



UFRRJ
INSTITUTO TRÊS RIOS (ITR)
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS E EXATAS
CURSO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS

**MERCADO DE COMBUSTÍVEIS: A CANA-DE-
AÇÚCAR COMO BIOENERGIA RENOVÁVEL
(ANÁLISE COMPARATIVA)**

VINICIUS PACHECO DE ALMEIDA

2014



UFRRJ
INSTITUTO TRÊS RIOS (ITR)
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS E EXATAS
CURSO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS

**MERCADO DE COMBUSTÍVEIS: A CANA-DE-
AÇÚCAR COMO BIOENERGIA RENOVÁVEL
(ANÁLISE COMPARATIVA)**

VINICIUS PACHECO DE ALMEIDA

Sob orientação do Professor Dr. **Cícero Pimenteira**

Monografia submetida à avaliação como
pré-requisito parcial para obtenção do Grau
de Bacharel em Ciências Econômicas

Três Rios, RJ.
Dezembro de 2014

VINICIUS PACHECO DE ALMEIDA

MERCADO DE COMBUSTÍVEIS: A CANA-DE- AÇÚCAR COMO BIOENERGIA RENOVÁVEL (ANÁLISE COMPARATIVA)

Monografia apresentada como pré-requisito para obtenção do título de Bacharel em Economia pelo Instituto Três Rios (ITR) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, submetida à aprovação da banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Professor Dr. Cicero Pimenteira
(Orientador)

Professor Dr. Corbiniano Silva

Professor Ms. Rafael Viera da Silva

Três Rios, RJ.
Dezembro de 2014

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao meu bom Deus, pois sem Ele não teria conseguido nada nessa vida. A minha mãe sou muito grato por todo o carinho e incentivo, financeiro e emocional, sempre foi e será o meu pilar. Ao meu pai que muito me ensinou desde meu primeiro segundo de vida. A minha irmã, minha amiga e companheira de futebol e futura RP de sucesso. Não tem como não falar do meu anjo, meu amor, que nesses últimos 3 anos de faculdade esteve ao meu lado me apoiando e não me deixando sair do foco, nos momentos de fraqueza sempre deu força que eu precisava com muito amor e carinho

Sem meus mentores nunca teria conseguido alcançar meus objetivos ao meu mestre e amigo Cicero que nunca desistiu de mim. Ao meu caro amigo Joelson e sua esposa Flavinha que no tempo que passaram em Três Rios estiveram ao meu lado no bar e na faculdade. Todos os professores e técnicos me ensinaram além das ciências econômicas, e isso não tem como descrever, somente agradecer.

Obrigado.

A sociedade é que produz cultura.
O Estado não pode produzi-la,
nem substituir a sociedade nessa tarefa.
Mas só Estado cabe o papel de animador,
de difusor e promotor da democratização
dos bens culturais.

(Celso Furtado)

Logo que na ordem econômica não haja um balanço
exato de forças de produção, de salários, de trabalho,
de benefícios, de impostos, haverá uma aristocracia
financeira que cresce, reluz, engorda, incha, e ao
mesmo tempo uma democracia de produtores que
emagrece, definha e dissipa-se nos proletariados.

(Eça de Queiros)

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo discorrer sobre o movimento mundial da busca pela energia renovável, visando o caso brasileiro, partindo com base a cana-de-açúcar; entendendo o debate sobre o mercado dos insumos de base na cana-de-açúcar, açúcar refinado e o combustível etanol. Associado ao combustível etanol, sem distanciar da breve análise de outras formas de uso da base energética, como biomassa (bagaço e palha da cana-de-açúcar) para produção de energia, dentre elas a eletricidade.

A base temporal do estudo tem início a primeira crise do petróleo na década de 70, no qual desencadeou no aumento do preço do petróleo e com consequência viabilizou os custos de investimentos em novas tecnologias, para alternativas ao petróleo. Passando pelas décadas seguintes até chegar em 2014.

A metodologia utilizada é em primeiro momento uma análise histórica com revisão bibliográfica, e em seguida análise de dados, em sua maioria adquiridos através dos sítios da UNICA e ANP.

Palavras-chave: Cana-de-açúcar; energia renovável; açúcar; etanol

ABSTRACT

This work have to objective to understand the global movement of the search for renewable energy, and always to look the Brazilian case, starting with the base cane sugar; understanding the debate on the market for basic inputs in cane sugar, refined sugar and ethanol fuel. Associated with the fuel ethanol without distance of brief analysis of other forms of energy use basis, such as biomass (bagasse and straw cane sugar) for energy production, among them electricity.

The time-line of the study starts from the first oil crisis in the 70s, which triggered the increase in oil prices and consequently enabled the investment costs in new technologies for alternatives to oil. Passing for all decades (80s, 90s, 2000s) until arriving in 2014.

The methodology used is first time an historical analysis with literature review, and then analyze data, mostly acquired through the UNICA and ANP sites.

Keywords: Sugar cane, renewable energy, sugar, ethanol fuel

LISTA DE ABREVIACOES E SIGLAS

CNAI	Comissão Nacional do lcool
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
GEE	Gases de Efeito Estufa
OMM	Organizao Meteorológico Mundial
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
ONU	Organizao das Nações Unidas
OPEP	Organizao dos Países Produtores de Petróleo
PAA	Programa de Aquisio de Alimentos
PDE	Programa de Desenvolvimento Energético
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PROALCOOL	Programa Nacional do lcool
UNICA	União da Indústria de Cana-de-açúcar

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	09
1. Etanol.....	13
1.1 Uma breve história da cana-de-açúcar no Brasil.....	13
1.2 Década de 70	14
1.3 Década de 80.....	17
1.4 Década de 90.....	19
1.5 Etanol anidro e hidratado.....	24
1.6 Motor Flex-Fuel.....	26
2. Mercado: Trade-off entre Açúcar x Etanol	31
2.1 Produção e preço de venda do açúcar.....	31
2.2 Produção e venda de etanol	33
2.3 Proálcool: Leitura de mercado.....	34
3. Biomassa: energia e sustentabilidade	35
3.1 Bioenergia.....	35
3.2 Bioeletricidade e sua potencialidade regional	40
3.3 Etanol uma ajuda para controle de emissões de gases.....	44
3.4 Cana-de-açúcar e a agricultura familiar.....	45
CONCLUSÃO.....	48
REFERÊNCIAS	50

INTRODUÇÃO

A sociedade debate o uso das energias renováveis em substituição a energia fóssil dada a necessidade de diminuição dos índices de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera e desenvolvimento do planeta com opções mais sustentáveis. Segundo o relatório¹ feito pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e pela Organização Meteorológica Mundial (OMM), os países devem combater com força as emissões de poluentes, partículas liberadas por veículos e atividade industriais, podendo limitar o aumento da temperatura média do planeta em 2%, se os governos e os mercados acordarem para a realidade do aquecimento global. Dessa maneira o aquecimento do clima teria um maior impacto na produção agrícola, biodiversidade e evitaria a morte prematura de cerca de 2,5 milhões de pessoas por ano.

O Brasil se destaca perante os outros países por ter 47% de sua matriz energética, em todos os usos energéticos, a partir de fontes de energia renováveis² e estudos feitos pela EPE (Empresa de Pesquisa Energética) para o PDE (Programa de Desenvolvimento Energético) apontam que até 2030 o país estará entre as maiores potências energética não só pela descoberta do pré-sal e sua imensa potencialidade de petróleo e gás, mas também, por ser privilegiado com uma imensa bacia hidrográfica para geração de eletricidade com as hidroelétricas e pelo destaque brasileiro no desenvolvimento de bioenergia a base de cana-de-açúcar. Essa matriz energética que vem do campo não é só utilizada pelos carros com etanol que já saem das fábricas com motor flexfuel, no qual o carro pode utilizar como combustível o álcool ou gasolina, sendo que a gasolina utilizada no Brasil já tem em sua composição uma porcentagem de etanol, mas para fins de geração elétrica.

O etanol nos Estados Unidos cai no debate do desabastecimento alimentar, pois o álcool americano, que é feito a partir do insumo milho. Já o álcool brasileiro é produzido utilizando a cana-de-açúcar com sucesso há pelo menos 40 anos para a produção de combustível para fins veiculares, e seu plantio é base da agricultura brasileira desde o início da colonização portuguesa. Porém, cana-de-açúcar não serve somente para produção de açúcar e etanol, o seu bagaço está servindo historicamente como combustível para engenhos e

¹ Relatório, Avaliação Integrada sobre Carbono Negro e Ozônio Troposférico, apresentado julho de 2011 na reunião da Convenção Quadro da ONU sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC) na cidade de Bonn (Alemanha).

² Artigo, “O Brasil e as Fontes Renováveis de Energia”, do Ministério de Minas e Energia.

hoje é utilizado para as termoeletricas, o que antes era resíduo agrícola e problema está virando energia renovável.

O processamento de cana de açúcar além do bagaço e da palha tem como resíduo o vinhoto. Para cada litro de álcool produzido é extraído doze litros de vinhoto, no qual é utilizado como adubo na lavoura, visando maior produtividade agrícola e redução no uso de fertilizantes químicos. Pode-se a partir da observação da lavoura de cana, ver um caminho de sustentabilidade econômica desta cultura energética

O sucesso do etanol no Brasil é fruto de anos de investimentos do governo, começando fortemente em 1975 com o lançamento do projeto governamental Proálcool, em meio da crise do petróleo mundial, com a criação do cartel que diminuiu a oferta de petróleo no mundo elevando os preços dessa “commodity” tão essencial para a economia mundial. O Brasil sendo importador do combustível ósseo, 80% do óleo bruto consumido no país era via importação³, por sua vez foi atingido fortemente pela primeira crise do petróleo fazendo com que houvesse um grande déficit em conta corrente.

O objetivo principal do projeto era diminuir as importações brasileiras de petróleo após a crise energética mundial que quadruplicou os preços do petróleo. De 1975 a 1979, o programa começou aumentando a mistura de etanol na gasolina. Em sua segunda fase, de 1979 a 1985, o programa evoluiu e passou a promover o uso do etanol como combustível principal com carros movidos a álcool, aumentando substancialmente sua participação na matriz energética nacional.

A partir de meados da década de 80, o programa começou a ter problemas, devido ao contra choque do petróleo, que baixou os preços do barril de petróleo, o etanol deixou de ser competitivo com a gasolina. E no mercado internacional se elevou o preço do açúcar fazendo com que os usineiros preferissem produzir açúcar ao álcool. O país passava por uma grande onda de inflação, o que fez com que o governo federal diminuísse os subsídios para os produtores de cana-de-açúcar. Esse conjunto de fatores fez com que o projeto entrasse em crise e mantendo praticamente estagnado na década de 90.

O etanol saiu das cinzas em 2003, com as melhorias tecnológicas, que avançaram nos motores a combustão interna de ciclo Otto e uma nova realidade onde combustíveis renováveis. Com a criação do carro flexfuel, ou seja, os carros podem funcionar conjuntamente com gasolina e etanol, tendo o consumidor a oportunidade de avaliar qual

³ Artigo, “A Crise do Petróleo e os Biocombustíveis”, Ministério de Minas e Energia.

combustível é mais vantajoso no seu preço e desempenho. Nascendo uma nova situação econômica para o mercado de combustíveis, pois agora o álcool e o combustível fóssil viraram substitutos perfeitos do ponto de vista do consumidor, mas não do lado monetário porque energeticamente o biocombustível tem uma conversão energética inferior comparada a do fóssil. Junto a isso existiu um movimento de alta do barril do petróleo, o combustível voltou a dar competitividade ao combustível renovável, de tal forma que ultrapassou as fronteiras brasileiras.

O entendimento global dessa nova perspectiva e anseio da sociedade mundial, como um todo, é claro e palpável para qualquer um é só observar como o debate ambiental e das novas energias entrou nos jornais e na economia. Martin Wolf colunista do Financial Times, renomada revista de finanças, citou:

"A economia neoclássica analisava o crescimento econômico em capital, mão de obra e progresso técnico. Mas hoje creio que seria mais esclarecedor conceber os principais propulsores da economia como energia e ideias. Instituições e incentivos dão a estrutura básica por meio da qual o desenvolvimento e a aplicação de conhecimento útil transforma a luz solar fossilizada da qual dependemos na corrente de bens e serviços que apreciamos". (Wolf, 2007)

Logo o Brasil seguindo o aumento da pressão mundial pelas questões ambientais, além dos debates de desmatamento e abusos na liberação de gases causadores de efeito estufa, no qual os países fossem diminuindo a sua produção e levasse a uma recessão para conseguir diminuir as taxas de emissão de gases, fez com que houvesse um esforço na comunidade científica como nunca houvera, fazendo que começassem a utilizar matrizes energéticas renováveis para ser uma alternativa para o petróleo, como biomassa, solar, eólica e a hidroelétrica.

Este trabalho será desenvolvido em três capítulos no qual o objetivo principal de cada capítulo é no primeiro analisará do ponto de vista histórico a cana-de-açúcar como produção agrícola e como alternativa de combustível. Com destaque a partir do Proálcool até a entrada da tecnologia automobilística dos motores flexíveis.

O segundo capítulo será uma análise no mercado dos produtos a base de cana-de-açúcar. Logo, o trade-off entre açúcar e etanol, e como produtos, de mesma matéria primas e não complementares, interferem no preço e no mercado de ambos os produtos.

