

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA
DO RIO DE JANEIRO



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA
DO RIO DE JANEIRO

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA

Monografia de Final de Curso

Uma Análise da Viabilidade do Programa de Etanol
à Base de Milho dos EUA

Raphael Albert André Levy

Nº de matrícula: 0311965-6

Orientador: Sérgio Besserman Vianna

Junho, 2007

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA
DO RIO DE JANEIRO

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA

Monografia de Final de Curso

Uma Análise da Viabilidade do Programa de Etanol
à Base de Milho dos EUA

Raphael Albert André Levy

Nº de matrícula: 0311965-6

Orientador: Sérgio Besserman Vianna

Junho, 2007

“Declaro que o presente trabalho é de minha autoria e que não recorri para realizá-lo, a nenhuma forma de ajuda externa, exceto quando autorizado pelo professor tutor”.

As opiniões expressas neste trabalho são de responsabilidade única e exclusiva do autor

Sumário

Capítulo 1 – Introdução	pág. 4
Capítulo 2 – Avaliando o Custo da Produção de Etanol a partir do Milho nos EUA	pág. 19
Capítulo 3 – Análise dos Subsídios às Diversas Etapas da Produção e Consumo do Etanol	pág. 34
Capítulo 4 – Conclusão	pág. 54
Capítulo 5 – Bibliografia	pág. 60

Capítulo 1 - Introdução

Um Breve Histórico do Uso do Etanol como Combustível

O início da utilização do etanol como combustível para motores de combustão interna remonta do final do século XIX. Nicholas Otto, inventor do motor de ciclo Otto, precursor dos motores de combustão interna atuais, realizou experimentos utilizando o etanol como combustível. O primeiro veículo construído por Henry Ford, um quadriciclo, tinha um motor movido à etanol, e o aclamado Ford Modelo T, o primeiro veículo produzido em série no mundo, foi, também, o primeiro veículo bi-combustível, ou Flexfuel – como convencionamos denominar este tipo de motor hoje em dia – do mundo, e utilizava um motor capaz de rodar com gasolina ou etanol, puros ou misturados em qualquer proporção.

Foi apenas na década de 1920 que a gasolina começou a despontar como o combustível padrão adotado pela indústria automobilística, mas, já naquela época, o etanol começou a ser utilizado como aditivo na gasolina, com fins de aumentar sua octanagem para produzir uma queima mais uniforme, reduzindo a emissão de poluentes, e o consumo de combustível, em alguns casos. A mistura com a gasolina, geralmente na proporção entre 6% e 12%, ficou popularmente conhecida como *Gasohol* nos EUA. O uso do etanol como aditivo nos EUA e na Europa foi marginalizado, com a adoção, em larga escala, do Chumbo Tetra Etilico, devido ao seu menor custo, e apesar de oferecer graves riscos à saúde humana. Em 1976, o chumbo foi proibido como aditivo na gasolina nos EUA e, alguns anos depois, na Europa, o que levou à sua substituição, em grande parte, pelo MTBE (Metil Tetra-Butil Éter), que, pensava-se, era mais seguro.

Atualmente, muitos estados americanos já proíbem o uso do MTBE como aditivo, e há um esforço nacional nos EUA para banir completamente este composto químico dos combustíveis, devido à descoberta de contaminações por MTBE, um composto cancerígeno altamente solúvel em água, em lençóis freáticos espalhados pelo país. Com isso, a utilização do etanol como aditivo ganha um novo impulso. O uso do E85 (mistura composta por 85% etanol e 15% gasolina) também vem ganhando força nos

últimos anos, e, apesar de ainda incipiente, todas as montadoras de veículos dos EUA passaram a produzir uma grande variedade de carros flex-fuel, principalmente a partir do início da década.

No Brasil, a adição de álcool na gasolina é utilizada há bastante tempo. Em fevereiro de 1931, o governo baixou um decreto obrigando a adição de 5% de álcool em toda gasolina importada pelo país, e em 1938, com a construção da primeira refinaria de petróleo no país, estendeu esta obrigatoriedade para todo combustível produzido localmente. Durante a 2ª Guerra Mundial, a mistura de álcool na gasolina chegou a 42% em alguns pontos do país, devido às restrições na importação de petróleo, mas após o fim do conflito, com a normalização da oferta de petróleo no mundo, e o subsequente forte aumento da oferta, o álcool passou a ser menos interessante para o governo e para os empresários, o que levou a uma redução gradual da mistura, que chegou ao nível de 2,9% em 1970, com a exceção da cidade de São Paulo, onde a mistura era de 7%.

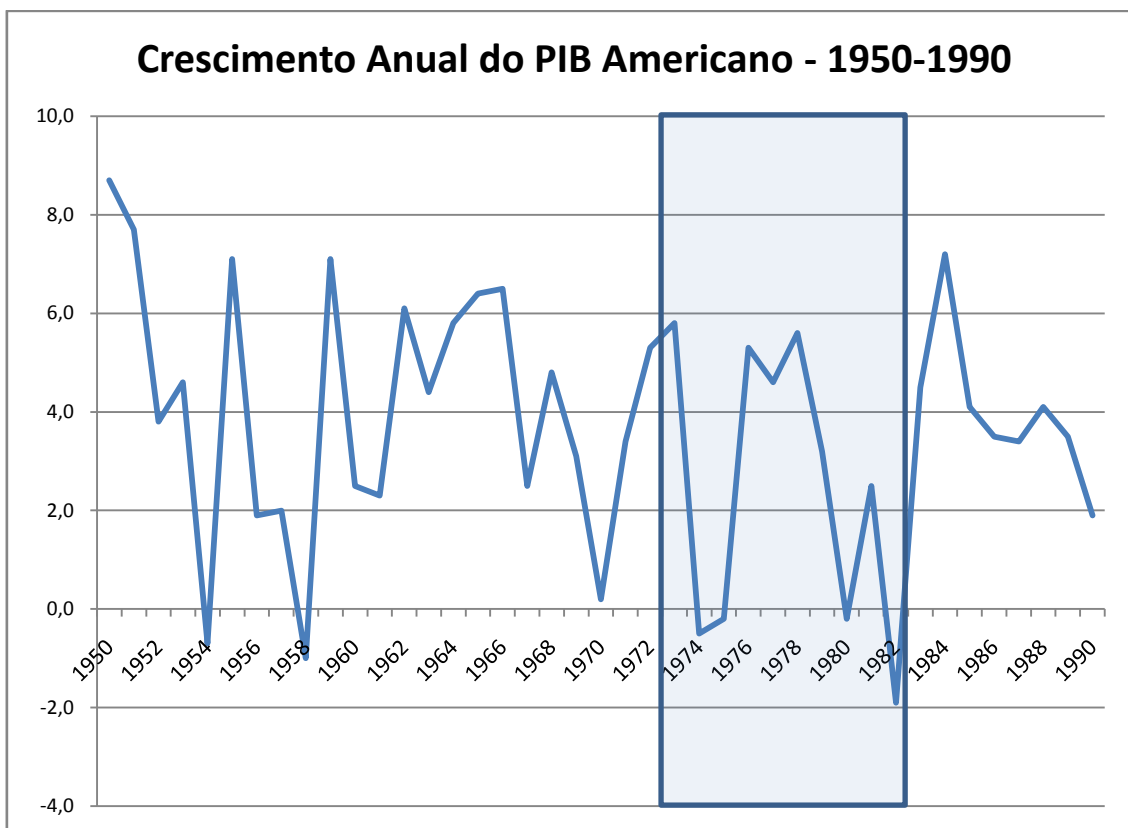
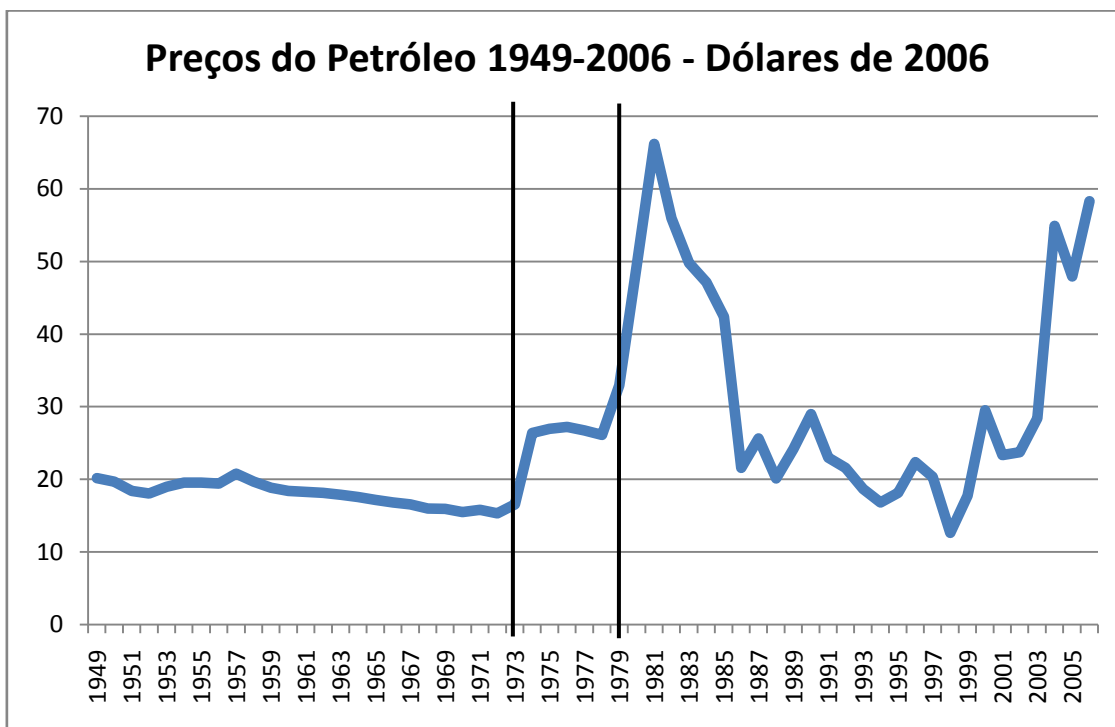
Após os choques do petróleo em 1973 e 1979, porém, houve um grande estímulo por parte do governo para um aumento do uso do etanol como forma de reduzir a dependência do Brasil em relação às importações de petróleo. Em 1978, começaram a rodar no Brasil os primeiros veículos impulsionados exclusivamente por álcool, e a produção de álcool chegou a um pico de 12,3 bi litros em 1986/1987. Mais adiante, analisaremos com maior profundidade o Proálcool.

O Programa Norte-Americano de Etanol

Apesar do uso do etanol como combustível nos EUA ter sido iniciado no começo do século passado, só podemos identificar a existência de um programa organizado, ainda que, no começo, bastante tímido, de incentivo ao uso do etanol a partir do final da década de 1970.

A década de 1970 foi caracterizada por uma grande mudança estrutural na economia americana, causada pelos dois choques do petróleo, em 1973 e 1979. A expressiva alta do preço do petróleo (mostrada no gráfico abaixo) causou fortes impactos na economia americana (segundo gráfico mostra o desempenho do PIB),

dando início a um processo inflacionário que seria debelado apenas na década de 80, e a um período de baixo crescimento, turbulência no mercado financeiro e queda na produtividade.



O forte aumento do preço da gasolina estimulou o desenvolvimento de alternativas, que ainda tinham custo bastante elevado, devido à falta de desenvolvimento tecnológico, e só se tornaram viáveis devido ao forte aumento dos derivados de petróleo. Outro impacto bastante relevante foi o movimento em direção da conservação de energia que se seguiu aos choques do petróleo. Os carros tiveram seus motores totalmente renovados, tornando-se menores, mais leves e eficientes, levando a uma forte diminuição do consumo médio de gasolina.

Dentro deste contexto de urgência na redução do consumo de gasolina, como maneira de diminuir a dependência em relação ao petróleo importado, os EUA introduziram, em 1978, a *Energy Tax Act*, que visava estimular a conservação de energia, através de créditos tributários para a utilização de energias alternativas, e a criação de pesadas taxas para quem comprasse um carro ineficiente. Dentre as medidas aprovadas, estava a isenção do imposto federal de ¢ 4/galão¹ para a gasolina que contivesse ao menos 10% de etanol. Três anos depois, a *Surface Transportation Assistance Act* aumentou o estímulo para a mistura de etanol à gasolina, passando o imposto federal sobre gasolina para ¢ 9/galão, e aumentando a isenção para gasolina misturada com etanol para ¢ 5/galão. Em 1984, esta isenção passou para ¢ 6/galão, e leis em 1988 e 1990 criaram incentivos fiscais ainda maiores para as montadoras produzirem veículos capazes de rodar com combustíveis alternativos, com destaque para o etanol. Além disso, estenderam os incentivos fiscais diretos para o etanol até o ano 2000, com a condição que o etanol seria utilizado, alternativamente ao MTBE, como aditivo, na proporção média de 2%, na RFG² (*Reformulated Gasoline*), como forma de reduzir a poluição nos grandes centros urbanos.

Em 2004, todos os incentivos tributários federais vigentes para o etanol foram substituídos pela VEETC³ (*Volumetric Ethanol Excise Tax Credit*), que prevê um crédito tributário de ¢ 51/galão para todo galão de etanol misturado à gasolina. Além disso, concede o mesmo valor de crédito tributário para o etanol contido no E85 (85% etanol + 15% gasolina).

¹ 1 galão = 3,79 litros

² The Energy Balance of Corn Ethanol: An Update. USDA AER-814. www.usda.gov

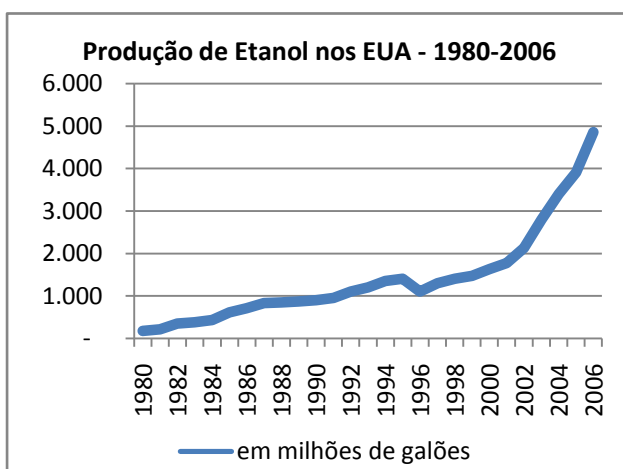
³ Renewable Fuels Association - <http://www.ethanolrfa.org/policy/papers/view.php?id=6>

New Ethanol and Biodiesel Tax Provisions in the American Jobs Creation Act of 2004, H.R. 4520

Além dos incentivos em forma de subsídios para a indústria do etanol americana, o governo tem uma política altamente protecionista com relação à importação de biocombustíveis. Atualmente, há uma sobretaxa de ¢ 54/galão, além de um imposto de importação *ad valorem* de 2,5%, o que torna bastante difícil a exportação de etanol para os EUA.

Em 2005, o Congresso americano aprovou a *Energy Policy Act*, que alterou as especificações da gasolina comercializada nos EUA e previa a eliminação completa do MTBE até 2014. Devido às proibições vigentes, naquela época, em mais de 25 estados, e ao grande risco jurídico gerado pelas características nocivas à saúde do MTBE, as companhias produtoras decidiram substituí-lo por etanol durante o ano de 2006, o que gerou uma grande demanda pelo combustível, e teve forte impacto sobre o preço da principal matéria-prima, o milho.

Paralelamente, esta lei previa a implementação de um RFS (*Renewable Fuel Standard*), um arcabouço legal com o objetivo de estimular o aumento da utilização de combustíveis renováveis, e, principalmente, do etanol, através de garantias de empréstimos para produtores de etanol de milho e etanol de cana-de-açúcar, empréstimos governamentais para a construção de uma rede de distribuição de etanol, além de determinar o fim da proporção de 2% de aditivo na RFG, dando maior flexibilidade aos produtores, e criando uma demanda potencialmente maior por etanol. O RFS estipulava uma meta de utilização para o etanol que partia de 4 bilhões de galões em 2006 e chegava à 7,5 bilhões de galões em 2012.



Ao lado, apresentamos um gráfico que mostra a evolução da produção americana de etanol, e ilustra o grande impacto que a eliminação do MTBE teve na produção de etanol nos últimos anos.

Outro fator de grande importância no atual momento do mercado de etanol é o preço do petróleo. Com o forte crescimento da economia mundial nos últimos anos e o aumento da instabilidade política nas regiões produtoras, os preços subiram, desde 2004, da faixa de US\$ 20/barril para a faixa de US\$ 60/barril, o que

representa um aumento de aproximadamente 250% em relação à média dos 10 anos anteriores. A previsão do Departamento de Energia do governo americano⁴ é de que o preço do petróleo fique situado dentro da faixa de US\$ 50-60 (em dólares de 2005) até 2030, podendo flutuar fora desta faixa por curtos períodos de tempo.

Os altos preços de energia estimulam o crescimento da produção de combustíveis alternativos, já que, os custos de produção de fontes renováveis são maiores do que os custos de produção de fontes não-renováveis, e há uma maior pressão no sentido de maior conservação.

No início deste ano, houve uma grande reviravolta na política do governo americano para o etanol, com o anúncio pelo presidente George W. Bush da implementação de um AFS (*Alternative Fuel Standard*), que foi concebido para complementar o RFS vigente desde 2005, e que estipula metas muito mais ambiciosas para a utilização de combustíveis alternativos, provenientes de fontes renováveis. De acordo com o AFS, a meta para 2017 é de 35 bilhões de galões de combustível renovável, principalmente, etanol de milho, etanol de cana-de-açúcar, etanol celulósico, biodiesel, metanol, butanol e hidrogênio. É importante notar, no entanto, que destes combustíveis, apenas o etanol de milho e de cana-de-açúcar apresentam viabilidade econômica no atual estágio de desenvolvimento tecnológico.

O etanol celulósico, produzido a partir de biomassa que é encontrada em muitos lugares, como restos provenientes da agricultura, troncos de árvores, algumas espécies de grama, plantas, lixo, e etc., é uma promessa bastante interessante, já que estudos indicam que a redução nas emissões de CO₂ com este combustível seriam da ordem de 85%, e o balanço energético seria da ordem de 1,8 vezes a energia requerida para a produção. Estudos recentes⁵ afirmam que os EUA seriam capazes de produzir de maneira sustentada 1,3 bilhão de toneladas de biomassa, e que 1 bilhão de toneladas já seriam suficientes para reduzir o consumo atual de gasolina em aproximadamente 30%. A tecnologia para transformar, através de complexos processos enzimáticos, toda a celulose contida nas matérias orgânicas citadas acima, em açúcares dos quais, através de um processo de fermentação já conhecido, obteríamos o etanol, ainda não existe, ou,

⁴ US Department of Energy – Annual Energy Outlook 2007
www.eia.doe.gov/oiaf/aeo/

⁵ Biomass as Feedstocks for a Bioenergy and Bioproducts Industry: The Technical Feasibility of a Billion-Ton Annual Supply. USDA e US DoE. http://feedstockreview.ornl.gov/pdf/billion_ton_vision.pdf

pelo menos, não existe de forma que a produção seria comercialmente viável, em termos de escala e custo. O AFS prevê, porém, que em 2013, pelo menos 250 milhões de galões de etanol celulósico serão produzidos por ano, e para isso está concedendo garantias de empréstimos de US\$ 250 milhões por biorefinaria construída pelo setor privado, e investindo aproximadamente US\$ 1 bilhão em P&D⁶. Estimativas otimistas colocam a barreira tecnológica do etanol celulósico a 10 anos de distância, e pessimistas, entre 20 e 30 anos de distância.

