

# **Contribuição do etanol para o meio ambiente e externalidades positivas**

**JOSÉ R. MOREIRA**

**INSTITUTO DE ENERGIA E AMBIENTE**

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

**Segundo Seminário Internacional Sobre Uso Eficiente do Etanol**

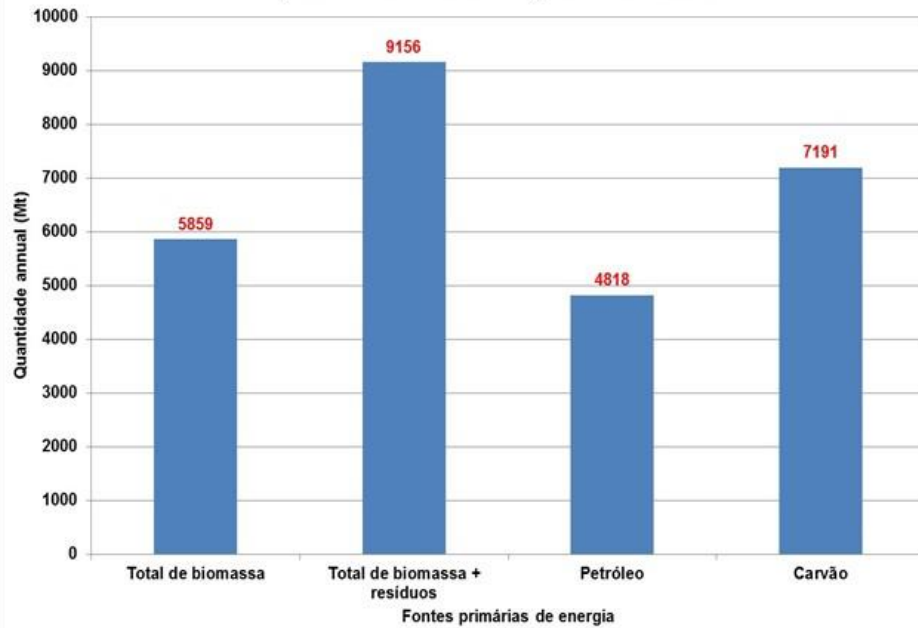
**Auditório BNDES, Rio de Janeiro**

**17-18 de setembro de 2015**

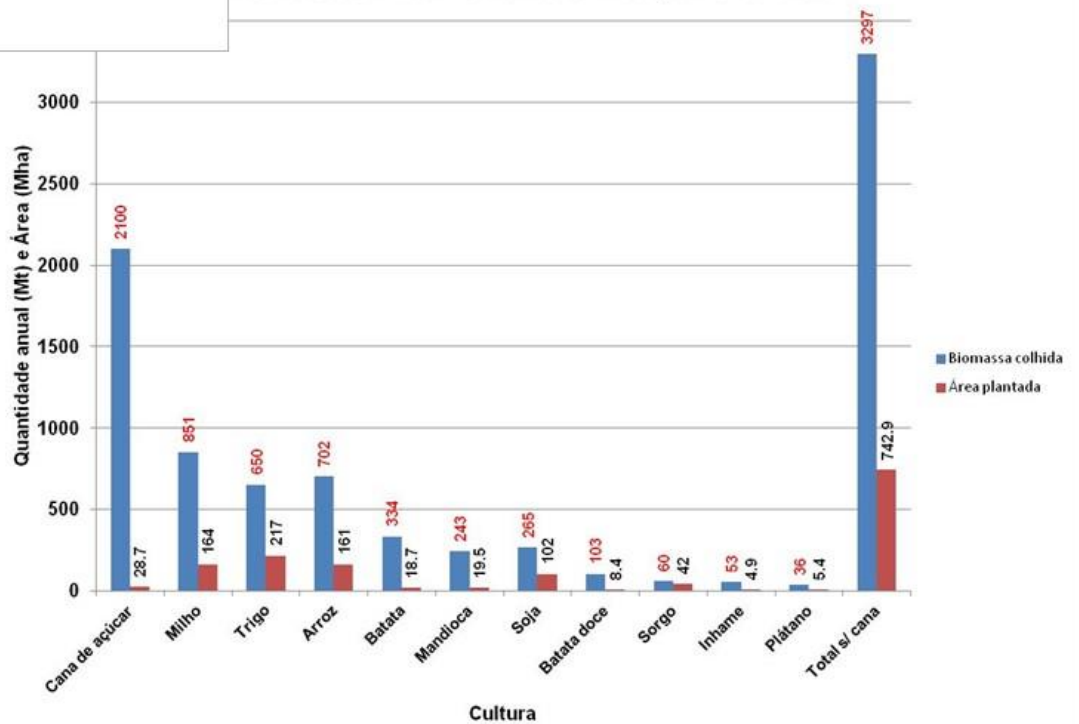
## **EXTERNALIDADES POSITIVAS E MEIO AMBIENTE - ROTEIRO**

- 1) MELHORIA DOS MOTORES OTTO A ETANOL**
- 2) USO DO ETANOL HIDRATADO EM MOTORES DIESEL**
- 3) USO DO ETANOL PARA COCÇÃO, DESLOCANDO GLP**
- 4) USO DO ETANOL EM VEÍCULOS HÍBRIDOS**
- 5) USO EFICIENTE DOS RESÍDUOS DE CANA NA GERAÇÃO DE BIOELETRICIDADE**
- 6) GERAÇÃO DE BIOELETRICIDADE E SEU SINERGISMO COM HIDRELETRICIDADE**
- 7) CANA DE AÇÚCAR E MUDANÇAS CLIMÁTICAS**

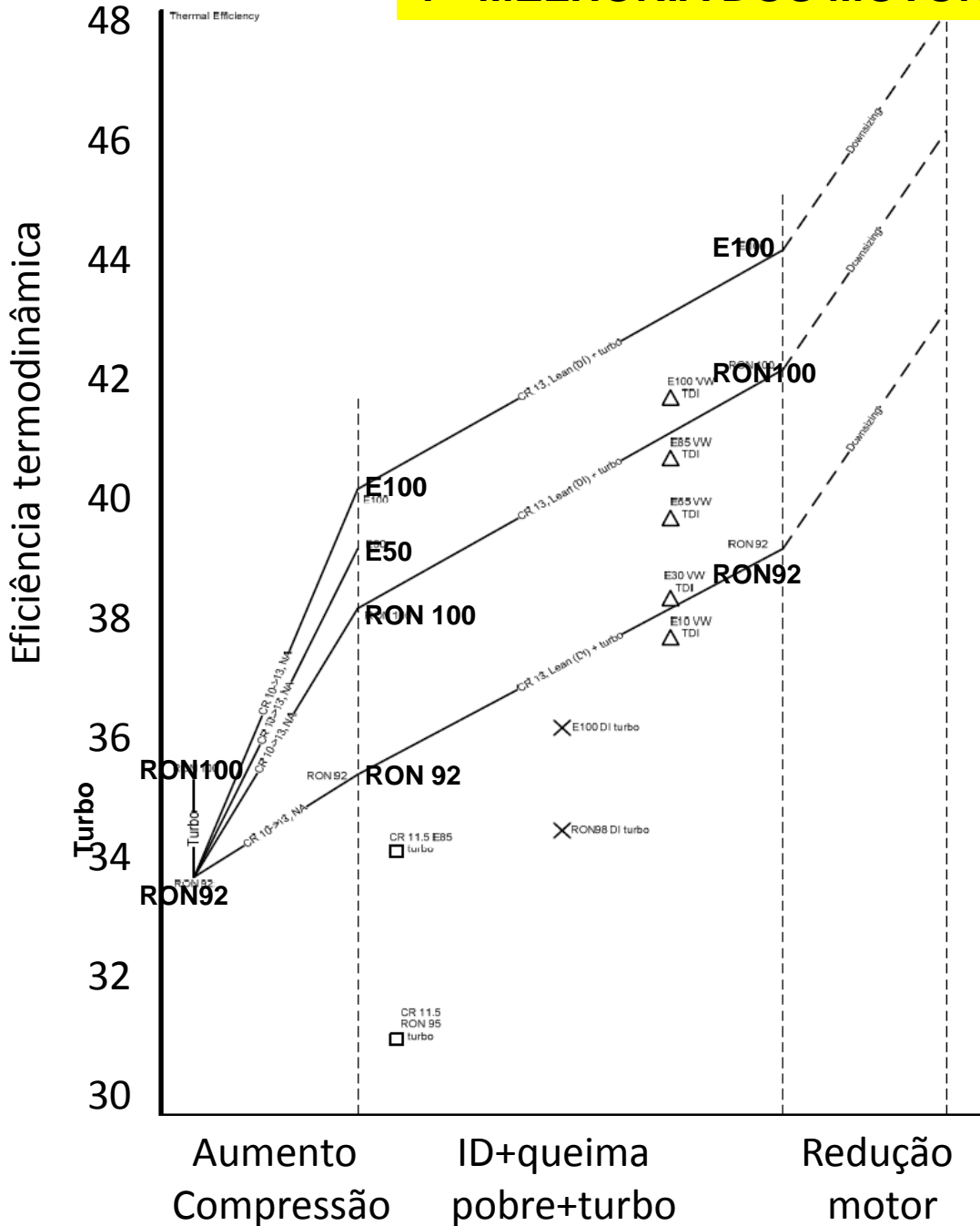
Produção mundial de biomassa, petróleo e carvão