Já no terceiro capítulo haverá um estudo sobre uma nova perspectiva de utilização dos resíduos da cana-de-açúcar. O bagaço e a palha para a geração de eletricidade, e como essa nova possibilidade de geração se adequa na matriz energética brasileira.

O objetivo secundário é discorrer como o álcool colocou o Brasil na vanguarda da utilização de energia renovável, proveniente do etanol. Pois, ao responder as crises mundiais vividas a partir da década de 1970 o país encontrou um meio de manter “limpa” sua matriz energética e de tentar resolver seus problemas econômicos em sua balança comercial.

Ao final deste trabalho se pretende concluir as formas que a cana-de-açúcar foi e será utilizada para geração de energia, melhorias econômicas, de uma forma a atender as expectativas da sociedade por alternativas sustentáveis e renováveis.

1. CANA-DE-AÇÚCAR E O CASO BRASIL

1.1. UMA BREVE HISTÓRIA DA CANA-DE-AÇÚCAR NO BRASIL

Na história brasileira, desde os tempos do Brasil colônia, a cana-de-açúcar sempre teve um papel importante na economia, a base exportadora foi o açúcar até meados de 1700, tendo sido o seu cultivo a primeira atividade economicamente organizada. Ao longo do tempo, o açúcar deixou de ser o principal produto de exportação, pois os Holandeses começaram a produzir açúcar na América Central, o que pressionou a uma queda dos preços, mas continuou sendo uma dos cultivos de grande importância para a exportação. Celso Furtado ressalta a importância e a força da cana-de-açúcar para a economia brasileira:

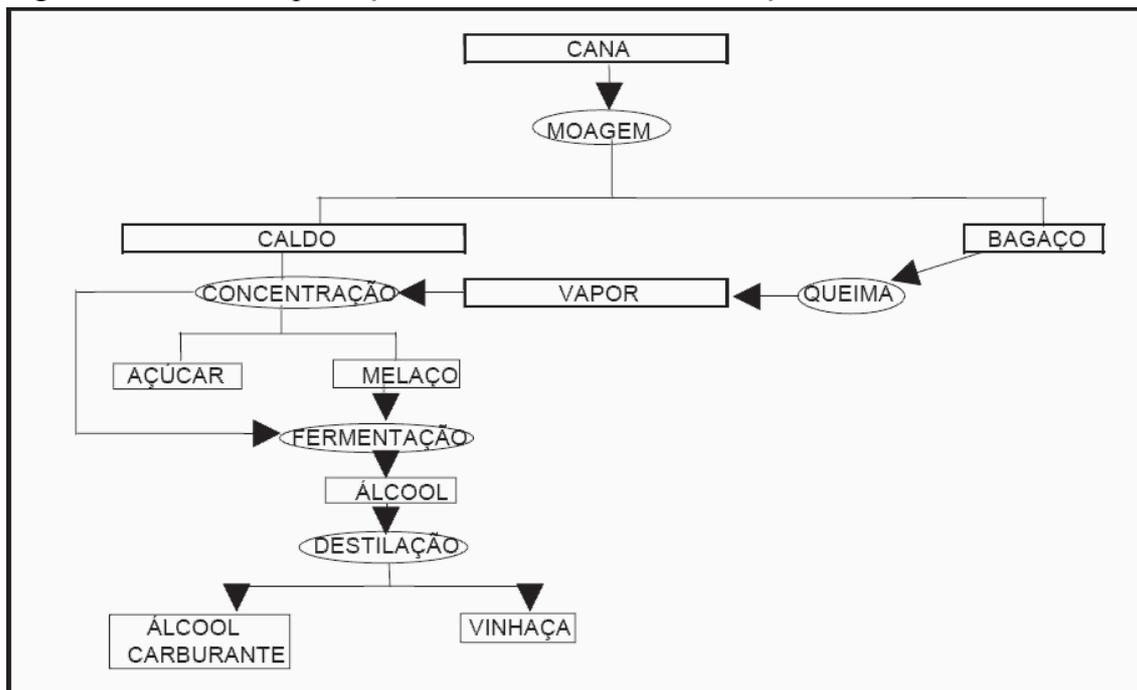
“a economia açucareira do Nordeste brasileiro, com efeito, resistiu mais de três séculos às mais prolongadas depressões, logrando recuperar-se sempre que o permitiam as condições do mercado externo, sem sofrer nenhuma modificação estrutural significativa.” (FURTADO, 1975)

Nos engenhos de açúcar do Brasil colônia, a produção do açúcar, feita a partir do caldo da cana-de-açúcar, tinha um subproduto, a princípio, sem valor comercial: o álcool etanol⁴. Apesar das navegações pelo Atlântico já serem uma realidade comercial na época a importação de qualquer produto da Europa sempre tinha elevado valor, para substituir a importação das bebidas vindas pelos navios o subproduto da cana, a cachaça, serviu como uma substituição de importação de baixo custo de produção que logo ganhou o país.

Do passado do engenho para a usina atual, a produção tanto de açúcar, quanto de álcool tem um modelo distinto de configuração básica que esta apresentada na figura (1). Dessa forma permite, ao longo do ano, da forma em que o mercado variar o preço do açúcar e do álcool, o produtor tem a capacidade de avaliar qual o produto final que lhe dá o maior potencial econômico e assim variar a quantidade de um ou outro produto. Isso faz com que o produtor leve vantagens frente a outros cultivos agrícolas, perante as intemperes da safra e dos preços de mercado.

⁴ SANTOS, Maria Helena de Castro. Álcool: subproduto do açúcar ou combustível ? uma perspectiva histórica, 1900:75. Rio de Janeiro: FINEP, 1982. 220p

Figura 1: Processo de produção nas refinarias de cana-de-açúcar



Fonte: RODRIGUES, 2011

O produtor com todas essas vantagens faladas anteriormente, ainda tem mais vantagem com o avanço da tecnologia nos últimos anos. Nas usinas sucroalcooleiras estão conseguindo criar mais um fim para esse tão variado insumo. A partir da utilização dos rejeitos de produção que são; palha e bagaço, as usinas estão se capacitando, com fim de gerar eletricidade a partir de biocombustores. Essa matéria prima já há 40 anos não para de surpreender o mundo, desde o projeto governamental do Proálcool, até os dias atuais com a geração de energia elétrica, esse esforço brasileiro pode ser considerado um dos maiores projetos já vistos para a substituição do combustível fóssil para a energia renovável.

1.2. DÉCADA DE 70

A história do Proálcool tem como começo o ano de 1973 com a crise do petróleo e o fim do acordo de Bretton Woods. O acordo de Bretton Woods foi firmado pelos os países no pós segunda guerra e tinha como pilares o regime de cambio fixo e paridade dólar ouro, mas os Estado Unidos quebrou o acordo em 1970, acarretando numa desestabilização do mercado internacional, logo, houve movimentos especulativos de capitais internacionais e instabilidade cambial, afetando diretamente no mercado de commodities, e elevando o preço do petróleo.

Segundo Carneiro (2002) em sua obra *Desenvolvimento em crise*, pós o fim do tratado de Bretton Woods a economia mundial ficou muito fragilizada. “Desaceleração do crescimento do Produto Interno Bruto – PIB dos países industrializados e do comércio internacional, perda das relações de troca, diminuição das formas de financiamento de maior estabilidade em benefício de outras mais caras e instáveis: tais foram os percalços para a periferia do mundo capitalista, oriundos da desagregação da ordem internacional Bretton Woods”.

A crise foi agravada a partir da criação do cartel dos países produtores de petróleo (OPEP), que elevaram o preço da gasolina como nunca visto no mundo moderno. O impacto foi grande no mundo inteiro, mas os países que estavam começando a se desenvolver tinham forte dependência da matriz energética fóssil não renovável, para as indústrias nascentes e pela escolha de crescimento das rodovias para escoar a produção tiveram maior impacto.

Como o movimento de elevação dos preços do petróleo e seus derivados, a principal matriz energética da economia mundial, implicou no aumento dos custos marginais de produção, isto viabilizou a utilização de alternativas tecnológicas para produção de energia uma vez que o preço da energia subiu, assim foi possível investir em novas tecnologias para fontes de energia alternativa com custos marginais de produção mais altos aparecem no cenário. (PIMENTEL, 2011)

O Brasil foi pioneiro lançando um projeto maciço de bicomcombustível em 1975, por causa da imensa dependência de importação de petróleo, causando desequilíbrio em sua balança comercial e grandes dívidas nos cofres públicos. O país tinha vantagem frente aos outros países, pois já tinha experiência na utilização do álcool, mas nunca tinha sido feita uma campanha nacional, desde os anos 30. Em 1933 foi criado o Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA) para que fosse o principal órgão planejador do setor, regulamentando o álcool e o açúcar no Brasil. Em 1938 o IAA tornou obrigatória a mistura do álcool anidro na gasolina. No ano de 1942 foi decretado preço mínimo para o álcool, a fim de valorizar a indústria alcooleira, tendo como limite 22% de álcool na mistura, e com o insumo da cana-de-açúcar com um baixo nível de preço esta foi a solução ideal para o Brasil enfrentar a crise. (MARJOTTA-MAISTRO, 2002)

O açúcar desde o Brasil colônia foi uma das principais pautas de importação do país, mas vivia em meio a uma crise na década de 70, com o baixo nível de preço no mercado

internacional, o Governo não conseguia as divisas para acompanhar a elevação do preço do barril de petróleo. O Proálcool apareceu para solucionar os dois grandes problemas da balança de pagamento nacional.

Com o projeto o Governo diminuiria a produção de açúcar, com uma menor oferta de açúcar no mercado internacional o preço teria a tendência de se elevar, e com a adição do álcool na gasolina, iria diminuir a demanda de petróleo, logo, diminuiria a importação do combustível fóssil. O que era necessário para o modelo que o Brasil estava se encaminhando como país recém-industrializado, tendo a base da sua industrialização a indústria automobilística, e tendo seu gargalo nas estradas com um nível crescente de carros e caminhões e esse aumento dos preços dos combustíveis estava indo na contra mão do modelo de desenvolvimento do país.

Segundo José Giacomo (2005) o decreto do Proálcool, em 14 de novembro de 1975, constituiu a Comissão Nacional do Álcool (CNAI) e determinando as condições de financiamento para que o complexo sucroalcooleiro expandisse a produção de álcool. Os objetivos declarados do Proálcool eram os seguintes:

1 – Economizar divisas, através da substituição de importação de combustível e matérias-primas derivado do petróleo;

2 – Reduzir as disparidades regionais de renda, visto que praticamente todas as áreas do País, inclusive as de baixa renda, dispõem das condições mínimas necessárias para a produção de matérias-primas para o álcool em volume adequado, sobretudo em se tratando da mandioca;

3 – Reduzir as disparidades individuais de renda, através do apoio ao setor agrícola e, dentro deste, a produtos altamente intensivos quanto ao uso de mão-de-obra;

4 – Aumentar a renda interna, pelo emprego de fatores de produção ora ociosos, ou em desemprego disfarçado (terra e mão-de-obra, principalmente), considerando que se pode orientar a localização das culturas para onde haja disponibilidade;

5 – Expandir a produção de bens de capital, através da crescente colocação de encomendas de equipamentos com alto índice de nacionalização, destinados à ampliação, modernização e implantação de destilarias.

A tabela (1) mostra o crescimento no investimento nos projetos para aperfeiçoamento do álcool no setor automotivo, esse investimento foi governamental e provado, por parte das grandes montadoras.

Tabela 1: PROÁLCOOL: Número de projeto enquadrados, montante de investimentos capacidade de produção e produção real de álcool (1975-1979)

Anos	Nº de projetos		Investimentos (US\$ milhões)	Capacidade de Produção (milhões Lts)	Produção de álcool (milhões Lts)
	No ano	Até o ano			
1975	2	2	-	54,5	555,6
1976	69	71	113,7	1.681,5	642,2
1977	38	10	378,1	2.813,1	1.387,7
1978	60	9169	282,7	4.330,6	2.359,1
1979	39	208	245,4	5.285,5	3.448,3
1975/79	42	-	204,0	2.833,0	1.678,6

Fonte: CENAL (1988 e 1990) apud CAVALCANTI, 1992.

Em 1975 sem os investimentos necessários a produção real de álcool (em milhões de lts.) era de 555,6. Já em 1976 com a existência dos incentivos governamentais e investimentos diretos cerca de 113,7 milhões de dólares foram utilizados, e no mesmo ano a produção de álcool subiu para 642,2 lts. E no final da década, em 1979, os investimentos foram de 245,4 milhões de dólares e com uma produção de 3.448,3 lts, portanto em 4 anos a produção teve um crescimento 6 vezes maior do que 1975.

1.3. DÉCADA DE 80

No início da década de 80 existiram alguns fatores que deram força para impulsionar o programa do Proálcool, o novo aumento dos níveis de preço do petróleo, por causa da guerra entre o Iraque e o Irã em 1980 fez com que no primeiro momento da guerra houvesse uma queda repentina de 10% da oferta de petróleo mundial (FRAQUELLI, 2014). Junto a esse fato teve a criação de um motor de combustão interna para carros que funcionavam totalmente movidos a álcool, tendo como componente de seu combustível o etanol hidratado.

O governo designou a Petrobras para administrar o sistema global do novo combustível, tendo também como colaboradores as montadoras multinacionais que desenvolveriam os carros a álcool. Em contrapartida o país iria fornecer o combustível a um

preço competitivo perante a gasolina, para incentivar o consumo do combustível renovável e as vendas dos carros movidos somente a álcool.

