

# Bluetooth e NFC: estudo de caso

Rodolpho Atoji

rodolpho(at)atoji.com

IME/USP

MAC499 - Trabalho de Formatura  
Supervisionado

16 de novembro de 2010

# Sumário

- 1 Introdução
- 2 O problema
  - Estabelecimento de comunicação
  - Descoberta em ambientes com muitos dispositivos
- 3 Solução
  - NFC como iniciador de comunicação
- 4 Implementação
  - *Bluetooth Marketing* – Visão geral
  - *Bluetooth Marketing* – Simulação
- 5 Exemplo de resultado
- 6 Conclusões

## Bluetooth e NFC

Ambas são tecnologias de transmissão de dados sem fio por **proximidade**.

	<b>Bluetooth</b>	<b>NFC</b>
<b>Alcance</b>	10 cm a 100 m	até 20 cm
<b>Velocidade</b>	até 24 Mbps (V3.0)	até 0,4 Mbps
<b>Frequência</b>	2,4 GHz	13,56 MHz
<b>Set-up time</b>	até 30 s	em torno de 0,1 s

# Sumário

- 1 Introdução
- 2 O problema
  - Estabelecimento de comunicação
  - Descoberta em ambientes com muitos dispositivos
- 3 Solução
  - NFC como iniciador de comunicação
- 4 Implementação
  - *Bluetooth Marketing* – Visão geral
  - *Bluetooth Marketing* – Simulação
- 5 Exemplo de resultado
- 6 Conclusões

## Estabelecimento de comunicação

### Descoberta

Mensagem de *broadcast* (difusão) é enviada na área de alcance Bluetooth. Dispositivos visíveis na área de alcance respondem ao *broadcast* com seus **endereços MAC**.

### Busca de serviços

Determina se o dispositivo possui um serviço de interesse, como capacidade de receber arquivos, utilizar um *headset* Bluetooth etc, obtendo um **registro de serviço**.

### Conexão com serviço descoberto

Com base no **endereço MAC** do dispositivo e no **registro de serviço** do mesmo, é possível estabelecer uma conexão.

## Estabelecimento de comunicação

### Descoberta

Mensagem de *broadcast* (difusão) é enviada na área de alcance Bluetooth. Dispositivos visíveis na área de alcance respondem ao *broadcast* com seus **endereços MAC**.

### Busca de serviços

Determina se o dispositivo possui um serviço de interesse, como capacidade de receber arquivos, utilizar um *headset* Bluetooth etc, obtendo um **registro de serviço**.

### Conexão com serviço descoberto

Com base no **endereço MAC** do dispositivo e no **registro de serviço** do mesmo, é possível estabelecer uma conexão.

## Estabelecimento de comunicação

### Descoberta

Mensagem de *broadcast* (difusão) é enviada na área de alcance Bluetooth. Dispositivos visíveis na área de alcance respondem ao *broadcast* com seus **endereços MAC**.

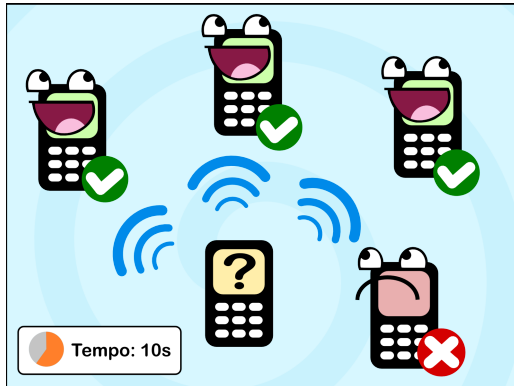
### Busca de serviços

Determina se o dispositivo possui um serviço de interesse, como capacidade de receber arquivos, utilizar um *headset* Bluetooth etc, obtendo um **registro de serviço**.

### Conexão com serviço descoberto

Com base no **endereço MAC** do dispositivo e no **registro de serviço** do mesmo, é possível estabelecer uma conexão.

