



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA



A utilização de *smartphones* na monitorização do ruído

Patrícia Susana Contente Pereira

Dissertação em Engenharia do Ambiente, Perfil de Gestão e Sistemas Ambientais
Orientador: Prof. Doutor Francisco Manuel Freire Cardoso Ferreira

Sumário



I. Introdução



II. Objetivos



III. Metodologia



IV. Sistema participativo de monitorização do ruído



V. Resultados



VI. Conclusões

I. Introdução

- Ruído – qualquer som desagradável ou indesejável
- Principais fontes de ruído: tráfego, indústria e atividades de lazer
- A poluição sonora é um dos principais problemas ambientais, causando efeitos adversos na saúde da população
- A monitorização do ruído ambiente é essencial



Quercus prepara-se para apresentar queixa contra Portugal por causa do ruído

Arlinda Brandão
25 Jun, 2013, 15:07

De chamar a atenção para a falta de cumprimento comunitária sobre o ruído nas grandes cidades da Quercus preparam-se para Portugal à Comissão

População queixa-se de ruído em bares em zona residencial

Publicado em 2005-11-07

Ruído muito acima dos limites legais em Lisboa

MAREIA SOARES
2005-11-07 18:27

Medições da Quercus promete apresentar relatório sobre o ruído ambiente a la

...os preocupantes, sobretudo no centro da capital. A associação... até Março os municípios continuarem a não

RELATÓRIO

Mais de cem queixas contra a tolerância do ruído

por PAULA CARMO 28 outubro 2010 2 comentários

Provedor de Justiça recebe num ano um avultado número de reclamações por causa do barulho.