É importante notar, então, que, para atingir as metas que o governo americano estipulou para o consumo de combustíveis alternativos, o milho será intensamente utilizado (hoje é utilizado para produzir aproximadamente 97% de todo o etanol produzido nos EUA), e isso impõe grandes desafios, que pretendemos, ao menos em parte, analisar neste trabalho.

Ao analisarmos o programa de etanol americano, não podemos deixar de analisar os impactos da escolha da matéria-prima principal, feita pelo governo americano décadas atrás, por meio de subsídios aos produtores, que é o milho. A escolha desta matéria-prima foi consequência do fato que, nos EUA, o milho era, e ainda é, um produto agrícola bastante abundante (ver tabela 1), enquanto que a beterraba e a cana-de-açúcar, substitutos possíveis com a tecnologia da época, na produção de etanol, são produzidas em um volume bastante menor naquele país. Além disso, pesou o fato que a tecnologia para a produção do etanol a partir do milho já estava largamente disponível no final da década de 1970. Quando do início do programa de etanol americano, pensava-se que a produção de etanol a partir do milho tinha um balanço energético negativo, mas, mesmo assim, esta foi a única solução considerada viável, devido ao menor custo de implementação

⁶ Renewable Fuel Association – Cellulosic Ethanol: <http://www.ethanolrfa.org/resource/cellulosic/>

Tabela 1:

EUA	201.384
China	60.035
UE-15	22.161
Brasil	20.214
Romênia	12.425
África do Sul	11.040
Iugoslávia	10.084
México	9.200
URSS	8.400
Hungria	7.396

Tabela 1 - Produção Mundial de Milho Safra 1979/1980 - Fonte: USDA

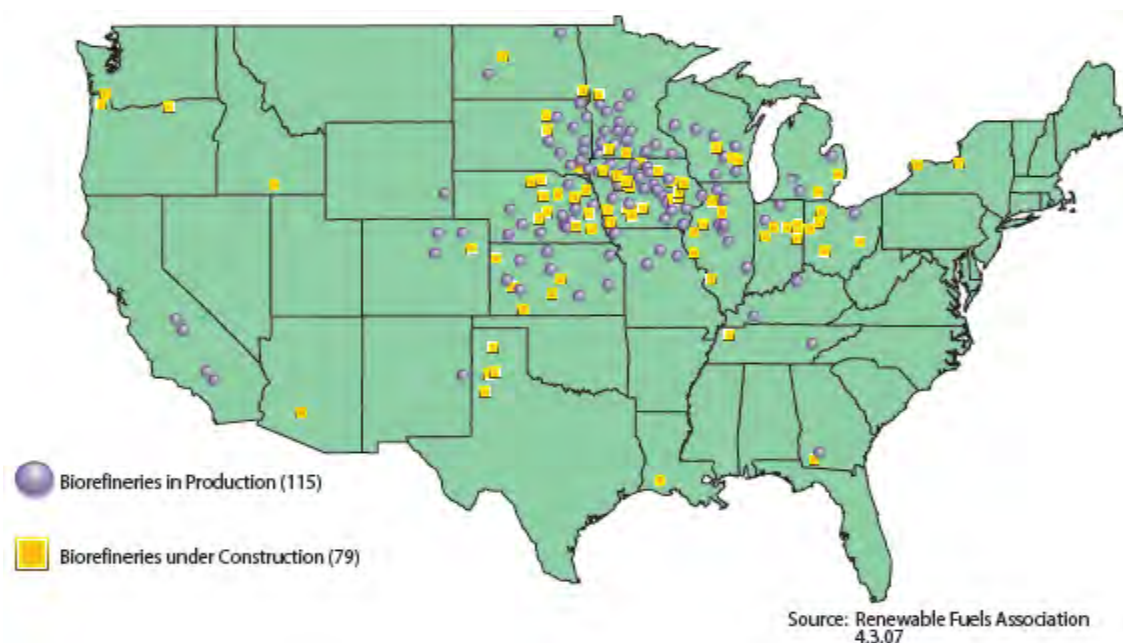
Hoje, após estudos mais detalhados e, principalmente, devido à avanços tecnológicos importantes, sabemos que o balanço energético do etanol produzido a partir do milho, levando-se em conta toda a energia contida nos subprodutos da produção de etanol, que são DDGS (*Distillers Dry Grains with Solubles*) e CO₂, no caso de produção pelo método de *dry milling*, e *Corn Gluten Meal* e *Corn Gluten Feed*, no caso de produção pelo método de *wet milling* se situa ligeiramente acima de 1 unidade de energia gerada para cada unidade de energia necessária no processo produtivo. A metodologia de estimação deste balanço energético é bastante complexa, e para este estudo consideraremos uma média de 1,3 unidade de energia produzida para cada unidade de energia utilizada no processo produtivo, em condições válidas para os EUA. A redução na emissão de CO₂ fica na ordem de 13%, se comparado com o mesmo conteúdo energético na gasolina. Como comparação, estudos apontam o balanço energético do etanol celulósico americano para a faixa de 2,6 unidade de energia produzida para cada unidade de energia utilizada no processo produtivo, com uma redução de emissão de CO₂ da ordem de 85%. O etanol de cana-de-açúcar brasileiro tem um balanço energético na faixa de 8 unidades de energia produzida para cada unidade de energia requerida no processo produtivo, e provoca uma redução na emissão de CO₂ estimada em 64%⁷.

⁷ Ethanol from Biomass: Can it Substitute Gasoline? Michael B. McElroy
http://www-as.harvard.edu/people/faculty/mbm/Ethanol_chapter1.pdf

The Energy Balance of Corn Ethanol: An Update. USDA AER-814.
www.usda.gov

Greenhouse gas emissions and energy balances in bio-ethanol production and utilization in Brazil (1996).
 MACHADO, I. de C. <http://www.ingentaconnect.com/content/els/09619534>

Atualmente, devido às perspectivas bastante otimistas para o crescimento da demanda por etanol nos EUA, vemos um ciclo de investimentos sem precedentes no setor. Hoje, há 118 usinas de etanol em funcionamento por todo os EUA, com mais 79 usinas sendo construídas, e 8 sendo expandidas, o que representa um incremento de capacidade instalada da ordem de 6,4 bilhões de galões/ano, o que praticamente o dobra a capacidade instalada de hoje. Apesar da grande concentração de usinas de etanol no meio-oeste americano, região que concentra grande parte da produção de milho, há uma clara tendência de descentralização das usinas, o que deve levar a uma expansão do cultivo de milho pelos EUA.



O Programa Brasileiro de Etanol

O início de uma política governamental organizada de estímulo do consumo de etanol no Brasil se deu dentro do mesmo pano de fundo da implementação nos EUA, a grave crise do petróleo na década de 1970. Com os preços do petróleo saltando de US\$ 2,5/barril em 1973 para US\$ 10,5/barril em 1974, no primeiro choque, e para US\$ 34,4/barril em 1981, no segundo choque (ocorrido em 1979), a situação brasileira era extremamente delicada. A necessidade de redução da importação de petróleo era latente, devido às sérias restrições na balança de pagamentos brasileira à época, e havia

fortes argumentos técnicos para embasar a decisão do governo militar do presidente Geisel de estimular a produção de álcool combustível.

A cultura da cana-de-açúcar já era bastante conhecida dos brasileiros, desde o tempo colonial, e o Brasil já era o maior produtor mundial de açúcar desde 1971, quando a produção brasileira de açúcar ultrapassou a de Cuba. Além disso, a tecnologia para a produção de etanol a partir da cana-de-açúcar já era razoavelmente conhecida e suas potencialidades como combustível automotivo, também. O restante do trabalho de desenvolvimento de tecnologia para a conversão de motores (que já era razoavelmente conhecida desde 1925, data da foto abaixo) para trabalhar com misturas etanol-gasolina ou etanol puro foi conduzido, inicialmente, pelo governo, através de pesquisas desenvolvidas pelo CTA (Centro Tecnológico da Aeronáutica) e, em uma segunda fase, pelas montadoras, sendo a italiana Fiat a primeira a lançar no mercado um carro capaz de rodar impulsionado exclusivamente por álcool hidratado, o Fiat 147 modelo 1979.

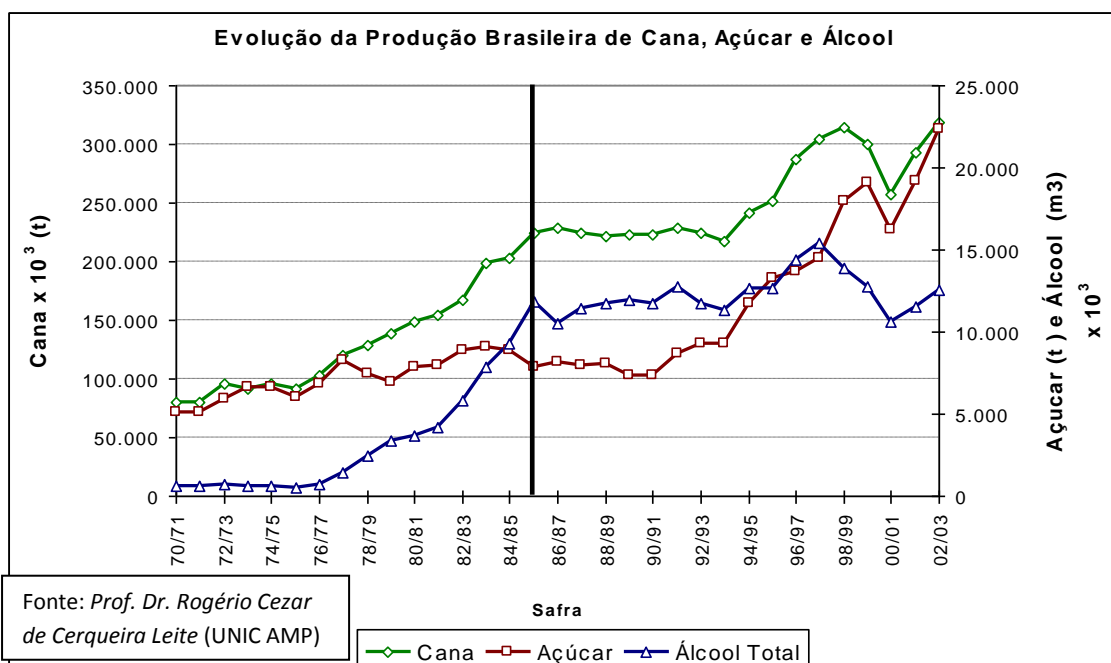


Foto 1 - Primeiras Experiências com Álcool Combustível (apresentação UNICA 16/11/05)

Na primeira fase do programa, iniciada oficialmente a partir de um decreto em novembro de 1975, o governo estimulou a instalação de destilarias anexas às usinas de açúcar, para que fossem geradas economias de escala em relação à produção e transporte da cana-de-açúcar, já que havia infra-estrutura instalada para as usinas. Nesta fase, foi estimulada a produção de álcool anidro, que seria misturada à gasolina para criar a gasolina tipo C, com um conteúdo de álcool da ordem de 20%. Esta fase durou

até o ano de 1979, que foi marcado pelo segundo choque do petróleo, que elevou os preços do petróleo de maneira ainda mais forte, e impulsionou movimentos mais ousados do governo em relação ao estímulo do consumo do álcool combustível. A produção de álcool neste período passou de 600 mi litros/ano, na safra 1975/1976, para 3,4 bilhões de litros/ano, na safra de 1979/1980.

Nesta segunda fase, foi estimulada a criação de destilarias de etanol independentes, que, por terem um custo menor em relação à montagem de um complexo de produção de açúcar e etanol, poderiam proliferar de maneira mais rápida. Foi estimulada a expansão geográfica da produção de cana-de-açúcar, com vistas a atender toda a demanda que o governo estava criando a partir dos estímulos para o carro à álcool. A partir da introdução do Fiat 147 1979, o carro à álcool rapidamente se tornou um sucesso, chegando a um pico de participação na produção nacional de veículos de 76,1%⁸, no ano de 1986. O crescimento da produção de álcool no período foi bastante elevado, e na safra 1985/1986, o Brasil produziu um recorde de 12,3 bilhões de litros de álcool, como vemos no gráfico abaixo.



Após este período, no entanto, o Proálcool viveu um grande período de estagnação, que foi consequência, em parte, da forte queda do preço do petróleo no

⁸ Dados da ANFAVEA – Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores

mercado internacional, e, por outro lado, por problemas de credibilidade dos usineiros junto à população, causados por crises de desabastecimento de álcool.

Com a queda dos preços do petróleo ameaçando os ganhos obtidos pelo Proálcool até então, o governo decidiu continuar subsidiando o consumo de etanol, e decidiu manter o seu preço atrativo em relação ao da gasolina. Com isso, a remuneração do etanol para os produtores também caiu, o que desestimulou o investimento em ampliação da capacidade instalada da indústria. A demanda, no entanto, continuou aumentando consideravelmente, já que além do subsídio no preço do combustível na bomba, os impostos para os carros movidos à etanol também eram menores.

Esta conjunção de fatores levou à graves crises de desabastecimento de etanol, principalmente na entressafra de 1989-1990, já que os preços do açúcar no mercado internacional subiram fortemente durante a safra, estimulando a produção de açúcar em detrimento do álcool, com vistas à exportação. As enormes filas nos postos de abastecimento se tornaram uma cena cada vez mais comum. Isto, juntamente com a tendência de padronização mundial da produção de veículos por parte das montadoras multinacionais, levou a um forte declínio da produção de carros à etanol. Com o declínio da produção de etanol, o governo teve que recorrer à importação de metanol durante a primeira metade da década de 1990, para fazer frente às necessidades de abastecimento da frota de carros à etanol remanescentes. Este metanol era utilizado para a composição de uma mistura denominada MEG (60% etanol hidratado, 34% metanol e 6% gasolina).

Após um grande período de estagnação, a produção de álcool teve um grande impulso recentemente, com o advento do carro flexfuel, que pode rodar com etanol hidratado puro ou misturado em qualquer proporção com gasolina do tipo C. As primeiras pesquisas para o desenvolvimento da tecnologia flexfuel tiveram início por volta de 1992, mas a tecnologia comercialmente viável só foi disponibilizada em 2003. Desta vez, quem tomou a dianteira foi a Volkswagen, oferecendo o veículo Gol em versão flexfuel. A partir de então, esta tecnologia tem sido um sucesso estrondoso, e, em 2006, os veículos flexfuel representaram 78,1% dos licenciamentos de veículos leves, proporção que tende a continuar crescendo, visto que em dezembro de 2006, este número já foi de 82,2%⁹. Como consequência, a demanda por etanol tem crescido

⁹ ANFAVEA (Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores)

fortemente nos últimos anos, e a produção na safra 2007/2008 deve chegar a 20,5 bilhões de litros de etanol. Além do forte crescimento da demanda interna, a demanda externa também está pressionando o setor, já que a demanda por importação de etanol brasileiro está crescendo fortemente, impulsionada por uma utilização cada vez maior do etanol como aditivo à gasolina no mundo.

Com as perspectivas bastante positivas para a demanda por etanol, o setor passa, hoje, como nos EUA, por um ciclo de investimentos nunca antes visto. Há no Brasil, hoje, 336 usinas de açúcar e álcool operacionais. As expectativas são de que até o final da safra 2012/2013, o Brasil deve contar com ao menos 409 usinas, totalizando um investimento firme de US\$ 14,6 bilhões. Este número representa a impressionante média de mais de uma usina nova por mês.

Os Processos de Produção do Etanol

Etanol de Milho

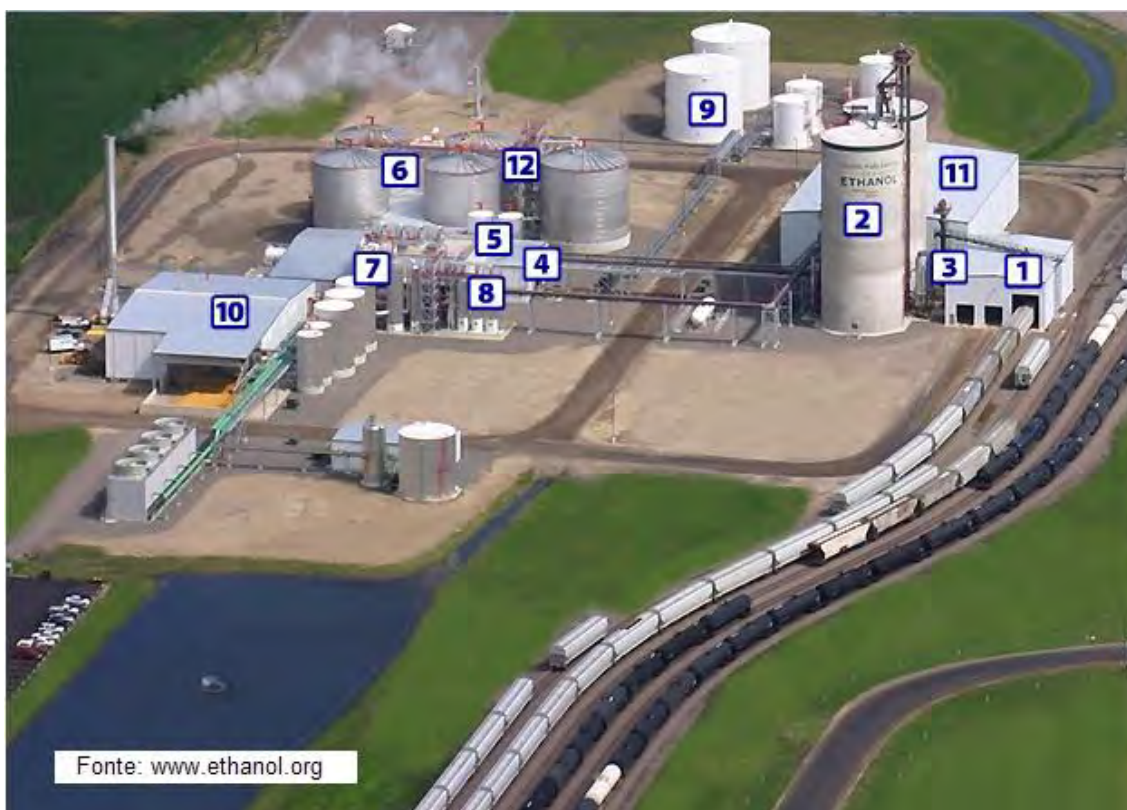
O milho pode ser processado para a obtenção de etanol através de dois processos distintos, o *dry milling* e o *wet milling*. No início do programa de etanol americano, praticamente todo etanol era produzido através do processo de *wet milling*, em verdadeiras “refinarias” de milho. Isto se devia ao fato que o *wet milling* é o processo através do qual são extraídos os produtos mais comuns do milho, como o HFCS (*High Fructose Corn Syrup*, adoçante muito utilizado na indústria de alimentos e bebidas no mundo inteiro), óleo de milho, amido de milho, além de uma variedade de subprodutos utilizados na produção de rações animais. O etanol, dentro da lógica destas usinas de milho, era apenas mais um subproduto, que agregava valor ao milho.

