

Análise e solução para o problema da instabilidade de associação em redes IEEE 802.11 densas

Helga D. Balbi, Diego Passos, Ricardo C. Carrano,
Luiz C. S. Magalhães, Célio V. N. de Albuquerque

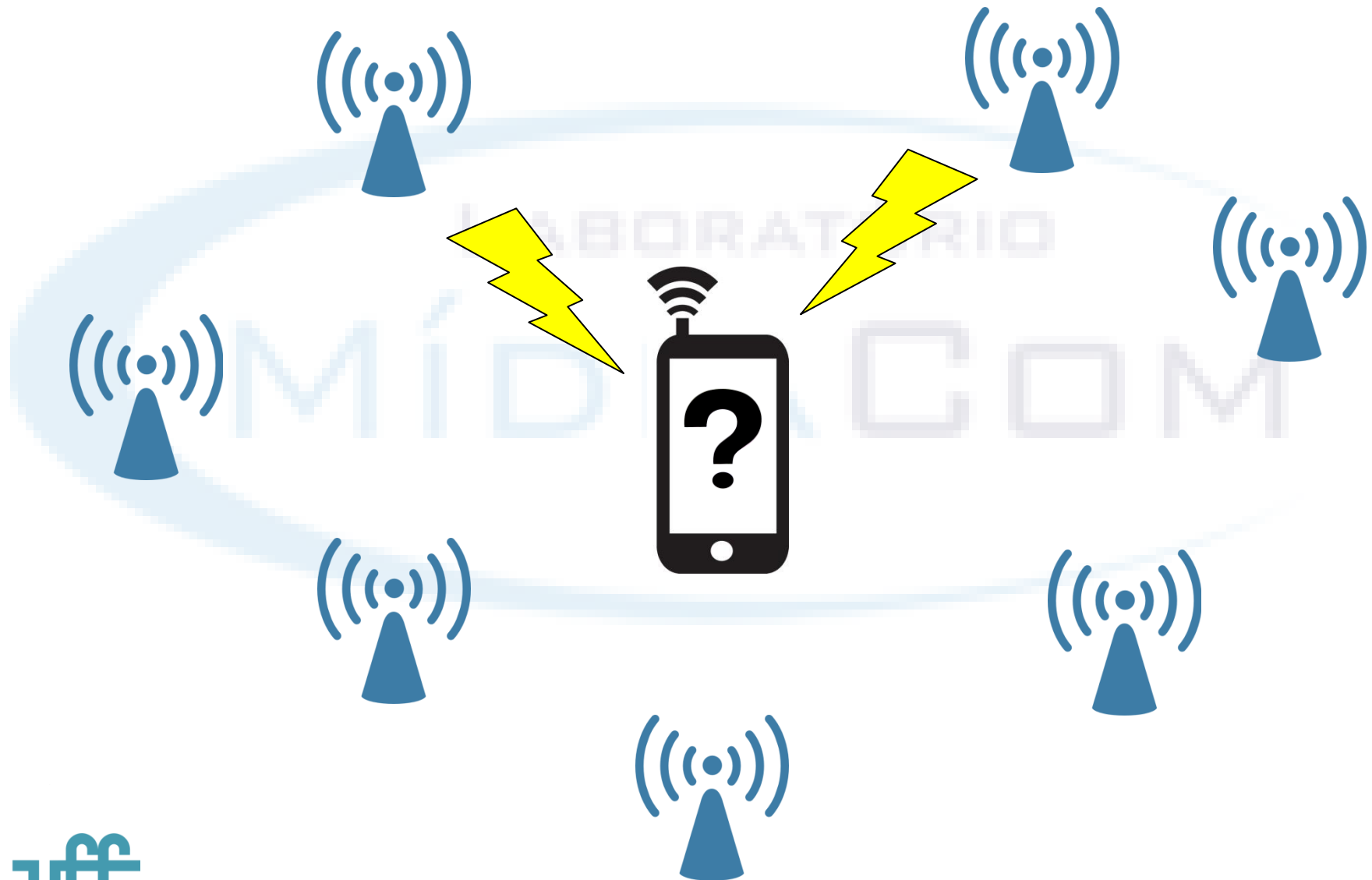
31/05/2016

Apresentação: Helga D. Balbi

Laboratório Mídiacom

Universidade Federal Fluminense

Motivação – Redes densas



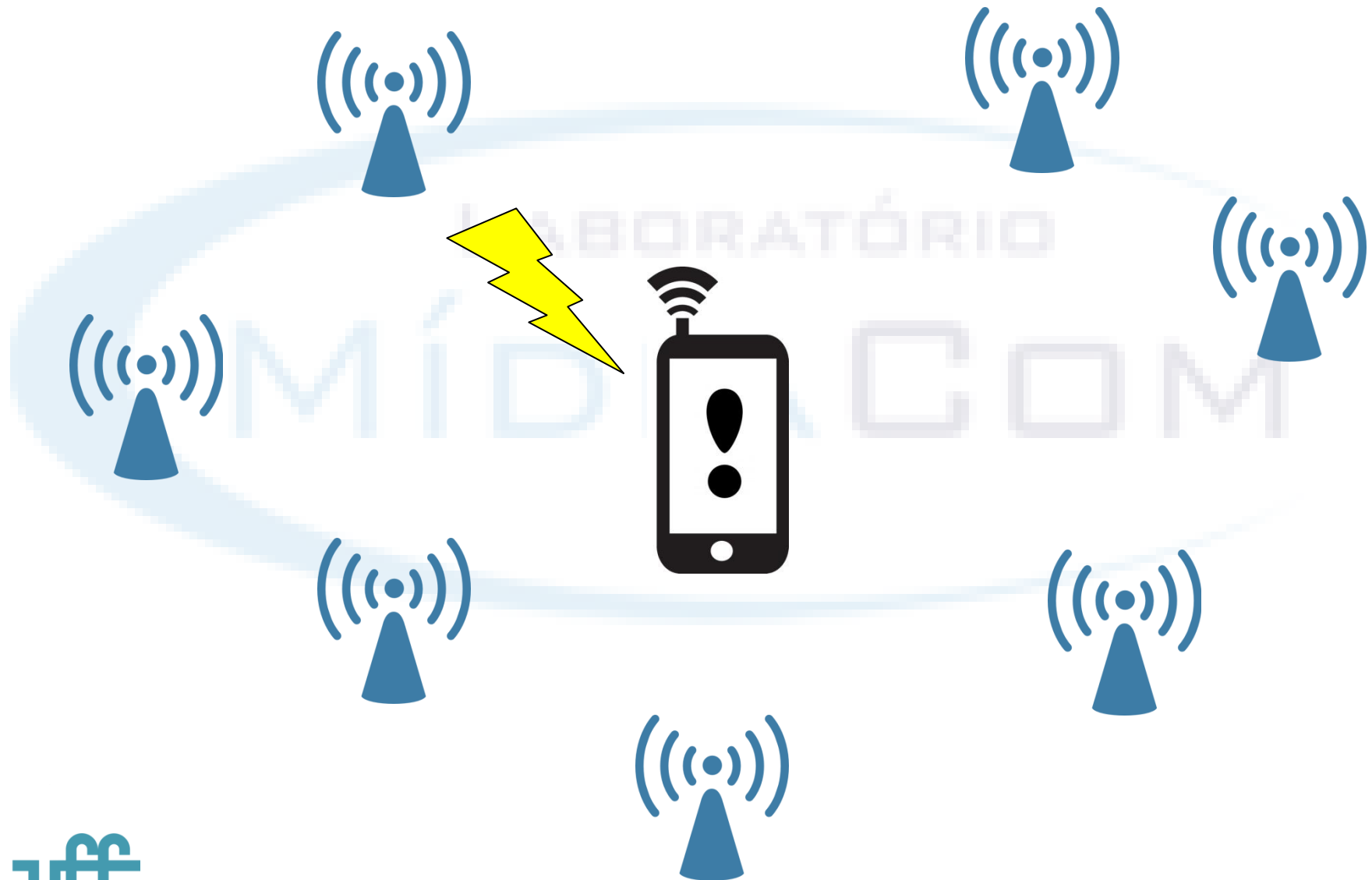
Motivação – Redes densas



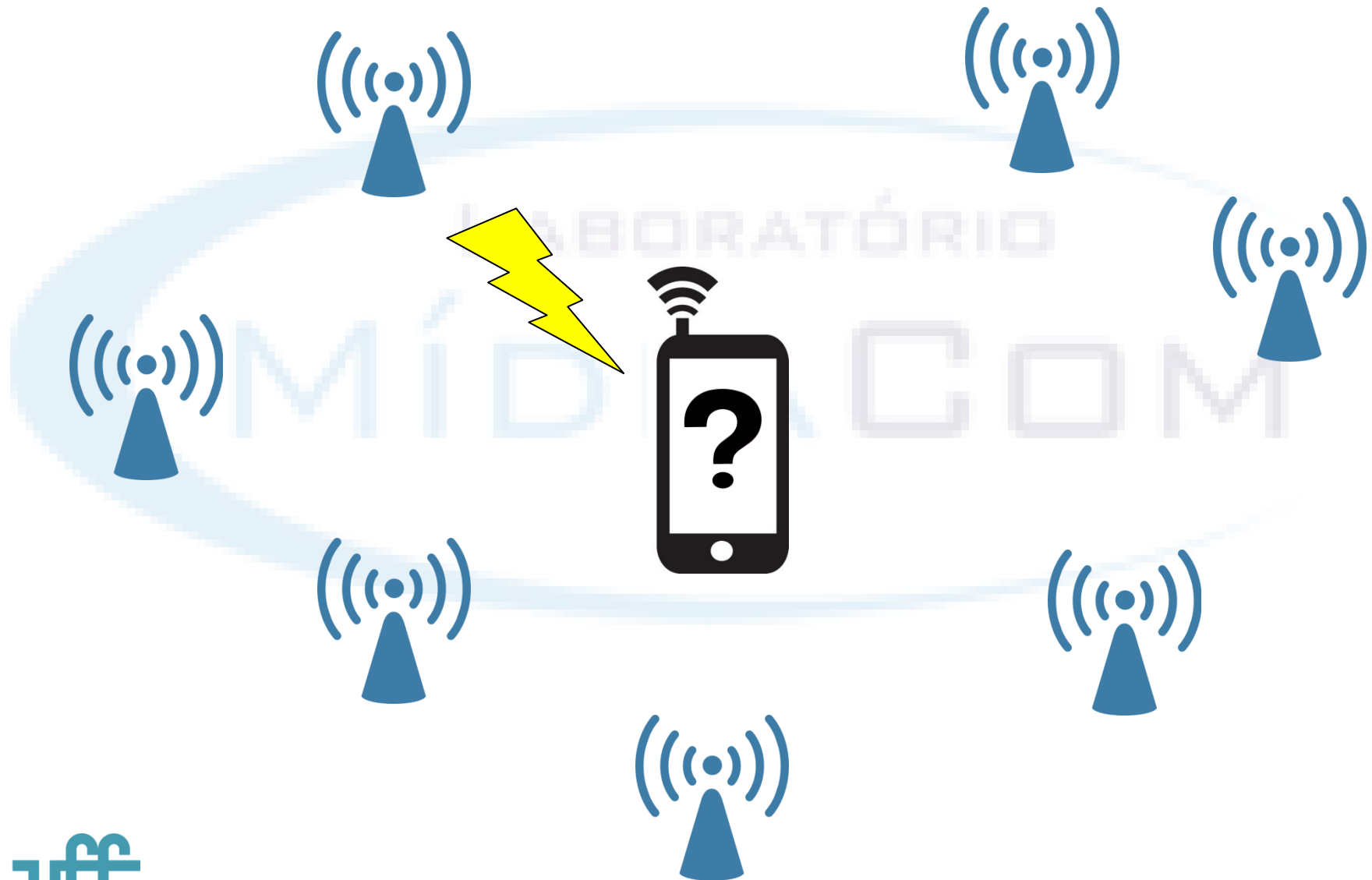
Motivação – Redes densas



Motivação – Redes densas



Motivação – Redes densas



Motivação – Redes densas



Motivação – Redes densas



Efeito ping-pong

- ▶ Ocasionado por algoritmos de *handoff* ineficientes
- ▶ Desvantagens:
 - ▶ Interrupção na conectividade
 - ▶ Maior gasto energético
 - ▶ Excesso de transmissão de quadros de gerência na rede
- ▶ Em casos extremos, a utilização da rede é impossibilitada.
- ▶ Problema relatado previamente em Raghavendra et al. 2007.
 - ▶ pode estar ocorrendo com você neste momento

