

# CO<sub>2</sub>Catcher: crowdsensing veicular para monitoramento da poluição urbana

Júlio Oliveira, Jefferson Lemos, Wellington Souza, Ivanovitch Silva

Instituto Metrópole Digital

Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Natal, Brasil

{juliocesar,brunoluno,wellingtonsilva,ivan}@imd.ufrn.br

**Resumo**—O crescimento das Tecnologias da Informação e Comunicação tem permitido que dispositivos e sistemas se conectem, gerando dados que podem ser utilizados para planejamento urbano mais eficiente. Nesse trabalho será apresentado uma plataforma, nomeado CO<sub>2</sub>Catcher, que irá permitir o monitoramento em tempo real da poluição veicular. Técnicas de *Crowdsensing* e um hardware ODB embarcado no veículo, serão utilizados para extrair dados e se comunicar com uma infraestrutura de computação em nuvem. Os resultados indicaram que é possível extrair os padrões de poluição e adicionalmente, inferir a partir desses o estado do trafego.

**Palavras-chave:** Cidade Inteligente, poluição, crowdsensing.

## I. INTRODUÇÃO

A urbanização desenfreada e o rápido crescimento da população, são desafios ao desenvolvimento sustentável nos centros urbanos. Essas características passaram a ser alvo de estudos e colocaram em destaque um tema, até então, pouco explorado: as cidades inteligentes [1].

Cidades inteligentes são formadas pela combinação de sistemas ubíquos, sistemas autônomos de gerenciamento, redes de sensores sem fio, comunicação robusta e integração dos diversos serviços [2], possuindo uma grande quantidade de dados, constituindo a base do que conhecemos atualmente por “Internet das Coisas” [3]. A interpretação dos dados gera informação e pode ser utilizada na criação aplicações, oferecendo serviços que beneficiam a sociedade e o desenvolvimento sustentável [4] [5].

A emissão de gases veiculares contribui com uma grande parcela de poluição do ar nas áreas urbanas, com índices similares às indústrias [6]. Assim, o presente trabalho tem como objetivo definir uma infraestrutura de comunicação e processamento de dados para o monitoramento em tempo real da poluição veicular. Técnicas de *crowdsensing* serão utilizadas para compartilhar os dados referentes às emissões de CO<sub>2</sub> produzido pelos veículos entre a infraestrutura de comunicação e processamento de dados da cidade.

## II. OBD-II

Na busca pela padronização dos sistemas de diagnóstico veicular, foi lançado o OBD-II no ano de 1996, nos EUA. Trata-se de uma interface criada para facilitar a comunicação entre os componentes eletrônicos dos veículos e o mundo externo. Note que daqui em diante, quando o termo OBD for referido neste texto, será com relação ao OBD-II.

O OBD define identificadores padrões, também chamados de PID (*Parameter ID*), usados para que aplicações se comuniquem com os veículos. Estes PIDs são enviados para *scanners* que se conectam a porta ODB e enviam a requisição

pela rede de comunicação CAN (*Controller Area Network*), via CAN podemos realizar a comunicação entre ECUs (*Unidade de Controle Eletrônico*), controlador dos sistemas eletrônicos do veículo.

## III. CO<sub>2</sub>CATCHER

O trabalho visa, criar uma arquitetura que possibilite o monitoramento em tempo-real da poluição veicular. A fim de se adequar a tais requisitos, foi adotada a metodologia *crowdsensing*. A ideia é usar o *smartphone* como um sensor para medir a quantidade de CO<sub>2</sub> gerada enquanto o veículo se movimentava. A arquitetura do sistema é exibida na Figura 1.

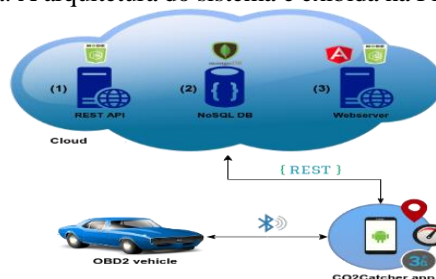


Figura 1: Arquitetura do Sistema

### A. Veiculo

O veículo deverá possuir um *scanner* OBD para que seja possível se comunicar com a aplicação CO<sub>2</sub>Catcher. Foi usado para o desenvolvimento do projeto o *scanner* ELM327. Seu custo é baixo, implementa o modo de operação 1 e possui *bluetooth*, assim qualquer aplicação móvel pode se conectar.

As informações necessárias ao cálculo da poluição veicular são fornecidas por uma mesma ECU.

### B. Plataforma

CO<sub>2</sub>Catcher é o nome do aplicativo desenvolvido para Android. A comunicação entre o dispositivo e o veículo é feita via *bluetooth*. Opcionalmente para registrar, no serviço em nuvem, a emitida poluição do veículo, o *smartphone* precisa estar conectado com à internet.

O funcionamento geral da aplicação é descrito abaixo:

- A aplicação inicia a conexão com o *scanner* via *bluetooth*, permitindo enviar comandos OBD;
- Requisita a massa de ar (MAF), o veículo precisa implementar o comando OBD 0110;
- A resposta é recebida, o CO<sub>2</sub>Catcher calcula o CO<sub>2</sub> emitido pelo veículo.

A interface apresentada pela ferramenta é exibida na Figura 2. O medidor de velocidade indica 45km/h, o de massa de ar registra 16,84 g/s enquanto que o medidor de autonomia aponta para 8,79 km/litro e o de CO<sub>2</sub> marca 3,61 gCO<sub>2</sub>/s. Os medidores são atualizados a cada segundo.



Figura 2: Tela CO<sub>2</sub>Catcher

### C. Métodos de cálculo do CO<sub>2</sub>

A combustão é responsável por gerar diferentes moléculas, como CO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub>, HC, entre outros.

