

# Fórum de discussão dos resultados do ensaio de proficiência em Emissões Veiculares

2ª rodada

## O ensaio de emissão veicular

Astor V. Silva Filho

28 de Agosto de 2006

# Objetivo

- Apresentar:
  - O ensaio de emissões veiculares
  - O laboratório de emissões
  - As calibrações

# Ensaio de emissões veiculares.

## O que medir:

- Poluição = Queima Incompleta do Combustível

– Queima Completa:

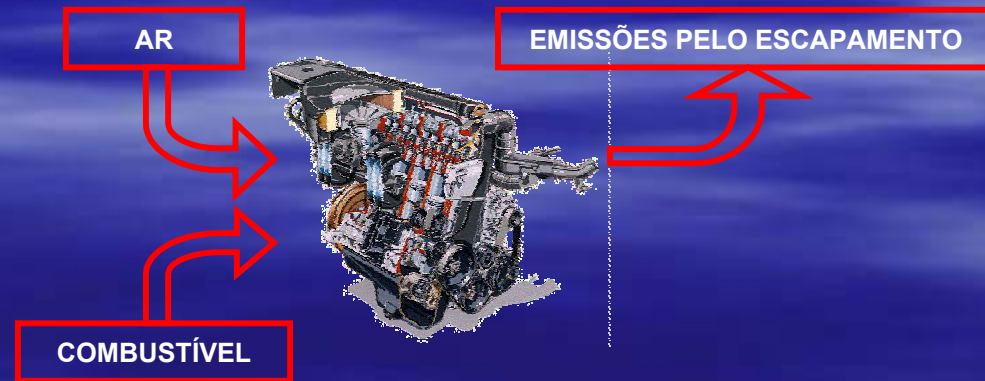
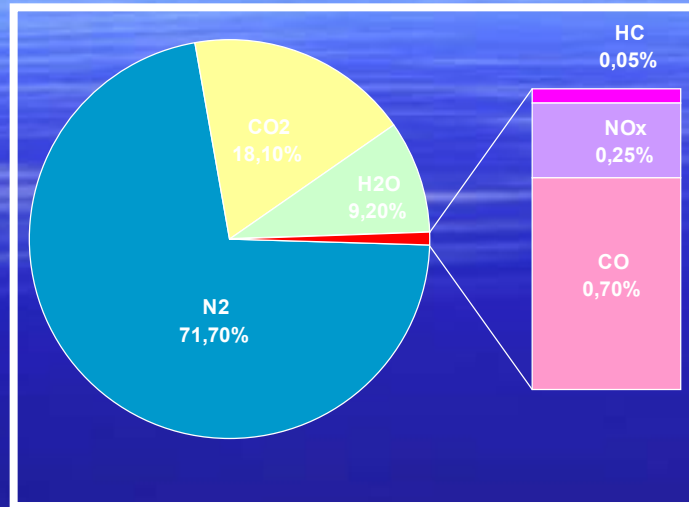


– Queima Real:



  
POLUENTES

# Emissões totais de um Veículo Leve



# Os limites

Limites para o mercado brasileiro

Ano	Limites (Ensaio: NBR 6601)						Auto
	CO (g/km)	HC (g/km)	NMHC (g/km)	NOx (g/km)	Aldeídos <sup>(2)</sup> (g/km)	Evap. <sup>(2)</sup> (g/teste)	Diagnose
2002	2	0,3	-	0,6	0,03	2	-
2006	2	0,3 <sup>(1)</sup>	0,16	0,25	0,03	2	-
2009	2	0,3 <sup>(1)</sup>	0,05	0,12	0,02	2	OBD

Obs: (1) – Aplicável somente para veículos movidos a gás GNV

(2) – Aplicável somente para veículos movidos a gasolina ou álcool

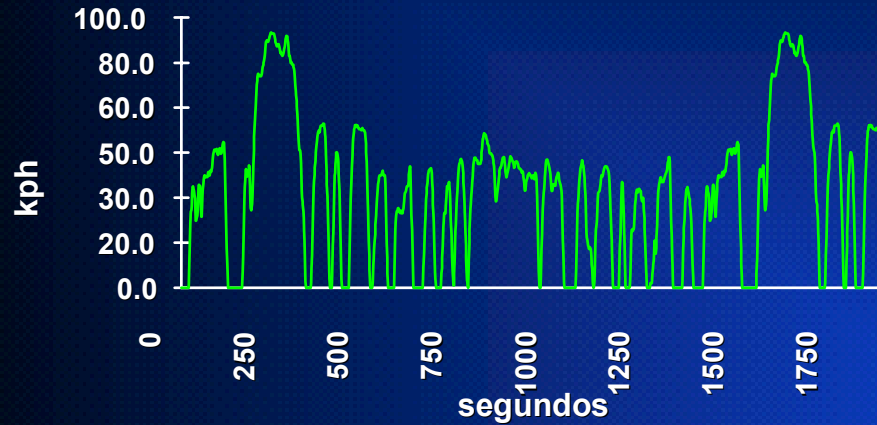
# Como medir

- Para o Brasil :
  - NBR 6601 – Medição das emissões de escapamento
  - NBR 11481 – Medição da emissão evaporativa
  - NBR 12026 – Medição da emissões de aldeídos
  - NBR 10972 – Medição da emissão de CO em marcha lenta
  - NBR 7024 – Medição do consumo de combustível
  - Projeto CB05-102.02.01- medição de álcool não queimado

