

AIA – MONITOR DE IMPACTOS AMBIENTAIS DO TRANSPORTE VIA SENSORES EMBARCADOS EM ÔNIBUS

Alessandro Santiago dos Santos

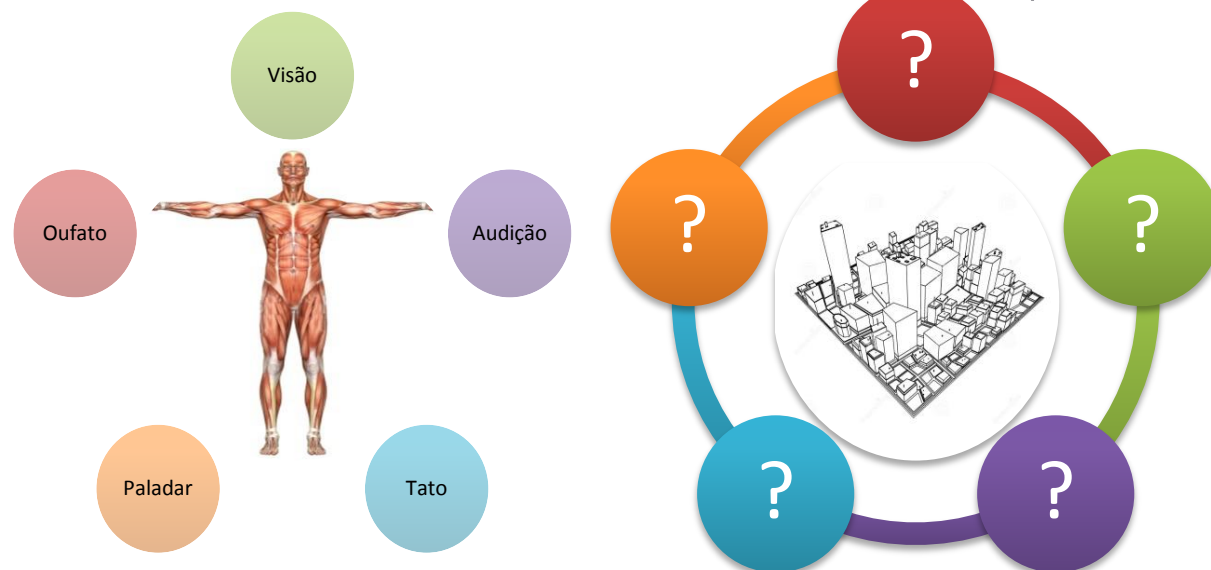
O tráfego é considerado um dos principais agentes causadores da poluição urbana (ar e ruído), sendo um desafio criar mecanismos de medida que possibilitem uma visualização geral da situação. O presente trabalho propõe uma plataforma tecnológica, composta de redes de sensores hospedados em ônibus, que monitora a poluição do ar por onde este trafega



Cidades Inteligentes

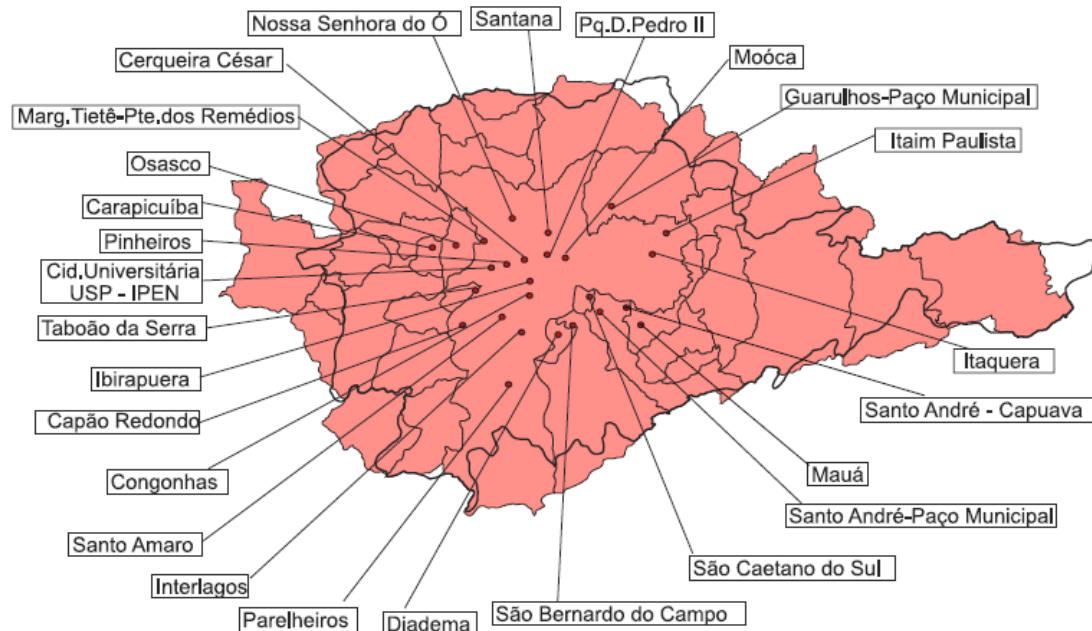
A cidade pode ser conceituada e comparada como um organismo vivo, com uma estrutura complexa em constante transformação, e para entendê-la é preciso buscar sua compreensão, diagnosticando e prognosticando, estabelecendo uma simplificação de seus elementos, a fim de estabelecer, tentativamente, quais elementos são predominantes, significativos e substantivos.

