

Information Centric Networking in the IoT: Experiments with NDN in the Wild

Autores: Emmanuel Baccelli, Christian Mehlis, Oliver Hahm,
Thomas C. Schmidt e Matthias Wählisch

First ACM Conference in Information Centric Networking (ICN,
2014)

Sumário

- Introdução
- Proposta
- Implementação
- Conclusão e trabalhos futuros
- Avaliação do artigo

Introdução

Motivação:

- Implementar o primeiro trabalho com avaliação do desempenho de uma rede NDN-IoT com dispositivos reais;
- Analisar a viabilidade, vantagens, desvantagens e trabalhos futuros para uma implementação NDN-IoT;

Proposta

Proposta:

- Na proposta são testadas 2 estratégias de roteamento que viabilizam o uso de NDN em rede IoT, sem protocolo de controle da tabela FIB;
- Outra contribuição: Primeira comparação experimental entre NDN-IoT e 6LoWPAN/IPv6/RPL

Questões de projeto: Memória dos dispositivos e *In-Networking Cache*

- Dispositivos IoT têm memória disponível da ordem de 10 Kbytes. Que deve ser usada para S.O., pilha de protocolo, etc. É comum a disponibilidade de apenas 1 k byte para cache;
- Por outro lado, os dados gerados por dispositivos IoT são da ordem de dezenas de *bytes*. Ex: Dados de temperatura com ~ 12 bytes;

Topologia:

- Topologia montada com hardware ScatterWeb, com rádio CC1100 (868 MHz)



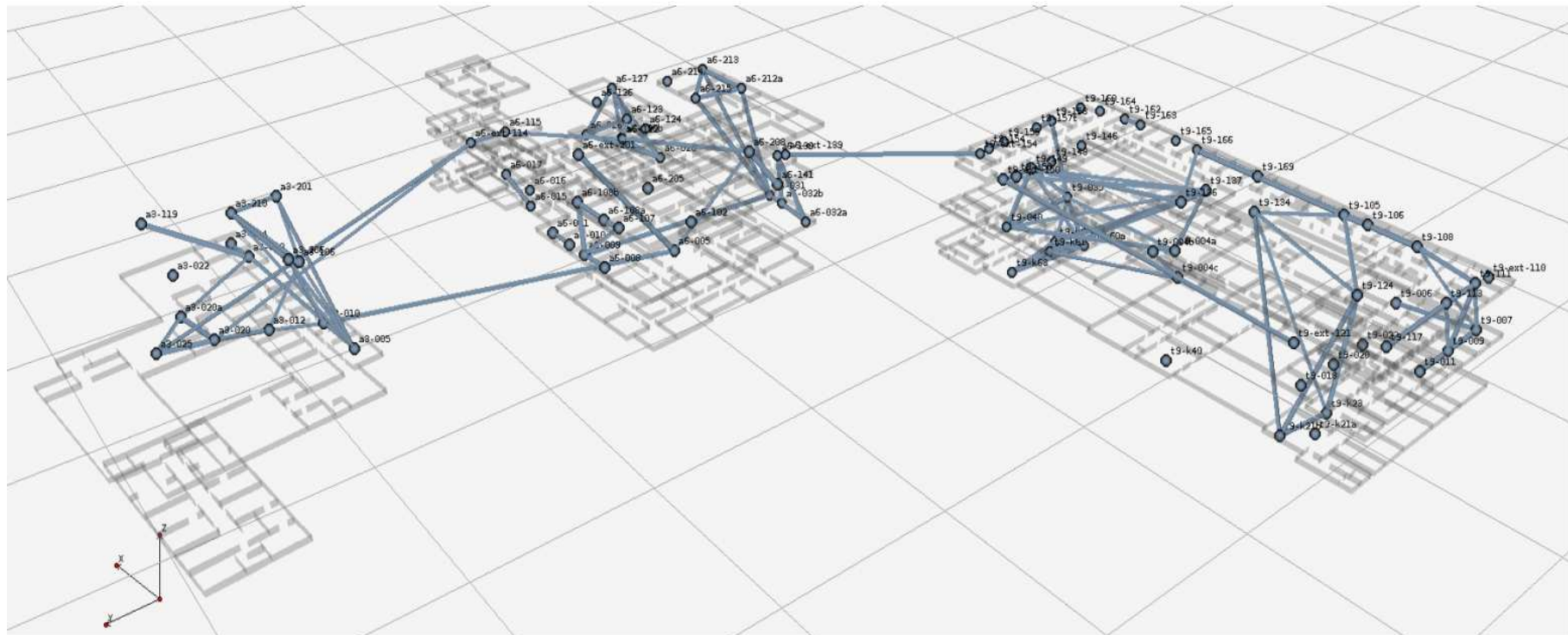
Figure 1. Photograph of the ScatterWeb MSB-A2 board

Fonte: "The ScatterWeb MSB-A2 Platform for Wireless Sensor Networks"

- Uso de CCN-Lite: versão NDN para sistemas Linux;
- Dentre as propostas CCN, optaram por NDN porque pode operar diretamente sobre o Link Layer;

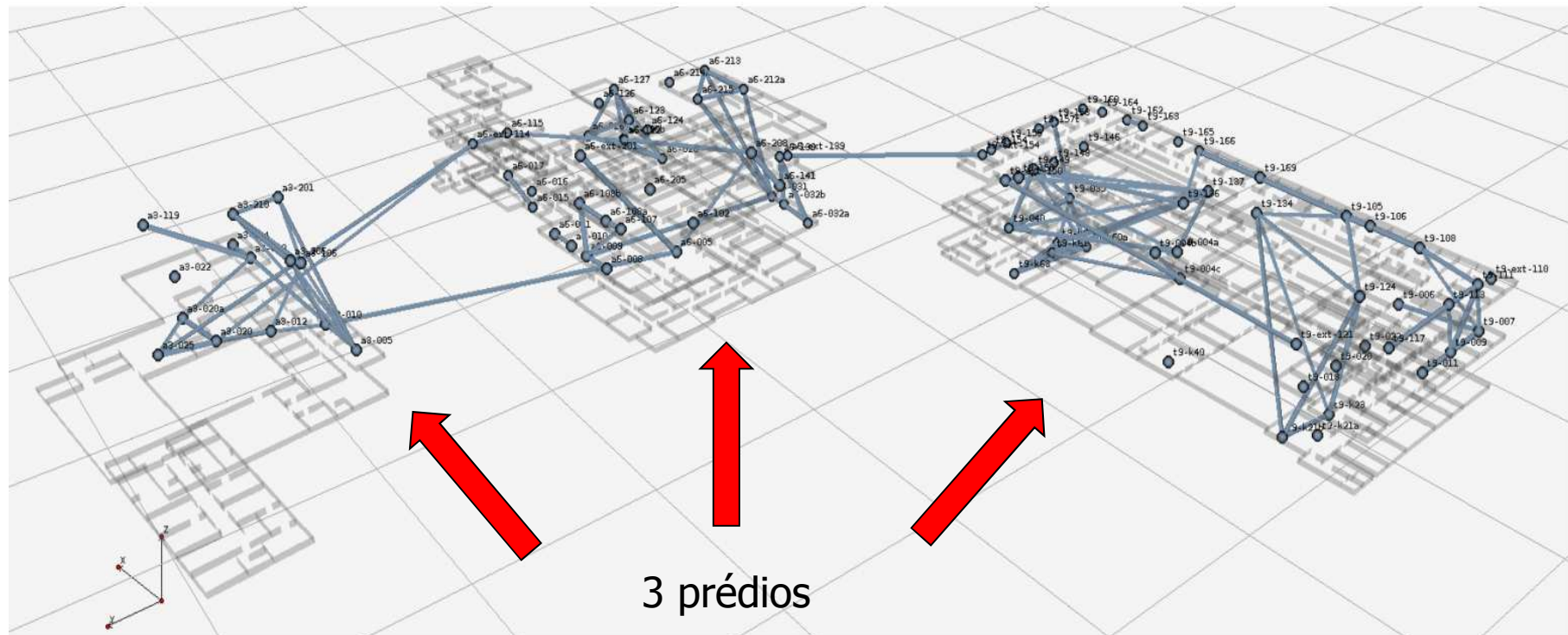
Proposta

Topologia: Campus da Universidade Livre de Berlim (*Freie Universität Berlin*)