Em 1985, a primeira usina de etanol utilizando o processo de *dry milling* foi instalada nos EUA, no estado de Indiana, e, atualmente, cerca de 45%¹⁰ do etanol é produzido através deste processo. A construção destas usinas visa apenas a produção de etanol, diferentemente das refinarias, e os únicos subprodutos são o DDG (*Distillers*

¹⁰ The Energy Balance of Corn Ethanol: An Update. USDA AER-814.
www.usda.gov

Dried Grains) e o CO₂. O DDG, ou versões modificadas, que têm um maior teor de água em sua composição e, por isso, custo de produção menor, são importantes componentes em diferentes tipos de rações animais. Quanto maior o teor de água, porém, mais difícil se torna a estocagem destes produtos, o que é uma consideração importante na determinação do mix de subprodutos. O dióxido de carbono (CO₂), é purificado para ser utilizado em bebidas gaseificadas. Por ser um processo menos complexo, o custo da instalação de uma usina de etanol que utiliza o *dry milling* é bem menor, e, por ser, um processo dedicado à produção de etanol, o gasto de energia na conversão milho-etanol é cerca de 6,5% menor.

Por ser o processo que mais cresce na produção de etanol, demonstraremos abaixo, para fins de aumentar o entendimento sobre os temas a serem abordados neste estudo, um esquema explicativo da produção de etanol através do *dry milling*.



1. O milho é entregue à usina através do uso extensivo de trens, quando a usina está longe de milharais, ou caminhões quando a usina se situa em regiões de milharais.
2. Armazenagem do milho.
3. Limpeza e moagem das espigas de milho, transformando-as em farinha ou pó.

4. Liquefação da farinha ou pó, com a adição de enzimas.
5. As enzimas quebram o amido do milho em tanques de liquefação, transformando-o em açúcares fermentescíveis
6. Fermentação do líquido resultante na etapa anterior, por aproximadamente 50 horas, obtendo álcool misturado com sólidos.
7. Destilação do álcool, transformando-o em etanol, em múltiplas colunas de destilação, onde os resíduos sólidos são separados e enviados para o reprocessamento. Etanol sai desta etapa com aproximadamente 5% de água.
8. Desidratação do etanol através de um processo utilizando enzimas específicas, que removem a água, transformando-o em etanol anidro, com teor de água próximo de 0%
9. *Blending* do etanol, com a adição de 5% de gasolina, tornando-o impróprio para o consumo humano.
10. Processamento dos resíduos sólidos da destilação, utilizando separadores. A água contida nestes resíduos é separada e reciclada para uso no processo produtivo.
11. Secagem dos resíduos sólidos, transformando-os em DDGS (*Distillers Dried Grains with Solubles*). Pode-se dispensar a etapa da secagem, ou parte dela, e produzir, então DWG (*Distillers Wet Grains*) ou MDG (*Modified Dried Grains*)

Capítulo 2 – Avaliando o Custo da Produção de Etanol a partir do Milho nos EUA

Introdução

O nosso objetivo neste capítulo será analisar a estrutura de custos da produção de etanol a partir de milho nos EUA, para que possamos ter uma visão mais clara dos desafios que as ambiciosas metas ditadas pelo AFS (*Alternative Fuel Standard*) impõem, em termos do impacto que a demanda por milho terá no seu preço, e, conseqüentemente, como irá se comportar a competitividade do etanol em relação à gasolina. A partir de alguns dados que serão apresentados neste capítulo, poderemos fazer uma análise mais fundamentada sobre as perspectivas de médio e longo prazo para o etanol de milho.

É importante notar, porém, que apesar de se fazer necessária uma análise puramente econômica dos dados, levando em conta uma relação de custo-benefício tradicional, temos que levar em conta, também, um componente político decorrente da preocupação mundial com o aquecimento global, que pode subverter a lógica de análise focada tão somente no custo-benefício da produção de etanol de milho versus a produção de etanol de cana-de-açúcar, ou a importação deste produto de outro país, ou mesmo o foco em outras medidas para reduzir o consumo de petróleo. Além disso, há um forte componente estratégico na adoção de uma política de biocombustíveis capaz de substituir uma fração considerável do consumo de gasolina, já que os EUA são o maior importador mundial de petróleo, o que os torna especialmente vulnerável às tensões cada vez maiores com grandes produtores de petróleo, como o Irã, e à eventuais interrupções no fornecimento, devido a um ataque terrorista, ou à um conflito armado em regiões produtoras.

O benefício de uma política de biocombustíveis neste caso seria muito maior do que apenas o diferencial de emissões de gases causadores do efeito estufa, ou os custos eventualmente menores do etanol em relação à gasolina. Estes benefícios se estenderiam de maneira muito mais generalizada pela economia, e, por este motivo, seriam muito mais difíceis de quantificar e analisar. Acreditamos que a análise deste aspecto do

problema, apesar de ser extremamente importante, foge ao escopo deste trabalho, e, por isso, focaremos apenas na análise dos custos do etanol de milho, e da sua competitividade com relação à gasolina nos EUA.

Uma Análise dos Custos de Produção do Etanol de Milho nos EUA

Para realizarmos esta análise, utilizaremos como base dois estudos bastante detalhados sobre o processo produtivo de etanol em plantas *dry mill* nos EUA, em 1999 (McAloon, Taylor, Yee, Ibsen e Wooley, 2000) e 2002 (Shapouri e Gallagher, 2005), pelo USDA. Estes estudos foram realizados utilizando dados obtidos através de formulários preenchidos por gerentes das próprias usinas de etanol, em amostras suficientemente grandes para podermos utilizá-los como uma boa aproximação para a média da indústria. É importante notar que não encontramos nenhum estudo de peso mais atualizado sobre a questão, e que muitos dos dados de 2002 já sofreram mudança significativa, tornando os estudos de certa forma obsoletos. O estudo considera usinas de etanol que utilizam outras matérias-primas, como o sorgo e o trigo, mas devido à primazia quase absoluta do milho como matéria-prima nos EUA, desconsideraremos estas outras opções.

A partir dos dados obtidos nestes estudos, elaboraremos uma aproximação para os dados em dólares de 2007, e atualizados de acordo com as grandes mudanças ocorridas em variáveis extremamente importantes dentro da estrutura de custo do etanol, como o preço do gás natural, que praticamente dobrou desde 2002. Outros insumos de grande importância sofreram grandes alterações no preço, com destaque para a eletricidade, com aproximadamente 26% de alta, e, o mais importante de todos eles, o milho, que acumula uma alta de aproximadamente 46% desde 2002.

Com relação à quantidade de insumos consumidos, e ao método de produção em si, consideraremos os dados obtidos no estudo de 2002. Acreditamos que, ao tomar esta decisão, não estaremos provocando distorções significativas na estimativa, já que não

houve grandes avanços técnicos no processo de produção desde então, que poderiam causar uma grande diferença no consumo de algum insumo.

Os custos foram divididos em duas categorias: custos variáveis, e custos de capital, que são os custos de construção de uma usina de etanol. Dentro deste estudo, consideraremos apenas os custos variáveis. Os custos de capital (estimados em \$ 1,57/galão de capacidade instalada para novas usinas, em média), quando levamos em conta toda a produção de etanol durante a vida útil de uma usina, tendem a ser muito pequenos, quando medidos em \$/gal. Não obstante a isso, faremos mais comentários sobre o custo de capital das usinas no final do capítulo.

Abaixo, apresentamos uma tabela com os custos considerados nos estudos citados acima, e os valores referentes à 2002.

Tabela 2: Custos de Produção do Etanol, EUA, 2002

Insumo	Custo (\$/galão)
	<i>Matéria-Prima</i>
Milho	0,8030
	<i>Crédito para Subprodutos</i>
Distillers Grains	0,2520
Dióxido de Carbono	0,0060
	<i>Despesas Operacionais</i>
Eletricidade	0,0374
Combustíveis (gás natural)	0,1355
Tratamento de Rejeitos	0,0059
Água	0,0030
Enzimas	0,0366
Fermento	0,0043
Produtos Químicos	0,0229
Gasolina*	0,0348
Manutenção	0,0396
Mão-de-obra	0,0544
Custos Administrativos	0,0341
Outros	0,0039
Total	0,9574

Fonte: Shapouri e Gallagher, 2005

Estes são médias obtidas a partir de dados provenientes de 21 usinas de etanol nos EUA, sendo que apenas uma delas utilizava como matéria-prima um mix de sorgo, milho e trigo. Muitas premissas foram feitas na elaboração deste estudo, para que a estimação destes dados fosse o mais significativa possível em relação à média. Tentaremos

explicitar estas premissas da forma mais sucinta possível a seguir, incluindo, também, o resultado de nossa pesquisa a cerca da evolução destes custos até 2007.

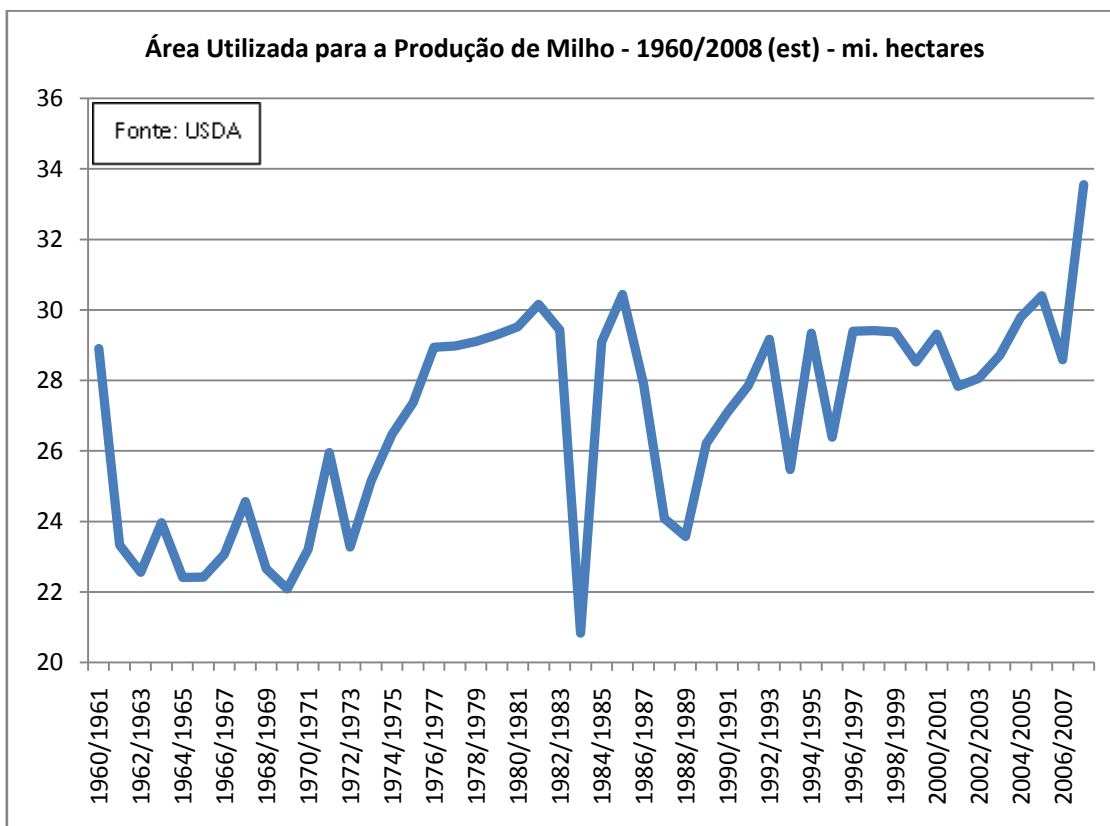
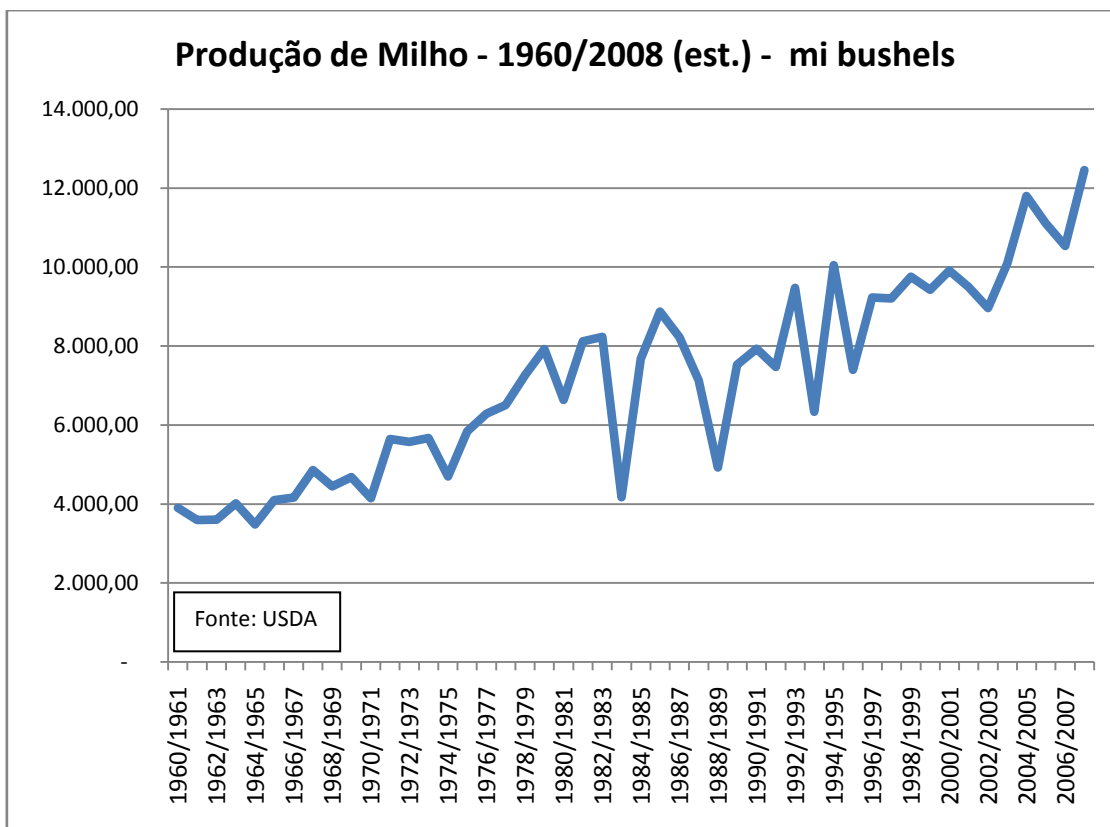
Uso de Matéria-prima

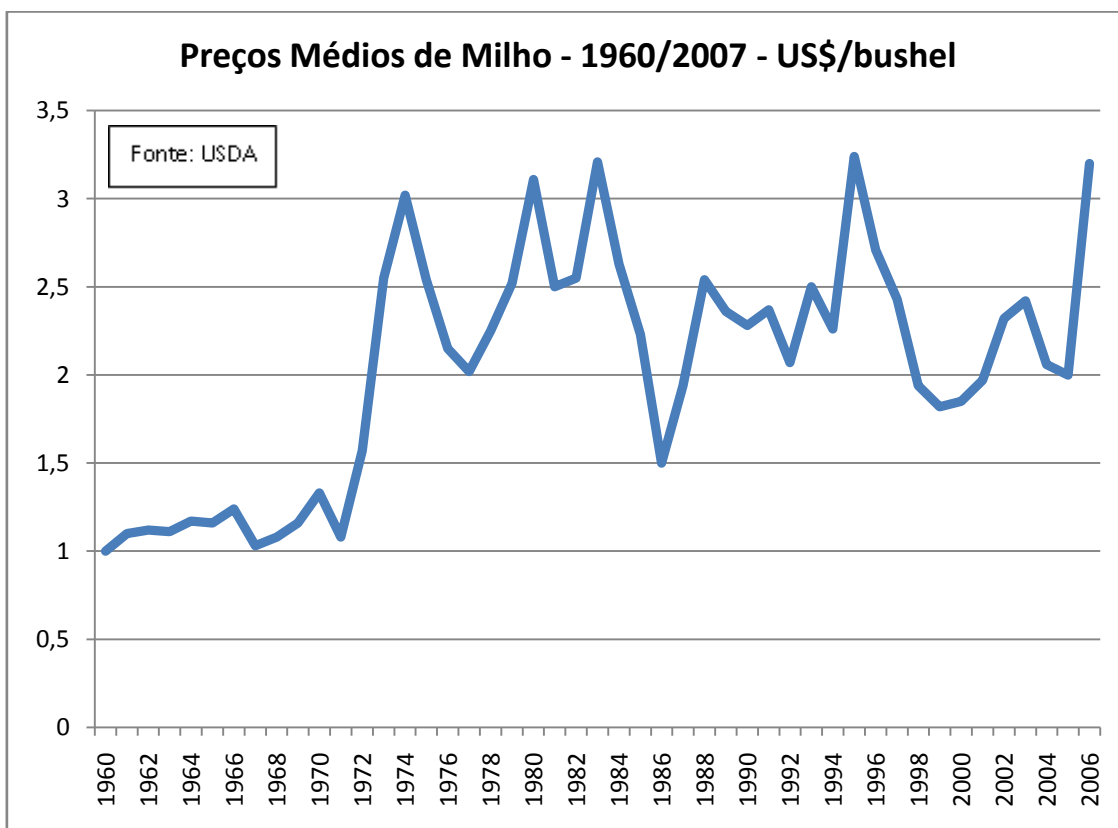
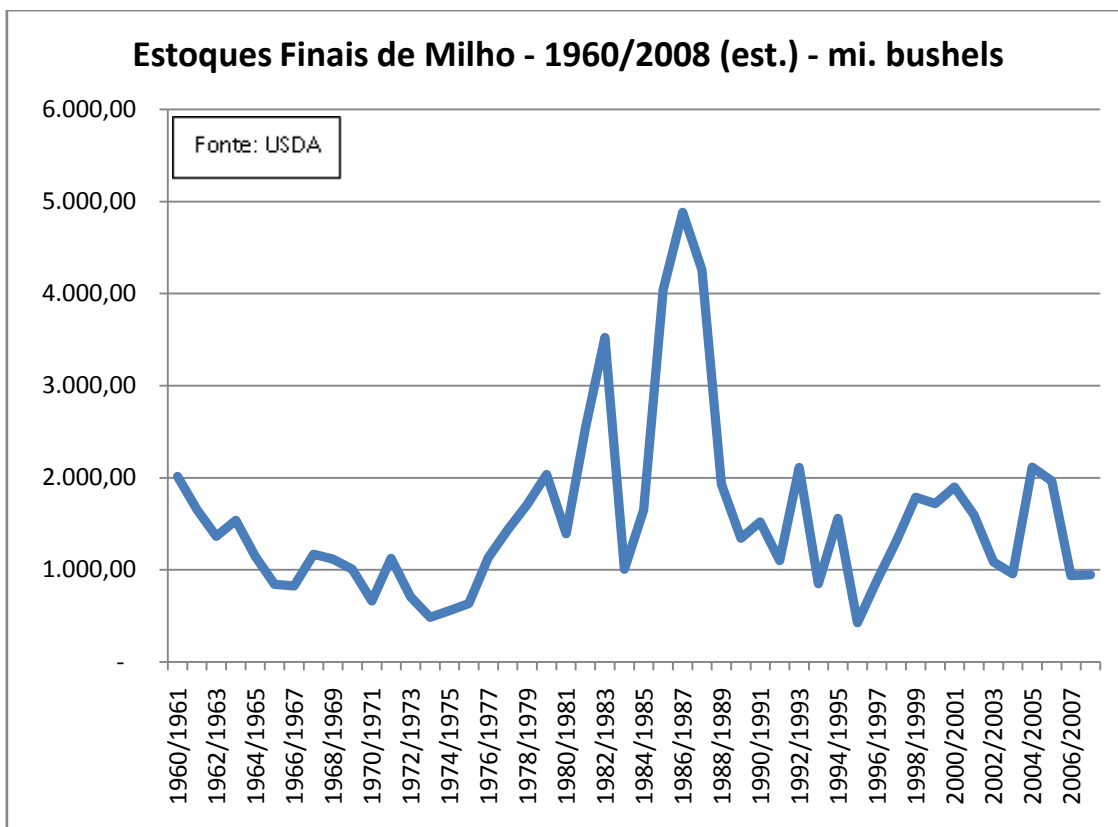
Como já citamos acima, o milho foi a única matéria-prima utilizada em 20 das 21 usinas de etanol pesquisadas. Na única usina que utilizava outras duas matérias-primas além do milho, este respondia por aproximadamente 55% do mix de matérias-primas. Dentro da amostra do estudo, o milho respondia por 95% do total de utilização. Acreditamos que este número era representativo para toda a indústria americana na época, mas esta participação tem caído ligeiramente, e está atualmente em 88%¹¹, se levarmos em conta toda a capacidade instalada, as expansões em curso, e todas as novas instalações sendo construídas.