## Descoberta em ambientes com muitos dispositivos



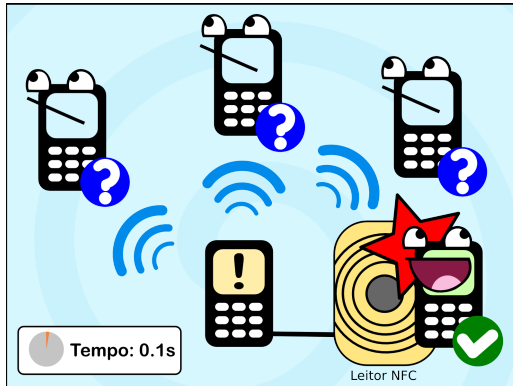
**Figura:** Em um ambiente com muitos dispositivos ativos, um dispositivo próximo pode não ser detectado



# Sumário

- 1 Introdução
- 2 O problema
  - Estabelecimento de comunicação
  - Descoberta em ambientes com muitos dispositivos
- 3 **Solução**
  - **NFC como iniciador de comunicação**
- 4 Implementação
  - *Bluetooth Marketing* – Visão geral
  - *Bluetooth Marketing* – Simulação
- 5 Exemplo de resultado
- 6 Conclusões

## NFC como iniciador de comunicação



**Figura:** Utilizando o NFC para iniciar a comunicação com o dispositivo de interesse

# Sumário

- 1 Introdução
- 2 O problema
  - Estabelecimento de comunicação
  - Descoberta em ambientes com muitos dispositivos
- 3 Solução
  - NFC como iniciador de comunicação
- 4 **Implementação**
  - *Bluetooth Marketing – Visão geral*
  - *Bluetooth Marketing – Simulação*
- 5 Exemplo de resultado
- 6 Conclusões

## Bluetooth Marketing – Visão geral

Sistema implementado em Java (JSR 82), utilizando *stack* BlueZ. Suporta múltiplos adaptadores Bluetooth, podendo servir até 7 dispositivos simultaneamente por adaptador.

### Funcionamento

O sistema realiza buscas periódicas por novos dispositivos na vizinhança. Para cada um deles, tenta enviar conteúdos multimídia, que podem ser aceites, rejeitados ou ignorados.

### Qual o papel do NFC

O sistema gasta tempo e recursos escalonando de maneira a priorizar os dispositivos que realmente desejam receber o conteúdo. O uso do NFC **elimina** a **descoberta** e **busca de serviços**, além de expressar diretamente o desejo de receber o conteúdo.

## Bluetooth Marketing – Visão geral

Sistema implementado em Java (JSR 82), utilizando *stack* BlueZ. Suporta múltiplos adaptadores Bluetooth, podendo servir até 7 dispositivos simultaneamente por adaptador.

### Funcionamento

O sistema realiza buscas periódicas por novos dispositivos na vizinhança. Para cada um deles, tenta enviar conteúdos multimídia, que podem ser aceitos, rejeitados ou ignorados.

### Qual o papel do NFC

O sistema gasta tempo e recursos escalonando de maneira a priorizar os dispositivos que realmente desejam receber o conteúdo. O uso do NFC **elimina** a **descoberta** e **busca de serviços**, além de expressar diretamente o desejo de receber o conteúdo.

## Bluetooth Marketing – Visão geral

Sistema implementado em Java (JSR 82), utilizando *stack* BlueZ. Suporta múltiplos adaptadores Bluetooth, podendo servir até 7 dispositivos simultaneamente por adaptador.

### Funcionamento

O sistema realiza buscas periódicas por novos dispositivos na vizinhança. Para cada um deles, tenta enviar conteúdos multimídia, que podem ser aceitos, rejeitados ou ignorados.

### Qual o papel do NFC

O sistema gasta tempo e recursos escalonando de maneira a priorizar os dispositivos que realmente desejam receber o conteúdo. O uso do NFC **elimina** a **descoberta** e **busca de serviços**, além de expressar diretamente o desejo de receber o conteúdo.

## Bluetooth Marketing – Simulação

Simular o comportamento do sistema implementado com centenas de dispositivos Bluetooth reais é inviável na prática.

### Modo de emulação

Em tempo de execução é possível trocar a *stack* Bluetooth por uma implementação idêntica baseada em Java RMI. Com isso diversas *threads* podem ser lançadas simulando dispositivos Bluetooth (inclusive descoberta, busca de serviços e envio de conteúdos).

### Coleta de resultados

Cada execução do sistema é registrada passo-a-passo (descobertas, tentativas de envio de conteúdos etc.) em uma base de dados SQL.

## Bluetooth Marketing – Simulação

Simular o comportamento do sistema implementado com centenas de dispositivos Bluetooth reais é inviável na prática.

### Modo de emulação

Em tempo de execução é possível trocar a *stack* Bluetooth por uma implementação idêntica baseada em Java RMI. Com isso diversas *threads* podem ser lançadas simulando dispositivos Bluetooth (inclusive descoberta, busca de serviços e envio de conteúdos).

### Coleta de resultados

Cada execução do sistema é registrada passo-a-passo (descobertas, tentativas de envio de conteúdos etc.) em uma base de dados SQL.