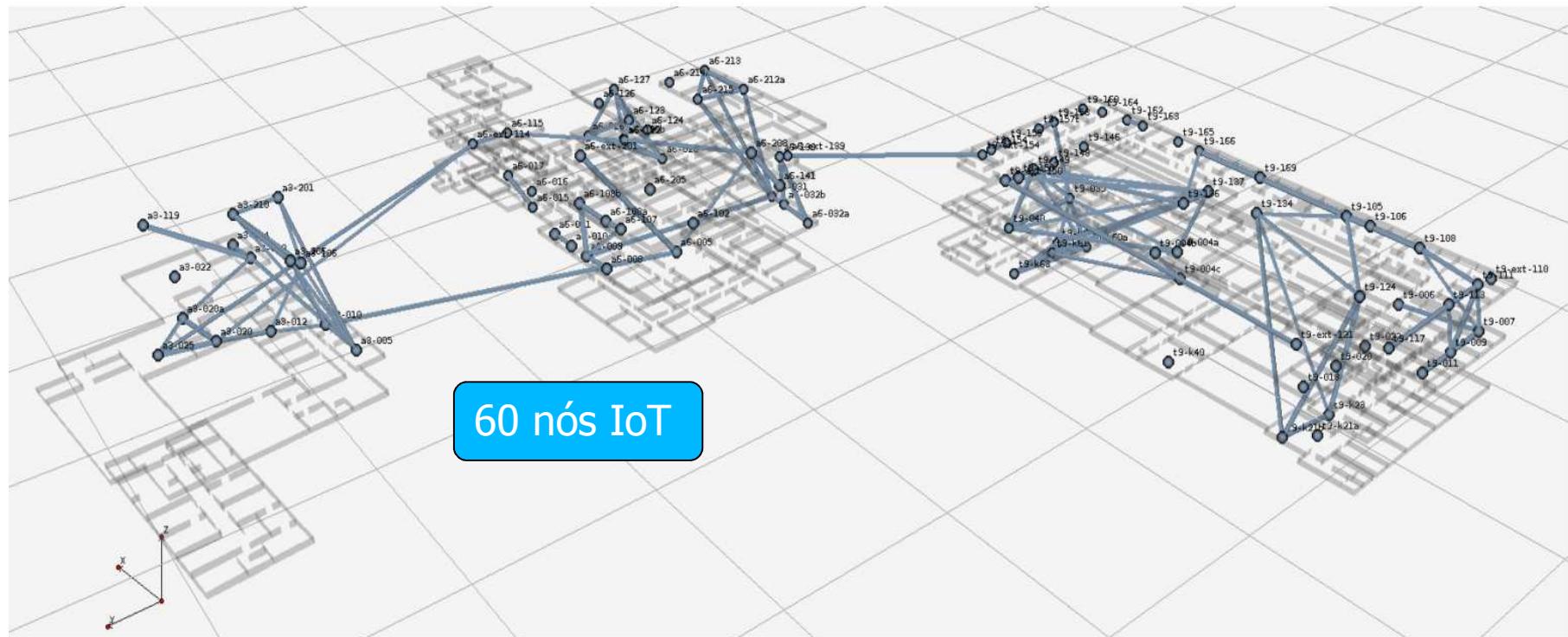
Proposta

Topologia: Campus da Universidade Livre de Berlim (*Freie Universität Berlin*)



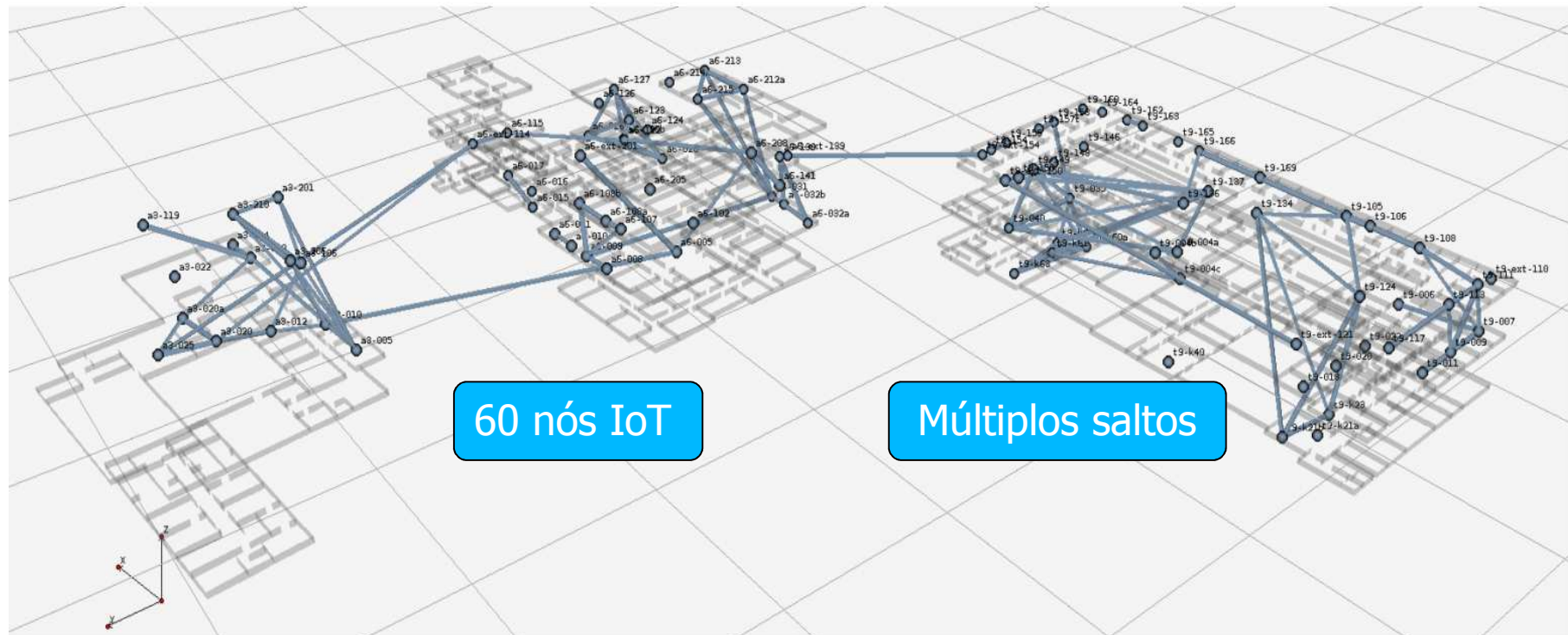
Proposta

Topologia: Campus da Universidade Livre de Berlim (*Freie Universität Berlin*)