No dia 12 de maio de 1981 o Banco Mundial emprestou 250 milhões de dólares⁵ para o Brasil investir em pesquisa e tecnologia, assim aprimorando o bicomcombustível. Tal investimento foi feito mesmo ainda que o etanol não fosse viável economicamente, isso foi possível, pois com o crescimento do preço do petróleo a níveis cada vez mais altos, aumentava a urgência mundial para encontrar um combustível que não precisasse do petróleo como matriz.

As nações desenvolvidas realizam movimentos de altas generalizadas de suas taxas de juros, medida que favorece fugas dos investidores que vinham apostando em retornos elevados de aplicações no Brasil. O país vê sua dívida inchar insustentavelmente. Os preços do petróleo permanecem elevados até 1986, quando se restabilizaram e colocam em cheque a eficiência do Proálcool.

Com os preços do petróleo mais comportados, o combustível vegetal se torna um negócio desfavorável, tanto para o motorista quanto para o produtor. Além disso, os usineiros brasileiros se aproveitam do aumento da cotação do açúcar no mercado internacional e deixam de lado a produção do álcool, menos rentável. Nas bombas, motoristas começam a ter dor de cabeça para encher o tanque. O golpe de misericórdia no Proálcool vem no fim dos anos 1980, quando as montadoras desistem de produzir carros novos movidos a etanol (IPEA, 2010).

O Brasil enfrentava uma grave crise financeira, com elevadas taxas de inflação. Dessa forma o álcool ganhou força perante a população, por ser um combustível mais barato e nacional, diferente da gasolina que era importada, apesar de todos os outros fatores que derrubavam a existência do Proálcool.

Mesmo o país tendo o know-how para a extração do petróleo bruto do fundo do mar, a ponto de exportar, se via obrigado a comprar a gasolina e outros derivados do petróleo a preços mais altos do que vendia o petróleo nacional. Esse movimento econômico de vender mais barato do que compra levava ao déficit da balança comercial, piorando ainda mais a situação econômica do país que era cada vez mais grave.

⁵ Dados do sitio: <http://www.worldbank.org/projects/P006313/alcohol-biomass-energy-development-project?lang=pt>

1.4. DÉCADA DE 90

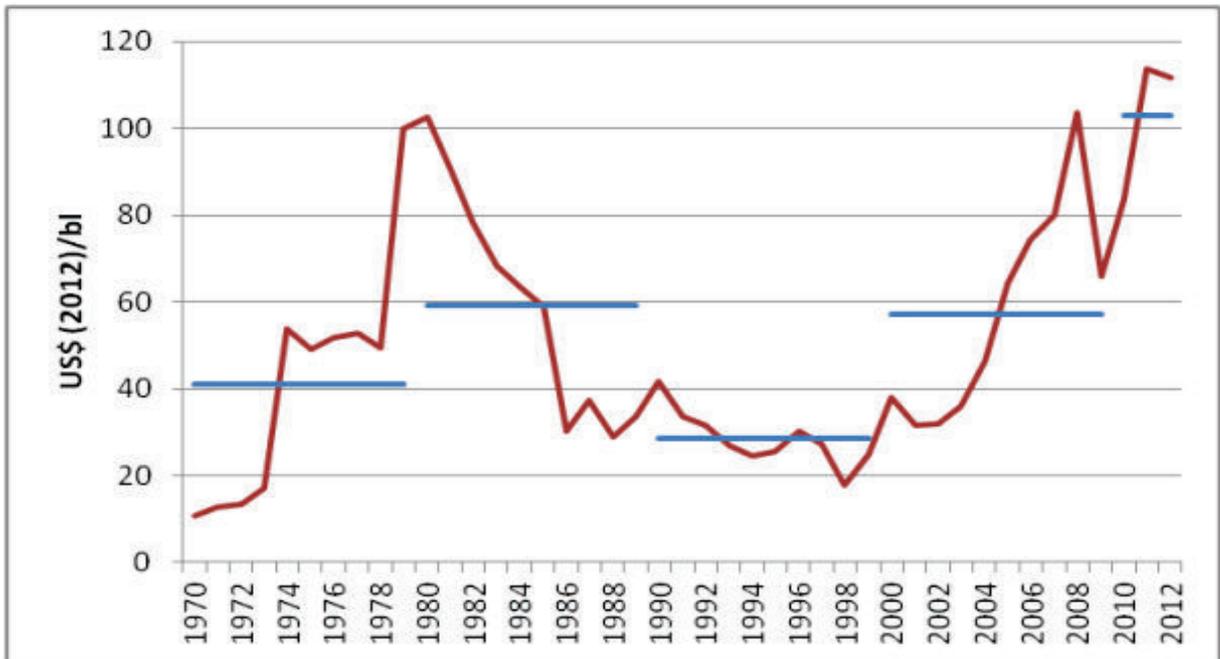
E foi no final da década de 80 com o começo dos anos 90, a década perdida para o álcool, onde entrou em discussão a sobrevivência do Proálcool. Segundo De Souza (2010, p.144) a causa foi o preço do petróleo que se estabilizou a um nível aceitável e o preço do açúcar se elevou, por consequência fez com que os produtores diminuíssem a oferta de cana para a produção do álcool e com a abertura do mercado nacional para veículos importados (sobretudo a gasolina), a demanda por automóveis a etanol despencou, de modo que a partir de 1995 se manteve abaixo de 5%. Resultando na desaceleração do valor do etanol e no desestímulo do Proálcool.

O movimento mundial para se encontrar novas fontes energéticas renováveis foi o motivo no qual impediu que o programa de desenvolvimento de um biocombustível morresse. Foi a partir dos anos 90, que a população de todo o mundo começou a ter a consciência da necessidade da preservação do meio ambiente e da ação do homem sobre a natureza, e as consequências dos mesmos sobre a sociedade. De imediato apareceu a preocupação sobre o buraco na camada de ozônio causado pelos gases tóxicos que a sociedade liberava diariamente, aumento da atividade industrial, números de carros, entre outros. Por consequência ganhou força as tentativas do controle de emissão de gases de efeito estufa, e nesse momento o etanol renasceu como uma solução a todos esses males.

Porém, o Proálcool começou a ruir quando o preço internacional do petróleo começou a baixar já em 1982, depois que mesmo em guerra Irã e Iraque voltaram a vender o petróleo para custear a batalha. Em 1986 acelerou a queda do preço do barril de petróleo, mantendo a tendência de baixa ao longo da década, visto no gráfico 1.

E para dificultar ainda mais a produção do álcool, no mesmo período o preço do açúcar começou a subir a partir de 1985 e continuou a crescer até 1990, visto no gráfico 2. Pela Lei da demanda e oferta, os usineiros preferiram produzir mais açúcar ao álcool. Com a queda na oferta do combustível, o álcool ficou escasso no mercado e o aumento de preço foi considerável nas bombas dos postos de combustível. Com crises sucessivas de abastecimento aliadas ao maior consumo do álcool pelos automóveis a esse tipo de combustível, devido às campanhas feitas para incentivo do consumo de carros movidos a álcool, levaram à descrença do consumidor. Por quase toda a década de 90, carros a álcool se tornaram irrelevantes. O Proálcool estava à beira do fracasso.

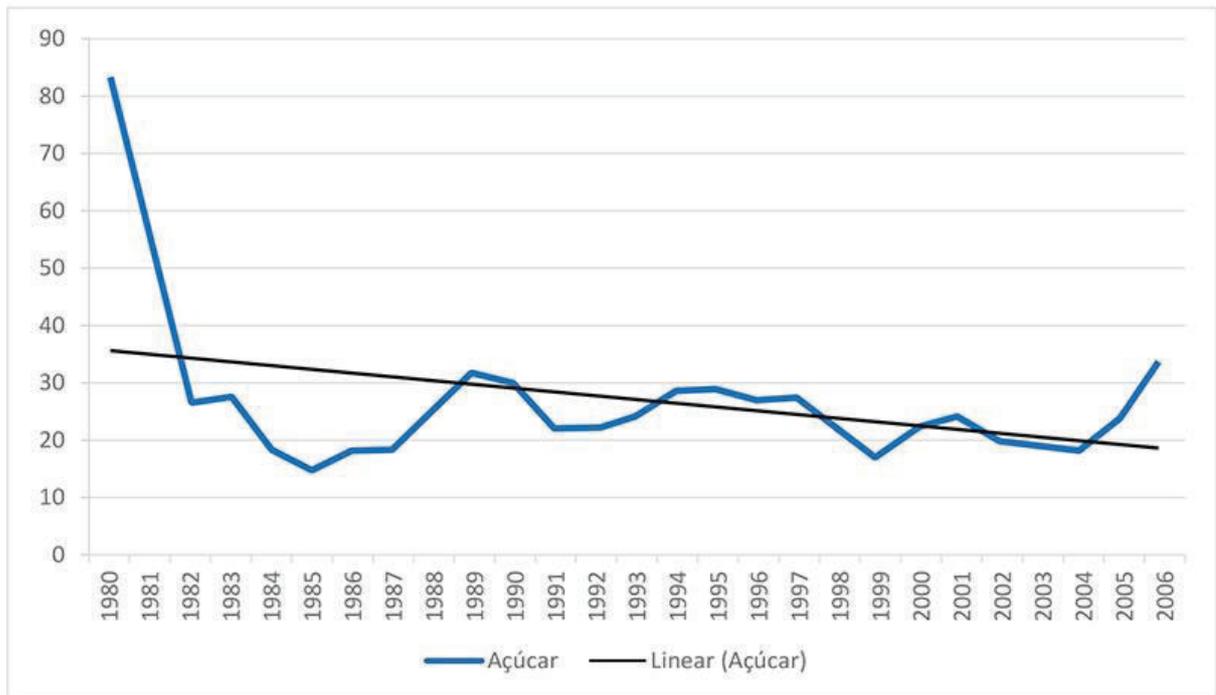
Gráfico 1: Evolução dos preços reais do petróleo e médias decenais (US\$ 2012/bbl)



Fonte: BP – BP Statistical Review of World Energy 2013

Fica visível a elevação do preço do petróleo em 1974 no primeiro choque e no segundo choque entre 1978 e 1980 o crescimento foi bastante elevado, muito maior do que o primeiro. Mas ao longo da década de 80 o preço começou a cair a níveis menores do que a máxima do primeiro choque do petróleo. E sem nenhuma alta ou queda abrupta durante toda década de 90. Onde em 2002 o preço do petróleo e de sua cadeia produtiva começou a se elevar constantemente, o que foi benéfico para o etanol, pois como esse cenário os custos marginais de produção de tecnologia que utilizam energias renováveis se aproximaram dos custos de produção de tecnologias voltadas ao combustível fóssil. Assim em 2003 foi lançado no mercado o carro flex-fuel.

Gráfico 2: Evolução dos preços (em cents /kg) do açúcar entre 1980 e 2006



Fonte: MATHIAS, 2014

Analisando o gráfico 2 é visto que no início dos anos 80 o açúcar entrou em grande depressão, o preço continuou em queda até 1985 onde começou a se elevar até o início de 90, o que foi prejudicial para o Proálcool, e durante toda a década de 90 e início do novo milênio o preço do açúcar se manteve num patamar a cima da mínima de 85, começando apenas a se elevar em 2005 e 2006.

O gráfico 1 que é da variação do preço do petróleo e o gráfico 2 a evolução dos preços do açúcar demonstram como o Proálcool entrou na década de 80 com expectativas positivas para investimentos no etanol, com queda no preço do açúcar e alta no petróleo, mas ao longo da década de 80 e 90 essa tendência se reverteu com alta no preço do açúcar e queda no petróleo, de tal forma que a continuação do projeto foi questionado.

1.5. ETANOL ANIDRO E HIDRATADO

Existem duas formas de etanol, o hidratado e o anidro. A diferença é que o hidratado é o etanol comum no qual os consumidores abastecem os automóveis a álcool ou flex-fuel, enquanto o etanol anidro é misturado e compoendo parte da gasolina vendida no país. A

diferença técnica entre os dois esta relacionada à quantidade de água presente em cada um deles. O etanol hidratado combustível possui em sua composição entre 95,1% e 96% de etanol e o restante de água, enquanto o etanol anidro possui pelo menos 99,6%⁶. Dessa forma, o álcool anidro é praticamente sem água, logo, um etanol mais puro.

O processo de fabricação dos dois tipos de álcool são praticamente iguais, a diferença começa na fermentação, onde surge o álcool hidratado, com uma taxa de aproximadamente 95% de etanol. Para produzir o álcool anidro é preciso passar o etanol pelo processo de desidratação, que ocorre com a destilação fracionada, em que se evapora a água após separá-la do álcool.

