



Escola Politécnica - USP

**O Etanol na Era do veículo Elétrico
Transporte Verde e Eficiente**

O Etanol como Combustível: Características e Oportunidades

**Francisco E. B. Nigro
Escola Politécnica - USP
São Paulo, 04/05/11**



Escola Politécnica - USP

Sumário da Apresentação

- 1. Propriedades de combustíveis para motores de ignição por centelha**
- 2. Características diferenciadas do etanol**
- 3. Desafio de bem usar as propriedades segundo a aplicação (a arte da engenharia)**



Escola Politécnica - USP

COMBUSTÍVEL NATURAL PARA MOTOR OTTO

Propriedades Físicas e Químicas Fundamentais

- **RESISTÊNCIA À DETONAÇÃO**
- **VOLATILIDADE**

Propriedades Complementares

- **ESTABILIDADE**
- **COMPATIBILIDADE COM OUTROS MATERIAIS**



Escola Politécnica - USP

COMBUSTÍVEL NATURAL PARA MOTOR OTTO

Especificações para gasolina

- OCTANAGEM
- CURVA DE DESTILAÇÃO
- PRESSÃO DE VAPOR
- GOMA ATUAL E PERÍODO DE INDUÇÃO
- DENSIDADE
- ASPECTO
- CORROSIVIDADE
- TEOR DE ENXOFRE



Escola Politécnica - USP

COMBUSTÍVEIS PARA VEÍCULOS

Características Desejáveis

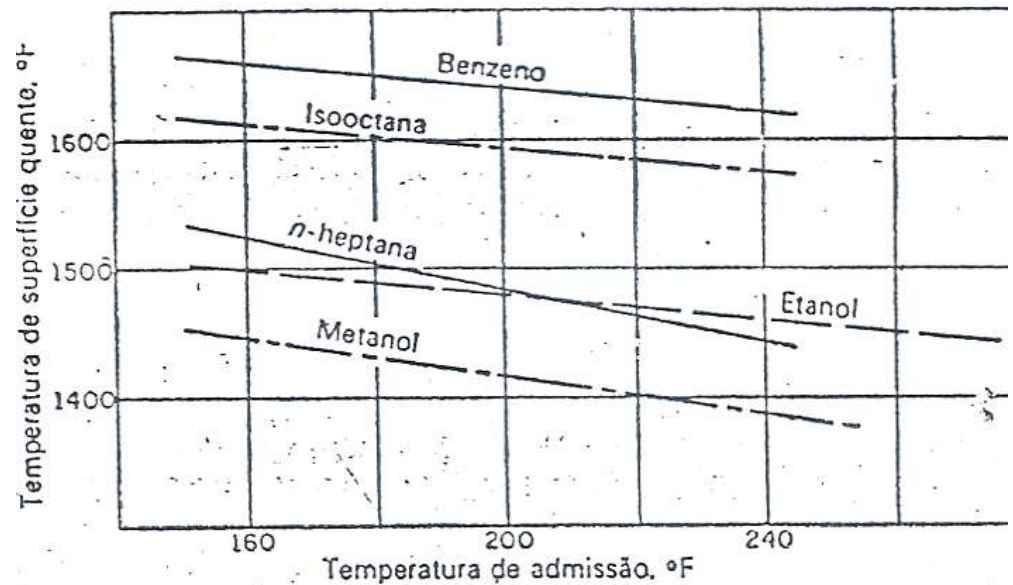
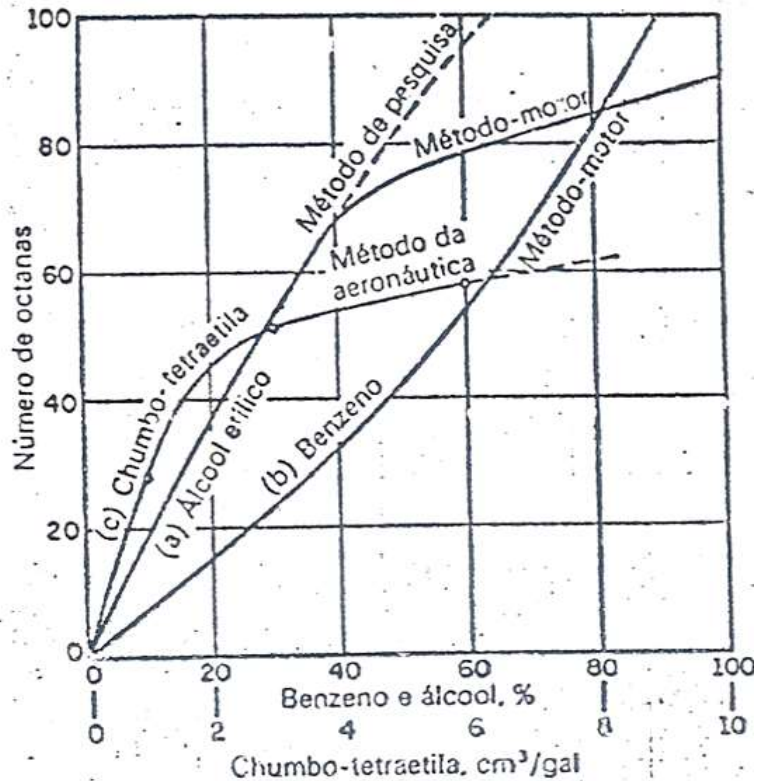
- **DISPONIBILIDADE AMPLA**
- **REDUZIDO CUSTO ENERGÉTICO**
- **BAIXO IMPACTO AMBIENTAL**