Biomassa colhida no Mundo e Área plantada- 2010



# 1 - MELHORIA DOS MOTORES A ETANOL



Motores tipo Otto podem ter eficiência comparável a de motores diesel usando as tecnologias disponíveis e etanol

Fonte: Ulrik Larsen  
Troels Johansen  
Jesper Schramm  
IEA Implementing Agreement on  
Advanced Motor Fuels, DTU

# BEST Projeto BEST

- O projeto BEST teve como objetivo incentivar o uso do etanol, em substituição ao diesel e à gasolina, no transporte urbano no Brasil e no mundo;
- Além de São Paulo, pioneira nas Américas, outras oito localidades na Europa e Ásia participaram do projeto;
- Iniciativa da União Européia, coordenada pela Prefeitura da Cidade de Estocolmo, Suécia.

## 2 - USO DO ETANOL EM MOTORES TIPO DIESEL

### Histórico Motores Diesel a Etanol



1985 – Primeiros testes com ônibus na Suécia



1990 a 2009 - 600 ônibus em operação

Fonte: Scania (2007)

2015 – Mais de 900 ônibus em operação na Suécia

## 2 - USO DO ETANOL EM MOTORES TIPO DIESEL

# **BEST** Ônibus movido a Etanol – São PAULO

### 1o. Onibus diesel movido a etanol



Rota inicial do 2º ônibus: Linha Lapa – Vila Mariana (Av. Paulista)



Fonte: Cenbio (2007)

## 2 - USO DO ETANOL EM MOTORES TIPO DIESEL

### FROTA DE 60 ONIBUS OPERANDO EM SÃO PAULO 2012-2015

#### *Etanol*



- Tecnologia Scania;
- 60 ônibus (Metropolitana / TUPI);
- Redução de 90% MP e 64% NOx;
- Redução de 95% CO2;
- Etanol + 5% aditivo.



#### *Diesel da Cana de Açúcar*

- 160 ônibus – Operador: Viação Sta. Brígida;
- Diesel S50 + 10% diesel de cana;
- Sem alterações no motor;
- Mesmo consumo e desempenho;
- Menor opacidade e menor material particulado



**Fonte: Prefeitura São Paulo, 2013**



### 3 - USO DO ETANOL EM FOGÕES SUBSTITUINDO O GLP

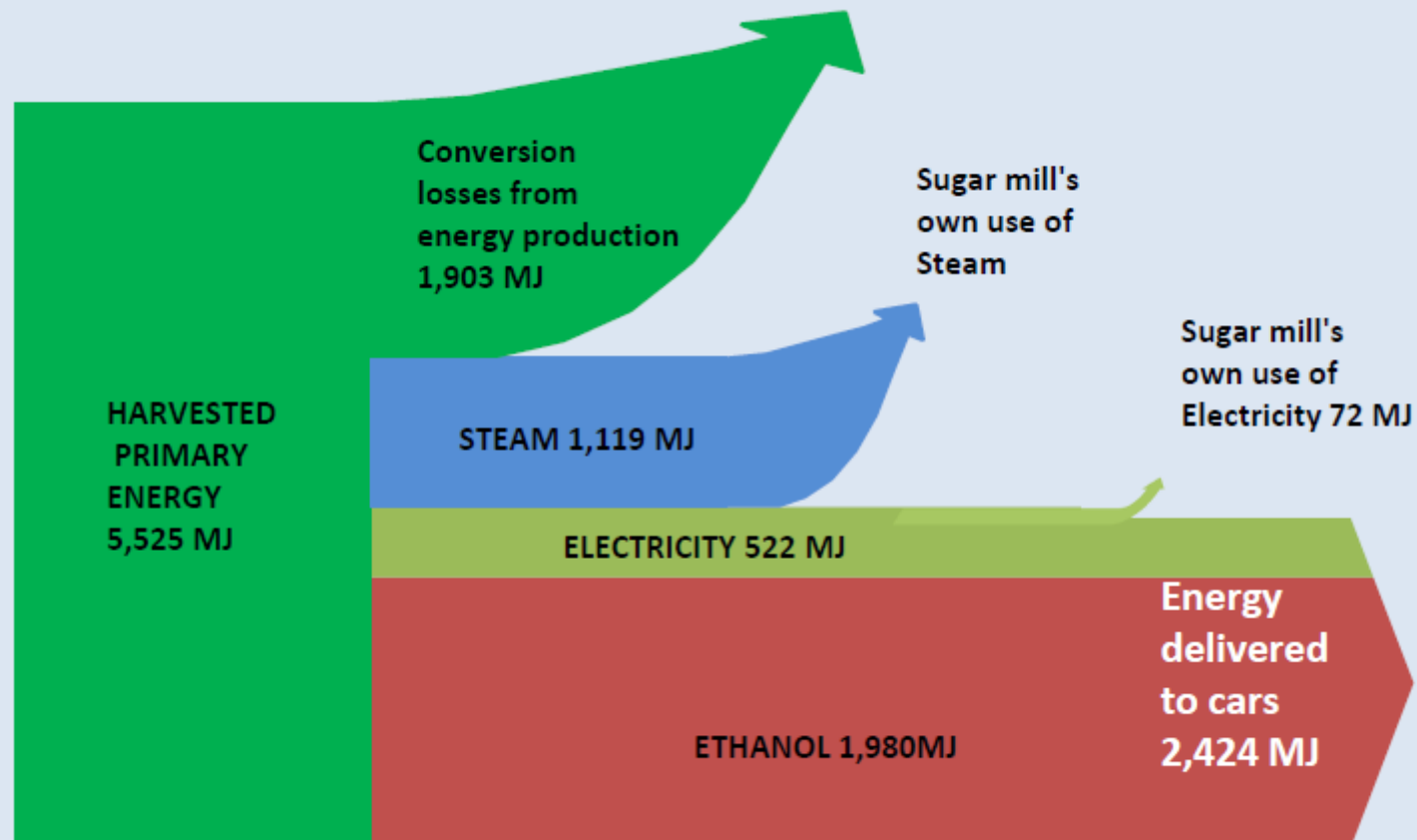
#### ASPECTO ECONÔMICO

Etanol Hidratado 5100 kcal/l =  
6400 kcal/kg  
GLP 11100 kcal/kg  
Bujão 13 kg = 1.74 X 13 kg etanol  
Bujão 13 kg = 22.5 kg etanol  
Bujão GLP = R\$ 54,00  
Bujão etanol = R\$ 56,00