O milho subiu de \$ 2,32/bushel, que foi a média de 2002, para \$ 3,40/bushel, que é a média de 2007 até o momento. Isto representa um aumento de 46,55%, impactando diretamente nas operações das usinas, visto que o milho é o componente mais importante do custo de produção, representando, em 2002, 57% do total do custo de produção. Os contratos futuros de milho projetam preços ainda maiores para este ano, com o contrato base dezembro na faixa de \$ 3,80/bushel atualmente.

As perspectivas para o futuro previsível também não são muito animadoras. A área plantada com milho este ano será de 33,5 mi hectares, a maior desde 1946, e representa um aumento de aproximadamente 17% em relação ao ano anterior. Este aumento de área permitirá um aumento na produção de aproximadamente 18%, de 10,535 bi bushels, na safra 2006/2007 (o ano-safra do milho compreende o período setembro-setembro) para 12,460 bi bushels na safra 2007/2008. Apesar deste forte aumento na produção, no entanto, os estoques de milho estão nos níveis mais baixos desde a safra de 1995/1996, em torno de 950 mi bushels, o que tem impulsionado o preço para níveis mais altos (ver gráficos abaixo).

¹¹ Renewable Fuels Association – Plant Location. www.ethanolrfa.org/industry/locations (acessado 31/05/07; 12:00hs.)





A indústria de etanol irá demandar no ano-safra 2007/2008 3,4 bi bushels de milho, segundo o USDA, o que representa um aumento de aproximadamente 58% em relação ao ano passado, quando a indústria de etanol consumiu 2,15 bi bushels. Utilizando esta quantidade de milho, a produção de etanol em 2007/2008 deve totalizar aproximadamente 9,11 bi galões. O total da capacidade instalada e em construção, porém, é da ordem de 12,5 bi galões por ano, e toda esta capacidade deve estar *on-line* até o final do ano que vem, o que deve gerar uma demanda potencial por milho da ordem de 4,6 bi bushels e colocar uma pressão ainda maior sobre o mercado de milho.

As exportações de milho já começaram a cair como consequência do aumento do uso do milho no mercado interno americano. Em 2007/2008, as exportações de milho devem ser da ordem de 1,98 bi bushels, o que representa uma queda de 10% em relação à 2006/2007, quando foram exportados 2,20 bi bushels. Em situações anteriores, diminuições na quantidade de milho exportada pelos EUA (maior exportador mundial do produto) decorreram de diminuições na produção, ocasionadas por diminuições na área plantada, ou problemas climáticos. A situação atual, porém, é diferente, com a produção e a área plantada crescendo fortemente e, ainda assim, uma diminuição no volume exportado. Os preços mundiais do milho devem ser fortemente pressionados devido à esta diminuição.

Diante do cenário de alta de preços do milho analisado acima, projetamos que o componente de matéria-prima na produção de etanol tenha saltado de US\$ 0,8030/galão para US\$ 1,1770/galão.

Produtividade

A produtividade das usinas está diretamente relacionada com a quantidade de amido presente no milho, além de outros fatores como idade da usina, tipos de equipamento e etc. A média de produtividade encontrada neste estudo é de 2,68 galões por bushel¹². Este é o parâmetro mais significativo na medição da tecnologia de produção de etanol, e como já havíamos notado antes, desde 2002 não houve grandes avanços no processo de produção, o que nos levou a optar por usar este mesmo parâmetro para os fins deste estudo.

¹² 1 bushel Americano de milho = 56 libras-peso ≈ 25,401 kg

Utilização de Energia nas Usinas

As usinas de etanol utilizam energia proveniente de duas fontes, principalmente. Energia elétrica e energia térmica, produzida através da utilização de gás natural para gerar vapor. A energia elétrica é utilizada para movimentar motores e bombas, enquanto que a energia térmica é utilizada nos processos de liquefação, fermentação, destilação e secagem dos subprodutos.

Usinas de etanol que estão situadas próximas de regiões com grande produção pecuária, têm a vantagem de não precisar secar completamente os *Distiller Grains*, e podem vender o WDG (*Wet Distiller Grains*) ou MDG (*Modified Distiller Grains*), reduzindo, assim, a utilização de gás natural. Isto se deve ao fato que quanto maior o teor de água nos *Distiller Grains*, menor é o seu período máximo de estocagem. Esta situação só ocorre, porém, com um número limitado de usinas.

A média de utilização de energia elétrica verificada pelo estudo foi de 1,19 kWh (quilowatt-hora) por galão de etanol produzido, e a média de utilização de gás natural foi de 34.800 BTU/galão produzido.

Desde 2002, a energia elétrica para consumidores industriais sofreu um aumento de 26,23%, passando de \$ 0,0488/kWh, que foi a média de todo o ano de 2002, para \$ 0,0616/kWh, que foi a média dos meses de janeiro e fevereiro de 2007¹³, o que representa um custo adicional importante. Este aumento projeta uma elevação no custo de US\$ 0,0374/galão para US\$ 0,0472/galão.

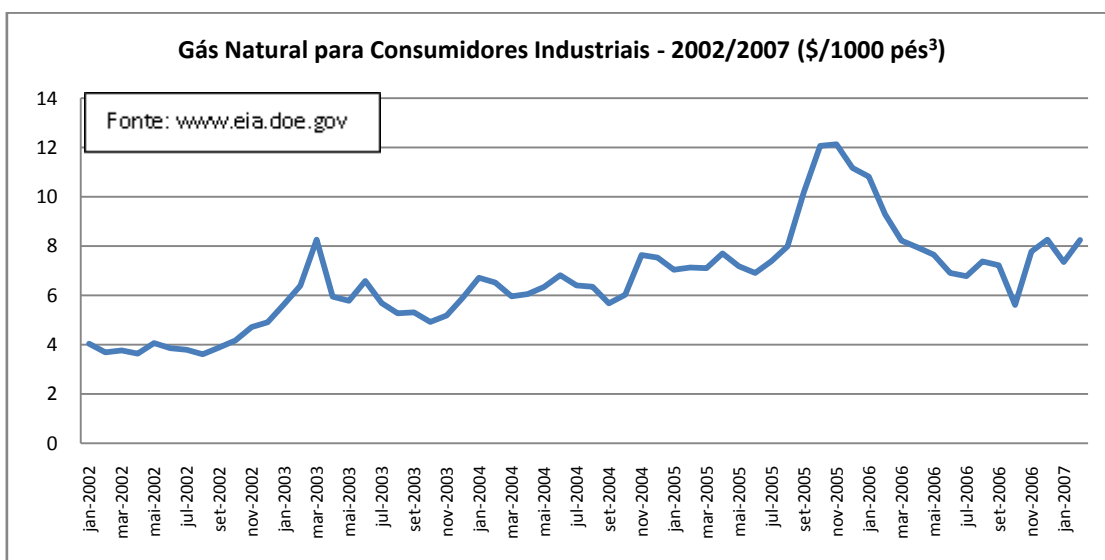
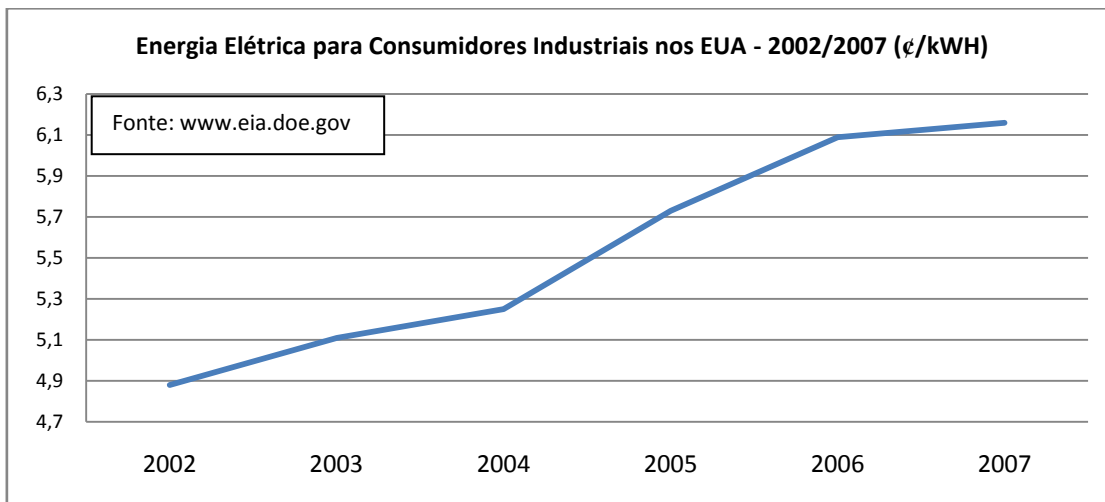
O gás natural também sofreu um importante aumento de preço desde 2002, passando de \$ 4,02/MMBTU¹⁴, que foi a média daquele ano, para \$ 8,02¹⁵, que foi a média dos meses de janeiro, fevereiro e março deste ano. Este preço deve estar ainda maior agora, já que o preço de atacado do gás natural subiu da faixa de \$ 6,60 para \$ 8,00 desde fevereiro. O aumento do preço do gás natural tem um agravante em relação ao da eletricidade, que é a maior volatilidade. Desde 2002, o preço do gás natural para consumidores industriais nos EUA oscilou entre a faixa de \$ 3,62 e \$ 12,13. Esta volatilidade pode ser bastante prejudicial para as usinas, visto que o gás natural é um

¹³ Energy Information Administration. http://www.eia.doe.gov/cneaf/electricity/epm/table5_3.html (acessado no dia 01/06/2007; 11:07 am)

¹⁴ MMBTU = milhão de BTUs. Especificamente para o gás natural 1MMBTU = 1.000 pés³.

¹⁵ Energy Information Administration. http://tonto.eia.doe.gov/dnav/ng/ng_pri_sum_dcu_nus_m.htm (acessado no dia 01/06/2007; 11:51am)

insumo importante. Considerando apenas a média dos três primeiros meses do ano, o componente gás natural aumentou de US\$ 0,1355/galão para US\$ 0,2703/galão.



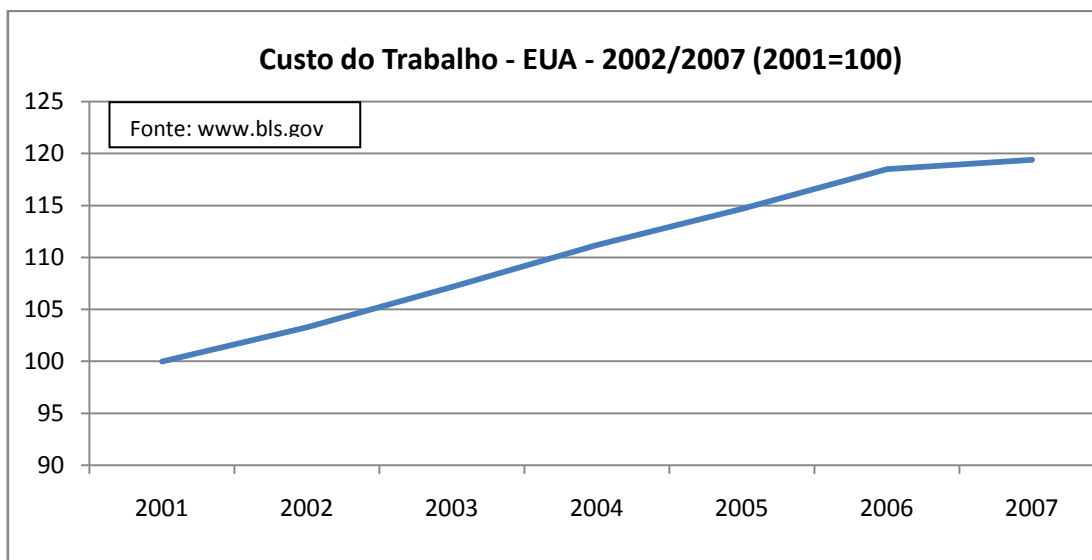
A partir dos dados atualizados, estimamos que o componente eletricidade do custo de produção de etanol tenha passado de \$ 0,0374/galão para \$ 0,0472/galão, e que o componente combustíveis tenha passado de \$ 0,1355/galão para \$ 0,2703/galão.

Uso de Mão-de-obra

O uso de mão-de-obra nas usinas de etanol depende diretamente da tecnologia empregada no processo de produção. A utilização de processos automatizados reduz drasticamente a necessidade de mão-de-obra. Além disso, usinas maiores têm uma necessidade proporcionalmente menor de mão-de-obra.

No estudo, foram consideradas as necessidades de mão-de-obra especializada (gerentes, diretores, pessoal de laboratório) e mão-de-obra de chão de fábrica (operadores de máquinas). A necessidade total média foi de 34 pessoas por usina.

O custo do trabalho nos EUA aumentou 19,45%¹⁶ desde 2002, e, portanto, o componente mão-de-obra no custo de produção de etanol passou de \$ 0,0544/galão, para \$ 0,0649/galão.



Gasolina

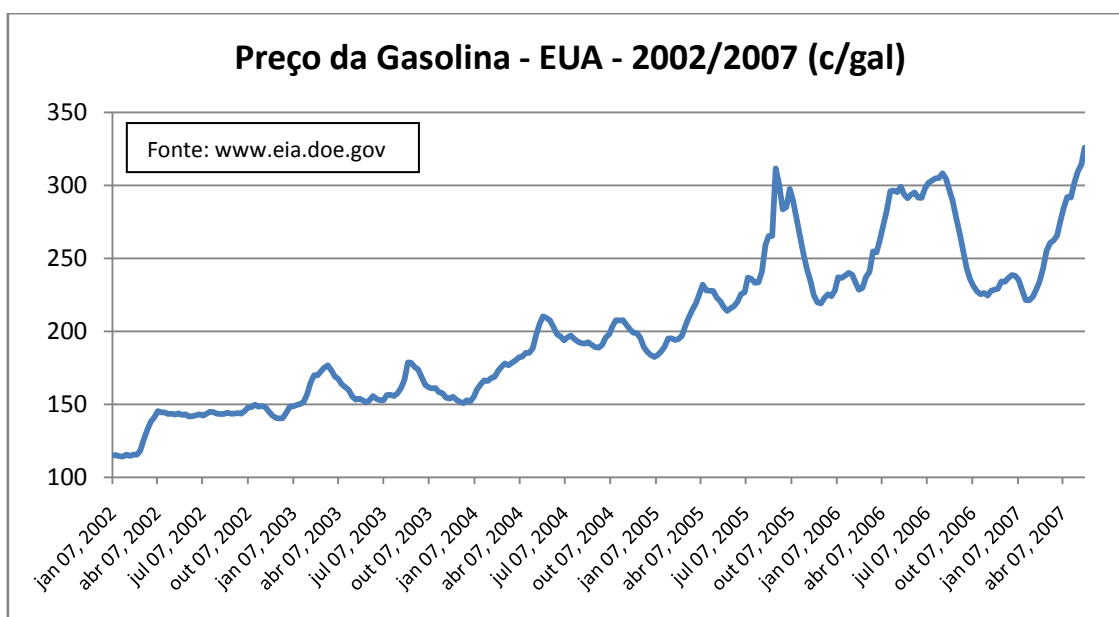
Os produtores de etanol são obrigados a misturar ao etanol 5% de gasolina, de forma a torná-lo impróprio para o consumo humano.

A gasolina sofreu grandes aumentos de preço nos EUA nos últimos anos, tendo passando de \$ 1,38/galão, que foi o preço médio em 2002, para \$ 3,25/galão, que foi o preço na última semana de maio. A média do ano de 2007 até agora foi de \$ 2,62/galão, o que representa um aumento de aproximadamente 89% em relação ao preço de 2002.

Com isso, estimamos que este componente do custo de produção do etanol tenha passado de \$ 0,0348/galão para \$ 0,0657/galão.

Além disso, os conhecidos fatores de instabilidade que estão causando uma maior volatilidade dos preços do petróleo afetam diretamente o preço da gasolina, que juntamente com o gás natural, contribuem para tornar o custo de produção do etanol mais volátil e atrelado ao petróleo.

¹⁶ Bureau of Labor Statistics. www.bls.gov.



Crédito para Subprodutos

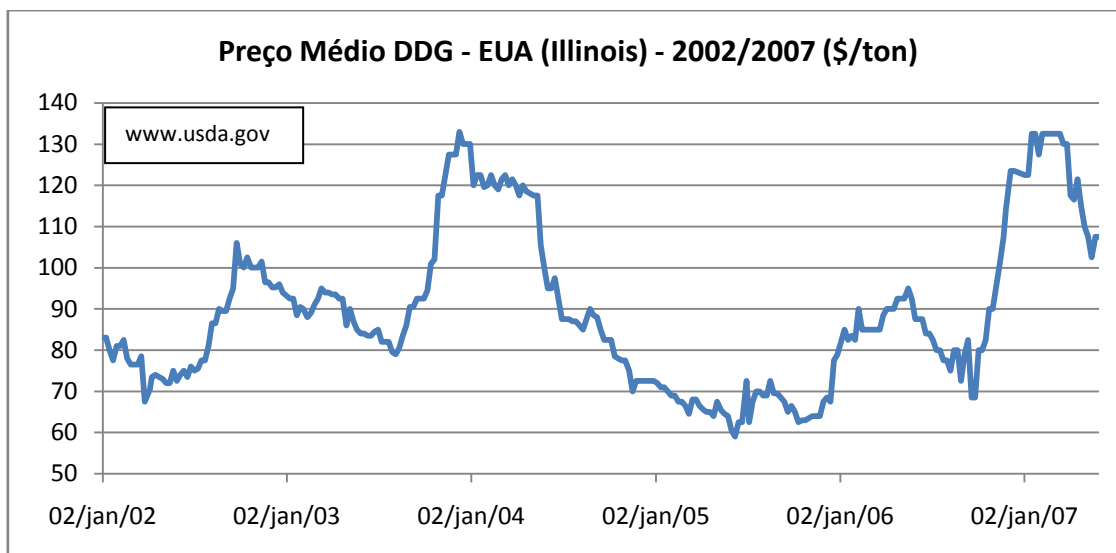
Apesar da forte alta da principal matéria-prima para a produção do etanol, o milho, as usinas têm sofrido um impacto relativamente menor em sua estrutura de custos devido ao aumento do preço dos subprodutos do processo produtivo de etanol.