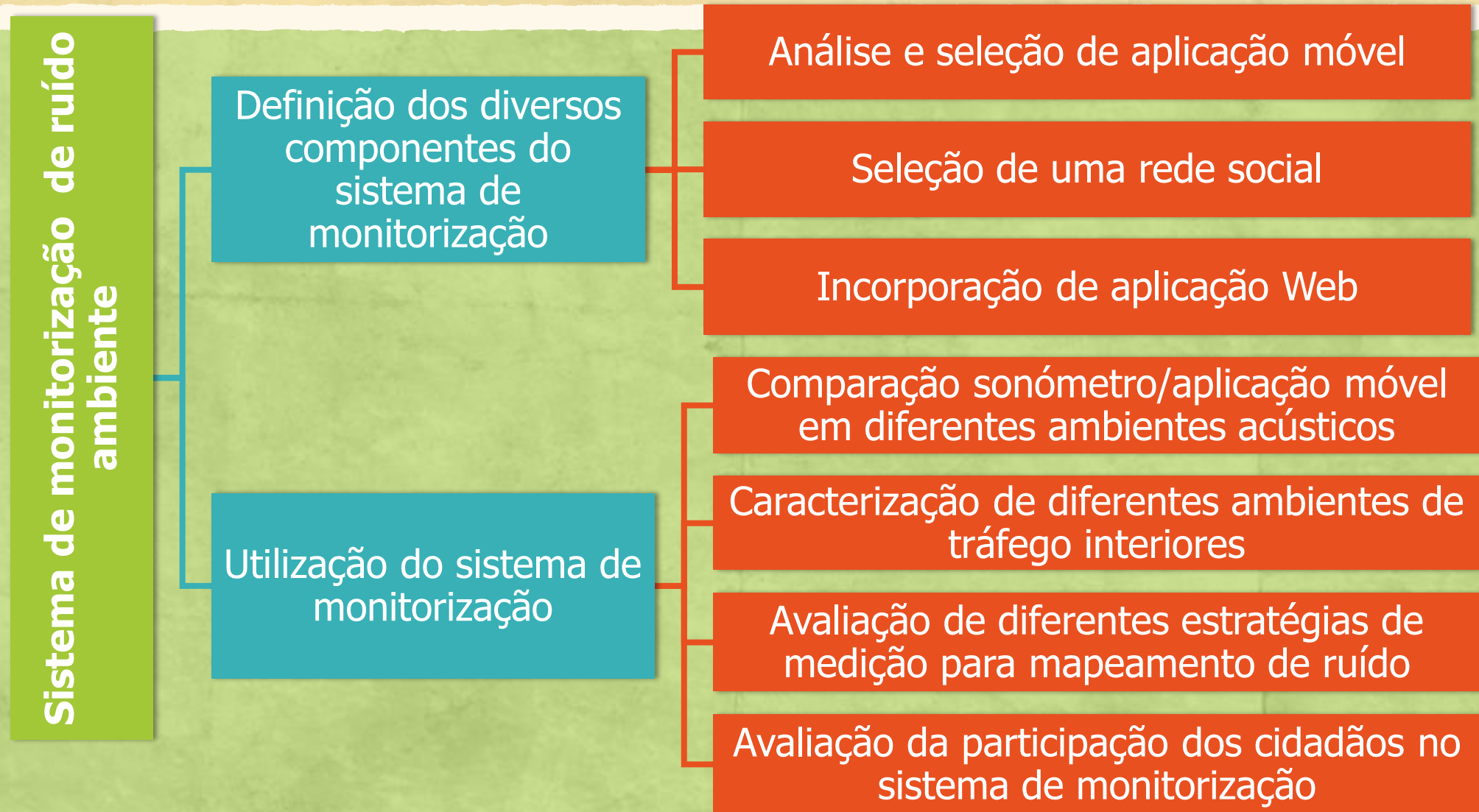
II. Objetivos

Avaliar a utilização de um *smartphone* na monitorização do ruído ambiente

- Analisar a implementação de um sistema de monitorização com dupla finalidade



III. Metodologia



Definição dos diversos componentes do sistema de monitorização

Análise e seleção de aplicação móvel

- Definição de requisitos
- Pesquisa em loja de aplicações móveis



Seleção de uma rede social

- Criação de uma página em rede social

Incorporação de aplicação Web

- Pesquisa de gadgets web para visualização de dados georreferenciados



Utilização do sistema de monitorização




Comparação sonómetro/aplicação móvel em diferentes ambientes acústicos

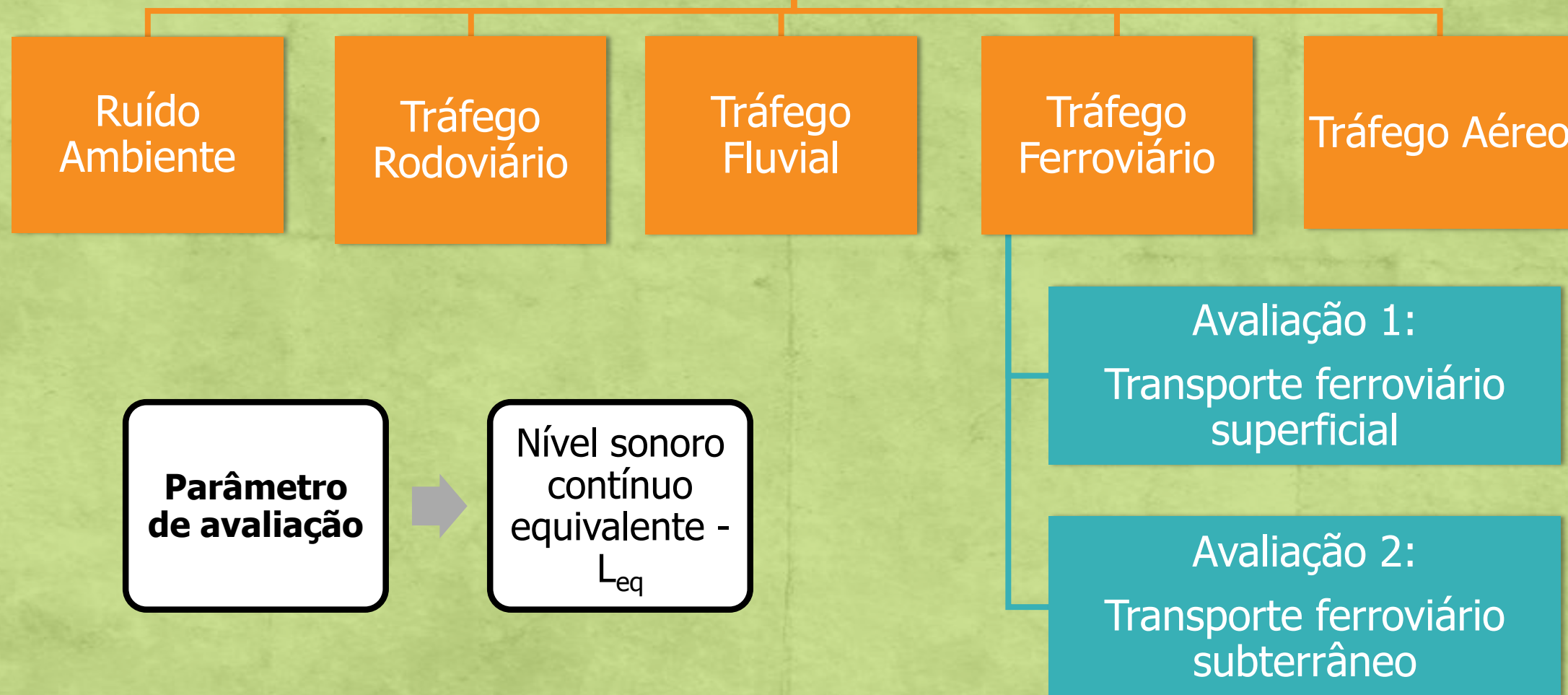
Caracterização de diferentes ambientes de tráfego interiores

Avaliação de diferentes estratégias de medição para mapeamento de ruído

Avaliação da participação dos cidadãos no sistema de monitorização



Comparação Sonómetro / Aplicação móvel



Comparação Sonómetro/Aplicação móvel

Ruído ambiente

- Nº de ensaios: **2**
- Duração: **1 hora**
- Local: **Av. Fontes Pereira de Melo**

Tráfego rodoviário

- Nº de ensaios: **2**
- Duração: **15 minutos**
- Local: **Praça do Comércio**

Tráfego ferroviário

- Nº de ensaios: **4**
- Duração: **15 minutos**
- Local: **Comboio Estação Sete-Rios Metropolitano Estação Alameda**

Tráfego fluvial

- Nº de ensaios: **2**
- Duração: **variável**
- Local: **Cacilhas**

Tráfego aéreo

- Nº de ensaios: **2**
- Duração: **15 minutos**
- Local: **Cidade Universitária**

Equipamentos utilizados:



Smartphone HTC Explorer



Sonómetro Brüel & Kjær 2260 Investigator

Parâmetro de avaliação

Nível sonoro contínuo equivalente
- L_{eq}

Caracterização de diferentes ambientes de tráfego interiores

Tráfego Rodoviário

Tráfego Ferroviário

Tráfego Fluvial

Avaliação 1:
Transporte individual

Automóvel
(veículo leveiro)

Avaliação 2 e 3:
Transporte coletivo

Autocarro
(veículo pesado)

Elétrico
(veículo pesado)

Avaliação 1:
Comboio (transporte ferroviário superficial)

Avaliação 2:
Metropolitano (transporte ferroviário subterrâneo)

Caracterização de diferentes ambientes de tráfego interiores

Tráfego rodoviário

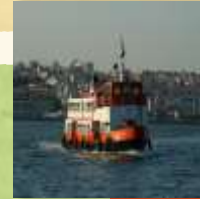


- **Automóvel**
 - Nº de ensaios: **3**
 - Duração: **variável**
 - Troço: **Marquês de Pombal – Av. da República**
- **Autocarro**
 - Nº de ensaios: **2**
 - Duração: **variável**
 - Troço: **Almada – Lisboa**
- **Elétrico**
 - Nº de ensaios: **2**
 - Troço: **Cais do Sodré - Belém**



