
- Esta abordagem baseia o perfil das aplicações da Internet hoje, como Netflix, Youtube e BitTorrent.
- Essa estrutura contribui para o armazenamento e distribuição de conteúdo, criando uma rede de caches universal, em que todos os nós da rede possuem um cache.

# Redes Orientadas a Conteúdo (ROCs)

- Consumidores e publicadores podem mudar de posição física na topologia da rede sem qualquer mudança nem prejuízo a distribuição de conteúdos
- Reduzir o atraso de entrega em razão da recuperação do cache do nó mais próximo.
- Redes sem fio se beneficiam do broadcast do canal, suporte nativo a utilização de múltiplos caminhos e aumentar a disponibilidade através de cache de conteúdo oportunista.

# Arquitetura CCN (Content-Centric Networking)

- Arquitetura CCN emprega dois tipos de pacotes: interesses e dados
- Interesses - Uniform Resource Identifier (URI)
- CCN divide os conteúdos em pedaços chamados chunks, semelhantes as redes P2P
- Roteadores CCN utilizam 3 estruturas: Content Store(CS), Pending Interest Table (PIT), Forwarding Information Base (FIB)

# Arquitetura CCN (Content-Centric Networking)

- **Content Store (CS):** onde são armazenados temporariamente os dados que foram requisitados. Se o mesmo for solicitado estará disponível para envio (Políticas de atualização de cache LRU, LFU)
- **Pending Interest Table (PIT):** tabela que armazena as interfaces nas quais os pacotes de interesse foram encaminhados, mas não respondidos.
- **Forwarding Information Base (FIB):** armazena regras baseadas em prefixos, estrutura hierárquica como IP.

# Mobilidade

- CCN provê suporte nativo à mobilidade – não há associação entre a identificação e localização dos conteúdos
- Os nós não precisam atualizar seus endereços quando há reposicionamento. Os identificadores também são preservados.
- CCN explora a broadcast o canal sem fio. Transmissão e recepção por qualquer nó. Certas áreas podem estar no raio de cobertura de múltiplos nós, levando a retransmissão redundante.
- Vulnerável as problema do terminal escondido
- Consolidação desses efeitos define o problema de broadcast storm.

# Simulação

Métricas de desempenho utilizadas para avaliar os resultados da implementação da CCN (Content Centric Network) sem fio:

- **Eficiência de entrega média:** razão entre a quantidade total de chunks efetivamente entregues aos consumidores e a quantidade total de interesses enviados pelos mesmos.
- **Número médio de tentativas:** número médio de interesses necessários para a obtenção de um chunk com sucesso, incluindo todas as retransmissões de um determinado interesse, para cada consumidor.
- **Atraso médio:** atraso fim-a-fim médio, em segundos, medido a partir do primeiro interesse enviado até o sucesso da entrega do chunk requisitado.
- **Carga média da rede:** média do total de pacotes transmitidos na rede.

# Simulação

- Cada um dos cenários ( 10 rodadas x 300 s de duração)
- Cenários compostos por 60 nós distribuídos em área de 40.000m quadrados.
- Nós se movem no modelo Random Walk - direção e velocidade aleatórios (simulação de movimentação de usuários humanos caminhando).
- Padrões de mobilidade gerados e analisados com a ferramenta BonnMotion, desenvolvido em java pelo *Communication Systems group* do Instituto de Ciência da Computação da University of Bonn, Alemanha. Cria e analisa cenários de mobilidade para investigação de ambientes de redes móveis.
- Disponível: <http://net.cs.uni-bonn.de/wg/cs/applications/bonnmotion/>



# Simulação

- Cada nó equipado com uma interface IEEE 802.11b, modelo de propagação long-distance 2.4 GHz.
- Conectividade de transmissão nos nós de 20 dBm a -20dBm
- Disponibilidade de caminhos indica a fração de tempo na qual existem caminhos válidos entre dois nós.