Proposta deste artigo

- ▶ Caracterizar o ping-pong e analisar sua ocorrência em uma rede real em produção (rede Wi-Fi UFF);
- ▶ Analisar o algoritmo de *handoff* utilizado nos dispositivos cliente, averiguando a(s) causa(s) do problema;
- ▶ Propor uma solução para o problema;
- ▶ Apresentar de testes comparativos;

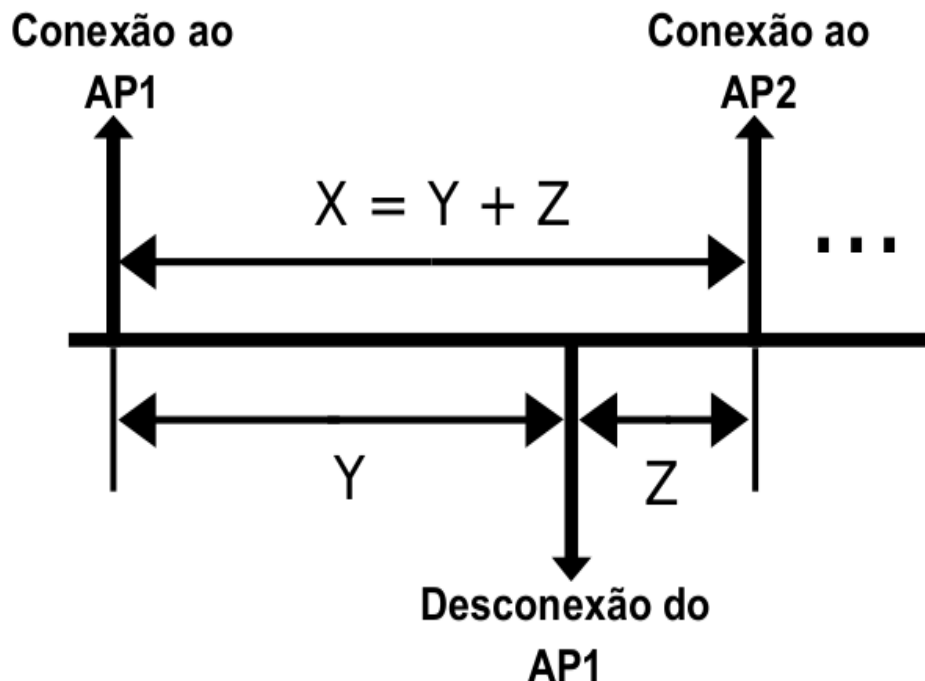
Ping-pong na rede Wi-Fi UFF

- ▶ Rede Wi-Fi em produção UFF
- ▶ 390 Pontos de Acesso
- ▶ Aproximadamente 16.000 dispositivos cliente
 - ▶ Provê cobertura a diversos prédios e áreas de convivência
- ▶ Autenticação WPA2 Enterprise (eduroam)
- ▶ Pontos de acesso rodam OpenWrt
- ▶ Logs de associação são enviados a um servidor central
 - ▶ Notificam eventos de conexão/desconexão do cliente

Parâmetros para caracterização do ping-pong

- ▶ Para que o ping-pong seja caracterizado:
 - ▶ Um certo número de *handoffs* consecutivos deve ocorrer em um determinado intervalo de tempo;
 - ▶ O cliente deverá permanecer “pouco tempo” no AP de origem.
- ▶ Limiares devem levar em conta a degradação da qualidade de acesso percebida pelo cliente.

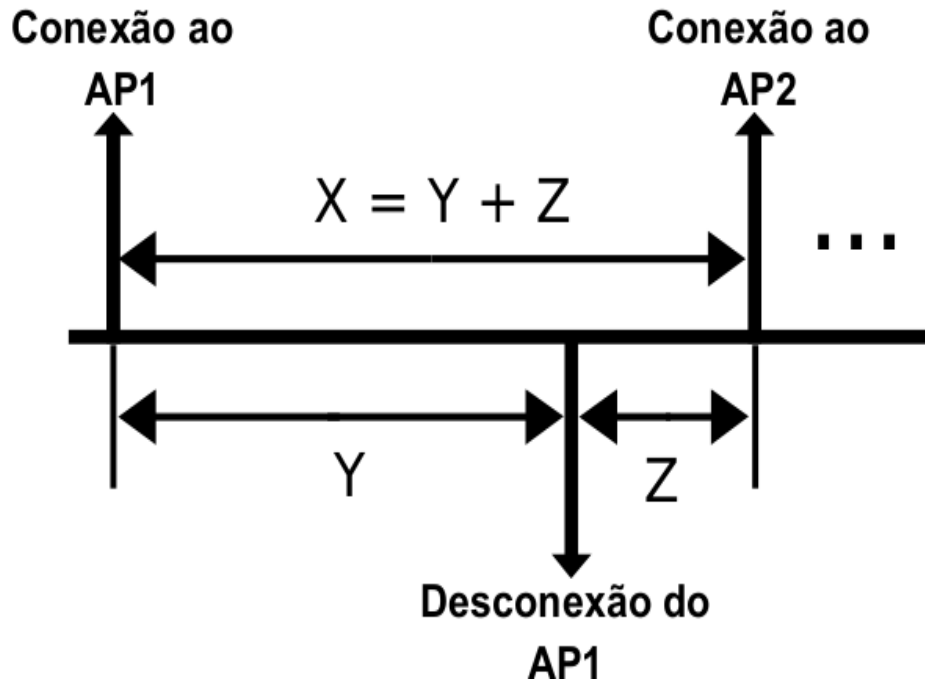
Limiares de caracterização do ping-pong



- **Zmax** – Intervalo máximo entre desconexão de AP1 e conexão a AP2 que define um *handoff*.
- **Xmax** – Intervalo máximo entre conexões a APs diferentes.
- **Nmin** – Número mínimo de *handoffs* consecutivos respeitando os limiares de tempo que caracteriza o ping-pong.