Tráfego ferroviário

- **Comboio**
 - Nº de ensaios: **2**
 - Duração: **variável**
 - Troço: **Belém – Cais do Sodré**
- **Metropolitano**
 - Nº de ensaios: **2**
 - Duração: **variável**
 - Troço: **Estação Alameda – Estação Oriente**



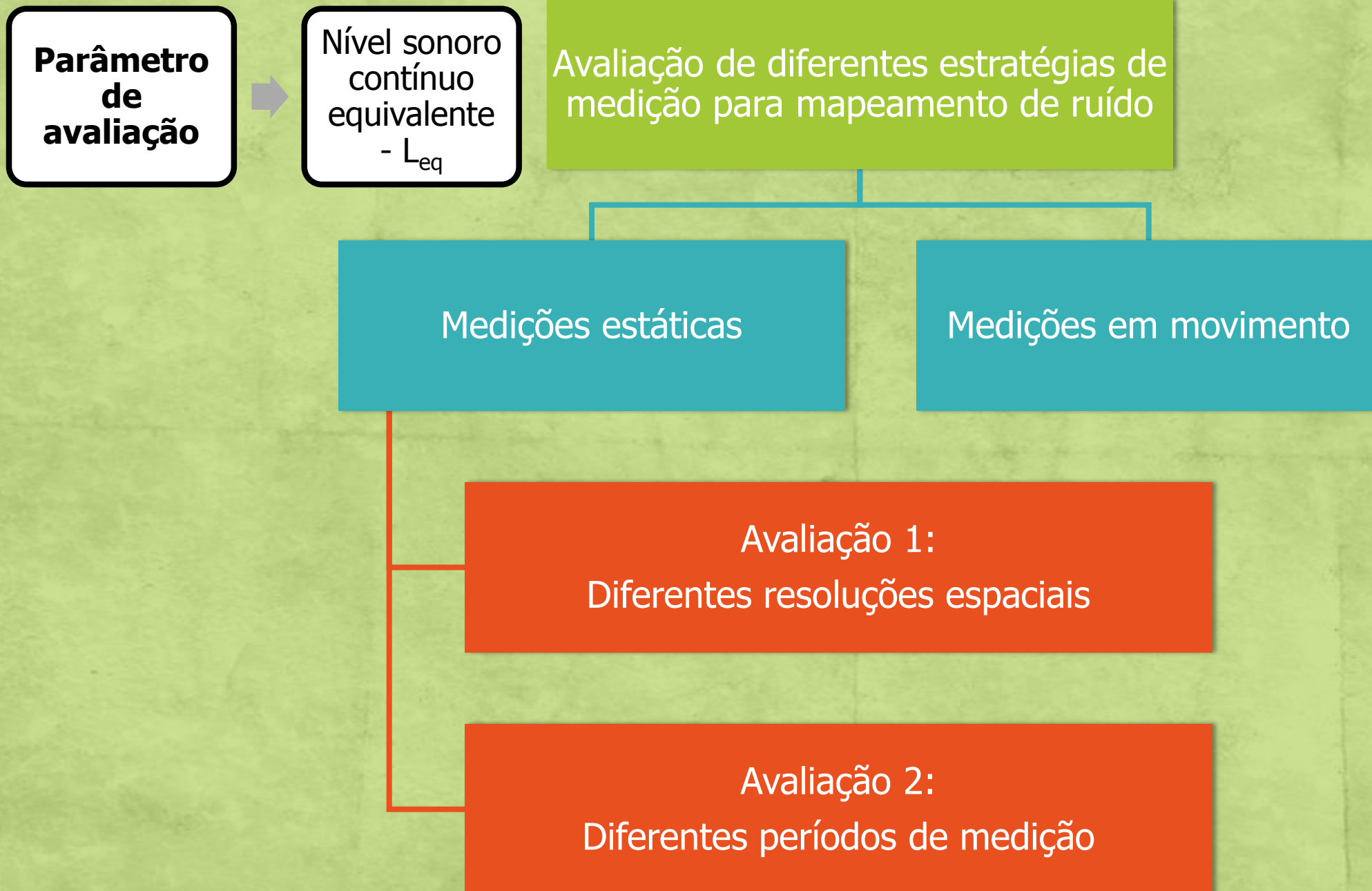
Tráfego fluvial

- Nº de ensaios: **2**
- Duração: **variável**
- Troço: **Cacilhas – Cais do Sodré**

Equipamento utilizado:



Smartphone HTC Explorer



Avaliação de diferentes estratégias de medição para mapeamento de ruído



Medições estáticas

- **Diferentes resoluções espaciais**
 - Resoluções utilizadas:
20 x 20 metros
50 x 50 metros
- Local: **Praça do Rossio**
- **Diferentes períodos de medição**
 - Períodos de medição utilizados:
1 minuto
5 minutos
- Local: **Praça do Rossio**



Medições em movimento

- Área coberta:
1 km²
- Duração:
1:46 h
- Local:
Área circundante à Av. da Liberdade

Equipamento utilizado:



Smartphone HTC Explorer

Avaliação da participação dos cidadãos no sistema de monitorização

Locais de amostragem



Praça do Rossio (Lisboa)

- Data: 19 de Junho de 2013
- Nº de inquéritos: 19



Praça S. João Baptista (Almada)

- Data: 19 de Junho de 2013
- Nº de inquéritos: 16



Saldanha (Lisboa)

- Data: 20 de Junho de 2013
- Nº de inquéritos: 19



Parque das Nações (Lisboa)

