



Potencial da biomassa florestal para produção de energia térmica

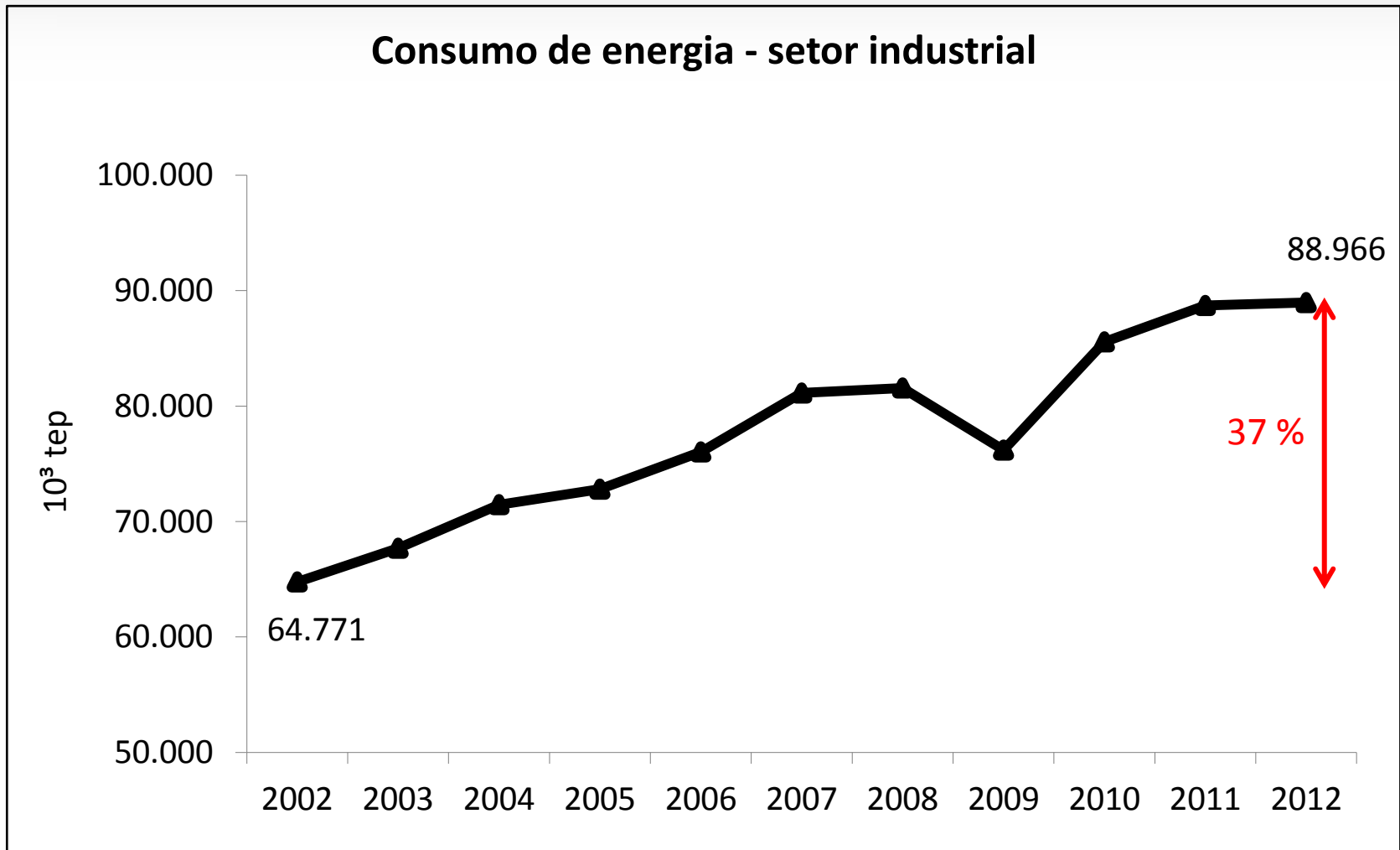
Marcos Antonio da Silva Miranda
Orientador: Sebastião Renato Valverde