Escola Politécnica - USP

ETANOL – RESISTÊNCIA À DETONAÇÃO

Taxas de compressão mais elevadas e maior rendimento térmico, mas com alta sensibilidade a pontos quentes

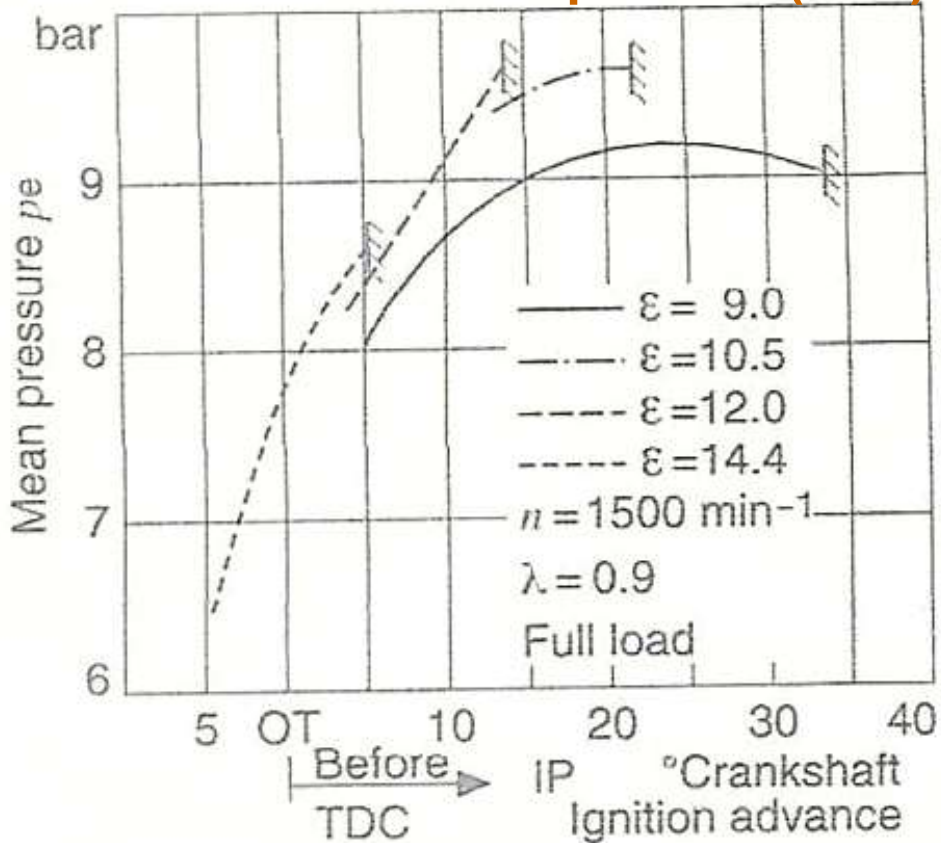




Escola Politécnica - USP

ETANOL – RESISTÊNCIA À DETONAÇÃO

Avanço do ângulo de ignição pode, até certo ponto, dispensar aumento de taxa de compressão (Flex).