A competição por área de plantação entre milho e soja é bastante forte, e a atual corrida para plantar milho tem afetado a soja fortemente, levando a um forte aumento do preço. Conseqüentemente, o preço do farelo de soja também tem aumentado consideravelmente.

O farelo de soja é vastamente utilizado na alimentação animal, assim como o DDG (*Distiller Dried Grains*). Como são considerados por muitos produtores substitutos quase-perfeitos, seus preços tem alta correlação, como seria esperado.

O preço do DDG (preço base a região central do estado de Illinois) foi de \$ 84/ton¹⁷ em 2002, na média. Houve uma grande variação nos preços desde então, como podemos ver no gráfico abaixo, mas a média do ano de 2007 até hoje é de \$ 122/ton, aproximadamente, o que representa um aumento de 45% na receita que as usinas de etanol obtêm a partir da revenda deste subproduto.

¹⁷ Fonte: USDA AMS (Agricultural Marketing Service). Dados obtidos através de solicitação por e-mail.



Este aumento de preço atenua o aumento no custo da matéria-prima, e o crédito para o DDG foi estimado em \$ 0,3654/galão, em comparação com o nível de \$ 0,252/ galão estimado em 2002.

Por falta de dados e por considerar que o CO₂ não é um produto com uma grande variabilidade de preço no mercado, decidimos atualizar seu preço apenas de acordo com a inflação no período, e discutiremos este assunto no parágrafo seguinte. Além disso, note-se que a significância do CO₂ é bastante reduzida, quando comparada com outros componentes do custo.

Inflação no Período

Devido à escassez de dados, em alguns casos, e à complexidade excessiva, em outros, optamos por atualizar os outros componentes do custo de produção do etanol pela inflação acumulada no período de 2002 à 2007. Acreditamos que isto não implicará em perda significativa de confiabilidade dos dados, visto que os componentes de maior volatilidade, em nossa opinião, foram atualizados de acordo com os dados mais confiáveis e atuais possíveis.

Escolhemos o PPI (*Producer Price Index*) como o índice mais adequado para utilizarmos em nossa análise, devido à natureza industrial da atividade, o que torna um índice de preços de atacado mais adequado. Este índice teve uma variação de 20,18%¹⁸ no período entre janeiro de 2002 e abril de 2007. Os componentes do custo que serão

¹⁸ Bureau of Labor Statistics – www.bls.gov.

atualizados pelo PPI são os seguintes: dióxido de carbono, tratamento de rejeitos, água, enzimas, fermento, produtos químicos, manutenção, custos administrativos e outros.

Custos Totais

Apresentamos abaixo uma tabela com o comparativo entre os custos aferidos em 2002 e os estimados para 2007, divididos por tipo de insumo e com variações percentuais.

Tabela 3: Custos Estimados para o Etanol, 2007.

Insumo	Custo 2002 (\$/galão)	Custo 2007 (\$/galão)	Variação %
	<i>Matéria-Prima</i>	<i>Matéria-Prima</i>	
Milho	0,8030	1,1770	+ 46,57%
	<i>Crédito para Subprodutos</i>	<i>Crédito para Subprodutos</i>	
Distillers Grains	0,2520	0,3654	+ 45%
Dióxido de Carbono	0,0060	0,0072	+ 20,18%
	<i>Despesas Operacionais</i>	<i>Despesas Operacionais</i>	
Eletricidade	0,0374	0,0472	+ 26,20%
Combustíveis (gás natural)	0,1355	0,2703	+ 99,48%
Tratamento de Rejeitos	0,0059	0,0070	+ 20,18%
Água	0,0030	0,0036	+ 20,18%
Enzimas	0,0366	0,0439	+ 20,18%
Fermento	0,0043	0,0051	+ 20,18%
Produtos Químicos	0,0229	0,0275	+ 20,18%
Gasolina*	0,0348	0,0657	+ 88,79%
Manutenção	0,0396	0,0475	+ 19,94%
Mão-de-obra	0,0544	0,0649	+ 19,30%
Custos Administrativos	0,0341	0,0409	+20,18%
Outros	0,0039	0,0046	+ 20,18%
Total	0,9574	1,4326	+49,63%

É importante notar que estes dados sobre custos de produção não incluem os custos de comercialização e frete do produto. O frete nos EUA é feito principalmente pelo modal ferroviário, que tem um custo relativamente menor se comparado aos outros modais mais utilizados no Brasil, como o rodoviário. Em 2002, 54% da produção de etanol dos EUA foi transportada pelo modal ferroviário, utilizado principalmente para distâncias mais longas. Para distâncias menores, o uso do modal rodoviário era bastante significativo. O rápido aumento recente da produção de etanol, no entanto, está começando a encontrar barreiras logísticas, e, como consequência o custo do frete está

aumentando. Outro fator importante são os custos de energia crescentes, que tendem a pressionar os custos de frete ainda mais.

Capítulo 3 – Análise dos Subsídios às Diversas Etapas da Produção e Consumo do Etanol

Introdução

A produção de etanol nos EUA, como em quase todos os outros países onde ela tem escala industrial, recebe uma série de subsídios e incentivos governamentais, sejam eles a nível federal, estadual ou municipal.

Um estudo recente¹⁹ afirma que a intensidade dos subsídios diretos à produção de etanol utilizando o milho como matéria-prima nos EUA, foi da ordem de 49% do preço de mercado em 2006, totalizando desembolsos estimados de US\$ 8,7 bi; isto sem contar com o subsídio indireto concedido pelo governo federal no caso da tarifa específica de US\$ 0,51/galão na importação de etanol. Esta tarifa atinge principalmente o Brasil – que está investindo maçicamente na expansão de sua capacidade produtiva e pretender ter excedentes exportáveis cada vez maiores.

Caso a intensidade dos subsídios continue inalterada, o grande aumento do volume de produção do etanol pode tornar o nível de desembolsos insustentável, e a produção de etanol poderia se tornar antieconômica, principalmente no caso do etanol de milho. Tal tecnologia, mesmo estando em um estágio de maturidade bastante avançado, ainda é consideravelmente ineficiente quando comparamos com etanol produzido a partir de cana-de-açúcar e mesmo com o custo de produção da gasolina.

Caso a produção do etanol celulósico – cujo processo de produção tem características bem mais eficientes, como já discutimos anteriormente – aumente, a necessidade de subsídios governamentais pode diminuir, o que poderia tornar a escolha pelo etanol consideravelmente mais razoável do ponto de vista da eficiência econômica. O grande problema, porém, é que esta tecnologia é bastante incipiente e, por isso, ainda não tem competitividade frente à gasolina ou mesmo ao etanol de milho.

¹⁹ Biofuels – At What Cost? - Government support for ethanol and biodiesel in the United States. http://www.globalsubsidies.org/IMG/pdf/biofuels_subsidies_us.pdf.

O governo já anunciou a intenção de subsidiar fortemente o surgimento das primeiras usinas de etanol celulósico através de empréstimos federais e créditos tributários, o que sinaliza uma continuação da tendência de aumento nos desembolsos para o setor. Além disso, a tecnologia ainda carece de anos de pesquisa para se tornar economicamente viável, e esta pesquisa também está sendo financiada, ainda que parcialmente, pelo governo.

O milho também é altamente subsidiado pelo governo americano. Em 2004, havia 12 programas federais de subsídio à produção de milho, cujos desembolsos somaram aproximadamente US\$ 51,26 bi no período 1995-2005²⁰. Estes subsídios contribuem para que o preço do milho seja artificialmente baixo, o que tem um impacto direto sobre a indústria do etanol. Como a maioria destes programas de subsídios tem seus desembolsos ligados à quantidade produzida, o aumento na produção de milho para atender à crescente demanda por etanol causará um grande aumento da despesa governamental.

Além dos fortes subsídios diretos à matéria-prima, há também subsídios aos fatores de produção, compostos por financiamentos subsidiados, subsídios para a compra de bens de capital e construção de usinas, subsídios para o trabalho empregado nas atividades relacionadas à produção de etanol e subsídios à terra utilizada para as culturas utilizadas como matéria-prima para o etanol. Toda a infra-estrutura necessária para a produção, distribuição e venda do etanol está sendo projetada e construída pela iniciativa privada, contando com uma substancial ajuda do governo. A água, que é largamente utilizada para irrigação do milho em algumas áreas dos EUA e utilizada no processo produtivo do etanol, também recebe atenção especial de alguns governos estaduais, que tem políticas (pagas pelos contribuintes) para diminuir o seu custo. Completando o ciclo do etanol, o consumo de etanol, seja como aditivo à gasolina, seja na forma de E85, é altamente subsidiado pelo governo federal, com um crédito tributário direto de ¢ 51/galão, complementado por subsídios que contemplam as montadoras que produzem carros flexfuel e os usuários destes veículos, que tem custos de licenciamento menores.

Os defensores dos altos subsídios aos biocombustíveis nos EUA argumentam que os gastos são amplamente justificados pela necessidade de redução da dependência do

²⁰ <http://farm.ewg.org/sites/farm/region.php?fips=00000>

petróleo importado, pela necessidade de redução da emissão de gases causadores do efeito-estufa e pelos supostos impactos positivos que o crescimento desta indústria têm sobre o desenvolvimento das áreas rurais americanas, onde a renda média é consideravelmente inferior à das áreas urbanas. Os críticos, no entanto, argumentam que, apesar de todos estes fins serem justificáveis, e até mesmo louváveis, existem maneiras mais baratas de atingi-los, utilizando tecnologia disponível hoje. Um exemplo disto, afirmam eles, seria a adoção de critérios mais rígidos para a eficiência dos veículos produzidos e comercializados nos EUA, tornando mais caro manter um veículo que consome muito combustível. Isto traria ganhos imediatos na redução do consumo de gasolina e na emissão de gases-estufa, por um custo muito reduzido, visto que outros países já utilizam padrões mais rígidos de consumo de combustível, sem grandes prejuízos para consumidores e montadoras.

O objetivo deste capítulo é fazer uma análise geral dos subsídios e políticas que beneficiam a indústria do etanol, de maneira que tenhamos fundamentos para fazer uma reflexão mais ampla sobre a eficiência e justificação econômica, ambiental e social destas políticas.

Subsídios Diretos à Produção e Venda de Etanol

Tarifas de Importação e Programas de Consumo Obrigatório

Dentro desta categoria de subsídios, incluímos os mecanismos de suporte ao preço do etanol e os subsídios relacionados diretamente com a oferta de etanol no mercado.

Os mecanismos utilizados pelo governo americano para sustentar o preço do etanol são tarifas de importação (específicas e *ad valorem*) e programas federais de consumo obrigatório mínimo de etanol e outros biocombustíveis. Estas políticas têm como objetivo sustentar as cotações dos biocombustíveis de maneira que sua produção seja viável, ainda que a eficiência da indústria americana não seja comparável a outros produtores mundiais. Os programas de consumo obrigatório também têm o efeito de elevar as cotações, e outro aspecto bastante importante, que é a escala que eles

proporcionam aos produtores de etanol, o que permite, muitas vezes, reduções importantes do custo de produção no médio e longo prazo.

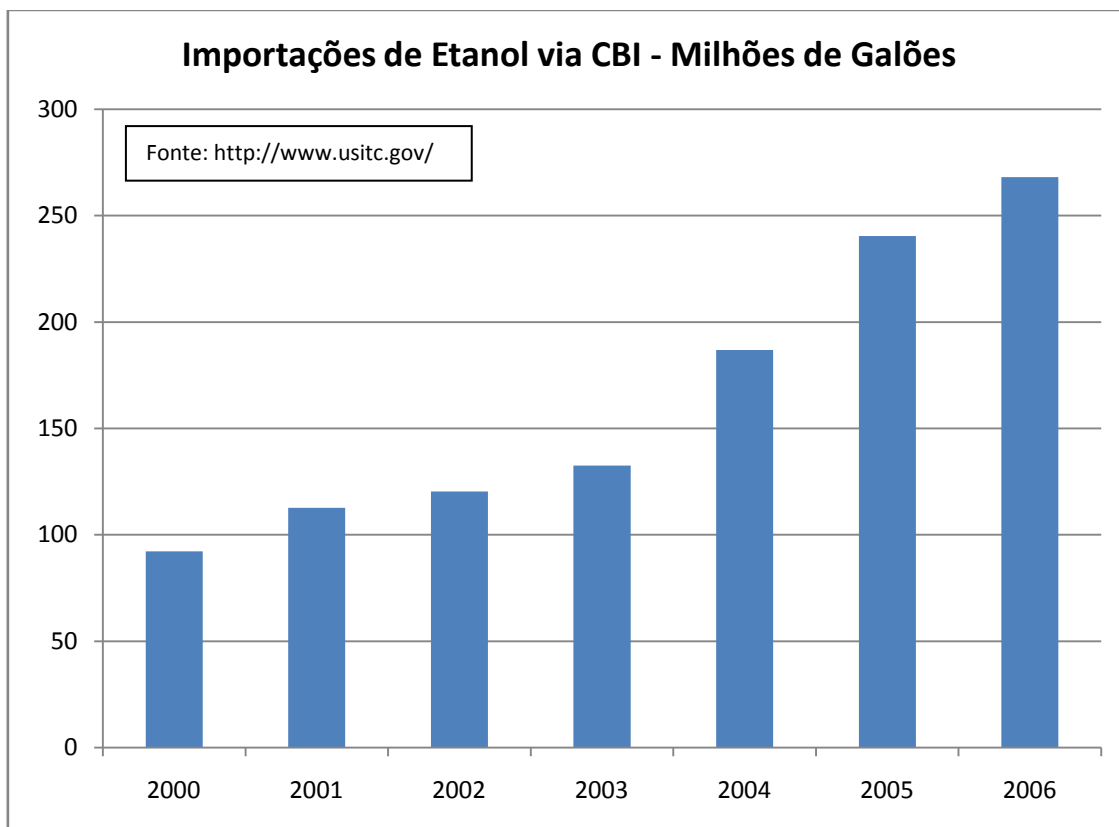
O governo federal americano determina uma tarifa *ad valorem* de importação de 2,5% para o álcool etílico. Este nível tarifário pode ser visto por muitos como uma indicação de uma política relativamente livre de importação de etanol por parte do governo americano. Outros países, como o Brasil e o Canadá, praticam tarifas de importação consideravelmente maiores, o que supostamente isentaria os EUA da caracterização protecionista, ao menos nessa área. Se levarmos em conta a tarifa específica de importação imposta pelo governo em 1980, porém (inicialmente a tarifa era de ¢ 40/galão, mas hoje ela já se encontra em ¢ 54/galão), o cenário muda consideravelmente. Esta tarifa incide para todos os países exceto Canadá e México, que juntamente com os EUA, formam o NAFTA (*North American Free Trade Agreement*), e os países beneficiários da CBI (*Caribbean Basin Initiative*).

Esta tarifa foi pensada, inicialmente, para anular a vantagem que o etanol importado teria com o crédito tributário concedido pelo governo federal para o conteúdo de etanol misturado à gasolina ou para o conteúdo de etanol do E85. Hoje, porém, a tarifa está em um nível maior do que o crédito tributário e, além disso, incide sobre o volume total de etanol importado, independentemente do teor de álcool, enquanto que o crédito tributário é concedido apenas sobre o teor de etanol que é misturado à gasolina. Isto levou a um aumento geral na proteção tarifária ao etanol americano. Um estudo realizado em 2006 pela US International Trade Commission²¹ mostrou que o nível de proteção médio *ad valorem* ao etanol americano foi de aproximadamente 24,7%, o que praticamente torna a importação inviável e contribui para que o preço do etanol nos EUA seja mantido artificialmente alto.

Os países da CBI podem exportar uma quantidade ilimitada de etanol para os EUA livre da tarifa específica, desde que o etanol seja produzido a partir de matéria-prima produzida localmente. Há, também, uma cota, de 7% da capacidade de produção americana, para a importação livre da tarifa para etanol produzido a partir de matéria-prima importada. Produtores de etanol do Brasil e produtores de vinho europeus, que exportam o excesso de álcool, tem se aproveitado deste dispositivo legal para montar operações de desidratação de etanol nestes países, e, assim, reexportar o etanol para os

²¹ http://www.usitc.gov/tata/hts/other/rel_doc/bill_reports/documents/s-2778.pdf

EUA. Isto reduz a proteção efetiva para o etanol americano, mas devido volume limitado destas operações (ver gráfico abaixo), imposto pelas cotas, não consideramos que a redução seja muito significativa. No ano passado, quando o volume foi o maior desde o ano 2000, foram importados dos países caribenhos 268,1 milhões de galões, o que representou apenas 5% do consumo total de etanol em 2006.



Paralelamente às tarifas de importação, os programas de consumo obrigatório desempenham um papel importante na manutenção dos preços do etanol suficientemente altos, o que é parte do esforço de dar à indústria do etanol uma maior escala, que supostamente proporcionaria uma diminuição dos custos.

O RFS (*Renewable Fuels Standard*) foi o primeiro programa de consumo obrigatório de biocombustíveis implementado pelo governo federal. Este programa foi implementado em 2005 e previa um consumo obrigatório de 4 bi galões de biocombustíveis em 2006, meta que seria progressivamente aumentada para 7,5 bi galões até 2012. Dentro do plano anunciado pelo presidente George W. Bush em seu discurso de *State of the Union* deste ano, porém, o RFS foi revisto e ampliado para um AFS (*Alternative Fuel Standard*), que abrange mais combustíveis alternativos, além de impor metas muito mais ambiciosas do que o RFS de 2005. De acordo com o AFS

proposto por Bush, os EUA vão consumir 35 bi galões de combustíveis alternativos (principalmente etanol) até 2017, o que representaria uma diminuição de 15% no consumo de gasolina.

Além dos programas de consumo federais, vários estados americanos tem programas próprios, com metas muitas vezes mais ambiciosas do que as impostas pelo governo federal. O estado de Minnesota, por exemplo, aprovou lei que obriga toda gasolina vendida no estado a conter 10% de etanol até 2013. No Havaí, a meta é substituir 20% de todo o combustível fóssil por biocombustíveis (etanol e biodiesel) até 2020. Recentemente, o governador da Califórnia determinou a mistura de 10% de etanol na gasolina a partir de dezembro de 2009.