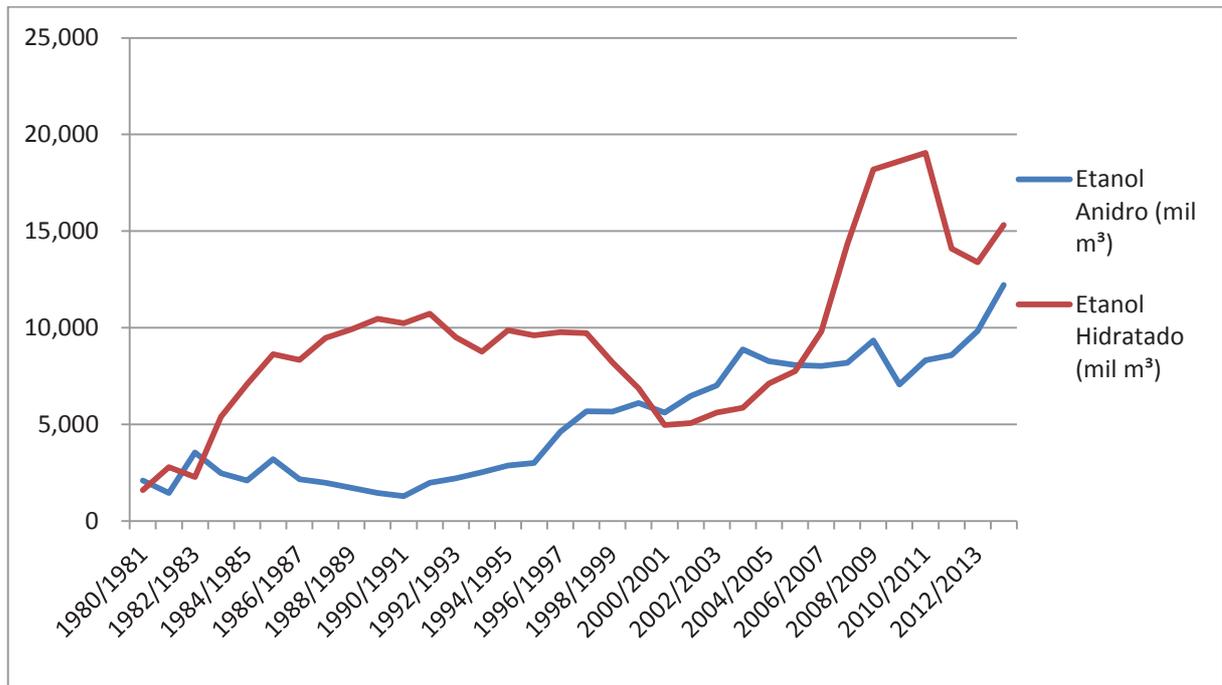
O etanol anidro é misturado à gasolina com o objetivo de transformar o combustível mais barato, aumentar sua octanagem e reduzir a emissão de poluentes. O Brasil atualmente utiliza a mistura na proporção de 20%, sendo que essa taxa já atingiu 25% em algumas.

Segundo a diretora presidente da UNICA, Elizabeth Farina, o aumento da composição do etanol anidro na gasolina é um dos fatores que são capazes de explica o aumento da produção de etanol pelas usinas: “O aumento de demanda proporcionado pela volta da mistura de 25% de etanol anidro na gasolina, a condição superavitária do mercado mundial de açúcar e o potencial de demanda por etanol hidratado em função da enorme frota de veículos flex no país, principalmente nos estados que dão um tratamento diferenciado ao hidratado na aplicação do ICMS”. (UNICA, 2013)

No mesmo relatório citado no paragrafo anterior, o diretor técnico da UNICA, Antônio de Pádua Rodrigues, observa como o aumento da produção do etanol atinge positivamente a economia brasileira: “Além de atender toda a demanda adicional por combustíveis leves, o restabelecimento da mistura de etanol anidro em 25% a partir de maio deste ano reduziu a demanda por gasolina pura e permitiu que a Petrobrás elevasse sua capacidade de refino em cerca de 10%, reduzindo de forma significativa a necessidade de importação de gasolina.”

Já o etanol hidratado é utilizado como combustível no Brasil, desde o fim da década de 70. Como o país tem a maior produção mundial de cana-de-açúcar, melhor matéria prima do etanol, esse uso torna-se viável economicamente, a partir dos incentivos governamentais com o programa Proálcool, de 1975, como visto no gráfico (3).

⁶ Dados retirados do sitio: <http://www.novacana.com/etanol/anidro-hidratado-diferencas/>

Gráfico 3: Produção de etanol anidro e hidratado (mil m³) entre 1980 e 2014

Fonte: Base de dados UNICA. Elaboração própria.

1.6. MOTOR FLEX-FUEL: CENÁRIO BRASILEIRO

O Brasil é um dos países no qual o bicomcombustível é o mais usado, e boa parte da tecnologia dos motores e do próprio combustível renovável é feita no país, os primeiros motores flexíveis (ou flex-fuel) foram desenvolvidos nos anos 80 pelos Estados Unidos da América, com incentivos fiscais do governo, mesmo com um déficit de infraestrutura de abastecimento. Em 1984 com a Ford apresentou os motores com essa nova tecnologia. Em 1992, a General Motors colocou no mercado o primeiro veículo com motor flex no mundo, a van Lumina, que era equipada com um sensor capaz de medir o teor de etanol no combustível. (DE SOUZA, 2010 p. 163)

No Brasil, o primeiro protótipo de veículo utilizava o sistema *Motronic Flex Fuel*, esse sistema era capaz de analisar o percentual de etanol, e foi desenvolvido pela Bosh em 1990. Em 2000, a Magneti Marelli desenvolveu um novo sistema *Software Flexfuel Sensor (SFS)*, dispensando o uso do sensor capacitivo adicional que era encontrado no protótipo da Bosch. O SFS permitiu a utilização do sensor de oxigênio já utilizado no controle da emissão de poluentes. As montadoras preferiram o SFS ao sistema da Bosh, pois era mais simples, barata e confiável. (DE SOUZA, 2010 p. 163 b)

Essa nova tecnologia recebeu subsidio do governo, beneficiando os veículos flex-fuel com a mesma alíquota de IPI para os veículos a álcool, que era inferior à dos veículos a gasolina. O que incentivou as montadoras, pois compensou os investimentos realizados no desenvolvimento tecnológico e possibilitou que a tecnologia fosse implantada no país.

Outro aspecto fundamental para a rápida introdução e evolução da nova tecnologia dos motores, além dos incentivos governamentais, foi a incorporação imediata dos desenvolvimentos anteriores nos motores a etanol, em termos de compatibilidade de materiais, grau térmico da vela de ignição, bomba e filtro de combustível e sistema de partida a frio, dentre outros. Com isso o país tinha uma vantagem comparativa a outros países por ter uma maior experiência técnica, suficiente para essa fácil adaptação e aperfeiçoamento de todo o sistema do motor a álcool.

Entre o etanol e a gasolina existem varias diferenças essenciais para a escolha do consumidor e aperfeiçoamento dos veículos a álcool. Pois uma das grandes dificuldades do uso de etanol em motores de ignição a centelha é a partida e operação a frio. O álcool não consegue alcançar seu potencial a baixas temperaturas⁷.

Outra característica importante que diferencia o etanol da gasolina, e que merece ser mais explorada nos veículos flexíveis, é sua maior resistência à auto-inflamação. Essa maior “octanagem” possibilita aumentar a taxa de compressão do motor e obter maior rendimento térmico.

A utilização de motores de baixa cilindrada sobre alimentados em aplicações típicas de motores maiores pode ser uma excelente oportunidade de valorizar a alta octanagem e o calor latente de vaporização do etanol. Tendo em vista que os motores de baixa cilindrada são de carros populares, logo, o etanol sendo já um combustível mais barato do que a gasolina tem como uma vantagem a mais sob o combustível fóssil o melhor funcionamento nos carros “populares”, que são os de menor valor, fortalecendo a aceitação da população pelos veículos a álcool.

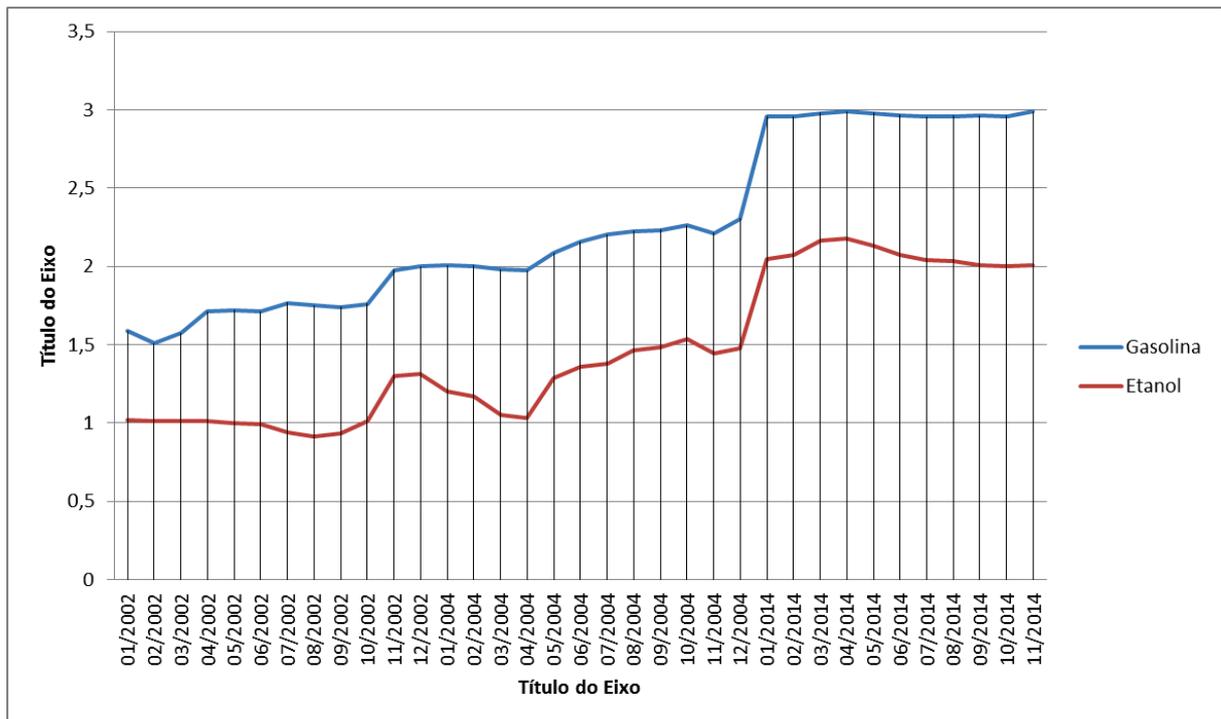
Com a chegada dos veículos flex-fuel aumentou o poder de decisão do consumidor com qual combustível abastecer, dessa forma o etanol e a gasolina se transformaram em bens

⁷ Para resolver esse problema os carros Flex-Fuel fabricados a partir de 2003, têm “tanquinho” de partida de motor frio. Nele vai cerca de um litro de gasolina que é injetada no motor somente para a primeira partida do veículo quando a temperatura ambiente está abaixo da faixa dos 15 graus e o carro está com etanol no tanque. Serve para facilitar o arranque e evitar falhas nos primeiros minutos, já que o etanol tem menor poder de explosão quando o motor está frio.

substitutos. Onde cada agente econômico toma a decisão de demandar um bem ou outro varia pelas escolhas que são guiadas a partir da otimização da utilidade de cada bem.

Com o aumento de vendas dos carros flexíveis, o etanol que era anteriormente menos consumida teve um crescimento na sua demanda, que foi logo acompanhado por um aumento da oferta por parte das usinas sucroalcooleiras, como o combustível renovável é um produto agrícola, logo, a oferta não consegue acompanhar com a mesma velocidade a demanda, portanto ocorreu uma elevação do preço do mesmo. No gráfico a seguir estão os preços da gasolina e do etanol, num corte histórico pré carro flexível (2002), um ano após a entrada no mercado (2004) e depois um salto de dez anos (2014). Ajudando a observar o impacto causado da entrada dessa nova tecnologia no mercado de combustíveis.

Gráfico 4: Preço da gasolina e do etanol nos anos 2002, 2004 e 2014.



Fonte: Base de dados ANP. Elaboração própria.