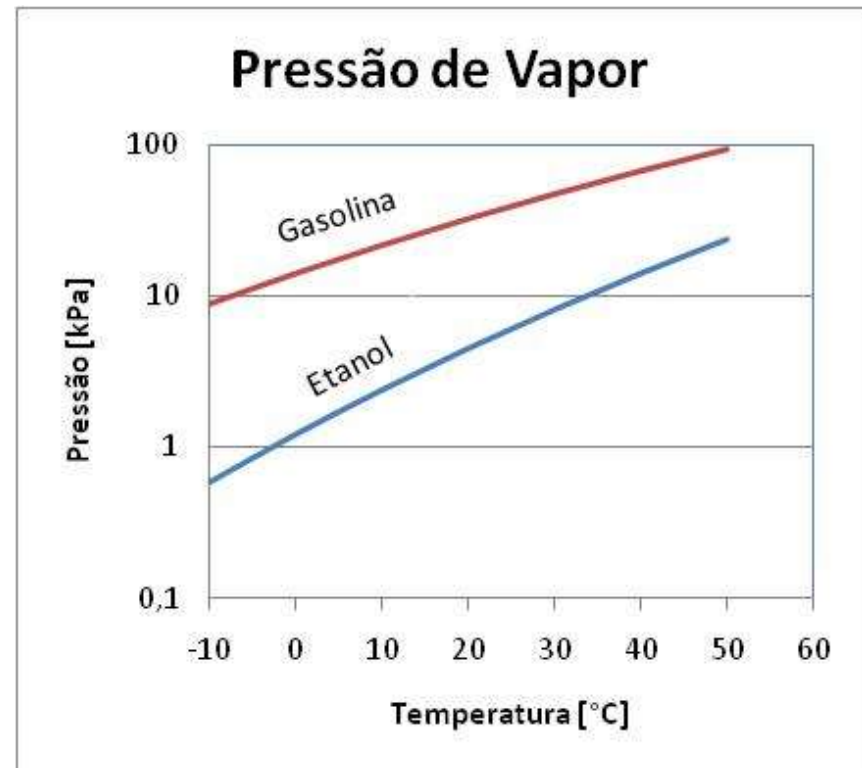
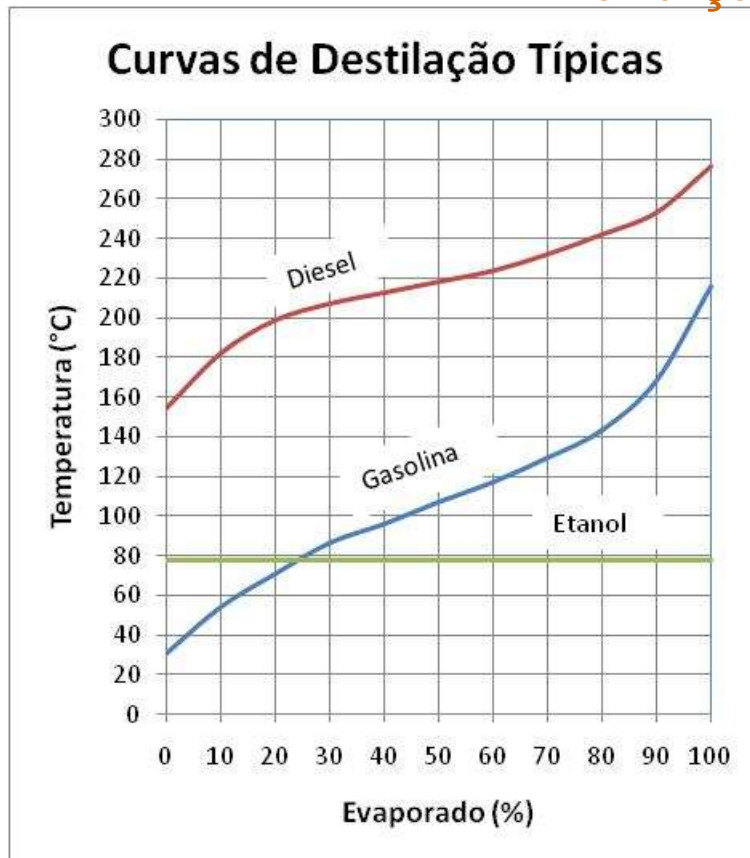




Escola Politécnica - USP

ETANOL - VOLATILIDADE

Dificuldades de partida e dirigibilidade a frio, mas menor diluição de lubrificante





