

# Green IT - People Counting and Detection of Patterns of Movement

António Calçada Novais  
Student nº 57432  
MERC

INESC-ID, Communications Networks and Mobility  
Instituto Superior Técnico - Campus TagusPark

November 11, 2011

# Índice

## 1 Introdução

## 2 Arquitectura

- Sistema de localização
- Plataforma Multi-Funcional de Monitorização
- Componentes de localização

## 3 Implementação

- Protótipo IST-Taguspark

## 4 Resultados

- Contagem de pessoas
- Detecção de Movimento

## 5 Conclusões

# Introdução

## Motivação

- Dificuldade de gerir e reduzir consumos energéticos num campus
- Redução de custos energéticos é uma necessidade
- Disseminação da computação pervasiva

# Introdução

## Objectivos



- Desenhar um sistema capaz de contar pessoas e identificar os seus padrões de mobilidade dentro de edifícios
- Utilizar plataforma multi-funcional de monitorização
- Integrar na plataforma supra-mencionada módulo de descoberta de serviços

# Introdução

## Vantagens de uso da plataforma

- Transparência de detalhes de transporte
- Lidar com requisitos de determinadas aplicações ao nível de rede como a sincronização
- Possibilidade de inserir novos módulos que lidem com outro tipo de requisitos como compressão e cifra

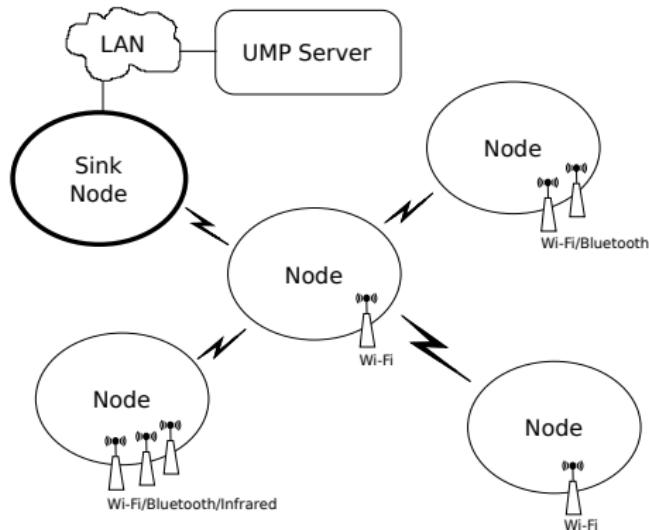
# Sistema de localização

## Requisitos

- Não intrusivo
- Adaptável a edifícios ou espaços de diferentes dimensões
- Flexível quanto às tecnologias
- Baixa complexidade de computação
- Respeito pela privacidade

# Sistema de localização

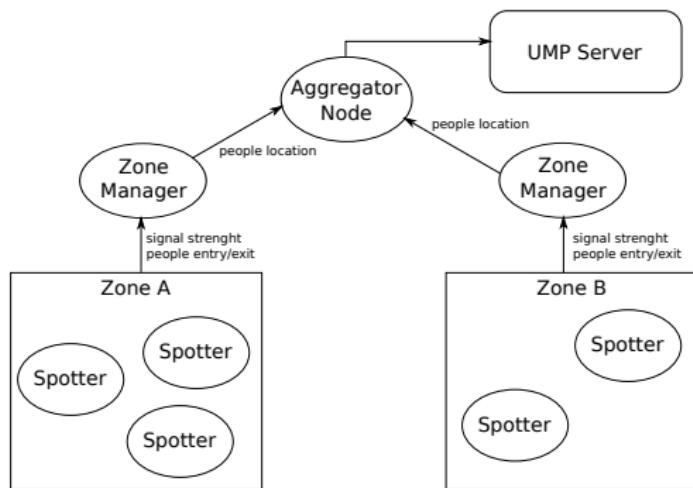
## Topologia Física



- Nós espalhados pela área de monitorização
- Nós contêm diferentes tipos de sensores
- Informação é agrupada e enviada para um servidor para armazenamento