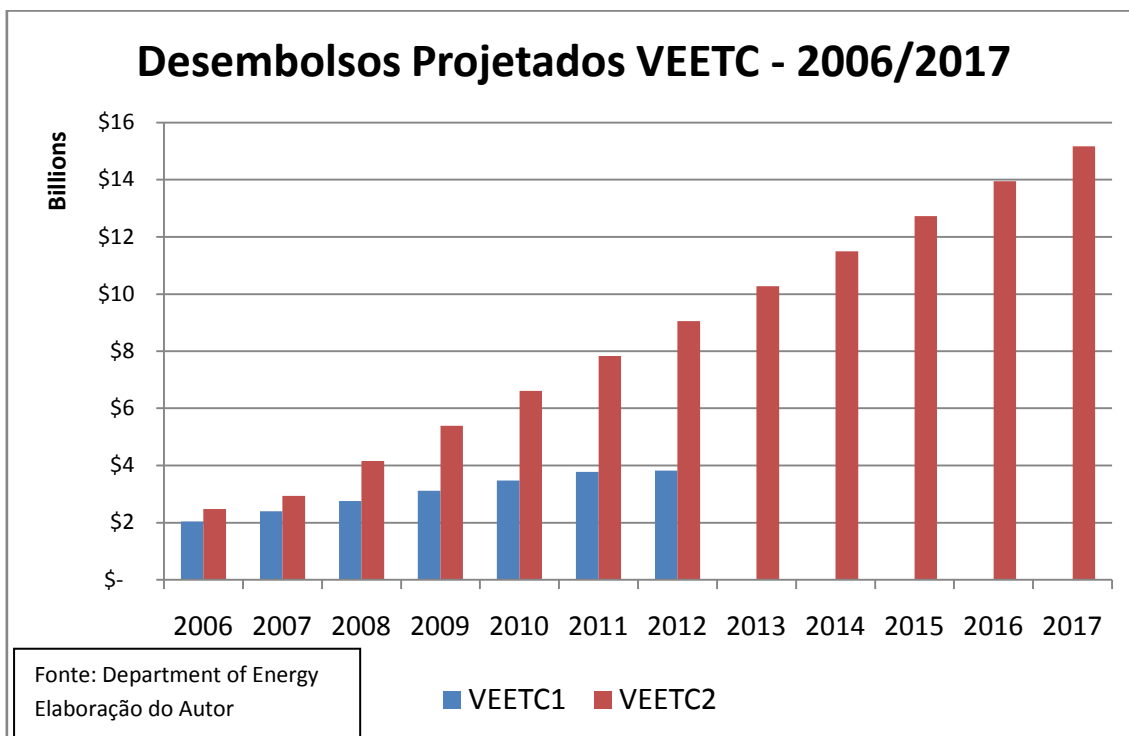
Créditos Tributários e Incentivos Diretos à Oferta de Etanol

Os governos estaduais e federal também estimulam a produção de etanol através de pagamentos diretos ou créditos tributários, direcionados aos produtores de etanol e aos distribuidores de gasolina que utilizam etanol como aditivo. Estes pagamentos são normalmente relacionados com a quantidade de etanol produzido e/ou misturado à gasolina, tornando-os potencialmente inviáveis caso o consumo de etanol sofra a expansão desejada pelo governo americano.

O objetivo principal da maioria destes programas de incentivo à produção é subsidiar pequenas usinas de etanol, que tem uma estrutura de custos mais desfavorável. Por isso, muitas vezes há limites máximos de produção para tornar-se elegível. Outros estados impõem restrições quanto ao tipo de estrutura societária da usina, na tentativa de evitar subsidiar grandes corporações, ou quanto à origem da matéria-prima, com o objetivo de fomentar a agricultura local.

O maior programa deste tipo, no entanto, é um programa do governo federal, denominado VEETC (*Volumetric Ethanol Excise Tax Credit*). Diferentemente da maioria dos programas estaduais, este não impõe nenhum tipo de restrição para a concessão do benefício. Qualquer quantidade de etanol vendida como E85 ou como aditivo na gasolina é elegível a receber o benefício de ¢ 51/galão, que é concedido aos misturadores (*blenders*), o que é outra particularidade deste programa. O VEETC é o maior subsídio ao etanol nos EUA e os níveis de desembolso estão crescendo

rapidamente, como seria esperado. O gráfico abaixo mostra uma projeção²² de desembolsos referentes à VEETC até 2017 (VEETC2), comparando-os com os desembolsos projetados pelo antigo RFS (VEETC1).



Além do VEETC, o governo federal mantém um programa de incentivo à produção de etanol por parte de pequenos produtores, com um volume de produção de no máximo 15 mi galões/ano. Dentro deste programa, as usinas recebem um crédito tributário de ¢ 10/galão.

Uma série de programas estaduais de incentivo ao etanol via desembolsos diretos estão em funcionamento hoje nos EUA. Há pequenas variações nas regras destes programas, mas todos têm o mesmo objetivo principal, que é o de fomentar a produção de etanol. Além de subsídios aos produtores, os estados americanos concedem subsídios à produção de etanol na forma de isenções fiscais totais ou parciais de impostos incidentes na venda de combustíveis para o consumidor final. Estes subsídios estão sendo direcionados principalmente para a venda de E85 e, em menor escala, para a expansão da capacidade de produção. O E85 tem um volume bastante reduzido nos EUA atualmente, já que a infra-estrutura de distribuição é muito pequena ainda. Com o crescimento da rede de distribuição, no entanto, as vendas podem decolar, e a conta de

²² Projeção do autor, considerando que, da meta de 35 bi galões de combustíveis alternativos até 2017, 85% será suprida pelo etanol, e que o crescimento será linear.

subsídio tende a se tornar muito maior, ainda que compensada por uma diminuição do ritmo de construção e/ou ampliação de usinas.

Subsídios Dirigidos aos Fatores de Produção

Subsídios ao Capital

Existem diversos subsídios ao capital empregado na produção de etanol em vigor hoje nos EUA, seja na esfera estadual ou federal. Estes subsídios são justificados sob o argumento de que o etanol, por ser uma indústria nascente, necessita destes incentivos para que mais investimentos no setor sejam viabilizados, e, assim, a indústria atingiria um estado de maturidade mais rapidamente.

Existem programas de subsídios que não foram especificamente desenhados para a indústria de etanol, mas que foram adaptados para beneficiá-la, e o mais importante deles é o MACRS (*Modified Accelerated Cost Recovery System*). Dentro deste programa, todo o maquinário utilizado para a produção de etanol é considerado material para reutilização de recursos e tem regras de depreciação diferenciadas, que permitem que a usina considere uma depreciação mais rápida do que o normal para os equipamentos nos primeiros anos. O tempo total de depreciação destes equipamentos passou, dentro deste benefício de 10 para 7 anos. A produção de milho também goza de benefícios semelhantes, mas são ainda maiores. A depreciação dos equipamentos utilizados para a produção de milho passou de 17 para 10 anos dentro do MACRS.

Apesar de o benefício nominal ser zero, já que, dentro ou fora do MACRS o bem será 100% depreciado para fins contábeis, a depreciação acelerada permite uma vantagem importante se considerarmos o valor do dinheiro no tempo, e equivale a um empréstimo governamental sem juros. Considerando que o setor está investindo pesadamente (aproximadamente US\$ 12 bi no período 2000-2006²³) na compra de máquinas e equipamentos, e que a tendência para médio prazo é de um forte crescimento nestes investimento, a conta destes subsídios tende a crescer vigorosamente nos próximos anos.

Outros programas de subsídios ao capital foram desenhados especificamente para a indústria de biocombustíveis, e, principalmente, para a indústria de etanol. Em sua maioria, foram criados ou efetivamente custeados através do *Clean Air Act* (CAA) de 2005. Citaremos abaixo algumas das diferentes formas, em vigor hoje, de subsídio para o capital empregado na indústria de etanol nos EUA, com uma breve explicação sobre o seu funcionamento:

1. O governo federal criou através do CAA diversas rubricas de recursos no orçamento destinados à desembolsos diretos para os produtores, distribuidores ou investidores em infra-estrutura de distribuição que se encaixarem nos requisitos básicos. Estes recursos são repassados pelo governo à fundo perdido e, muitas vezes, sem contrapartida. Dentro da proposta do AFS, estas rubricas cresceram consideravelmente devido à provisão de recursos para a construção de usinas de etanol celulósico, que devem chegar à US\$ 400 mi já em 2008.

²³ Estimativa do estudo Biofuels – At What Cost?

2. Através destes desembolsos diretos para a indústria, o governo também visa estimular o desenvolvimento de novas e mais eficientes tecnologias para a produção de etanol. Para isto, o governo libera recursos para a construção de uma série de projetos experimentais utilizando cana-de-açúcar, novas tecnologias na produção a partir do milho, melhor capacidade de aproveitamento da matéria-prima, novos subprodutos, e etc. Estes benefícios são importantes estímulos à área de P&D da indústria, levando a ganhos potencialmente altos de bem-estar para toda a sociedade no médio e longo prazo e tornando-os de justificativa mais fácil.
3. Além de garantir recursos à fundo perdido, o governo subsidia fortemente o crédito para o setor. Estes subsídios vêm em diversas formas, como avais governamentais para empréstimos destinados à construção de usinas de etanol, empréstimos concedidos diretamente pelo governo (federal ou estadual, dependendo do caso), que tem taxas subsidiadas, e a permissão para estruturação de *funding* para projetos de construção de usinas de etanol utilizando *Municipal Bonds*, que são isentos de impostos.
4. Em muitos estados, há isenções de impostos sobre bens de capital utilizados pela indústria do etanol, bem como eventuais impostos sobre a propriedade de certos bens de capital, como veículos. Além disso, vários estados oferecem reduções significativas em alíquotas de impostos territoriais para atrair novos empreendimentos.
5. Além dos subsídios ao capital citados acima, algumas políticas adotadas pelos estados produtores de etanol favorecem claramente a indústria de etanol, e, ainda que não se encaixem dentro da definição de subsídios, não deixam de produzir vantagens ao setor que desequilibram a comparação com outros setores de produção de energia. Dentre estas políticas, podemos citar a isenção de estudos de impactos ambientais e de outros trâmites burocráticos.

Quando analisamos os impactos desta enorme variedade de subsídios ao capital oferecidos ao setor, não podemos nos esquecer que muitos deles podem ser acumulados em diversos níveis pelas empresas ou cooperativas proprietárias das

usinas de etanol, sejam elas grandes corporações na Califórnia ou cooperativas locais de fazendeiros em Nebraska. Isto amplia consideravelmente um componente perverso destes subsídios, que é o seu efeito de concentração de renda.

Altos desembolsos por parte do governo são facilmente justificáveis quando se trata de subsidiar uma pequena cooperativa de fazendeiros que deseja construir uma usina de etanol como forma de agregar valor à agricultura local, elevando os níveis de bem-estar de todo o entorno da usina. Estes mesmos benefícios, porém, são de justificativa consideravelmente mais difícil quando se trata de um empreendimento da Archer Daniels Midland (ADM, maior produtora de etanol dos EUA) ou VeraSun (segunda maior produtora de etanol dos EUA), que tem acesso à formas infinitamente mais sofisticadas de *project finance* e baixo custo de captação, e que, cada vez mais, têm instalado seus empreendimentos longe de áreas produtoras de milho, tornando a produção ainda mais ineficiente e os benefícios à comunidade local quase inexistentes.

Para demonstrar como este processo de acumulação de diferentes benefícios, concedidos por diferentes esferas e órgãos governamentais, utilizaremos um exemplo que consta do estudo *Biofuels – At what Cost?*²⁴. Um empreendimento de US\$ 76 mi no estado de Ohio, construído a partir de abril de 2006²⁵ conseguiu viabilizar os seguintes recursos governamentais:

- Recursos no valor de US\$ 500.000, doados pelo USDA (*United States Departamento of Agriculture*) sem contrapartida;
- US\$ 600.000 doados pela Comissão Regional dos Montes Apalaches;
- US\$ 40.000 destinados à treinamento, concedidos pela ODOD (*Ohio Departamento of Development*);
- US\$ 400.000 para a construção de infra-estrutura viária, concedidos pela ODOD;
- Um empréstimo no valor de US\$ 7 mi, concedido pela OWDA (*Ohio Water Development Authority*);
- Um empréstimo de US\$ 600.000 concedido para empreendimentos que estejam ampliando a fronteira agrícola de Ohio, concedido pela ODOD.

²⁴ Biofuels – At what Cost? – pág 35.

²⁵ http://www.ethanolproducer.com/article.jsp?article_id=1910

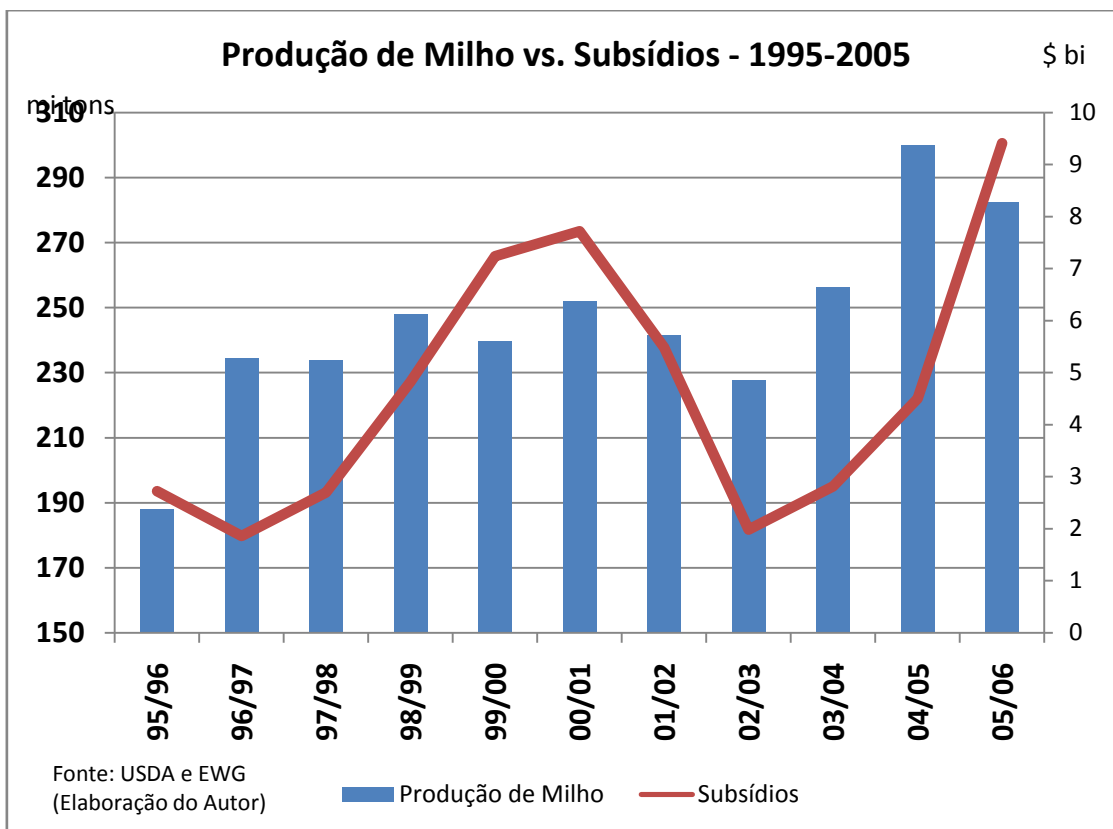
- US\$ 36.261.024 em títulos estaduais emitidos pela OAQDA (Ohio Air Quality Development Authority), que tornam o custo de captação do empreendimento muito menor, pelo fato do risco ser efetivamente do estado de Ohio, e pelo fato que estes títulos são isentos de impostos.

Subsídios aos Bens Intermediários na Produção de Etanol

Devido ao fato que mais de 85% do volume produzido de etanol nos EUA utiliza o milho como matéria-prima, não é difícil entender que tipo de benefícios a indústria de etanol recebe em relação à sua principal matéria-prima, quando sabemos que o milho é a cultura mais subsidiada pelos EUA. Além disso, os 15% restantes dentro do mix de matérias-primas utilizadas (compostos principalmente sorgo, trigo e cana-de-açúcar) também são culturas altamente subsidiadas pelo governo, ainda que numa intensidade menor quando comparadas ao milho.

Os subsídios à produção de milho são concedidos de quatro maneiras, principalmente: incentivos em dinheiro à produção de milho que respeita áreas de proteção ambiental e regras de flexibilização no plantio, além de uma série de diretrizes ambientais, pagamentos diretos aos produtores quando os preços estão abaixo do mínimo estabelecido pelo governo, empréstimos subsidiados para financiar a safra e empréstimos para salvar os produtores quando estes não conseguem honrar os primeiros empréstimos.

Desta maneira, os produtores de milho têm todo o incentivo para produzir todo o milho que for possível, na esperança que as exportações, e agora o etanol, consumam o excedente e equilibrem os preços. Isto por que, levando todos os programas em conta, os pagamentos são atrelados à quantidade produzida, como demonstra o gráfico abaixo.



Outro produto intermediário bastante importante para a produção de milho e etanol é a água. Com a expansão da área plantada com milho, e a conseqüente produção em áreas menos adequadas para esta cultura, a necessidade total de irrigação das culturas de milho é cada vez maior, o que pressiona bastante os recursos de água. Além disso, a produção de etanol é bastante intensiva no uso da água, que é utilizada em diversas etapas do processo. O uso de água é estimado em aproximadamente 4,7 galões de água para cada galão de etanol produzido, e, ainda que esta água possa ser parcialmente aproveitada, não é isto que vem acontecendo²⁶.

O uso de água é tão grande e sua importância é tamanha, que alguns empreendimentos de construção de usinas de etanol já estão encontrando problemas de falta de água, como em Minnesota, onde a demanda de água deve quadruplicar de 2,5 para 10 bi galões/ano por conta dos projetos em construção no estado.

Apesar disto, o consumo de água pelas usinas e pelas plantações de milho, em muitos estados, tem um custo bastante reduzido (às vezes apenas taxas de administração dos aquíferos), o que acaba estimulando o desperdício e a ineficiência no uso da água.

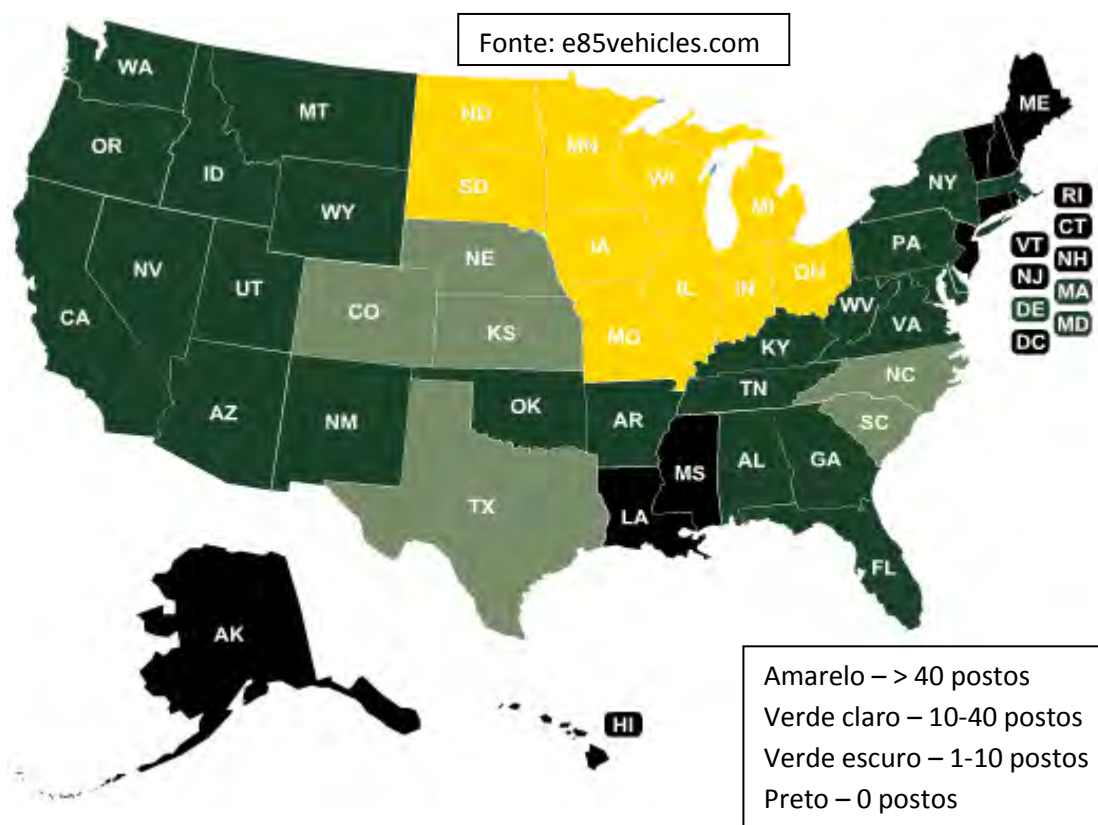
²⁶ Biofuels – At what Cost ? pág 42.