Fonte: Autor

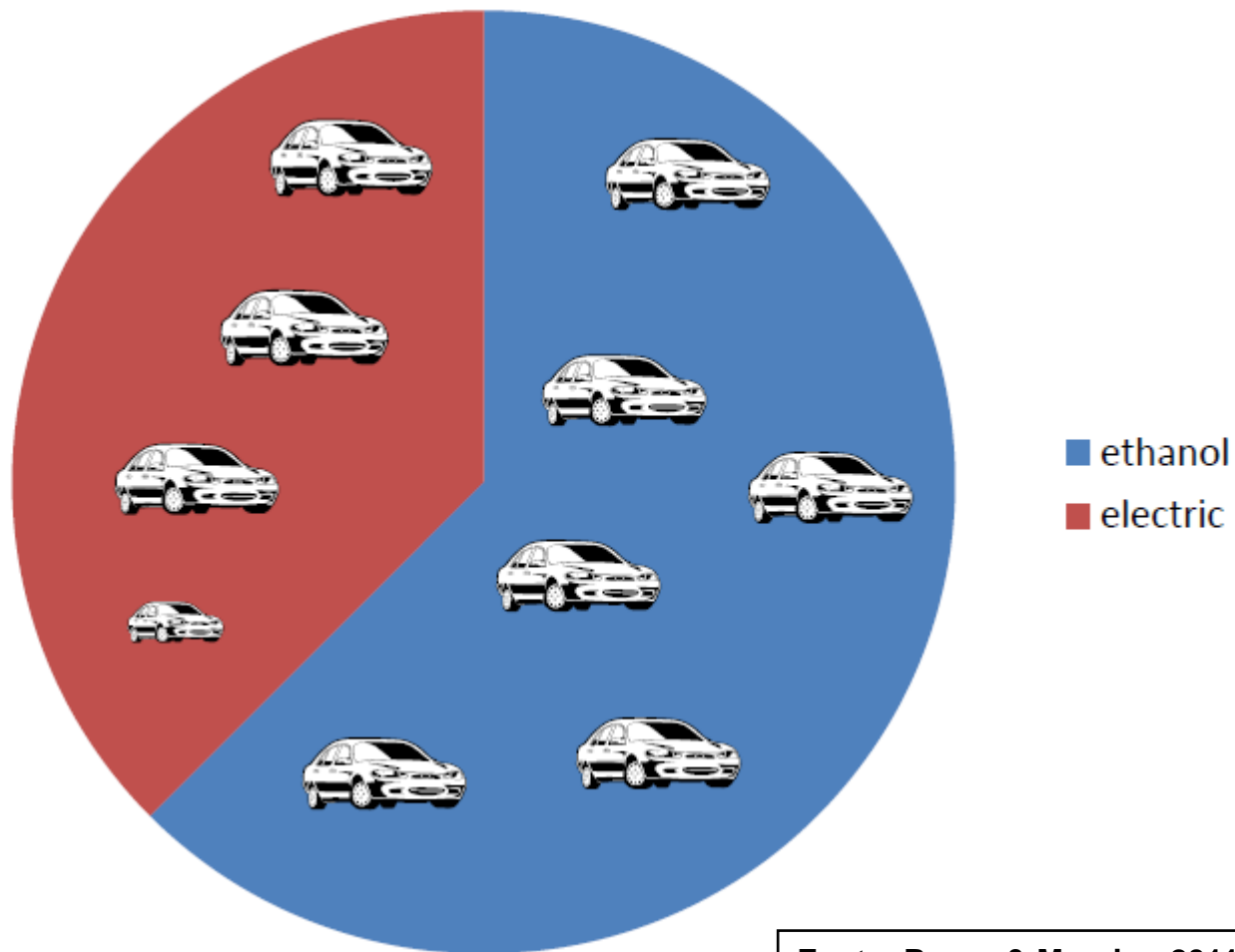
## 4 - USO DO ETANOL EM AUTOMÓVEIS HÍBRIDOS



Fonte: Pacca & Moreira, 2011

## 4 - USO DO ETANOL EM AUTOMÓVEIS HÍBRIDOS

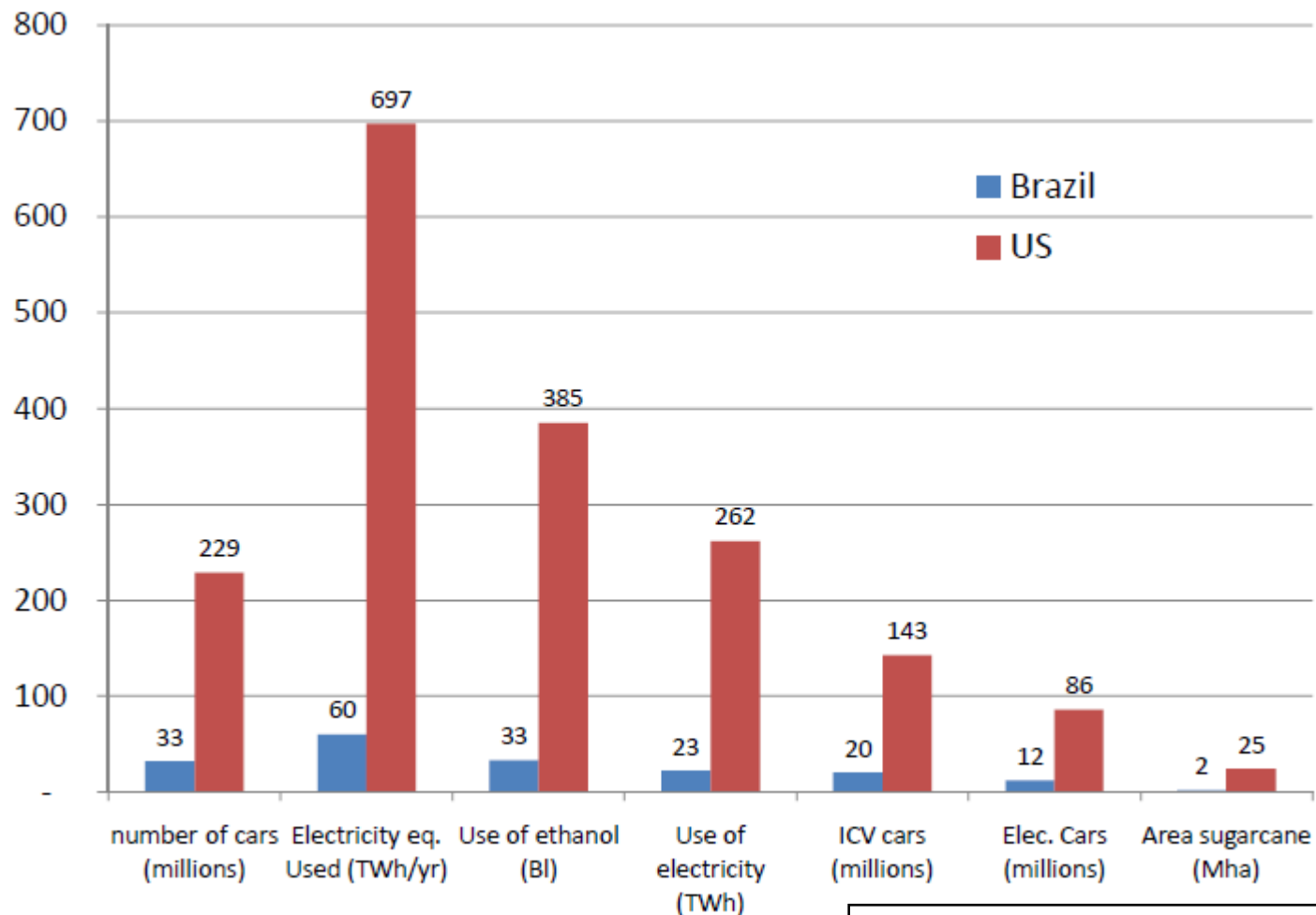
QUANTIDADE DE AUTOMÓVEIS QUE PODEM SER ABASTECIDOS  
COM CANA PLANTADA EM 1 HECTARE



