

---

# **PROGRAMA DE TESTES COM ONIBUS ELÉTRICOS E HIBRÍDOS NA AMÉRICA LATINA**

## **Sao Paulo e Bogotá**

# C40-CCI HEBTP: Bogota

---

- Quando?
  - Maio- Junho- Julho 2012: duas campanhas
- Quantos?
  - Dois ônibus híbridos paralelos, 12m
  - Sombra ônibus diesel, 12m, Euro II.
  - Ônibus elétrico (baterias)

# Tecnologías testadas?

---



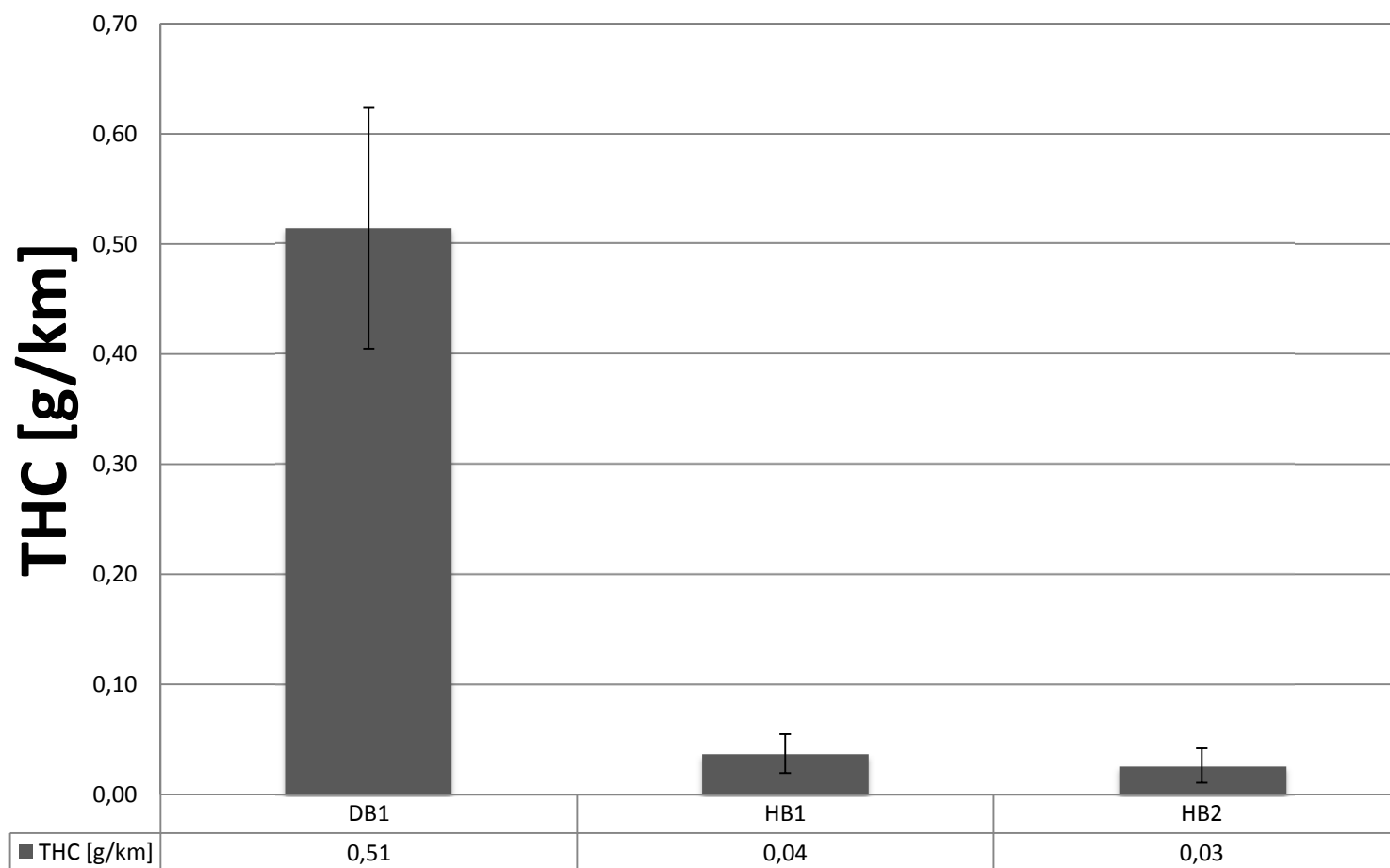
# Bogotá: emissões (g/km)

---

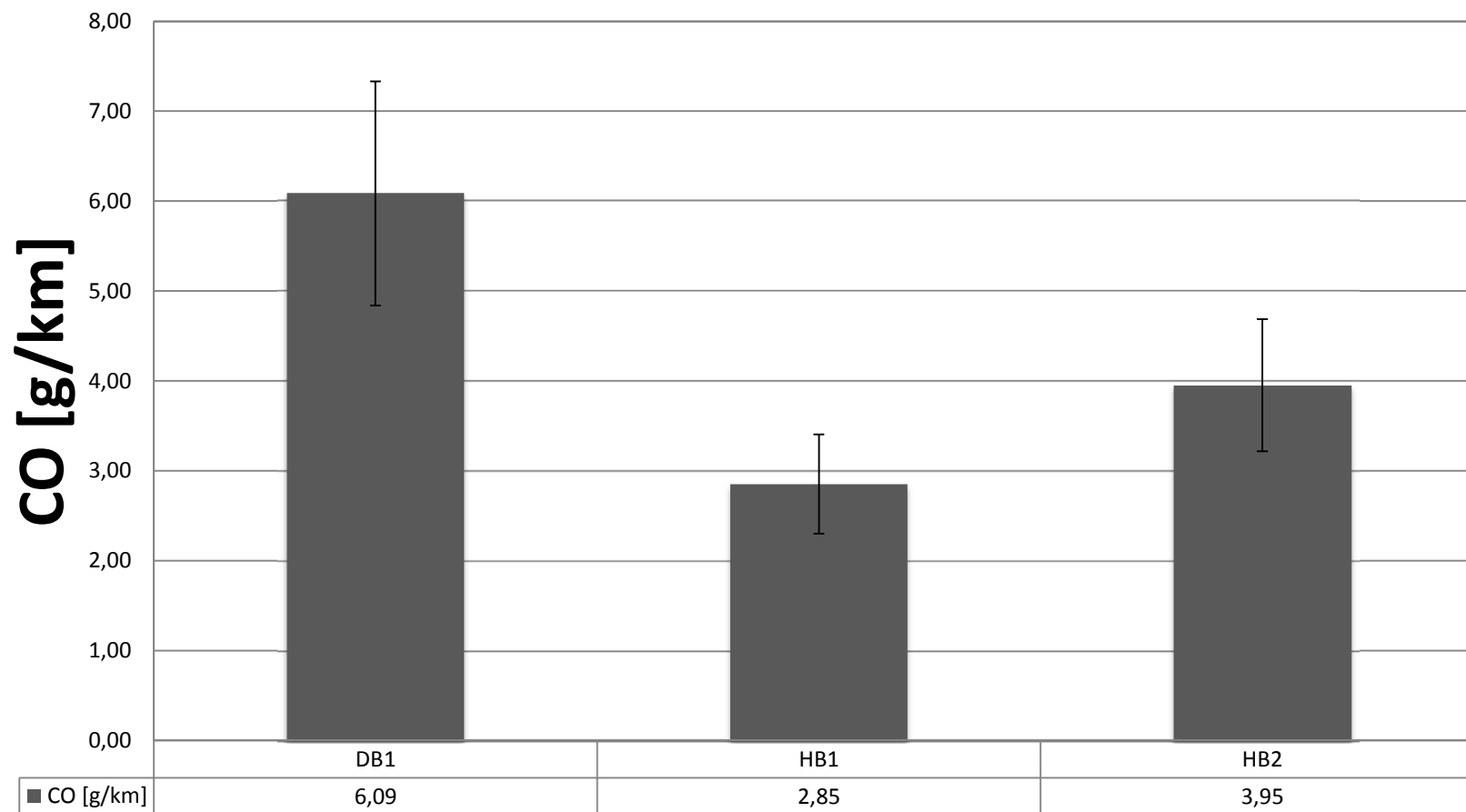
| Bus       | THC  | CO   | NO <sub>x</sub> | CO <sub>2</sub> | PM <sub>2.5</sub> |
|-----------|------|------|-----------------|-----------------|-------------------|
| Diesel    | 0,51 | 6,1  | 11,4            | 936             | 0,06              |
| Híbrido   | 0,04 | 2,9  | 1,8             | 835             | 0,02              |
| % reducao | -92% | -53% | -84%            | -11%            | -62%              |