# Principais ciclos de condução

## Brasil - U.S.

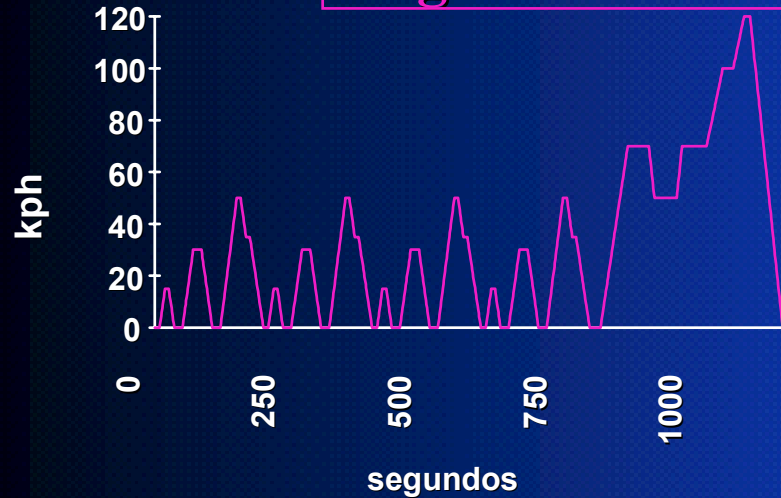
NBR 6601 - FTP-75



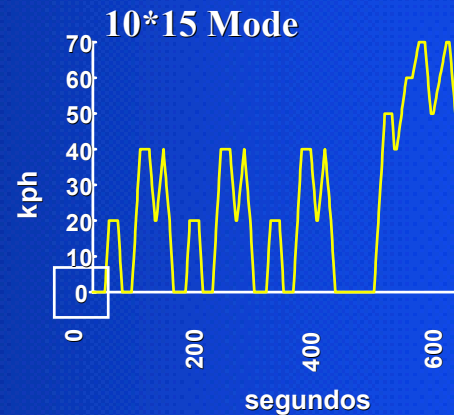
NBR 7024 - HWFET



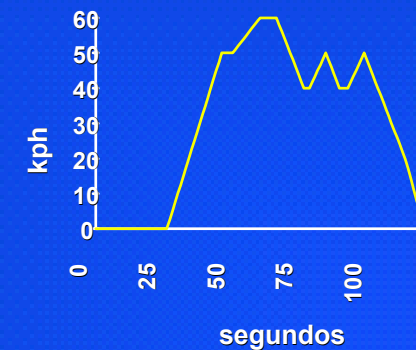
## Argentina - ECE



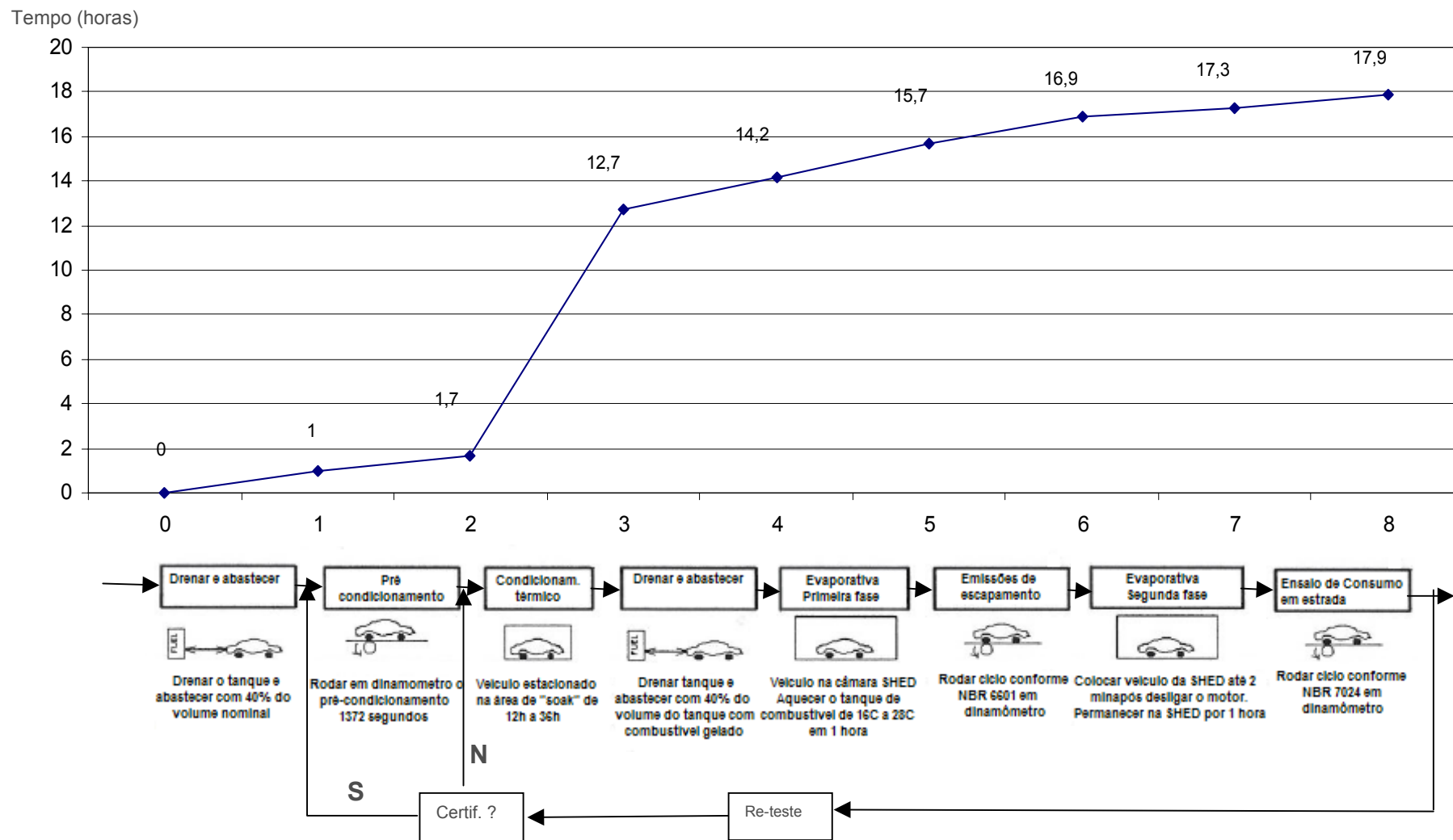
## Japan



11 Mode

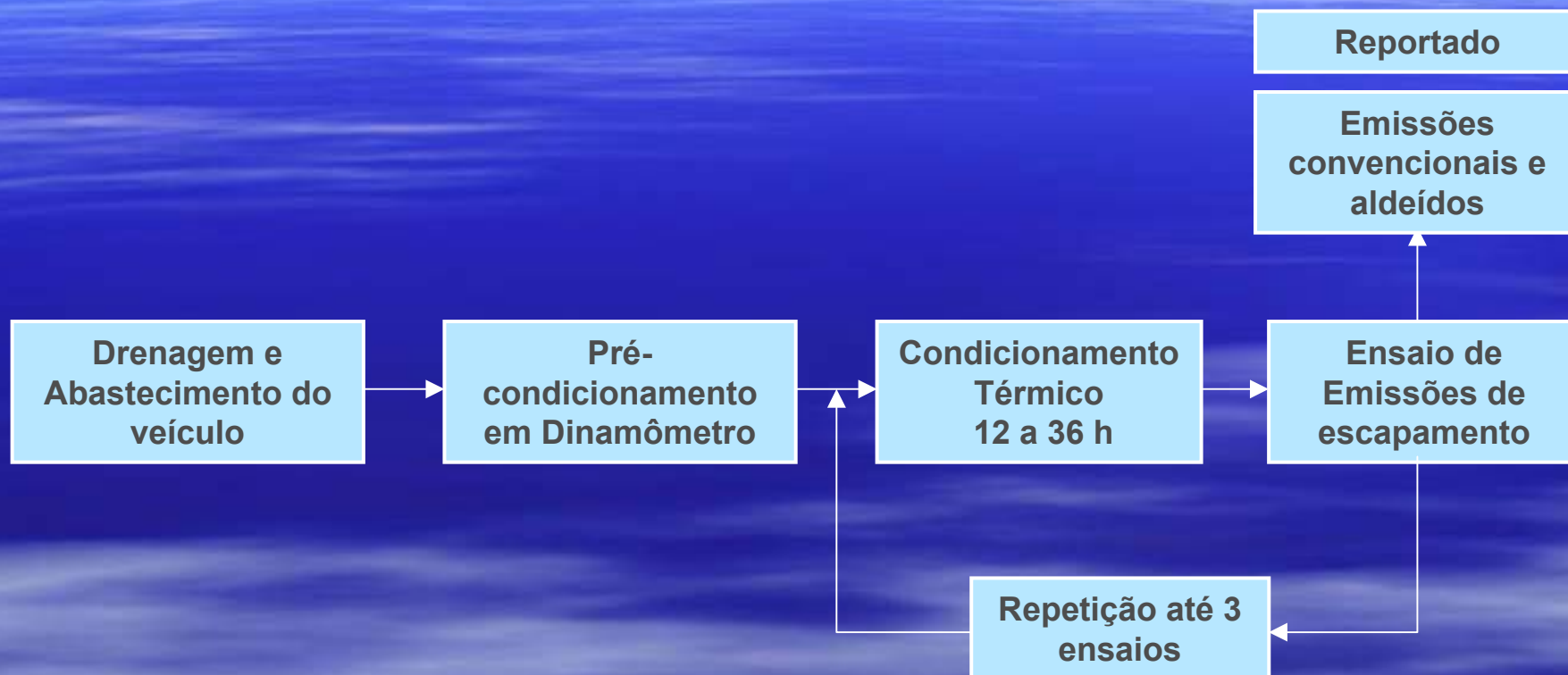


## Seqüência de um ensaio completo conforme NBR 6601, NBR 7024 e NBR 11481





# O ensaio realizado na Correlação INMETRO / AEA



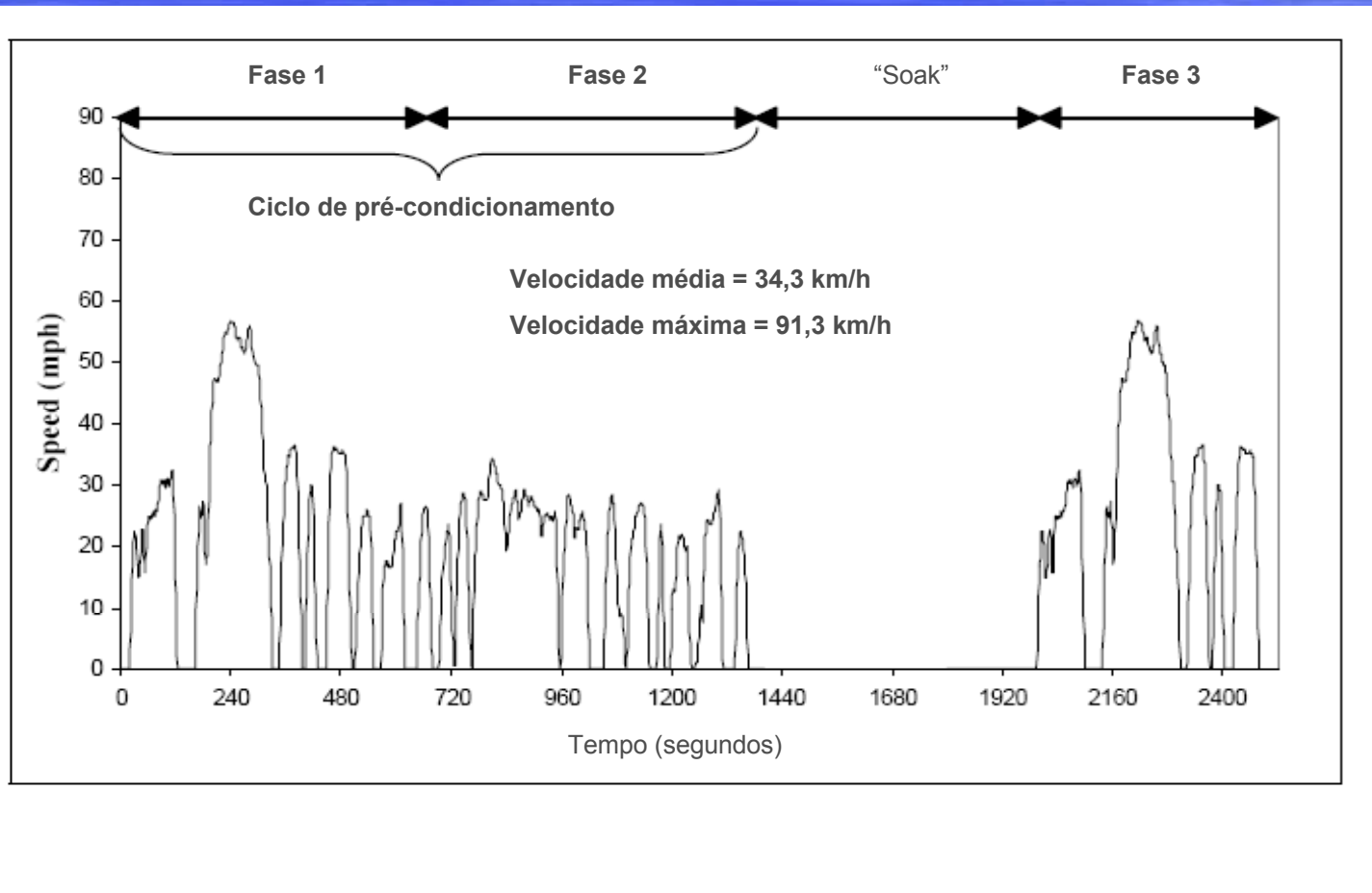
Foi utilizado o Dinamômetro da CETESB como referência para determinação da Potência absorvida pelos dinamômetros

# O ensaio conforme NBR 6601

Composto de 3 fases :

- **Primeira Fase ou Fase Fria** – inclui a partida com motor frio, tem duração de 505s e um percurso de 5,7 km;
- **Segunda Fase ou Fase estabilizada** – duração de 866 segundos e um percurso de 6,2 km;
- **“Soak”** - Entre a segunda e a terceira fases há um tempo de 10 minutos, quando o veículo em teste fica parado com o motor desligado. Não há amostragem de gás nesse período;
- **Terceira Fase ou Fase quente** – inclui uma partida com motor aquecido e é similar à primeira fase.

