

## COMPARAÇÃO DA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA COM A MATRIZ MUNDIAL E OS NOVOS DESAFIOS PARA O DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS QUE PERMITAM UM CRESCIMENTO SUSTENTÁVEL

Ewerton de Oliveira Figueirôa, ewerton\_figueiroa\_@hotmail.com<sup>1</sup>

Evellyne de Oliveira Figueirôa, evellyne\_figueiroa@yahoo.com.br<sup>2</sup>

Jornandes Dias da Silva, jornandes.dias@pq.cnpq.br<sup>1</sup>

Francisco José Costa Araújo, paco51@terra.com.br<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade de Pernambuco, Rua Benfica, nº 455, Madalena, Recife – PE

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pernambuco, Av. Prof. Moraes Rego, s/n, Cidade Universitária, Recife – PE

**Resumo:** Após a segunda metade do século XX, o mundo assistiu a um exponencial crescimento de sua população e também de suas indústrias de bens duráveis e não-duráveis. O setor de transportes expandiu muito num intervalo pequeno. Esses elevados crescimentos exigiram uma enorme quantidade de energia e o petróleo figura na matriz energética mundial como a principal fonte usada nos últimos 100 anos. Com a perspectiva que aproximadamente em 2050 o petróleo não conseguirá suprir a demanda energética, surge a necessidade de estudos de (P&D) de tecnologias que permitam produzir energias renováveis. No caso do Brasil, em especial, a partir da biomassa, obtida da cana-de-açúcar e também de nossas oleaginosas devido à diversificação ímpar de nosso país e ao propício clima para sua obtenção.

**Palavras-chave:** Matriz energética, petróleo, tecnologias energéticas, biomassa

### 1. INTRODUÇÃO

Várias são as teorias sobre o surgimento do petróleo, porém, a mais aceita é que ele surgiu através de restos orgânicos de animais e vegetais depositados, principalmente, no fundo dos mares e que sofreram transformações químicas ao longo de milhares de anos.

Substância inflamável e oleosa com densidade menor que a água e composição química majoritária de moléculas de carbono e hidrogênio (hidrocarbonetos), o petróleo tem importância fundamental na geopolítica mundial por ser este a principal fonte energética da matriz mundial e também ser o precursor de inúmeros produtos como o gás natural, GLP, combustíveis (gasolina / diesel), óleos lubrificantes, produtos asfálticos, querosene e solventes.

Daí surge a necessidade de desenvolver tecnologias que permitam a substituição deste tão importante combustível. Na atual matriz energética mundial, mais de 80% é constituída por fontes não renováveis com destaque para o petróleo e gás natural como mostra a Fig. (1).

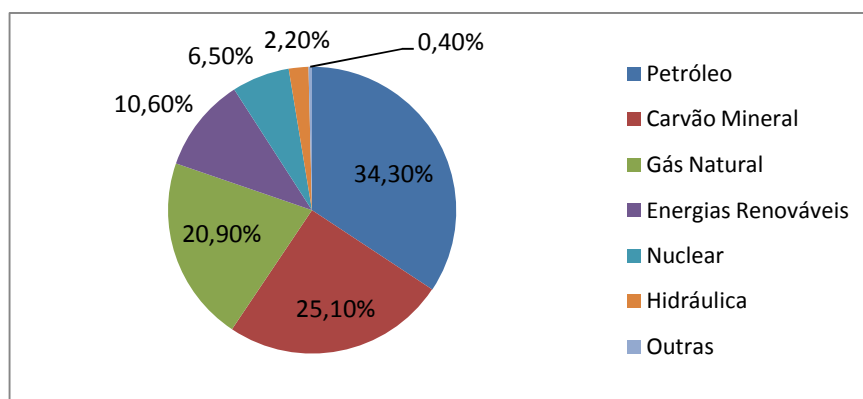


Figura 1: Análise da Matriz Energética Mundial. Fonte: IEA, 2007.

Analisando o gráfico, vemos que a dependência pelo petróleo é enorme. Todavia, vários fatores nos mostram que devemos mudar este cenário transpondo a predominância das energias não-renováveis para as renováveis.

Entenda-se por energias não-renováveis aquelas em que a sua produção pela natureza é mais lenta que a exploração para o seu uso.