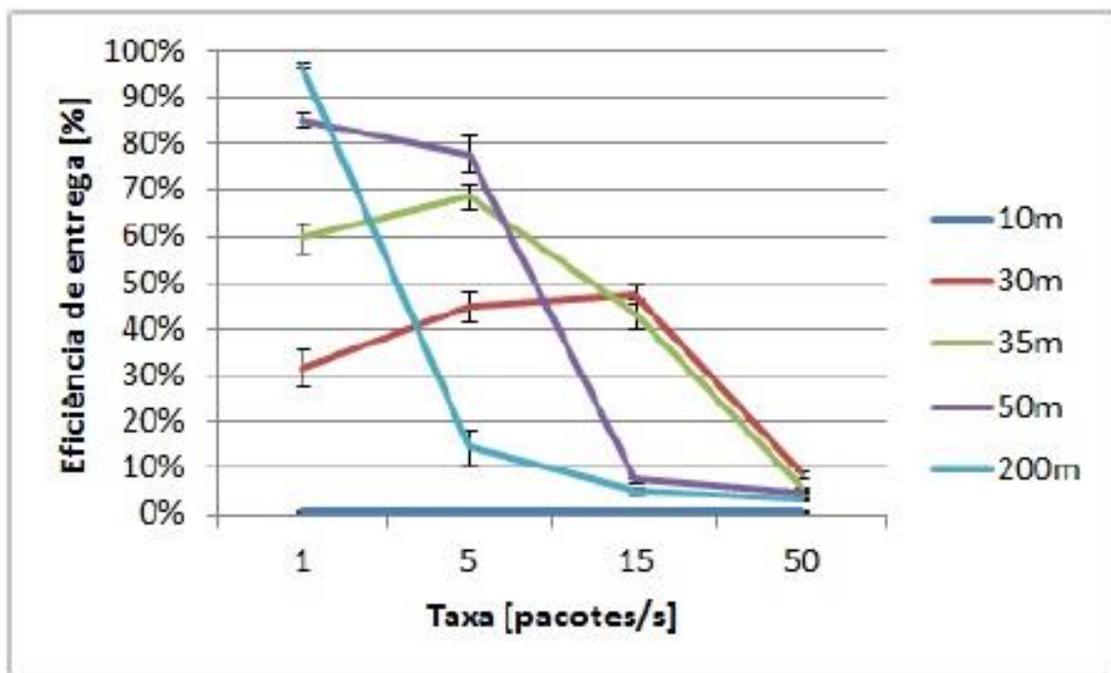
**Tabela 1. Parâmetros de mobilidade e conectividade.**

<b>Potência Tx</b>	<b>Alcance Médio</b>	<b>Grau Médio</b>	<b>Disponibilidade</b>
20 dBm	200 m	57,49	1,0
1,65 dBm	50 m	9,20	0,99
-3 dBm	35 m	4,84	0,76
-5 dBm	30 m	3,64	0,44
-20 dBm	10 m	0,44	0,01

# Resultados

- Objetivo da análise é verificar desempenho da CCN sem fio em relação ao uso de cache oportunista, nível de mobilidade e densidade da rede e às diferentes proporções de nós consumidores e produtores.
- Cache Regular X Cache Oportunista
- Cache Regular: mecanismo de cache que armazena apenas conteúdos solicitados.
- Cache Oportunista: propicia o armazenamento de conteúdos recebidos e não solicitados