Limiares de caracterização do ping-pong

- Z_{max} - 2 segundos
- X_{max} - 30 segundos
- N_{min} - 2 *handoffs*



Análise da ocorrência de ping-pongs na rede Wi-Fi UFF

- ▶ Total de clientes com MACs únicos: 15.783
 - ▶ Com pelo menos um ciclo de conexão/desconexão;
 - ▶ Com credenciais de acesso à rede.

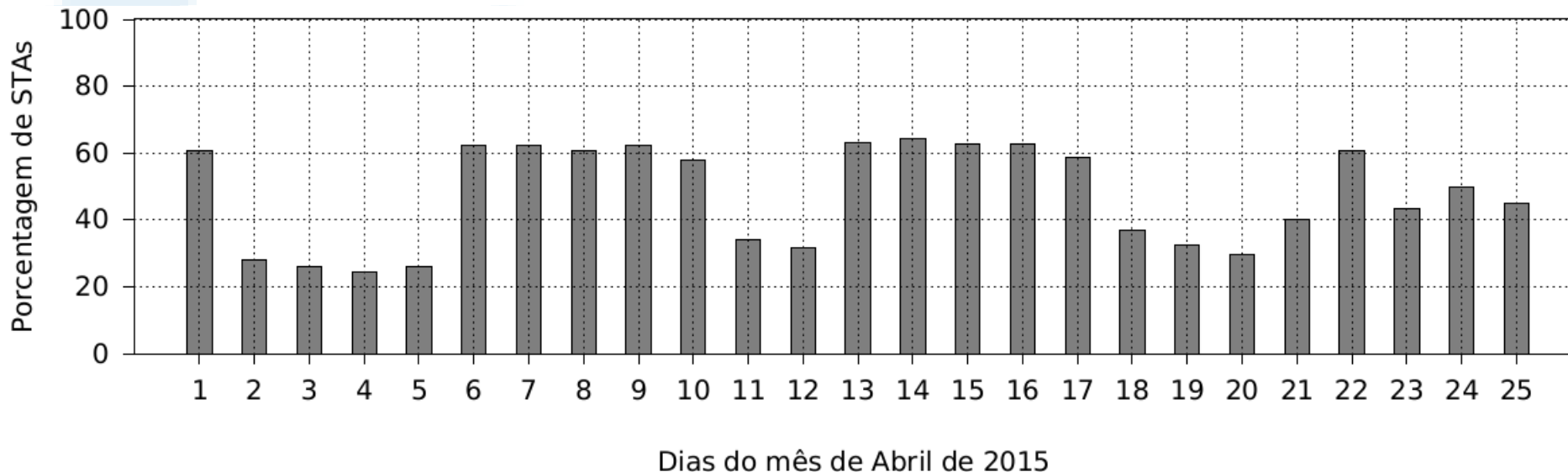
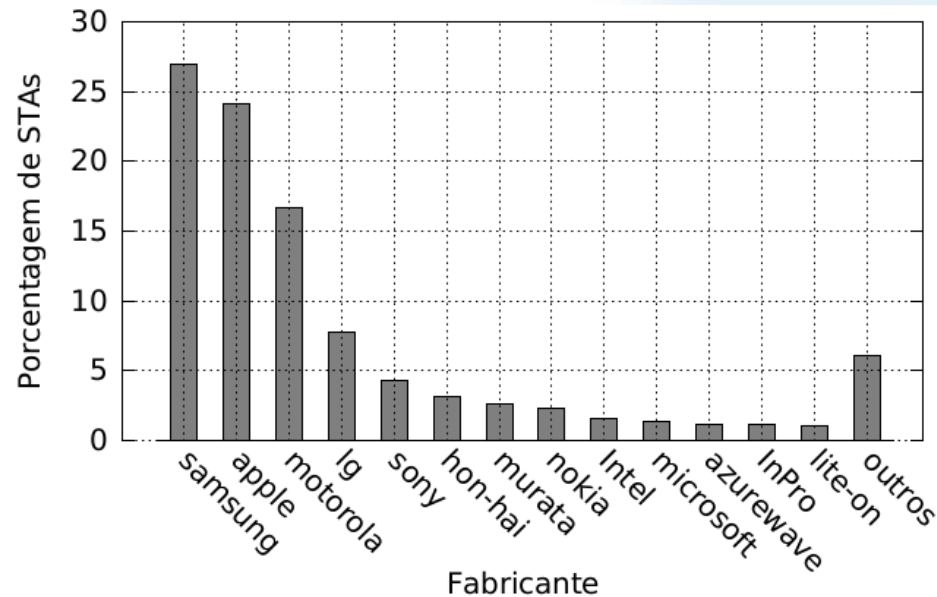