**Ônibus elétrico**: sem emissões de poluentes

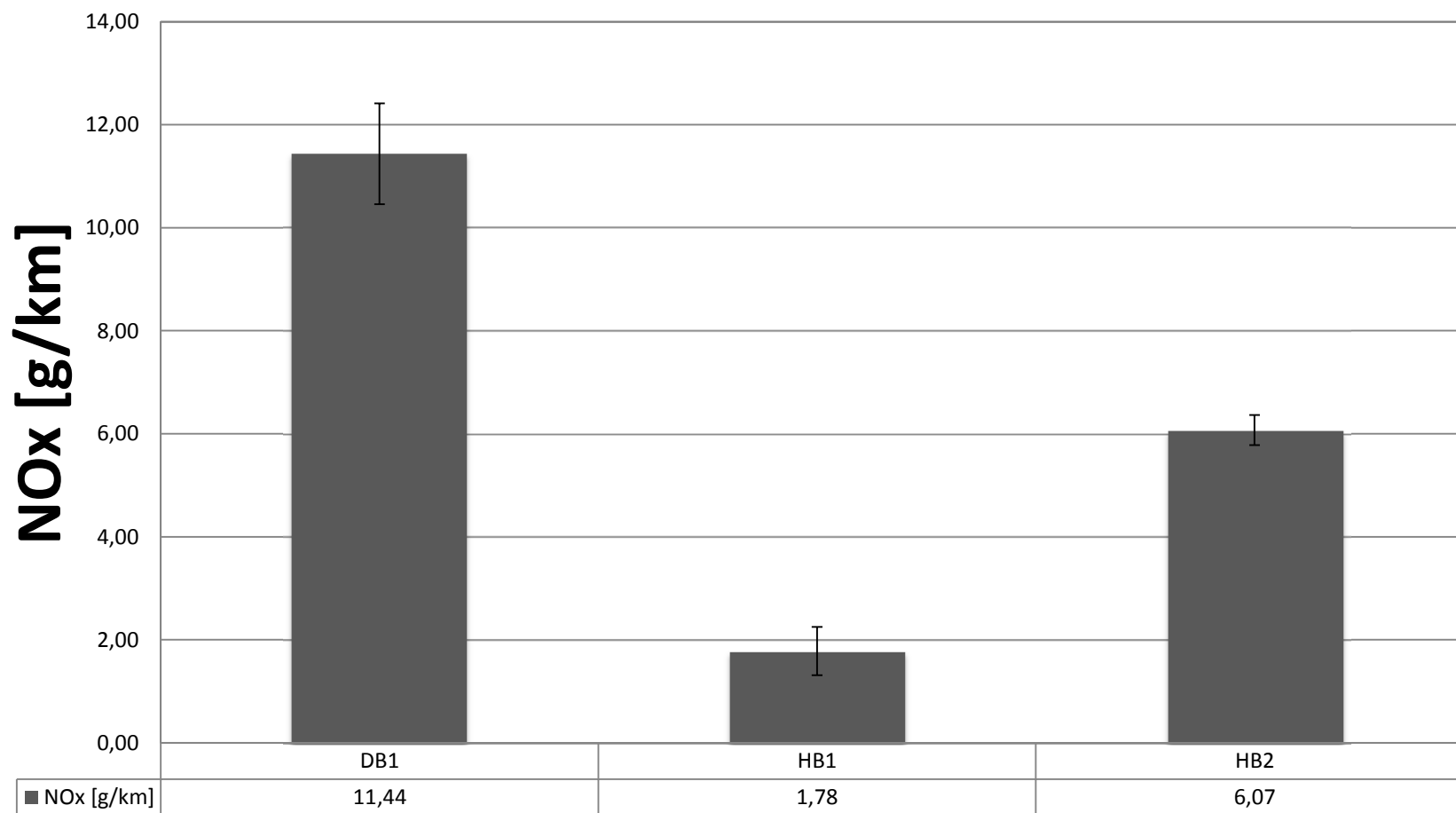
# Bogotá: Emissões de Hidrocarbonetos



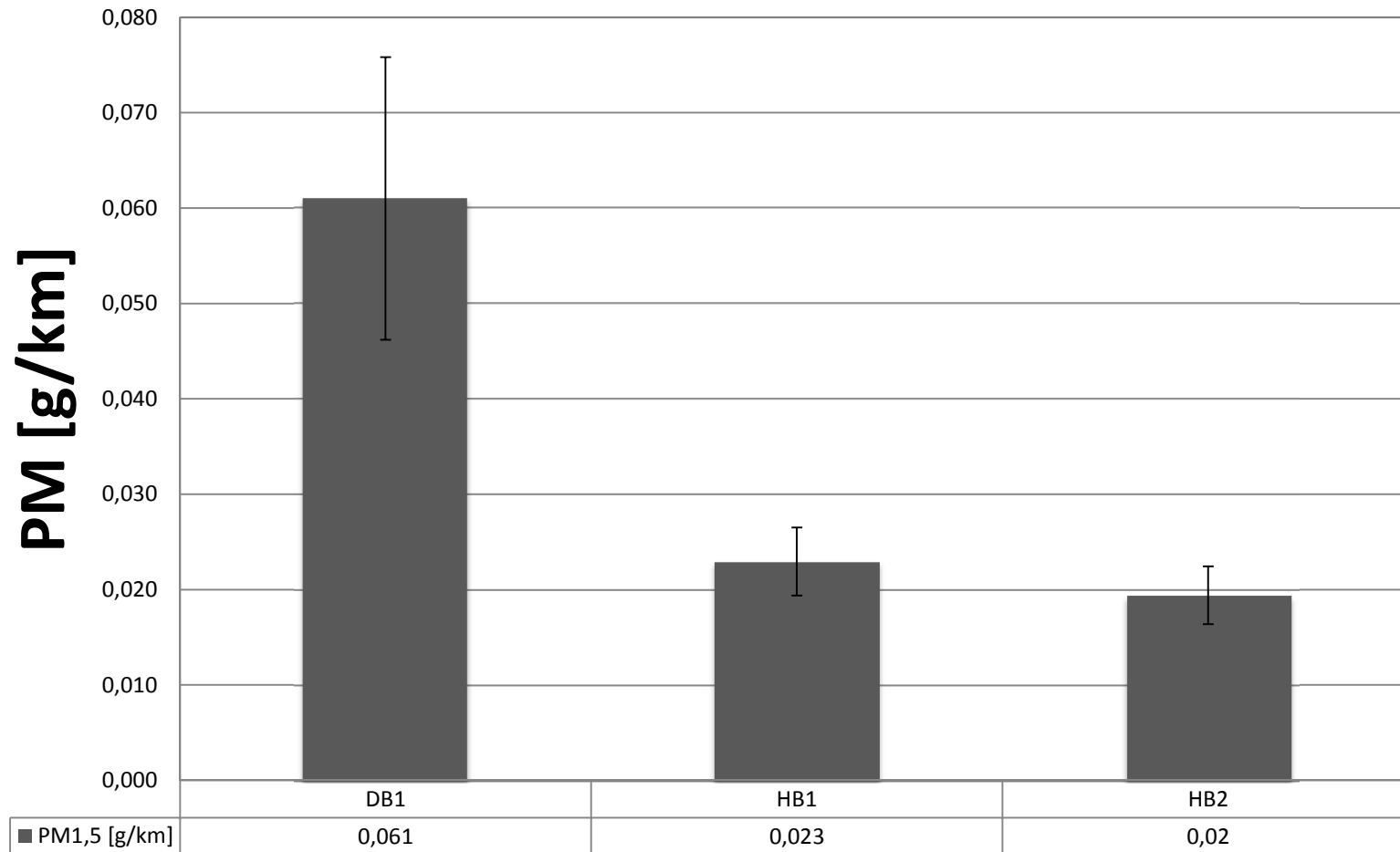
# Bogotá: Emissões de CO



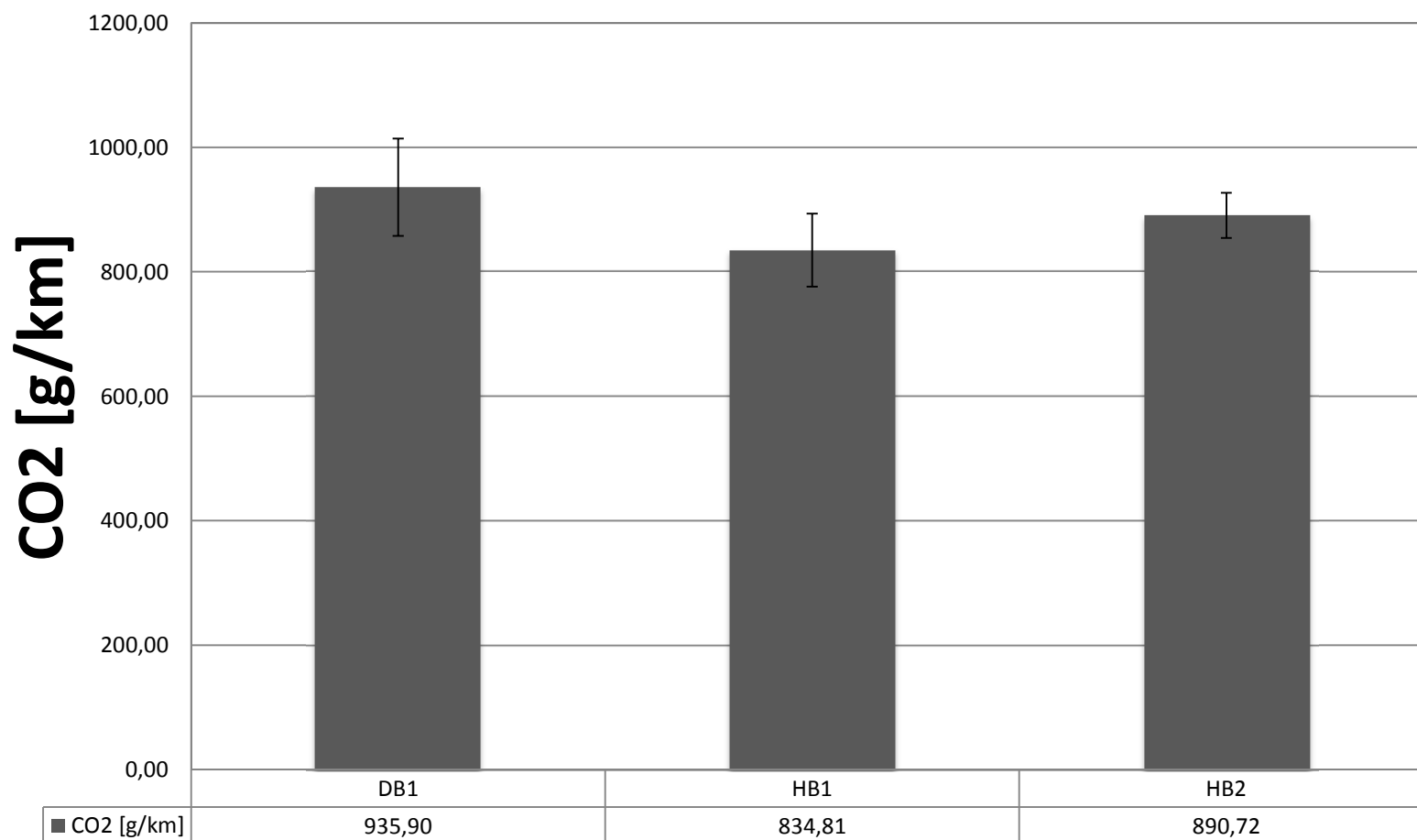