# Sistema de localização

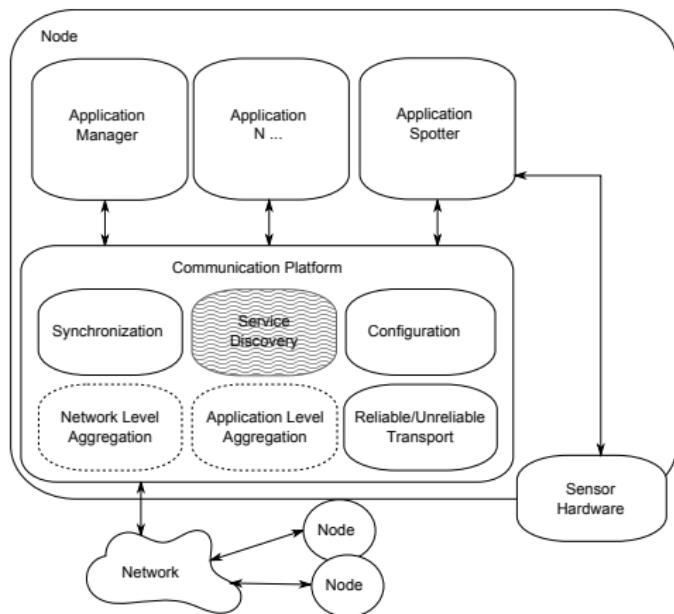
## Topologia Lógica



- Topologia Hierárquica
- *Spotters*
- *Zone Managers*
- *Aggregator*
- Servidor *UMP*

# Plataforma Multi-Funcional

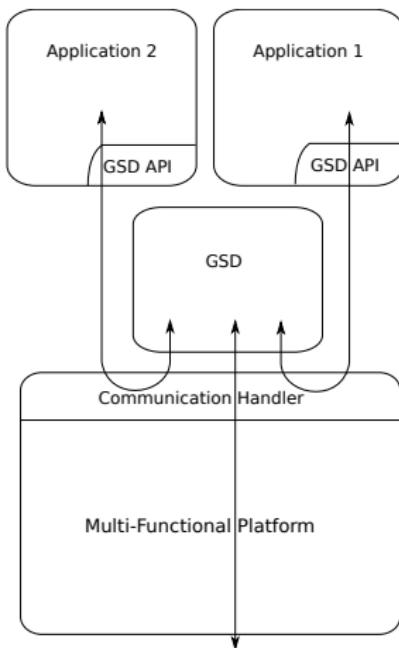
## Overview



- Múltiplas aplicações por nó
- Uso dos módulos de:
  - Sincronização
  - Transporte não-fiável
  - Configuração
- Integração do módulo de descoberta de serviços
- *Spotter* acede directamente ao hardware

# Plataforma Multi-Funcional

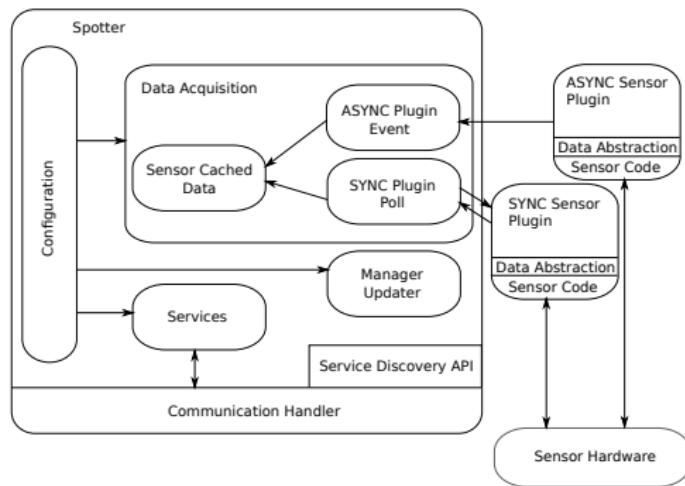
## Descoberta de Serviços



- Funciona como um *add-on* à plataforma
- Fornece uma *API* para que outras aplicações possam usar o módulo
- Funcionamento baseado no protocolo *GSD*