## Bluetooth Marketing – Simulação

Simular o comportamento do sistema implementado com centenas de dispositivos Bluetooth reais é inviável na prática.

### Modo de emulação

Em tempo de execução é possível trocar a *stack* Bluetooth por uma implementação idêntica baseada em Java RMI. Com isso diversas *threads* podem ser lançadas simulando dispositivos Bluetooth (inclusive descoberta, busca de serviços e envio de conteúdos).

### Coleta de resultados

Cada execução do sistema é registrada passo-a-passo (descobertas, tentativas de envio de conteúdos etc.) em uma base de dados SQL.

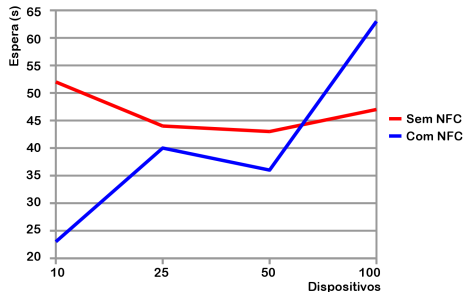
# Sumário

- 1 Introdução
- 2 O problema
  - Estabelecimento de comunicação
  - Descoberta em ambientes com muitos dispositivos
- 3 Solução
  - NFC como iniciador de comunicação
- 4 Implementação
  - *Bluetooth Marketing* – Visão geral
  - *Bluetooth Marketing* – Simulação
- 5 Exemplo de resultado
- 6 Conclusões

## Exemplo de resultado

### Espera média para recepção de conteúdos

(máx 16 conexões simultâneas, 20% de rejeição)



**Figura:** Simulação simples com 20% de dispositivos com NFC e 20% rejeitando conteúdos oferecidos

## Outras possibilidades de simulação

Outros fatores que podem integrar uma mesma simulação:

- Chegada em tempos distintos;
- Intermitência de visibilidade;
- Erros de busca de serviço;
- Interrupção durante a transmissão do conteúdo;
- Velocidade de transmissão;
- Número de transmissores Bluetooth;
- Número de transferências concorrentes.

# Sumário

- 1 Introdução
- 2 O problema
  - Estabelecimento de comunicação
  - Descoberta em ambientes com muitos dispositivos
- 3 Solução
  - NFC como iniciador de comunicação
- 4 Implementação
  - *Bluetooth Marketing* – Visão geral
  - *Bluetooth Marketing* – Simulação
- 5 Exemplo de resultado
- 6 Conclusões

## Conclusões

### NFC pode ajudar...

O uso do NFC reduz significativamente o tempo de início de comunicação com dispositivos Bluetooth em ambientes de alta aglomeração.

### ... ou não!

No entanto, se o início da comunicação depender exclusivamente do NFC, deve-se utilizar um número de leitores que atendam a demanda, sob pena de piorar o sistema.

### Relação entre número de leitores NFC e transmissores

O número de transmissores Bluetooth deve aumentar se houverem muitos leitores NFC e toques efetivos.

## Conclusões

### NFC pode ajudar...

O uso do NFC reduz significativamente o tempo de início de comunicação com dispositivos Bluetooth em ambientes de alta aglomeração.

### ... ou não!

No entanto, se o início da comunicação depender exclusivamente do NFC, deve-se utilizar um número de leitores que atendam a demanda, sob pena de piorar o sistema.

### Relação entre número de leitores NFC e transmissores

O número de transmissores Bluetooth deve aumentar se houverem muitos leitores NFC e toques efetivos.

## Conclusões

### NFC pode ajudar...

O uso do NFC reduz significativamente o tempo de início de comunicação com dispositivos Bluetooth em ambientes de alta aglomeração.

### ... ou não!

No entanto, se o início da comunicação depender exclusivamente do NFC, deve-se utilizar um número de leitores que atendam a demanda, sob pena de piorar o sistema.

### Relação entre número de leitores NFC e transmissores

O número de transmissores Bluetooth deve aumentar se houverem muitos leitores NFC e toques efetivos.



## Conclusões

### NFC pode ajudar...

O uso do NFC reduz significativamente o tempo de início de comunicação com dispositivos Bluetooth em ambientes de alta aglomeração.

### ... ou não!

No entanto, se o início da comunicação depender exclusivamente do NFC, deve-se utilizar um número de leitores que atendam a demanda, sob pena de piorar o sistema.

### Relação entre número de leitores NFC e transmissores

O número de transmissores Bluetooth deve aumentar se houverem muitos leitores NFC e toques efetivos.

# FIM



**Figura:** O paradoxo da comunicação sem fios: teste de funcionalidade com 16 adaptadores Bluetooth