# Bogotá: Emissões de NOx



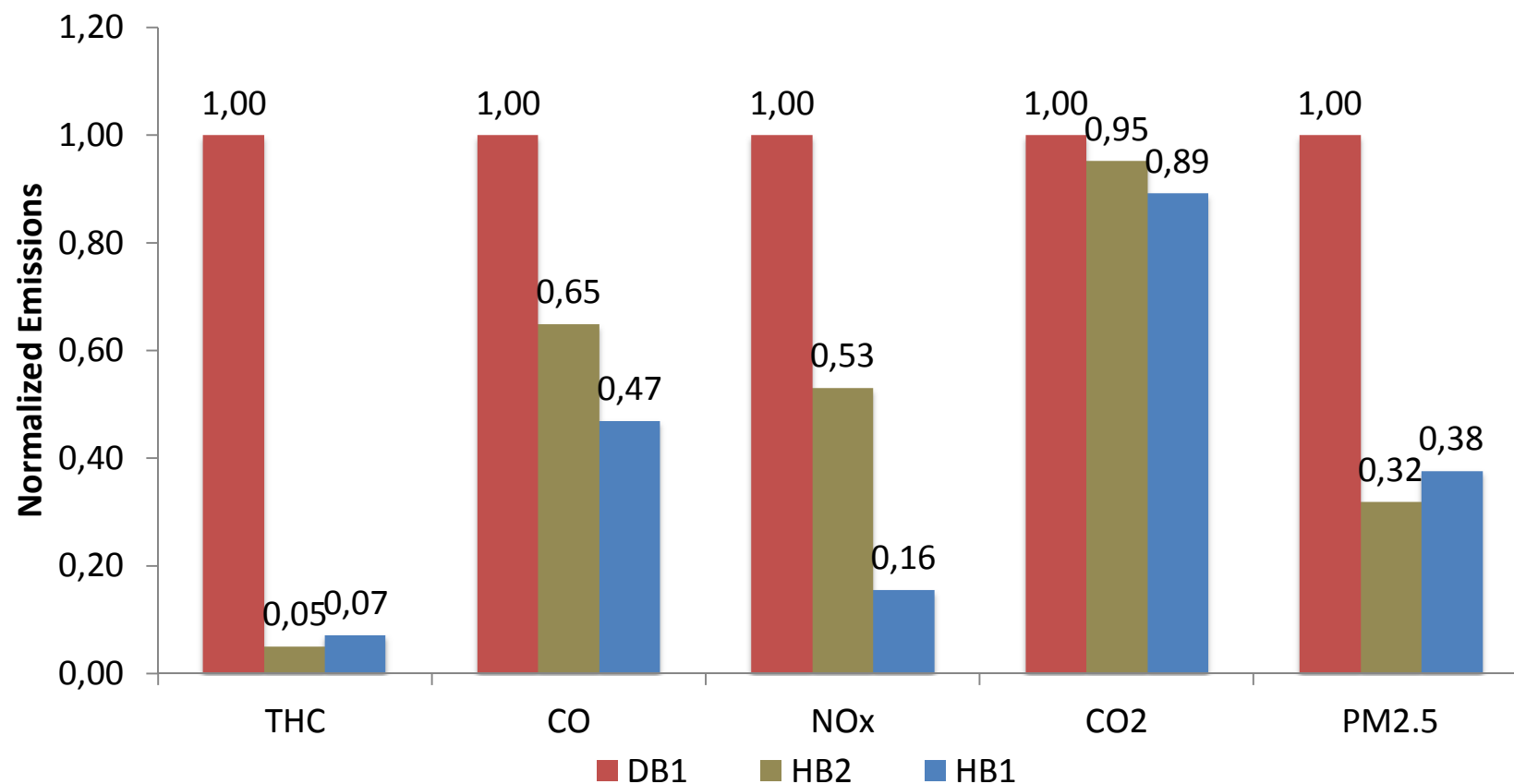
# Bogotá: emissões de partículas < 2.5μ



# Bogotá: emissões de CO2

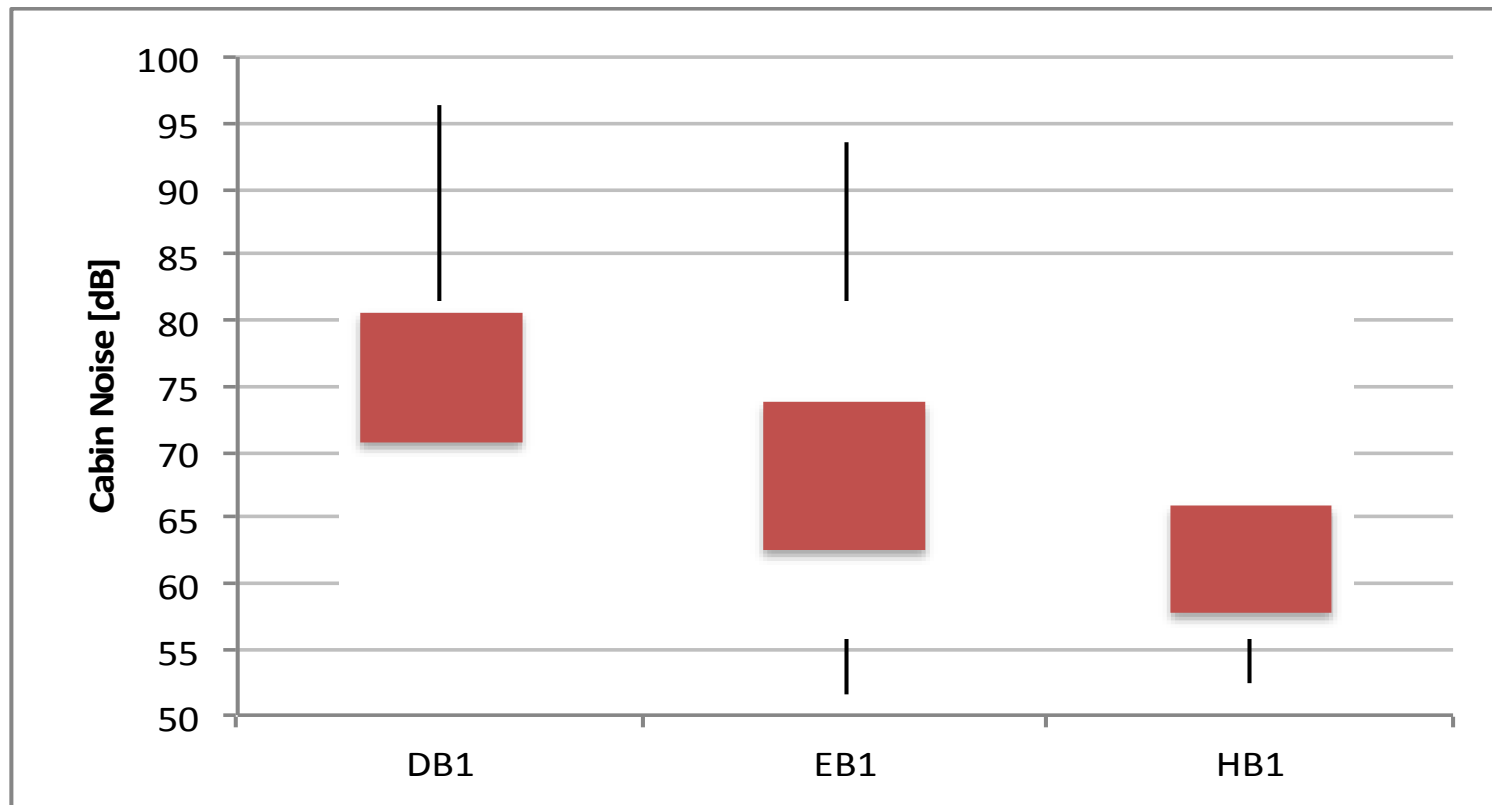