Levando em conta que as reservas de petróleo no mundo é cerca de 1,2 trilhão de barris segundo a Agência Nacional de Petróleo (ANP) e que o atual nível de produção é aproximadamente 85 milhões de barris/dia, vemos facilmente na Eq. (1) que:

$$T = (1,2 \times 10^{12}) / (85 \times 10^6 \times 365) = 38,68 \quad (1)$$

Onde T representa o tempo em anos estimado que as reservas atualmente descobertas e em exploração estarão disponíveis, levando em conta o atual ritmo de produção.

Alguns especialistas ainda afirmam que esse tempo poderá diminuir, tendo em vista que a produção cresce 2% ao ano, além do fato que quando as reservas estiverem perto do fim o preço irá explodir pela famigerada lei da oferta e procura e o seu uso como combustível tornar-se-á inviável. (Barros, 2007)

Outros especialistas dão uma sobrevida ao uso do petróleo como combustível padrão e seus principais argumentos são a melhoria do aparato tecnológico para sua extração. “Nunca imaginamos tirar petróleo em bacias com mais de sete mil metros de profundidade. Hoje isso já é possível” comenta o geólogo Chang Kiang. (Portilho, 2008)

Ora, fato mesmo na literatura é saber que o ritmo de extração é muito maior que o nível de formação do petróleo e que apesar do aparato tecnológico, um dia não haverá tecnologia que consiga extrair o petróleo se este não existir. Não é verdade?

Outro fator que deverá ser levado em conta é que por estratégias políticas e econômicas não se deve ficar com uma matriz tão concentrada em um só combustível como o petróleo, quando as suas reservas não são tão grandes ao ponto que possam sustentar o crescimento econômico por muito tempo. O mercado petrolífero é extremamente volátil e desigual. Atualmente, o poder da OPEP é supremo no mercado; 80% do mercado mundial de petróleo e gás são controlados por apenas seis países (Arábia Saudita, Irã, Kuwait, Rússia, Venezuela e Iraque). A Arábia Saudita e o Kuwait orbitam sobre a geopolítica estadunidense à medida que os outros possuem problemas políticos com eles, o que causa essa volatilidade no mercado. (Barros, 2007)

Sabemos que crescimento econômico está fortemente ligado à capacidade de produção ou de compra de energia por um país qualquer. Analisando o cenário energético e a dependência de petróleo de dois gigantes em expressivo crescimento econômico, que são Índia e China, os quais crescem a taxas que variam entre 6% e 10% ao ano vemos que este crescimento pode estar ameaçado caso não haja um investimento maciço no setor de energia desses países. Por isso mesmo, ao fazer seu Mapa do Futuro Global, em 2005, o Conselho Nacional dos Estados Unidos previu que se forem mantidas as atuais taxas de crescimentos das duas economias, a China deverá aumentar em 150% o seu consumo energético e a Índia em 100% até 2020. A China que já chegou a exportar petróleo, hoje é a segunda maior importadora do produto. Na Índia, a dependência do petróleo em seu consumo interno chega a 85%. Outros importantes países dependem excessivamente do petróleo para manter suas economias, como a Coreia e o Japão. Talvez isso explique o porquê da aproximação desses países com o Irã e também com os países da América Latina. (Barros, 2007)