# Ciclo de condução conforme NBR 6601



## Cálculo da emissão de escapamento conforme NBR 6601

- Massa emitida do gás **g** em cada fase, com volume total emitido  $V_{mix}$ , densidade do gás **dg**, e concentração **Cg**:

$$Mg = V_{mix} \times dg \times (Cg / 1,000,000) \times K$$

Sendo:

$$Cg = Cd - Ca \times (1 - 1/DF)$$

$K = f(\text{Pressão Barométrica, Umidade Relativa e temperatura})$  – Somente para  $NO_x$

**Cd** é a concentração do gás diluído, **Ca** é a concentração do ar de diluição, e **DF** é o fator de diluição.

– Fator de Diluição **DF**, por balanço de carbono assumindo estequiometria:

$$DF = 13.4 / [CO_{2d} + (HC_d + CO_d) \times 10^{-4}]$$

## Cálculo da emissão de escapamento conforme NBR 6601

Massa Total  $M_t$  do gás **g** :

$$M_{t_g} = 0.43 \times \frac{M_1 + M_2}{D_1 + D_2} + 0.57 \times \frac{M_3 + M_2}{D_3 + D_2}$$

Onde :

1,2 e 3 representam as fases 1,2 e 3 respectivamente, e

D é a distância percorrida em cada fase do ensaio

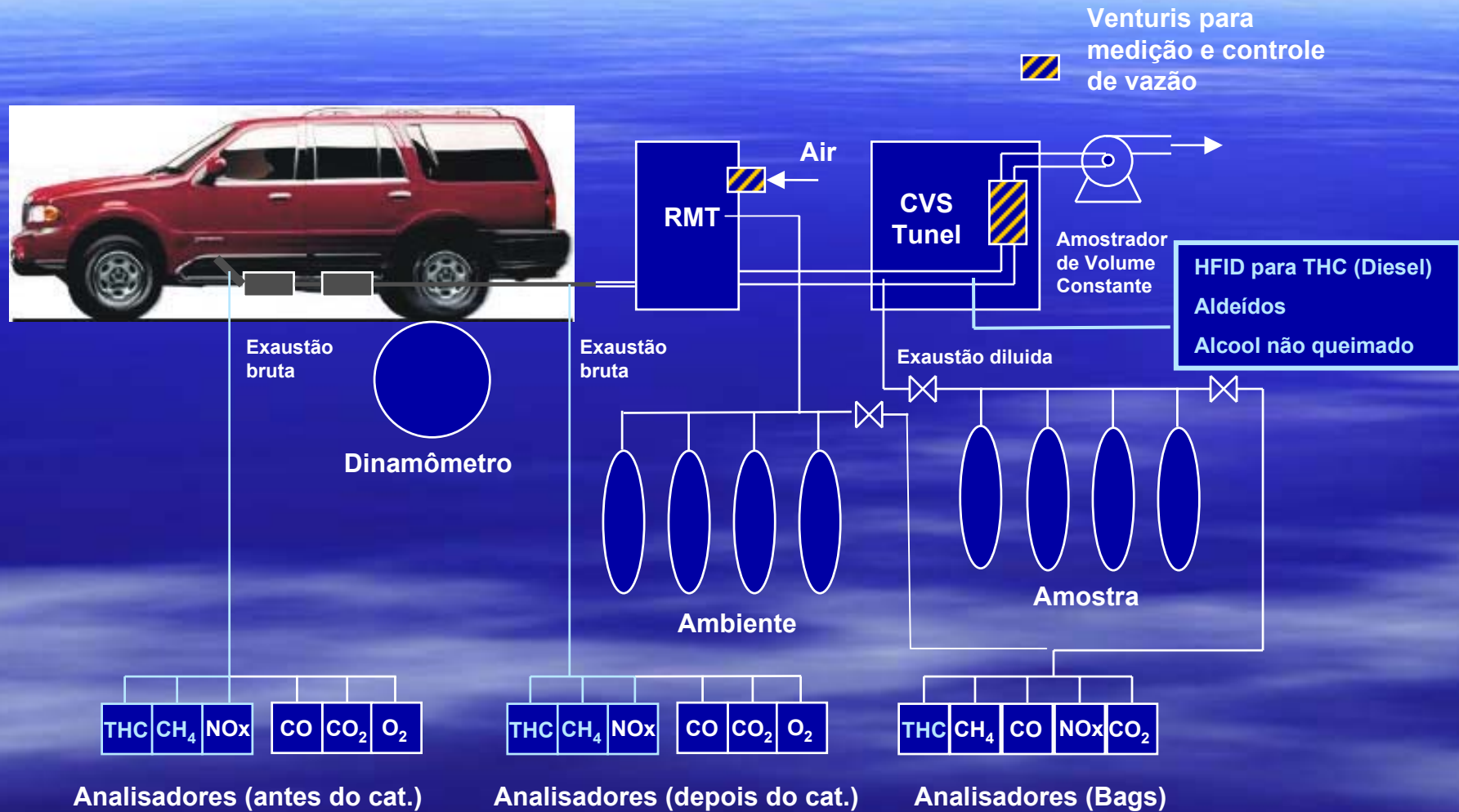
# O Laboratório de Emissões Veiculares

- Área para preparação do veículo para teste
  - Drenagem e abastecimento de combustível
- Área para condicionamento térmico do veículo (20°C a 30°C)
- Célula para ensaios de emissões de escapamento e consumo de combustível
- Sala de controle
- Central de gases de calibração
- Câmara selada (SHED) para emissões evaporativas
- Laboratório Químico para determinação de aldeídos e álcool não queimado nas emissões de escapamento

# O Laboratório de Emissões Veiculares

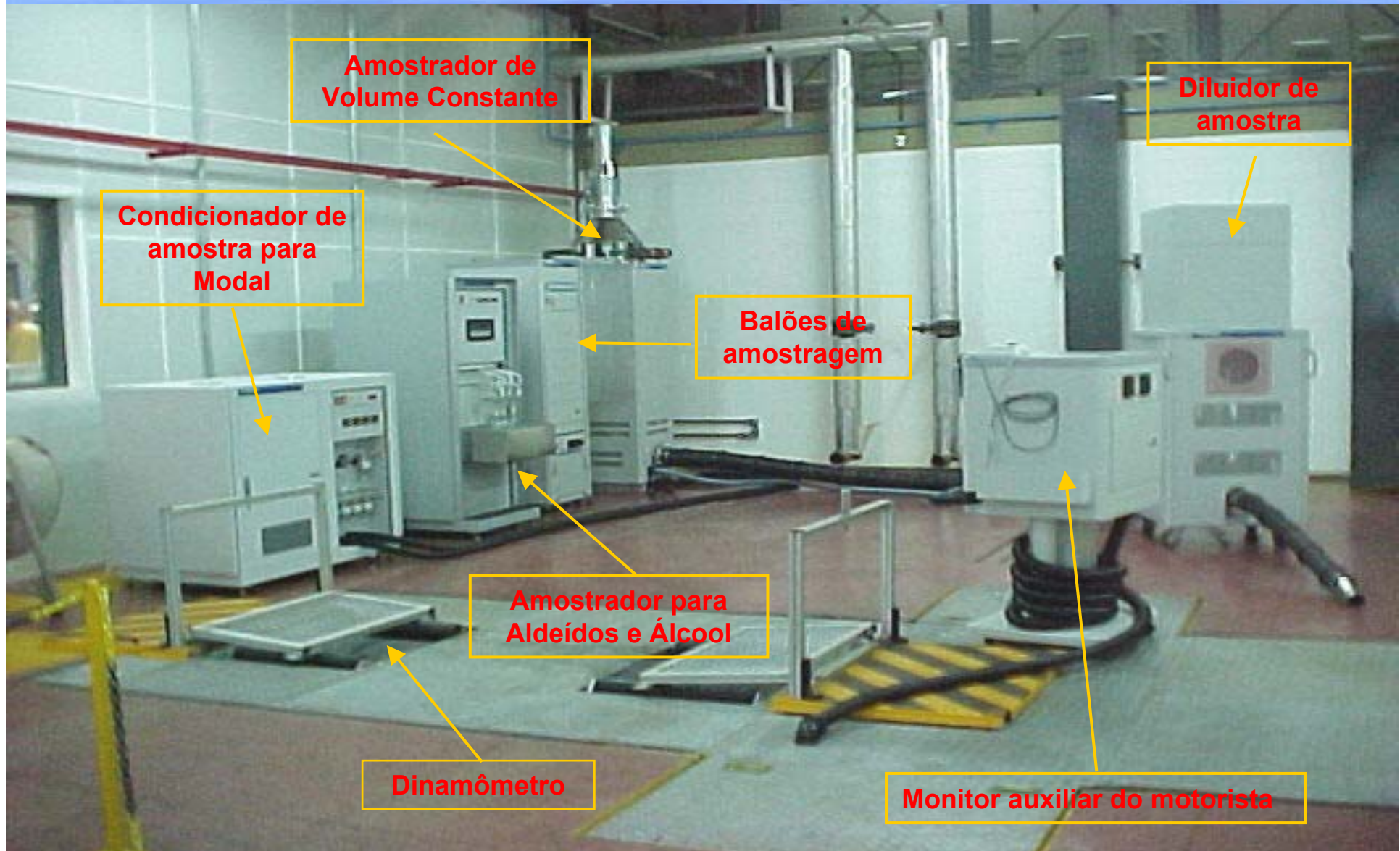
- Realiza:
  - Ensaio de certificação
  - Ensaio de desenvolvimento
  - Ensaio para controle de qualidade da produção
  - Ensaio para acompanhamento da durabilidade dos componentes de controle das emissões e determinação do fator de deterioração (80.000km)