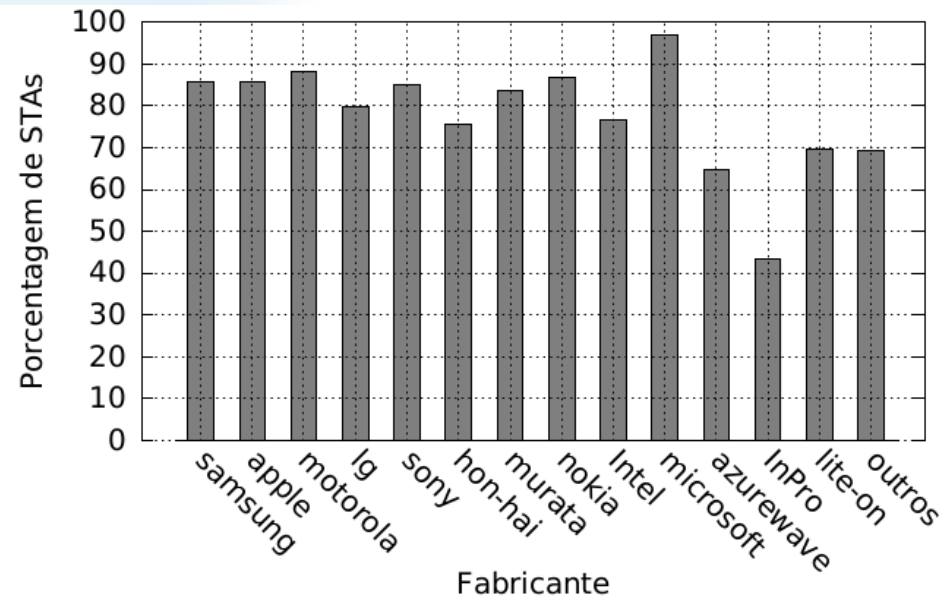
Figura 1. Porcentagem de STAs que sofreram ping-pong a cada dia analisado.

Análise da ocorrência de ping-pongs relativa ao fabricante

- ▶ Informações obtidas a partir do MAC dos clientes.



(a)



(b)

Figura 2. (a) Distribuição de dispositivos por fabricantes mais populares encontrados na rede; (b) Porcentagem dos dispositivos de cada fabricante que sofreram ping-pong.

Análise da ocorrência de ping-pongs relativa ao SO

- ▶ Informações obtidas a partir de logs do DHCP.

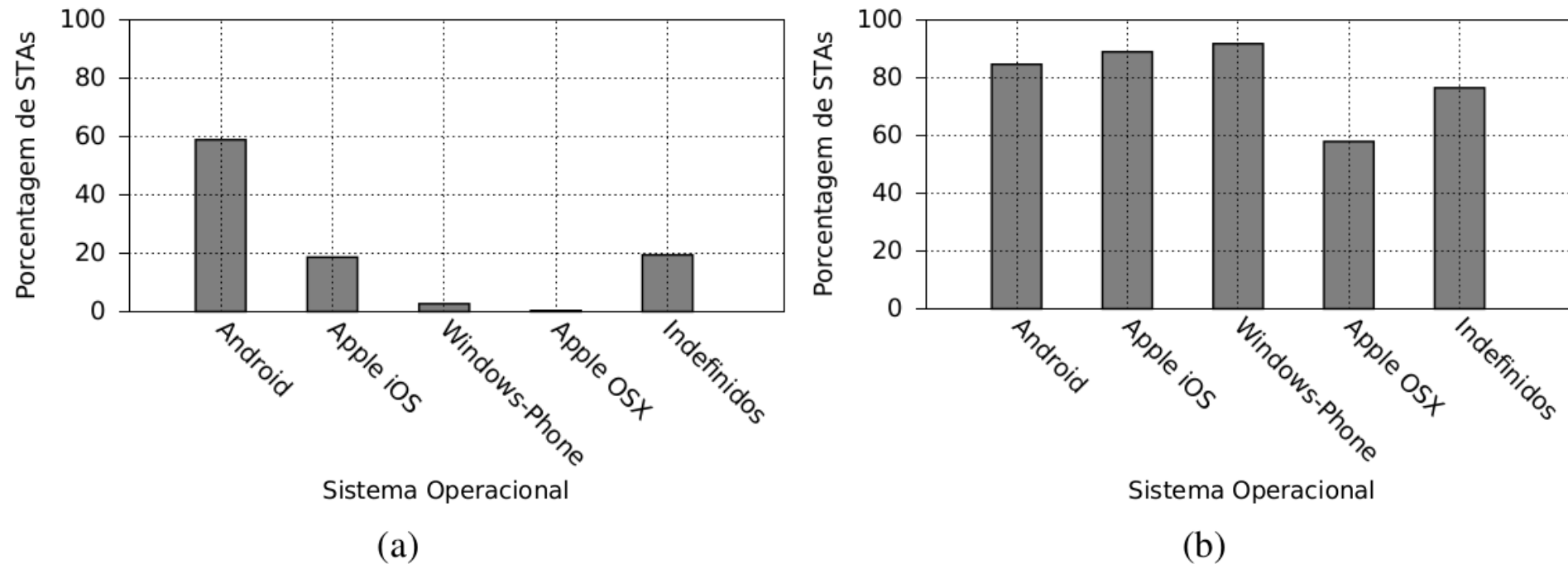


Figura 3. (a) Distribuição de dispositivos por sistema operacional; (b) porcentagem dos dispositivos de cada sistema operacional que sofreram ping-pong.

