

Análise crítica do Plano Decenal de Expansão de Energia – PDEE 2021 - Questões socioeconômicas e ambientais decorrentes das estratégias brasileiras para o etanol combustível

Critique of the Decennium Energy Expansion Plan PDEE 2021. Socioeconomic and environmental issues arising from the Brazilian strategies for ethanol fuel

RESUMO

As questões energéticas Brasileiras para o período 2012 -2021 estão expressas no Plano Decenal de Expansão Energética, cuja edição preliminar foi disponibilizada para consulta pública em setembro de 2012 pelo Ministério das Minas e Energia. Este artigo discute as premissas e diretrizes adotadas para os combustíveis de carros de passeio, com foco nos seus aspectos ambientais. Destacam-se os riscos de considerar que o etanol possa atender todo o crescimento da demanda de combustíveis para carros de passeio, e os aspectos e impactos previsíveis que virão em decorrência da necessária expansão da cultura da cana de açúcar planejada para o início do período decenal. O artigo também inclui recomendações para o uso de outras opções de combustíveis existentes e a livre concorrência para garantir abastecimento e preços competitivos. Do ponto de vista ambiental, o artigo também recomenda que um inventário consequente de todos os impactos, negativos e positivos, deve ser levantado e considerado para direcionar as políticas e estratégias nacionais.

PALAVRAS-CHAVE: PDEE 2021, etanol combustível, matriz energética, impacto ambiental, ocupação do solo.

ABSTRACT

The Brazilian energy strategies for 2012 – 2021 period are addressed in the Decennial Plan for Energy Expansion 2021 (PDEE 2021). A preliminary edition was released for public discussion by the Ministry of Mines and Energy in September 2012. This article discusses the plan guidelines for passenger car fuels, with emphasis on their environmental aspects. The risks of expecting bioethanol supply to meet alone the growth of vehicle fuel demand are highlighted. The predictable aspects and impacts arising from the necessary sugar-cane culture expansion, as planned for the decennial period are also discussed. A free competition between other fuel alternatives to ensure demand provision and affordable fuel prices is proposed as part of a strategy. From the environmental standpoint, the article recommends that an inventory of all positive and negative impacts should be calculated and considered to set up the national policies and strategies.

KEYWORDS: PDEE 2021, bioethanol, fuel matrix, environmental impact, land-use.

Mario A. Massagardi
Programa de Pós Graduação
em Gestão Ambiental –
Universidade Positivo (UP)
Curitiba, PR, Brasil
maram60@terra.com.br

Valdir Fernandes
Professor dos Programa de
Pós Graduação em Gestão
Ambiental Universidade
Positivo (UP) e Professor
Governança e
Sustentabilidade do ISAE
Curitiba, PR, Brasil
valdir.fernandes@icloud.com

Eliane Carvalho de Vasconcelos
Professor Titular Programa
de Pós Graduação em Gestão
Ambiental Universidade
Positivo (UP)
Curitiba, PR, Brasil
evasconcelos@up.com.br

Paulo Janissek
Professor Titular Programa
de Pós Graduação em Gestão
Ambiental Universidade
Positivo (UP)
Curitiba, PR, Brasil
pjanissek@up.com.br

INTRODUÇÃO

O Plano Decenal de Expansão de Energia (PDEE), publicado anualmente pela Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético do Ministério das Minas e Energia (MME) do Brasil, é o mais importante instrumento de planejamento do setor energético brasileiro. Antes de sua publicação oficial, o PDEE é disponibilizado para consulta pública na internet. A versão do PDEE denominada 2021 foi colocada para consulta pública em setembro de 2012 na página do Ministério (BRASIL, MME, 2012).

O plano é baseado em exaustivo levantamento de dados contextualizando a análise da demanda e da oferta energética do país. Como resultado, o plano consolida as estratégias para os setores elétrico, dos combustíveis fósseis e dos renováveis, que resultam na projeção da matriz energética do país para os próximos dez anos. Na edição do PDEE que contempla o período 2012 - 2021 merece destaque a reafirmação da política do Ministério (MME) de que praticamente todo o aumento da demanda de combustíveis para os carros brasileiros será suprido pelo etanol produzido no país. Uma das justificativas para esta estratégia é a intenção de contribuir de forma significativa para a redução do acúmulo de gases de efeito estufa na atmosfera, obtida pela substituição da gasolina por um combustível renovável.

No entanto, não são considerados no plano os impactos ambientais e sociais, resultantes da expansão do cultivo da cana de açúcar, necessária para suprir esta demanda. A discussão da sustentabilidade desta expansão é imprescindível para a ponderação dos benefícios e custos decorrentes desta estratégia.

Adicionalmente, faz-se necessário analisar de forma abrangente as premissas e a amplitude das metas estabelecidas

no PDEE 2021, com respeito ao risco de desabastecimento dos combustíveis para motores do ciclo Otto, tendo em vista que não há planejamento para o aumento da oferta de gasolina no período descrito.

REFERENCIAL TEÓRICO

A expansão da cultura da cana de açúcar no centro-sul Brasileiro

A moderna expansão do cultivo da cana de açúcar iniciou-se no ano de 1975 quando o governo brasileiro lançou o programa chamado Proálcool, com objetivo de produzir etanol suficiente para adicionar vinte por cento deste na gasolina, reduzindo a escassez de combustíveis no país, derivada da crise do petróleo. Ao lançar este programa, não havia por parte do governo significativa consideração sobre impactos ambientais que esta expansão do cultivo da cana poderia trazer (GOLDENBERG *et al.*, 2008).

Na década de 1980, os automóveis movidos a álcool hidratado chegaram a uma participação de 85% na frota de veículos novos produzidos no Brasil. No final desta década, no entanto, uma séria crise de abastecimento do etanol, acompanhada pelo barateamento dos combustíveis derivados de petróleo, causou uma crise de confiança no consumidor. Como consequência, os veículos a álcool deixaram de ter a preferência na compra de carros novos. Esta confiança somente seria recuperada a partir do ano de 2003, com o lançamento dos carros “flex” de injeção eletrônica, que possuíam diversos mapas de calibração dos motores permitindo operar com qualquer proporção de gasolina e etanol hidratado. (SOLOMON *et al.* 2007).

Com oferta crescente e preços competitivos, fruto dos investimentos e ganhos de produtividade do setor, o etanol

ganhou atratividade frente à gasolina no mercado consumidor. Como resultado, no ano 2011 sete milhões de hectares de plantação de cana de açúcar dominavam a paisagem do interior do estado de São Paulo, sul do Mato Grosso do Sul e Goiás, parte da região noroeste de Minas Gerais e o norte do Paraná. Um pouco mais de um milhão de hectares de plantação também existiam no nordeste brasileiro (BRASIL, PDEE 2021, 2012). Esta área plantada gerou uma produção de cana de açúcar de aproximadamente 550 milhões de toneladas. Aproximadamente metade foi utilizada para produzir 20,5 milhões de metros cúbicos de etanol combustível para uso no Brasil e exportação. A outra metade gerou 31 milhões de toneladas de açúcar (ÚNICA, 2012).