Introdução

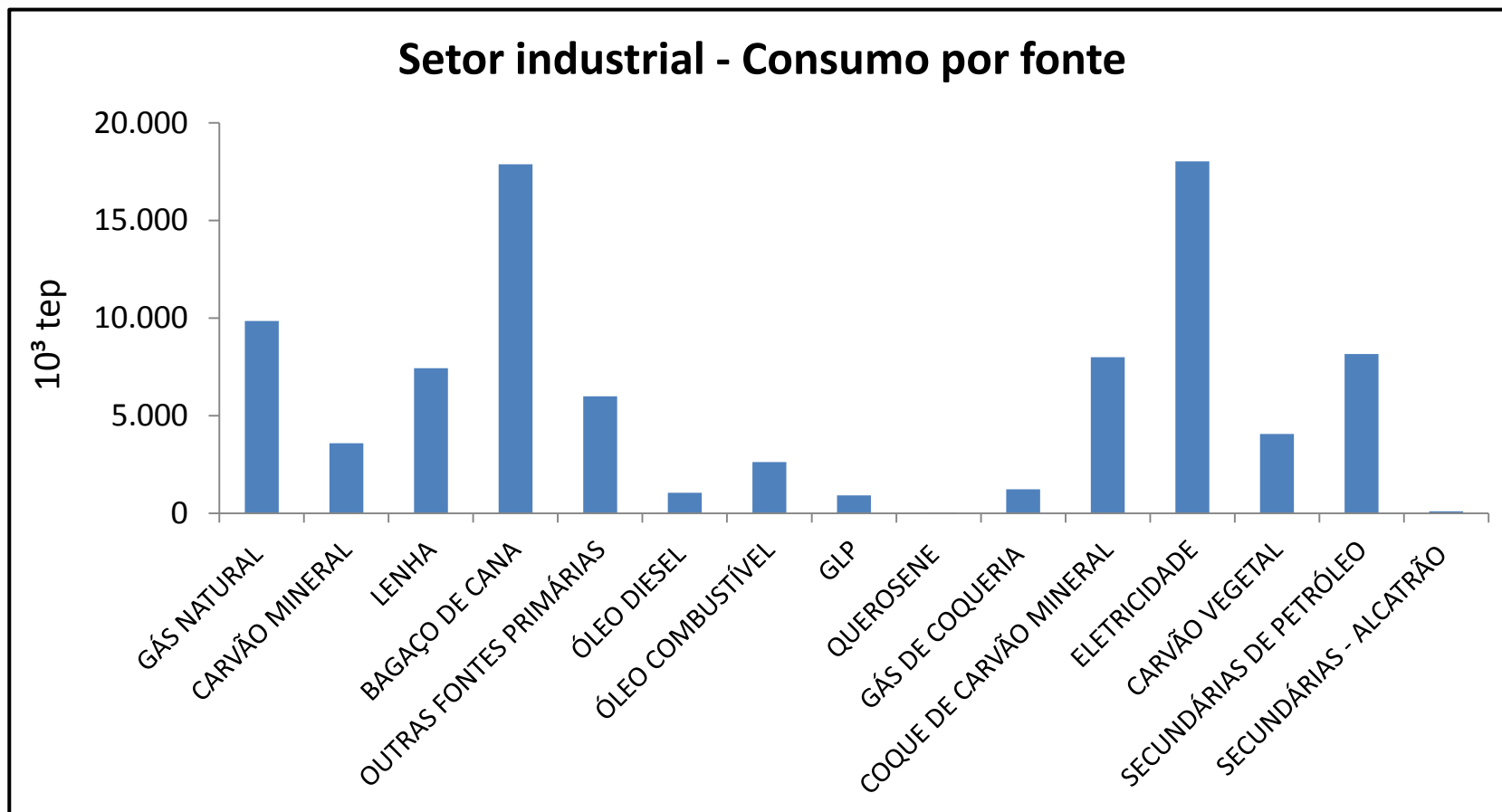
- Historia – madeira como insumo energético;
- Diversificação da matriz energética;
- Crescimento da demanda por energia;