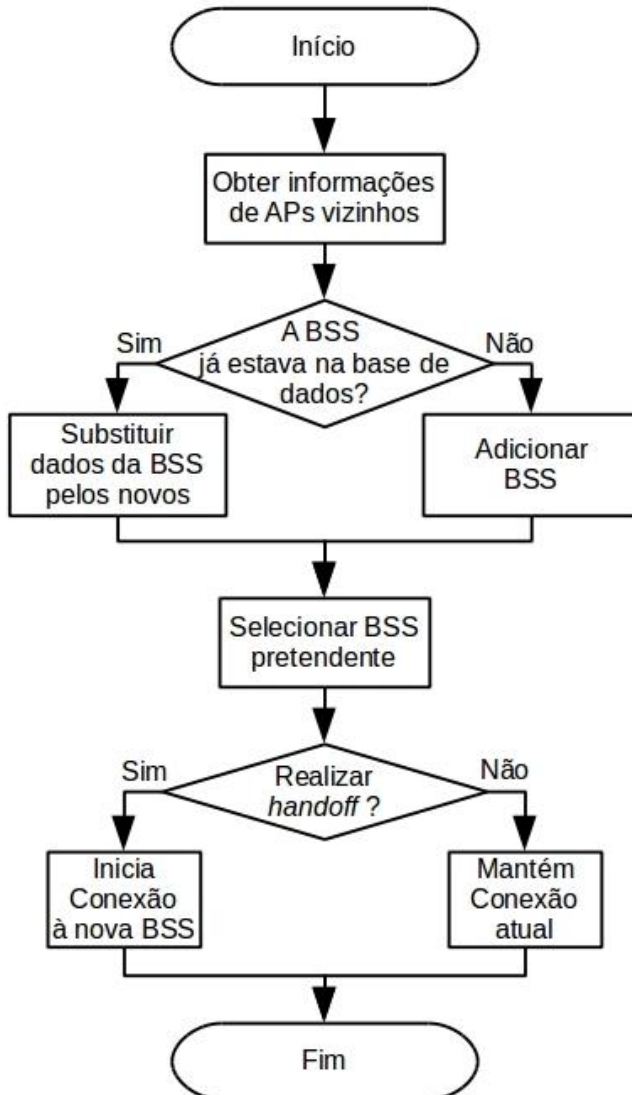
Conclusões das análises

- ▶ Ping-pong ocorre diariamente para mais de 50% dos dispositivos
- ▶ O ping-pong é comum e recorrente para diferentes fabricantes e SOs
- ▶ 60% das estações da rede Wi-Fi UFF utilizam SO Android.
 - ▶ Um bom ponto de partida para uma proposta de solução é a análise do algoritmo utilizado por este SO.

Análise da origem do problema

- ▶ Plataforma de análise: Android
- ▶ Comumente utiliza o Wpa Supplicant para a realização do processo de autenticação
 - ▶ Programa também realiza *scans* e *handoff*

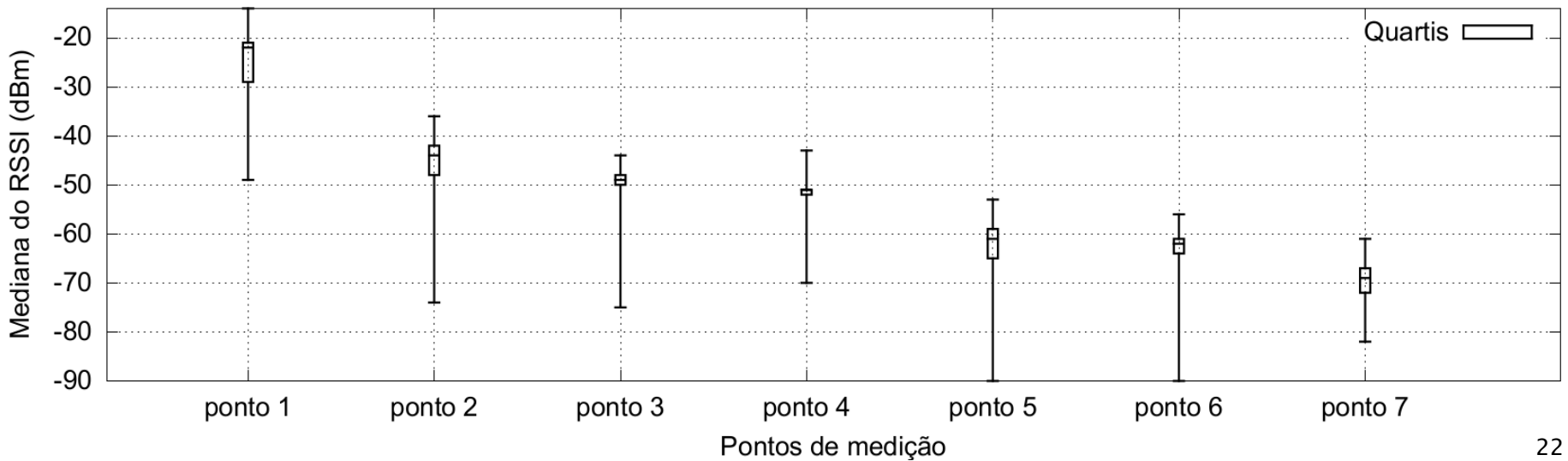
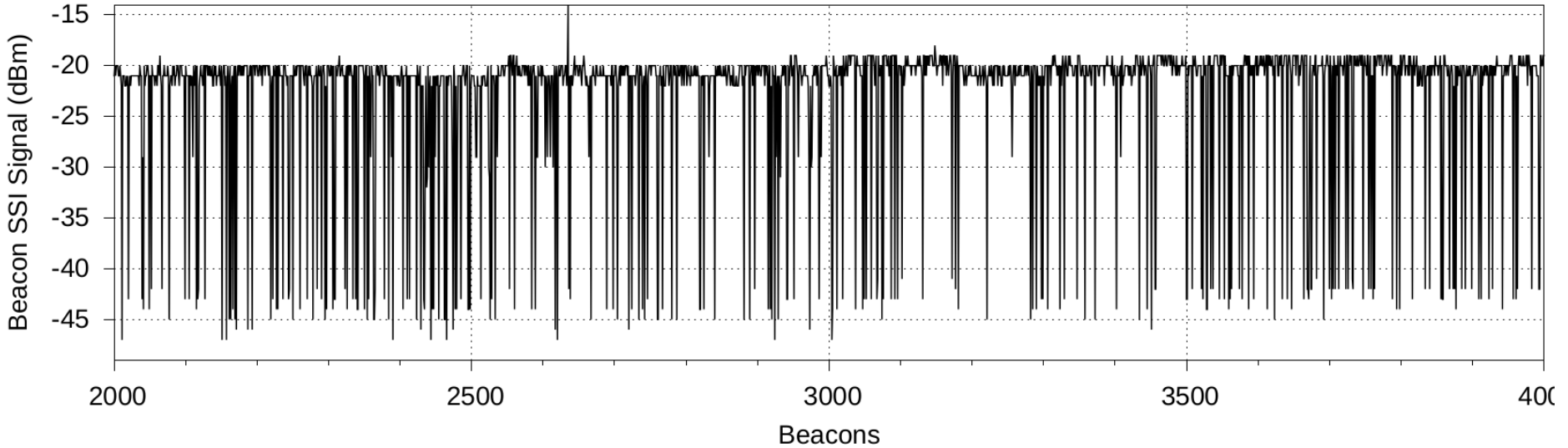
Algoritmo de *handoff* do Wpa Supplicant