## **2. A IMPORTÂNCIA DA INSERÇÃO DOS BIOCOMBUSTÍVEIS NA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA**

### **2.1 O PROÁLCOOL como Precursor dos Biocombustíveis**

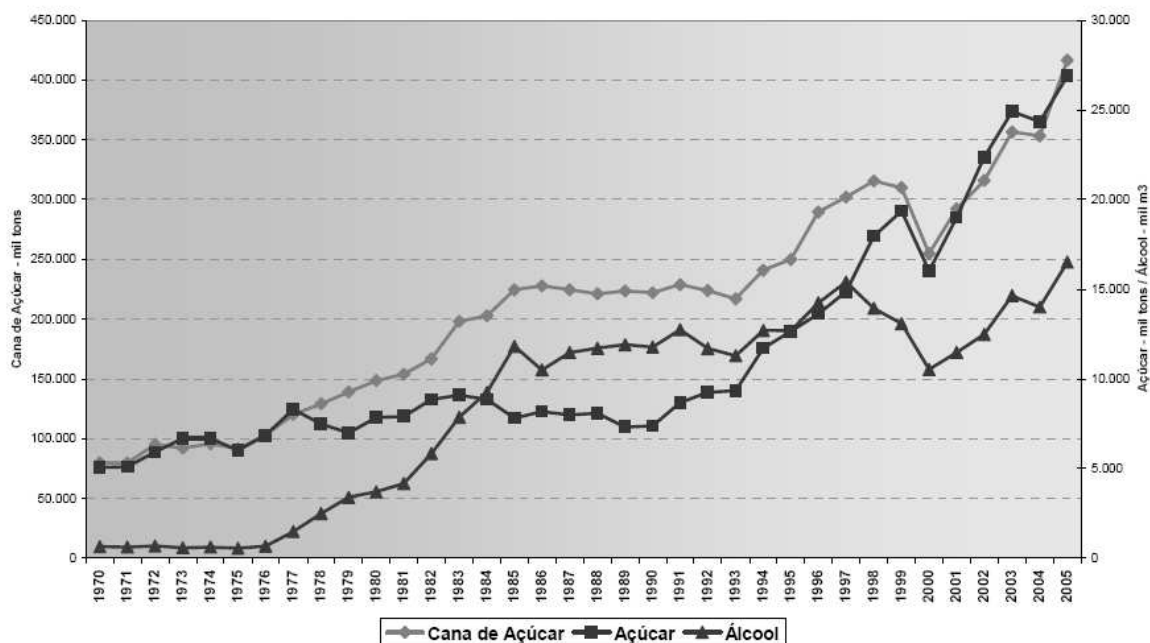
A preocupação do governo brasileiro em diversificar a sua matriz surgiu com a famosa crise do petróleo em 1973, quando os países árabes (maiores produtores) elevaram em mais de 300% o preço do combustível em protesto ao apoio dado pelos E.U.A a Israel durante a guerra do Yom Kippur. Surge então em 1975 o Programa Nacional do Álcool – PROÁLCOOL, cujo objetivo era fornecer um combustível alternativo aos obtidos a partir do petróleo que sofria altas variações devido a fortes instabilidades políticas. Em 1975, o Brasil produzia apenas 25% do petróleo que consumia. O restante vinha de importações, o que causava expressivo déficit em sua balança econômica.

Com o advento do Proálcool, o governo investiu aproximadamente sete bilhões de dólares até 1989 em pesquisas e subsídios para que o programa deslanchasse. E não deu outra, pois em 1978 o Brasil já começava a exportar seu álcool para os E.U.A e Japão. O programa ganhava cada vez mais força, haja vista que os conflitos internacionais elevavam o preço do petróleo para a casa dos US\$ 60 ao contrário dos US\$ 2 que custava o barril em 1973 antes da crise. Ao mesmo tempo, a PETROBRÁS aumentou sensivelmente a sua exploração de petróleo e também novos campos petrolíferos foram sendo descobertos, e a partir daí, o Brasil começava a galgar a sua auto-suficiência em petróleo e passava a depender cada vez menos de importações. O Proálcool tornava-se uma realidade. (Ruiz, 2006)

Todavia, o Programa do álcool começou a sofrer vários reveses no final da década de 80 e no início da de 90. Foi exatamente nesse período que a produção de álcool não conseguiu suprir a demanda. Em 1994, com a Lei de Proteção ao Meio Ambiente, que determinava 22% de álcool misturado à gasolina, surge um déficit de 1 bilhão de litros de álcool, as montadoras de veículos resolvem voltar a produzir carros movidos a gasolina e o álcool perde força no

cenário interno. Outro fator que veio declinar o consumo de álcool foi a valorização do açúcar frente ao combustível na década de 90. Mas, o programa ganhou sobrevida e conseguiu se sustentar graças ao desenvolvimento da tecnologia de motores flex, os quais funcionam com gasolina, álcool ou a mistura dos dois, além do aumento do preço do petróleo no início de 2000. (Ruiz, 2006)