# Componentes de localização

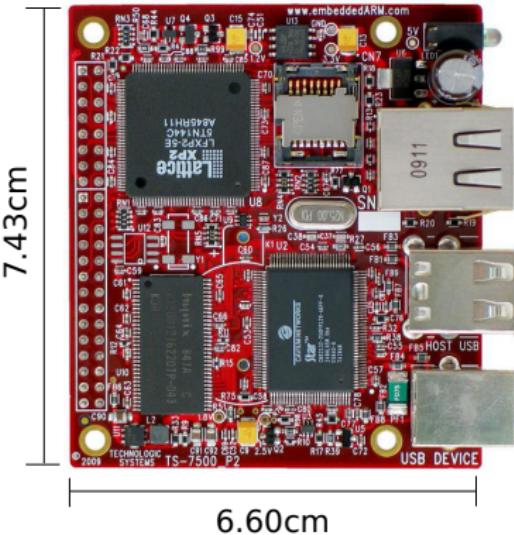
## Spotter



- Sistema de *plugins*
- Síncronos ou assíncronos
- Informação abstraída para tipo de dados comum
- Utiliza a *API* para descobrir o respectivo *manager*

# Ambiente

- Boards TS-7500
- Processador ARM 250MHz
- 64MB de RAM
- Debian Linux
- Linguagem C



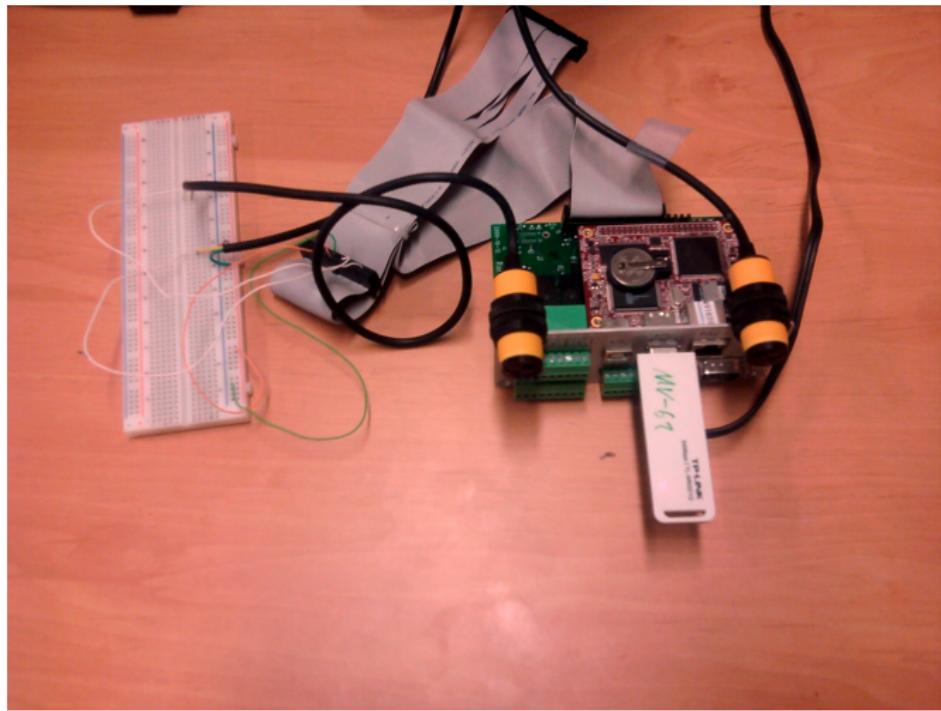
# Protótipo

## Plugins

- Feixes de infra-vermelhos para detectar entradas e saídas de pessoas
  - Sensor de curto alcance que é simultaneamente emissor e receptor
  - Par emissor e receptor infra-vermelho de longo alcance
  - Uso de dois feixes em paralelo para detectar o sentido
- Tecnologia *Bluetooth* para detectar a força de sinal de aparelhos pessoais
  - Transformar força de sinal em distância ao nó
  - Através de leis de propagação
  - Através de *fingerprinting*