Para atender a demanda, até 2012, a previsão (PDEE 2021) é que a área destinada ao cultivo da cana seja de 13 milhões de hectares, o que representa uma expansão superior a 60 % em relação a 2011.

Impactos ambientais decorrentes: relevância e abrangência

Impacto ambiental pode ser considerado (BRASIL, 1986) como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetem: a saúde, a segurança e o bem estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais.

Dessa forma, conforme as normas para licenciamento ambiental (BRASIL, 1986) a análise dos impactos da expansão da cultura da cana no Brasil deve considerar:

a) O meio físico (subsolo, águas, ar, clima, recursos minerais, topografia, etc.)

b) O meio biológico e os ecossistemas naturais (flora e fauna, espécies indicadoras de qualidade ambiental, de valor científico e econômico, raras e ameaçadas de extinção e as áreas de preservação permanente).

c) O meio sócio econômico – uso e ocupação do solo, das águas, a sócio economia, sítios e monumentos arqueológicos, históricos e culturais da comunidade, as relações de dependência entre a sociedade local, os recursos ambientais e a potencial utilização futura desses recursos.

O resultado decorrente desta análise é o plano de ações mitigadoras dos impactos negativos e de monitoramento dos indicadores ambientais.

Os impactos ambientais e socioeconômicos associados ao cultivo da cana como fonte de energia

Macedo *et al* (2005), baseado em inventários de insumos e energia dos processos agrícolas e industriais, demonstrou que o etanol de cana de açúcar substitui a gasolina no uso em automóveis com vantagens ambientais. Uma das vantagens do uso do etanol em motores está na redução das emissões de gases tóxicos de escape, em especial do monóxido de carbono e dos hidrocarbonetos não queimados (MACEDO *et al*, 2005). Esta redução das emissões de gases tóxicos contribui para a melhoria da qualidade do ar nas cidades. Em uma simulação para a Cidade do México, Garcia *et al.* (2010) consideram que a adição de 10% de etanol à gasolina tem potencial para reduzir em 8,8 % as emissões de CO e em 7,6 % as emissões de CO₂, para o período considerado no estudo (2002 a 2020). No entanto, o aumento estimado na produção de acetaldeído é de 119,5 %. O

aumento de emissões de compostos orgânicos, quando combustíveis oxigenados são utilizados, também é reportada por Karavalaski (2012), Cook (2011) e Magnusson (2011), entre outros autores.

Ao considerar todo o ciclo de vida do etanol, o balanço ambiental é calculado em três diferentes níveis ou abrangências: considerando apenas o balanço direto entre a energia gerada e consumida na produção do etanol; incluindo também as emissões estimadas para a produção dos diversos insumos agrícolas e industriais, e, em uma abordagem mais ampla, também as emissões equivalentes à construção das instalações e máquinas utilizadas no processo. Uma comparação sobre as diferentes abordagens utilizadas para o balanço energético foi publicada recentemente, com ênfase no etanol Brasileiro (RAMÍREZ TRIANA, 2011). Esta metodologia demonstrou que, ao contrário do etanol de milho produzido nos Estados Unidos, um combustível produzido com déficit de energia, o etanol de cana brasileiro tinha pequena dependência no seu processo produtivo do uso de combustíveis fósseis, na proporção de oito partes de energia produzida por uma unidade de combustível fóssil consumido, e por isso poderia ser considerado um combustível de fonte renovável (BRASIL, Gov. SP, 2008).

A cultura da cana de açúcar em grande escala tem diversos impactos significativos no meio ambiente e muitos deles têm o potencial de reduzir os ganhos obtidos quando da substituição da gasolina. Na tabela 01 estão relacionados os principais aspectos e impactos ambientais da cultura da cana no meio físico.

Dentre estes impactos alguns merecem comentário devido à sua relevância:

As queimadas

As queimadas são feitas deliberadamente para facilitar o acesso do homem ao corte do caule da cana. Seus impactos contribuem para reduzir as vantagens do uso do álcool combustível no que diz respeito à qualidade do ar e as emissões de gases de efeito estufa.

A prática da colheita mecanizada, ação corretiva para este impacto, se expande continuamente no centro-sul do país e 2013 será o último ano em que as queimadas serão prática tolerada na cultura da cana (ÚNICA, 2012).

A compactação e contaminação do solo

Outros impactos relevantes ainda permanecem sem uma solução aplicável em grande escala, dentre eles, a compactação do solo e o uso de produtos químicos, principalmente pesticidas e inseticidas, na fase agrícola do processo. Ambos podem trazer consequências também no meio biótico, ou através da contaminação da água e peixes, ou diminuindo a disponibilidade de alimento para animais insetívoros.

A vinhaça

Do lado industrial, o aspecto de maior monta é a sobra e descarte da vinhaça, que atualmente é transportada de volta aos campos e utilizada como fertilizante. A vinhaça é produzida numa taxa de 10 a 15 l por litro de etanol (ÚNICA, 2005) e seu volume é, portanto, muito grande. Os impactos decorrentes do descarte da vinhaça são basicamente de dois tipos: - a necessidade de transporte da usina ao campo e - o aumento da concentração de matéria orgânica no solo (185 g DBO₅ / litro).

O PDEE 2021 estima que 855 milhões de metros cúbicos de vinhaça serão produzidas no ano 2021, decorrentes da produção do etanol. Uma quantidade de mesma ordem de grandeza deverá resultar da produção de açúcar e de outros derivados da cana destinados ao uso industrial.