Introdução



Introdução

Matriz energética do setor industrial

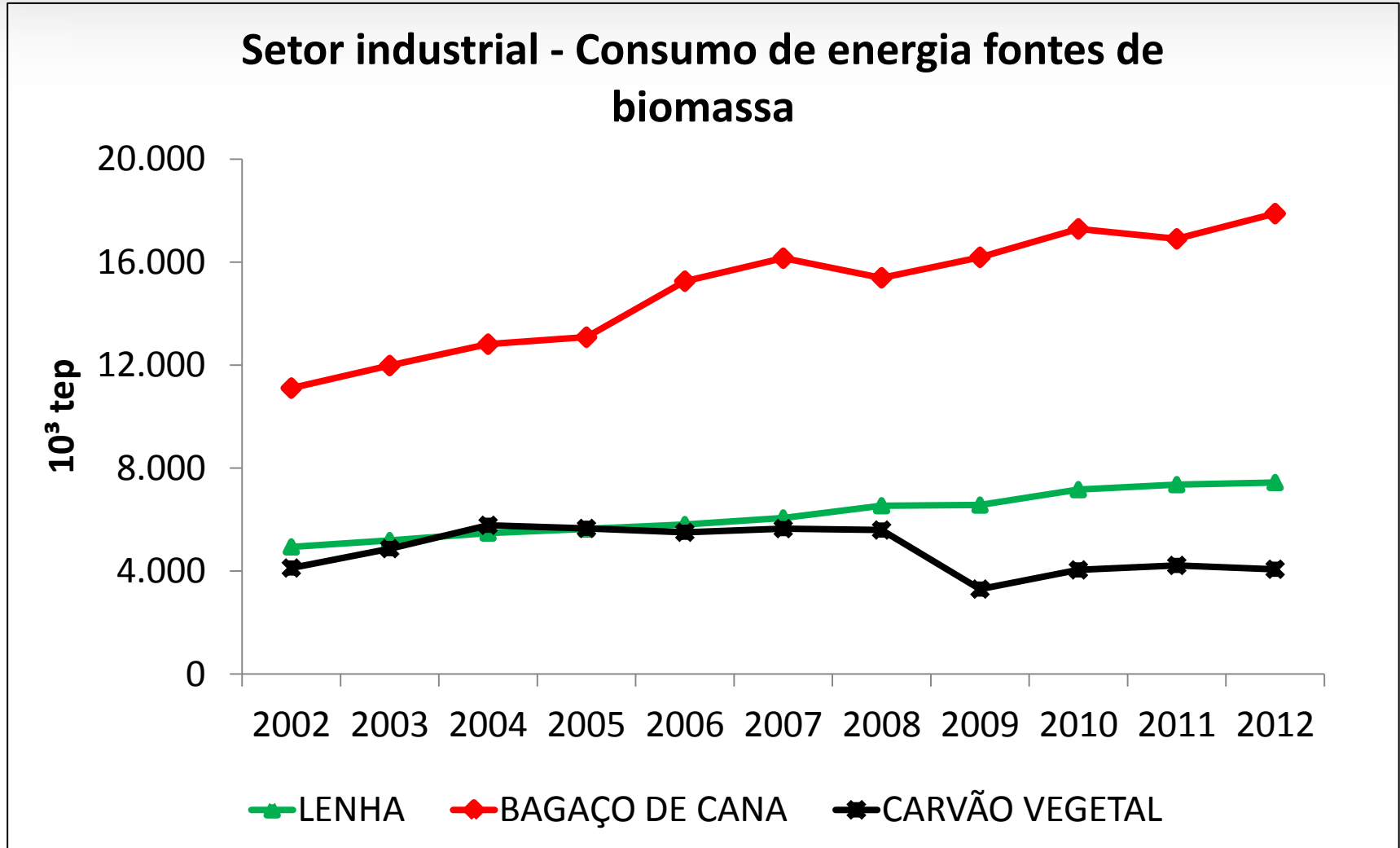


Fonte: EPE, 2013

Justificativas

- Crescimento da utilização de biomassa como fonte energética;
- Fonte mais utilizada: bagaço de cana (restrito a regiões de cultivo da cana);
- Desconhecimento da viabilidade da utilização de biomassa;
- Vantagens de ordem econômica e ambiental;

Justificativas



Objetivo

- Avaliar e dimensionar o potencial da biomassa florestal para produção de energia térmica;
- Identificar os gargalos da biomassa florestal no mercado de bioenergia;
- Comparar o custo da energia gerada.

Metodologia

- Matriz insumo-produto IBGE;
- Matriz energética do setor industrial;
- Fontes não renováveis produtoras de energia térmica e sua substituição por biomassa florestal;
- Estimativa da área de floresta necessária para suprir a demanda;
- Gargalos que impedem o crescimento da biomassa no mercado de bioenergia.