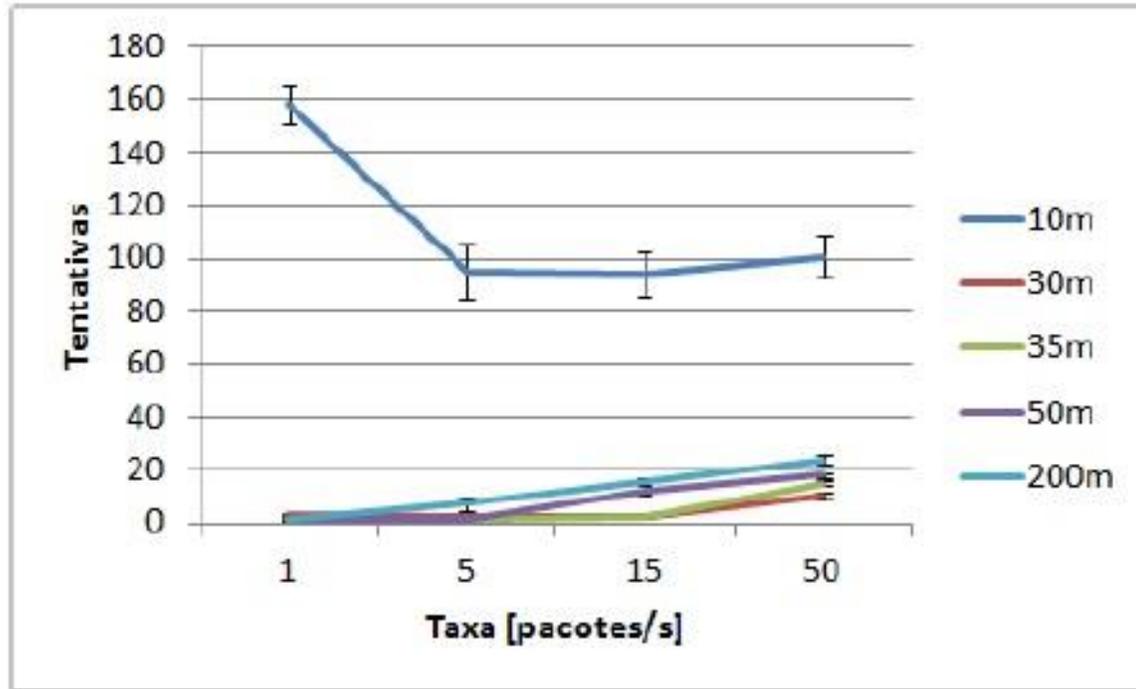
# Eficiência de entrega por taxa de requisição de chunks



(a) *Cache regular.*

- Figura 1 (a) demonstra que quando se tem uma taxa de emissão baixa foi capaz de atingir a eficiência de entrega maior que 90%
- Já para taxas mais altas, como 50 pacotes, ocorre uma degradação de desempenho gerada pela retransmissão de pacotes. Portanto a eficiência é menor que 10 % em todos os casos.

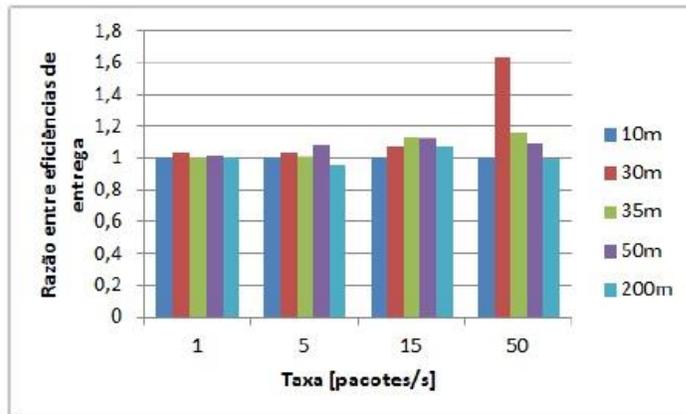
# Número médio de tentativas por taxa de requisição de chunks



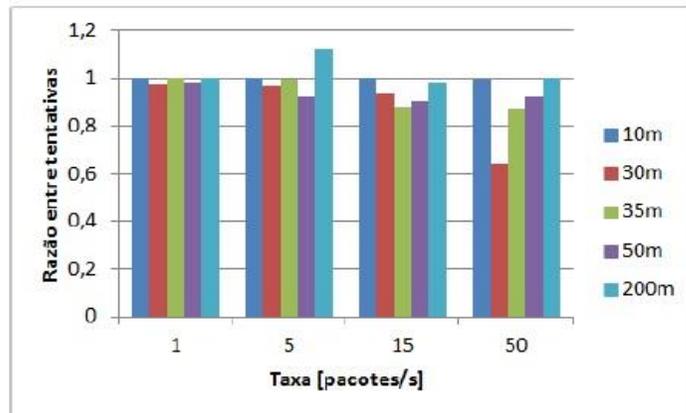
(a) *Cache* regular.