Tabela 1 - Aspectos e impactos da cultura da cana nos diferentes meios

Aspecto – Atividades	Impactos	Meios afetados
Adução química: uso de inseticidas e defensivos agrícolas	Contaminação do solo e das águas Comprometimento da qualidade e disponibilidade da água para abastecimento	Físico e Biológico
Uso de máquinas e veículos pesados	Compactação e desgaste do solo Piora nas condições de trânsito nas estradas Perigo de atropelamento de pessoas e animais Emissão de gases de combustão pelo escape	Físico e Biológico
Expansão da (mono) cultura da cana em grandes extensões territoriais	Invasão da fronteira agrícola em áreas preservadas Emissão de gases de efeito estufa pela troca do uso da terra Redução da biodiversidade Redução da disponibilidade alimentar Promove a desigualdade no campo, dificulta a agricultura familiar Reconfiguração dos espaços geográficos, da paisagem, dos padrões agrícolas e das atividades agropecuárias Pressão sobre o modo de vida e atividades das pessoas Altera a disponibilidade de empregos Altera a disponibilidade e o preço dos alimentos Avança e compromete direta ou indiretamente os ecossistemas do Cerrado e Amazônia, áreas indígenas e reservas legais Impacto na infraestrutura urbana das regiões, deterioração das rodovias	Físico e Biológico Sócio-econômico
Erosão do solo e eliminação da mata ciliar	Assoreamento dos cursos d'água	Físico e Biológico
Colheita não mecanizada, queimadas	Piora da qualidade do ar na região Alta emissão de gases de efeito estufa Alteração da temperatura e dos componentes do solo Danos à fauna e à flora; Perda de habitat Problemas respiratórios na população da região	Físico e Biológico
Geração de efluentes líquidos, vinhaça	Deposição e alteração das características do solo; contaminação dos cursos d'água	Físico e Biológico

Fonte: Adaptado de Rodrigues, 2010

O fluxo de veículos extrapesados nas estradas

As grandes quantidades de cana e vinhaça acabam gerando um risco constante à vida de pessoas e animais. O transporte da cana à usina e da vinhaça ao campo já mobiliza um frota considerável de caminhões extra pesados, que transitam em condição de sobrecarga nas estradas das regiões produtoras. Toda esta frota é atualmente movida a Diesel.

Impactos na fauna e flora

A despeito de muitas das áreas ocupadas pela cultura da cana já serem declaradas como degradadas, ou utilizadas para outras atividades agrícolas, algumas áreas ainda são identificadas como nativas ou de preservação. O isolamento e a fragmentação destas áreas trazem impactos significativos de longo prazo, dado que processos naturais, como a polinização, por exemplo, serão dificultados. Para os animais, a ocupação da paisagem

pela cana e o isolamento das matas preservadas terão impactos de diversas ordens, a começar pela disponibilidade de alimentos, visto que animais e pássaros da região normalmente dependem de sementes, frutos e folhas para sobreviver. Outros são predadores e necessitam de caça. Alimentos de qualquer espécie tenderão a ficar mais escassos e dispersos. Estudos sobre a sobrevivência das diversas espécies sobre as novas condições

são certamente necessários para se conhecer a amplitude dos impactos.

As emissões causadas pela mudança de uso da terra

No ano 2000 foi publicado o Relatório Executivo do IPCC (Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas) das Nações Unidas, contendo a metodologia para se contabilizar as emissões de dióxido de carbono decorrentes das mudanças de uso do solo, direta ou indiretamente causadas pela produção de insumos para biocombustíveis em áreas anteriormente utilizadas para se produzir alimentos (IPCC, EXECUTIVE REPORT, 2000).

Com base nesta metodologia foi possível se inventariar as emissões decorrentes da mudança de uso da terra causada pela expansão da produção de biocombustíveis nos Estados Unidos, e demonstrar que, ao contrário do que se supunha, as políticas de expansão da produção e uso de biocombustíveis daquele país não levariam a redução das emissões de gases de efeito estufa; ao contrário, com todos os efeitos contabilizados, o que realmente ocorreria seria o aumento, a curto, médio e longo prazo, da concentração de gases de efeito estufa na atmosfera (SEARCHINGER, 2008).

A redução da produção de alimentos para a produção de biocombustíveis, ou mesmo o deslocamento das áreas produtivas dos alimentos para regiões mais distantes dos pontos de consumo foram relacionadas com o aumento dos preços destes aos consumidores, e com o potencial perigo de desabastecimento em tempos de menor abundância (SEARCHINGER, 2011).

Como decorrência destes estudos se desenvolveu também o conceito de que biocombustíveis avançados, além do alto rendimento energético, deveriam ser produzidos de sobras, resíduos ou de outras fontes que não competissem com a produção de alimentos diretamente,

ou indiretamente, através da ocupação do solo ou do uso de recursos anteriormente voltados para a produção de alimentos.

Nos estudos que demonstraram o balanço energético positivo do etanol de cana de açúcar no Brasil, assim como as suas vantagens ambientais na substituição da gasolina, não foram consideradas as emissões pela mudança do uso do solo. A argumentação normalmente utilizada para justificar que a situação brasileira é diferente do que ocorre nos Estados Unidos ou Europa se baseia na existência de grandes áreas agriculturáveis no país, atualmente ocupadas por pastagens ou já degradadas pela utilização em outras culturas agrícolas, o que permitiria a expansão da cultura da cana sem ocasionar impactos significativos que levassem à escassez ou aumento dos preços dos alimentos (Goldenberg, 2008).

A política energética brasileira propõe a continuidade da expansão da produção do etanol combustível, ampliando a área plantada de cana de açúcar de oito milhões para no mínimo 13 milhões de hectares (Brasil, MME, PDEE 2021, 2012). O real impacto desta política no que diz respeito ao balanço das emissões de gases de efeito estufa não é conhecido, dado que as emissões causadas pela mudança do uso do solo ainda não foram criteriosamente contabilizados e somados com as emissões inventariadas no processo

agrícola e industrial do etanol.

Grandes expansões agrícolas obrigam as populações a passar por processos de adaptação às novas atividades econômicas da região. Os defensores da expansão da cana, por sua vez, ressaltam a importância da cana no balanço de divisas do país, contribuindo de um lado na redução da importação de derivados de petróleo, e de outro na geração de divisas nas exportações de etanol e açúcar. Também ressaltam a criação de empregos diretos e indiretos, estes nos setores de máquinas, equipamentos e insumos (ÚNICA, 2005).

DIRETRIZES DO PLANO PARA GASOLINA E ETANOL COMBUSTÍVEL

A demanda de combustíveis para carros de passeio

A projeção do crescimento da frota de carros é feita com base em tendências socioeconômicas e prevê, além do ingresso anual de novos veículos no mercado, uma taxa de sucateamento dos carros mais antigos. O crescimento total previsto para o período de 10 anos é de 80%, ou seja, um crescimento médio anual de 6%. Do total de 53 milhões de veículos em 2021 aproximadamente 43 milhões serão flex, e poderão ser abastecidos com gasolina ou com etanol hidratado. A premissa de crescimento da frota flex no período é de mais de 140%, o

Tabela 2 - Brasil - Perfil da frota de veículos leves por combustível (milhões de unidades)

Tipo de veículo	Frota em 2012	Frota em 2021
A gasolina	12,5	9,1
Flex	17,6	43,3
A etanol	0,9	0,3
Outros*	-	0,3
Total	31	53

Fonte EPE;

(*) Outras tecnologias possíveis, exemplo veículos elétricos;