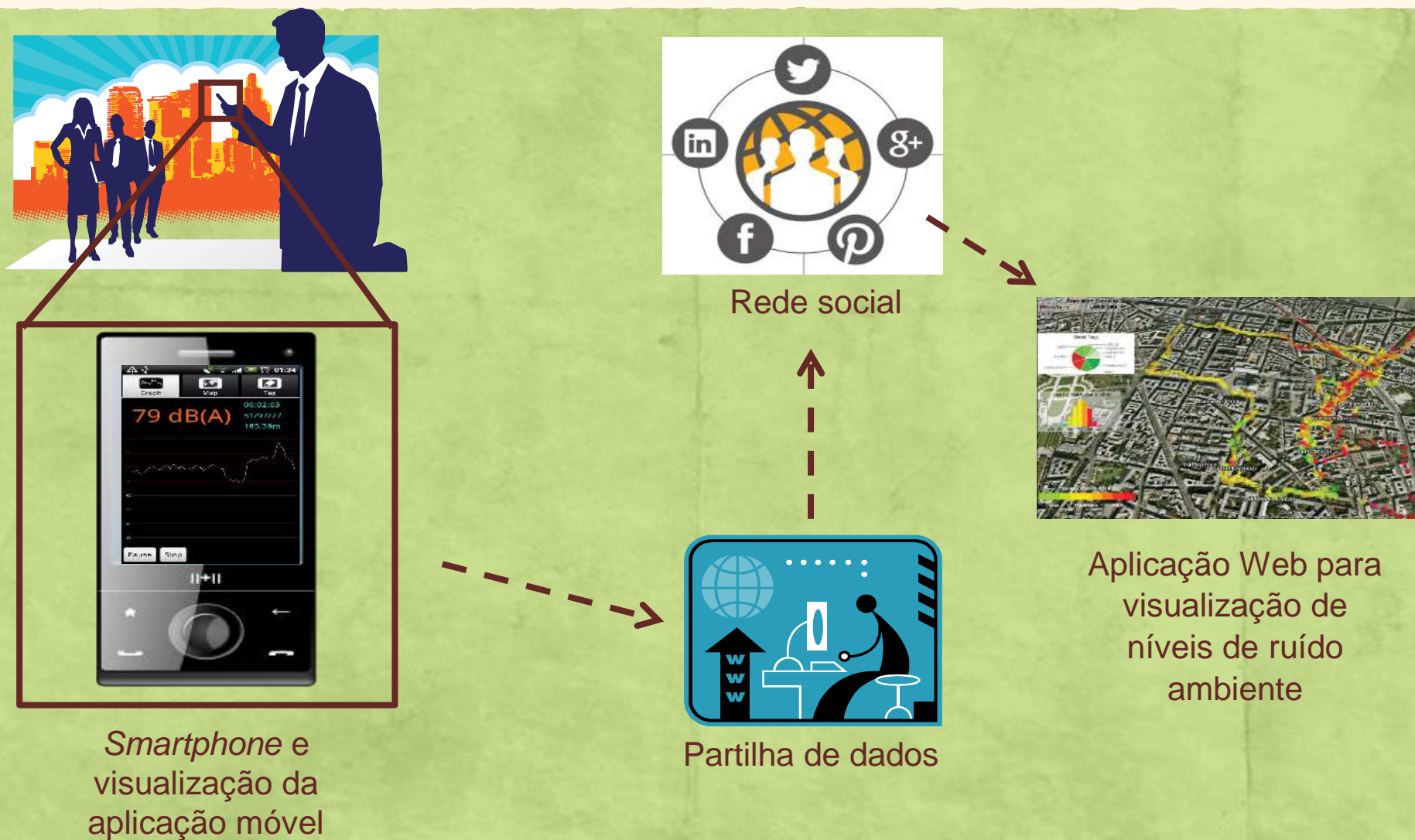
- Data: 20 de junho de 2013
- Nº de inquéritos: 19

Inquérito

- 16 questões
- Cinco secções
 - Dados demográficos
 - Perceção do ruído como problema ambiental
 - Importância da participação pública
 - Participação pública na monitorização do ruído
 - Dados de caracterização



IV. Sistema participativo de monitorização do ruído



Aplicação móvel – *NoiseTube Mobile*



- Aplicação móvel de sensoriamento participativo
- Mede o nível sonoro contínuo equivalente (L_{eq})
- Disponível para três sistemas operativos móveis: *Java ME*, *Android* e *Apple iOS*

Página em rede social e aplicação Web



Visualização da aplicação *Web* inserida na página online do sistema de monitorização

Exemplo de página na rede social *Facebook*, associada ao sistema de monitorização