# Bogotá: emissões normalizadas

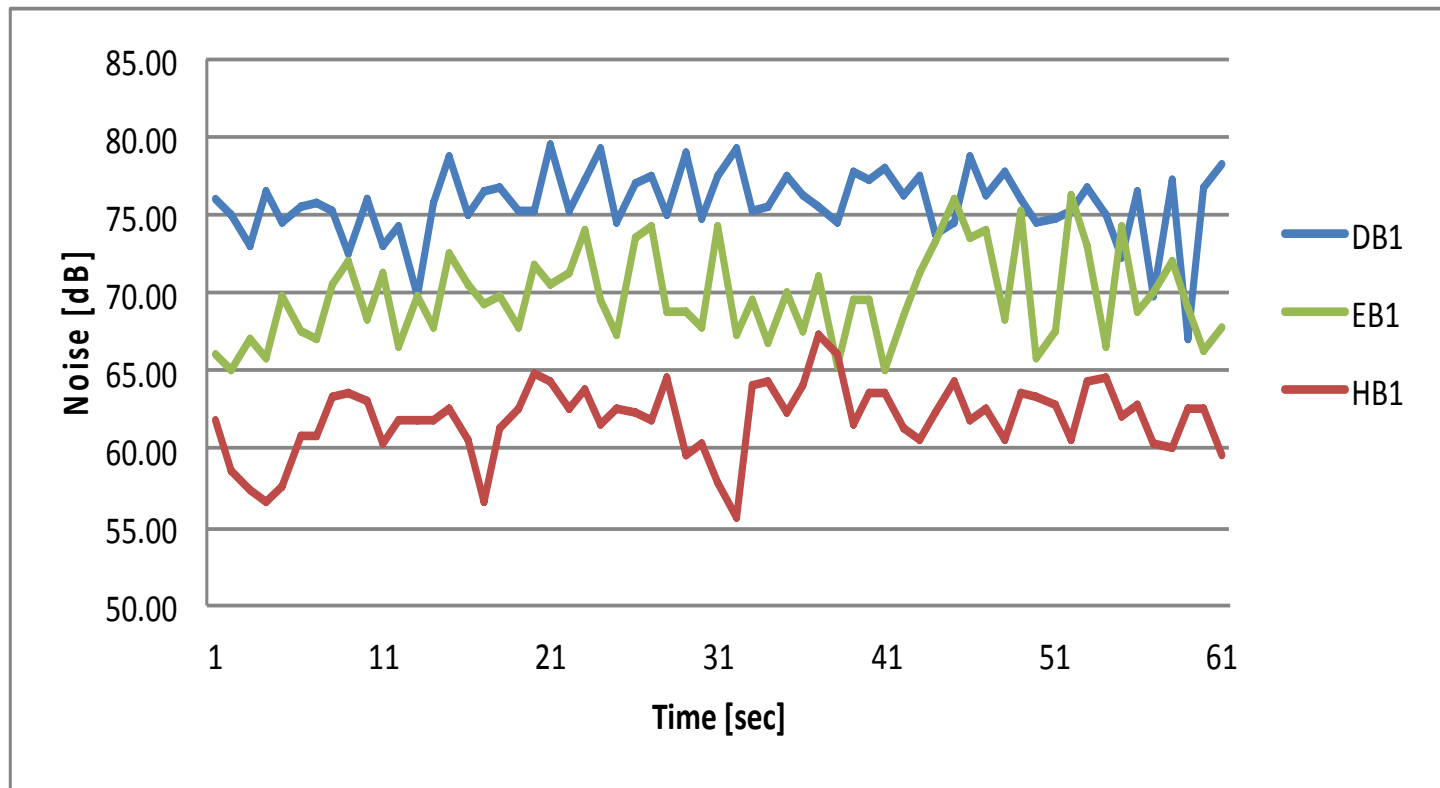


# Bogotá: ruidos de cabina(dB)

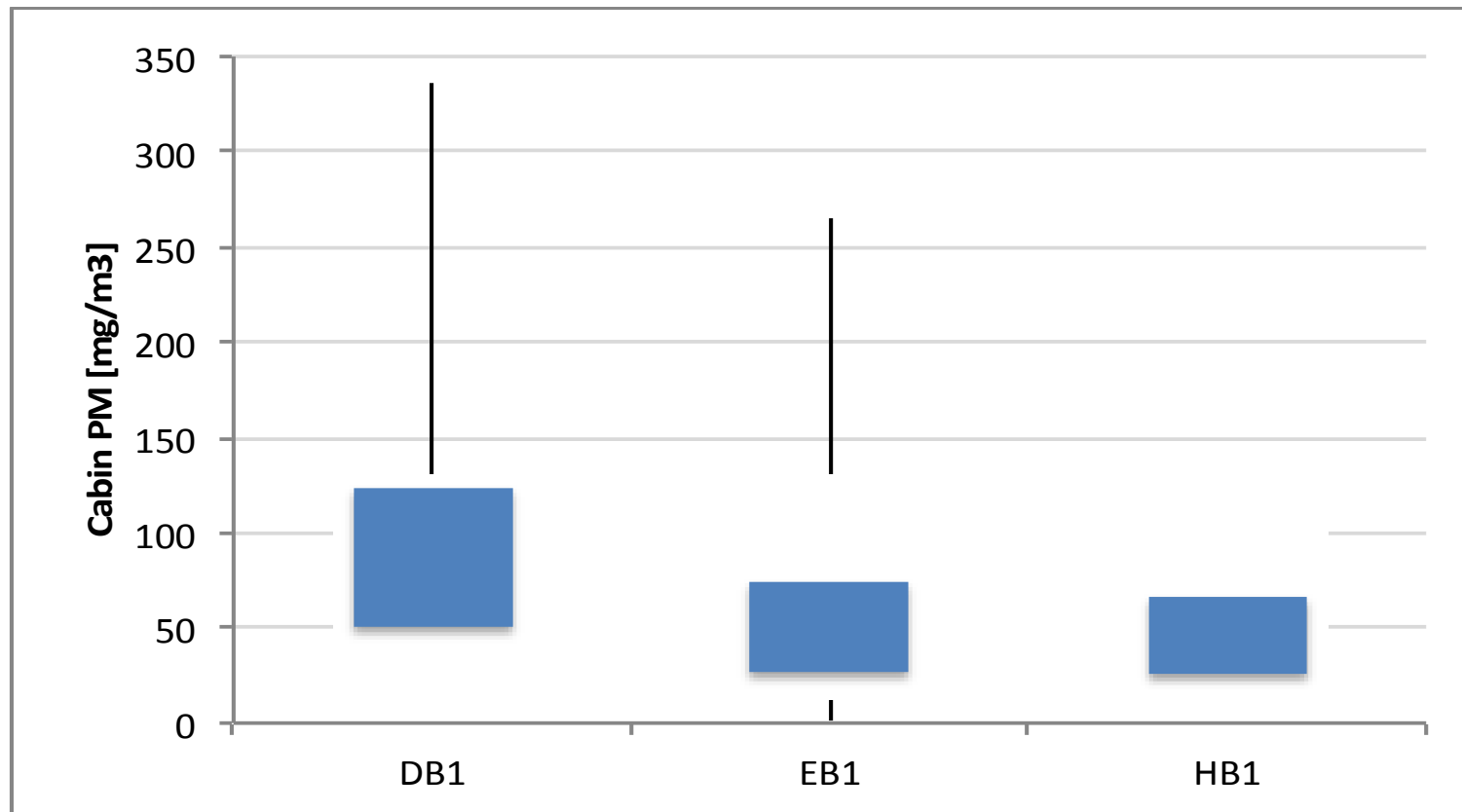
---



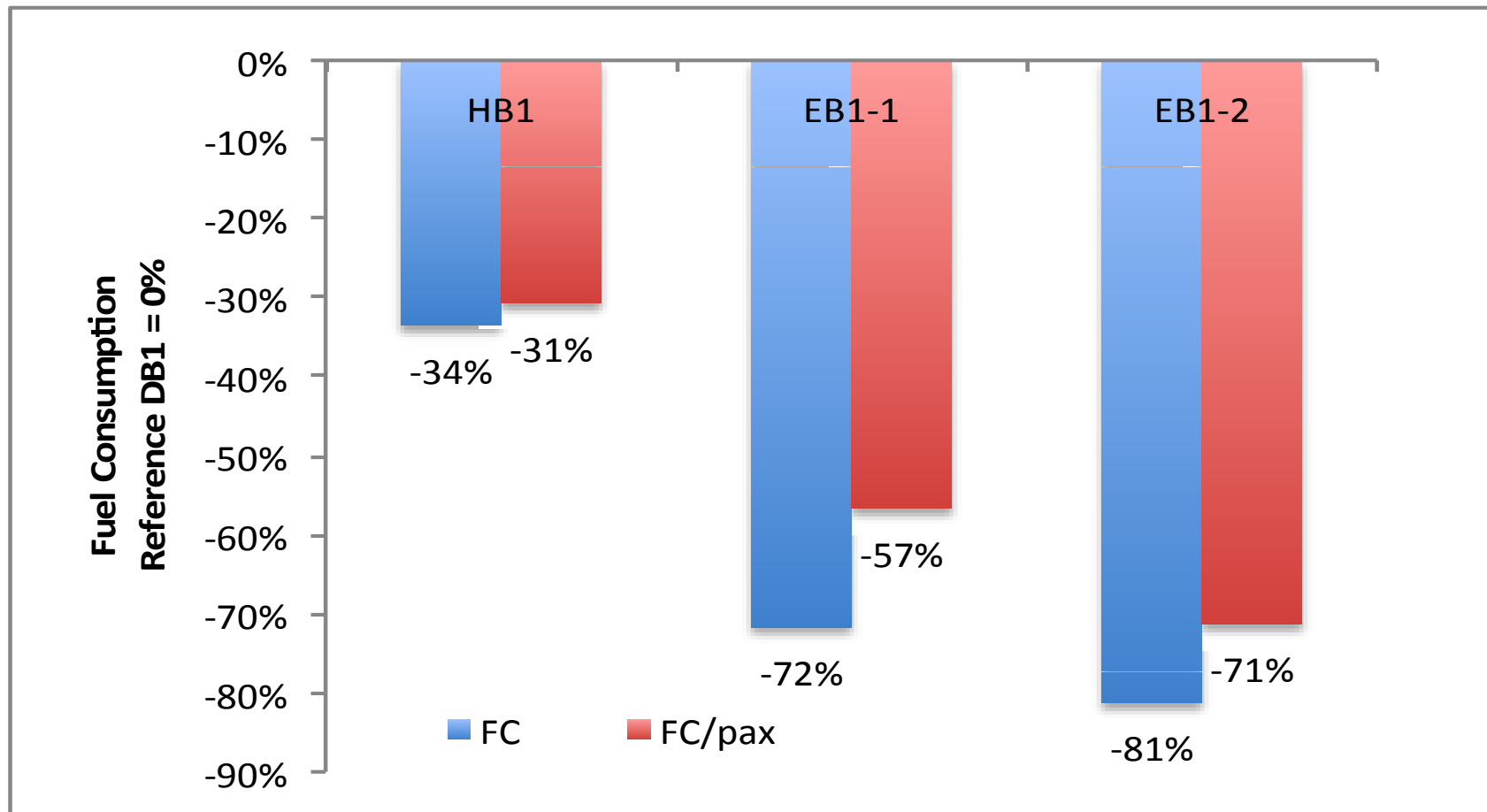
# Bogotá: ruídos de cabine em rota(dB)