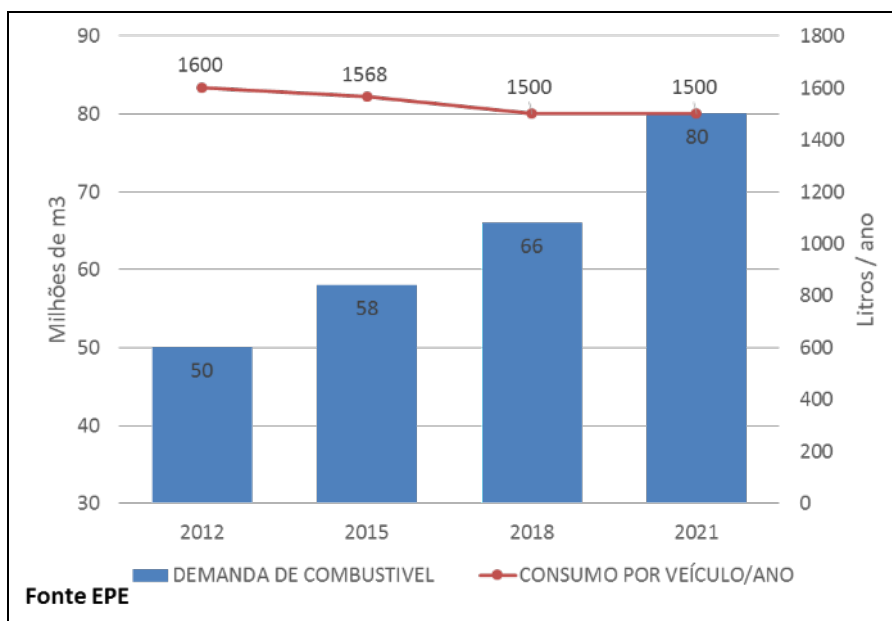


Figura 1 – Previsão do EPE para a demanda de energia para veículos com motor do ciclo Otto

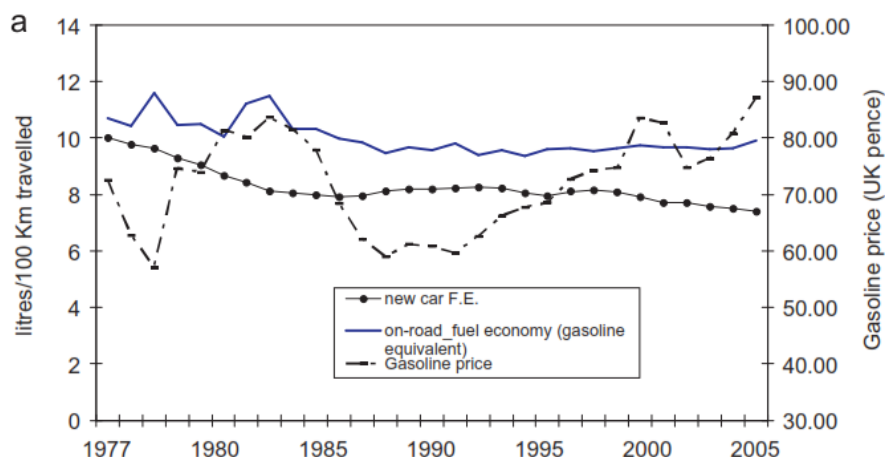


Figura 2 - Histórico economia no consumo observado para carros no Reino Unido para o período de 1977 a 2005. Fonte: BONILLA, 2009.

que reflete a tendência atual de preferência de compra da população. Consequentemente, a frota de veículos que usam exclusivamente gasolina se reduz no período e a frota que roda exclusivamente a etanol, composta basicamente de veículos produzidos nas décadas anteriores ao ano 2000, deverá desaparecer. Uma pequena participação de mercado é dada a veículos híbrido-elétricos a partir do ano 2015.

A projeção de crescimento da frota de carros de passeio no

Brasil conforme o PDEE 2021 pode ser vista na tabela 02.

A frota total projetada gera uma demanda de combustíveis, expressa em milhões de metros cúbicos de gasolina equivalente, como mostra a figura 1, que indica também o consumo médio anual projetado.

O aumento da demanda volumétrica de combustíveis prevista para o período decenal é de 60%, atingindo 80 milhões de metros cúbicos de gasolina equivalente em 2021. Ele é,

portanto, menor que o crescimento projetado da frota, o que indica que se assumiu uma premissa de ganho de eficiência energética no uso do combustível: o consumo médio anual dos carros se reduz de 1600 litros em 2012 para 1500 litros de combustível em 2021. Isto significa que os veículos a serem produzidos durante este período decenal deverão ser consideravelmente mais eficientes no uso do combustível do que aqueles que compõem a frota atual, ou ainda deverão rodar menos.

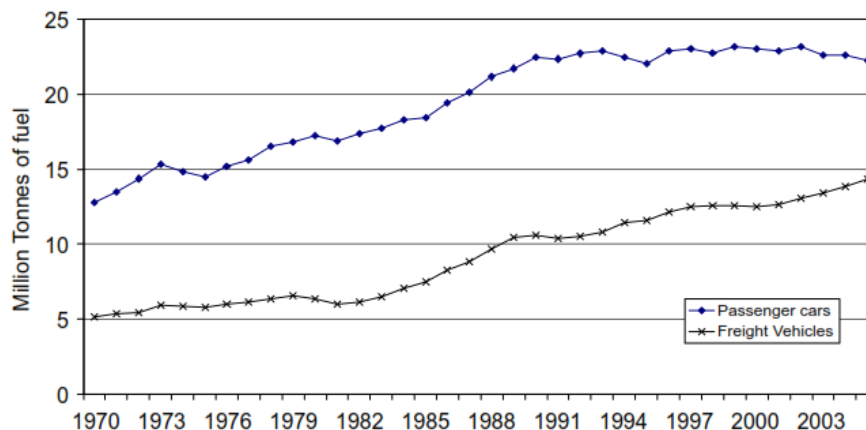


Figura 3 - Demanda crescente de combustíveis observada para veículos de passeio e carga no Reino Unido no período de 1970 a 2003. (Fonte: BONILLA, 2009)

Para efeito de comparação, a figura 2 e 3 apresenta a evolução histórica registrada no período de 1977 a 2005 para carros no Reino Unido, e figura 3 indica o consumo por combustíveis (BONILLA, 2009). É interessante observar que grandes avanços tecnológicos foram observados inicialmente, resultando em carros mais eficientes (menor consumo). No entanto, esta redução é menos significativa a partir do ano 2000, pelos menos no estudo reportado para os autores. No entanto, isto não significou uma redução na demanda total de combustíveis, uma vez que, com o aumento de carros supera os efeitos da maior eficiência destes veículos. Um outro fator que pode ser apontado, no sentido de aumentar o consumo, é que, os motoristas podem ser indiretamente estimulados a rodar mais na medida que trocam para carros mais econômicos.