# Protótipo

## Hardware



Nó com integração de sensores infra-vermelho de curto alcance

# Protótipo

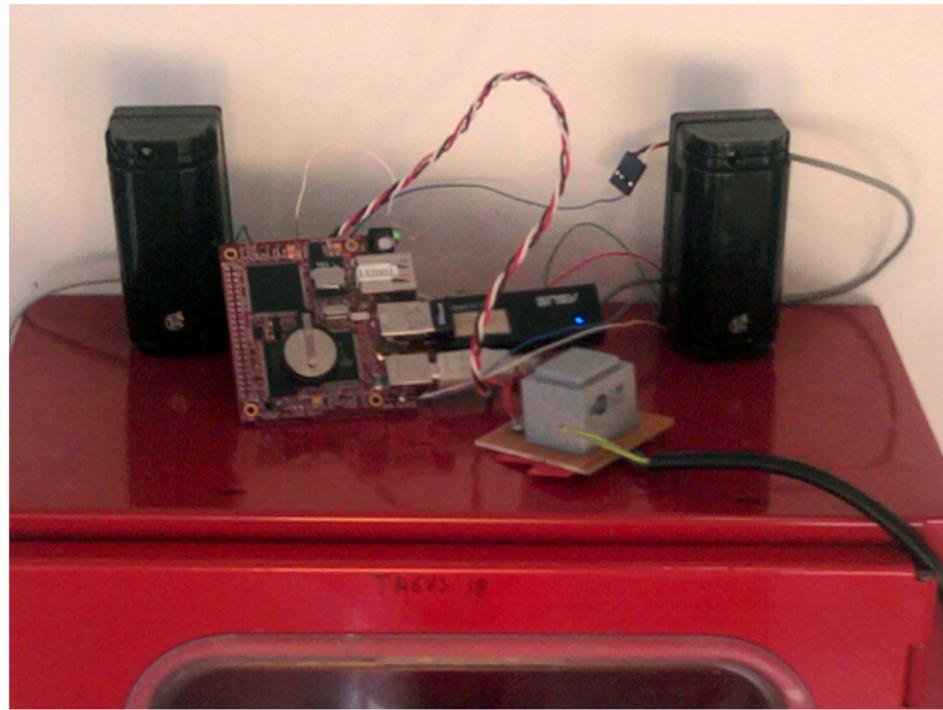
## Hardware



Emissores de infra-vermelho de longo alcance em paralelo

# Protótipo

## Hardware



Nó com integração de sensores receptores de infra-vermelho de longo alcance e *Bluetooth*