(WILHEIM, 2008).



Como monitorar as condições ambientais influenciadas pelas emissões veiculares?

- Redes de monitoramento de qualidade do ar
 - O primeiro diagnóstico das redes nacionais sinaliza que partes importantes do Brasil ainda estão descobertas pelo monitoramento, e existem assimetrias estruturais significativas, entre as redes de monitoramento

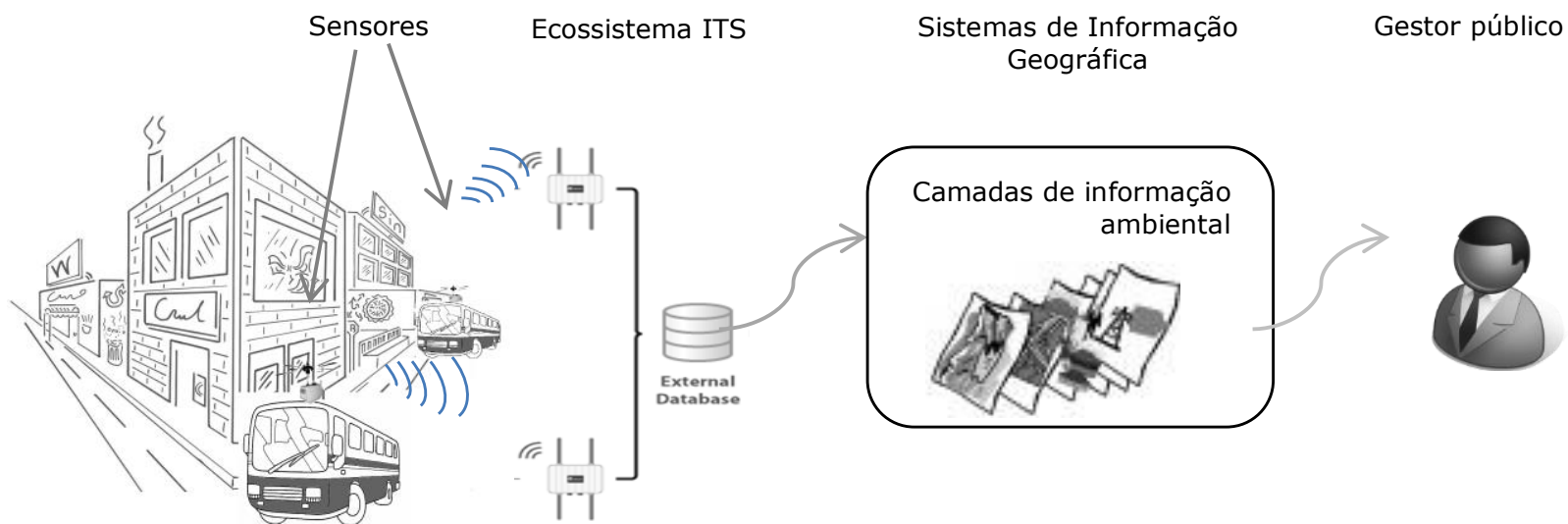


Como monitorar as condições ambientais influenciadas pelas emissões veiculares?