No ano 2012 o governo brasileiro pela primeira vez publicou metas de ganho de eficiência energética para carros, através do programa INOVAR-AUTO. Se atendidas as metas de qualificação e adicionais que permitem redução dos impostos embutidos nos preços dos veículos, os carros novos brasileiros deverão ser no ano 2017 aproximadamente 15% mais eficientes no uso de combustível do que são hoje. Porém, este efeito benéfico ocorreria somente na

segunda metade do período decenal do PDEE 2021.

Fatores que podem aumentar a demanda de combustíveis:

O efeito benéfico de melhorar a eficiência energética dos carros novos pode ser anulado por outros fatores de ocorrência bastante provável e assim gerar um cenário de demanda de combustível superior ao dado pelo PDEE 2021. Exemplos destes fatores são:

- O uso pela população de veículos maiores e de motores mais potentes do que os atuais, dado o seu crescente poder aquisitivo;
- O adensamento de tráfego que será gerado pelos 20 milhões de veículos adicionados às ruas e estradas do país, o que diminuirá as velocidades médias de rodagem e aumentará o consumo de combustível.

Fatores que podem diminuir a demanda por combustível:

O PDEE 2021 não considera cenários alternativos de demanda de combustíveis para carros, mas um cenário mais agressivo de redução poderia ser parte da formulação da política pública. Alguns exemplos de medidas efetivas de redução estão relacionados abaixo:

- Desestímulo do uso do transporte individual via aumento de preço dos combustíveis. A adoção deste tipo de medida, porém, tem barreiras políticas pela sua impopularidade e depende diretamente de avanços significativos nos modais de transporte coletivo.
- Ganho maior na eficiência energética dos carros: uma possibilidade mais concreta seria a imediata liberação no Brasil do uso dos modernos carros de passeio a diesel, que têm atualmente eficiência energética 30 a 35% superior à dos motores do ciclo Otto (USA, 2013). Conforme o PDEE2021, o Brasil terá excesso de oferta de diesel combustível de alta qualidade ainda dentro do período decenal e capacidade livre para exportação.

A demanda projetada de gasolina e etanol

A gasolina comercializada ao público no Brasil é chamada de gasolina C e contém até 25% de seu volume de etanol anidro. O restante do conteúdo é chamado de gasolina A.

Tabela 3 - Demanda projetada até 2021 de etanol combustível e gasolina (em Milhões de metros cúbicos)

Demanda combustível	2012	2016	2021	Crescimento (%)	
				total	Médio anual
Etanol hidratado	15	33	52	247	14
Etanol anidro	7	8	10	43	3,6
Etanol total	22	41	62	182	11
gasolina	29,2	25,4	28,9	0	0

Tabela 4: PDEE 2021 – Premissas para cálculo da oferta de etanol

Premissa:	PDEE2021 ano 2012	PDEE2021 ano 2021	Diferença em %
Área ocupada pela cultura da cana (milhões de hectares)	8	13	62%
Produtividade da cana (tc / ha)	68.3	88.5	30%
Produção de cana de açúcar (milhões de toneladas)	586	1155	97%
Porcentagem da cana usada para etanol	56%	68%	21%
Número de usinas de produção de etanol	420	499	19%
Produção etanol (litros / tc)	82.3	87.7	6%
Produção total de etanol (Bilhões litros)	24.6	68.5	178%
Produção do etanol automotivo para o Brasil (bilh. litros)	21.9	61.6	181%
Fonte de dados: PDEE 2021			

O PDEE 2021 projetou a demanda de curto prazo da gasolina A considerando a premissa que este combustível deverá ser o preferido dos consumidores durante o período 2012-2013, porém perderá esta posição para o etanol hidratado a partir do ano 2014 até o final do período decenal, motivada pela recuperação da oferta e da competitividade em preços do etanol.

Como resultado, e a despeito do crescimento da frota, a gasolina C não tem demanda crescente projetada no período, a exemplo do que acontece com o etanol. A demanda projetada de etanol e gasolina está indicada na tabela 3, construída a partir do PDEE 2021:

Este padrão de planejamento tem se mantido o

mesmo dos planos de expansão de energia publicados nos anos anteriores, mas a demanda de curto prazo de gasolina foi neste ano corrigida para cima para o período 2012 e 2013 devido à falta de oferta de etanol e o aumento de seus preços. Em 2012 o país importou gasolina. No total, o PDEE 2021 projeta um crescimento de demanda de quase três vezes do consumo total do etanol automotivo em 10 anos, atingindo 62 milhões de metros cúbicos no final do período decenal. A justificativa para tal projeção é a de que a demanda corresponderá à oferta prevista para este combustível (BRASIL, PDEE2021, 2012).

Considerando-se que a demanda do etanol foi estimada pela oferta, faz-se necessário se entender como a oferta deste

combustível foi projetada. A tabela 4 mostra os principais indicadores de crescimento e premissas do PDEE 2021 para projetar a oferta de etanol combustível.

A comparação do cenário atual do ano 2012 contra aquele projetado para o ano 2021 mostra a grandeza do desafio que o plano propõe para a indústria brasileira do etanol. A análise individual dos indicadores e premissas demonstram os desafios e os riscos a ele associados.

A expansão da área necessária para o plantio da cana de açúcar

A expansão no uso da terra pela cultura da cana de açúcar no centro-sul brasileiro durante os anos

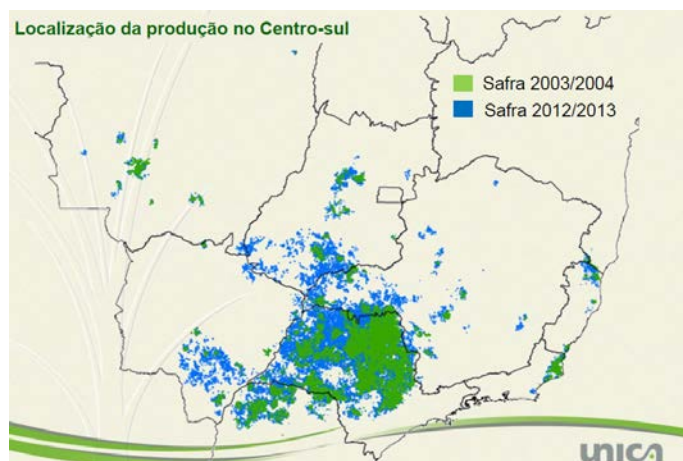


Figura 4 - Expansão da cultura da cana de açúcar no centro-sul brasileiro 2003-2013