Metodologia

Custo de geração de energia térmica:

- Lenha
- Cavaco
- Óleo combustível
- Óleo diesel
- Gás natural
- Gás liquefeito de petróleo - GLP

Construção de planilha - excel

Metodologia

Estudo de caso – Indústria de laticínios

Descrição dos produtos	Quantidade produzida Total anual	Unidade	Coefficiente de consumo energético (Ton. vapor/unidade)
Leite pasteurizado, inclusive desnatado	1.278.497	1 000 l	0,05
Bebidas lácteas	852.113	1 000 l	0,06
Requeijão (cremoso, <i>light</i> , duro ou do norte)	177.161	ton	0,72
Queijo Minas frescal	83.929	ton	0,31
Queijo muçarela	385.462	ton	0,71

Metodologia

Cálculo da quantidade de combustível

$$Q_c = \frac{Q_v * (h_v - h_a)}{n * PCI}$$

Sendo:

- Q_c - quantidade de combustível
- Q_v - quantidade de vapor
- h_v - entalpia do vapor
- h_a - entalpia da água
- n - rendimento
- PCI - poder calorífico inferior

Metodologia

- **Entalpia do vapor: 663,9 Kcal/kg**
- **Entalpia da água: 185,6 Kcal/kg**
- **Rendimento da caldeira:**
 - Lenha – 60%
 - Cavaco – 80%
 - Óleo combustível – 80%
 - Óleo diesel – 90%
 - Gás natural – 90%
 - GLP – 90%
- **PCI - poder calorífico inferior**
PCL = $4600 - 53,98 * \text{Tubu}$ (Brand, 2007)
Tubu – Teor de umidade base úmida (35%)

Metodologia

Poder Calorífico Inferior dos combustíveis

Fontes de combustíveis	PCI (Kcal/kg)
Lenha*	2.711
Cavaco*	2.711
Óleo combustível	9.550
Óleo diesel	10.100
Gás natural	9.000
GLP	11.200

Fonte: EPE,2013

* Madeira com 35% de umidade (base úmida)