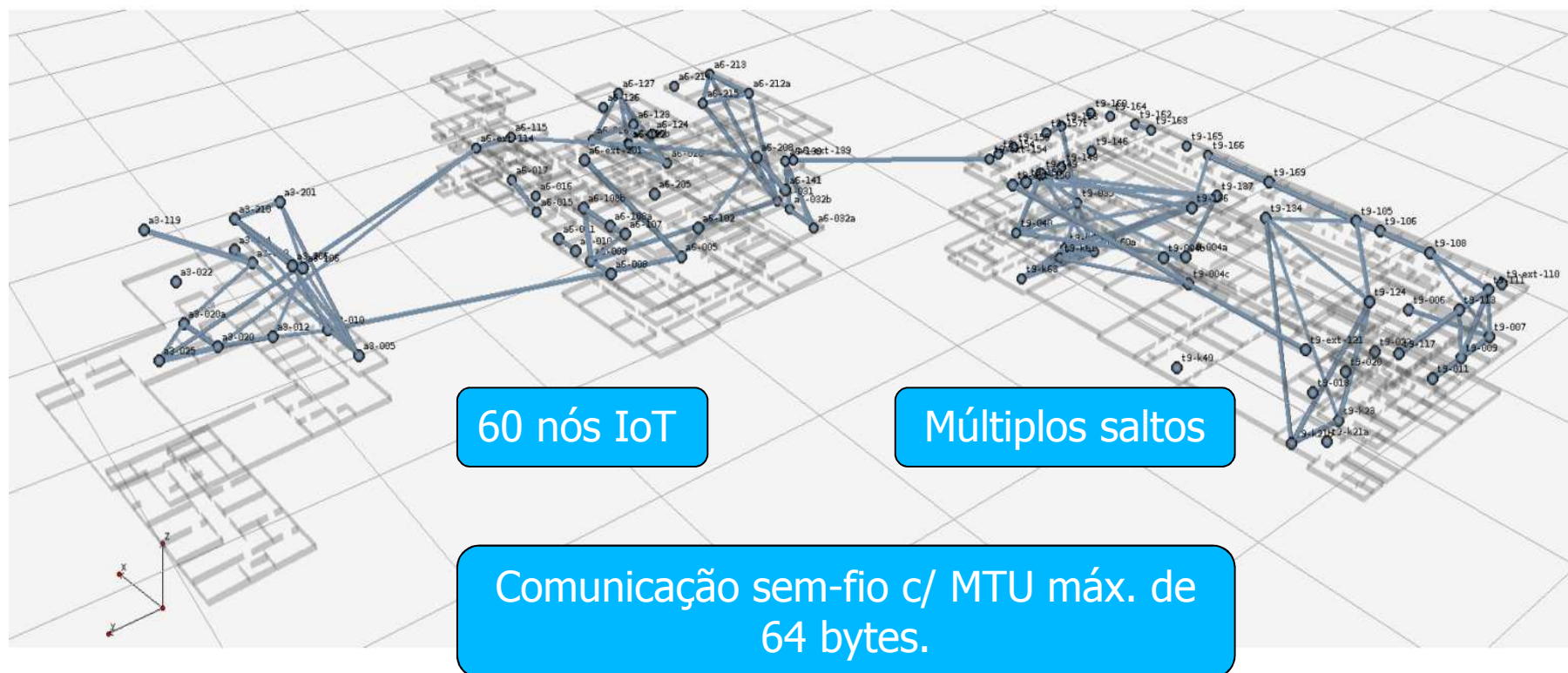
Proposta

Topologia: Campus da Universidade Livre de Berlim (*Freie Universität Berlin*)



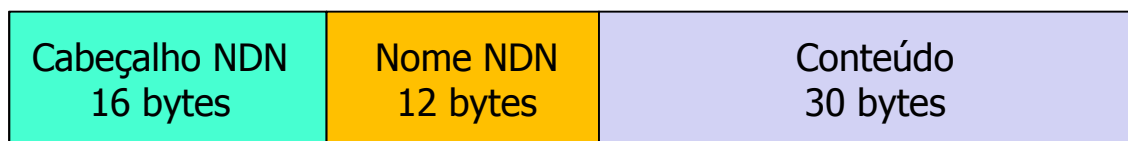
Proposta

Topologia: Campus da Universidade Livre de Berlim (*Freie Universität Berlin*)



Topologia:

- Para evitar fragmentação no Nível de Enlace foi utilizado tamanho mínimo dos pacotes NDN com 16 bytes de cabeçalho. O espaço para os nomes foi definido com 12 bytes;
- 30 bytes disponíveis para transportar o conteúdo;

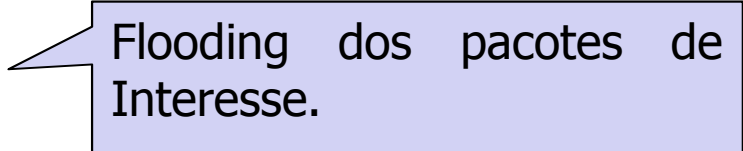


- Os dados são transmitidos por partes (chunks). Sensores utilizados geram aproximadamente 200 bytes por minuto;

Estratégias de roteamento:

- Foram realizados testes com 2 estratégias de roteamento distintas. Buscando evitar o peso de processamento e tráfego para controle das tabelas:
 - Vanilla Interest Flooding (VIF);
 - Reactive Optimistic Name-based Routing (RONR)

Estratégias de roteamento:

- Foram realizados testes com 2 estratégias de roteamento distintas. Buscando evitar o peso de processamento e tráfego para controle das tabelas:
 - Vanilla Interest Flooding (VIF);  Flooding dos pacotes de Interesse.
 - Reactive Optimistic Name-based Routing (RONR)

Estratégias de roteamento:

- Foram realizados testes com 2 estratégias de roteamento distintas. Buscando evitar o peso de processamento e tráfego para controle das tabelas:
 - Vanilla Interest Flooding (VIF);
 - Reactive Optimistic Name-based Routing (RONR)

Grava entradas temporárias na FIB no caminho reverso, após receber o primeiro pacote de Dados com conteúdo.

Roteamento VIF:

- **Vantagem:** Permite que os nós NDN-IoT transfiram os pacotes de interesse com simples regras na FIB (economia de memória). É adequado para NDN-IoT porque não necessita de protocolo para controle da FIB;
- **Desvantagem:** Muitos pacotes de Interesse são transferidos para que um consumidor complete a coleta de todos pedaços do conteúdo (data chunks);

Nº de Interesses transmitidos: $k \cdot ((n - 1) + \sqrt{n})$

k → Número de *chunks*

n → Número de nós

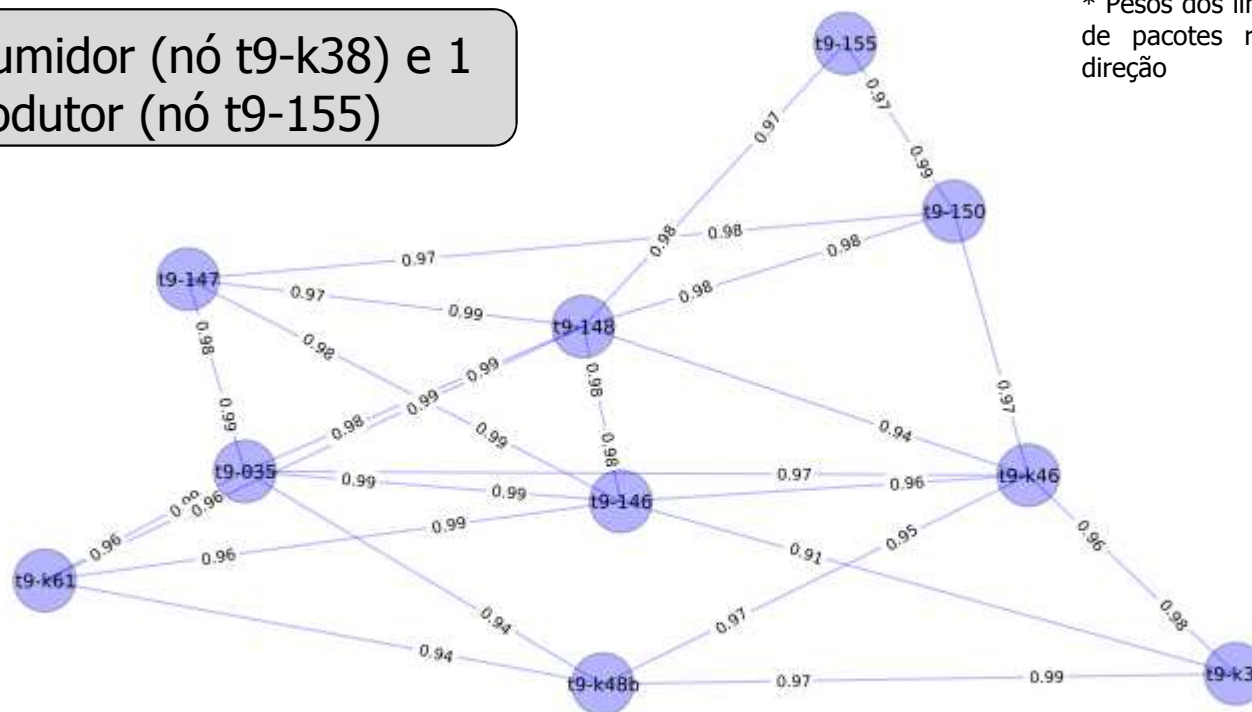
\sqrt{n} → Aproximação do Tamanho médio de caminhos