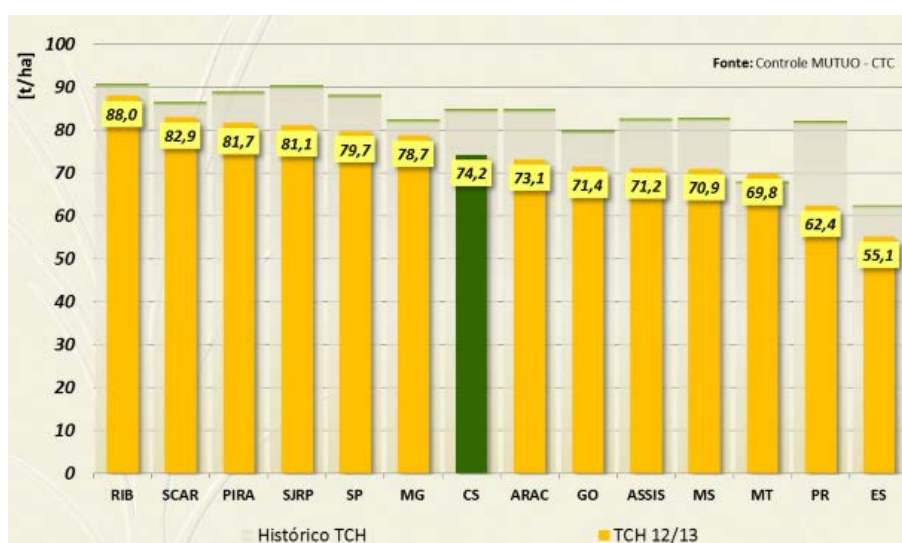


Figura 5 - Produtividade histórica e obtida no período 2012/2013, expressa em toneladas de cana por ha. (Fonte: CTC, 2013).

de 2003 a 2013 pode ser visto na figura 4 (ÚNICA, 2012).

O mapa mostra a ocupação de toda a região central, norte e oeste do estado de São Paulo, noroeste do Paraná e forte expansão recente no sul de Mato Grosso do Sul e partes de Goiás e Minas Gerais. Não estão indicadas no mapa as áreas de cultivo de cana no nordeste brasileiro, normalmente utilizada para outros produtos alimentares e não para a produção de etanol combustível.

O novo ciclo necessitaria, conforme o PDEE 2021, expandir a área atual plantada de oito milhões de hectares em mais cinco milhões de hectares. Esta expansão deveria ocorrer nas áreas consideradas

ótimas ou boas para o cultivo da cana, o que significaria ocupar novas e grandes extensões de terra nos estados de Mato Grosso do Sul e de Goiás, indo até as proximidades do pantanal a oeste. Expansões também poderiam ocorrer partindo das áreas atualmente ocupadas em direção à Brasília e ao interior do Estado de Minas Gerais.

Sob o ponto de vista ambiental, o PDEE 2021 se mostra controverso ao considerar como premissa a mudança do uso do solo numa extensa região que produz soja, cítricos, café e muitas outras culturas, e que passaria a praticar a monocultura da cana de açúcar, ficando exposta a todos os impactos ambientais anteriormente descritos.

Neste caso específico deve-se supor que as culturas agrícolas e as atividades pecuárias desalojadas pela ocupação da cana deverão se instalar em algum outro lugar, sendo as regiões mais disponíveis e vulneráveis, as áreas de mata protegidas que ainda sobraram. Ao redor das áreas de expansão da cultura da cana existe a leste a mata atlântica, ao oeste o pantanal mato-grossense e a norte a floresta amazônica. Ocupação ilegal e desmatamentos de áreas protegidas são práticas coibidas, mas ainda existentes.

Adicionalmente, as emissões de gás carbônico decorrentes destas atividades de mudança do uso do solo, direta ou



Figura 6 -Produtividade histórica da cana de açúcar Brasileira, e fatores de influência que afetam esta produtividade.

indireta, deverão ser de grande monta, dada a extensão territorial impactada, mas não são consideradas dentro da seção de impactos ambientais do PDEE 2021.

O crescimento da produtividade da atividade agrícola

O plano considera que, além dos investimentos em expansão, a agroindústria irá também investir para renovar os canaviais atuais para que, a nível nacional, trabalhem a um nível médio de produtividade de 88 toneladas de cana por hectare, valor 30% superior à média da safra de 2012, e somente atingido neste ano pela região mais produtiva do país, Ribeirão Preto, conforme indicam os dados da figura 5. A produtividade alta se dá historicamente pela adoção de investimentos na otimização dos processos e pela ausência de fenômenos de restrições como os climáticos, o aparecimento de pragas e doenças na plantação. Os fatores econômicos também influenciam, conforme indicado na figura 6.

Obter altos valores médios a nível nacional significa, portanto, altos esforços e ampla disponibilidade de recursos financeiros, além de um

comportamento favorável do clima. Desta forma, e em se considerando que estas premissas se confirmariam na realidade, a disponibilidade de cana no ano 2021 seria de 1.155 milhões de toneladas, valor 97% superior à produção esperada para o ano 2012.

Como contraponto a esta expectativa, deve-se considerar que a safra 2011-2012 teve produção de 571 milhões de toneladas, aproximadamente 8% menor que a safra do ano anterior, e com produtividade média no país inferior a 70 toneladas por hectare.

A disponibilidade da cana para a produção de etanol combustível

O plano também considera que 68% da cana produzida em 2021 seriam direcionadas para a produção do etanol combustível, contra os 56% utilizados em 2012, sendo o restante da cana suficiente para atender à demanda futura do açúcar e de outros produtos para uso na indústria e que tem na cana sua matéria prima.

Dois são atualmente os principais produtos da cana: o açúcar e o etanol combustível.

O açúcar é uma commodity altamente valorizada não somente pelo seu valor alimentar, mas também como matéria prima para

uma série de produtos de alto valor agregado de uso industrial. Do açúcar também se pode atualmente produzir diversos tipos de combustíveis sintetizados por processo biológico, para uso, por exemplo, em aviação e em motores de ignição por compressão. Muito embora a tecnologia para isso exista, estes produtos ainda não são fabricados em grandes escalas.

O etanol, por sua vez, é produzido no Brasil pelo processo de fermentação do caldo de cana. Existem diversas iniciativas para se desenvolver um processo economicamente viável e aplicável em larga escala para a produção de etanol utilizando-se da celulose da cana. Este tipo de processo se utilizaria também do caule das plantas, aumentando significativamente a produção de etanol por tonelada de cana. Conforme o plano há a expectativa de que este processo esteja desenvolvido no final do período decenal, mas aplicado apenas em escala modesta na produção.

Desta forma, a parte da cana a ser destinada para a produção do etanol nos próximos dez anos é uma premissa que deve ser considerada com restrições, pois irá depender principalmente da demanda e lucratividade futuras dos negócios com o açúcar e com os produtos destinados ao uso

industrial, ambos tradicionalmente mais lucrativos que o etanol combustível.