A Figura (2) mostra a relação entre produção de cana-de-açúcar e a produção do álcool e do açúcar. Destacamos o período de 1977 a 1985 quando a produção de álcool aumentou substancialmente devido à necessidade de produção de combustível que não fosse o petróleo e também aos subsídios oferecidos pelo governo. Depois de um período de estagnação da produção, houve uma queda em meados de 90 e uma retomada a partir de 2000, pois o petróleo se valorizava no mercado externo. (Mendonça, 2008)



**Figura 2: Relação entre a produção da cana-de-açúcar e produção do álcool e do açúcar. Fonte: Mendonça, 2008**

O Brasil é atualmente o segundo maior produtor de álcool do mundo, tendo sido ultrapassado em 2006 pelos E.U.A, os quais produzem o etanol a partir do milho a um custo bem mais elevado e com uma menor eficiência na produção quando comparada à cana brasileira. Outro fator relevante é quanto à biomassa gerada no processo de produção do álcool. A cana gera uma quantidade bem maior que outras culturas usadas para esse fim, pois apenas 1/3 da cana quando processada produz o caldo, sendo o restante (palha e bagaço) descartado ou queimado em caldeiras para a geração de energia. Se investimentos feitos na área de gaseificação da biomassa no cenário nacional tornarem-se efetivos, a produção do álcool a partir da cana será ainda mais rentável, pois além do combustível teremos energia elétrica.

Outra forma de se aproveitar a biomassa da cana é no processo de hidrólise enzimática ou ácida, onde o álcool pode ser produzido também através da palha e bagaço da cana. (Mendonça, 2008)

Analisando o mercado mundial quanto ao uso desse combustível, vemos que o Brasil ocupa uma posição privilegiada devido à experiência obtida com o programa do Proálcool. Temos um clima propício para a cultura da cana, tecnologias com alta eficiência para a produção de álcool, a perspectiva de melhoria quanto ao aproveitamento da biomassa da cana, a possibilidade de expansão da área cultivada ou mesmo a otimização da cana por hectare que a engenharia genética poderá desenvolver num futuro próximo.

O álcool ganhou definitivamente espaço na matriz mundial. O Japão é importador do produto brasileiro e faz uma mistura a 3% em sua gasolina, ao passo que o mercado desse combustível também cresce na União Européia e em outros países asiáticos como China e Índia. Investimentos em (P&D) devem continuar sendo feitos para que o Brasil sempre continue na dianteira destes processos de produção e consiga manter-se como um dos maiores produtores do combustível no mundo.

## 2.2 As Origens do PNPB (Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel) e Inserção das Oleaginosas na Matriz Brasileira

O debate sobre a inserção do biodiesel na matriz energética brasileira só veio ganhar força na última metade dos anos 90 e tem seu marco regulatório em 2005, através da Lei 11.097, quando foi criado o Programa Brasileiro de

Produção e Uso de Biodiesel – PNPB. O programa prevê a redução de impostos para as empresas produtoras, desde que estas incluam a agricultura familiar em sua cadeia de produção, obtendo assim o selo de Combustível Social.

O biodiesel nada mais é que uma reação de transesterificação, onde os óleos vegetais ou gorduras animais reagem com metanol ou etanol na presença de um catalisador. Desta reação obtemos um éster que é o biodiesel, além de outros produtos como a glicerina.

O PNPB em sua criação tinha como essência a produção de um combustível que atendesse ao apelo mundial de produção de energia limpa e pretendia aliar a isso o desenvolvimento econômico e a inclusão social da população rural do Brasil. A diversidade das oleaginosas brasileiras, o favorável clima para o cultivo e a oportunidade de levar desenvolvimento ao campo mostrava a importância que o programa teria no cenário interno nacional e os impactos positivos que este traria ao país. No entanto, o programa vem sofrendo vários entraves devido, principalmente, ao descompasso entre demanda e produção.

A mamona foi eleita como a principal oleaginosa para a implementação do PNPB, pois esta reunia uma boa quantidade de óleo e é muito comum no nordeste brasileiro. Contudo, paradoxalmente, hoje a soja é quem supre a maior parte da demanda, aproximadamente 90% para a produção do biodiesel. Inicialmente pensou-se que os grandes produtores estivessem interessados em apropriar-se do programa para obter seus lucros, porém a alta valorização da soja no mercado internacional deixou que essa hipótese não se verificasse. (Mateii, 2008).