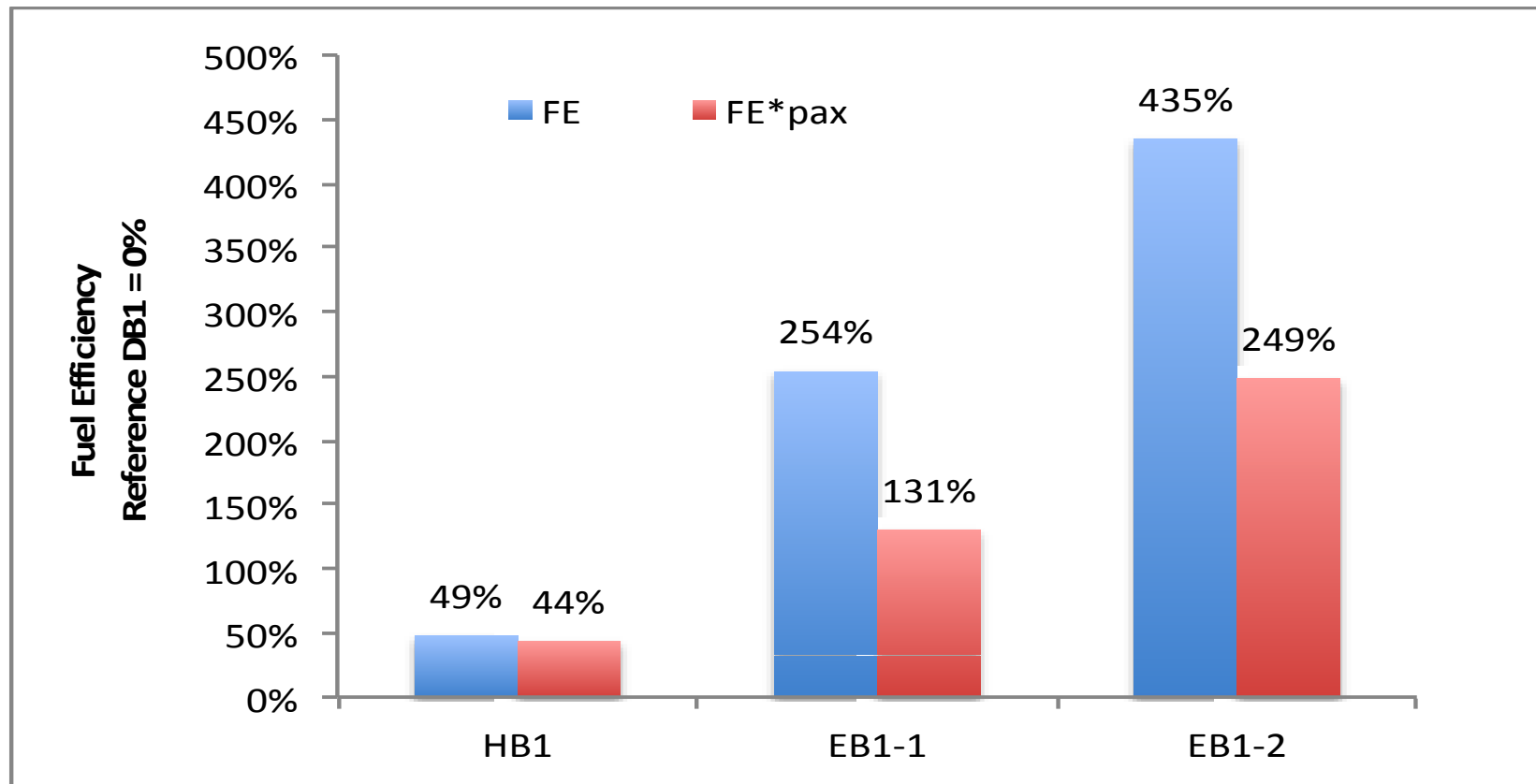
# Bogotá: Aerosol emcabine PM<sub>1.5</sub>



# Bogotá: Consumo



# Bogotá: Eficiência



# Bogotá: Eficiência& consumo

| Ônibus   | Eficiência<br>(km/gl) | Eficiência% | Consumo.<br>(gl/ 100km) | Consumo. %     |
|----------|-----------------------|-------------|-------------------------|----------------|
| Diesel   | 7,80                  | 0%          | 13,3                    | 0%             |
| Híbrido  | 11,58                 | 49% /die.   | 8,9                     | -34% vs eléc.  |
| Elétrico | 27,63                 | 254% / die. | 3,8                     | -72% vs Diesel |
|          |                       | 139% / hb 1 |                         | - 57% vs hb 1  |

# Bogotá: Economizado

| Ônibus    | US\$ pax / 100 km | US\$ consum. / 100 km | Economizado em 100 km, % |
|-----------|-------------------|-----------------------|--------------------------|
| Diesel    | \$ 0,8            | 59                    | 0                        |
| Híbrido 1 | \$ 0,5            | 39                    | -34%                     |
| Elétrico  | \$ 0,3            | 17                    | -72% / Die.              |
|           |                   |                       | -57% / hb.1              |