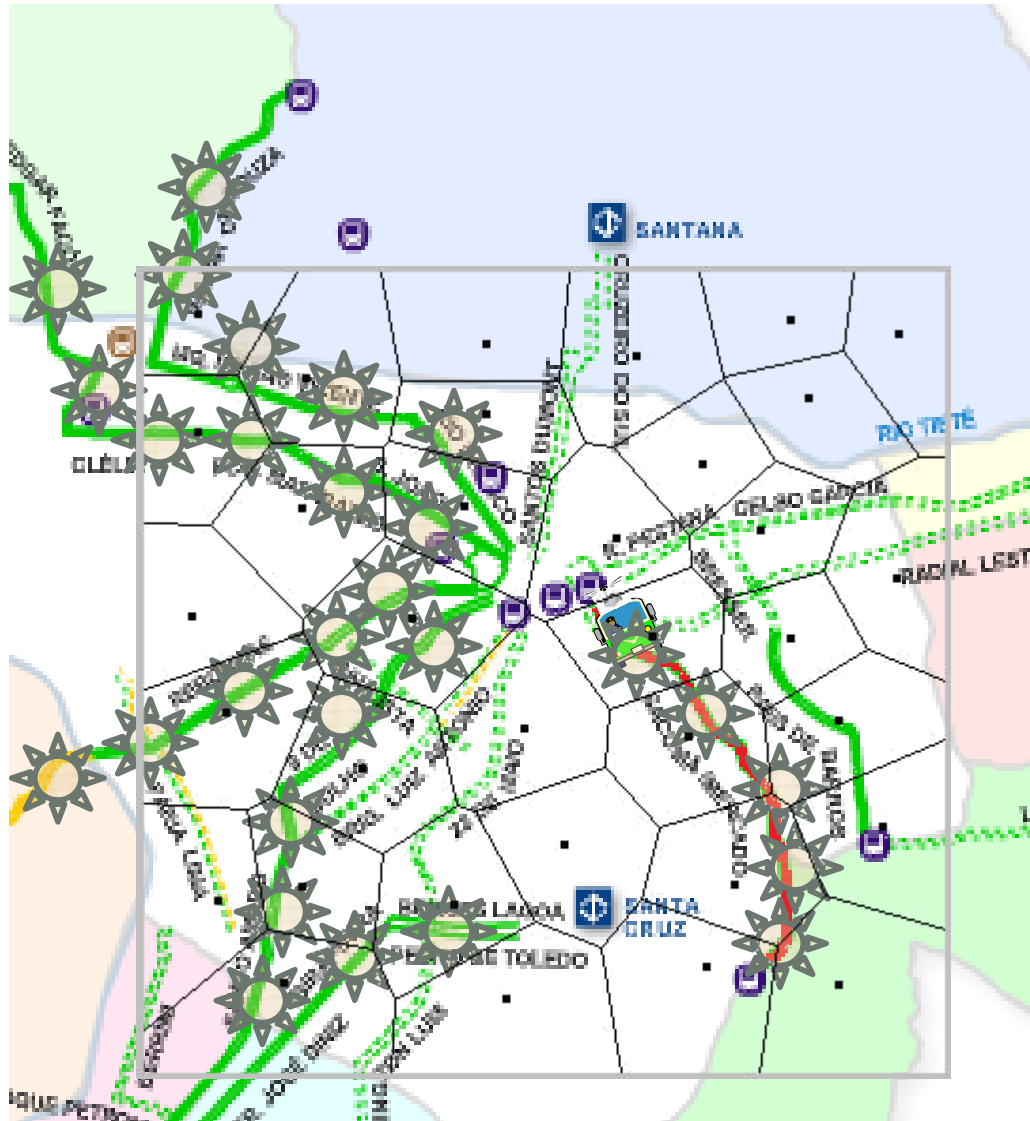
- Instrumentar toda cidade com sensores ambientais fixos?
 - para uma visão abrangente seria necessário um grande número de sensores, além de um incremento constante, de forma a acompanhar o crescimento da própria cidade.