Paralelamente ao questionamento de por que o programa ainda não conseguiu deslanchar, alguns críticos comentam que o pequeno produtor rural não tem tecnologia suficiente para que produza eficientemente a mamona, ainda existe uma diferença enorme na produção por hectare da oleaginosa na região nordeste e no centro-oeste brasileiro. Outro fator que não contribui para uma produção mais alta no país é porque os pequenos produtores não sentem a necessidade de produzir mamona, haja vista que na maioria das vezes estes produtores rurais também complementam a sua renda através da pecuária e a mamona é tóxica para o gado.

A análise do PNPB mostra que mudanças devem ser feitas para que o programa não venha a ruir. Observamos que cada vez mais, o debate concentra-se na produção do álcool como principal bicomcombustível a ser potencialmente produzido no país. Caso isso se torne verdade remontamos ao velho problema social identificado por Fernando Henrique Cardoso em sua obra: “Capitalismo e Escravidão”. Nesta obra, ele afirma que a desgraça do Brasil encontrava-se na cana-de-açúcar, pois perpetuava o latifúndio, a fome e o subdesenvolvimento. (Mateii, 2008)

### 2.3 Análise da Matriz Energética Brasileira

Vemos na Fig. (3) que o Brasil apresenta uma situação mais alentadora que a da matriz mundial no que diz respeito a energias renováveis. Aproximadamente 45% de nossa matriz são renováveis, diferentemente do mundo onde tínhamos apenas 13%. Estudos de otimização quanto ao aproveitamento da biomassa devem ser feitos, quanto a sua produção no campo e seu aproveitamento para geração de energia elétrica em caldeiras. O desenvolvimento de outras tecnologias energéticas como a eólica e a solar também merecem destaque no Brasil, devido ao potencial que temos para aproveitar estas outras formas de energia.

Não existirá desenvolvimento social se não houver o incentivo a pesquisa e esta é de importantíssima necessidade para que possamos diversificar nossa matriz e nos tornarmos grandes produtores de energia limpa, capazes de vender não só ela pronta, mas também sua tecnologia para que outros países venham a produzi-la e assim preservar o meio ambiente. (Guadagnini,2006).

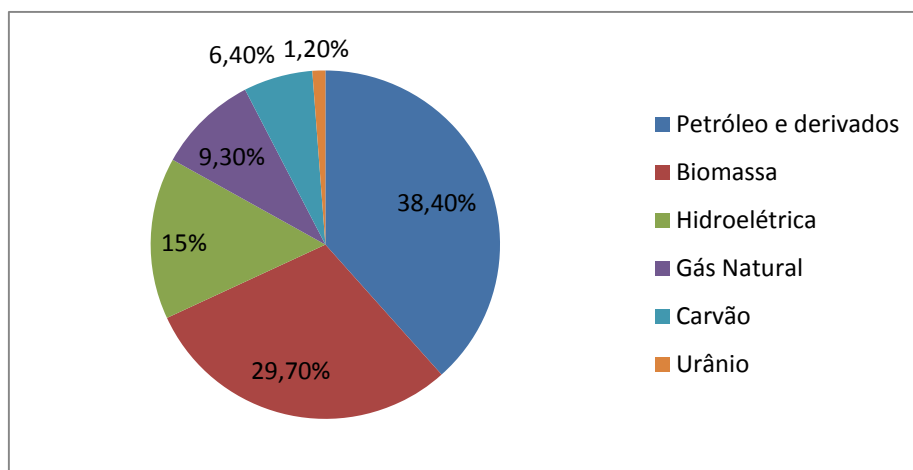


Figura 3: Análise da Matriz Energética Brasileira. Fonte: MME/BEM (2006)

### 3. CONCLUSÕES

A discussão ambiental ganhou importante destaque nas últimas décadas e junto com ela vem o debate sobre como manter o atual modo de produção da sociedade moderna sem comprometer o meio ambiente. Os novos desafios são: conseguir aliar crescimento econômico, produção industrial ecologicamente correta e igualdade social.