Implementação

Topologia com roteamento VIF:

1 consumidor (nó t9-k38) e 1 produtor (nó t9-155)

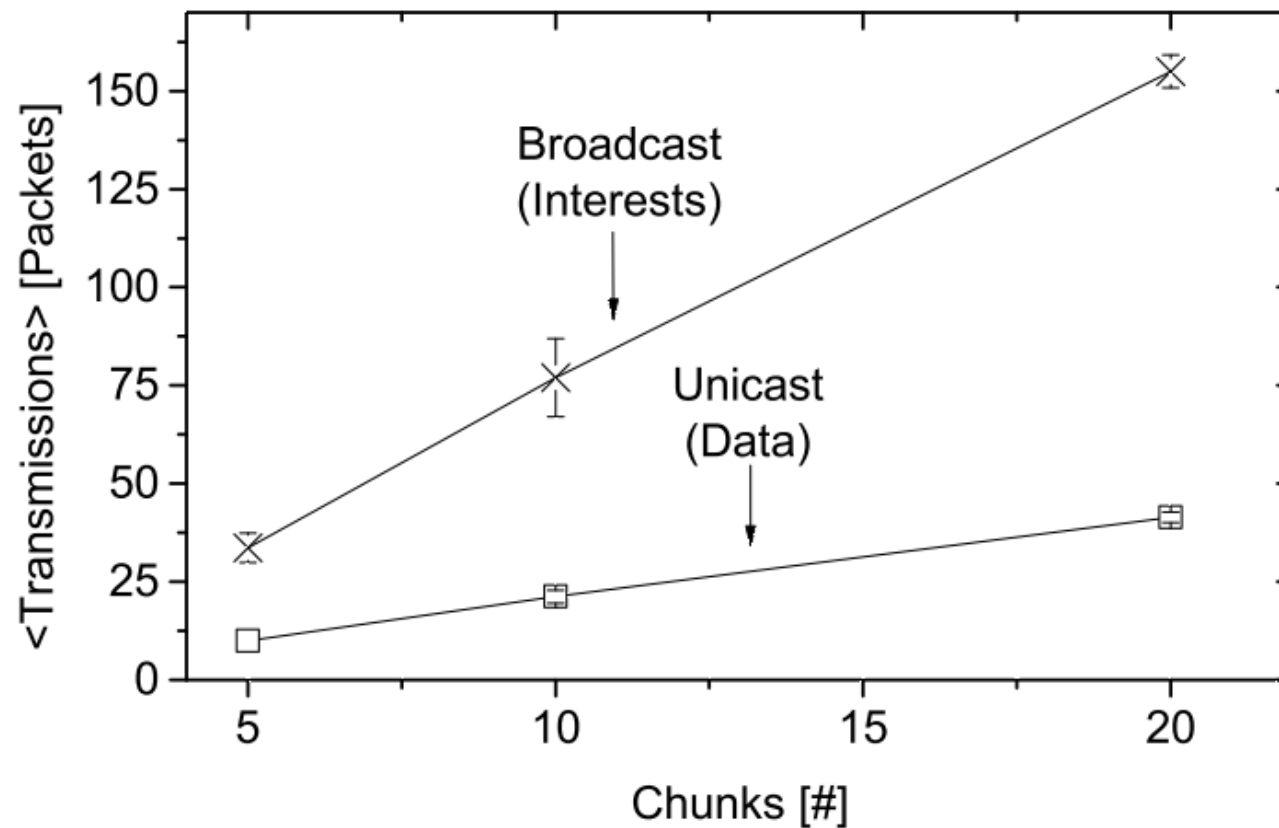
* Pesos dos links mostram o percentual de pacotes recebidos, por link, por direção



(a) 10 nodes are involved when a single consumer (t9-k38) requests content published by t9-155.

Implementação

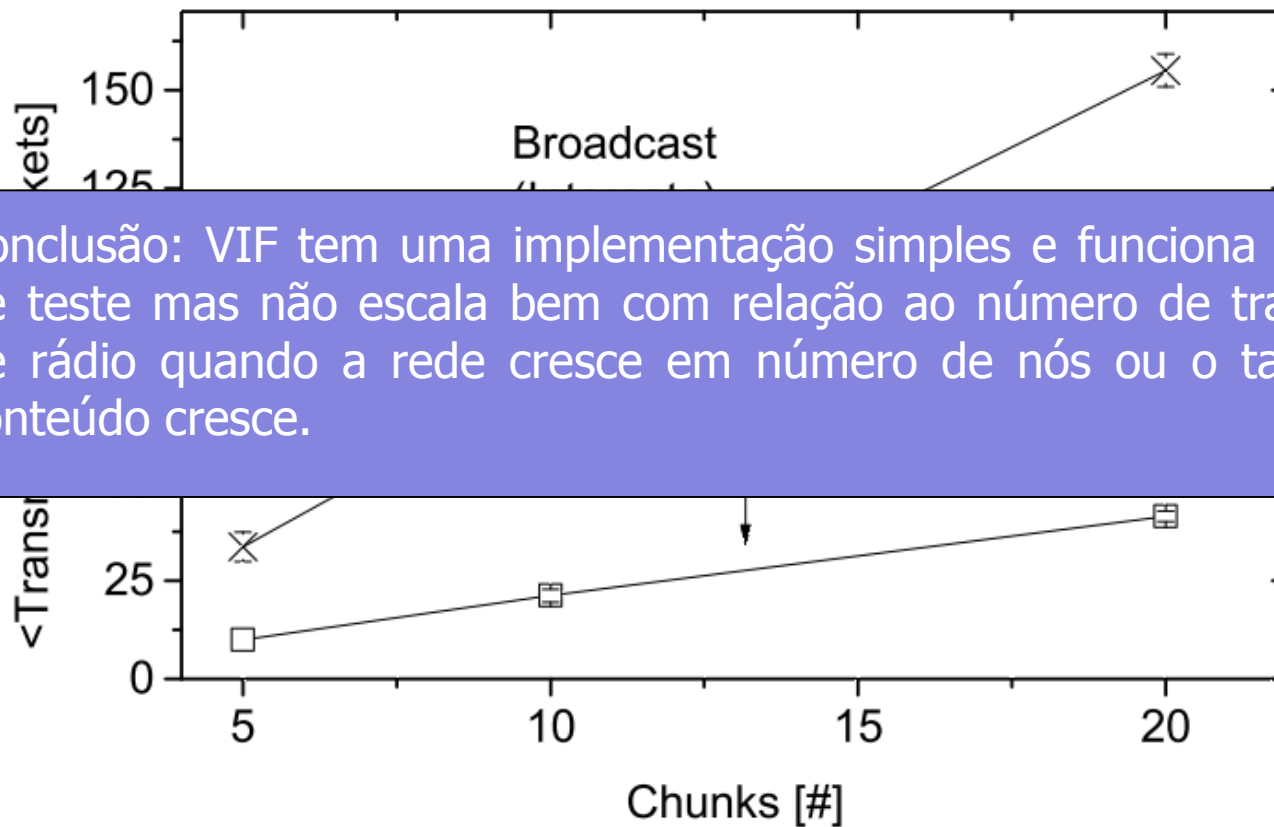
Resultados com roteamento VIF:



(a) Vanilla Interest Flooding

Implementação

Resultados com roteamento VIF:



(a) Vanilla Interest Flooding

Roteamento RONR:

- **Características:**

- Gera um tráfego menor de pacotes de interesse na rede porque são instaladas entradas temporárias na FIB, no caminho reverso, após o primeiro flooding de pacotes de interesse. Ex: Pacotes de interesse para */riot/text/a*, gera a entrada temporária na FIB */riot/text/**.
- É otimista porque considera que o conteúdo está sempre em um produtor. Essa característica é comum em IoT porque os conteúdos são pequenos;
- O timeout garante que se o conteúdo não estiver completo em um produtor, o consumidor pode reverter a consulta para outro nome que irá gerar novo flooding;

Roteamento RONR:

- **Características:**

$$\text{N}^\circ \text{ de Interesses transmitidos: } (n - 1) + 2(k - \frac{1}{2})\sqrt{n}$$

- Gera um tráfego menor de pacotes de interesse na rede porque são instaladas entradas temporárias na FIB, no caminho reverso, após o primeiro flooding de pacotes de interesse. Ex: Pacotes de interesse para */riot/text/a*, gera a entrada temporária na FIB */riot/text/**;
- É otimista porque considera que o conteúdo está sempre em um produtor. Essa característica é comum em IoT porque os conteúdos são pequenos;
- O timeout garante que se o conteúdo não estiver completo em um produtor, o consumidor pode reverter a consulta para outro nome que irá gerar novo flooding;

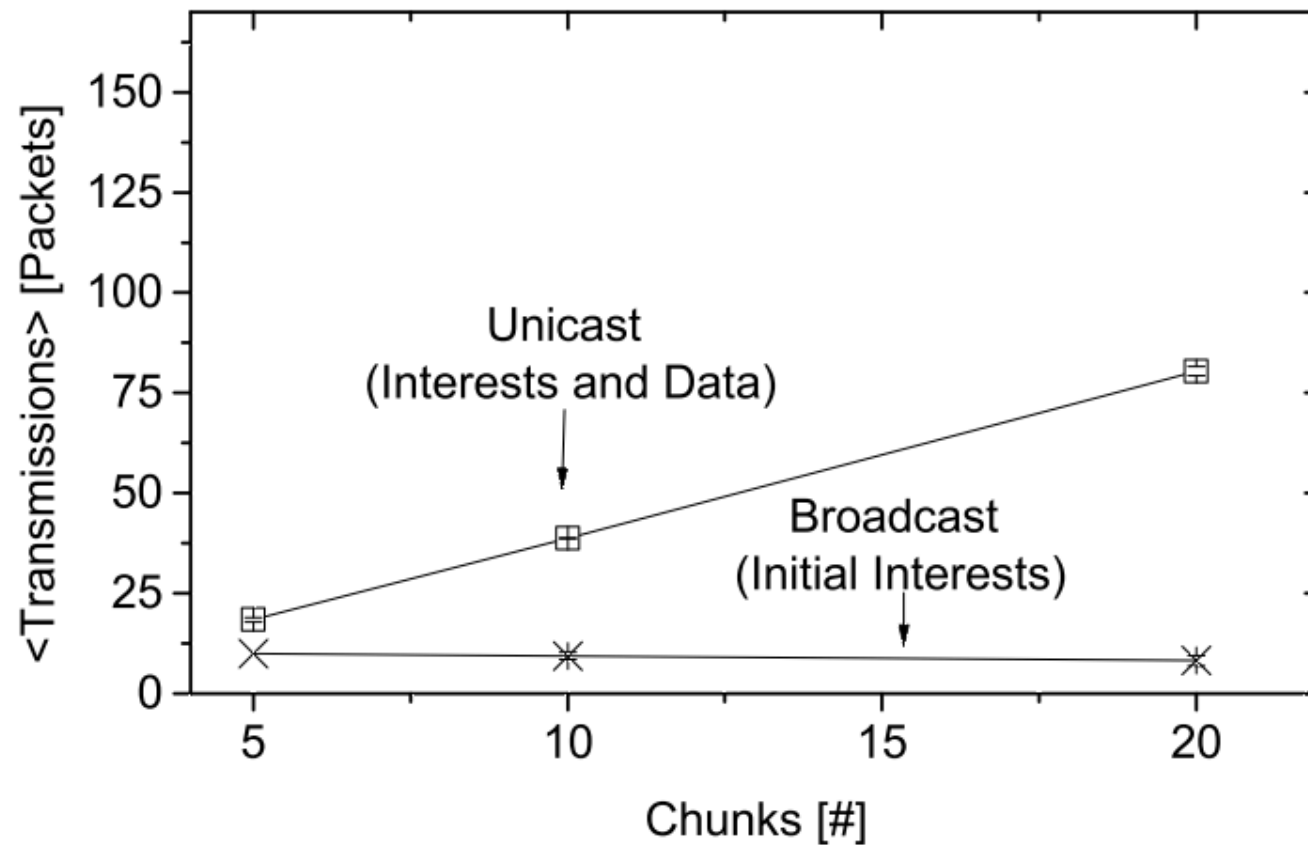
Implementação

Vantagens do RONR:

- Reduz drasticamente a quantidade de pacotes de Interesse sem precisar também rodar protocolos de controle da tabela FIB;
- Requer consumo mínimo de recursos para armazenar temporariamente entradas na FIB no caminho reverso. Temporariamente ficam registradas entradas nas tabelas PIT e FIB;

Implementação

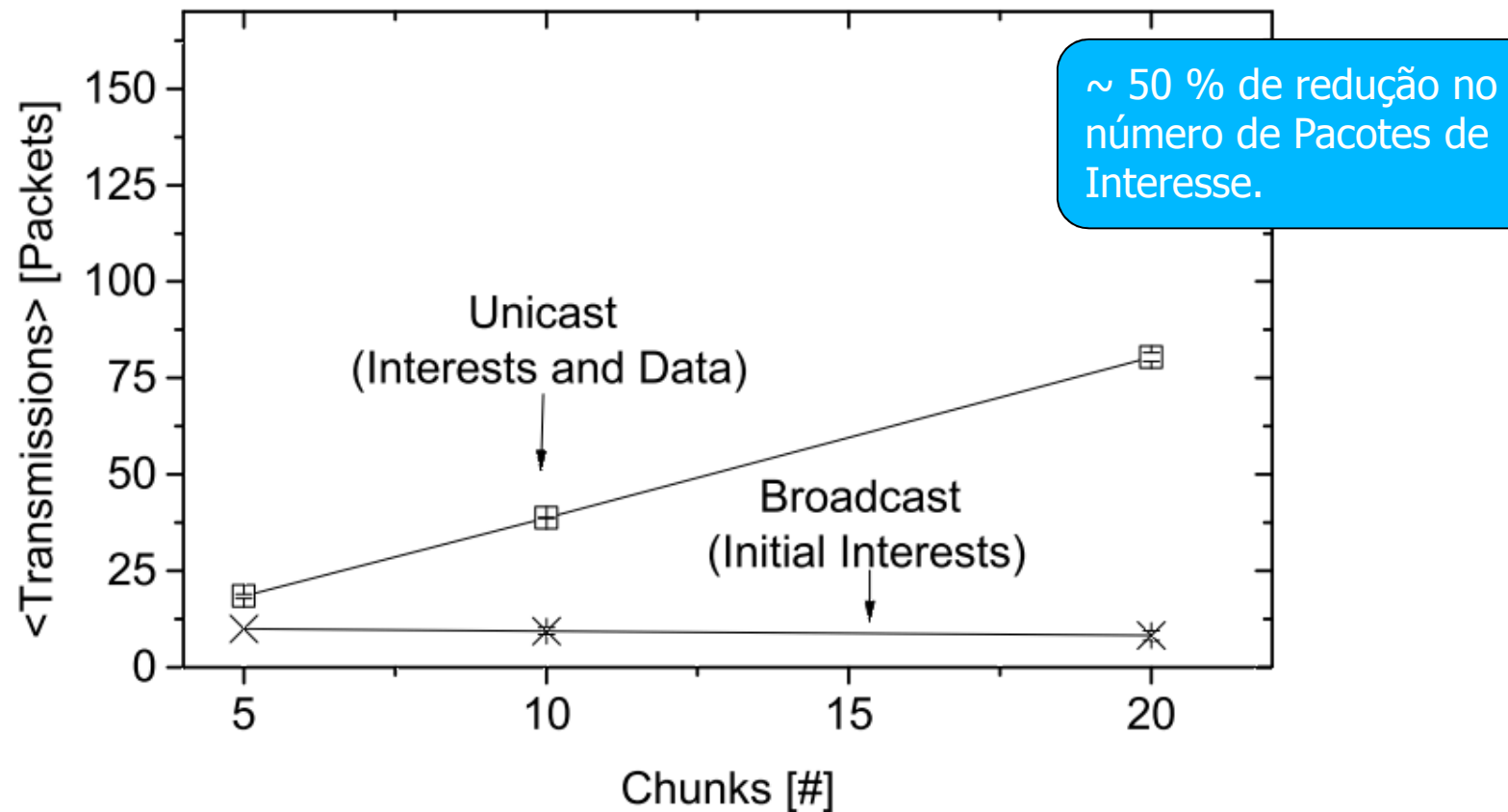
Resultados RONR:



(b) Reactive Optimistic Name-based Routing

Implementação

Resultados RONR:



(b) Reactive Optimistic Name-based Routing

Implementação

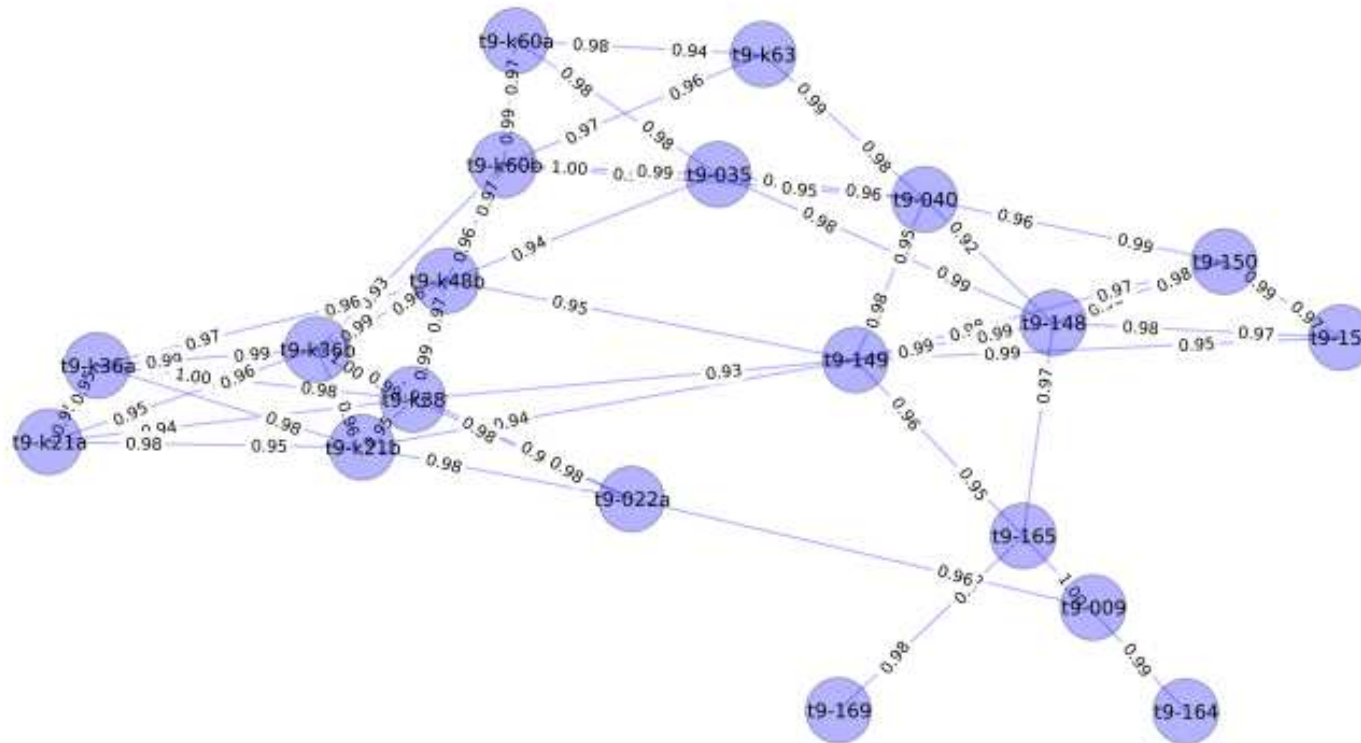
Testes com múltiplos consumidores e impacto do *cached*:

- O mesmo conteúdo, distribuído em 20 *chunks*, é solicitado por até 3 consumidores próximos. Usado o esquema de roteamento RONR;