Proposta

- Por que não hospedar “micro” sensores em ônibus do transporte público?
- Uma vez que estes cobrem as principais áreas povoadas, possuem uma postura dinâmica de crescimento e se adaptam de forma coerente com a mutabilidade populacional e geográfica da cidade



Estratégias para análises espaço-temporais



Serviços de monitoramento da qualidade do ar

Qualidade	Índice	MP ₁₀ (µg/m ³)	MP _{2,5} (µg/m ³)	O ₃ (µg/m ³)	CO (ppm)	NO ₂ (µg/m ³)	SO ₂ (µg/m ³)	Fumaça (µg/m ³)	Significado
N1 - BOA	0 - 40	0 - 50	0 - 25	0 - 100	0 - 9	0 - 200	0 - 20	0 - 50	
N2 - MODERADA	41-80	>50 - 100	>25 -50	>100 - 130	>9 - 11	>200 - 240	>20 - 40	>50 - 100	Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar sintomas como tosse seca e cansaço. A população, em geral, não é afetada.
N3 - RUIM	81-120	>100 - 150	>50 - 75	>130 - 160	>11 - 13	>240 - 320	>40 - 365	>100 - 150	Toda a população pode apresentar sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta. Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar efeitos mais sérios na saúde.
N4 - MUITO RUIM	121-200	>150 - 250	>75 - 125	>160 -200	>13-15	>320 - 1130	>365 - 800	>150 - 250	Toda a população pode apresentar agravamento dos sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta e ainda falta de ar e respiração ofegante. Efeitos ainda mais graves à saúde de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas).
N5 - PÉSSIMA	>200	> 250	>125	> 200	> 15	> 1130	>800	> 250	Toda a população pode apresentar sérios riscos de manifestações de doenças respiratórias e cardiovasculares. Aumento de mortes prematuras em pessoas de grupos sensíveis.

Montagem



EXPERIMENTOS

1. Validação de monitoramento em vias de alto tráfego
2. Piloto de longo prazo em ônibus urbano

Validação de leituras em vias de alto tráfego

- Três dias entre 13 e 21/10 de 2014
- matinal (08-10h) e noturno (19-21h).
- Av. dos Bandeirantes e Marginal Pinheiros
- 5 trechos, delimitados por Viadutos.
- CO, CO₂, temperatura, umidade, velocidade média por trecho