# Protótipo

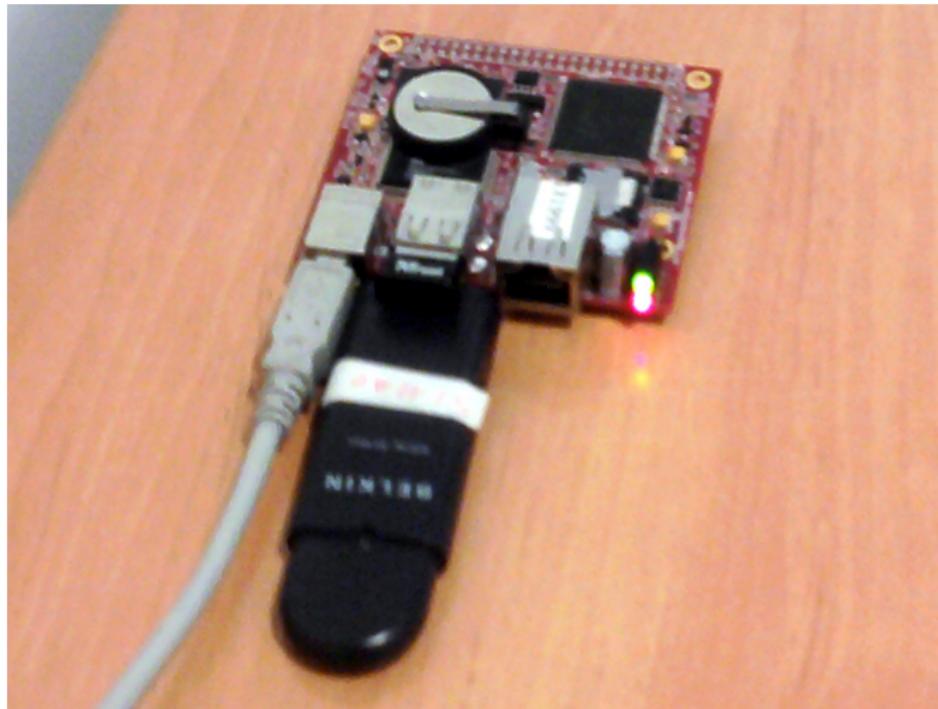
## Hardware



Sensores de infra-vermelho de longo alcance à entrada de uma divisão

# Protótipo

## Hardware

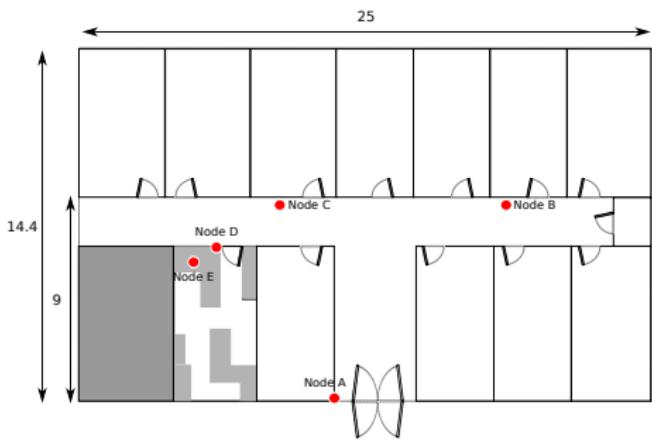


Nó com acesso a tecnologia *Bluetooth*

# Resultados

## Ambiente de Testes

- Realizados no núcleo 11
- Duas zonas de contagem de pessoas
- Uma zona de localização de pessoas

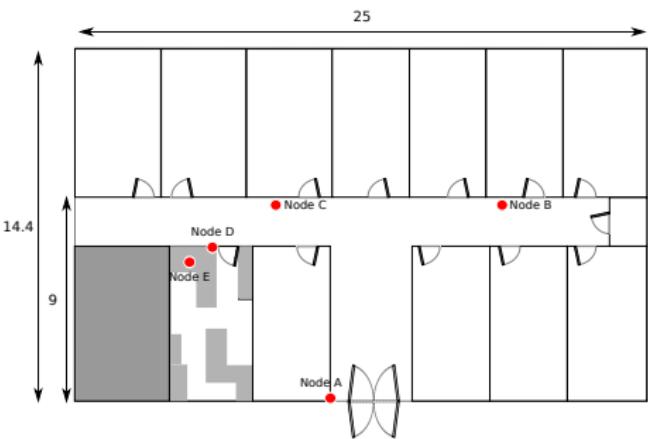


# Resultados

## Ambiente de Testes

### Spotters

- A e D detectam entradas e saídas através de IV
- A, B e C detectam distâncias a pessoas através de Bluetooth



# Resultados

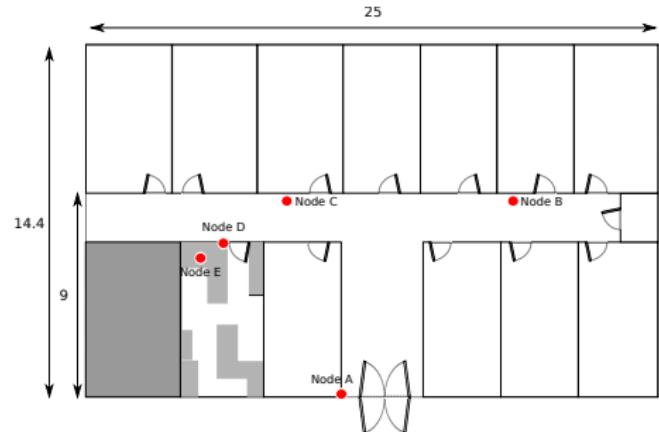
## Ambiente de Testes

### Zone Managers

- $D$  é responsável pela zona do gabinete (Contagem)
- $E$  é responsável pela zona do núcleo (Contagem e Localização)