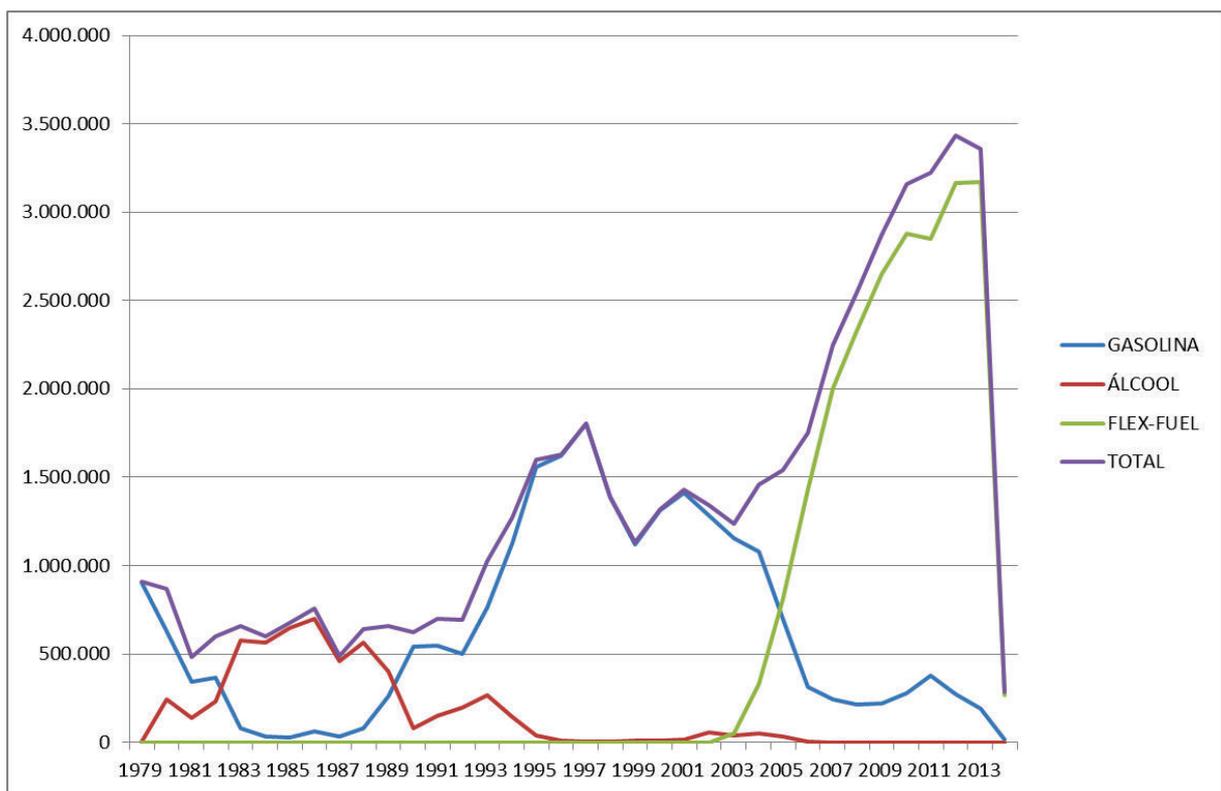
No gráfico (4) é possível observar que em 2002 por praticamente todo o ano o preço do etanol se manteve estável, já a gasolina teve pequenas variações, mostrando a não existência de correlação entre os dois combustíveis. Com a chegada do carro flex-fuel em 2003 é visto o impacto nos primeiros meses de 2004 o etanol estava com preço elevado, causado pela crescente demanda pelo combustível, logo após começou um movimento de queda no preço, causada pela colheita e refino da cana-de-açúcar e a opção do produtor em

escolher o etanol, aumentando a oferta do mesmo. Mas na segunda metade do ano os preços se elevam novamente, podendo ser entendido pela entressafra e o grande sucesso do novo motor.

Em 2014 os preços, tanto do etanol, quanto da gasolina, se mantiveram estáveis. Esse movimento é causado muito por conta da política intervencionista do governo de controle dos preços dos combustíveis para tentar segurar uma inflação crescente, que já está a cima do teto da meta.

O gráfico (5) é um recorte histórico da venda de carros a partir do ano de 1979 até janeiro de 2014, separando pelo tipo de combustível aceitado pelo motor a gasolina, etanol ou ambos. Sendo possível observar a tendência das montadoras e dos consumidores com o aparecimento de novas tecnologias.

Gráfico 5: Vendas anuais de automóveis e veículos comerciais leves novos no Brasil



Fonte: base de dados da UNICA. Elaboração própria.

Como visto no gráfico (5) o aparecimento do carro a álcool e com sua popularização, fez com que as vendas dos veículos movidos à gasolina obtivessem uma forte queda no final de 70 e por toda a década de 80. No início de 1990 pós criação do plano econômico do Real, e controle da inflação, há uma inversão no panorama do mercado automobilístico, os veículos a

etanol praticamente somem do mercado e o motor a combustível fóssil ocupa o mercado. O começo do desaparecimento total do carro movido somente a álcool ocorre com o desenvolvimento do motor flex-fuel, que logo ganha mercado, por ter a vantagem do agente econômico conseguir otimizar sua utilidade, rapidamente as suas vendas logo se equiparam e ultrapassam as vendas de veículos a gasolina, que começam a reduzir seu espaço no mercado.

2. MERCADO: TRADE-OFF ENTRE AÇÚCAR X ETANOL

O açúcar e o etanol são produtos gerados do cultivo da cana, os dois são produzidos na mesma refinaria, logo, não se faz necessário ter duas refinarias uma para cada produto. Esse fato faz com que o produtor escolha entre um produto ou outro a partir de qual traga maior satisfação, maximização dos lucros. Portanto, o açúcar e o etanol são bens não complementares para o processo produtivo.

A partir dessa noção de bens não complementares a oferta entre os dois produtos se dá pela simples questão de preço de mercado, um trade⁸-off enfrentado pelas usinas. Como o etanol tem maior parte da sua oferta voltada ao mercado interno e o açúcar tem parte de sua produção exportada e outra consumida internamente, o valor do açúcar no mercado internacional afeta diretamente a quantidade ofertada de etanol para o mercado nacional, agindo assim no preço do biocombustível. Então a decisão de produzir nas usinas é moldada perante a análise de preço; do açúcar internacionalmente e do etanol nacionalmente.

2.1. PRODUÇÃO E PREÇO DE VENDA DO AÇÚCAR

Os índices analisados serão do açúcar VHP, que é utilizado como matéria-prima para outros processos e destinado ao refino devido a sua alta polarização, podendo ser usado para o consumo, mas geralmente é exportado a vários países para produção do açúcar refinado. Trata-se de um açúcar bruto, que permite aos clientes transformá-lo em diferentes tipos de açúcar para o consumo. Logo o açúcar VHP tem maior potencial exportador, e como dito anteriormente, o valor do açúcar no mercado internacional afeta a decisão dos produtores entre produzir etanol e açúcar.

Na tabela (2) abaixo está o preço recebido pelo produtor do estado de São Paulo⁹ ao vender o açúcar VHP no mercado externo, no período de janeiro de 2012 até agosto de 2014. Os preços do açúcar cristal e VHP comercializados pelas unidades de São Paulo com destino ao mercado externo são divulgados na condição PVU (posto em veículo usina).

⁸ O termo trade-off é utilizado na economia e diz respeito ao processo onde há um conflito de escolha e suas implicações. (PINDYCK, 2010)

⁹ O estado de São Paulo é a única opção data pela unicadata.

Tabela 2

Preço recebido pelo produtor - Açúcar VHP Vendido Mercado Externo - São Paulo

Unidade: R\$/sc 50 Kg

Mês	2012	2013	2014	Variação %	
	A	B	C	C/A	C/B
Janeiro	47,030	40,600	39,200	↓ -16,65%	↓ -3,45%
Fevereiro	45,010	37,880	37,990	↓ -15,60%	↑ 0,29%
Março	47,450	36,500	36,370	↓ -23,35%	↓ -0,36%
Abril	46,240	35,660	35,850	↓ -22,47%	↑ 0,53%
Maio	50,080	35,960	37,590	↓ -24,94%	↑ 4,53%
Junho	48,070	37,580	38,230	↓ -20,47%	↑ 1,73%
Julho	43,430	37,930	38,670	↓ -10,96%	↑ 1,95%
Agosto	43,320	39,250	38,840	↓ -10,34%	↓ -1,04%
Setembro	43,190	37,380	0,000	↓ 0,00%	↓ 0,00%
Outubro	43,330	35,330	0,000	↓ 0,00%	↓ 0,00%
Novembro	43,720	38,390	0,000	↓ 0,00%	↓ 0,00%
Dezembro	43,320	39,710	0,000	↓ 0,00%	↓ 0,00%

*Variação percentual do preço do mês atual em relação ao mesmo período nos anos anteriores

Fonte: UNICA

A tabela (2) mostra a variação entre os preços do açúcar VHP vendido no mercado externo produzidos no estado de São Paulo entre os anos de 2014/2013; 2014/2012. No qual demonstra que variância entre 2014/2012 existiu uma queda nos preços comparados em todos os meses. E a variação entre 2014/2013 e houve queda em sete meses do ano e alta em cinco meses (fevereiro, abril, maio, junho e julho). Entre o preço de janeiro de 2002 e o preço de agosto de 2014 há uma queda no preço de 17,41%. Chegando ao menor preço em abril de 2013 R\$ 35,66 pela saca de 50 quilos, e o maior valor pela saca foi em maio de 2012, sendo pago R\$ 50,08.

Tabela 3

Produção de Açúcar - 2011/2012 até 2013/2014

Unidade: Mil toneladas

Estado/Safra	2011/2012	2012/2013	2013/2014
São Paulo	21.068	23.289	23.963
Região Centro-Sul	31.304	34.097	34.295
Região Norte-Nordeste	4.621	4.149	3.419
Brasil	35.925	38.246	37.713

Fonte: UNICA

Nas usinas sucroalcooleiras paulistas, nas três últimas safras a produção voltada para o açúcar tem crescido, entre as safras 2011/2012 e 2013/2014 cresceu 13,74%, mas com uma taxa de crescimento maior do que a do Brasil, que foi de 04,97%. Demonstrando que, mesmo com uma queda nos preços a produção brasileira vem aumentando.

2.2. PRODUÇÃO E VENDA DE ETANOL

Nessa parte do trabalho a análise será feita a partir do etanol anidro, pois o combustível é o álcool “puro”. Dessa forma não foi colocado em debate o etanol hidratado por ser utilizado na mistura da gasolina, e a porcentagem da mistura é feita por decisão exógena do governo. E a escolha do estado de São Paulo é pelo fato de ser a maior região produtora da matéria prima para se produzir o etanol.

Na tabela (4) abaixo estão os dados de preço recebido pelas usinas sucroalcooleiras paulista pela venda do litro de etanol anidro ao mercado interno, no período mês a mês a partir de janeiro de 2012 até agosto de 2014.

Tabela 4: Preço recebido pelo produtor - Etanol Anidro Combustível - São Paulo

Unidade: R\$/l

Mês	2012	2013	2014	Variação %	
	A	B	C	C/A	C/B
Janeiro	1,270	1,303	1,456	14,63%	11,79%
Fevereiro	1,185	1,353	1,521	28,36%	12,40%
Março	1,279	1,375	1,610	25,91%	17,15%
Abril	1,260	1,395	1,522	20,82%	9,12%
Mai	1,294	1,329	1,366	5,57%	2,81%
Junho	1,234	1,285	1,359	10,15%	5,76%
Julho	1,233	1,271	1,374	11,47%	8,08%
Agosto	1,199	1,227	1,346	12,29%	9,67%
Setembro	1,199	1,277	0,000	0,00%	0,00%
Outubro	1,140	1,315	0,000	0,00%	0,00%
Novembro	1,235	1,343	0,000	0,00%	0,00%
Dezembro	1,287	1,440	0,000	0,00%	0,00%

*Variação percentual do preço do mês atual em relação ao mesmo período nos anos anteriores

Fonte: UNICA

A tabela (4) mostra a variação entre os preços do etanol anidro vendido no mercado interno produzidos no estado de São Paulo entre os anos¹⁰ de 2014/2013; 2014/2012. No qual demonstra que a variância entre 2014/2012, existiu uma elevação nos preços comparados em todos os meses. E na variação entre 2014/2013 houve também uma elevação em todos os meses. O que demonstra uma elevação continua nos preços do etanol dos últimos três anos. Entre o preço de janeiro de 2002 e o preço de agosto de 2014, há um crescimento no preço de 5,98%. Chegando ao menor preço em outubro de 2012 R\$ 1,140 por litro do combustível, e o maior valor pela saca foi em março de 2014, sendo pago R\$ 1,610.

Na próxima tabela (5) a análise é feita sobre a safra de cana-de-açúcar que foi voltada para a produção de combustível. Na tabela acima, de preço, foi utilizado o etanol anidro por ser o etanol que é comprado nos postos de abastecimentos. Já na tabela que observa a produtividade da safra é do etanol total, pelo fato que a safra da cana-de-açúcar não que é separada para a produção de etanol, pode ser tanto ao anidro, quanto para o hidratado.

Tabela 5

Etanol Total - 2011/2012 até 2013/2014

Unidade: Mil m³

Estado/Safra	2011/2012	2012/2013	2013/2014
São Paulo	11.598	11.830	13.944
Região Centro-Sul	20.542	21.362	25.575
Região Norte-Nordeste	2.139	1.864	1.968
Brasil	22.682	23.226	27.543

Fonte: UNICA

Nas usinas sucroalcooleiras paulistas nas três últimas safras a produção voltada para o etanol total tem crescido, entre as safras 2011/2012 e 2013/2014 cresceu 20,22%, mas com uma taxa de crescimento menor do que a do Brasil, que foi de 21,43%. Demonstrando que a elevação nos preços incentivam os usineiros a aumentar a produção de cana-de-açúcar voltada para o etanol.