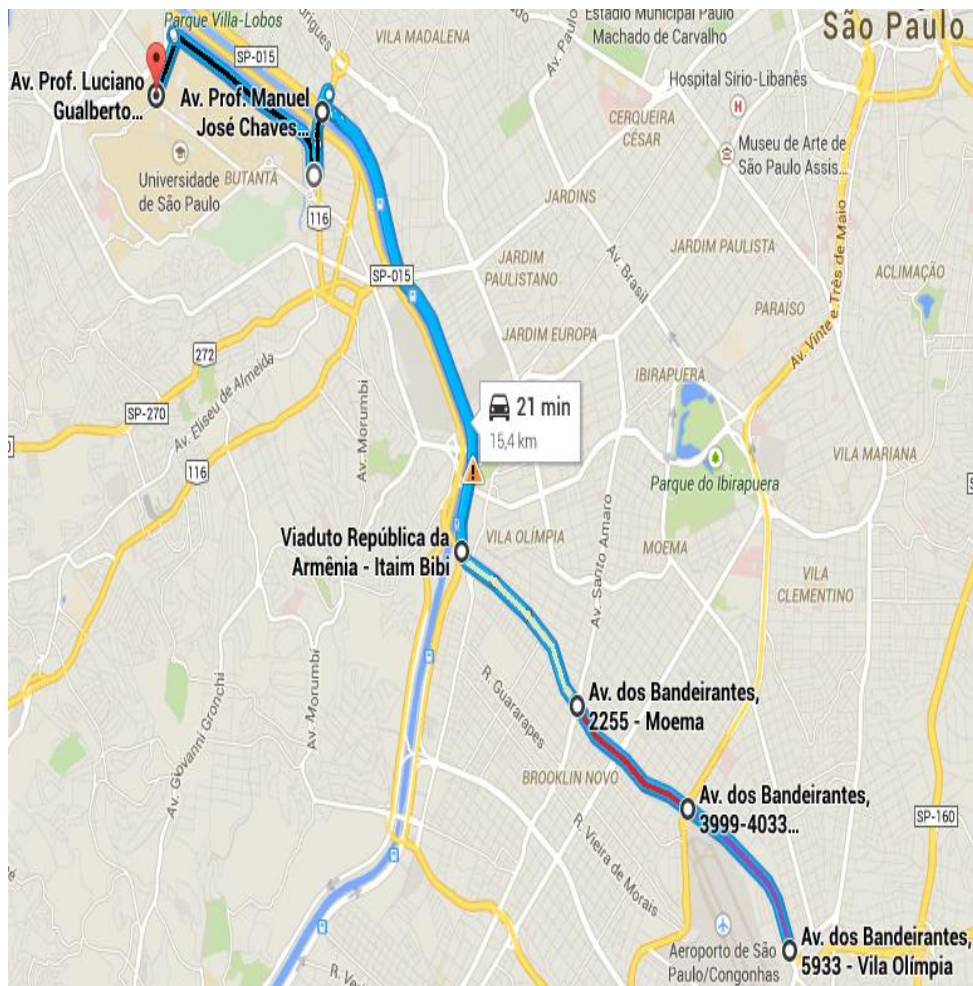
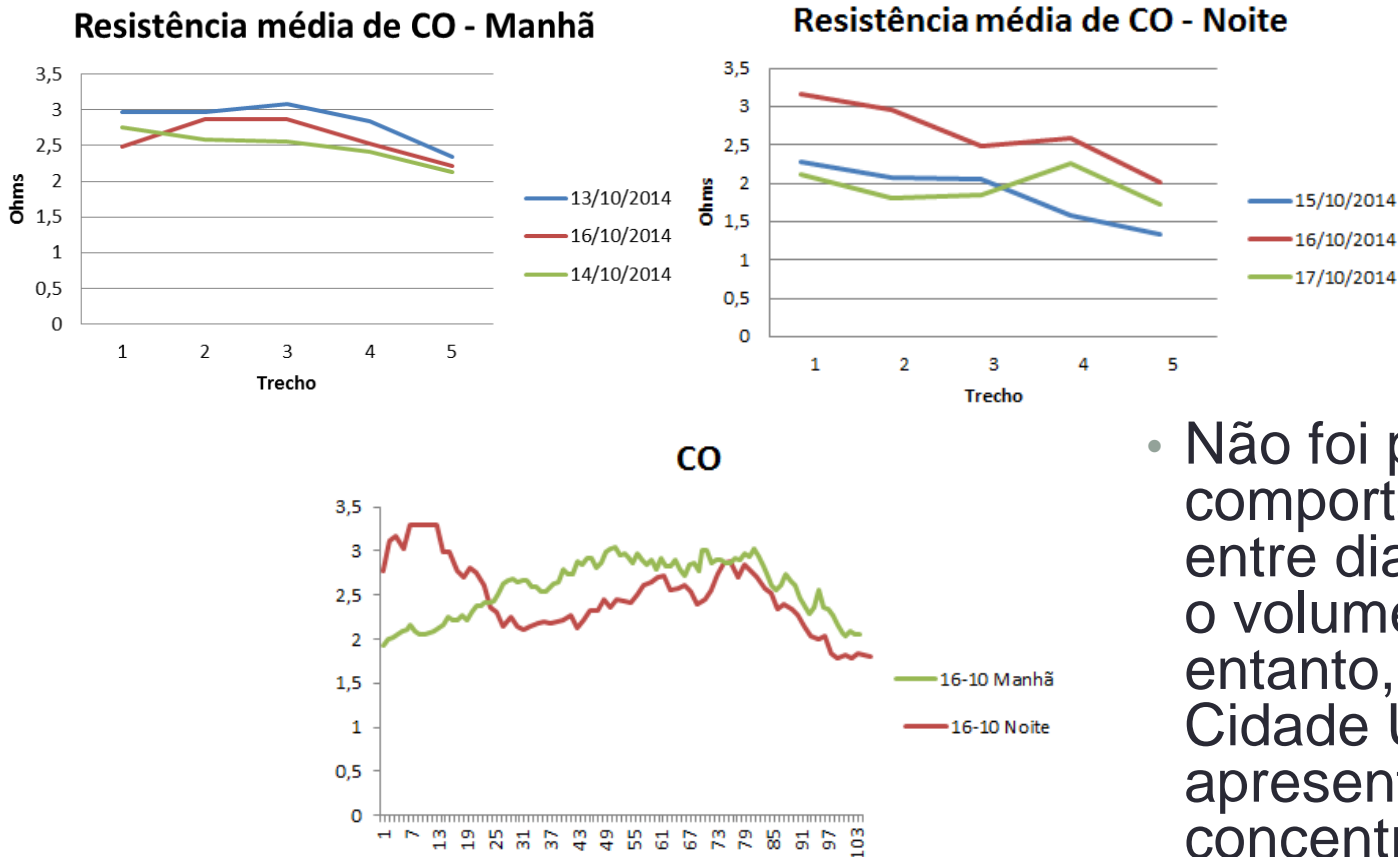