### Aggregator

- $E$  agrupa a informação das duas zonas



# Resultados

## Funcionamento do Sensor Infra-Vermelhos



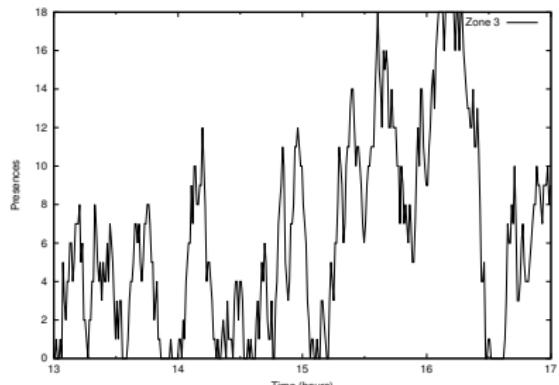
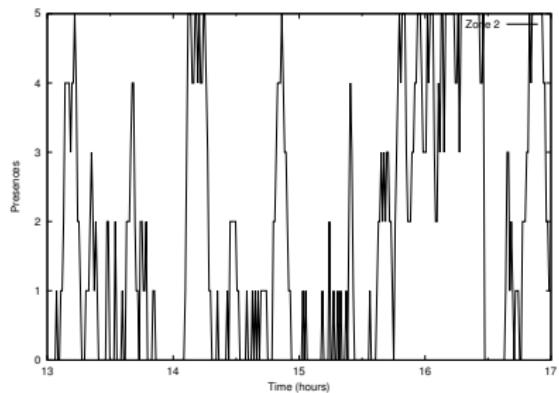
Teste	Resultado
Entrada/saída normal	Uma entrada/saída
Entrada/saída rápida (a correr)	Se o sensor estiver obstruído por um intervalo inferior a 10ms poderá não detectar a passagem
Passagem cruzada	Usualmente detecta apenas um dos sentidos
Passagem simultânea	Se os feixes não deixarem de estar obstruídos durante as duas passagens, apenas uma é detectada

- Limitação de leitura a uma frequência de 100Hz
- Mais indicado para passagens singulares

# Resultados

## Análise ao longo do dia

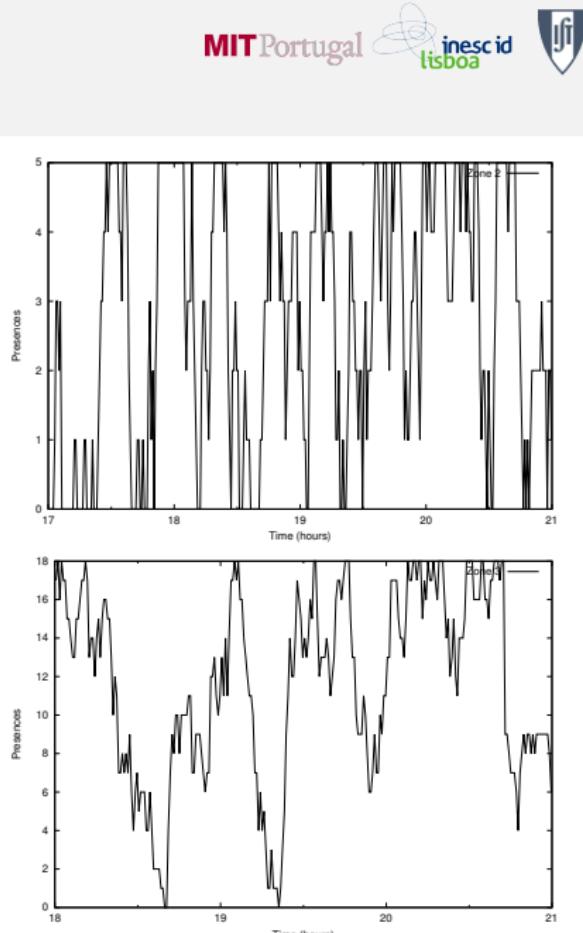
- É possível verificar a variação do número de pessoas na área ao longo do dia
- A área exterior teve um máximo de 18 pessoas
- A área interior teve um máximo de 5 pessoas