V. Resultados

Comparação sonómetro/aplicação móvel em diferentes ambientes acústicos

Caracterização de diferentes ambientes acústicos de tráfego interiores

Avaliação de diferentes estratégias de medição para mapeamento de ruído

Avaliação da participação dos cidadãos no sistema de monitorização

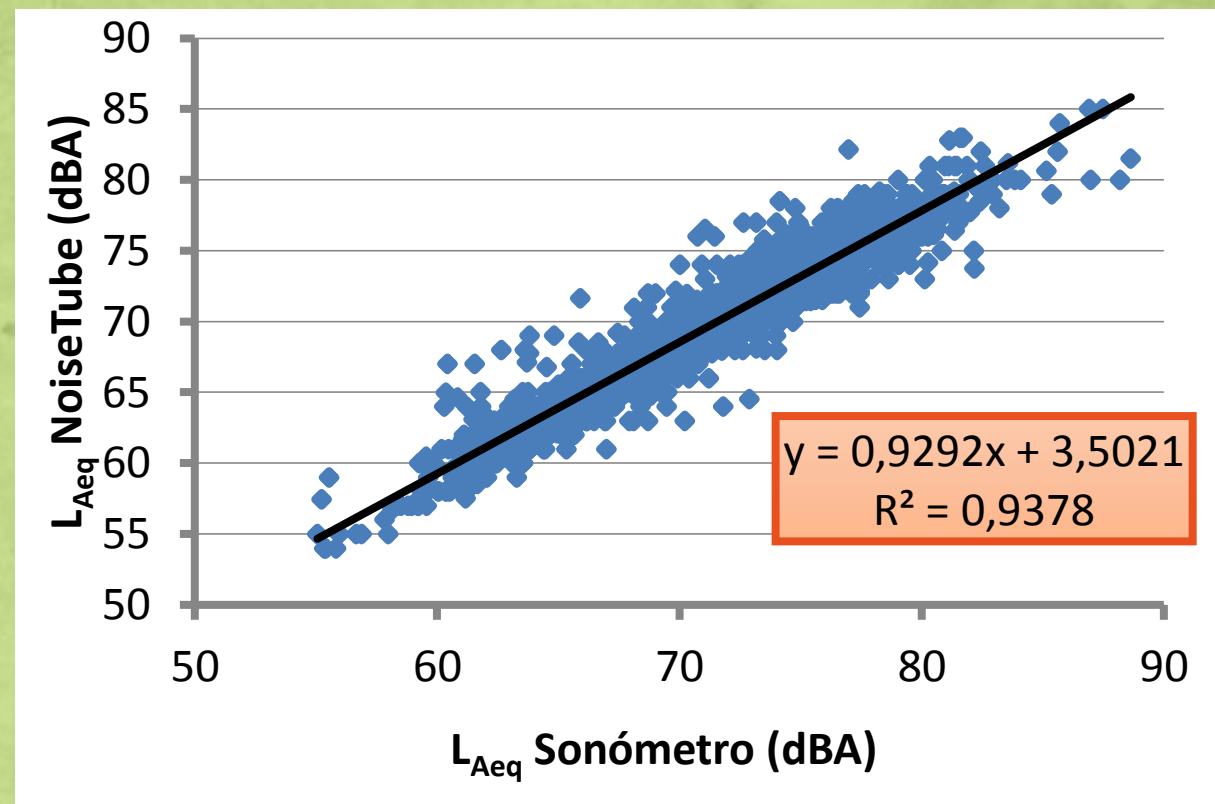


Comparação sonómetro/aplicação móvel em diferentes ambientes acústicos

Ruído ambiente

Resultados globais do segundo ensaio

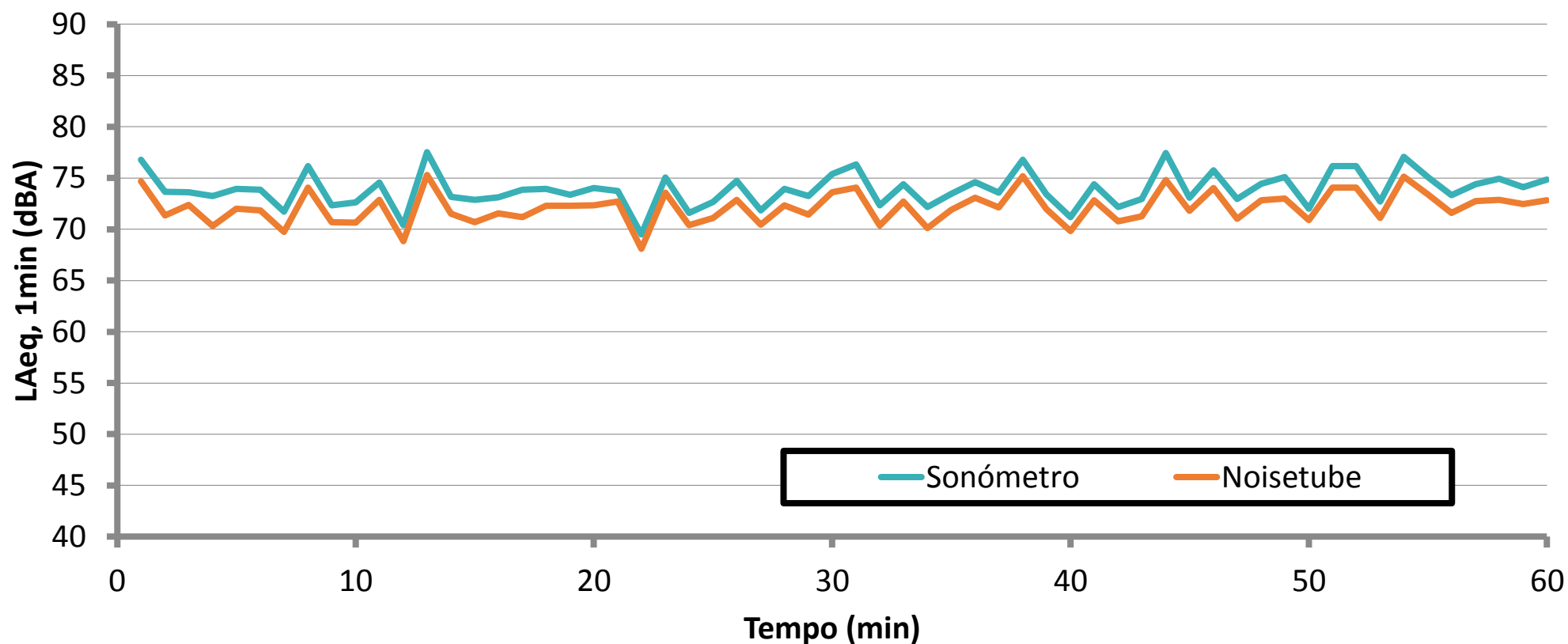
	Sonómetro	NoiseTube
$L_{Aeq,1s}$ mínimo (dBA)	55,06	54
$L_{Aeq,1s}$ máximo (dBA)	88,63	85
$L_{Aeq,1h}$ (dBA)	74,22	72,41



Representação gráfica da regressão linear (sem intersecção na origem) entre as medições realizadas para ruído ambiente (ensaio 2)