Metodologia

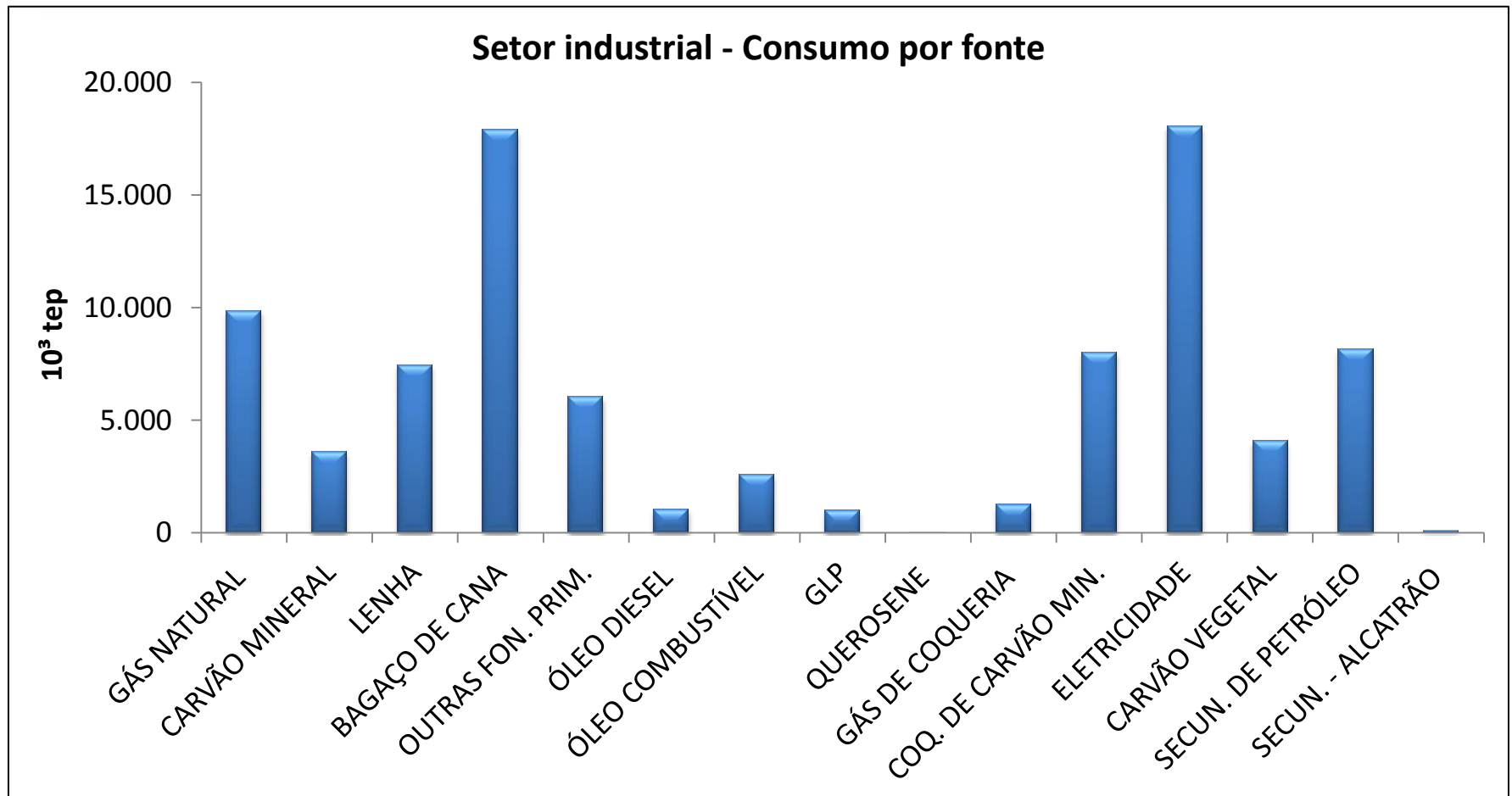
Densidade dos combustíveis

Fontes de combustíveis	Densidade	Unidade
Lenha	500	Kg/m ³
Cavaco	333	Kg/m ³
Óleo combustível	980	Kg/m ³
Óleo diesel	840	Kg/m ³
Gás natural	0,74	Kg/m ³
Gás GLP	552	Kg/m ³