Fonte: Pacca & Moreira, 2011

## 4 - USO DO ETANOL EM AUTOMÓVEIS HÍBRIDOS

### QUANTIDADE DE ELETRICIDADE E ETANOL NECESSÁRIA PARA MOVER A FROTA DE AUTOMÓVEIS DO BRASIL E EUA USANDO ELETRICIDADE E ETANOL



Fonte: Pacca & Moreira, 2011

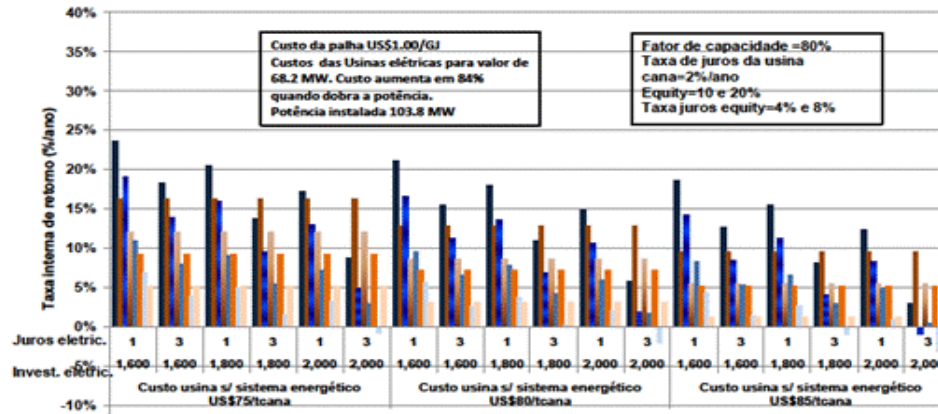
# 5 - USO DO RESÍDUO DO ETANOL EM GERAÇÃO ELETRICIDADE

## CONSIDERAÇÕES ECONÔMICAS PARA OTIMIZAÇÃO DE USINAS DE CANA PRODUZINDO ETANOL E BIOELETRICIDADE

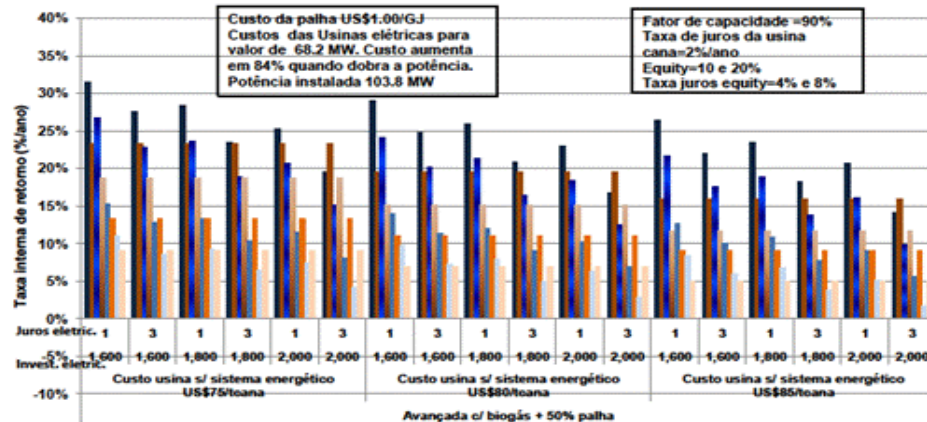
Taxa Interna de Retorno do Equity para Usina Produzindo Etanol e Bioeletricidade no Nível de 200 kWh/tcana – Operando 80% e 90% dos 208 dias de safra

FATOR DE UTILIZAÇÃO

80%



90%



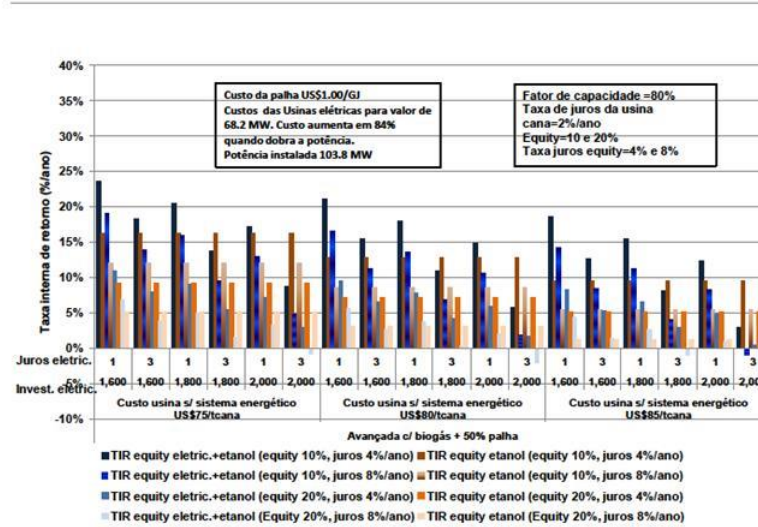
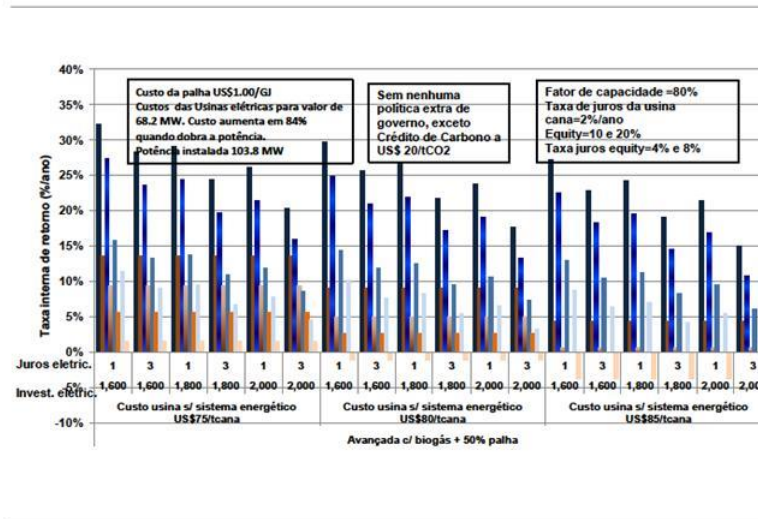
Fonte: WWF, to be published