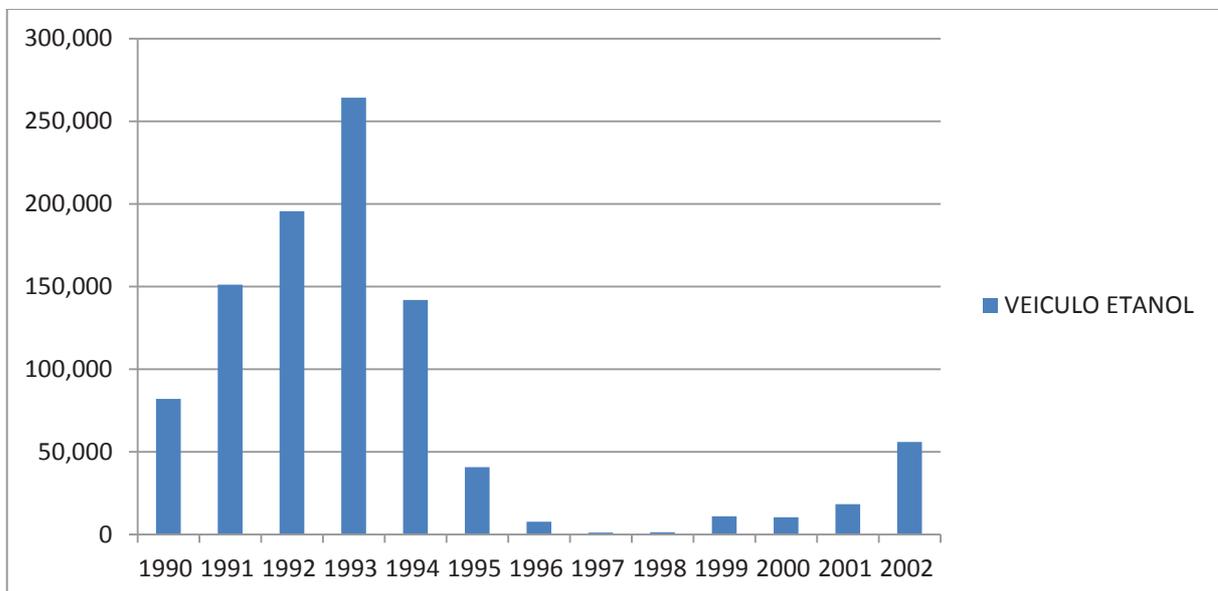
Com a análise dos preços e da produção com foco no açúcar e etanol, a queda dos preços nos últimos três anos do açúcar VHP e em contra partida o aumento dos preços do etanol anidro, reflete-se num crescimento da safra mais expressivo voltado para o etanol do que para o açúcar.

¹⁰ A análise é feita até o mês de agosto porque a UNICA ainda não disponibilizou os dados de setembro e outubro.

2.3 PROÁLCOOL: LEITURA DE MERCADO

Com o Proálcool e a chegada do dos carros movidos a etanol e nos postos de abastecimento o combustível renovável dividiu espaço com a gasolina já no final de 1970 e ganhando espaço em 1980. Apesar de toda a crise vivida no país durante a década de 80 o carro a álcool ganhou espaço e continuou crescendo até a abertura comercial e estabilização econômica a partir do plano Real em 1994. Ao abrir o país comercialmente os automóveis importados invadiram o mercado não dando chance ao automóvel nacional movido a etanol, de tal forma que a demanda por carro a álcool quase desaparecer.

Gráfico 3: Vendas de veículos movidos a etanol entre 1990 e 2002



Fonte: Base de dados UNICA. Elaboração própria.

Nesse contexto, em março de 2003, nasceu uma evolução na indústria automobilística, foi lançado o primeiro veículo flexível brasileiro, capaz de consumir etanol hidratado, gasolina ou qualquer mistura entre os dois combustíveis, de modo a dar ao usuário final o direito de escolha do combustível a cada abastecimento. Diferente de hoje, na década de 80 e 90 os carros não eram flex, e conseqüentemente os combustíveis não eram substitutos perfeitos do ponto de vista econômico.

A partir do motor flex-fuel os combustíveis renovável e fóssil se transformaram em bens substitutos, no caso se o preço da gasolina tiver uma proporção de 70% entre álcool e gasolina. Essa tecnologia deu uma informação mais perfeita para o agente econômico que agora seria capaz de considerar os custos de cada combustível, e assim escolher o melhor preço por quilômetro rodado.

Essa perfeita mobilidade dos fatores, a livre escolha entre etanol e gasolina, fez com que os veículos que funcionam somente com o etanol foram sumindo do mercado, ao longo que os carros com motor flexível cresceram exponencialmente, como visto no gráfico5.

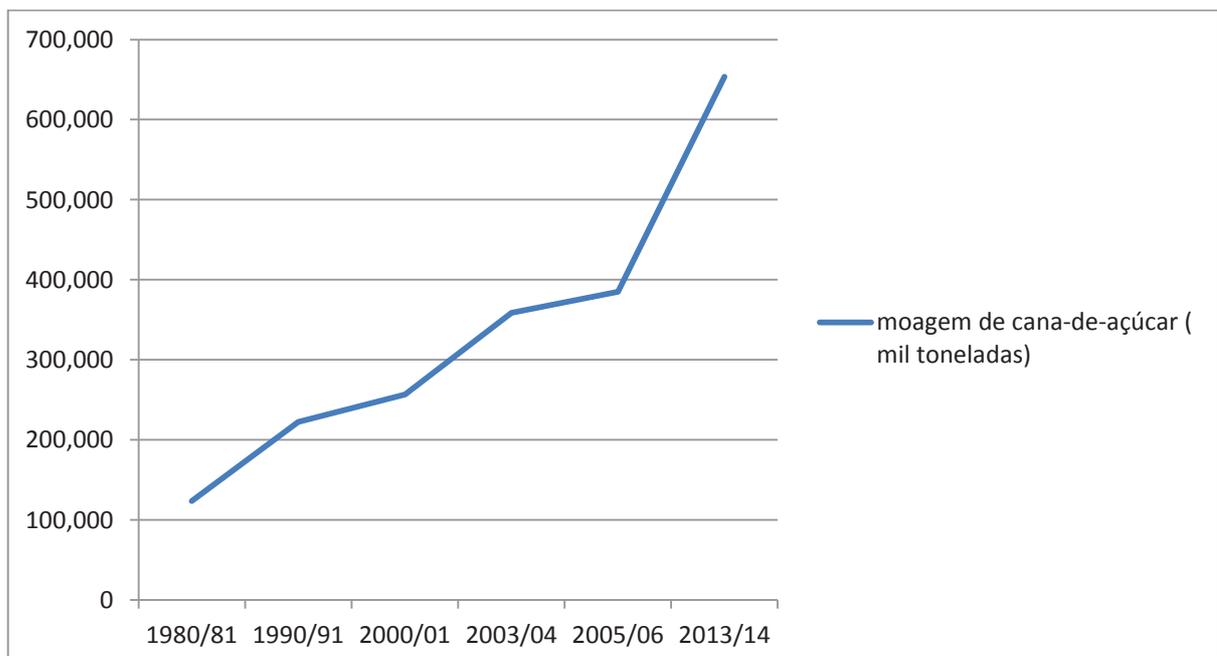
Ao passar por varias crises, nas décadas anteriores, de preço tanto por parte do petróleo, quanto pelo açúcar, no Brasil o cultivo da cana-de-açúcar teve um movimento ascendente, o que proporciona um excedente de matéria essencial para o destaque brasileiro no biocombustível, pois a partir desse excedente e pela insistência do governo, o país foi capaz de aperfeiçoar tecnologicamente o combustível, o motor flex-fuel e os componentes dos veículos.

Tabela 6: Moagem total de cana de açúcar e a parte destinada para produção de etanol e açúcar nas safras de 1980 a 2014

	1980/81	1990/91	2000/01	2003/04	2005/06	2013/2014
Moagem total (mil toneladas)	123.681	222.429	256.818	358.762	385.129	653.519
Etanol (mil m³)	3.706	11.515	10.592	14.736	15.821	27.543
Açúcar (mil toneladas)	8.254	7.365	16.198	24.919	25.823	37.713

Fonte: Base de dados da UNICA. Elaboração própria.

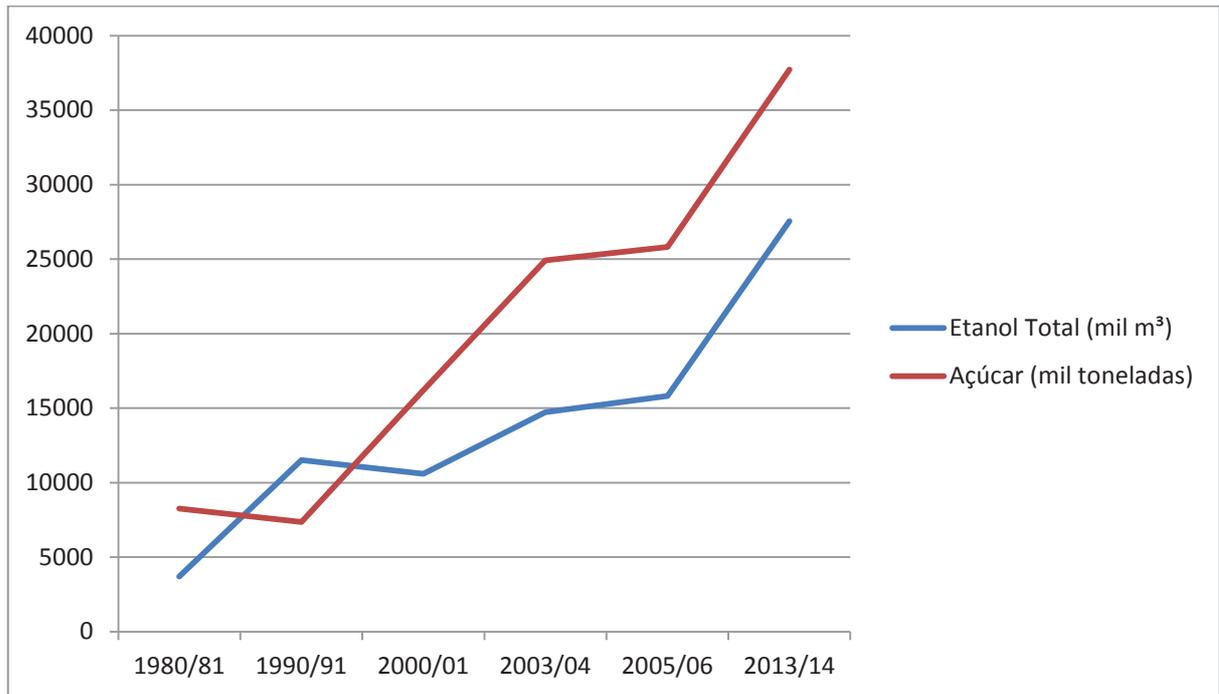
Gráfico 6: Moagem de cana-de-açúcar (mil toneladas) entre as safras de 1980 a 2014



Fonte: Base de dados da UNICA. Elaboração própria.

O gráfico (6) deixa evidente o crescimento da moagem de cana-de-açúcar, demonstrando o aumento da expectativa do produtor em investir no aumento da safra, pós Proálcool. Portanto as políticas adotadas pelo governo alcançaram e foram eficazes para a produção agrícola destinada a cana.

Gráfico 7: Moagem de cana de açúcar e o seu produto final nas safras (1980 a 2014)



Fonte: Base de dados da UNICA. Elaboração própria.

O etanol foi fator importantíssimo para o crescimento da produção da cana-de-açúcar no país. A partir do Proálcool as usinas e destilarias foram capazes de enfrentar as crises existentes no Brasil no final do século XX. A mostra disso foi que a moagem da cana no país não parou de crescer, com a ajuda do Proálcool em 1975, liberalização das exportações de açúcar em 1990, a desregulamentação do setor sucroalcooleiro em 2000, início da produção dos carros flex-fuel, construção de instalações de novas usinas e aumento das exportações do álcool e em 2014 a já consolidado combustível na sociedade.

3. BIOMASSA: ENERGIA E SUSTENTABILIDADE

3.1. BIOENERGIA

Primeiramente, a biomassa nada mais é do que todo recurso renovável oriundo de matéria orgânica, de origem animal ou vegetal, que pode ser utilizada para geração de energia, física ou elétrica. Esse recurso em seu princípio é abastecido pela energia solar que vira energia química, em outras palavras é a energia armazenada na biomassa, e que no final do seu processo nas termoelétricas o recurso é queimado na caldeira e vira energia elétrica, e nas refinarias depois de processos químicos se transforma em biocombustível. (CERPCH, 2014)

A utilização de fontes de energia complementares, e que ao mesmo tempo contribuam para a manutenção do perfil limpo da matriz elétrica brasileira é uma alternativa essencial para o futuro energético brasileiro. Existem novas técnicas para geração de energia a partir da biomassa, que tem sido utilizada por produtores no em todo o país e das mais diferentes biomassas, como; as granjas de porcos que utilizam dos resíduos liberados pelos animais em biodigestores, a partir da queima do metano liberado pelos resíduos, ou queima da casca do arroz, o que antes era lixo sem valor nenhum, agora é fonte de eletricidade para os produtores do Rio Grande do Sul. Atualmente, o recurso de maior potencial e com futuro mais promissor para geração de eletricidade vem dos resíduos da cana-de-açúcar, a palha e o bagaço da cana, que são sobras da moagem nas usinas.

A cana-de-açúcar como “combustível” para gerar bioeletricidade tem o destaque de sua competitividade em termos de custos, maturidade da indústria sucroenergética, livre de emissão de carbono e complementariedade sazonal com relação ao período de chuvas.

O setor sucroalcooleiro gera uma grande quantidade de resíduos, que pode ser aproveitada na geração de eletricidade. Com o beneficiamento da cana são realizados em grandes e contínuas extensões, e o aproveitamento de resíduos (bagaço, palha, etc.) é facilitado pela centralização dos processos de produção. Essa centralização nada mais é do que todo o processo é feito na mesma usina que normalmente ficam perto dos grandes latifúndios. Essas usinas repassam essa energia excedente para as distribuidoras elétrica e consumida pela região.