# Resultados

## Análise ao longo do dia

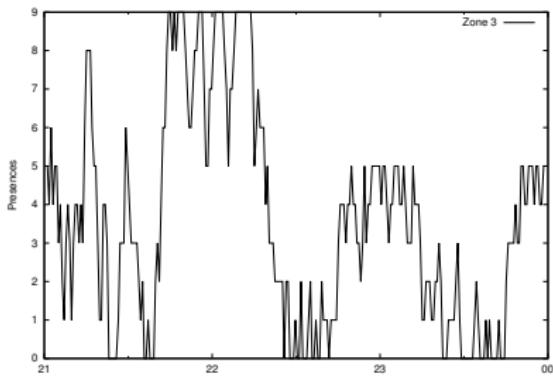
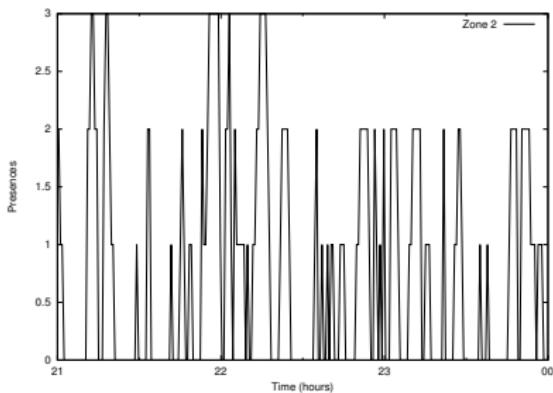
- É possível verificar a variação do número de pessoas na área ao longo do dia
- A área exterior teve um máximo de 18 pessoas
- A área interior teve um máximo de 5 pessoas



# Resultados

## Análise ao longo do dia

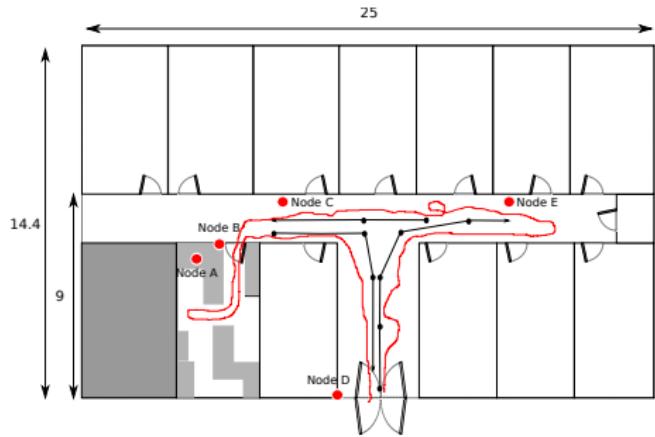
- É possível verificar a variação do número de pessoas na área ao longo do dia
- A área exterior teve um máximo de 18 pessoas
- A área interior teve um máximo de 5 pessoas



# Resultados

## Detecção de Movimento

- Movimento real face ao detectado
- Movimento detectado não é contínuo devido à perda de sinal
- Pontos adjacentes correspondem na realidade à mesma célula



# Conclusões

- Criação de plataforma de contagem, localização e detecção de movimento
- Capaz de integrar variadas tecnologias de comunicação a custo reduzido
- Outros projectos podem dar uso a esta plataforma para aplicar políticas de poupança energética
- Adição de um módulo de descoberta de serviços à plataforma multi-funcional

# Conclusões

## Trabalho Futuro

- Estudar desempenho da plataforma quanto à escalabilidade, precisão e exactidão
- Implementar e aplicar o servidor de detecção de padrões de movimento
- Carregar mapas dinamicamente à medida que são necessários

# Fim da apresentação

Obrigado.

**Questões?**