A expansão das usinas de processamento da cana:

Para a etapa industrial, o plano prevê que 69 novas usinas seriam construídas, a maioria à partir do ano 2015, numa taxa média de 10 novas usinas por ano. Esta magnitude de investimento irá requerer alta confiança no futuro dos negócios e capacidade financeira, situação bastante diferente da atual, que é descrita no próprio plano com 24% de ociosidade nas usinas existentes, por falta de cana para moagem, e com poucos projetos aprovados para novas instalações.

Também para a fase industrial o plano prevê um ganho de produtividade de 6% na conversão da cana em etanol. A taxa futura seria de 87,7 litros de etanol produzido por cada tonelada de cana processada.

A oferta do etanol como resultado da combinação de todas as premissas

Considerando-se confirmadas todas as premissas das etapas agrícola e industrial do processo do etanol, se atingiria no ano 2021, uma produção total de mais de 68 bilhões de litros, valor 178% superior à previsão do plano para o ano 2012.

O PDEE 2021 considera que neste período o Brasil será também exportador de etanol para os Estados Unidos, Comunidade Europeia e Japão. Deve-se descontar desta produção bruta o volume provável de exportação e da conta resulta a oferta de etanol combustível para o mercado brasileiro, de 61.6 bilhões de litros, em outras palavras, uma taxa de crescimento em dez anos de 182% ou, na média, de 11% ao ano por 10 anos consecutivos.

CENÁRIOS ALTERNATIVOS

O fato de que a projeção da oferta (e da demanda) de etanol do PDEE 2021 é baseada em premissas arrojadas faz levantar a hipótese de que cenários alternativos deveriam se considerados, menos otimistas de um lado, mas também mais realistas ao considerar riscos ponderáveis e justificados pela história desta indústria.

A situação atual da indústria como ponto de partida

O relatório da ÚNICA, apresentado em dezembro de 2012 mostra na verdade uma indústria em crise, com taxas de produtividade decrescentes nos últimos quatro anos em sua etapa agrícola, o que denota envelhecimento e falta de investimentos no setor, desocupação no setor industrial e também um endividamento médio nos últimos anos no nível de 90% do seu faturamento bruto.

Os números de produção de cana e de etanol apresentados pela ÚNICA para o ano 2012 são consideravelmente mais baixos do que aqueles que o PDEE 2021 mostra como prováveis para este mesmo ano. O extraordinário crescimento previsto pelo PDEE 2021 não parece plausível se comparado como o que realmente está acontecendo na indústria do etanol nestes últimos anos e o risco de que as coisas não aconteçam como planejado deveria ser considerado.

A restrição na oferta nacional da gasolina

O outro combustível autorizado para carros, a gasolina, por sua vez, tem o seu cenário de consumo calculado pelo que sobrou do total consumo da oferta de etanol. Ele fica estável no nível de 29 bilhões de litros durante os dez anos do plano. Esta previsão não dá sustentação para que se realizem investimentos para aumentar a

capacidade nacional de refino deste derivado, o gargalo do processo, dado que as reservas brasileiras de petróleo garantem a autossuficiência, e estão em expansão.

No cenário proposto, os possíveis riscos de menor produção de etanol não poderão ser compensados por maior produção de gasolina. A diferença precisará ser importada.

O risco para o consumidor

A oferta do etanol sempre será dependente dos aspectos econômicos, climáticos e mercadológicos que influenciam o tamanho da safra e a capacidade de processamento da cana, e estes certamente continuarão a agir, ora impulsionando a produção, ora não. Tantas premissas favoráveis e arrojadamente estabelecidas na projeção da oferta levam à probabilidade de erro, ou melhor, levam o país e sua economia ao risco constante de desabastecimento, perene ou sazonal. Em aberto ficam as proporções em que este desabastecimento ocorrerá.

Ao estabelecer a política monopolizada do combustível para carros, o PDEE 2021 compromete o poder de escolha e de barganha por preços do consumidor. Em nenhum momento o PDEE 2021 considera a competitividade de preços dos combustíveis disponíveis no mercado brasileiro. No entanto, este fator não pode ser desconsiderado, já que todas as escolhas de mercado estarão na mão dos produtores da cana e de seus derivados, que poderão vender seus produtos aqui ou no exterior, onde obtiverem maior margem de lucro.

A situação proposta pelo PDEE 2021, no que diz respeito à política de combustíveis para carros, não promove no setor a livre concorrência e não dá qualquer segurança ou alternativa para o consumidor, tanto em relação à disponibilidade quanto ao preço dos combustíveis.

O risco para a indústria produtora do etanol

A indústria da cana, como privilegiada pela política energética do estado, terá certamente mais alternativas de negócios que o consumidor. Por outro lado, ela será demandada pelo plano a investir maciçamente na expansão do cultivo e da industrialização de seus produtos. Adicionalmente, precisará continuar a investir em tecnologia para desenvolver processos inovadores e ganhar em produtividade.

A história mostra, porém, que nos ciclos anteriores de expansão, o alto endividamento e outros fatores como, por exemplo, crises mundiais levando a baixas margens de comercialização, fatores climáticos e outros, descapitalizaram a indústria do etanol e enfraqueceram o seu poder de investimento. Em outras palavras, sugere-se que a redução da taxa de crescimento e expansão para níveis mais modestos poderá ser benéfica para a indústria do etanol, ao reduzir os riscos de endividamento do setor e ampliar a sua capacidade de gerar retorno financeiro a despeito de fatores adversos.

Incentivo para outras fontes de energia: A possível solução

Uma política equilibrada, factível e abrangente deveria ser elaborada privilegiando a disponibilidade dos combustíveis para atender com segurança a demanda e ao mesmo tempo assegurando um ambiente de livre concorrência que ofereça ao consumidor opções competitivas de combustíveis à sua escolha.

Dado que para a gasolina não existem investimentos aprovados para o aumento de capacidade de refino deste combustível nos próximos dez anos, e que para o etanol não há possibilidades de se prever corretamente a sua disponibilidade, a única solução possível seria incluir na matriz de combustíveis uma

terceira variável, representada por novas opções de combustíveis.

As fontes alternativas teriam a função, em um primeiro momento, de cobrir a demanda residual de combustível não coberta pela oferta proposta de gasolina e etanol, e ainda oferecer reservas para assegurar o abastecimento. A medida em que se revelem estrategicamente interessantes, teriam maior representatividade na matriz energética geral, e para combustíveis em particular.