Além do extrato da cana que é utilizado para fazer o etanol, seus rejeitos são de grande importância. O bagaço e a palha de cana-de-açúcar podem ser usados em dois processos, a hidrólise para produção de etanol e a queima em uma caldeira para a produção de termoeletricidade através de um gerador, e o vinhoto serve como adubo orgânico. Antes a

queima do bagaço era só utilizada para gerar energia na própria usina, essa tecnologia foi aperfeiçoada, pois se toda a palha for utilizada nesse processo, a quantidade de energia elétrica produzida sempre será suficiente para alimentar a usina e ainda poderá ser vendida para as concessionárias de energia da região, causando uma baixa nos custos da produção do etanol e gerando outros lucros para a própria usina.

A importância da bioeletricidade derivada da cana-de-açúcar para a manutenção das principais características da matriz elétrica, possibilitando garantir: a segurança do suprimento, a competitividade da economia nacional, e a sustentabilidade ambiental. Ela apresenta as vantagens inerentes a uma fonte de energia renovável, gerada através do eficiente processo de cogeração, utilizando como insumo energético os resíduos originados na produção de etanol e de açúcar. Por outro lado, a bioeletricidade traz vantagens adicionais para o Brasil, como a geração de renda e emprego no campo e o estímulo à indústria de bens de capital.

O Brasil tem grande potencial energético a partir da palha e do bagaço da cana, devido ao cultivo já histórico e facilitado pela localização global do país, com os grandes latifúndios e com clima propício para o cultivo. A cana sempre teve seu papel na economia brasileira, o que levou ao melhoramento das técnicas de plantio. Dessa forma fizeram com que houvesse uma otimização da produtividade da lavoura canavieira, acrescida no melhoramento tecnológico da colheita e dos processos de transformação da biomassa sucroalcooleira, tem disponibilizado enorme quantidade de matéria orgânica sob a forma de bagaço nas usinas e destilarias de cana-de-açúcar. O que podem ficar interligadas aos principais sistemas elétricos, que atendem a grandes centros de consumo dos Estados das regiões Sudeste e Nordeste.

Essa prática começou a ser utilizada pelos usineiros com o intuito de suprir a necessidade energética das próprias refinarias. O processo de cogeração fornece as energias térmica, mecânica e elétrica demandadas no processo de produção de etanol e de açúcar. Porém, tal autossuficiência energética é de baixa eficiência, que se limita a gerar estritamente a quantidade de energia necessária para o auto-suprimento da usina.

Essa baixa eficiência da tecnologia utilizada foi pelo fato de que os produtores não tinham o intuito de gerar energia para fins comerciais, e sim, para queimar o resíduo da produção, pois a estocagem era trabalhosa e a venda do bagaço tinha pouco valor de mercado. O que de primeiro momento fazia com que o produtor não tivesse o estímulo para investir na melhoria da geração de energia. (Dantas, 2008 apud DE SOUZA, 2010 p.145)

O governo vendo essa possibilidade de uma nova matriz energética limpa investiu para o aperfeiçoamento. A partir desse aperfeiçoamento, seria capaz de utilizar melhor a biomassa gerando um excedente energético que possibilitaria a distribuição de eletricidade para toda a região.

Segundo Castro (2010), a atual tecnologia usada em vários projetos *greenfield* é a tecnologia de extração-condensação, que permite gerar excedentes de energia elétrica a baixos custos. Essa tecnologia tem a capacidade de produzir até 96 kWh por tonelada de cana processada, em média, 80 kWh podem ser exportados. Esses resultados têm como base apenas a utilização total do bagaço de cana; ao se introduzir o uso da palha não queimada no campo é possível gerar até 200 kWh por tonelada de cana processada. Com o custo de investimento nessa tecnologia é estimado em cerca de R\$ 3 mil por kW instalado.

A Tabela (7) apresenta dados relativos ao potencial de geração de bioeletricidade no curto, médio e longo prazo, se todas as usinas adotassem a melhor tecnologia.

Tabela 7: Potencial Teórico de produção energética (bagaço mais palha)

Safr	Potencial Teórico (bagaço + palha)			% Mercado/Teórico (MW)
	MW	MW médio	MWh/ano	
2010/11	13.419	6.710	58.776.000	58%
2015/16	27.089	13.545	118.650.000	64%
2020/21	37.336	18.668	163.533.600	82%

Fonte: UNICA

O potencial teórico para a geração de eletricidade a partir do bagaço e da palha de cana é capaz de gerar três vezes a mais o seu potencial médio de MWh entre as safras 2010 /2011 e 2020 /2021, partindo de 6.710 MWh para 18.668 MWh. Sendo um crescimento, da energia gerado no ano inteiro, entre os mesmos respectivos anos, de 278% de MWh /ano.

O consumo total de uma cidade como São Paulo no ano de 2013 foi de 28.435.472,874 MWh¹¹ e o potencial teórico dos resíduos da cana foi de 58.776.000 MWh, isso equivale a aproximados 206% do consumo da maior cidade do país. Se comparar o mesmo consumo de

¹¹ Dados fornecidos pela Secretaria de Energia do estado de São Paulo. Disponível via internet no sitio: <http://www.energia.sp.gov.br/portal.php/mapa?municipio=50308&ano=2011>

2011 com o potencial da safra 2020/21, 163.533.600 KWh, a energia gerada supriria a quase seis cidades de São Paulo, uma produção energética de 575% ao consumo paulista.

Tabela 8: Potencial de mercado para geração de energia a partir do bagaço mais palha

Safra	Potencial Mercado (bagaço + palha)		MWh/ano	Matriz elétrica Brasil (em MW médio)	Participação MW me Brasil (%) - Potencial Mercado
	MW	MW médio			
2010/11	7.811	3.906	34.212.445	54.685	7%
2015/16	17.220	8.610	75.424.894	66.343	13%
2020/21	30.574	15.287	133.914.449	83.342	18%

Fonte: ÚNICA

O potencial de mercado para a energia gerada a partir do resíduo da cana é considerável, com potencial de crescer o MWh /ano, entre 2010 /2011 e 2020 /2021, cerca de 391%. Sendo que em 2020 a bioenergia ocupará 18% do potencial de mercado da matriz elétrica brasileira.

Além disso, o período de colheita da cana-de-açúcar coincide com o de estiagem das principais bacias hidrográficas do parque hidrelétrico brasileiro, tornando a opção ainda mais vantajosa.

Sabemos que mais de 80% da matriz energética brasileira, para geração de eletricidade é baseado em usinas hidroelétricas. Em termos de geração efetiva, em torno de 90% da oferta brasileira de energia elétrica provém das usinas hidroelétricas (ANEEL, 2014). Porém o potencial das hidroelétricas para o futuro não é muito promissor, o Brasil tem uma das maiores bacias hidrográficas do mundo, sendo até possível alagar grandes áreas, mas devido aos pequenos desníveis, mesmo reservatórios com grande área inundada resultam em armazenamento de energia modesto. (CASTRO, 2010. p. 5)

Porém, existem as restrições de ordem ambiental. O caráter mais rígido da legislação ambiental a partir da Constituição de 1988 e a postura das autoridades ambientais dificultam a construção de novos reservatórios e até mesmo a expansão da capacidade de geração hidroelétrica.

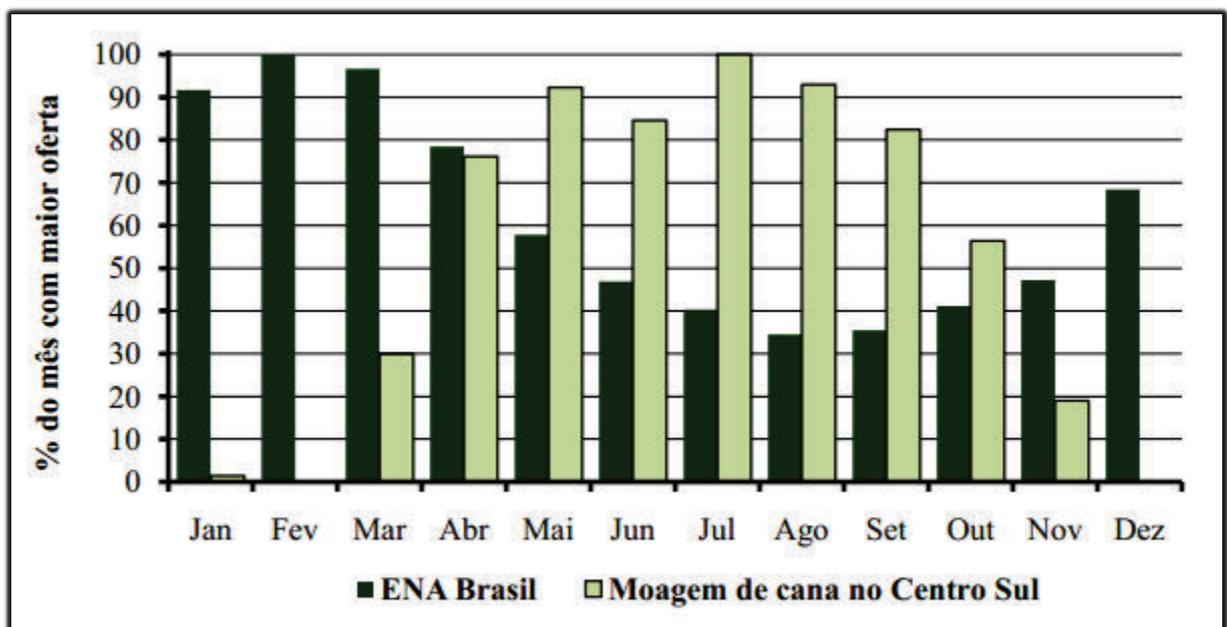
A matriz energética brasileira tendo seu principal insumo gerador de energia, a água, no qual fica exposto as intemperes da sazonalidade das chuvas. Logo em períodos de escassez de chuva as hidroelétricas tem sua capacidade reduzida. Fazendo com que sejam utilizadas

termoelétricas, nos quais são fornecidas energias mais caras e “sujam” a matriz energética brasileira, por serem altamente poluidoras. Assim mesmo a cultura agrícola da cana que depende também do regime de chuvas em um planejamento estratégico para o Setor de Geração Elétrica pode-se considerar o uso da energia gerada com os resíduos da cana ao invés de utilizar o estoque de água dos reservatórios.

Dessa forma a bioeletricidade é uma alternativa para assegurar o sistema de geração de energia pelo efeito de diversificação da matriz. O efeito diversificação é favorável para que o suprimento energético não fique preso somente a uma matriz. E a bioeletricidade sucroalcooleira é uma grande opção para garantir tal efeito, pois entre a safra da cana-de-açúcar coincide a temporada de escassez de chuvas.

E assim, podemos ver no gráfico (8) como a energia gerada durante todos os meses do ano pelo setor sucroenergético complementa o setor hidroeletricidade.

Gráfico 8: Complementaridade da hidroeletricidade com o setor sucroenergético



Fonte: CASTRO, 2010¹²

A safra de abril a outubro teria a função de complementar a diminuição dos níveis de reserva de água nas hidroelétricas, sendo uma opção melhor no ponto de vista ambiental se comparado à termoelétrica. E para as regiões do sudeste e centro-oeste que têm 70% do

¹² Complementaridade da Hidroeletricidade com o Setor Sucroenergético (em %)

Fontes: Site do ONS (www.ons.org.br) e UNICA. Dados elaborados a partir do histórico da operação em 2008 (ENA) e pela moagem de cana da safra 2007/2008 no Centro Sul.

reservatório brasileiro. Segundo a ONS ao gerar mil MW de bioeletricidade e distribuído no sistema interligado nacional no período de escassez de chuvas teria uma economia de 4% dos reservatórios das duas regiões.

E assim, a energia através da biomassa não veio para ocupar o lugar das hidroelétricas e sim, ajudá-las nos momentos de estiagem, ou num aumento do consumo de energia. Seriam nessas situações que as usinas geradoras de bioeletricidade entrariam em ação e resguardando o sistema interligado. Diminuindo as chances de o país passar por um novo apagão, ou mesmo evitaria a utilização das termoelétricas de carvão e de óleo, mais caras e poluidoras. O que por consequência diminuiriam os custos de produção, pois historicamente a energia fica mais cara nos períodos de seca.

Apesar de todas as qualidades já ditas nesse trabalho sobre bioeletricidade no sistema energético brasileiro, existem questionamentos em relação à viabilidade de custos, preço e sua competitividade econômica.

Para conseguir encontrar o custo das usinas termoelétricas despachadas, não se pode fazer uma simples soma do seu custo fixo com o custo variável, pois essas usinas foram contratadas como *backup*, tendo a expectativa de despacho com número horas por ano reduzido. A partir dessa metodologia de custos fixos baixos, custos variáveis altos, e despacho pouco frequente, faz com que nos leilões essas usinas fiquem competitivas. (CASTRO, 2010 p.11)

No entanto, em um sistema hídrico com capacidade de água declinante, devido às épocas de seca, que são cada vez mais duradouras, esta a necessidade cada vez maior de uma geração complementar, e as termoelétricas não são a melhor opção. No qual se mostram com maiores despesas para o sistema do que as usinas térmicas de bioeletricidade sucroenergética que funcionam de forma inflexível, sem custos variáveis.

3.2. BIOELETRICIDADE E SUA POTENCIALIDADE REGIONAL

A bioeletricidade é uma excelente solução de geração de energia, pois a matriz energética é produzida nas hidroelétricas. O Brasil ganha um destaque perante os outros países que tem sua matriz em combustíveis fósseis e energia nuclear, que são matrizes não renováveis e com um grande impacto ao meio ambiente.