# Esquema de um laboratório de emissões veiculares





# O Laboratório de Emissões e seus equipamentos



# O Laboratório de Emissões e seus equipamentos



**Bancada tripla de analisadores**

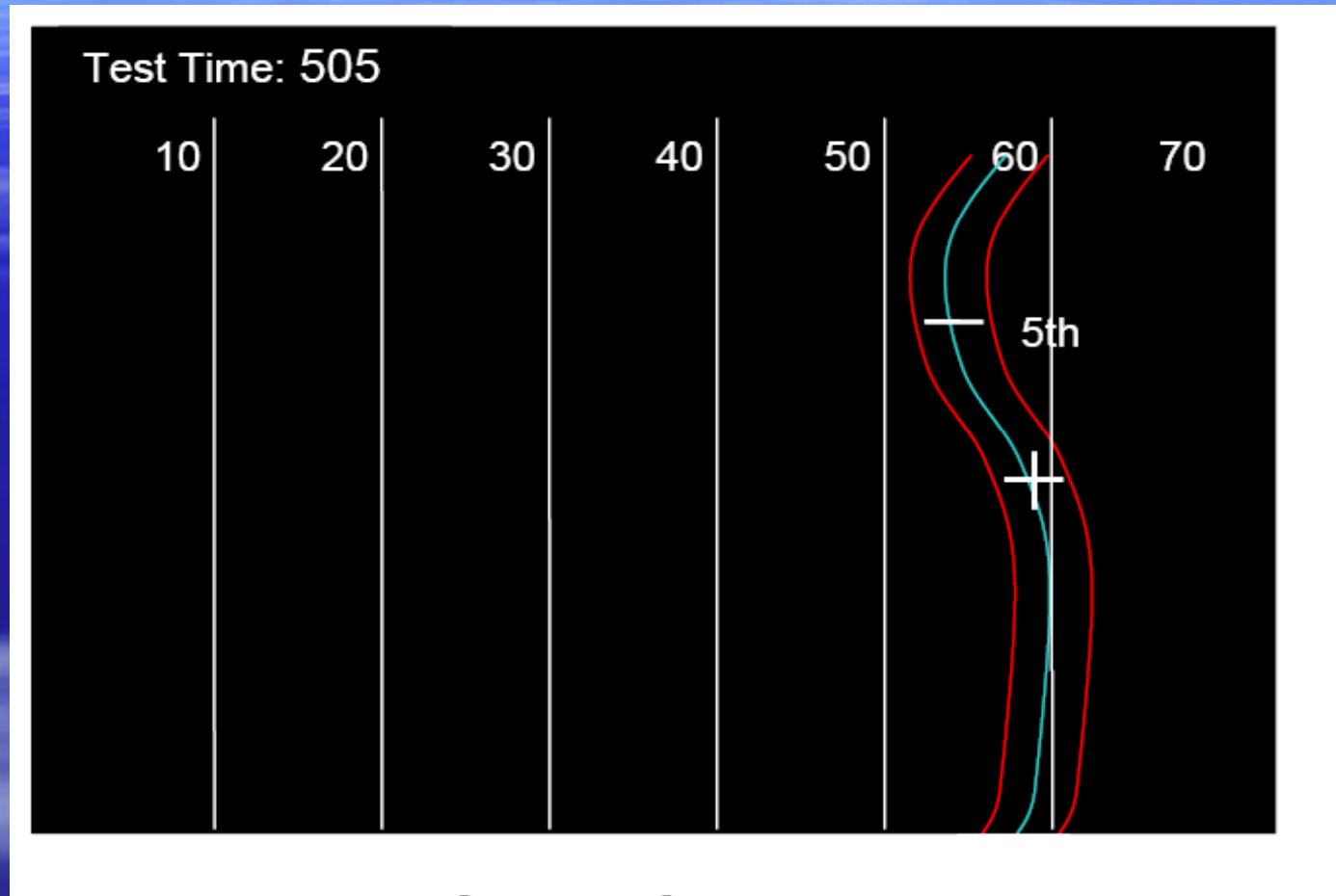


**Computadores para controle e aquisição de dados do ensaio**



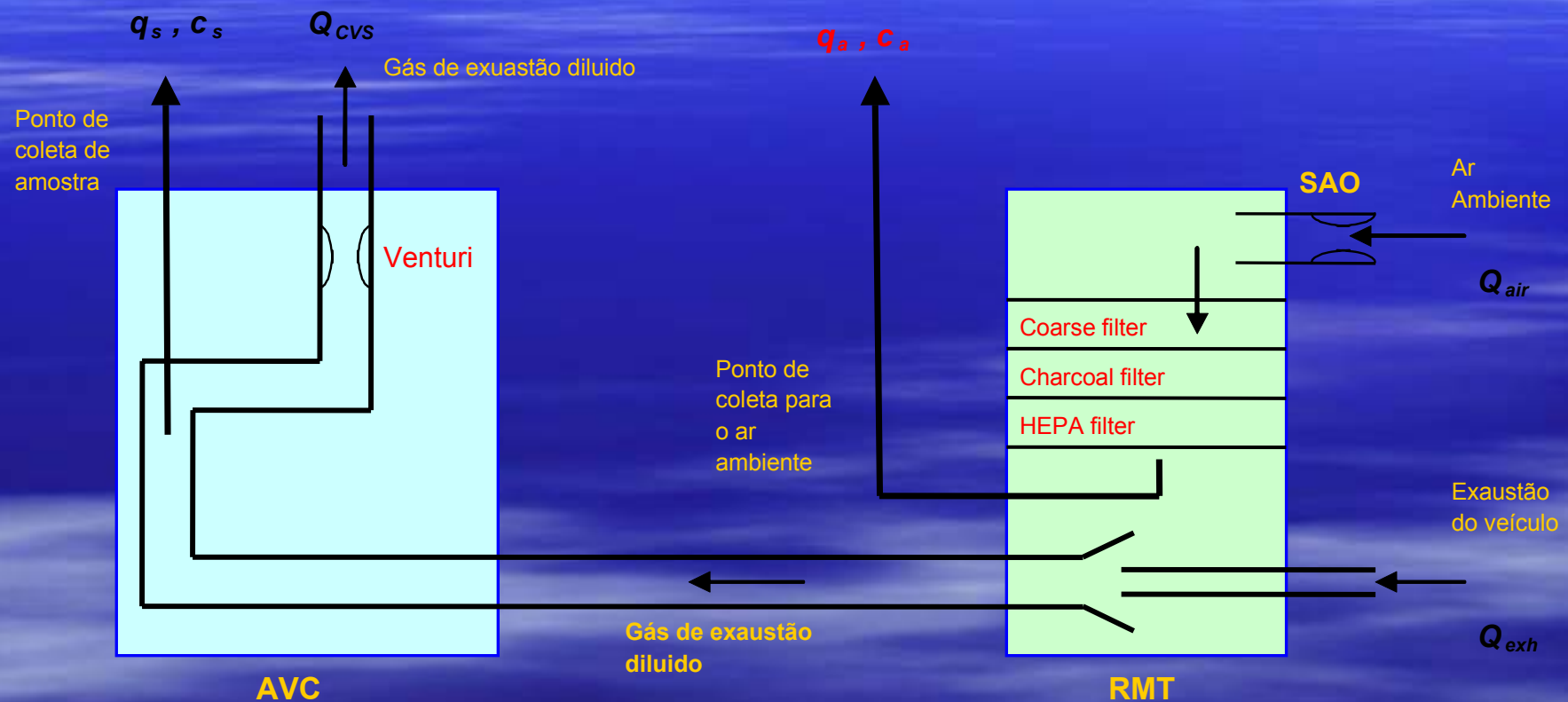