Escola Politécnica - USP

ETANOL – OUTRAS CARACTERÍSTICAS

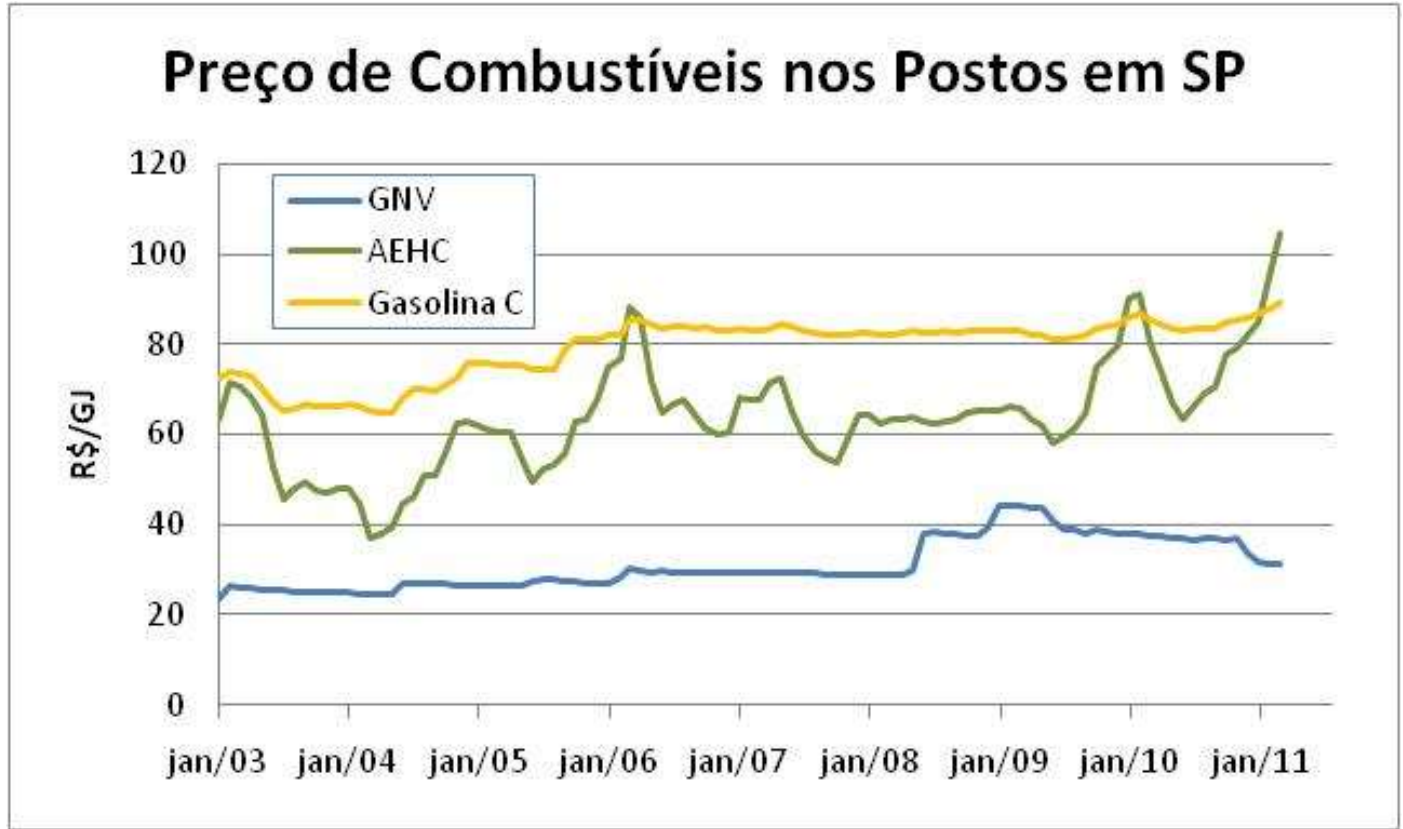
Aspectos técnicos e econômicos

- OXIGENADO (35% em massa) → Redução de CO e HC no motor
- PODER CALORÍFICO REDUZIDO (60% da gasolina; maior consumo de combustível)
- CALOR LATENTE DE VAPORIZAÇÃO (3,2 % do PCI X 0,7 % para a gasolina)
- CORROSIVIDADE DE MATERIAIS METÁLICOS – Mais agressivo que a gasolina
- COMPATIBILIDADE QUÍMICA (materiais diferentes daqueles compatíveis com gasolina)
- SUBSTÂNCIA PURA (pode ser útil para o futuro controle da combustão; HCCI)
- ESTABILIDADE (melhor que a da gasolina)