- TIR equity electric.+etanol (equity 10%, juros 4%/ano)
- TIR equity electric.+etanol (equity 10%, juros 8%/ano)
- TIR equity electric.+etanol (equity 20%, juros 4%/ano)
- TIR equity electric.+etanol (Equity 20%, juros 8%/ano)
- TIR equity etanol (equity 10%, juros 4%/ano)
- TIR equity etanol (equity 10%, juros 8%/ano)
- TIR equity etanol (equity 20%, juros 4%/ano)
- TIR equity etanol (Equity 20%, juros 8%/ano)

# 5 - USO DO RESÍDUO DO ETANOL EM GERAÇÃO ELETRICIDADE

## CONSIDERAÇÕES ECONÔMICAS PARA OTIMIZAÇÃO DE USINAS DE CANA PRODUZINDO ETANOL E BIOELETRICIDADE

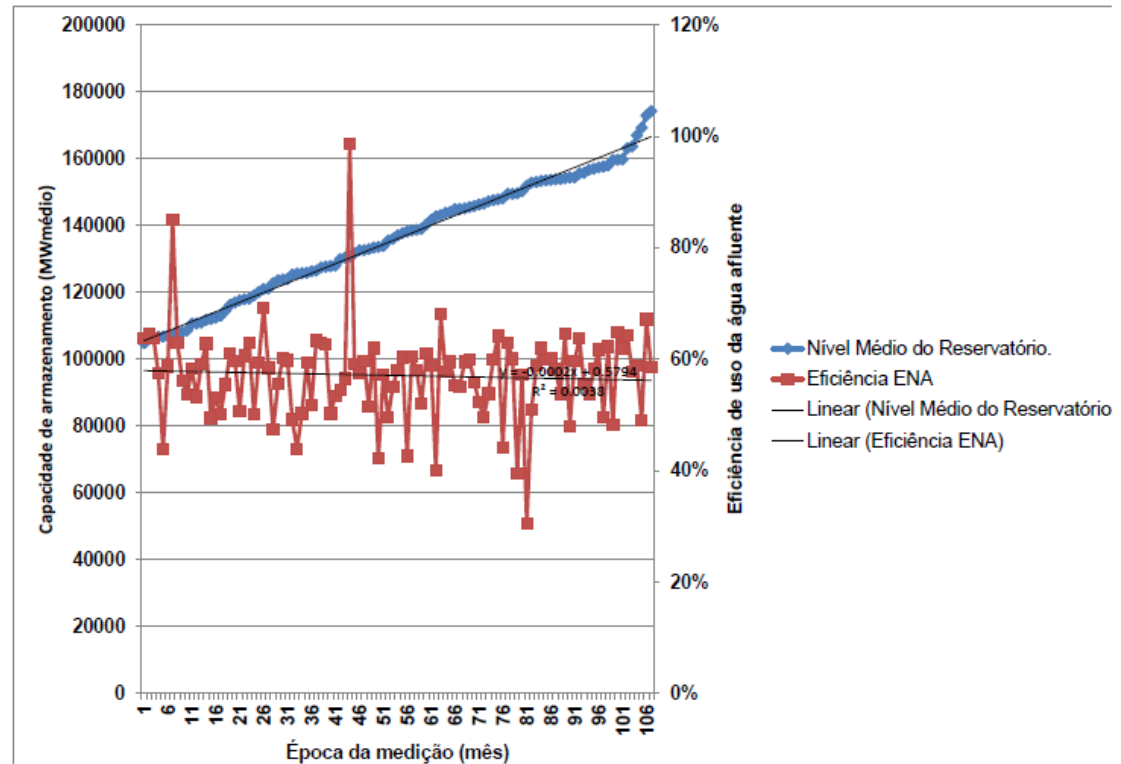
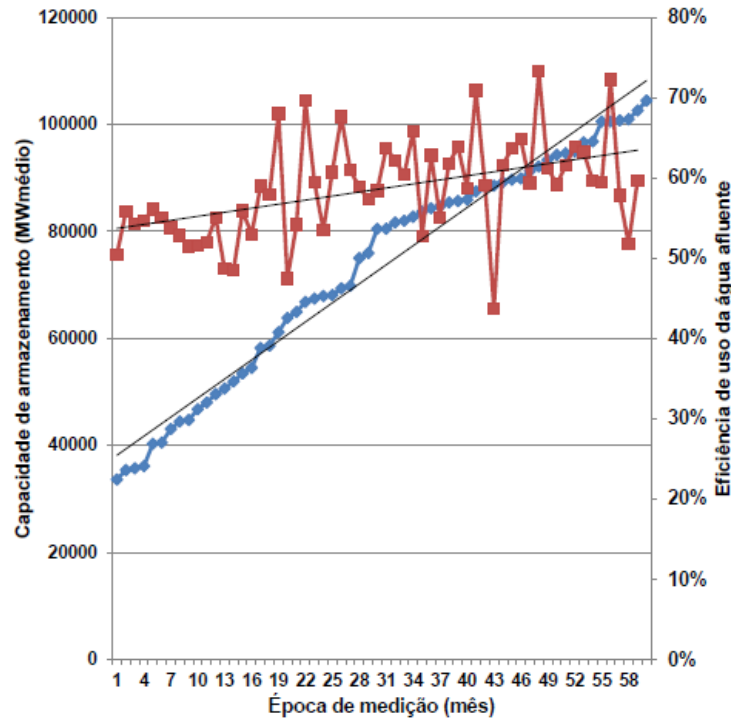
A Figura superior mostra valores considerando uma taxa de carbono de US\$ 20/tCO2 sobre a redução nas emissões de CO2 que ocorrem na produção de etanol e de bioeletricidade. A Figura inferior é a situação com os subsídios válidos até março de 2014.



Fonte: WWF, to be published

## 6 - GANHOS INDIRETOS EM HIDROELETRICIDADE COM A BIOELETRICIDADE DAS USINAS DE CANA

### EFICIÊNCIA DE USO DA ENERGIA NATURAL EFLUENTE NO RESERVATÓRIO EQUIVALENTE DO SUDESTE BRASILEIRO PARA PRODUÇÃO DE HIDRELETRICIDADE



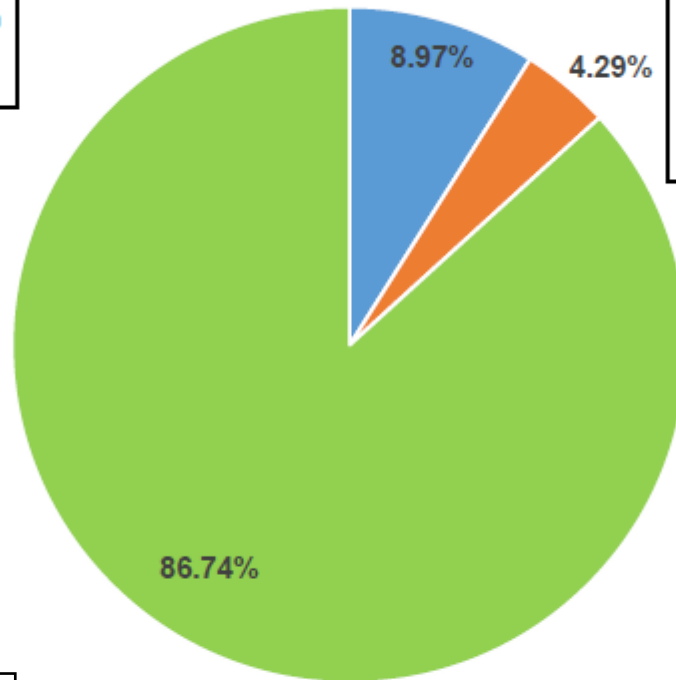
Fonte: WWF, to be published

## 6 - GANHOS INDIRETOS EM HIDROELETRICIDADE COM A BIOELETRICIDADE DAS USINAS DE CANA

### EFICIÊNCIA DE USO DA ENERGIA NATURAL EFLUENTE NO RESERVATÓRIO EQUIVALENTE DO SUDESTE BRASILEIRO PARA PRODUÇÃO DE HIDRELETRICIDADE