Subsídios à Infra-estrutura de Distribuição do Etanol

O aumento generalizado do consumo de etanol nos EUA encontra um grande obstáculo que também foi encontrado no Brasil, quando o Proálcool começou a realmente impulsionar a demanda por etanol: a infra-estrutura de distribuição. Para transportar e distribuir o etanol, toda uma nova infra-estrutura tem que ser construída, já que pouco da infra-estrutura utilizada para a distribuição de derivados de petróleo pode ser utilizada. No Brasil, o fato de que a Petrobras detinha o monopólio total da comercialização de combustíveis na época facilitou e está facilitando, de certa maneira, a construção desta infra-estrutura, que foi basicamente custeada pelo governo federal. Muitos postos de combustíveis também foram construídos com dinheiro do governo, através da BR Distribuidora. Nos EUA, porém, as características do mercado são completamente diferentes, o que torna necessária outra forma de estimular a construção desta infra- estrutura.

O etanol puro absorve umidade, o que significa que este não pode ser transportado através de oleodutos por que isto alteraria sua composição química. Além disso, o seu maior poder corrosivo cria diversos problemas de armazenagem, tornando necessária a construção de tanques especiais revestidos com material anti-corrosivo em todas as etapas da distribuição, inclusive nos postos de combustível, e até para comercializar o E10 (gasolina com 10% de etanol). O custo da instalação de uma única bomba de E85 e toda a infra-estrutura de armazenagem necessária no posto de combustível pode chegar a US\$ 50.000, o que é certamente um impeditivo para vários postos.

Visando transpor estes obstáculos, o CAA de 2005 (*Clean Air Act*) introduziu subsídios federais para a implantação de bombas de E85 em postos de combustíveis de todo o país, garantindo uma ajuda de até US\$ 30.000 para o posto. A medida aparentemente fez efeito, e o número de postos que vendem E85 aumentou de menos de 200, em 2003, para aproximadamente 1.200, em 2006. Este número, porém, representa apenas 0,7% de todos os postos de combustível dos EUA (que são aproximadamente 176.000) e esta expansão, por enquanto, está concentrada em regiões produtoras de milho (como podemos ver no mapa abaixo). Com o atual *boom* na produção de etanol, no entanto, espera-se que a infra-estrutura de distribuição do etanol se expanda mais rapidamente, abrangendo todo o país.



Além dos subsídios federais, alguns estados também subsidiam fortemente a instalação de postos de abastecimento que trabalhem com E85. O estado de Illinois, por exemplo, garante uma ajuda de até US\$ 2.000 para converter um posto de abastecimento em funcionamento para trabalhar com E85, ou até US\$ 40.000 para construir um novo posto. Outros estados também garantem subsídios para a construção de outros tipos de infra-estrutura de distribuição e armazenagem para o etanol.

Incentivos a Veículos Movidos à Etanol

Desde o fim da década de 1970, todos os veículos produzidos nos EUA são capazes de rodar com o E10. Outros veículos são capazes de rodar com combustível contendo mais de 10% de etanol, e são chamados de FFV (*Flex-Fuel Vehicles*). Existem diversas medidas para incentivar a produção e a utilização de FFVs, nas esferas estaduais e federais.

Quando o governo aprovou, em 1975 o programa CAFE (*Corporate Average Fuel Economy*), o objetivo era estimular a indústria automobilística a aumentar a eficiência dos veículos produzidos e importados pelos EUA. Este programa prevê que cada montadora de veículos seja avaliada de acordo com a média do consumo de combustível

dos veículos leves (abaixo de 3,86 toneladas) produzidos ou importados por ela, e prevê a cobrança de uma multa das montadoras que não cumpram os padrões mínimos, que atualmente é de US\$ 5,50 por cada 0,10 mpg (*miles per gallon*) abaixo do mínimo estabelecido para um dado ano, multiplicado pelo volume dos veículos produzidos pela montadora no ano. Além disso, o programa implementou uma taxa cobrada dos consumidores finais (*Gas Guzzler Tax*) sobre os veículos que não cumpram o padrão mínimo de eficiência energética. Estas taxas atualmente variam de US\$ 1.000 a US\$ 7.700 por veículo.

Quando o CAFE foi implementado, a média de consumo (esta média é calculada estimando tráfego urbano e rodoviário) dos veículos produzidos nos EUA era de aproximadamente 13,75 mpg (equivalente a 5,91 km/l), e a meta era dobrar este valor para 27,5 mpg (11,8 km/l) até 1985. As montadoras pagaram, entre 1983 e 2006, US\$ 590 milhões em multas por não-cumprimento do CAFE, o que levou a um forte *lobby* por parte delas para um relaxamento dos padrões. Entre 1986 e 1989 os padrões foram inferiores, sendo aumentados para 27,5 mpg novamente em 1990, e estão neste nível até hoje. Dada a evolução tecnológica empreendida pela indústria automobilística desde então, o fato que o padrão do CAFE continua no mesmo nível de 1985 pode ser considerado um absurdo, e um claro efeito do forte *lobby* das montadoras. Dentro do AFS proposto este ano, o governo finalmente prevê um aumento dos padrões, mas de apenas 5% até 2017.

Para ilustrar como as metas do governo americano são abaixo da real capacidade tecnológica da indústria, verificamos que o veículo mais eficiente vendido nos EUA, o Toyota Prius Híbrido, que utiliza um motor híbrido gasolina-elétrico, tem um consumo oficial estimado pela EPA de 46,5 mpg, 69% maior do que o padrão do CAFE.

É exatamente através do programa CAFE que o governo concede os maiores benefícios e subsídios para a produção de FFVs, mesmo que as montadoras, até 2005, não eram obrigadas a informar aos consumidores que os veículos eram capazes de rodar com E85. A partir de 1988, os FFVs passaram a ter um tratamento diferenciado dentro do CAFE, que previa que a média do consumo de combustível fosse calculada como se o veículo rodasse metade do tempo com E85, e que apenas os 15% de gasolina contidos no E85 fossem levados em conta na hora de calcular o consumo. Em 1988, a produção de etanol nos EUA ainda era bastante incipiente, e a infra-estrutura de distribuição de

E85 era praticamente inexistente, situação que perdurou até pouquíssimo tempo atrás, o que faz com que estes parâmetros fossem completamente desconectados com a realidade. O benefício que as montadoras poderiam obter através deste cálculo foi limitado a 1,2 mpg na média total da companhia, mas mesmo assim, estudos indicam que isto levou a uma economia de aproximadamente US\$ 1,6 bi em multas por descumprimento dos padrões. Além disso, levou a um grande aumento na produção de FFVs, que podiam ser mais ineficientes do que a média do mercado, e que não utilizavam etanol. Estima-se que esta provisão na legislação tenha aumentado o consumo de gasolina em 80.000 barris por dia apenas em 2005.

Os estados também têm regras que incentivam a produção de FFVs, e têm variadas metas para o mix de FFVs em suas frotas de veículos. Além disso, os estados concedem benefícios sobre os custos de manter um veículo para quem compra um FFV. Estes benefícios vão desde estacionamento preferencial, passando por faixas de trânsito exclusivas a incentivos fiscais sobre o E85.

Estimativas de Subsídios Agregados

Para que possamos fazer uma análise mais completa de todos estes subsídios, é necessário quantificá-los. Desta forma, é possível analisarmos com maior propriedade a viabilidade e a racionalidade econômica da indústria de etanol da maneira como ela está estruturada atualmente. O estudo *Biofuel – At what Cost?* (Koplow, 2006) elaborou uma estimativa completa do valor de todos os subsídios, em todas as etapas da produção e do consumo de etanol, para o ano de 2006, que reproduziremos abaixo. De 2006 em diante, tomaremos como referência o cenário desenhado pelo AFS (*Alternative Fuel Standard*), com o consumo de combustíveis alternativos chegando à 35 bilhões de galões, sendo 85% deste volume suprido por etanol de milho. Os outros 15% da meta devem ser supridos por etanol celulósico e outros combustíveis alternativos.

Tabela 4: Subsídios agregados ao etanol (ÑQ = não quantificado)

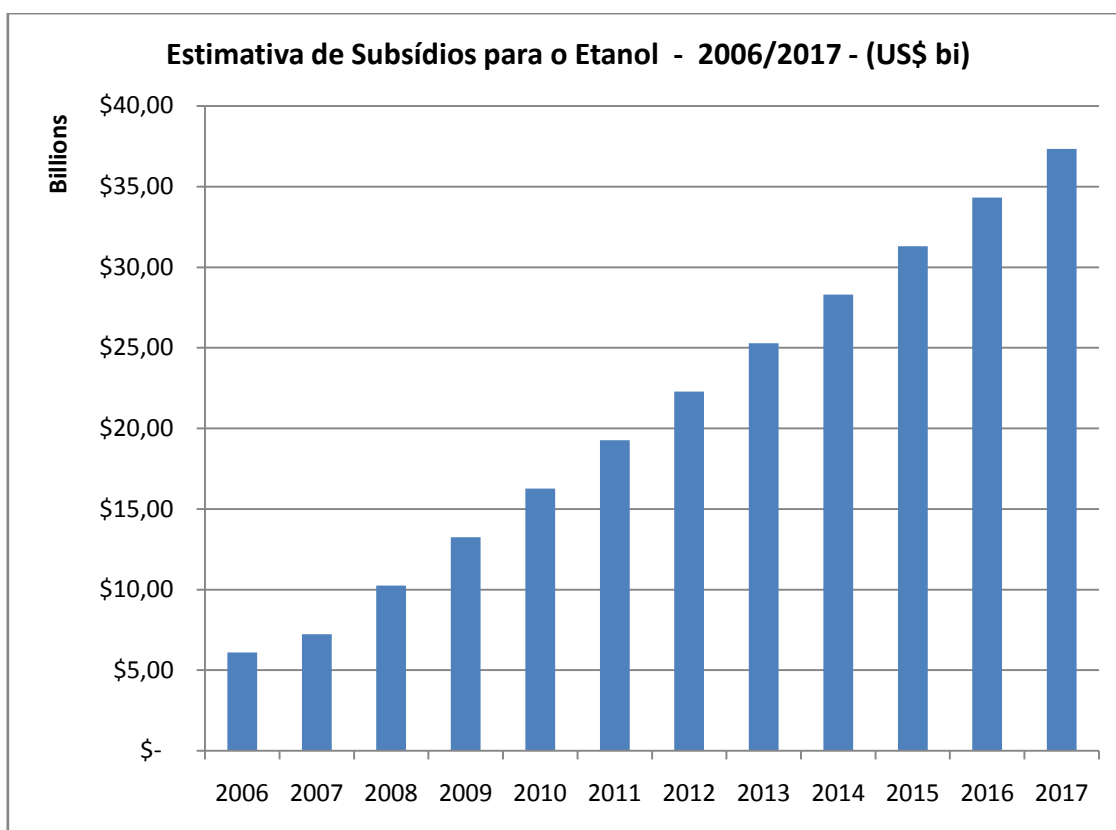
Programa	Estimativa de Custo Médio (US\$ mi)
Suporte ao Preço de Mercado	1.400
VEETC	3.707
USDA <i>Bioenergy Program</i>	75
Isonções tributárias estaduais para combustíveis	180
Incentivos fiscais estaduais aos produtores/misturadores	121
Incentivo federal aos pequenos produtores	130
Depreciação acelerada de ativos	220
Gastos com P&D, ajuda de custos e projetos para demonstração	465
Crédito Subsidiado	ÑQ
Subsídios ao milho utilizado para produção de etanol	20
Subsídios à infra-estrutura de distribuição	12
Incentivos estaduais à compra de FFVs	ÑQ
Legislação sobre FFVs do CAFE	ÑQ
Total	7.511

A tabela abaixo mostra a intensidade dos subsídios ao etanol

Tabela 5: Intensidade dos subsídios ao etanol

	Intensidade
Subsídio por galão (\$/galão)	1,255
Subsídio por galão de gasolina equivalente (\$/galão)	1,700
Subsídio por milhão de BTUs (\$/MMBTU)	14,90

Para os anos futuros, supondo o mesmo cenário já citado anteriormente, e utilizado para estimar o desembolso de VEETC, apresentamos o gráfico abaixo, que nos mostra a evolução estimada dos subsídios ao etanol até 2017.



Impactos

Os impactos destas políticas são bastante amplos e variados, ainda que bastante difíceis de quantificar e isolar. O aumento do custo para o consumidor americano de etanol é um efeito bastante óbvio do protecionismo americano, que barra importações de etanol produzido de maneira muito mais eficiente no Brasil e em outros países. Outro importante efeito, não tão óbvio quanto o primeiro, é o impacto sobre o preço do milho. Com o crescente consumo de milho por parte da indústria de etanol, seu preço está aumentando consideravelmente, como já discutimos no capítulo anterior.

O impacto deste aumento de preços é sentido no bolso de todos os consumidores americanos, visto que o milho está na base da cadeia alimentar, servindo como alimento para bovinos, suínos e etc. Com isso, os preços dos alimentos em geral tende a subir, impactando no orçamento familiar americano.

As metas de consumo obrigatório de biocombustíveis têm o efeito de assegurar aos investidores que a demanda por etanol será grande e crescente, o que torna as decisões de investimento mais fáceis.

Caso o custo de produção continue crescendo, o valor do subsídio implícito nas metas se elevaria enormemente, visto que o etanol poderia ficar significativamente mais caro que a gasolina.

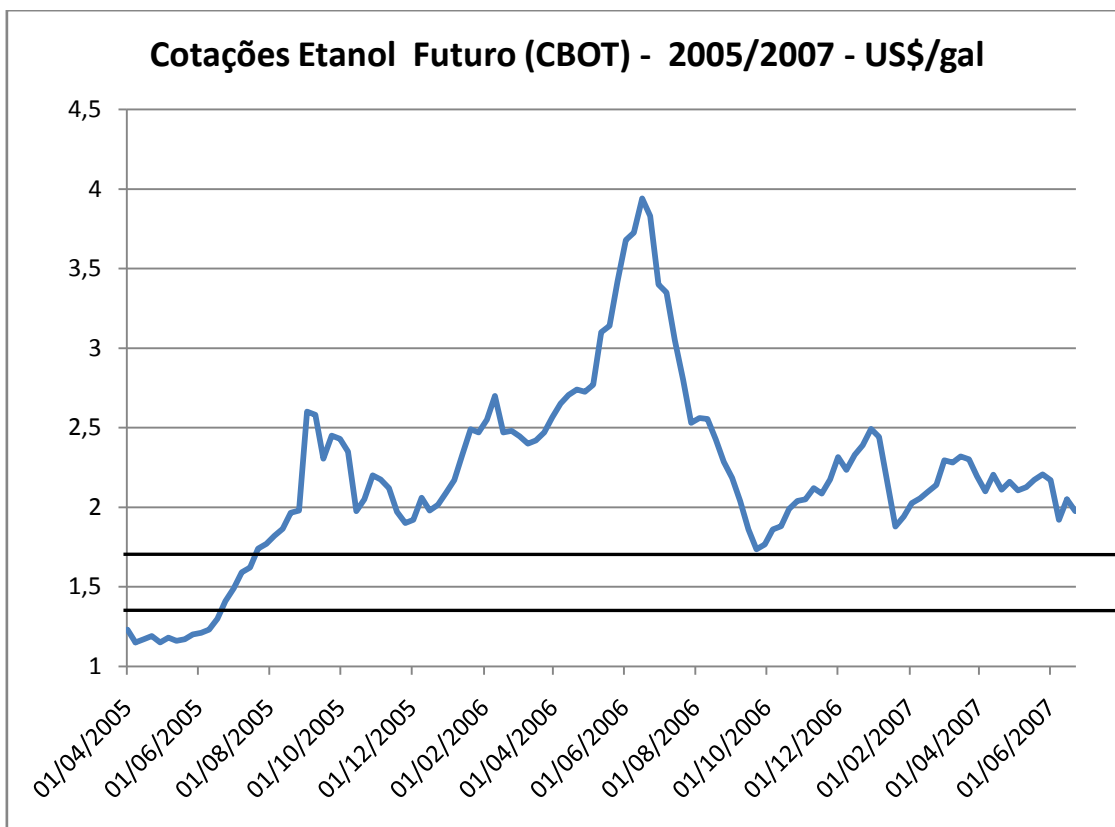
O impacto fiscal de todos os benefícios concedidos pelos governos federal e estaduais é enorme, e se as atuais regras não forem modificadas, vai crescer rapidamente, juntamente com o aumento na produção de etanol e na produção de veículos FFV.

Capítulo 4 – Conclusão

A análise elaborada nesta monografia, ainda que um pouco superficial em alguns aspectos, nos permite chegar a algumas conclusões importantes sobre a viabilidade da utilização do milho como matéria-prima para a produção de etanol em grande escala, como deseja o governo americano. Algumas partes importantes da análise – a principal delas, o impacto sobre o mercado de alimentos da utilização do milho como matéria-prima para o etanol – não foram contempladas por esta monografia, e podem ser objeto de estudo de um futuro. Acreditamos, porém, que o objetivo principal desta monografia, que era de fundamentar uma análise mais profunda sobre a viabilidade do atual modelo de produção de etanol nos EUA, não foi sacrificado pela omissão destas partes. Entretanto, aproveitaremos esta conclusão para falar um pouco sobre os importantes aspectos que não foram discutidos na monografia.

O Aumento do Custo de Produção

A atualização do custo de produção de etanol nos fez chegar a um custo de US\$ 1,4326/galão, que é 49,63% maior do que o custo apurado em 2002, mas, mesmo assim, podemos considerá-lo subestimado, já que tomamos como referência a média das cotações do milho *spot* neste ano, que foi de US\$ 3,40/bushel. Dadas as perspectivas bastante altistas para os preços do milho, poderíamos considerar o nível de US\$ 4,00/bushel, que foi a média aproximada (sempre considerando os primeiros contratos) das cotações dos contratos futuros de milho negociados em Chicago. Caso tivéssemos considerado a cotação de US\$ 4,00/bushel, o custo de produção do etanol estaria em US\$ 1,7426/galão. Abaixo, apresentamos um gráfico com as cotações dos contratos futuros de etanol na CBOT (*Chicago Board of Trade*), com uma marcação para os dois níveis de custo. Apesar deste custo ser o real para o produtor de etanol, é importante lembrar, que temos que subtrair o valor de US\$ 0,51 referente à VEETC para chegarmos ao custo para o *blender*, responsável por adicionar etanol à gasolina. Além disso, cabe ressaltar, que este custo estimado não inclui frete e despesas comerciais.