Escola Politécnica - USP

ETANOL – PREÇO COMPETITIVO



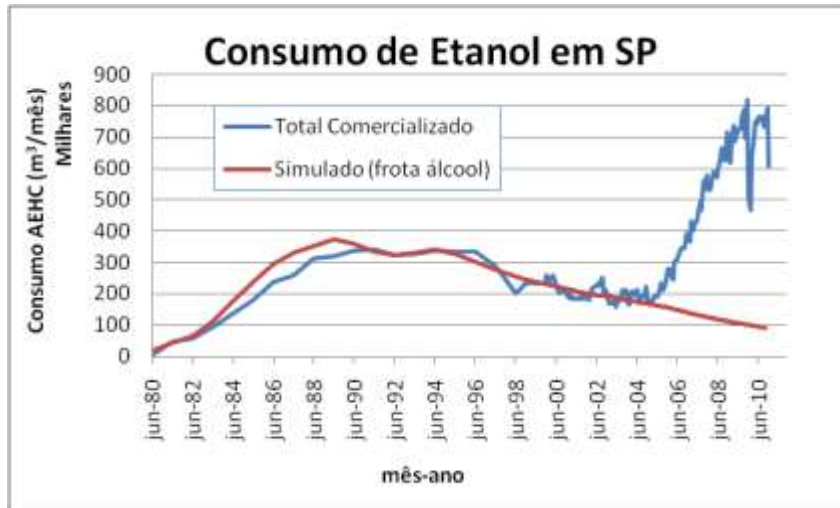


Escola Politécnica - USP

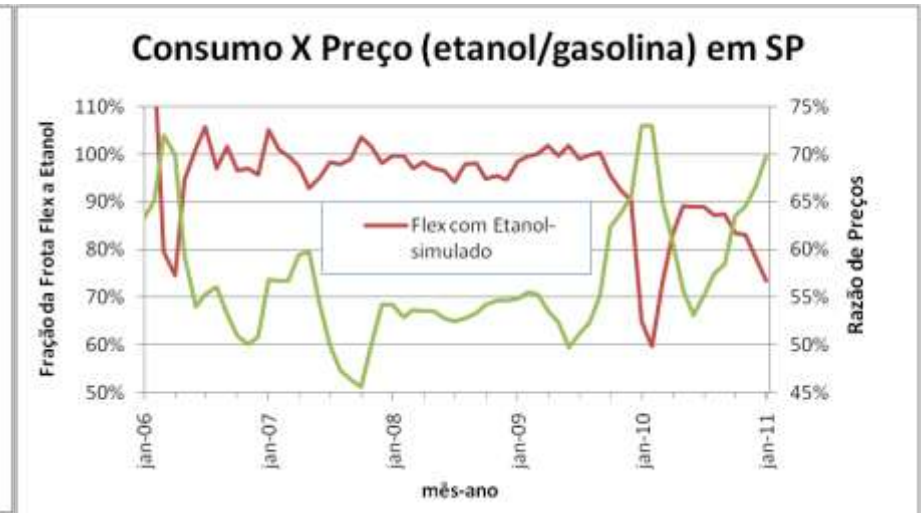
ETANOL – OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Aspectos Desejáveis

- COMPETITIVO COM GASOLINA EM SÃO PAULO
- REDUÇÃO IMPACTO AMBIENTAL – GEE (85%)



Dados: ANP, Anfavea e Renavam com simulação do autor



Dados: ANP, Anfavea e Renavam com simulação do autor



Escola Politécnica - USP

ETANOL – DESAFIOS TÉCNICO-ECONÔMICOS

Usar bem as Propriedades Termo-químicas para aumentar a eficiência segundo a Aplicação

- **AUTOMÓVEIS** (consumo anual reduzido)
 - Soluções simples e baratas

- **VEÍCULOS URBANOS DE CARGA** (consumo significativo)
 - Motor Otto mais refinado

- **ÔNIBUS URBANOS** (legislação PMC)
 - Etanol aditivado
 - Motor Otto (injeção direta)
 - Etanol/Diesel

- **CAMINHÕES CANAVIEIROS** (custo baixo do combustível)
 - Motor Otto (injeção direta)
 - Etanol/diesel