**Central de gases de calibração**

# Tela do Monitor Auxiliar do Motorista

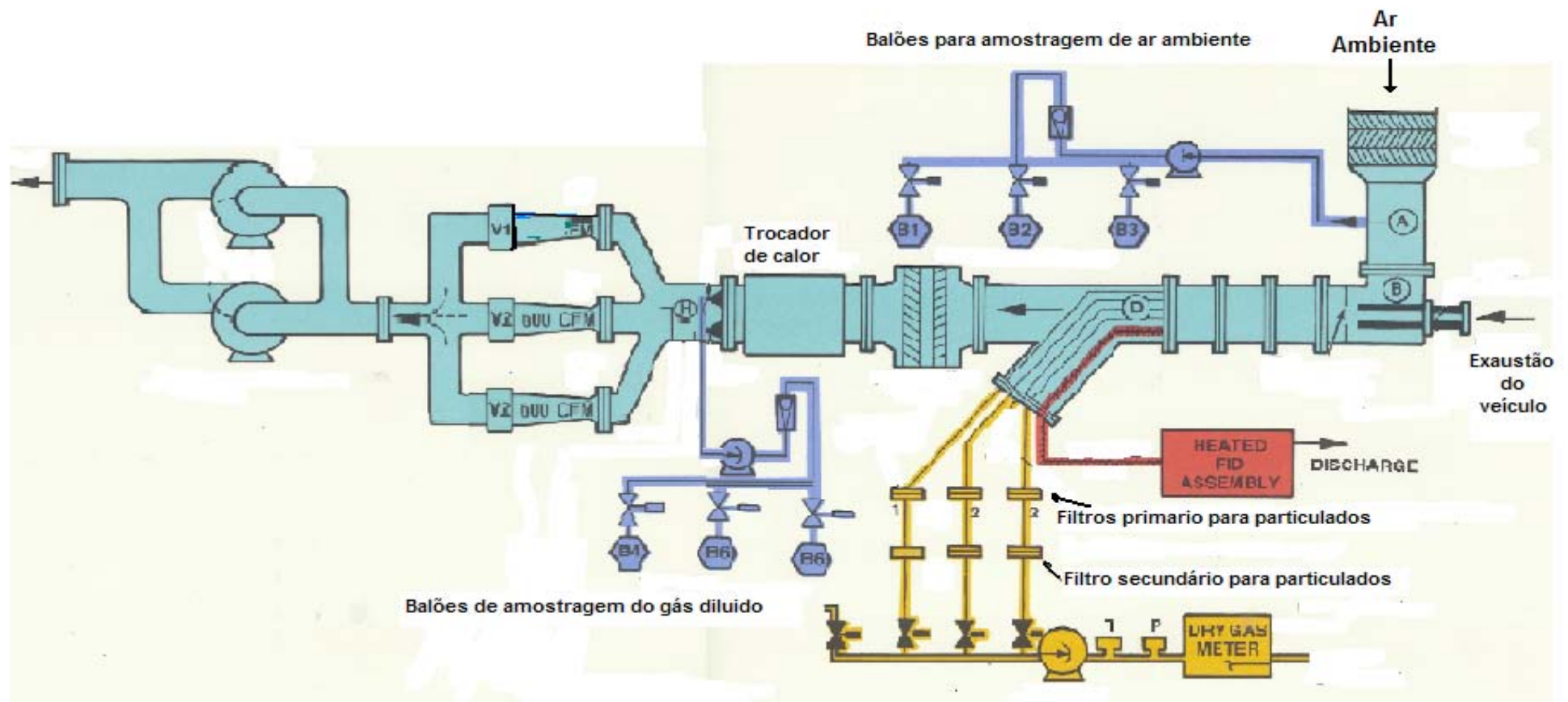


Tolerância dentro da faixa de condução =  $\pm 3,2\text{km/h}$

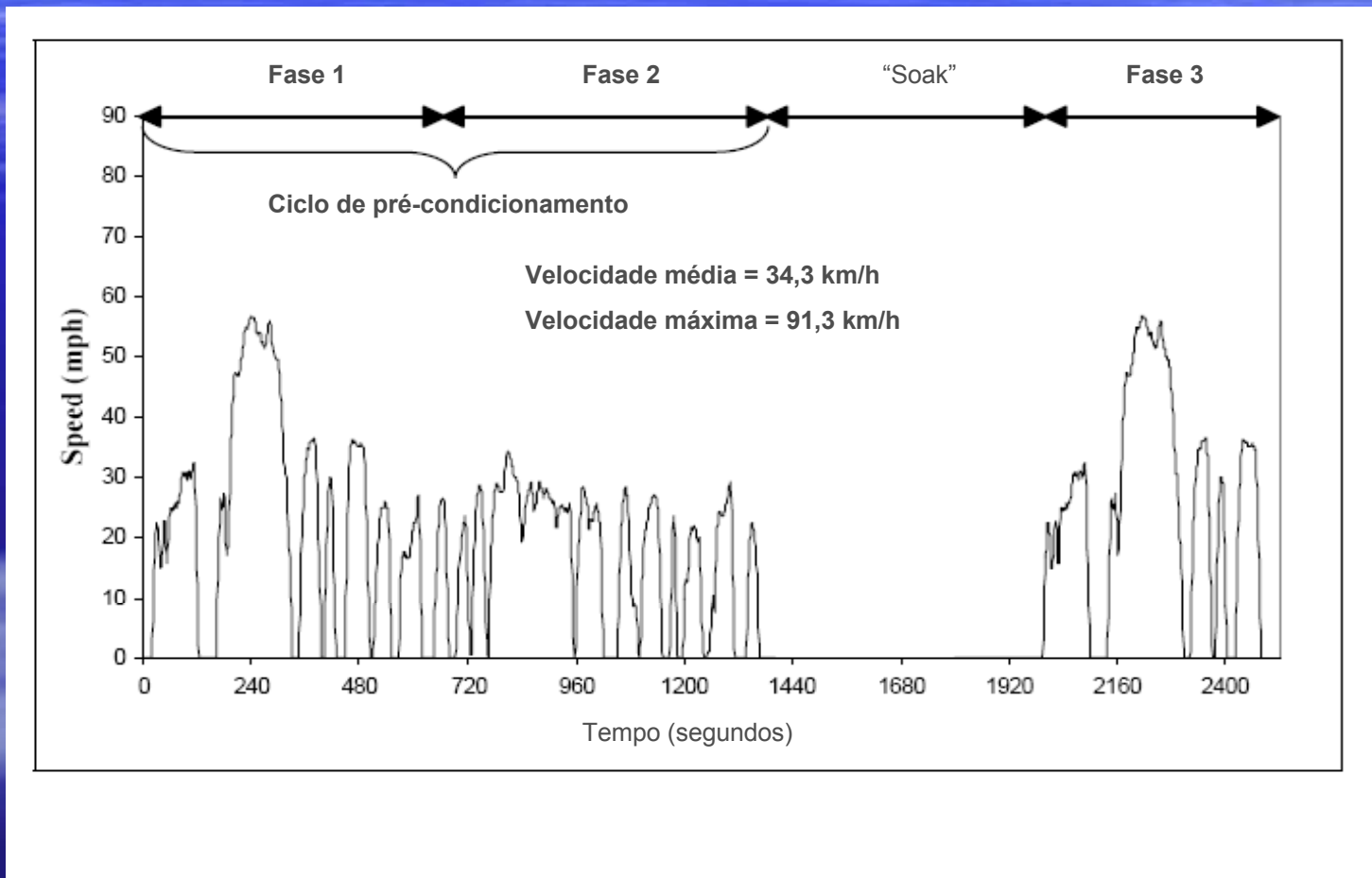
# Amostrador de Volume Constante



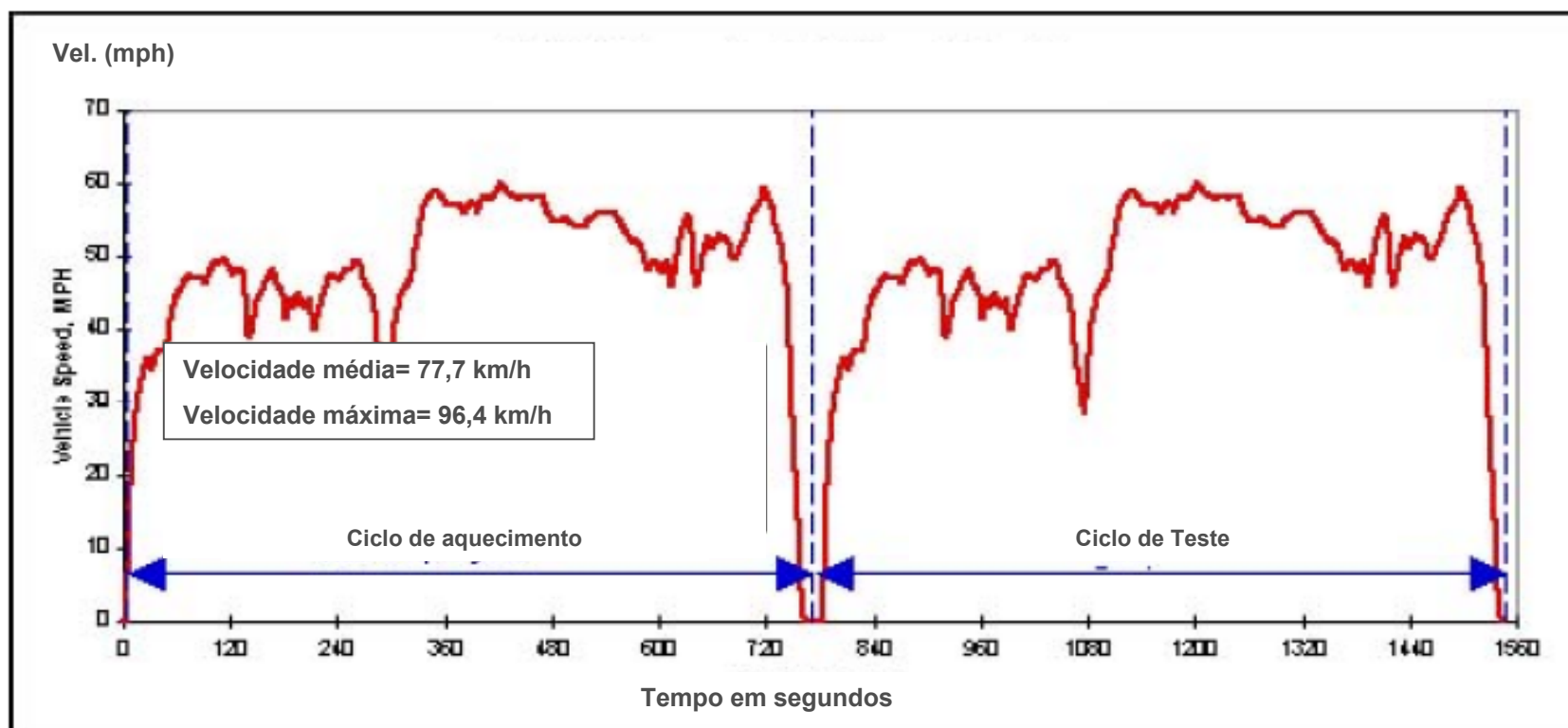
## Sistema de amostragem para veículos a Diesel



# Ciclo de condução para ensaio de consumo em cidade conforme NBR 7024



# Ciclo de condução para ensaio de consumo em estrada conforme NBR 7024



# Cálculo do consumo de combustível

- **Método volumétrico**

- Pela medição direta do volume de combustível consumido durante o ciclo de condução.