Gallon: \$8000

# C40-CCI HEBTP: São Paulo (Fase 1)

---

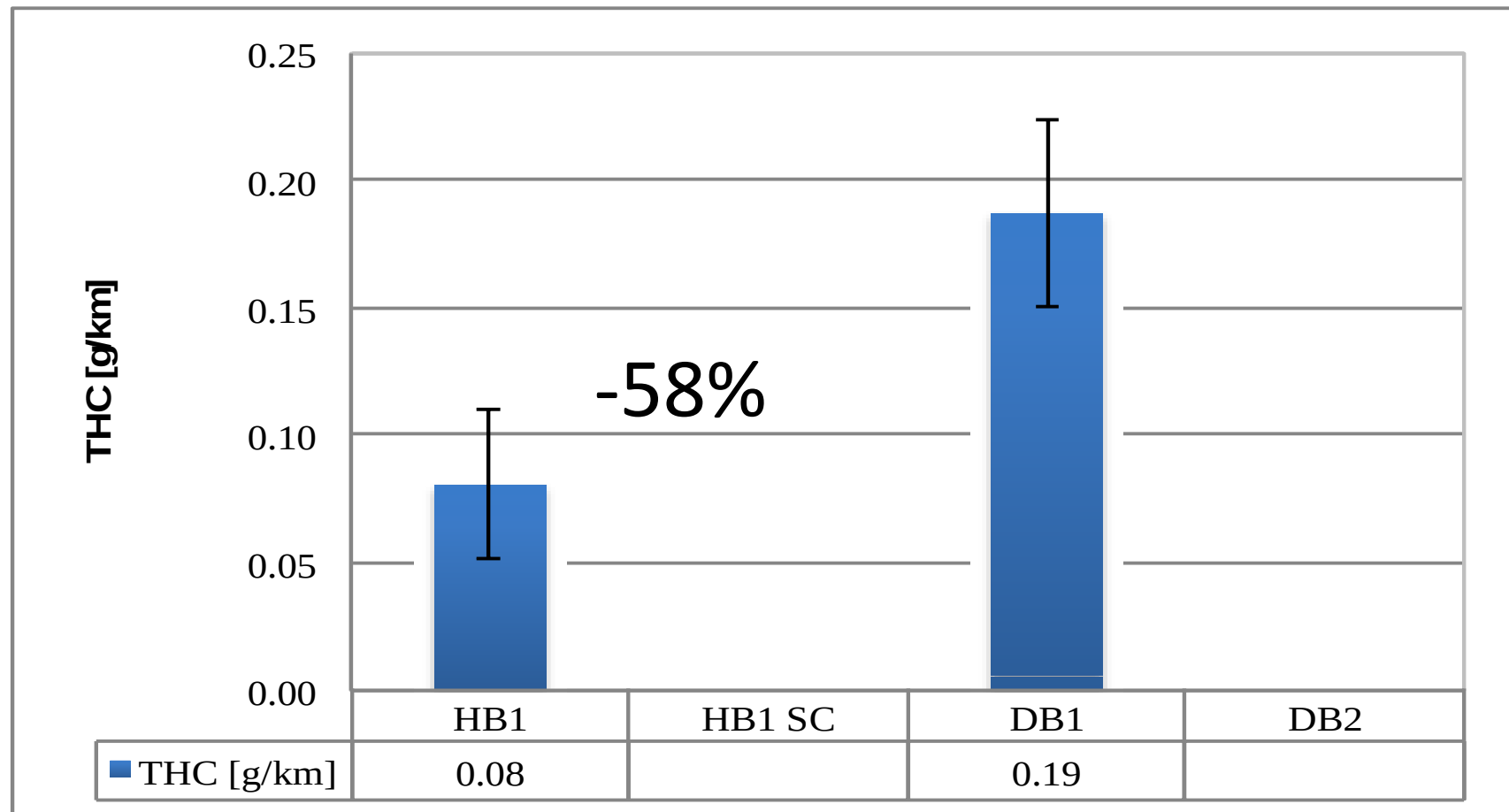


# C40-CCI HEBTP: São Paulo

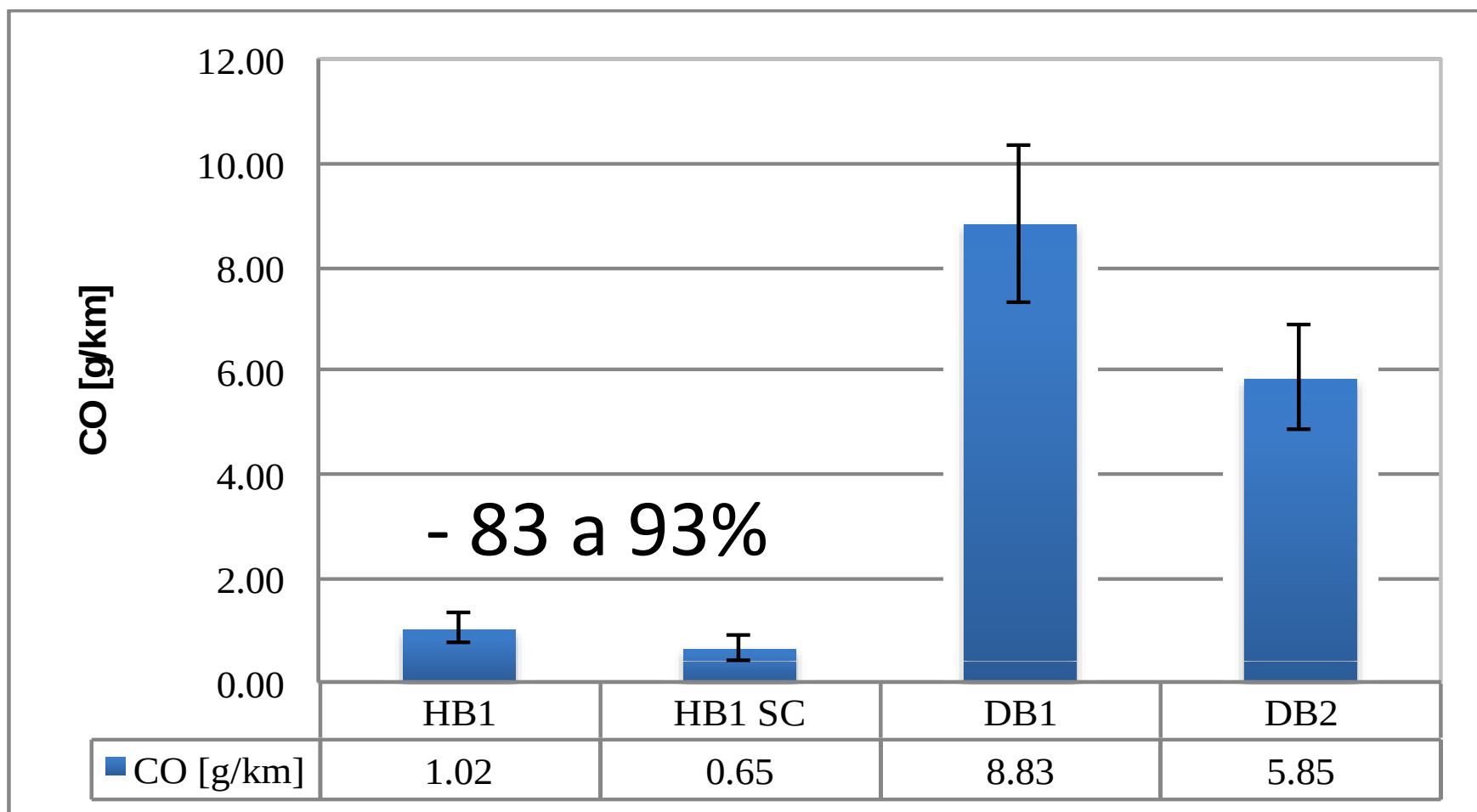
---

- Quando?
  - Agosto-Setembro, 2011
- Quantosônibus?
  - Um ônibus híbrido, 12m
  - Um sombra diesel 12m & outro 18m - Euro III