Implementação

Testes

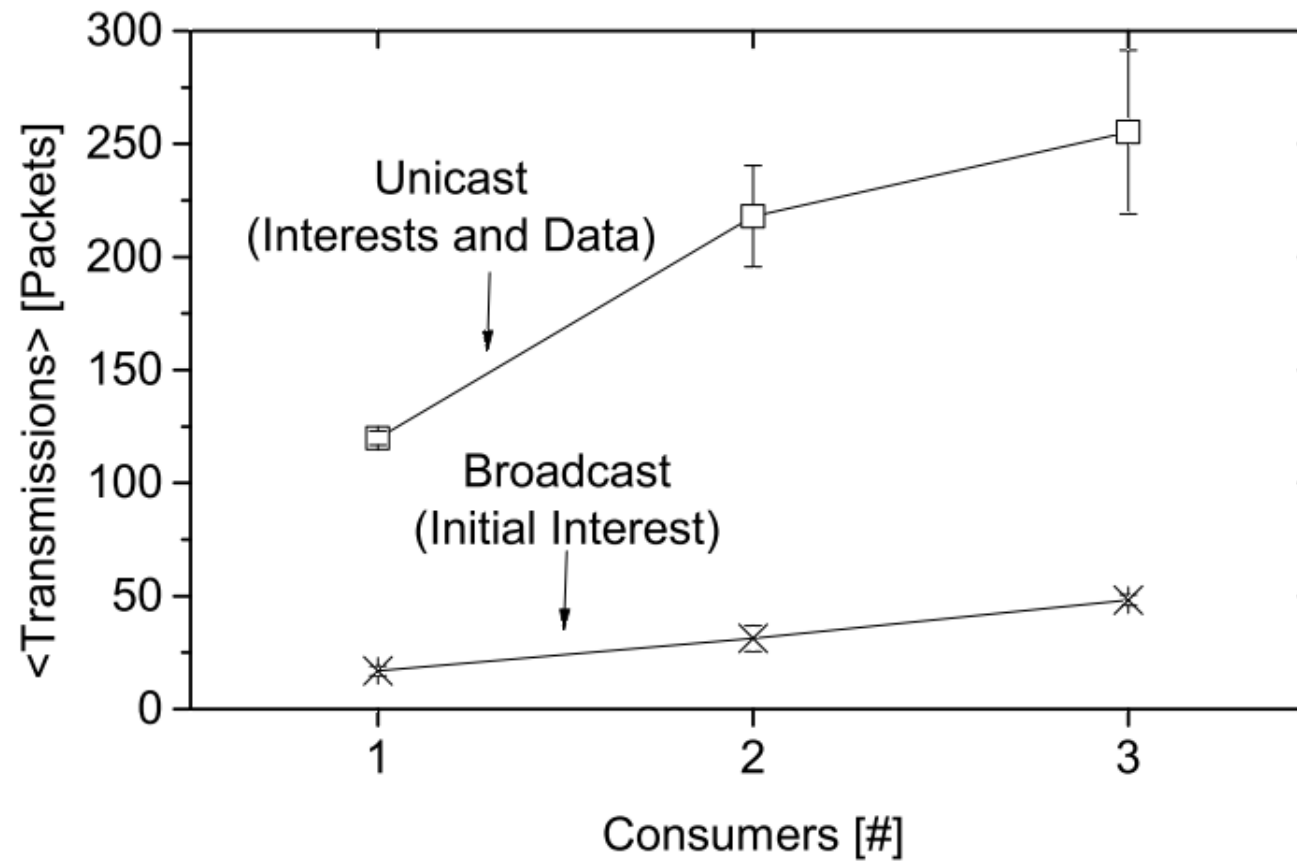
é 3



(b) 20 nodes are involved when multiple consumers (t9-149, t9-148, and t9-150) request content published by t9-k36a

Implementação

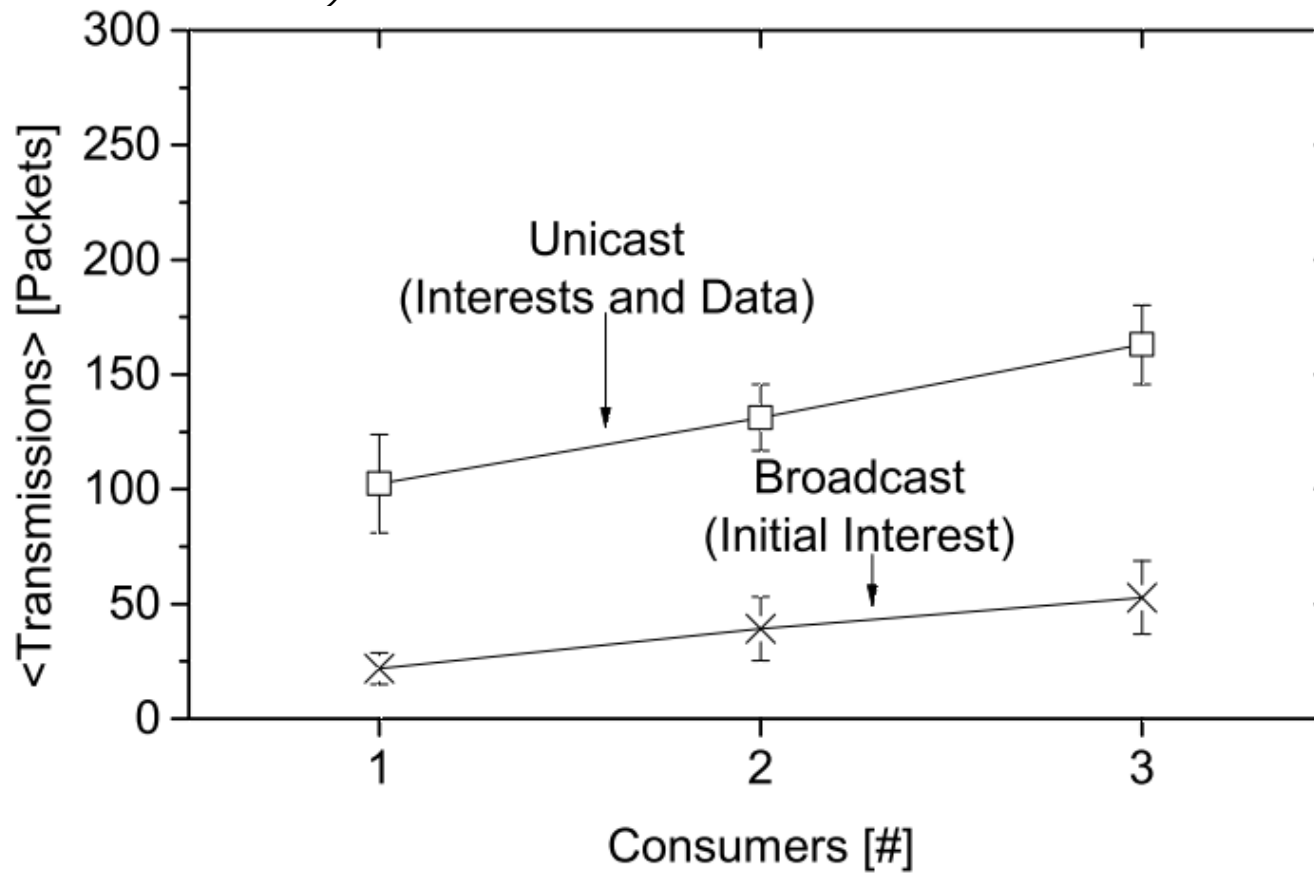
Sem *caching*.



(a) Without caching

Implementação

Com *caching*: *Cache* habilitado em todos nós. Tamanho do *cache*: 20 *chunks* = 2 Kbytes (2% da RAM de cada nó).