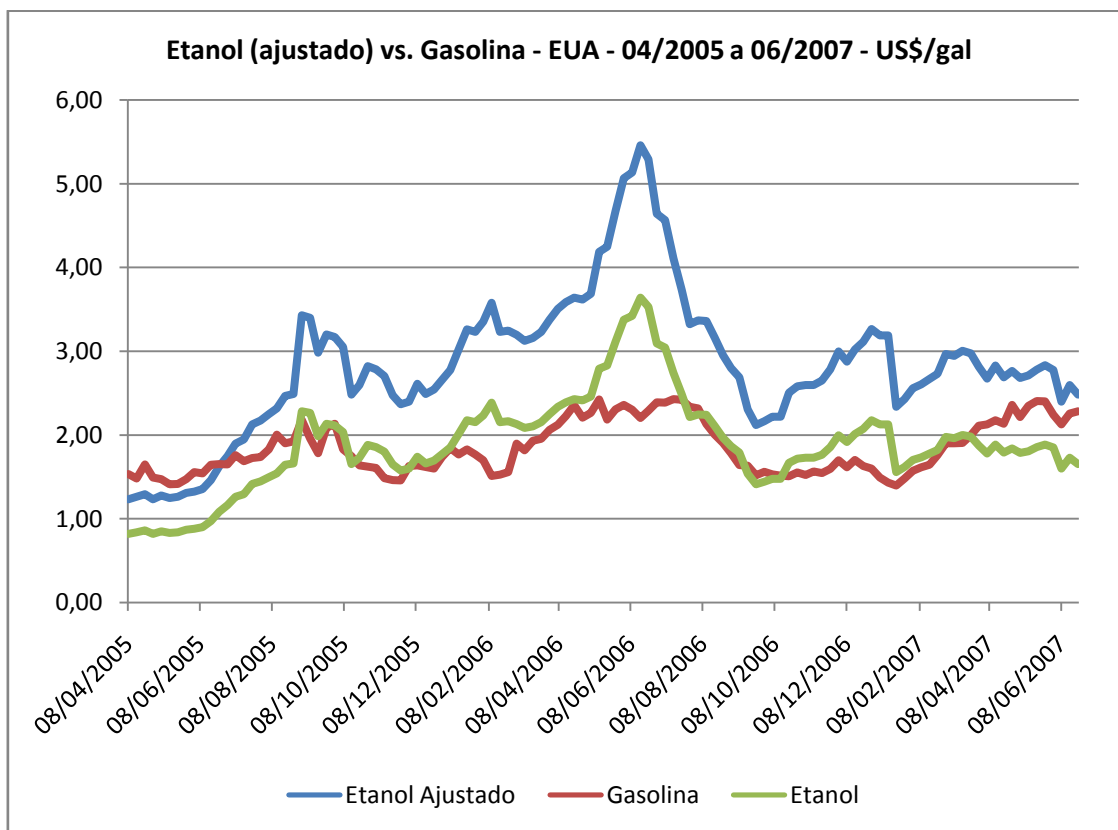


Note que estamos, hoje, em uma situação completamente diferente do que a de um ano atrás, quando as cotações do etanol estavam muito mais elevadas, e os custos, menores, já que o gás natural e o milho estavam com preços mais baixos do que os de hoje. Devido à isso, as margens de lucro das usinas de etanol estão encolhendo rapidamente, o que pode prejudicar a velocidade da expansão da capacidade de produção no médio prazo. Não obstante à isso, a tendência para o curto prazo é que a capacidade de produção continue aumentando, já que existem, hoje, cerca de 75 usinas de etanol em construção. À medida que estas usinas se tornarem operacionais, a pressão sobre o preço do milho e de outros insumos tende a se tornar ainda maior.

A Dependência Excessiva em Relação aos Subsídios

Para que as margens de lucro continuem remuneradoras, os preços do etanol teriam que voltar a subir. No entanto, como este mercado, hoje em dia, é arbitrado principalmente pelos *blenders*, o etanol só poderia subir caso a gasolina também subisse, de forma que o teor de etanol adicionado à ela fosse mantido constante. O gráfico abaixo mostra que, ainda que o preço do etanol, quando levamos em consideração o benefício do VEETC, está abaixo do preço da gasolina, o preço do

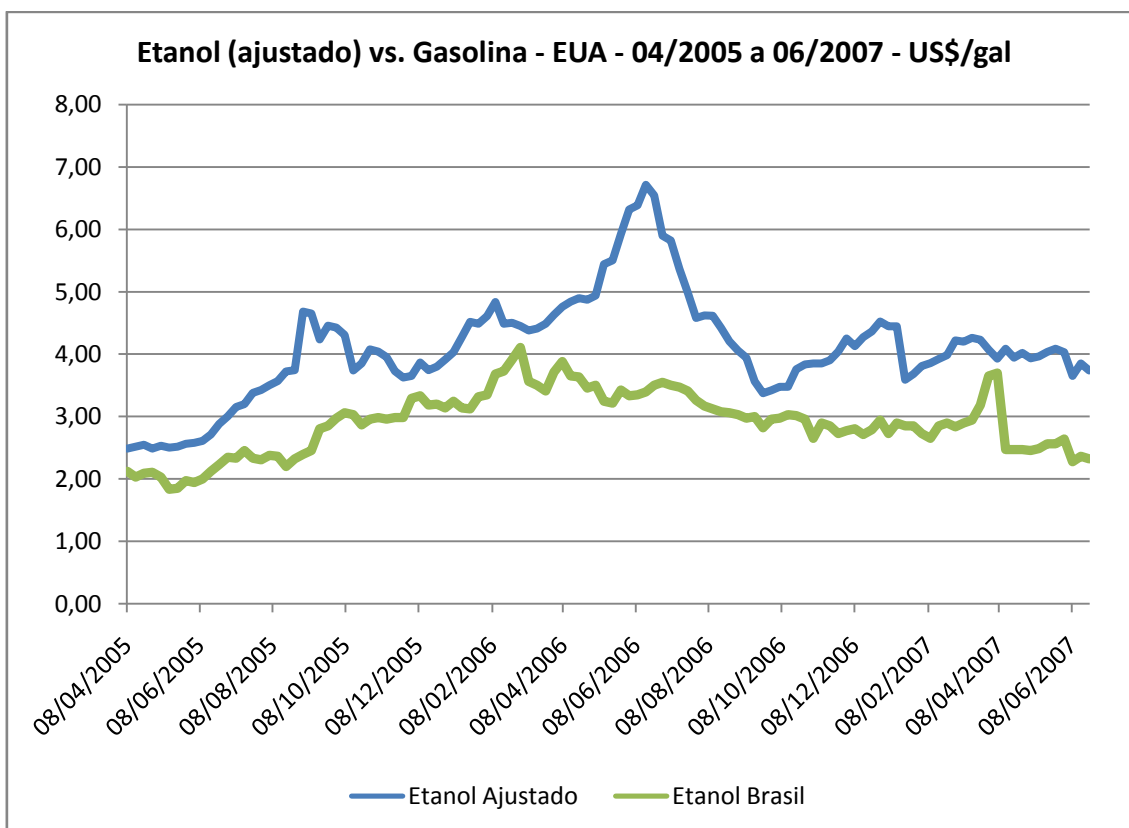
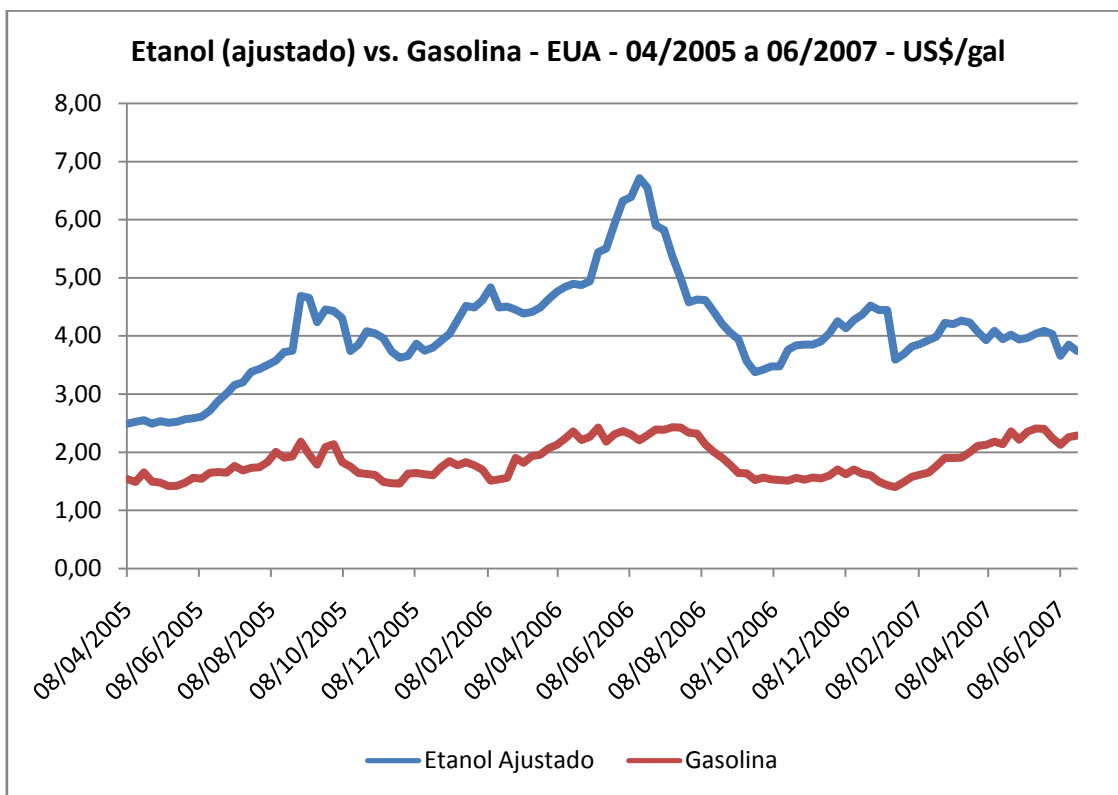
etanol ajustado pelo seu conteúdo energético (aproximadamente 76.000 BTUs/galão, contra 115.000 BTUs/galão da gasolina) está consideravelmente acima do preços da gasolina. Isto mostra que não há espaço para uma alta nas cotações do etanol, ao menos que os preços da gasolina voltem a subir.



É importante lembrarmos que a baixa competitividade do etanol frente à gasolina no cenário atual do mercado já leva em conta todos os outros benefícios e subsídios além da VEETC, uma vez que o custo de produção foi calculado em cima do custo verificado por usinas de etanol, que, em sua grande maioria, recebem todos os benefícios oferecidos pelo governo. O impacto das políticas protecionistas em relação ao etanol e dos programas de consumo também estão incluídos, uma vez que as cotações são determinadas pela oferta e demanda no mercado, afetadas por estas políticas.

O gráfico abaixo ilustra a real situação do etanol (ajustado pelo conteúdo energético) frente à gasolina, isto é, se excluirmos todos os benefícios e subsídios governamentais. A baixa competitividade do etanol de milho americano se torna bastante clara ao analisarmos este gráfico, e ainda mais clara quando comparamos estas cotações com as cotações do etanol de cana-de-açúcar brasileiro, que é o exercício que

realizamos no segundo gráfico. Note que, no período analisado no gráfico o dólar caiu aproximadamente 30% frente ao Real, pressionando as cotações em dólares do etanol brasileiro para cima.



O etanol de milho americano se mostra excessivamente dependente dos subsídios governamentais, e no atual estágio de desenvolvimento tecnológico da indústria, se mostra uma opção insustentável para suprir as necessidades de biocombustíveis dos EUA no longo prazo. Um grande argumento dos defensores da política de subsídios é que o atual estágio é necessário, mas apenas transitório em relação aos biocombustíveis de segunda geração, sendo o mais importante deles, o etanol celulósico. Os reais ganhos que esta tecnologia pode trazer ainda estão por ser analisados, visto que a tecnologia ainda está alguns anos distante, mas estimativas apontam para uma produtividade muito maior, com custos não muito diferentes dos atuais, e um impacto ambiental muito mais positivo²⁷.

Um Combustível Verde, nem tão Verde Assim

Quando analisamos o etanol de milho produzido nos EUA levando em conta a questão ambiental e o nível de emissões de CO₂, e outros gases causadores do efeito estufa, não podemos deixar de notar que este se sai muito mal em qualquer parâmetro de avaliação. A cultura de milho é bastante intensiva na utilização de combustíveis fósseis, devido à grande quantidade de fertilizantes empregados no cultivo, e devido ao alto consumo de combustível pelo maquinário agrícola. Estimativas apontam que gastos com energia fóssil são responsáveis por cerca de 23% do custo de produção do milho²⁸, enquanto que no caso da soja, por exemplo, estes custos correspondem a apenas 9% do total.

Com relação ao volume de emissões de poluentes, as estimativas variam bastante. Se levarmos em consideração uma média de 10% de redução nas emissões em todo o ciclo do etanol de milho, quando comparado ao ciclo da gasolina, chegamos à relação de aproximadamente US\$ 270 de subsídios para cada tonelada de CO₂ que deixa de ser emitido. Para demonstrar como este número é ineficiente, com este dinheiro, poderíamos comprar cerca de 86 toneladas de créditos de carbono na Chicago Climate Exchange²⁹. Como comparação, o etanol de cana-de-açúcar produzido no Brasil, que tem uma carga de subsídios muito menor do que o etanol de milho americano, tem

²⁷ Estudos apontam para uma redução nas emissões de CO₂ de aproximadamente 88% no caso do etanol celulósico, contra uma redução de apenas 13%, em média, no caso do etanol de milho. (Biofuels – At what Cost?).

²⁸ World Economic Outlook 2007 (FMI) – pág 44.

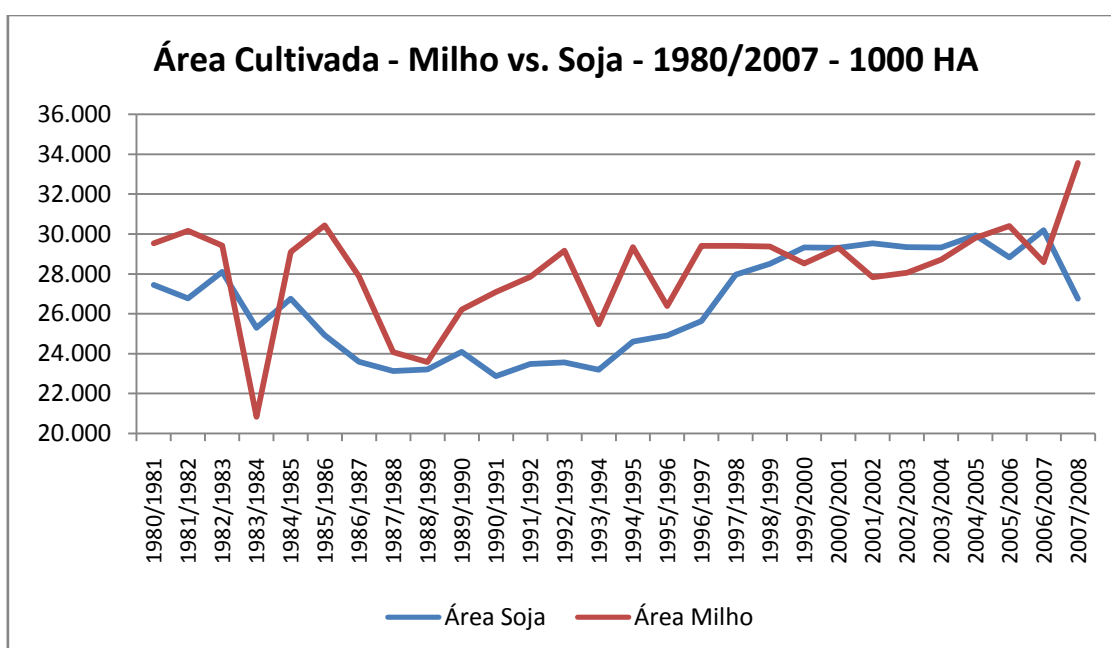
²⁹ www.chicagoclimatex.com. Acessado em 21/06/07.

emissões cerca de 70%³⁰ menores em seu ciclo, quando comparadas ao ciclo da gasolina.

A Concorrência entre Alimentos e Combustível

Finalmente, um outro efeito especialmente perverso da expansão da produção de etanol à base de milho é sobre o mercado de alimentos. Os EUA são os maiores exportadores mundiais de milho, que é um alimento muito importante na dieta de países pobres. Com o aumento de preço, estes países tendem a reduzir o seu consumo de milho, gerando uma potencial situação de insegurança alimentar entre as camadas mais pobres das suas populações. Impactos sobre o consumo de água (utilizada para irrigação), aumento do preço de terras cultiváveis, deslocamento de outras culturas agrícolas, e a crescente pressão ambiental também devem ser elevados, aumentando consideravelmente o custo social destas políticas.

Como a competição por terras aráveis nos EUA é muito acirrada, como podemos ver no gráfico abaixo, os impactos sobre os preços do milho podem transbordar para outras culturas importantes, como a soja e o trigo. Como estas culturas servem como a base da cadeia alimentar, já que são utilizadas amplamente como ração animal, podemos estar diante de um sério problema inflacionário no médio e longo prazo.



³⁰ Sustentabilidade na Geração e uso de Energia no Brasil: Os Próximos vinte anos. Academia Brasileira de Ciências / Unicamp. Isaias C. Macedo.

Embora esta análise seja de extrema importância para entendermos os reais impactos das atuais políticas para o etanol nos EUA, acreditamos que ela escaparia do escopo desta monografia de graduação.

Capítulo 5 - Bibliografía

- The Energy Balance of Corn Ethanol: An Update. USDA AER-814.
www.usda.gov
- Renewable Fuels Association -
<http://www.ethanolrfa.org/policy/papers/view.php?id=6>
- New Ethanol and Biodiesel Tax Provisions in the American Jobs Creation Act of 2004, H.R. 4520
- US Department of Energy – Annual Energy Outlook 2007
www.eia.doe.gov/oiaf/aeo/
- Biomass as Feedstocks for a Bioenergy and Bioproducts Industry: The Technical Feasibility of a Billion-Ton Annual Supply. USDA e US DoE.
http://feedstockreview.ornl.gov/pdf/billion_ton_vision.pdf
- Renewable Fuel Association – Cellulosic Ethanol:
<http://www.ethanolrfa.org/resource/cellulosic/>
- Ethanol from Biomass: Can it Substitute Gasoline? Michael B. McElroy
http://www-as.harvard.edu/people/faculty/mbm/Ethanol_chapter1.pdf
- Greenhouse gas emissions and energy balances in bio-ethanol production and utilization in Brazil (1996).
- Biofuels – At What Cost? - Government support for ethanol and biodiesel in the United States. Doug Koplow (2006).
http://www.globalsubsidies.org/IMG/pdf/biofuels_subsidies_us.pdf