- Figura 2 (a) verifica-se a contenção do meio. Aumento do número médio de tentativas para a obtenção do chunk com sucesso relativo ao aumento da taxa de envio de interesses em todas as densidades da rede
- Transição das séries de 30m e 35m para taxas de 5 pac/s e 15 pac/s na qual a um aumento abrupto do número de tentativas.
- Esse aumento de densidade evidencia o aumento da colisão de pacotes, redução da eficiência da entrega de conteúdos e aumento do número de tentativas com taxas maiores de envio de interesses

# Razão entre número médio de entrega e tentativas do cache



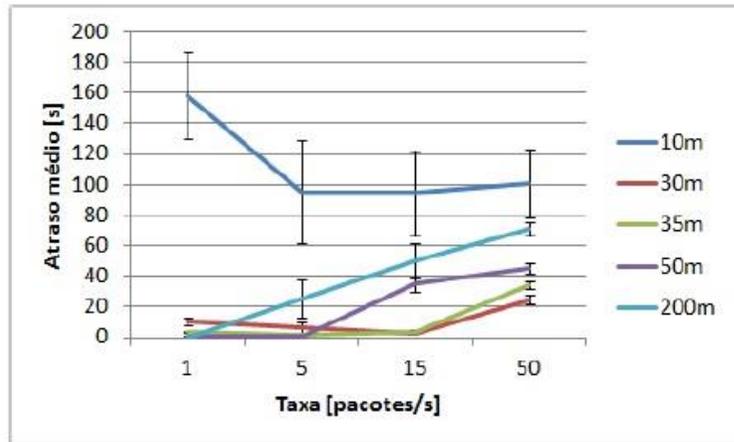
(b) Razão entre eficiências de entrega média do *cache* oportunista e regular.



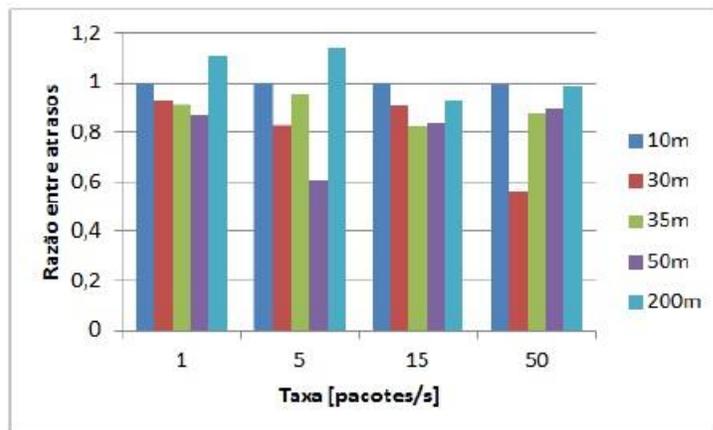
(b) Razão entre número médio de tentativas do *cache* oportunista e regular.

- Figura 1 (b) e 2 (b) verifica-se que em redes pouco densas, obtidas nos cenários de baixa potência de transmissão, não apresentam variação de desempenho com utilização do cache oportunista devido a baixa disponibilidade de caminhos.
- Já em topologias mais densas se torna mais evidente, 63% melhor que o regular.
- A eficiência da entrega de chunks aumenta com alcances de 30, 35 e 50 m.
- Quanto mais densa, maiores taxas e maior probabilidade de colisão dos pacotes difundidos.