(b) With caching

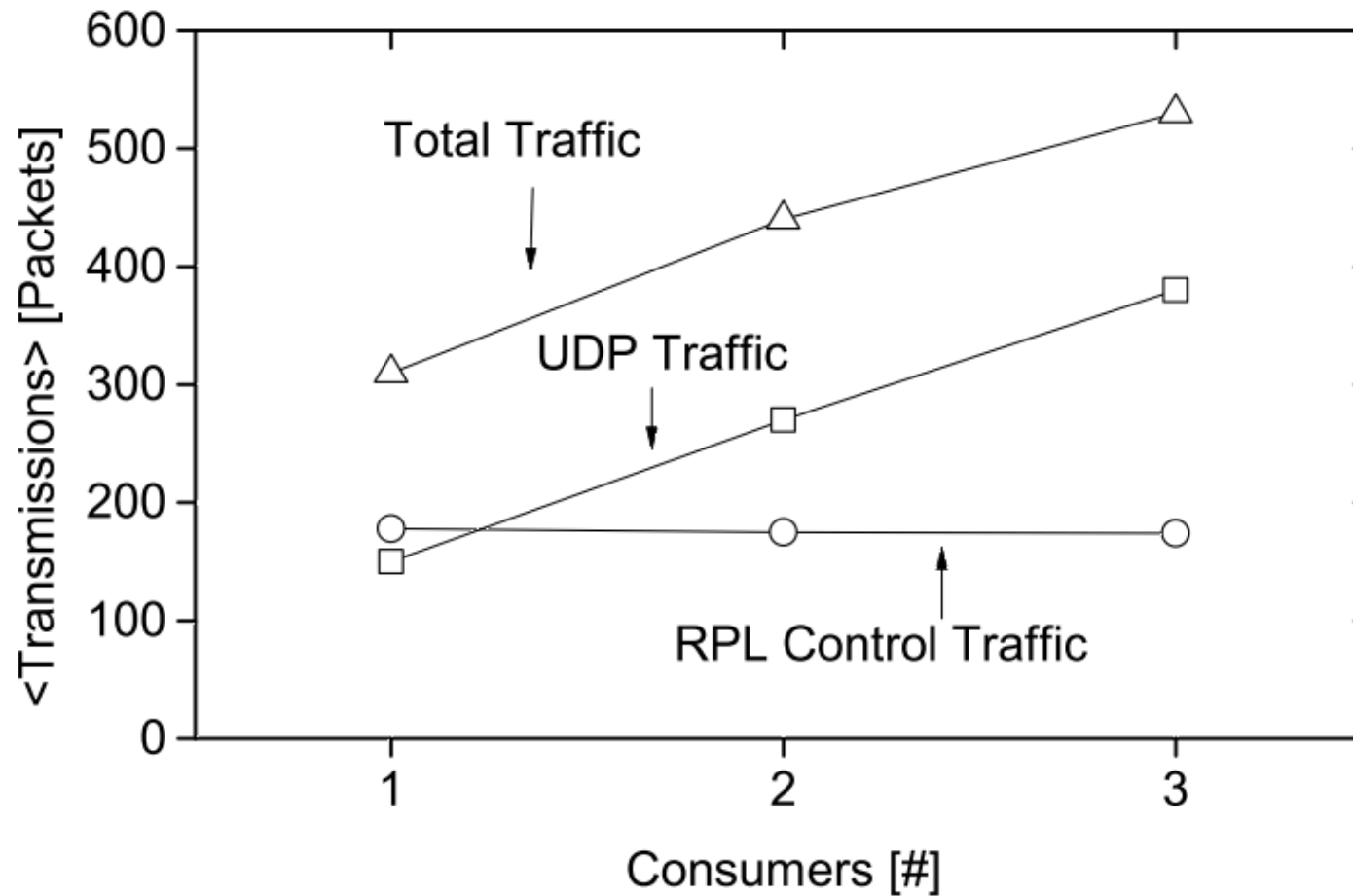
Implementação

Comparação com 6LoWPAN/RPL/UDP:

- No teste NDN, usou mesmo cache de 2 kbytes;
- No teste com 6LoWPAN/RPL/UDP não foi considerado o tráfego para convergência do roteamento na rede;
- A topologia foi a mesma utilizada para os testes de múltiplos consumidores, com e sem *cache*;

Implementação

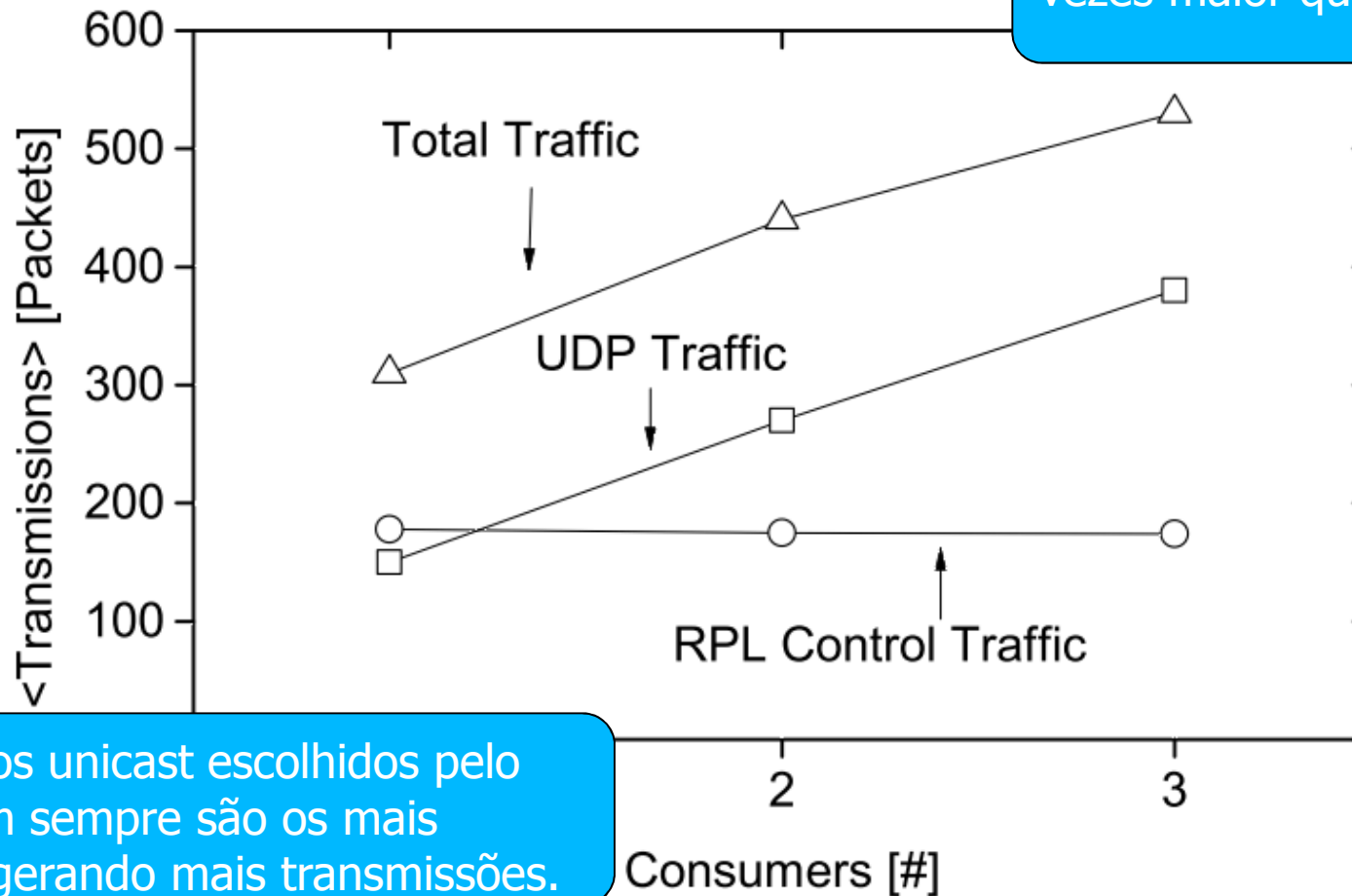
Comparação com 6LoWPAN/RPL/UDP:



Implementação

Comparação com 6LoWPAN/RPL/UDP:

Trafego total chega ser 3 vezes maior que RPNR.



Caminhos unicast escolhidos pelo RPL nem sempre são os mais curtos, gerando mais transmissões.

Conclusão e Trabalhos futuros

Conclusão:

- O trabalho foi bem sucedido na implementação de NDN em um ambiente IoT real;
- Foi possível mostrar que NDN-IoT possui vantagens comparado a protocolos tradicionais de IoT como a pilha 6LoWPAN/RPL/UDP em termos de consumo de energia dos dispositivos e memórias RAM e ROM;

Trabalhos futuros:

- Estudos de técnicas para compressão dos nomes dos conteúdos NDN e estrutura de nomes mais eficiente. Objetivo: Redução do tamanho dos pacotes;
- Estudos para in-network caching mais eficiente. Balanço entre tempo de armazenamento, consumo de energia e validade dos conteúdos;

Análise do artigo

Trabalho:

- Inclusão de uma análise do consumo de energia dos nós e não somente da quantidade de pacotes transmitidos;
- Há oportunidade para mais discussões entre NDN-IoT e 6LoWPAN/RPL/UDP com relação à proposta de roteamento, RONR. Ex: Quando há perda de nós centrais, como fica o desempenho de cada estratégia? Quantidade de pacotes transmitidos? Tempo de convergência. É possível comparar?

Análise do artigo

Pontos fortes	Pontos fracos
Trabalho relevante pra área e inovador. Primeira implementação de NDN-IoT fora de simuladores;	Gráficos de topologias poderiam estar melhor apresentados;
Boas citações. Congressos e periódicos relevantes para a área;	Poderia ampliar as discussões entre RONR e 6LoWPAN principalmente em momentos de falhas na rede;
Boa organização das ideias e didática para detalhar o sistema;	Inclusão de mais detalhes no artigo sobre os dispositivos utilizados. Detalhes básicos sobre espaço de memória, modo de transmissão poderiam ser colocados resumidamente;

Obrigado