Comparação sonómetro/aplicação móvel em diferentes ambientes acústicos

Ruído ambiente



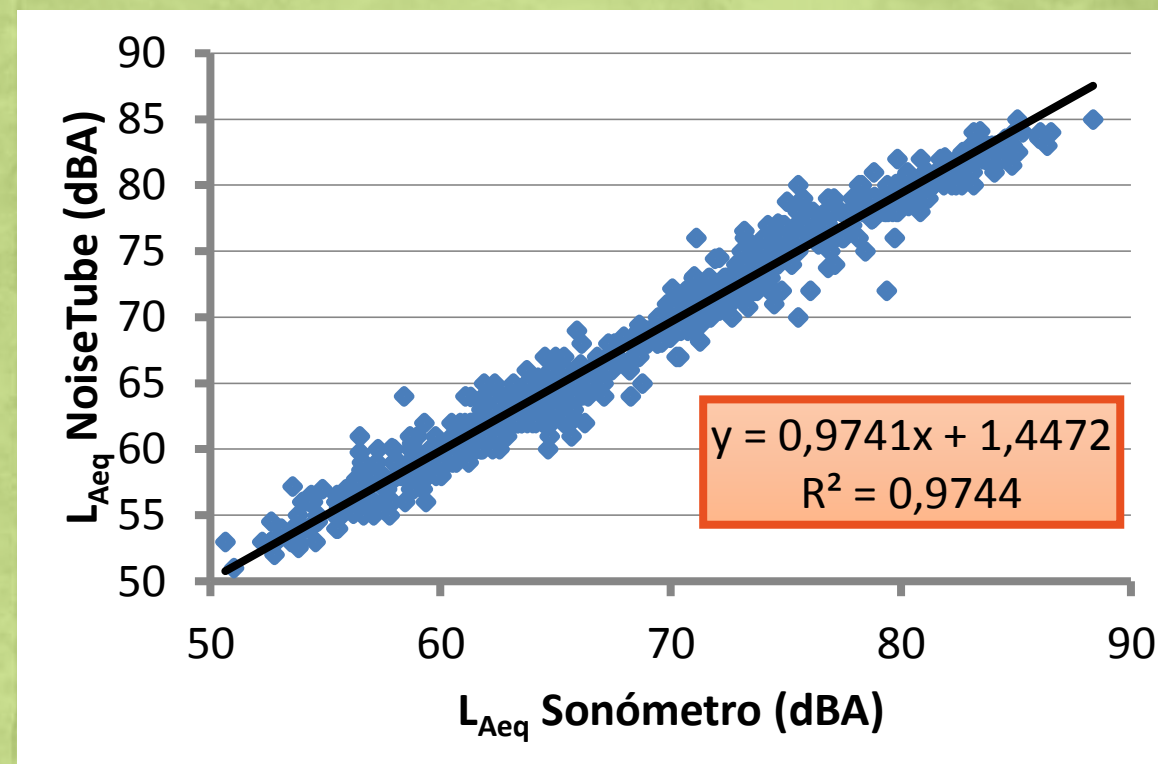
Valores $L_{Aeq,1min}$ obtidos durante o segundo ensaio

Comparação sonómetro/aplicação móvel em diferentes ambientes acústicos

Ruído gerado por tráfego ferroviário subterrâneo

Resultados globais do segundo ensaio

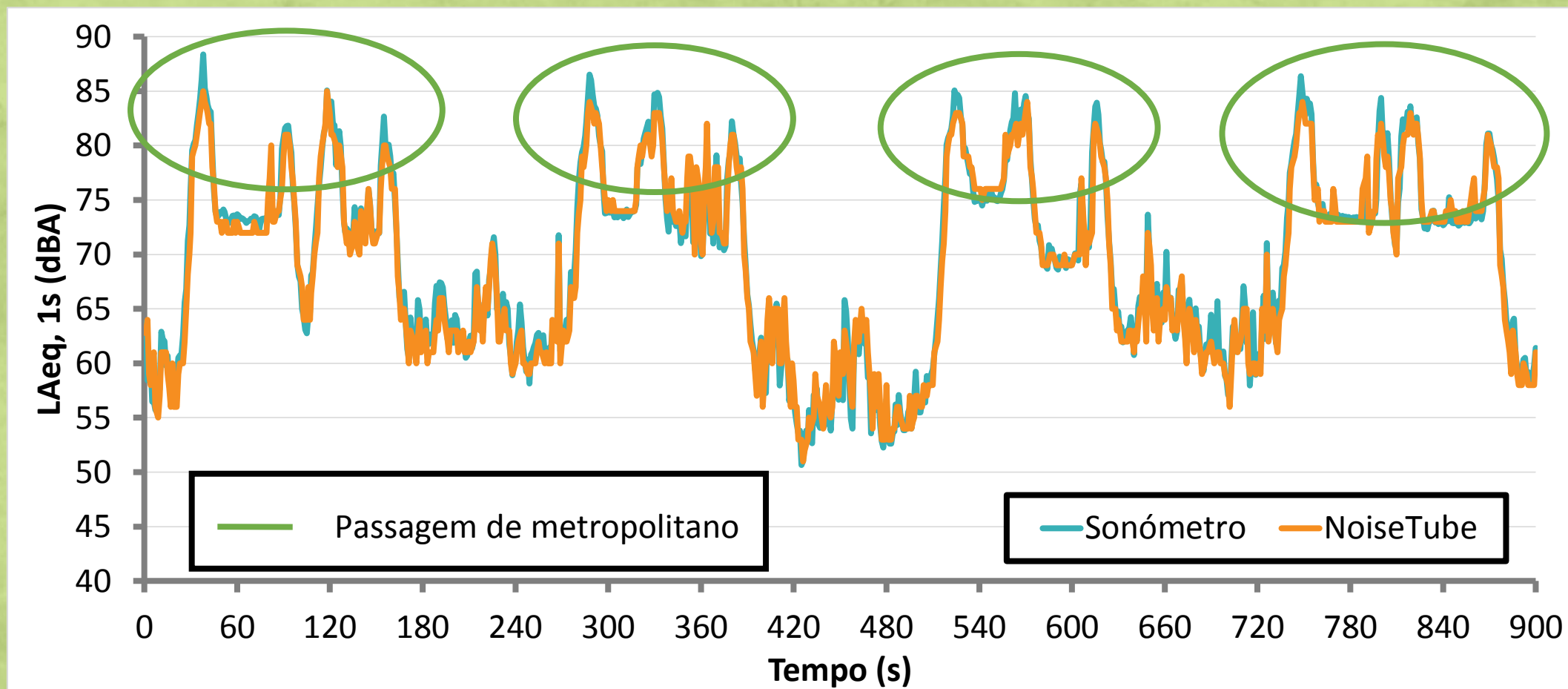
	Sonómetro	NoiseTube
$L_{Aeq,1s}$ mínimo (dBA)	50,64	51
$L_{Aeq,1s}$ máximo (dBA)	88,36	85
$L_{Aeq,15}$ min (dBA)	75,99	75,23