Figura 1 - Fotos do Trajeto – Vd. Jabaquara/Aeroporto/Vd. Santo Amaro/IPT (esq. para direita)



Validação de leituras em vias de alto trafego

Figura 1 - Dispersão e valores médios de Monóxido de Carbono durante o trajeto diurno e noturno



- Não foi possível identificar comportamento diferente entre dia e noite, ou com o volume de tráfego. No entanto, o trecho da Cidade Universitária apresentou as maiores concentrações de CO, uma vez que a relação é inversamente proporcional a resistência do sensor.

Validação de leituras em vias de alto tráfego

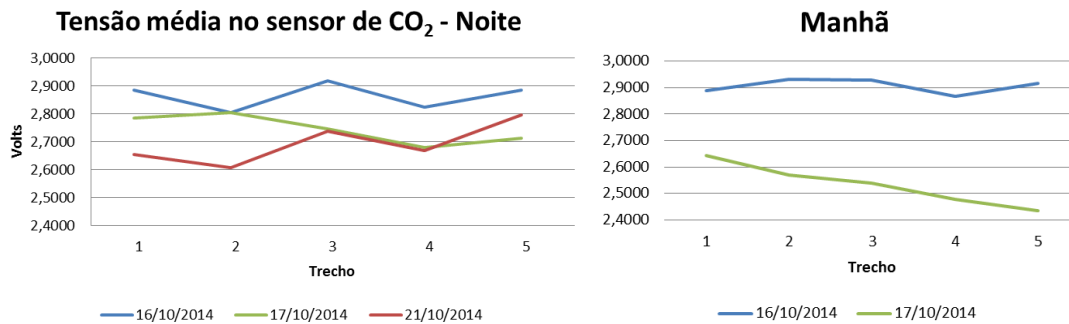
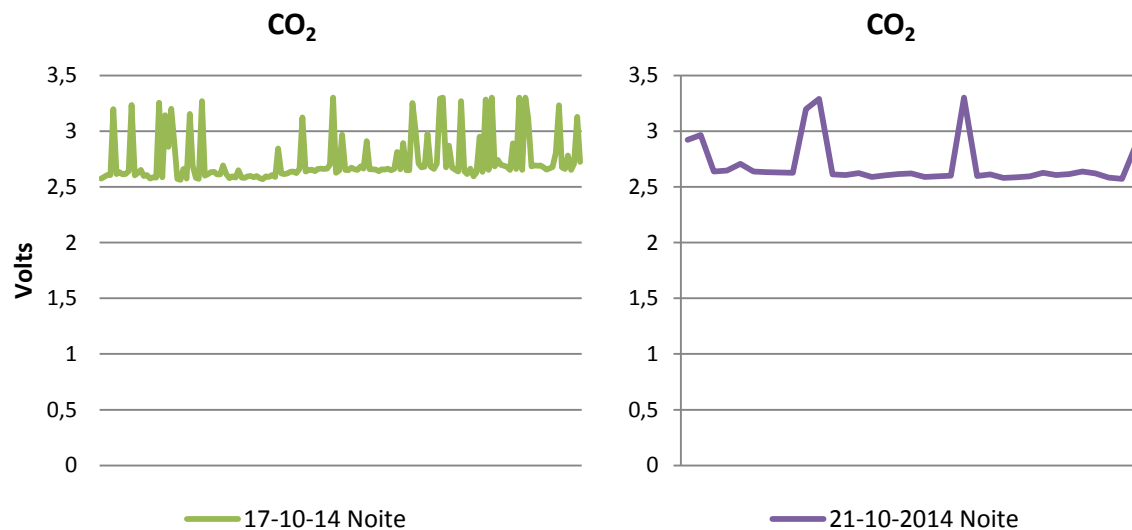