Fonte: EPE, 2013

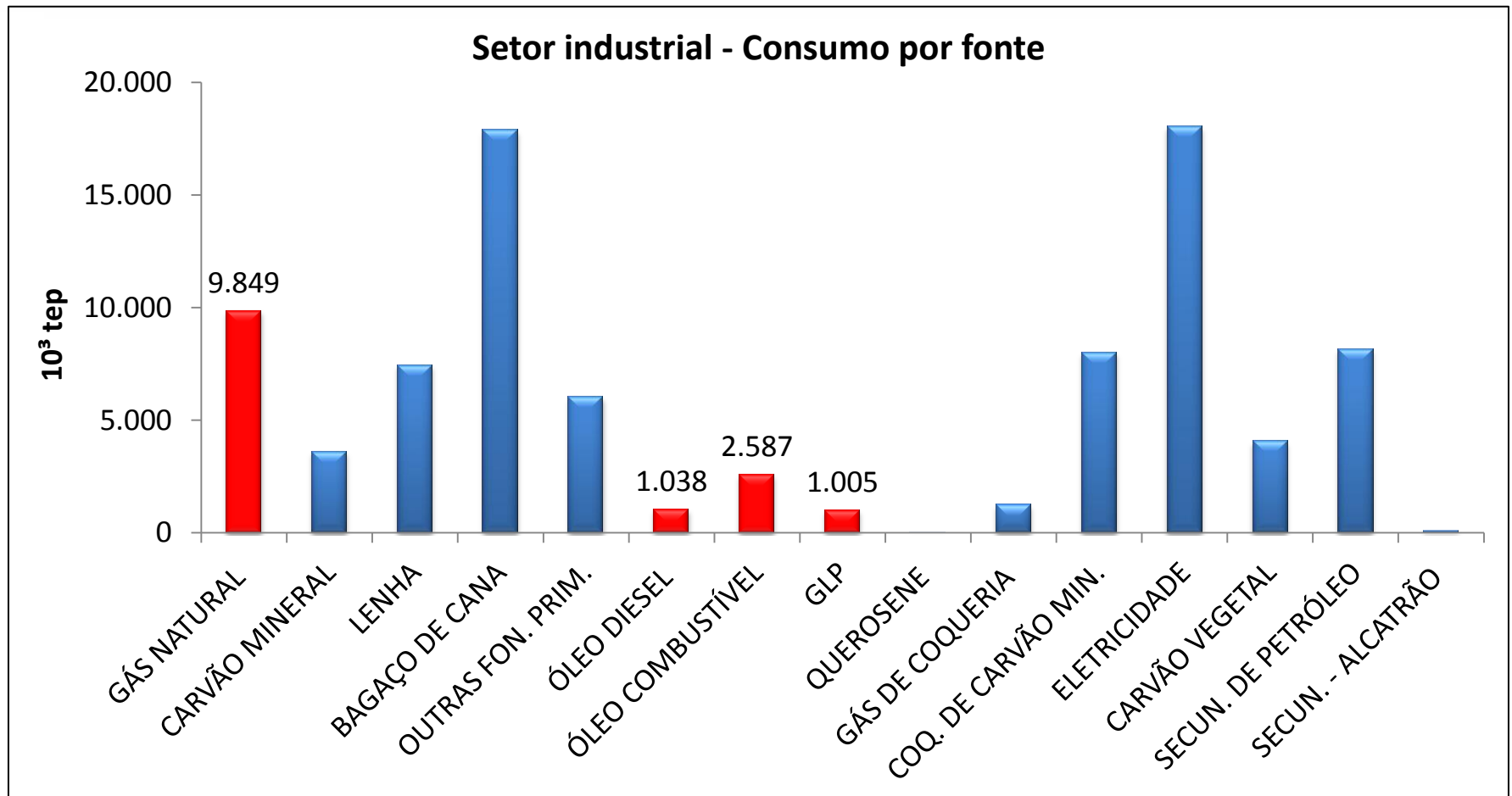
Resultados

Matriz energética do setor industrial



Resultados

Matriz energética do setor industrial



Resultados

Demanda potencial de madeira

- Equivalência m³ madeira para tep – 0,31
- Densidade da madeira – 500 kg/m³

FONTES	10³ tep	Ton. Madeira	m³ madeira
Gás natural	9.849	31.769.910	63.539.819
Óleo diesel	1.038	3.346.892	6.693.784
Óleo combustível	2.587	8.343.954	16.687.907
Gás liquefeito de petróleo	1.005	3.240.492	6.480.983
Total	14.477	46.701.247	93.402.494

Resultados

Demanda potencial de floresta

- IMA – 40 m³/ha.ano

Demanda potencial de floresta (ha) - Substituição combustíveis			
combustíveis	100%	75%	50%
Gás natural	35%	26%	18%
Óleo diesel			
Óleo combustível			
Gás liquefeito de petróleo			
Total	2.335.062	1.751.297	1.167.531

do total de florestas plantadas no Brasil

Resultados

Custo de geração de energia por fonte

Demanda anual de vapor – 535.428 toneladas

Fontes de combustíveis	Densidade (Kg/m ³)	Demanda (m ³)	Demanda (litros)	Demanda (ton.)	Preço	Custo vapor (R\$/Ton.)
Lenha	500	236.322	-	-	84,00	37,05
Cavaco	333	354.837	-	-	50,00	33,12
Óleo combustível	980	-	34.223.588	-	1,13	72,19
Óleo diesel	840	-	33.558.443	-	2,50	156,60
Gás natural	0,74	42.749.224	-	-	1,90	151,61
Gás GLP	552	-	-	46.052	2.300,00	197,71

Resultados

Custo de geração de energia por fonte

Demanda anual de vapor – 535.428 toneladas

Fontes de combustíveis	Densidade (Kg/m ³)	Demanda (m ³)	Demanda (litros)	Demanda (ton.)	Preço	Custo vapor (R\$/Ton.)
Lenha	500	236.322	-	-	84,00	37,05
Cavaco	333	354.837	-	-	50,00	33,12
Óleo combustível	980	-	34.223.588	-	1,13	72,19
Óleo diesel	840	-	33.558.443	-	2,50	156,60
Gás natural	0,74	42.749.224	-	-	1,90	151,61
Gás GLP	552	-	-	46.052	2.300,00	197,71

Conclusões

- Grande potencial de crescimento da biomassa florestal no mercado de energia térmica;
- Fonte renovável;
- Benefícios ambientais;
- Menor custo de geração;
- Desconhecimento por parte do setor industrial;
- Burocracia ambiental;
- Falta de incentivos e vontade política;

Obrigado