Para uma quantidade de combustível, uma quantidade de oxigênio é exigida e assim ocorre a combustão. No caso da gasolina, por exemplo, a cada 1 grama de gasolina são necessários 14.7 gramas de oxigênio [7] [8] [9]. Essa relação se chama *air-fuel ratio* (AFR), e o motor busca injetar a quantidade correta de gasolina e ar.

Considerando que o AFR é conhecido, e que é possível extrair o MAF através do barramento CAN do veículo, a massa de combustível pode ser encontrada através do desenvolvimento da Equação 1.

$$AFR = \frac{MAF(g/s)}{Fuel(g/s)}, Fuel(g/s) = \frac{MAF(g/s)}{AFR} \quad (1)$$

É necessário encontrar o volume de combustível injetado, visto que *Fuel* na Equação 1 representa a massa do combustível, e não seu volume. O cálculo para obtenção do volume é descrito na Equação 2.

$$V_{Fuel}(L/s) = \frac{Fuel(g/s)}{Density(g/L)} \quad (2)$$

O cálculo final da massa de CO<sub>2</sub> é descrito na Equação 3, onde o volume do combustível ( $V_{fuel}$ ) é multiplicado pela massa de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>PL), resultando na estimativa da massa de CO<sub>2</sub> emitida no ambiente.

$$CO_2(g/s) = V_{Fuel}CO_2PL \quad (3)$$

## IV. RESULTADOS

A fim de validar a plataforma CO<sub>2</sub>Catcher, foram realizados testes com um Jeep Renegade 2016, os dados de poluição dos 5 percursos de testes são exibidos na Tabela 1. Os testes foram realizados por volta do meio-dia.

TABELA 1 ESTATÍSTICAS DO DADOS COLETADOS DO RENEGADE 2016

Percursos	Duração	Amostras	Distância	CO <sub>2</sub>
1. A→B	10min	574	4.5km	2303g
2. B→C	10min	564	4.5km	2440g
3. C→A	5min	261	3.34km	1387g
4. A→C	6min	336	3.2km	1849g
5. C→A	8min	479	4.88km	2558g
<b>Total</b>	<b>39min</b>	<b>2214</b>	<b>21.59km</b>	<b>10537g</b>

Juntamente com a amostra coletada são enviados as coordenadas, obtendo as áreas com maiores incidências. Podemos realizar uma melhor análise dos dados por meio de mapas de calor, visto na Figura 3, onde regiões mais afetadas pelo dióxido de carbono possuem uma coloração avermelhada, áreas menos afetadas com coloração esverdeada.

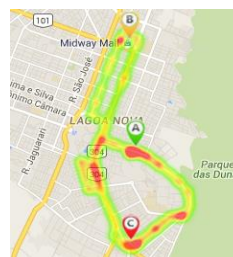


Figura 3: Mapa de calor

Analisando o mapa, percebemos que os principais motivos os quais levam ao aumento da emissão de poluentes são:

- Durante a partida e as paradas (áreas vermelhas próximas dos marcadores), o veículo está em pequenas áreas sendo mais afetada pela poluição;
- Pontos intermediários das rotas (engarrafamentos);
- Momentos com a velocidade reduzida devido a cruzamentos e lombadas, também causa aumento da emissão, por exemplo, entre os trechos C e B.

## V. CONCLUSÃO

O monitoramento de áreas poluidoras em um ambiente urbano é eminente para o desenvolvimento das “Cidades Inteligentes”. Nesse sentido, foi apresentado a solução CO<sub>2</sub>Catcher, para analisar em tempo real a emissão de CO<sub>2</sub> por veículos.

Os resultados demonstraram que a solução pode ser útil também no controle de tráfego nas cidades, haja visto que áreas com maior concentração de poluição geralmente compreendem cruzamentos, semáforos e congestionamentos. Este potencial poderia ser explorado pelos gestores das cidades a fim de realizar um melhor gerenciamento das vias com grande tráfego, mostrando outras análises da plataforma.

Por último, destacamos como trabalho futuro o estudo e desenvolvimento de uma estratégia para calcular o teor de combustível em uma dada mistura, para veículos flex.

## REFERENCES

- [1] Zanella, A., Bui, N., Castellani, A., Vangelista, L., and Zorzi, M. (2014). Internet of things for smart cities. *IEEE Internet of Things Journal*, 1(1):22–32.
- [2] Soheily-Khah, S., Douzal-Chouakria, A., and Gaussier, E. (2016). Generalized k-meansbased clustering for temporal data under weighted and kernel time warp. *Pattern Recognition Letters*, 75:63 – 69.
- [3] Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M., and Ayyash, M. (2015). Internet of things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications. *IEEE Communications Surveys Tutorials*, 17(4):2347–2376.
- [4] Stankovic, J. A. (2014). Research directions for the internet of things. *IEEE Internet of Things Journal*, 1(1):3–9.
- [5] Monzon, A. (2015). Smart cities concept and challenges: Bases for the assessment of smart city projects. In *Smart Cities and Green ICT Systems (SMARTGREENS)*, 2015 International Conference on, pages 1–11.
- [6] Brienza, S., Galli, A., Anastasi, G., and Bruschi, P. (2015). A low-cost sensing system for cooperative air quality monitoring in urban areas. *Sensors*, 15(6):12242.
- [7] Methodology paper for emission factors, department for environment. Food and Rural Affairs (Defra).
- [8] IEEP (2010). Subsidy level indicators for the case studies. pages 1–2.
- [9] InnovateMotors (2014). Digital air/fuel ratio (lambda) meter. pages 2–3.