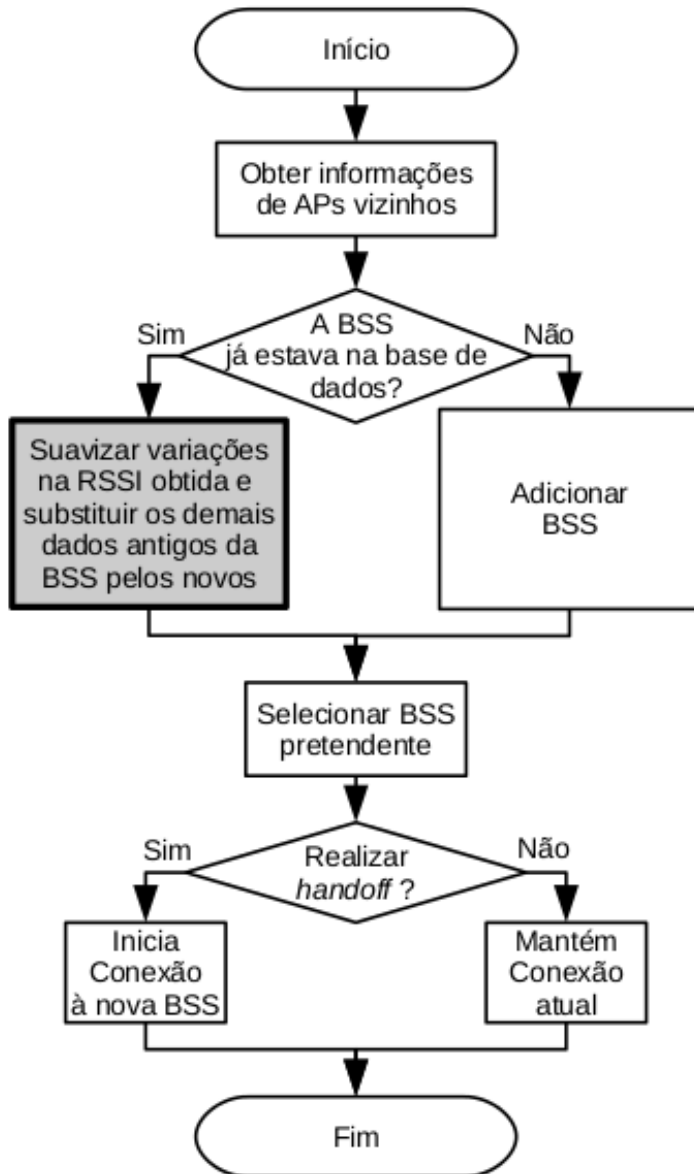
- ▶ O *software* se baseia no RSSI dos beacons recebidos dos APs durante o *scan*.

- ▶ Problemas:
- ▶ O algoritmo não considera a grande variabilidade momentânea que pode ocorrer no RSSI.

Grande variabilidade do RSSI



Proposta



- ▶ Suavizar variações no RSSI obtido nas varreduras.
- ▶ Aplicação da Média Móvel Exponencialmente Ponderada (MMEP):

$$s_t = \alpha \cdot x_t + (1 - \alpha) \cdot s_{t-1}$$

- ▶ α : peso das amostras originais de RSSI.
- ▶ Aumentando-se alfa, reduz-se a suavização dos dados.

Avaliação – Rede de Testes



- ▶ Rede de testes 802.11 infraestruturada :
 - ▶ 2 pontos de acesso
 - ▶ 1 estação cliente em posição intermediária;
 - ▶ Estações estáticas
- ▶ Informações de *handoff* coletadas por uma semana a partir de logs locais do cliente.

Avaliação – Algoritmos testados



- ▶ Original (Wpa Supplicant)
- ▶ MMEP com $\alpha = \{0,2; 0,4; 0,6; 0,8\}$
- ▶ Limiar Fixo (Wpa Supplicant com limiar de diferença de RSSI para *handoff* fixo em 10 dB)

Wpa Supplicant com limiar fixo

- ▶ No algoritmo original:

```
min_diff = 2;
if (current_bss->level < 0) {
    if (current_bss->level < -85)
        min_diff = 1;
    else if (current_bss->level < -80)
        min_diff = 2;
    else if (current_bss->level < -75)
        min_diff = 3;
    else if (current_bss->level < -70)
        min_diff = 4;
    else
        min_diff = 5;
}
if (abs(current_bss->level - selected->level) < min_diff) Não faz handoff
```