Para terem efetividade dentro do período do plano, as opções alternativas deveriam estar disponíveis para uso em curto ou médio prazo. Nestas condições o Brasil dispõe, no período do plano, de oferta em expansão de combustível diesel, biodiesel e gás-natural veicular. A indústria automobilística também tem motores modernos, eficientes e com conformidade ambiental para o uso destes combustíveis. Estes combustíveis alternativos poderiam assegurar também uma expansão mais controlada da cultura da cana. Investimentos poderiam ser feitos para ganhar produtividade nos setores agrícola e industrial do processo, e para introduzir no futuro a promissora rota celulósica. Desta forma, a oferta futura do etanol poderia crescer sem causar impactos adicionais, em especial sem se expandir em áreas já ocupadas por outras culturas.

A população em geral se beneficiaria pela prática da livre concorrência entre as alternativas disponíveis de combustível, podendo optar conforme a disponibilidade e preço de cada opção.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A edição do PDEE que contempla o período 2012 – 2021 assume a premissa de que praticamente todo o aumento da

demanda de combustíveis para os carros brasileiros será suprido pelo etanol produzido no país. Para que isso seja possível, é necessária a combinação de vários fatores, incluindo a expansão da área cultivada, aumento da produtividade, melhor eficiência dos motores e diminuição do consumo por parte dos consumidores. A justificativa está baseada nas vantagens ambientais que o etanol, um biocombustível, apresenta sobre os combustíveis fósseis.

Além dos riscos econômicos e estratégicos advindos da ênfase em somente um tipo de combustível, foram abordados neste artigo os fatores que podem contribuir ou impedir o alcance das metas do plano. Também foram enfatizados os riscos ambientais decorrentes da política proposta pelo PDEE 2021.

Considerando-se os riscos decorrentes do planejamento limítrofe da oferta futura de combustíveis para motores do ciclo Otto no PDEE 2021, e à falta de alternativas para o consumidor, fragilizam o plano que se apresenta desequilibrado e pouco ponderado por análise de cenários e riscos.

Desta forma, as opções de combustíveis existentes devem ser utilizadas para garantir o abastecimento e que a livre concorrência entre eles seja o fator a garantir a disponibilidade e competitividade em preço para o bem do consumidor e da economia do país como um todo. Parece pouco recomendado prever que toda a crescente demanda por combustíveis possa ser atendida somente pelo etanol obtido a partir da cana de açúcar.

Do ponto de vista socioeconômico e ambiental, seria recomendável que qualquer política de expansão da monocultura da cana além dos limites atuais fosse justificada por estudos mais aprofundados que objetivamente quantificassem e ponderassem os impactos positivos e negativos desta atividade.

Dentre os aspectos a considerar, deve-se contabilizar as emissões de CO₂ decorrentes das atividades agrícolas e industriais, assim como as emissões decorrentes da mudança do uso direto e indireto da terra, e todos os demais impactos nos meios físicos e biológicos. A quantificação destes impactos deve servir para confirmar se o plano estratégico, que prevê a produção intensiva de etanol combustível, realmente atende ao seu propósito original, e é sustentável do ponto de vista econômico, ambiental e social.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE J., DINIZ K., **Impactos Ambientais da Agroindústria da Cana-de-açúcar**: Subsídios para a Gestão, 2007, ESALQ.
- BRASIL, **RESOLUÇÃO CONAMA nº 1**, de 23 de janeiro de 1986
Publicada no DOU, de 17 de fevereiro de 1986, Seção 1, páginas 2548-2549.
- BRASIL, Ministério das Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética, **Plano Nacional de Expansão de Energia 2021(PDEE 2021)**, 2012, Brasil. Edição para consulta pública, conforme www.mme.gov.br/mme/menu/pde2021.html em 04 de janeiro de 2013.
- BONILLA, D. **Fuel demand on UK roads and dieselisation of fuel economy**. Energy Policy **37** 3769–3778, 2009
- GARCIA C.A. et al. / **Renewable and Sustainable Energy** Reviews 14, 3032–3040, 2010.
- GOLDENBERG, J. et al., **Bioenergia no estado de São Paulo : situação atual, perspectivas, barreiras e propostas** – São Paulo : Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2008.
- KARAVALAKIS G., DURBIN T. D., SHRIVASTAVA M., ZHENG Z., VILLELA M., JUNG H., **Impacts of ethanol fuel level on emissions of regulated and unregulated pollutants from a fleet of gasoline light-duty vehicles**. Fuel, Volume 93, March 2012, Pages 549-558
- MACEDO I. et al, **Assessment of greenhouse gas emissions in the production and use of fuel ethanol in Brazil**, 2004.
- MAGNUSSON R., NILSSON C., **The influence of oxygenated fuels on emissions of aldehydes and ketones from a two-stroke spark ignition engine**, Sciverse- Science Direct, Fuel, **90**, (3), 1145–1154, 2011
- PORTAL UNICA **Conferência de imprensa de 20.12.2012**; Conforme visto em www.unica.com.br em 10.02.2013.
- RODRIGUES L. D., **A cana de açúcar como matéria prima para a produção de biocombustíveis; impactos ambientais e o zoneamento agroecológico como ferramenta de mitigação**, 2010, Trabalho de Conclusão do Curso de Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia.
- RONQUIM C., **Queimada na colheita da cana-de-açúcar: impactos ambientais, sociais e econômicos**, Documentos – 77, EMBRAPA, 2010
- RAMÍREZ TRIANA, C. A. **Energetics of Brazilian ethanol: Comparison between assessment approaches**. Energy Policy **39**, 4605–4613, 2011
- Rich COOK R. et al, **Air quality impacts of increased use of ethanol under the United States' Energy Independence and Security Act**. Atmospheric Environment **45** (2011) 7714
- SEARCHINGER T. et al, **Use of U.S. Croplands for Biofuels Increases Greenhouse Gases Through Emissions from Land Use Change**, Science-Express Report, 2008
- SEARCHINGER T., **How biofuels contribute to food crisis, 2011**, artigo [no www.washingtonpost.com](http://www.washingtonpost.com) > opinions, conforme visto em 04.01.2013.
- SILVA M. et al, **Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático**, Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental, **.11**, (1), 108–114, 2007.
- SOLOMON, B. D.; BARNES, J. R.; HALVORSEN, K. E. **Grain and cellulosic ethanol: History, economics, and energy policy**. Biomass and Bioenergy, **31**, 416–425, 2007.
- UNICA, **Sugar Cane's Energy – Twelve studies on Brazilian sugar cane agribusiness and its sustainability**; Organizador: Isaias de Carvalho Macedo, 2005.
- USA, US Department of Energy, U.S. Environmental Protection Agency, www.fuelconomy.gov on March 30th 2013, Diesel Vehicles, 2013
- WMO - IPCC – **Special report on Land-use, Land-use change and Forestry**, 2000.

Recebido em: out/2012
Aprovado em: nov/2013