Capacidade instalada de bioeletricidade nova = 2.500 MW em 2000, aumentando para 5.000 MW em 2012

Aumento máximo da eficiência de uso da água do reservatório do SE/CO é de quase 9%, o que significa um aumento do uso médio da ENA de 56 para 65% durante 2000 a 2012



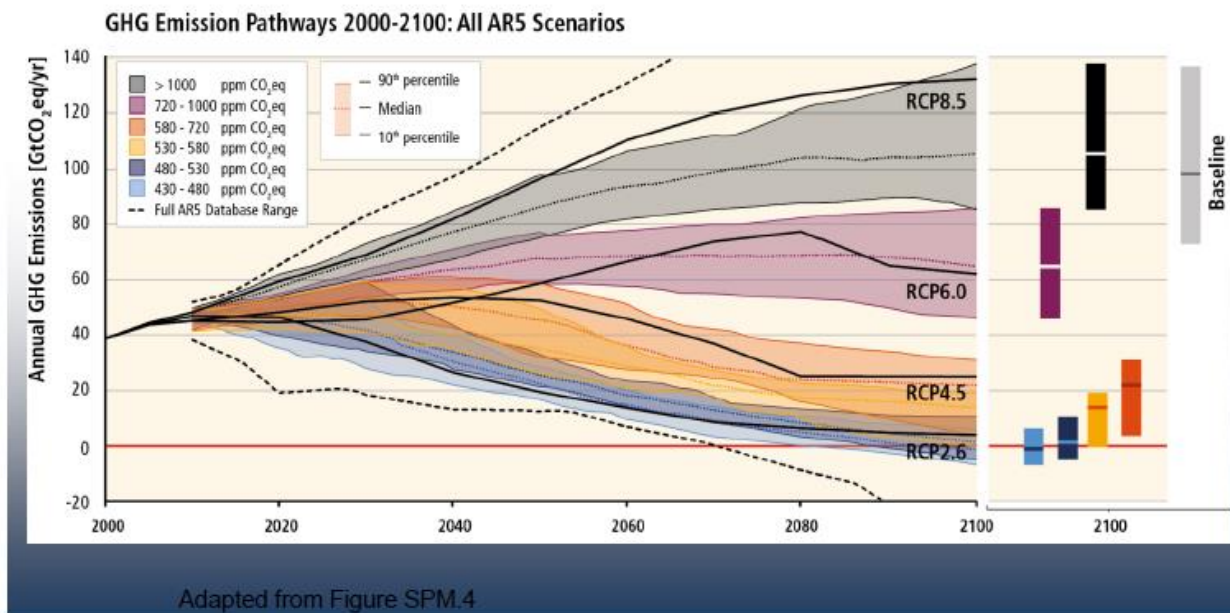
Fonte: WWF, to be published

- Geração máxima zerando o excesso de vertimento
- Geração das térmicas à biomassa
- Suprimento histórico de eletricidade



# 7 - CANA DE AÇÚCAR E MUDANÇAS CLIMÁTICAS

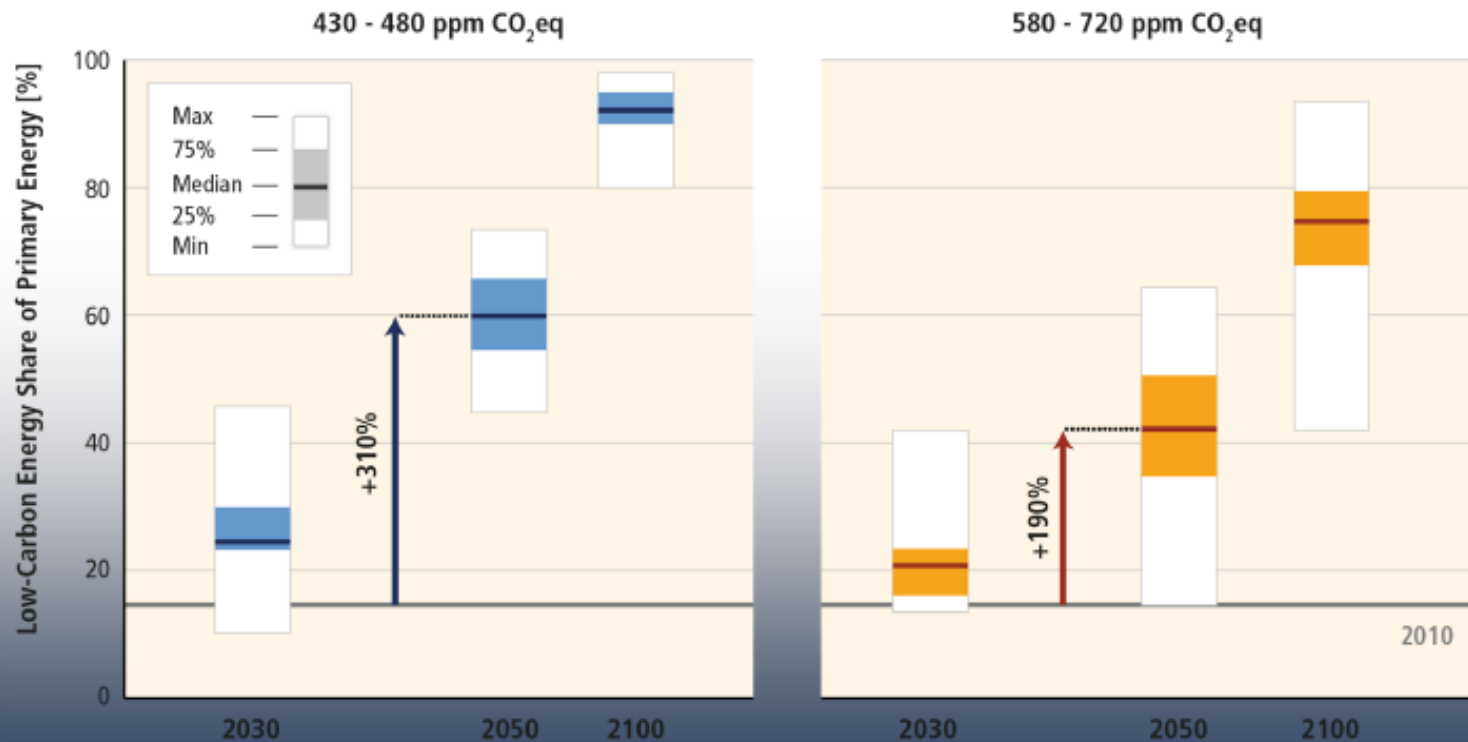
Estabilização da concentração atmosférica de GEE exige descolamento da linha de base independentemente de qual seja o propósito da mitigação



Representative concentration pathways – RCPXX /XX Global warming in W/m<sup>2</sup>