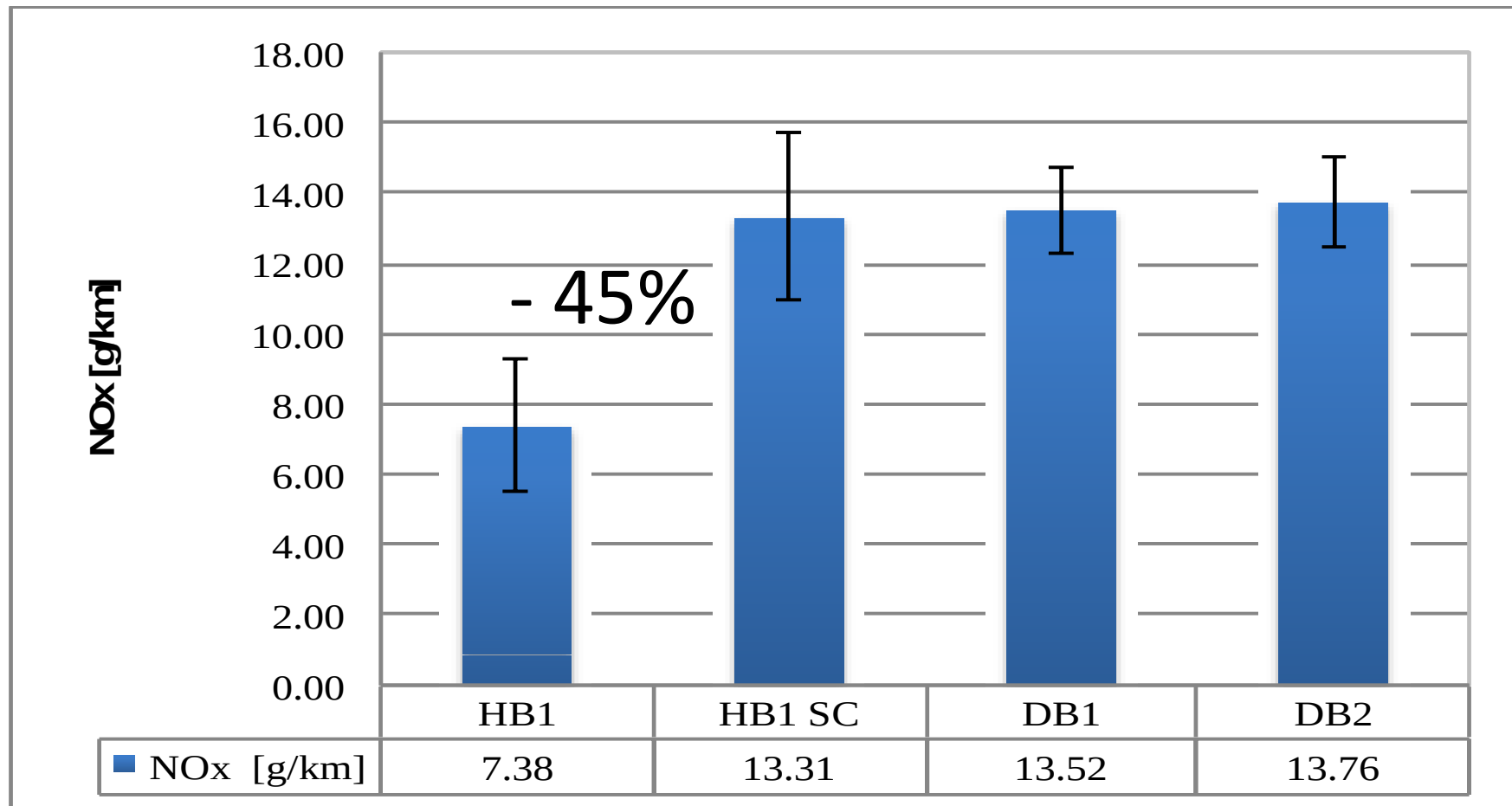
# SP: HC total



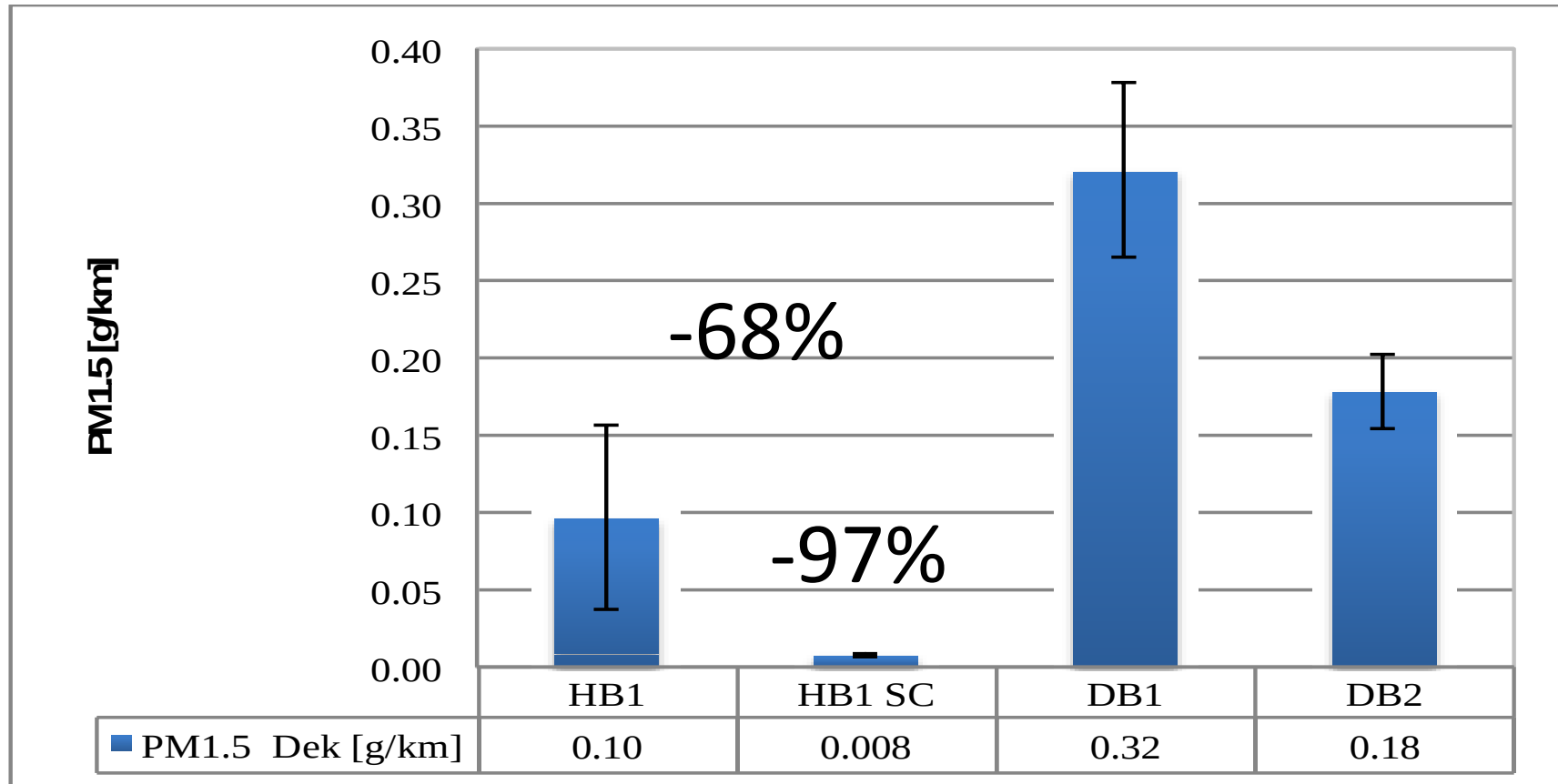
# SP: CO



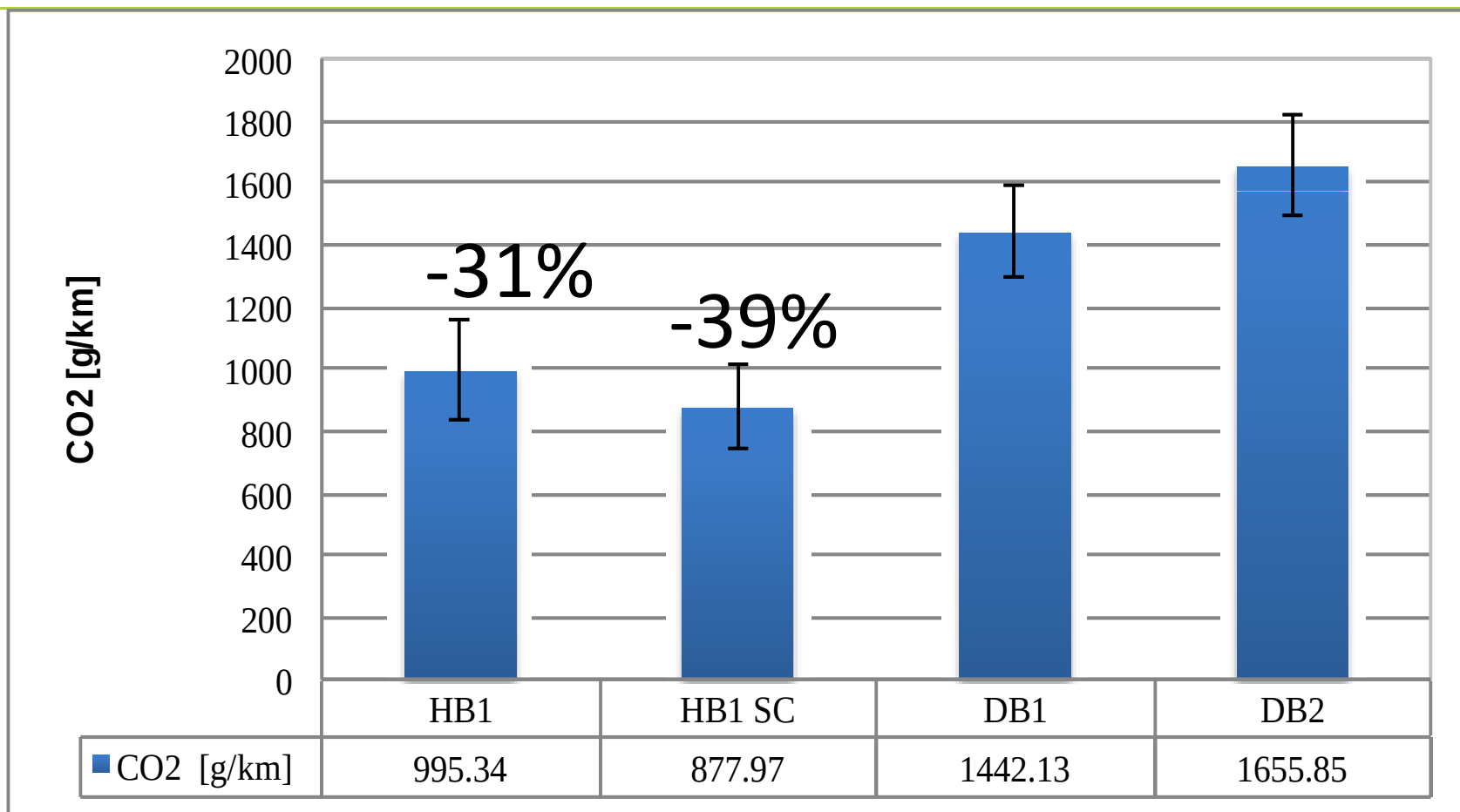
# SP: óxido de nitrogênio



# SP: PM1.5



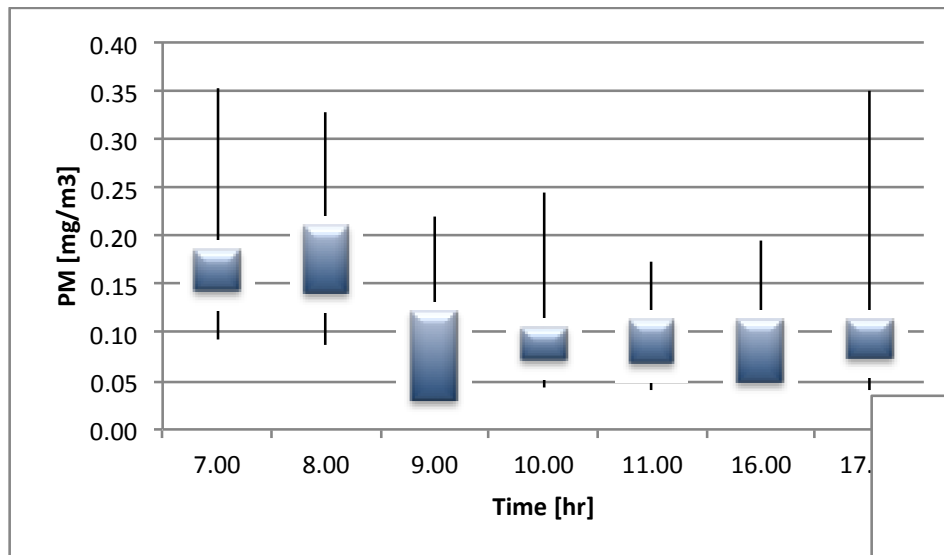
## SP: dióxido de carbono



## SP: dirigindo nas subidas e descidas

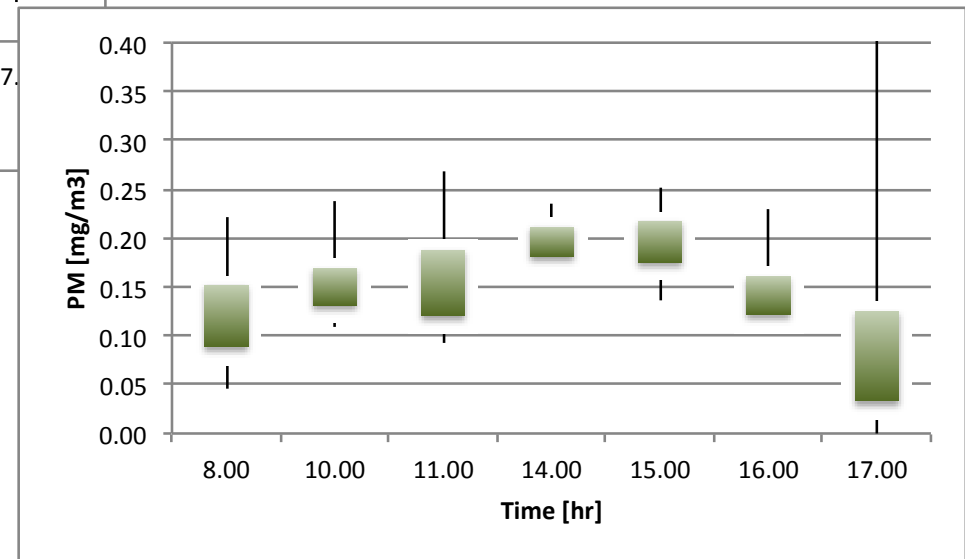
| Ônibus | Relevo                                                                                | THC<br>[g/km] | CO<br>[g/km] | NO <sub>x</sub><br>[g/km] | CO <sub>2</sub><br>[g/km] | PM <sub>1.5</sub><br>[g/km] |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| HB1    | 1    | 0.258         | 1.905        | 17.187                    | 1879.98                   | 0.525                       |
|        | 1    | 0.338         | 1.007        | 4.157                     | 469.12                    | 1.023                       |
|        | 2    | 0.150         | 1.844        | 13.972                    | 1950.03                   | 0.387                       |
|        | 2    | 0.014         | 1.073        | 2.249                     | 548.23                    | 0.024                       |
| DB1    | 1   | 0.347         | 9.566        | 20.899                    | 2385.43                   | 0.358                       |
|        | 1  | 0.181         | 4.297        | 9.304                     | 867.21                    | 0.168                       |
|        | 2  | 0.186         | 14.349       | 20.161                    | 2339.75                   | 0.580                       |
|        | 2  | 0.337         | 8.044        | 19.451                    | 1747.54                   | 0.155                       |