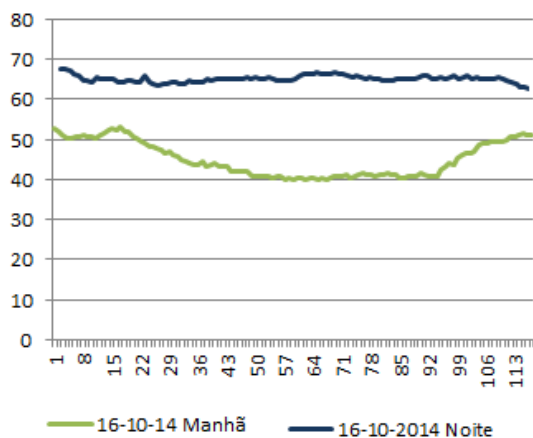
Figura 1 - Dispersão dos valores de CO₂ em tráfego congestionado(17-10) e livre (21/10)



- Não foi possível identificar comportamento diferente entre dia e noite. Entretanto, com relação ao volume de tráfego perceberam-se algumas hipóteses que merecem maiores investigações. Por exemplo, no dia 17-10 com o tráfego congestionado, na dispersão dos valores aparecem picos de CO₂ constantes, o que não foi observado com o fluxo livre no dia 21-10, nem com o fluxo livre do dia 15-10.

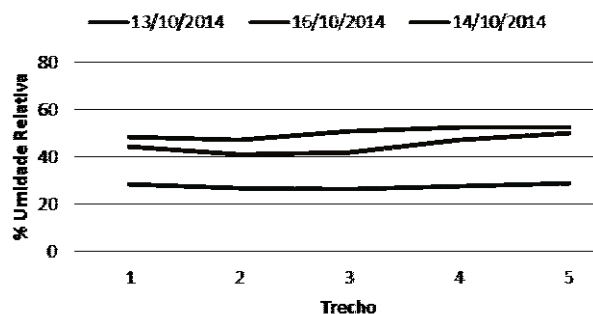
Validação de leituras em vias de alto trafego

Umidade



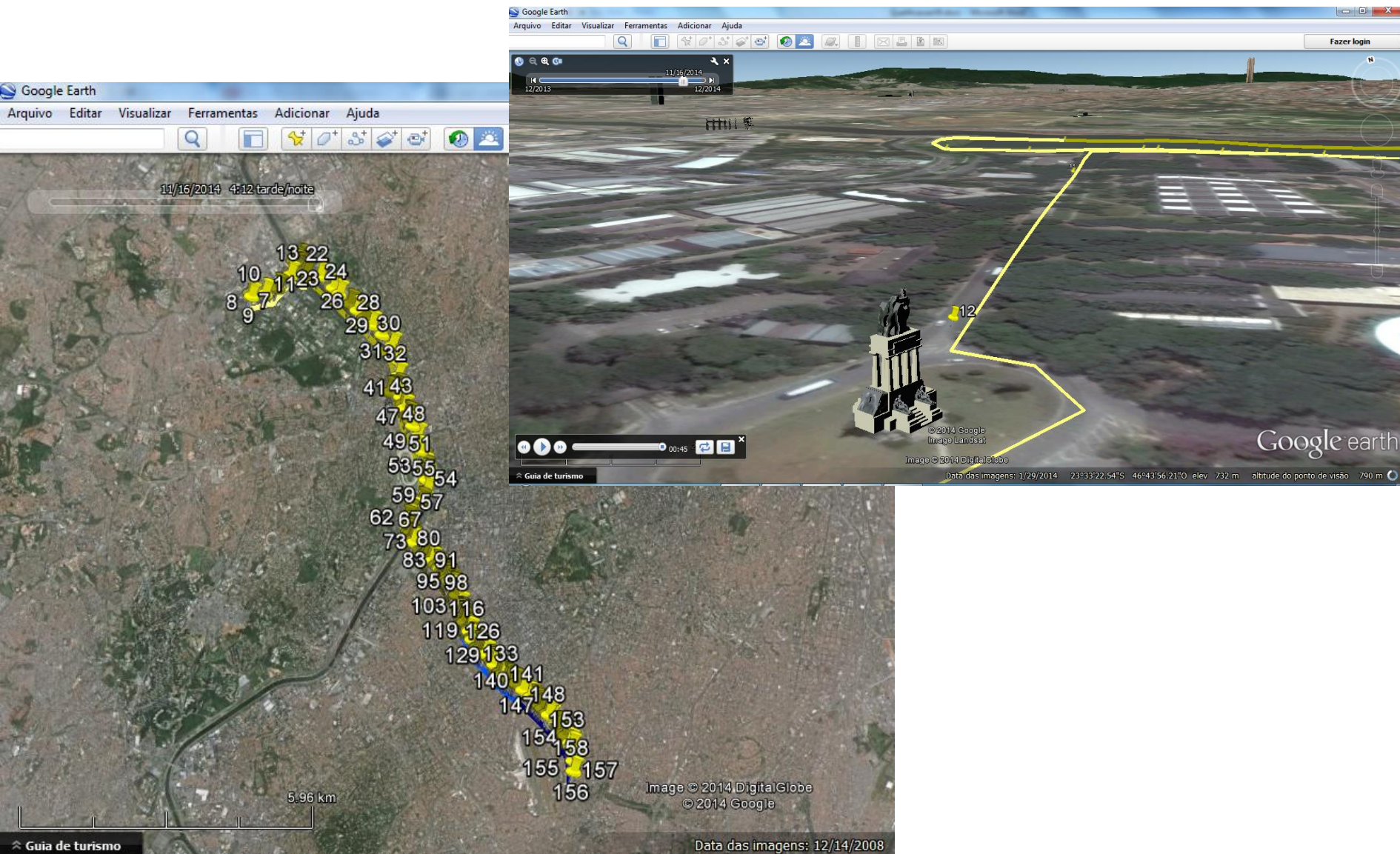
Valores médios diurnos da Temperatura e Umidade relativa do ar por trecho