## 7 - CANA DE AÇÚCAR E MUDANÇAS CLIMÁTICAS

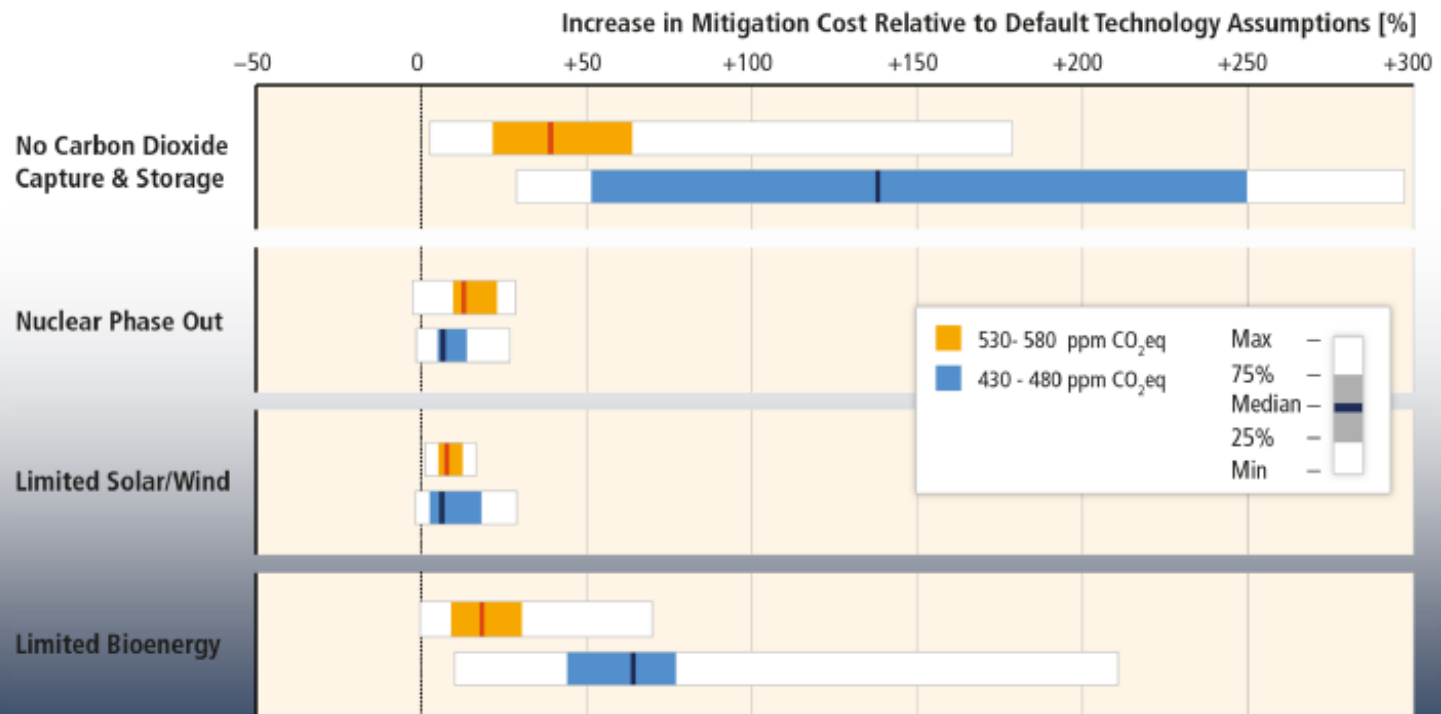
A mitigação envolve aumento substancial das fontes de energia de baixo carbono



Adapted from Figure SPM.4

## 7 - CANA DE AÇÚCAR E MUDANÇAS CLIMÁTICAS

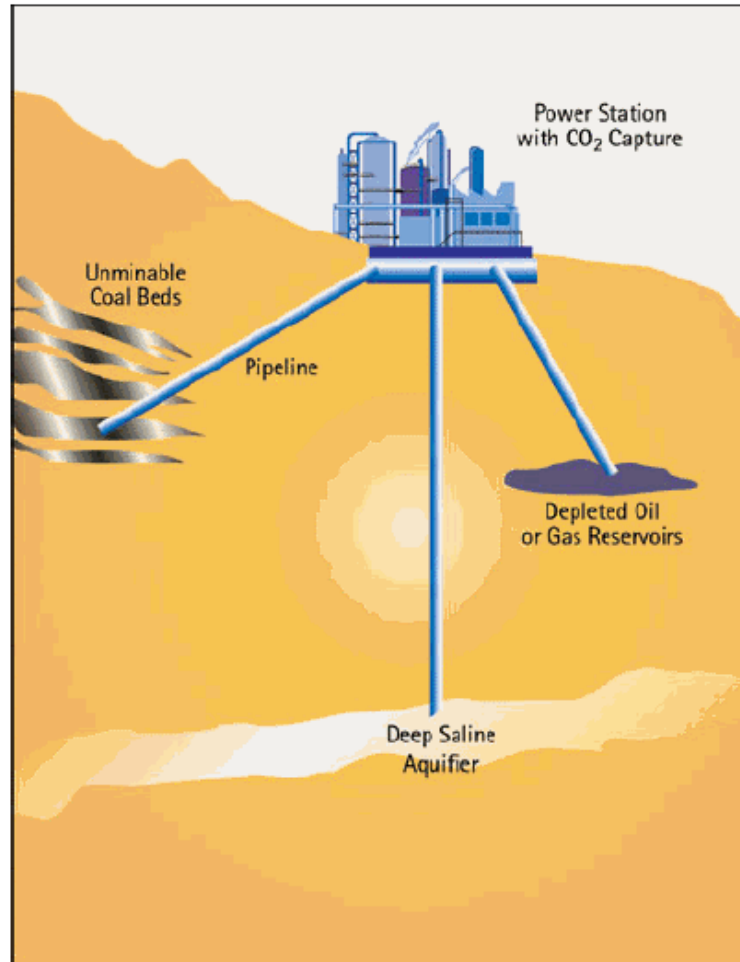
### Disponibilidade de tecnologias tem grande influência nos custos de mitigação