- ▶ No algoritmo de limiar fixo:

```
min_diff = 10
```

Resultados – Ping-pongs

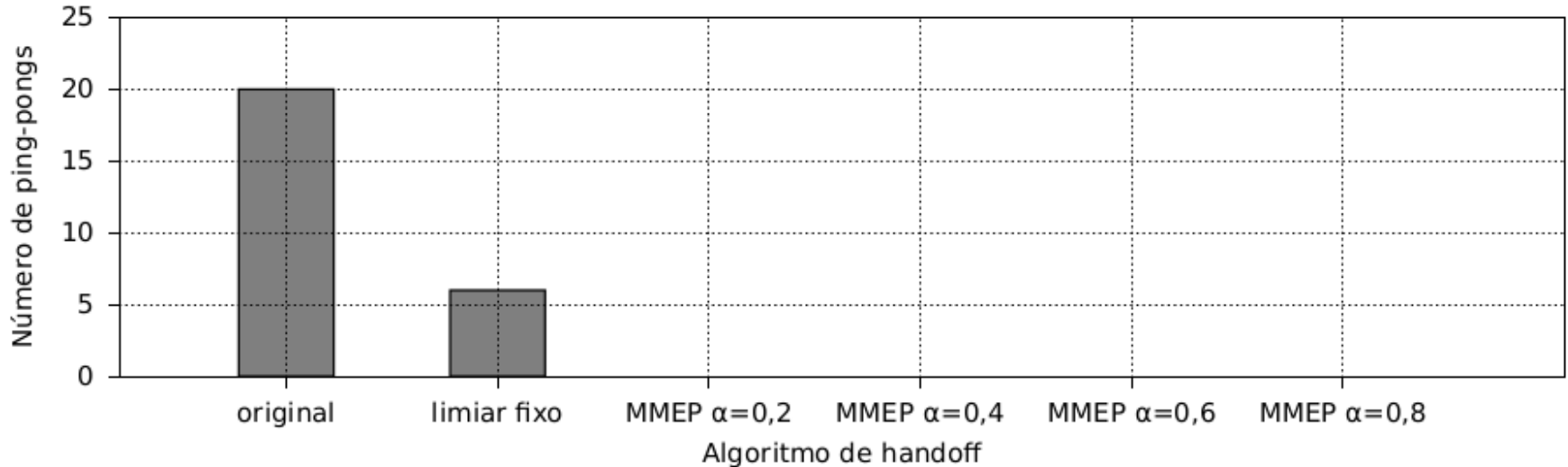


Figura 6. Número de ping-pongs observados, no período de uma semana, para cada algoritmo de *handoff* testado.

- ▶ O algoritmo de limiar fixo em 10 dB reduziu em 70% o número de ping-pongs.
- ▶ O ping-pong foi eliminado com a utilização da MMEP.

Resultados – Frequência de *Handoffs*

Tabela 3. Distribuição do número de *handoffs* de acordo com o intervalo de tempo entre ocorrências.

Algoritmo	0 e 5 min.	5 e 10 min.	10 e 15 min.	15 e 20 min.	20 e 25 min.	25 e 30 min.	acima de 30 min.	total
Original	62	29	15	12	5	10	37	170
Limiar fixo	21	10	6	3	1	2	21	64
MMEP $\alpha = 0,8$	9	7	2	1	4	4	27	54
MMEP $\alpha = 0,6$	0	3	0	0	0	0	6	9
MMEP $\alpha = 0,4$	0	0	0	1	1	0	3	5
MMEP $\alpha = 0,2$	0	0	0	0	0	0	0	0

- ▶ O uso da MMEP reduziu o número de *handoffs*.
- ▶ Para $\alpha = 0,2$ nenhum *handoff* ocorreu .

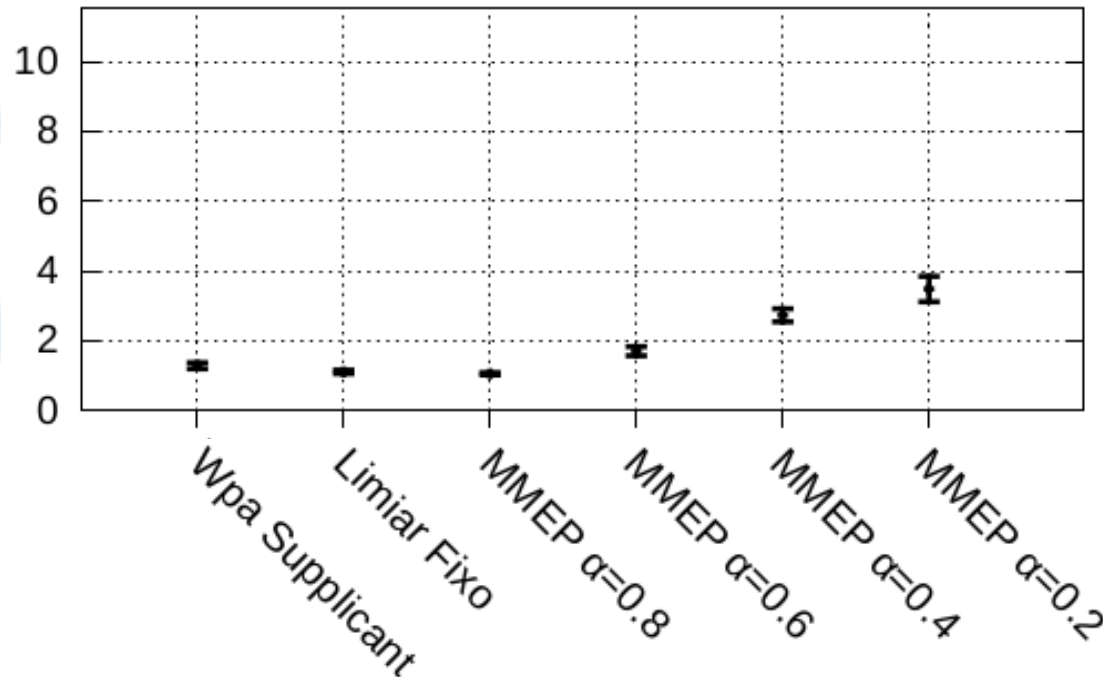
Tradeoffs da solução

- ▶ Vantagem da solução:
 - ▶ ameniza variações bruscas do RSSI e o problema do ping-pong.
- ▶ Possível desvantagem:
 - ▶ Atraso na realização do *handoff*, caso este seja realmente desejado.
- ▶ Testes estão sendo realizados para avaliar esta questão.

Resultados preliminares dos testes de *Tradeoff*

- ▶ Cenário de testes: queda abrupta do sinal do AP atual

Número médio de *scans* necessários para realização do *handoff*



Conclusões

- ▶ A análise do ping-pong na rede Wi-Fi UFF mostra que sua ocorrência é comum e recorrente para diferentes fabricantes e SOs.
- ▶ O algoritmo de *handoff* utilizado pela maior parcela dos dispositivos cliente se baseia no RSSI sem considerar histórico e tendências.
- ▶ A utilização da MMEP foi capaz de evitar a ocorrência do ping-pong.

Trabalhos Futuros

- ▶ Realização de testes para verificar *tradeoffs* da solução
 - ▶ Verificar atraso para a execução de um *handoff* desejado ao utilizar-se a MMEP.
- ▶ Avaliação de outros filtros para amenizar variações do RSSI
- ▶ Avaliar ping-pong em outras redes

Obrigada!

- ▶ Helga Dolorico Balbi

helgadb@midiacom.uff.br

LABORATÓRIO
MÍDIA COM