Umidade média por trecho

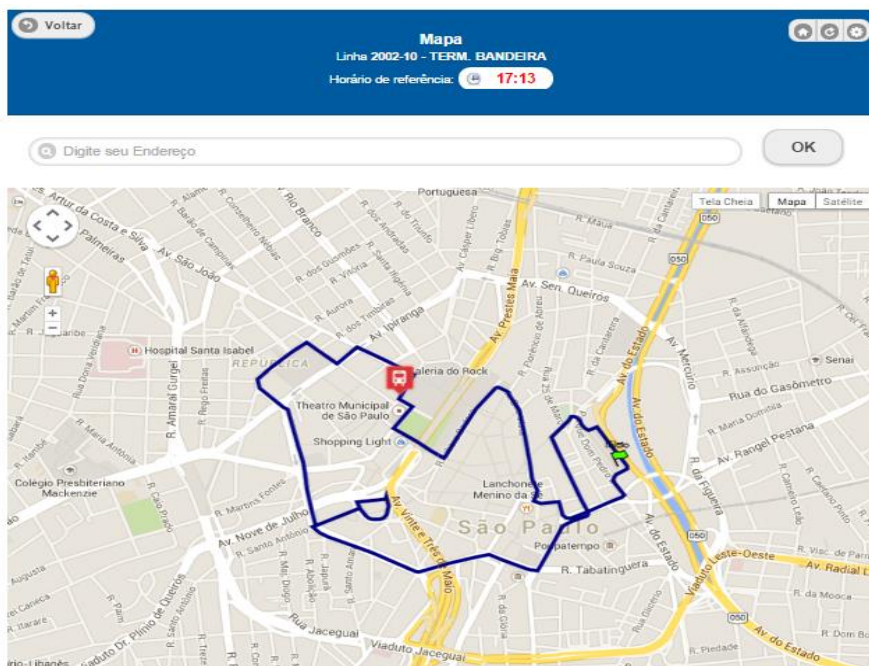


- Para a Umidade, o sensor possui uma representatividade estável e com similaridades com as estações da CETESB e INMET. Por exemplo, entre as 09h e 10h a situação da umidade já estava em estado de atenção (entre 20% e 30% de umidade). Esta informação foi coerente com as informações apresentadas pelas estações de medições da CETESB e INMET,

Visualização dos resultados



Piloto de longo prazo



- CO, CO₂, NO₂, O₃, temperatura, umidade
- Sorvedouro nos Term. Parque Dom Pedro II
- Linhas de tróibus (2002 e 2290)

Conclusão

- *Os resultados e as etapas concluídas até o momento revelam que a solução tecnológica empregada para coletar informações sobre as condições ambientais é viável e tem grande potencial para agregar valor aos sistemas de monitoramento da qualidade do ar instalados nas regiões metropolitanas brasileiras.*
- *Pode representar um mecanismo viável para cidades que ainda não tem uma rede de monitoramento do ar estabelecida, seja para indicar tendências ou delimitar o momento quando uma rede de monitoramento deverá ser implantada.*

OBRIGADO

Alessandro Santiago dos Santos

alesan.sp@usp.br