Adapted from Table SPM.2, Figure TS.13

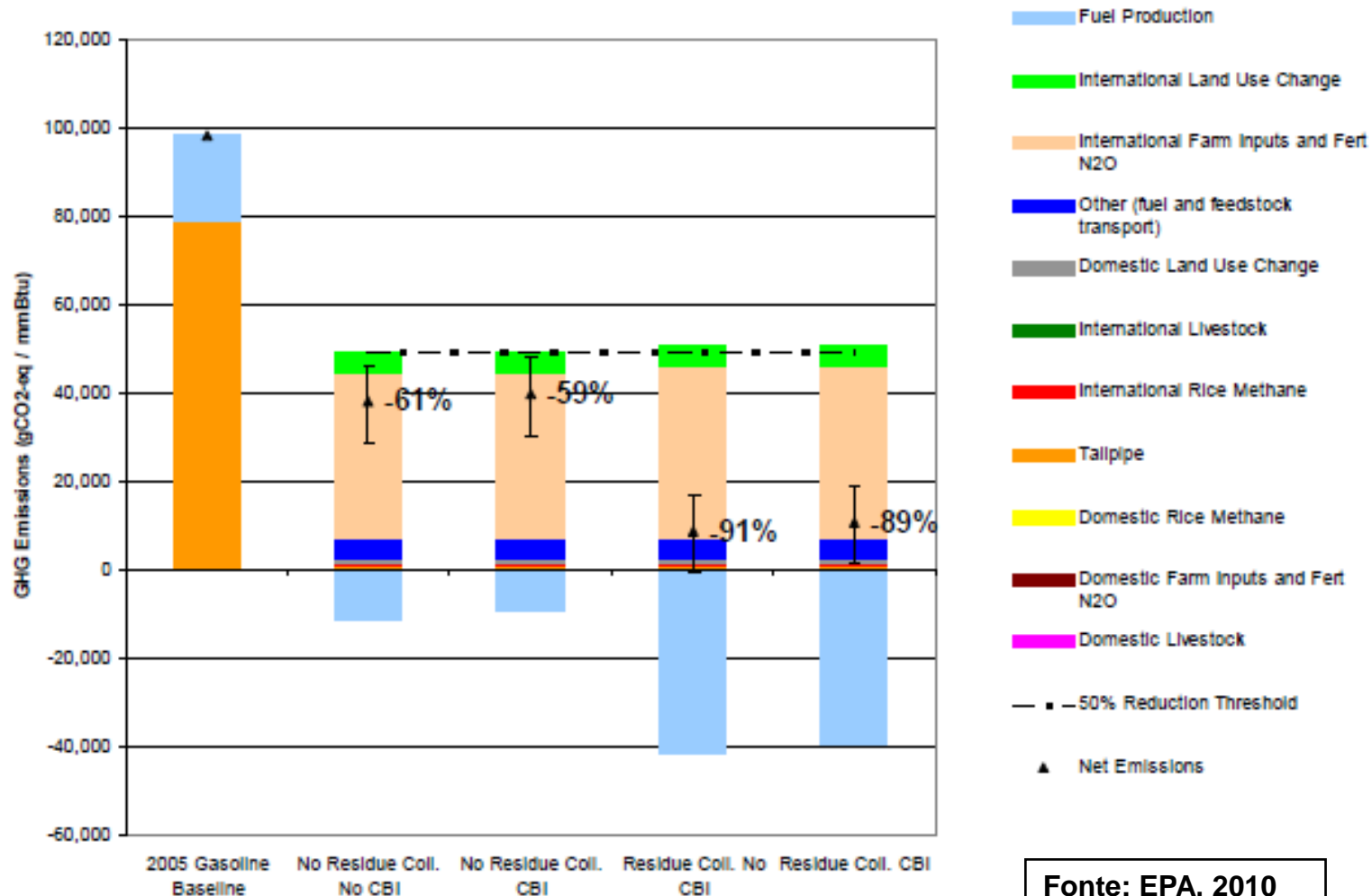
## 7 - PRODUÇÃO DE ETANOL E CAPTURA DE CO2

### Captura de Carbono e Armazenamento



# 7 - PRODUÇÃO DE ETANOL E CAPTURA DE CO2

## Resultados para Cana-de-Açúcar por Estágios da Análise de Ciclo de Vida com e sem a Colheita de Resíduos e Iniciativa da Bacia do Caribe



**E NÃO DEU TEMPO DE FALAR  
DA 8a. EXTERNALIDADE - USO  
DO ETANOL COMO APERITIVO**

**OBRIGADO**

**rmoreira69@hotmail.com**

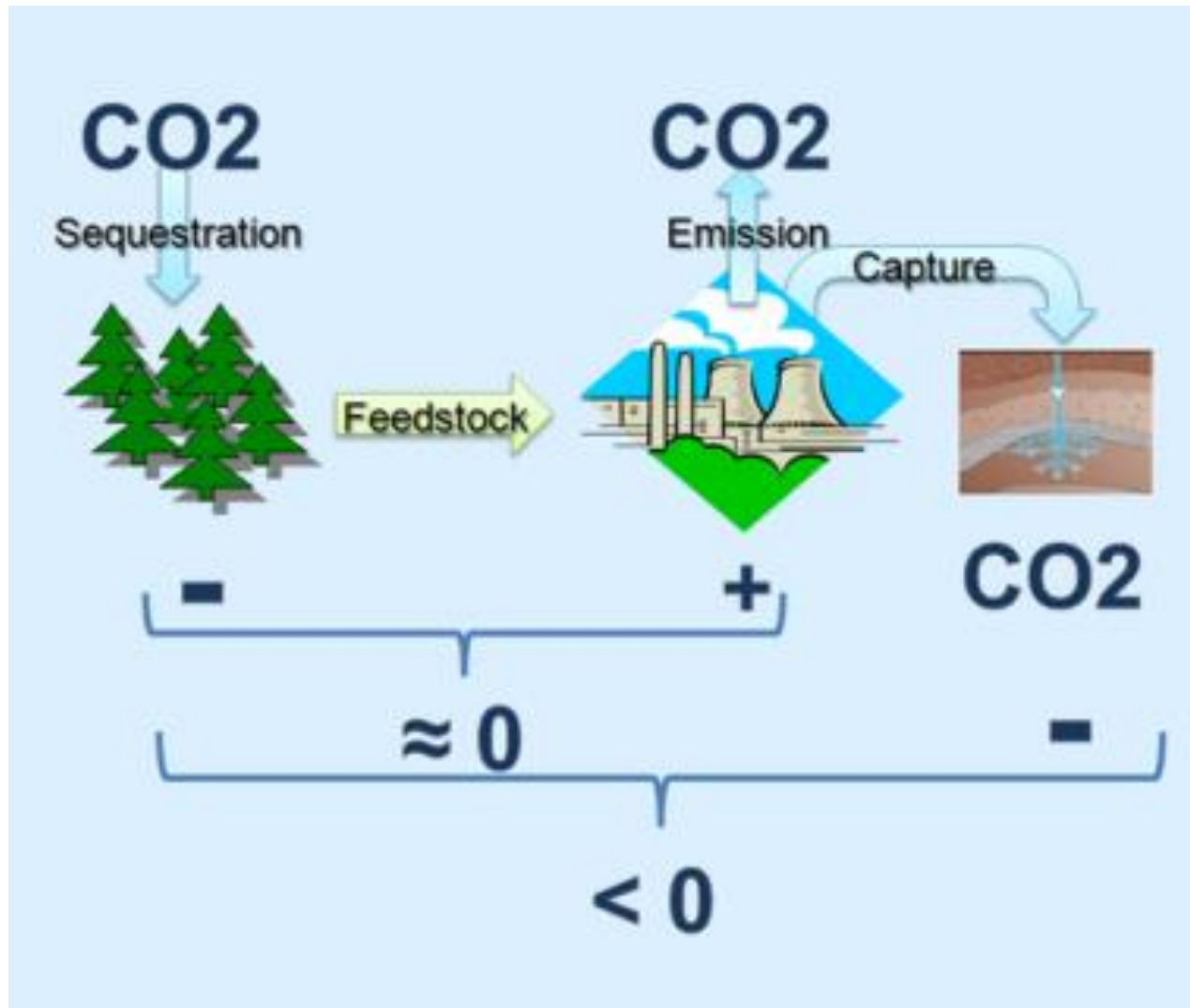
### 3 - USO DE MISTURAS DE ETANOL EM MOTORES TIPO DIESEL

#### Comparação Motor Etanol+Biodiesel+Diesel com Motor Diesel – Propriedades importantes <sup>1</sup>;

Property	ASTM D975	EN 590	E-diesel (E15)	BE10-diesel
Density @ 15°C g/cm <sup>3</sup>	0.803-0.887	0.820-0.845	0.851	0.833
Cetane No.	min. 40	min. 51	45	50
Flash Point °C	min. 52	min. 55	13	45
Heat of Combustion MJ/kg	43	-	40.4	43.1
Viscosity @ 40°C mm <sup>2</sup> /s	1.9-4.1	2.0-4.5	2.25	2.21
Lubricity µm	<360	max. 460	-	<360
Cloud Point °C	-19	-	-5	-24

**Fonte:** Ulrik Larsen, Troels Johansen, Jesper Schramm  
IEA Implementing Agreement on Advanced Motor Fuels, DTU

## 7 - PRODUÇÃO DE ETANOL E CAPTURA DE CO2



Fonte: Applied Energy Handbook, Wiley.