# SP: Aerosol emcabine

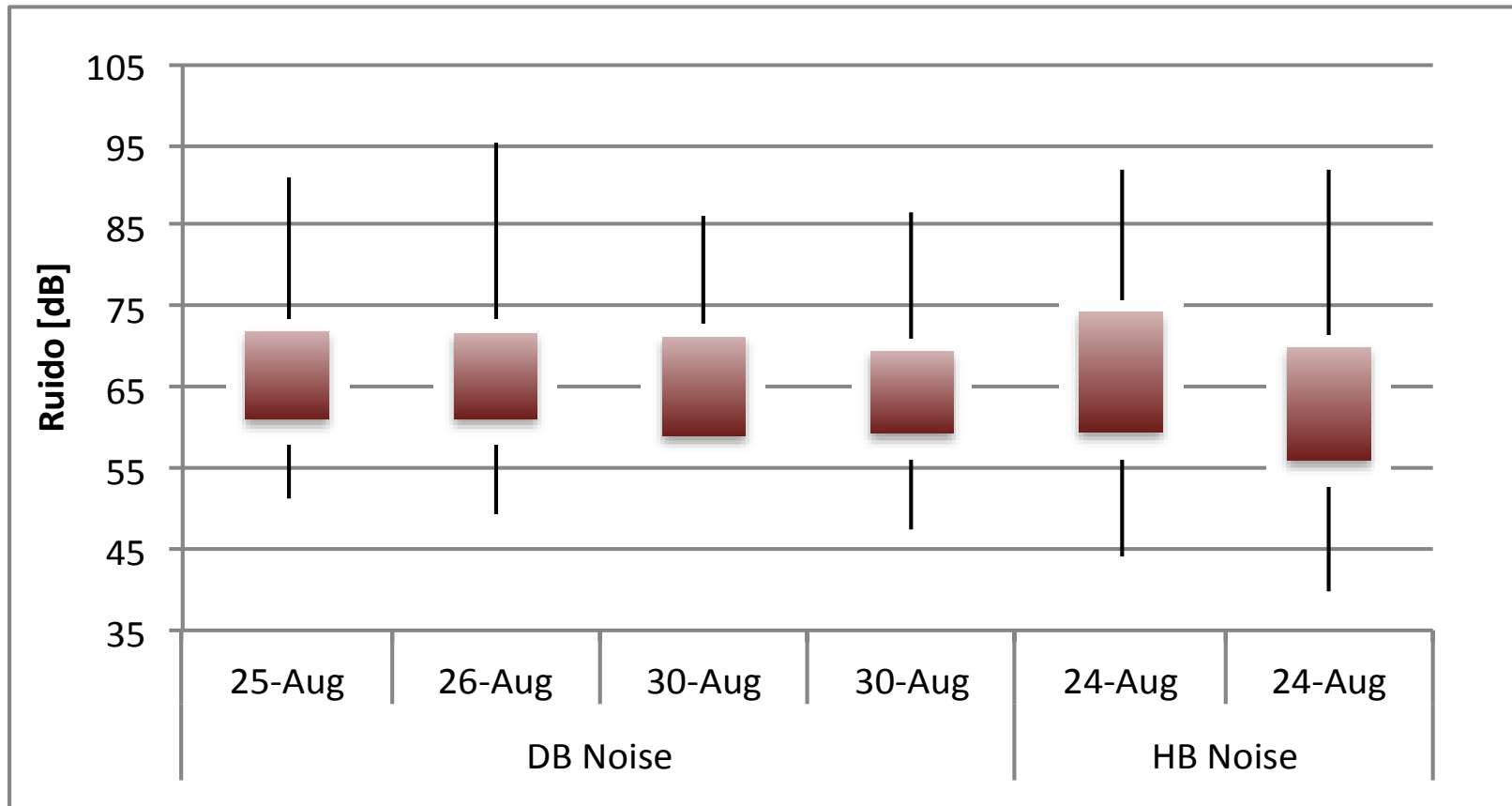


DB1

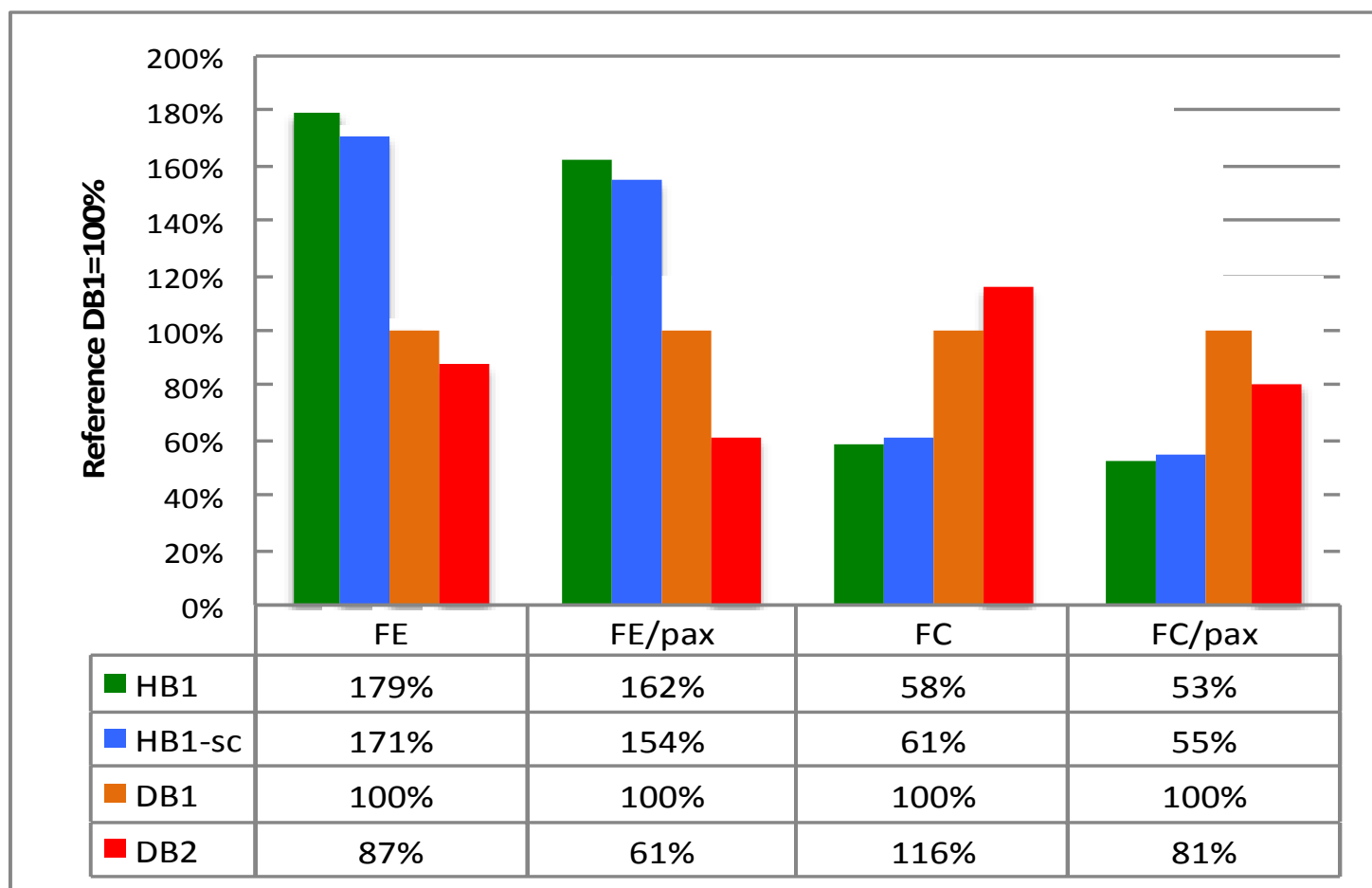
HB1



# SP: Barulhoemcabine



# SP: Eficiência e consumo em combustível



# Conclusões

---

- Grande redução nas emissões pelos híbridos
- Variação entre consumo de combustível em função de motoristas.
- Grande economia de combustível/energia
  - Híbridos entre 31% em altitude, 39% em planície
  - Ônibus elétricos entre 70% reduzido de consumo

# Conclusões

---

- Poluição dentro do ônibus devido emissões no tráfego;
- Alta economia em dinheiro por 100 km (caso Bogotá), grande variedade entre tecnologias, e desempenho melhor dos ônibus elétricos).

# Conclusões

---

- Custo de operação e manutenção afetam ciclos econômicos mais que custos de capital.
- Desafio de aumentar velocidade operacional (BRT).

## Próximos passos

---

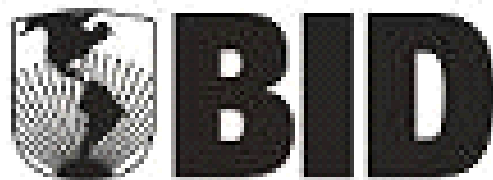
- Fase 2 em São Paulo (auto-trolebus, trolebus, elétrico a bateria e outro Híbrido);
- Testes em Santiago;
- Realizar o estudo econômico do programa e entregar em novembro 2012.
- Entregar o relatório final em dezembro 2012.

# Hybrid Electric Bus Test Program in Latin America

---



In partnership with:  
**CLINTON**  
**CLIMATE**  
**INITIATIVE**



---

# Muito Obrigado.

**Adalberto F. Maluf Filho**  
**City Director Sao Paulo**

**[amaluf@clintonfoundation.org](mailto:amaluf@clintonfoundation.org)**