Representação gráfica da regressão linear (sem intersecção na origem) entre as medições realizadas para ruído gerado por tráfego ferroviário subterrâneo (ensaio 2)

Comparação sonómetro/aplicação móvel em diferentes ambientes acústicos

Ruído gerado por tráfego ferroviário subterrâneo





Valores $L_{Aeq, 1min}$ obtidos durante o segundo ensaio


Resumo dos ensaios


Ambiente acústico		Níveis sonoros Contínuos Equivalentes (dBA)						R ²	p
		Sonómetro			NoiseTube				
		L _{Aeq,1s} mínimo	L _{Aeq,1s} máximo	L _{Aeq}	L _{Aeq,1s} mínimo	L _{Aeq} máximo	L _{Aeq}		
Ruído ambiente	Ensaio 1	59,5	86,68	72,98	53	88	71,49	0,62	<0,05
	Ensaio 2	55,06	88,63	74,22	54	85	72,41	0,94	<0,05
Ruído de tráfego rodoviário	Ensaio 1	59,74	83,61	71,10	58	82	70,57	0,67	<0,05
	Ensaio 2	58,96	83,26	71,84	57	86	71,33	0,64	<0,05
Ruído de tráfego fluvial	Ensaio 1	60,08	95,97	71,98	59	89	77,18	0,04	<0,05
	Ensaio 2	61,74	92,45	72,12	62	88	80,90	0,00	≥0,05
Ruído de tráfego ferroviário superficial	Ensaio 1	51,37	90,81	76,27	51	87	74,94	0,85	<0,05
	Ensaio 2	53,42	88,72	77,09	53	88	76,65	0,92	<0,05
Ruído de tráfego ferroviário subterrâneo	Ensaio 1	51,43	85,59	71,45	52	84	70,37	0,94	<0,05
	Ensaio 2	50,64	88,36	75,99	51	85	75,23	0,97	<0,05
Ruído de tráfego aéreo	Ensaio 1	52,36	75,29	61,25	52	87	70,53	0,90	<0,05
	Ensaio 2	52,34	79,59	63,38	53	87	72,88	0,86	<0,05


Legenda:


0 ≤ R² < 0,5 

0,5 ≤ R² < 0,75 

0,75 ≤ R² < 0,85 

0,85 ≤ R² ≤ 1 

p < 0,05 

p ≥ 0,05 

Caracterização de diferentes ambientes acústicos de tráfego interiores

Tráfego rodoviário



Transporte individual

	Condição de medição		
	1º Ensaio	2º Ensaio	3º Ensaio
	Vidros abertos	Vidros fechados	
$L_{Aeq,1s}$ mínimo (dBA)	56	47	55
$L_{Aeq,1s}$ máximo (dBA)	77	71	79
L_{Aeq} (dBA)	67,56	57,01	67,14



Transporte coletivo

	Sistema de transporte			
	Elétrico Articulado		Autocarro	
	Ensaio 1	Ensaio 2	Ensaio 1	Ensaio 2
$L_{Aeq,1s}$ mínimo (dBA)	58	65	58	60
$L_{Aeq,1s}$ máximo (dBA)	81	83	76	81
L_{Aeq} (dBA)	69,90	71,55	69,74	73,37

Caracterização de diferentes ambientes acústicos de tráfego interiores

Tráfego ferroviário



Resultados globais dos ensaios

	Sistema de transporte			
	Metropolitano		Comboio	
	Ensaio 1	Ensaio 2	Ensaio 1	Ensaio 2
$L_{Aeq,1s}$ mínimo (dBA)	59	57	60	60
$L_{Aeq,1s}$ máximo (dBA)	90	89	85	80
L_{Aeq} (dBA)	79,85	81,04	67,47	69,54

Caracterização de diferentes ambientes acústicos de tráfego interiores

Tráfego fluvial



Resultados globais dos ensaios

	Ensaio 1	Ensaio 2
$L_{Aeq,1s}$ mínimo (dBA)	65	67
$L_{Aeq,1s}$ máximo (dBA)	90	87
L_{Aeq} (dBA)	76,93	79,31

Avaliação de diferentes estratégias de medição para mapeamento de ruído

Medições estáticas



Mapa de ruído na Praça do Rossio, com uma resolução de 20 x 20 metros e baseado em medições de cinco minutos



Mapa de ruído na Praça do Rossio, com uma resolução de 50 x 50 metros e baseado em medições de cinco minutos