# Atraso médio por taxa de requisição de chunks



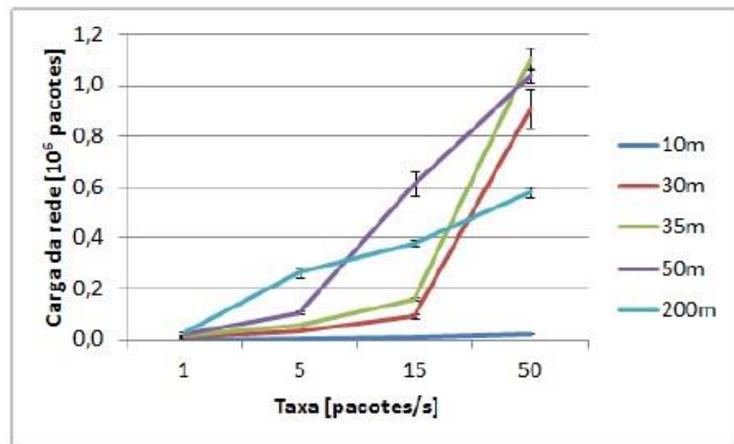
(a) *Cache regular.*



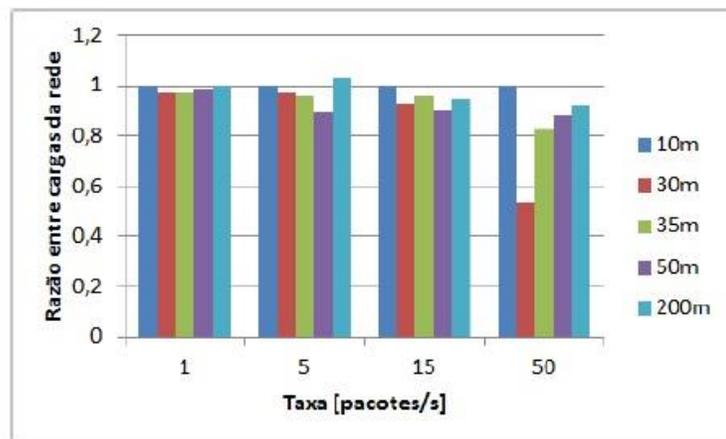
(b) Razão entre atrasos médios do *cache* oportunista e regular.

- Figura 3 (a) mostra valores de métrica atraso para o mecanismo de cache regular. Cenários com baixa densidade há muitas áreas desconectadas e baixa recepção de pacotes. Já nos cenários maiores o atraso é afetado pelo aumento das taxas de requisição. Novos interesses são enviados antes mesmo dos primeiros serem respondidos, degradando o desempenho da rede.
- Figura 3 (b) mostra o atraso médio é severamente afetado pelo aumento da probabilidade de colisões. Em cenários de alta conectividade, a probabilidade de colisão de pacotes é maior já que há sobreposição das áreas de coberturas.

# Eficiência do Cache Oportunista



(a) *Cache regular.*



(b) Razão entre cargas médias da rede do *cache* oportunista e regular.

- Figura 4 (a) mostra que a carga total da rede cresce com o aumento da taxa de emissão, caracterizando a saturação da rede e aumento considerável da contenção e colisões.
- Figura 4 (b) mostra que o uso do cache oportunista implica redução na carga da rede, sendo seu efeito mais pronunciado nas topologias de media conectividade e alta taxa de emissão de interesses.

# Conclusões

- Os resultados certificam a afirmação de suporte nativo à mobilidade, porém evidenciam problemas relativos à inundação da rede com interesses, especialmente em redes densas e com grande número de consumidores.
- Maiores taxas de envio de interesse degradaram as métricas de desempenho, onde uma série de interesses de um mesmo consumidor compete pelo uso do canal. Levantou-se que o uso de cache oportunista só é vantajoso aos conteúdos mais populares.
- Como trabalho futuro pretende-se implementar um mecanismo de otimização de retransmissões broadcast baseados apenas em informações locais para minimizar as colisões, aumentar o conteúdo entregue e reduzir o atraso médio.