- **Método gravimétrico**

- Pela medição direta da massa de combustível consumida durante o ciclo de condução.

- **Método por balanço de carbono**

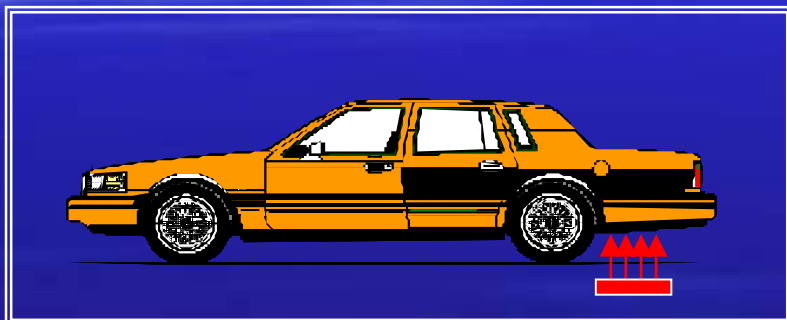
- É calculado a partir das massas de HC, CO e CO<sub>2</sub> emitidas pelo veículo durante o ciclo de condução.



# Ensaio de emissões evaporativas

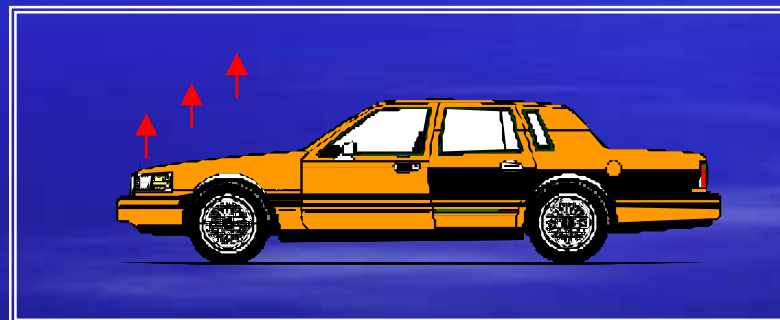
NBR 11481

Fase 1



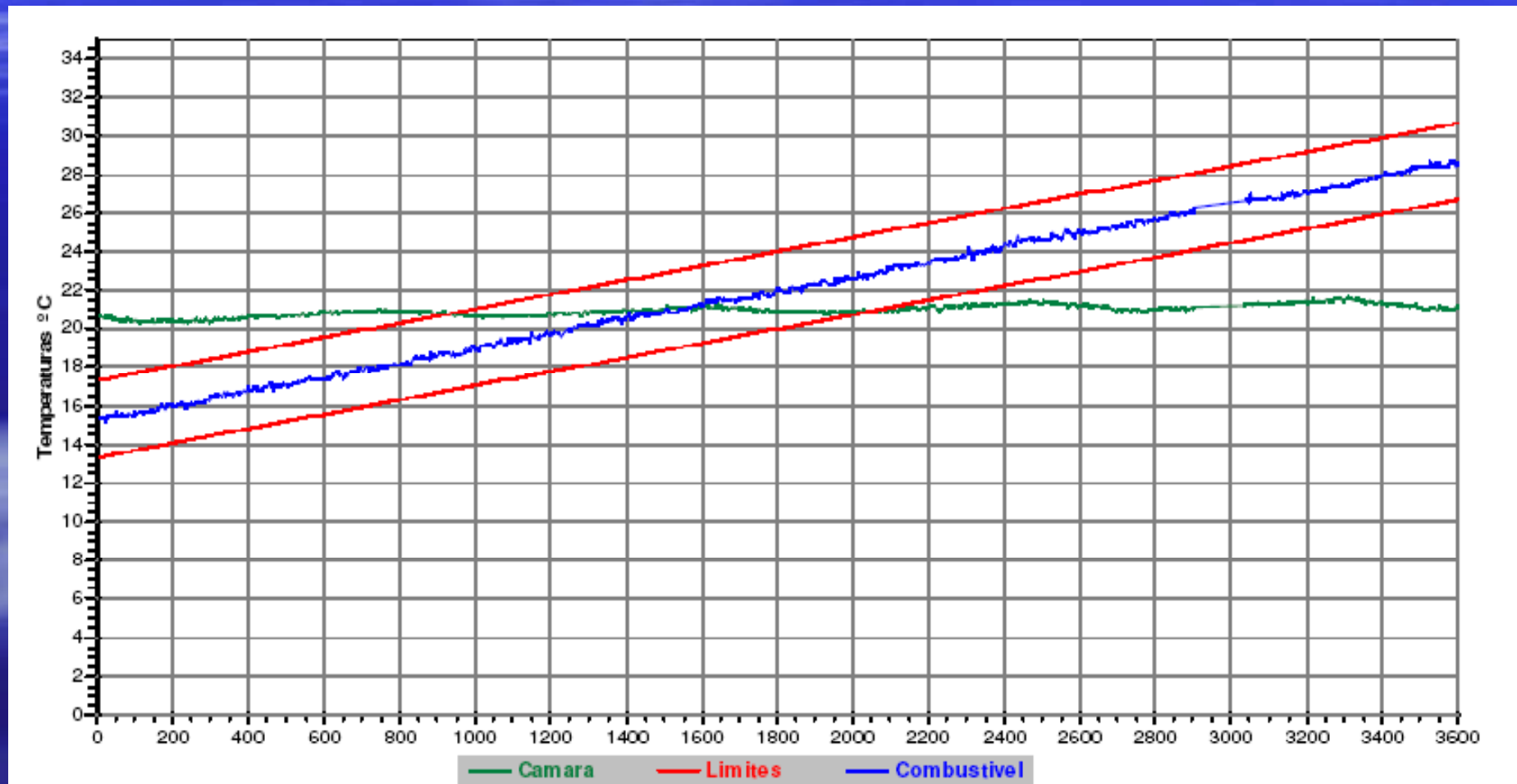
- Aquecimento do combustível de 16°C a 28°C em 1h
- Motor do veículo à temperatura ambiente
- Duração do ensaio: 1h

Fase 2



- Motor do veículo aquecido após rodar um ciclo de condução urbana conforme NBR 6601
- Duração do ensaio: 1h

# Reta típica de aquecimento do tanque de combustível durante a fase 1



# Cálculo da massa evaporada

- Massa evaporada em cada fase n:

$$M_n = K \times (V_{shed} - V_{veículo}) \times (C_f - C_i)$$

K = constante do vapor do combustível

C<sub>f</sub> = Concentração de HC ao final do ensaio

C<sub>i</sub> = Concentração de HC no início do ensaio

V<sub>shed</sub> = Volume da câmara SHED

V<sub>veículo</sub> = Volume do veículo = 1,42 m<sup>3</sup>

- Massa evaporada total:

$$M_t = M_1 + M_2$$

# Configuração típica da SHED