Avaliação de diferentes estratégias de medição para mapeamento de ruído

Medições em movimento

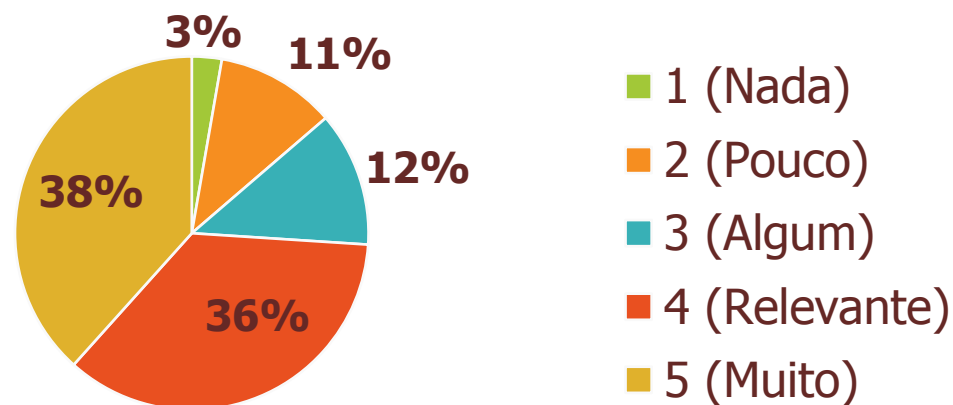


Mapa de ruído de uma área urbana

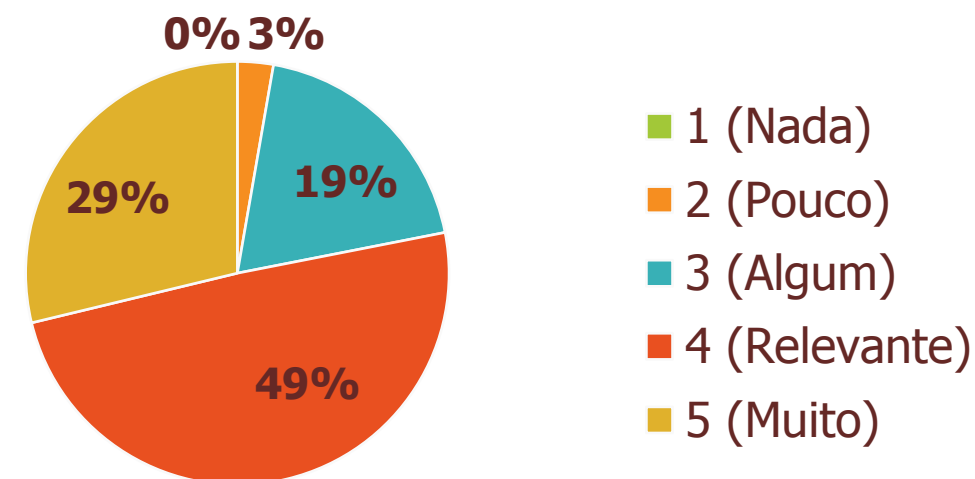
Avaliação da participação dos cidadãos no sistema de monitorização

- Total de 73 respostas
- 51% dos inquiridos - sexo feminino
- 49% dos inquiridos - sexo masculino

Avaliação da importância da participação pública na resolução de problemas ambientais

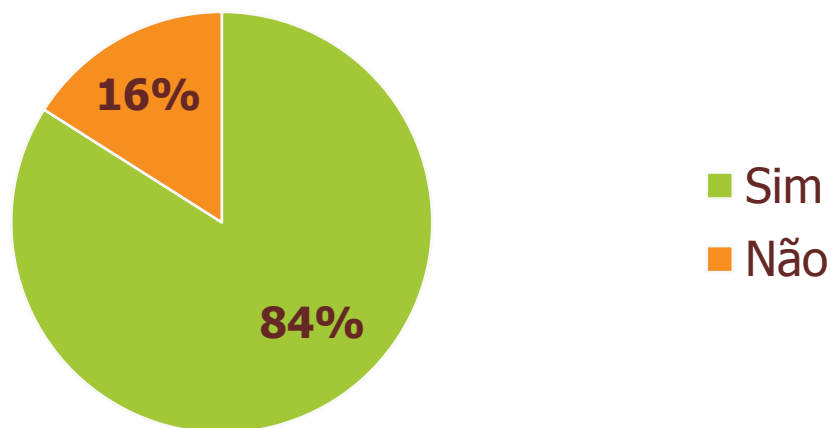


Perceção da gravidade do ruído ambiente como problema ambiental

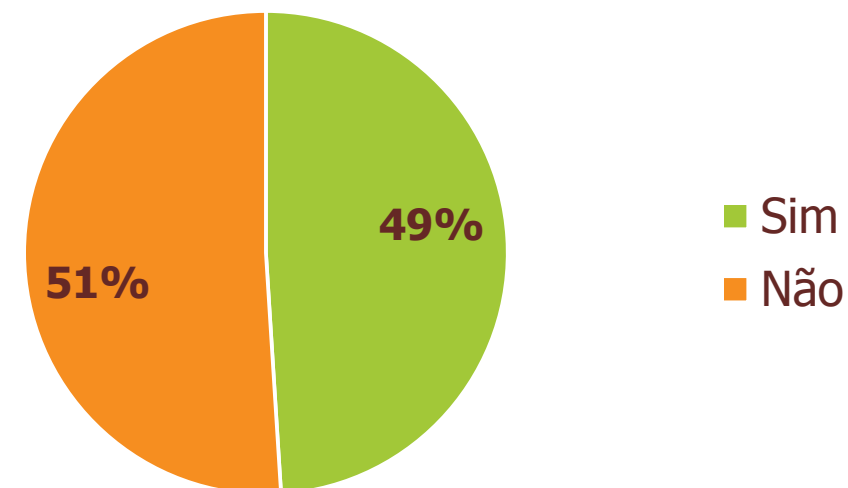


Avaliação da participação dos cidadãos no sistema de monitorização

Disposição para participar no sistema de monitorização



Posse de *smartphone*



IV. Conclusões

- O recurso a voluntários na monitorização é vantajoso
- A implementação do sistema proposto implica ultrapassar alguns desafios
- Quanto à participação o sistema é viável
- Os *smartphones* possuem características ideais para serem utilizados como sensores móveis

Conclusões

- A aplicação móvel *NoiseTube* é adequada para a realização de medições de níveis sonoros (permite obter dados confiáveis)
 - A principal limitação é a presença de velocidades de vento moderadas a elevadas
- Na avaliação de ambientes acústicos exteriores verificaram-se níveis sonoros elevados, acima dos valores legislados
- Na avaliação de ambientes acústicos interiores constatou-se que a circulação no interior de autocarro, metropolitano e cacilheiro representam um maior risco

*Never doubt that a small group of thoughtful,
committed citizens can change the world.
Indeed, it's the only thing that ever has"*

Margaret Meade