Os últimos 300 anos foram marcados por três grandes ciclos de fonte de energia. No século XIX, foi o do carvão; no século XX, o do petróleo; e, agora se tem o ciclo da biomassa. (Rathmann, 2005)

Antes de tudo tem que haver uma mudança cultural no mundo e isso não é tão fácil. É muito cômodo para todos nós vivermos do uso do petróleo e seus derivados como fonte principal de energia a ter que investir em outras formas de obtenção. Todavia, o tempo vem provando ao homem que a necessidade chegou e devemos desenvolver desde já novas alternativas que venham a atender a nossa necessidade, consumo e conforto que foram calcadas com a exploração do petróleo.

O Brasil é pioneiro na produção de bicomustíveis, o álcool produzido, principalmente, a partir da cana e o biodiesel a partir da soja colocam o país em destaque no cenário internacional como um promissor centro de produção de energia. Investimentos do setor privado e também do governo devem persistir para que o país não perca essa posição de destaque.

Esse desafio é de todos nós; profissionais, estudantes que tenham o comprometimento com um futuro sustentável e de toda a população. Caso essas mudanças não sejam feitas em tempo hábil, haverá um colapso entre crescimento populacional e disponibilidade de recursos ambientais para o crescimento e desenvolvimento humano.

É a partir dessa premissa que surge a necessidade da transposição da atual matriz não-renovável para as fontes renováveis, não afetando esta na produção mundial de alimentos.

### 4. REFERÊNCIAS

- Barros, E. V. de, 2007, A Matriz Energética Mundial e a Competitividade das Nações: Bases de uma nova Geopolítica, ENGEVISTA, Vol. 9, No. 1, Rio de Janeiro, pp. 47-56.
- Guadagnini, M.A., 2006, Fontes Alternativas de Energia – Uma visão geral, 55f. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós - Graduação Executiva em Meio Ambiente) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.
- Mendonça, M.A.A., *et al.*, 2008, Expansão da produção de álcool combustível no Brasil: uma análise baseada nas curvas de aprendizagem. In: XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Rio de Janeiro, Brasil, 2008.
- Portilho, G., 2008, Quanto tempo vai durar o petróleo no mundo? Revista Mundo Estranho. Disponível em : [http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/energia/conteudo\\_280677.shtml](http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/energia/conteudo_280677.shtml). Acesso em: 14/02/2010
- Rathmann, R., *et al.*, 2005, Biodiesel: Uma alternativa estratégica na matriz energética brasileira? Cadernos de Economia (UNOESC), Vol. 17, No. 1, Santa Catarina, Brasil, pp. 117-135.
- Ruiz, M., 2006, Proálcool e seu desenvolvimento. Disponível em: <http://www.sociedadedigital.com.br/artigo.php?artigo=180>. Acesso em: 17/02/2010.
- Mateii, L. F., 2008, Programa Nacional para produção e uso do biodiesel no Brasil (PNPB): Trajetória, situação atual e desafios. UFSC, Santa Catarina, 2008.

### 5. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.

## COMPARISON OF THE BRAZILIAN ENERGY MATRIX WITH THE WORLDWIDE MATRIX AND THE NEW CHALLENGES FOR THE DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGIES THAT ALLOW A SUSTAINABLE GROWTH

Ewerton de Oliveira Figueirôa, ewerton\_figueiroa@hotmail.com<sup>1</sup>

Evellyne de Oliveira Figueirôa, evellyne\_figueiroa@yahoo.com.br<sup>2</sup>

Jornandes Dias da Silva, jornandes.dias@pq.cnpq.br<sup>1</sup>

Francisco José Costa Araújo, paco51@terra.com.br<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade de Pernambuco, Rua Benfica, nº 455, Madalena, Recife – PE

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pernambuco, Av. Prof. Moraes Rego, s/n, Cidade Universitária, Recife – PE

**Abstract.** *After the second half of the 20<sup>th</sup> century, the world also attended an exponential growth of its population and its industries of durable and not-durable consumer goods. The sector of transports expanded very much in a small interval. These high growths required a huge amount of energy and the oil appears in the worldwide energy matrix as the main source used in last the 100 years. With the perspective that approximately in 2050 the oil will not be able to supply the energy demand, the necessity of studies of (P&D) of technologies that allow to produce renewable energies. In the case of Brazil, in special, from the biomass, gotten of the cane-of-sugar and also of our oily grains due the unique diversification of our country and the propitious climate for its attainment.*

**Keywords:** *Energy matrix, oil, energy technologies, biomass.*