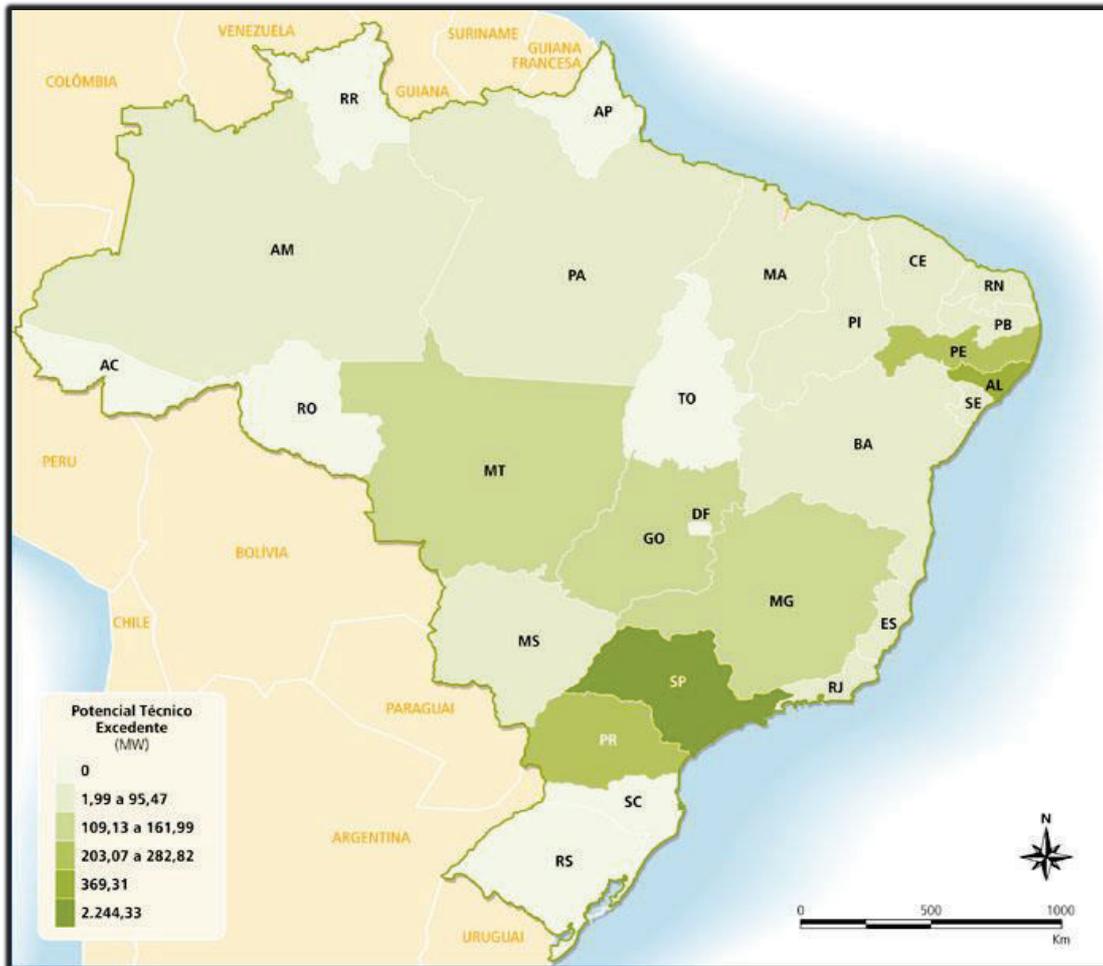
Segundo o relatório da UNICA (2010)¹³ o ciclo da produção da energia nessa matriz é muito centralizado, onde as fazendas que cultivam a cana-de-açúcar tem ao lado uma refinaria para produção de açúcar e etanol, e dentro dela uma caldeira no qual é possível queimar a palha e o bagaço para a produção de energia elétrica, antes isso era feito somente para queima sem utilidade ou para geração de energia para consumo próprio. Com as melhorias das técnicas e das tecnologias, a produção de energia começa a criar um excedente seria possível repassar para o sistema interligado nacional. Essa proximidade entre a produção da matéria-prima e a usina transformadora é o que torna a bioeletricidade uma fonte energética auxiliar regional.

O cultivo da cana esta localizada nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e litoral nordestino, próxima às regiões com maior demanda energética. A proximidade da oferta e demanda de energia reduz a necessidade de expansão da transmissão, o que é um benefício ambiental, reduzindo as perdas no sistema de transmissão, e também econômicas, reduzindo a necessidade de investimentos para expansão do sistema de transmissão. Podendo a energia ser distribuída de forma direta pela rede de distribuição, sem necessidade de reforços da rede básica, em altíssima tensão.

A Figura (2) mostra o potencial de aproveitamento desses resíduos e as perspectivas de geração no setor sucroalcooleiro, segundo cada Estado da Federação. Mostrando os estados com as maiores plantações de cana e conseqüentemente com maiores perspectivas de utiliza essa matéria prima na geração de energia.

¹³ DE SOUZA, Eduardo L. Leão; e MACEDO, Isaias de Carvalho. Etanol e bioeletricidade: cana-de-açúcar no futuro da matriz energética. UNICA. São Paulo: Editora Luc, 2010.

Figura 2: Potencial de geração de excedente de energia elétrica no setor sucroalcooleiro



Fonte: CENBIO¹⁴

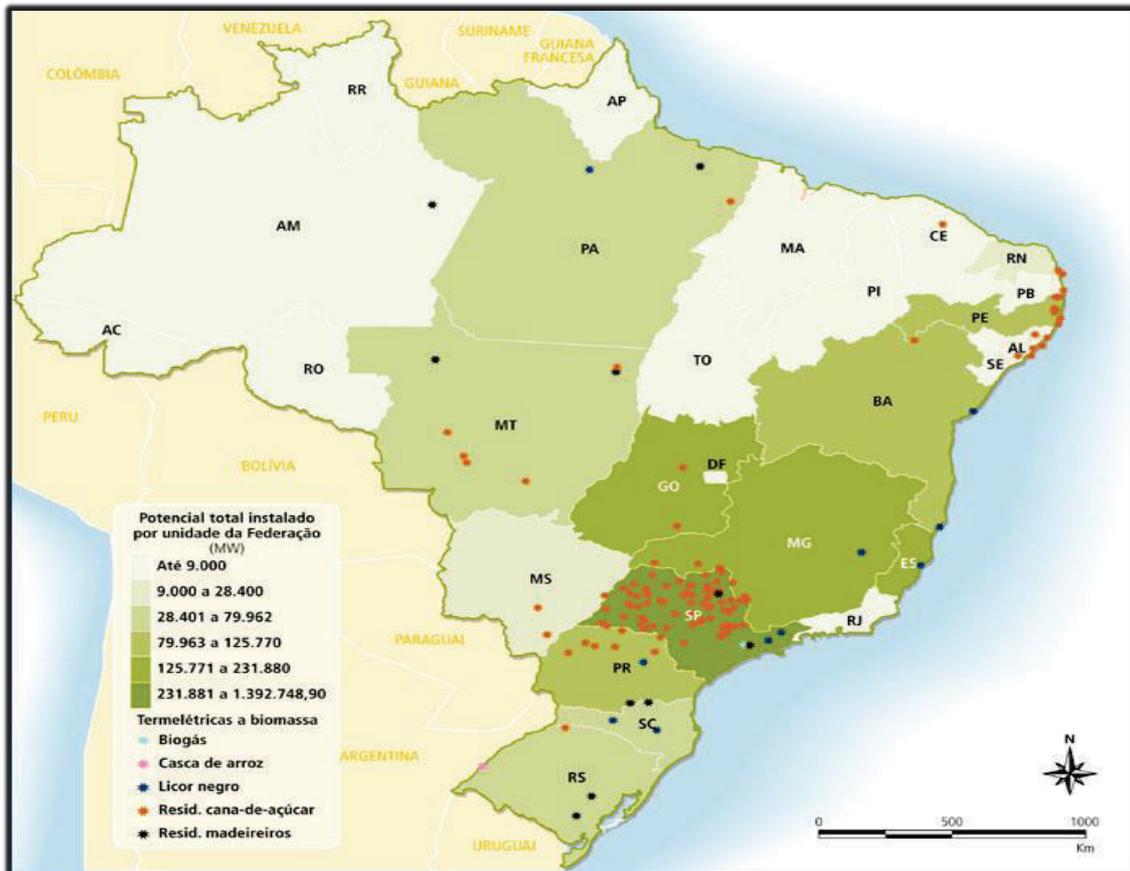
E na figura é observado a distribuição dos estados e o potencial de geração de excedente de energia elétrica no setor sucroalcooleiro. Tendo em vista que as refinarias que começaram a utilizar o bagaço e a palha para a produção de energia para consumo próprio, logo, os estados com grande potencial de excedente de energia, somente reafirmam a concentração da produção e privilegiando os próprios com esse excedente e assim consumindo essa energia.

E na figura (3) podemos ver como são distribuídos às usinas termoelétricas a base de biomassa pelo país no ano de 2003. Sendo fácil perceber a soberania do cultivo da cana, no qual esta distribuída por todo o país. Porém, com um maior número de usinas, que se aglomeram no norte de São Paulo, Alagoas e Pernambuco, as regiões onde se encontram os

¹⁴ Centro Nacional de Referência em biomassa (CENBIO). Panorama do potencial de biomassa no Brasil. Brasília; Dupligráfica, 2003. 80p. Disponível via internet em: http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/biomassa/5_2.htm

latifúndios voltados para o plantio da cana-de-açúcar. E como visto no gráfico a cima justifica o potencial para gerar excedentes de bioenergia estão nesses estados.

Figura 3: Potencial termelétricas a biomassa por unidade da Federação (MW)



Fonte: ANEEL¹⁵

O potencial das termelétricas com base na cana-de-açúcar tem maior densidade no estado de São Paulo. Onde tem uma grande produção da cana, e tem ajuda do terreno, por ser plano. E com os investimentos no maquinário faz com que a colheitadeira seja capaz de otimizar a colheita, aumentando o excedente do rejeito da produção, bagaço e palha. E assim elevando a potencialidade para geração de bioenergia.

Nas usinas sucroalcooleira cerca de 28% da cana é de resíduo de bagaço. Em termos energéticos, o bagaço equivale a 49,5%, o etanol a 43,2% e o vinhoto a 7,3%. Porém, o bagaço ainda é pouco utilizado nas usinas, sendo em sua maior parte incinerado na produção de vapor de baixa pressão (20 kgf/cm²). Esse vapor é utilizado em turbinas de contrapressão

¹⁵ AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. Banco de Informações de Geração - BIG. 2003. Disponível em: www.aneel.gov.br/15.htm

nos equipamentos de extração (63%) e na geração de eletricidade (37%). A maior parte do vapor de baixa pressão (2,5 kgf/cm²) que deixa as turbinas é utilizada no aquecimento do caldo (24%) e nos aparelhos de destilação (61%); o restante (15%) não é aproveitado. (ANEEL, 2008)

Nas usinas, cada tonelada de cana processada necessita de cerca de 12 kWh de eletricidade, o que pode ser gerado pelos próprios resíduos da cana. Os custos de geração já são equiparados aos custos do sistema convencional, o que possibilita autosuprimento energético do setor.

Com as melhorias tecnológicas de produção e colheita, e o fim da técnica da queima antes de ser colhido por trabalhadores em condições precárias. Cria as condições necessárias que justificam investimentos que permitam a introdução da bioeletricidade na matriz elétrica. Criando um excedente de matéria para servir como combustível para as caldeiras das termoeletricas, sendo uma fonte auxiliar do sistema interligado, logo é uma excelente saída para as épocas de estiagem, e é uma excelente saída para a utilização de uma matéria que seria descartada.

Para isso o governo diante desse potencial energético deveria modificar a política de contratação de energia através dos leilões para o mercado regulado. A adoção de leilões por fonte ou de leilões contratando especificamente geração de base para o período seco parece uma alternativa mais eficiente do que leilões abertos a qualquer tipo de projeto, que não vem estimulando a contratação eficiente de novos projetos. E com novos projetos e o planejamento da expansão do sistema de transmissão de forma a viabilizar a inclusão efetiva da bioeletricidade na matriz de geração, e assim a energia poderia ser mais bem usada e distribuída para todos os pontos do país.

3.3. ETANOL UMA AJUDA PARA O CONTROLE DE EMISSÕES DE GASES

A poluição urbana é considerada um dos problemas ambientais mais relevantes e democráticos do mundo, isto porque tanto países em desenvolvimento quanto desenvolvidos sofrem com tais impactos. De um modo geral, os meios de transporte são responsáveis por importante parte da degradação ambiental dos centros urbanos. Nas últimas décadas, o Brasil registrou um forte aumento das emissões de poluentes atmosféricos em suas áreas urbanas, atingindo patamares que colocavam em risco a saúde das pessoas.

Como consequência do uso do etanol, foi registrada entre 1978 e 1983 no município de São Paulo, obteve uma redução de um quarto na concentração de chumbo na atmosfera, chegando ao final da década de 80 com uma redução de 75%.

Além da eliminação do chumbo, o álcool possui as seguintes vantagens, não contribuindo para a emissão de compostos de enxofre; por causa de sua maior tolerância à combustão com excesso de ar, sua queima tende a ser mais completa, de forma que exista uma diminuição na emissão de CO e CO₂; em função do etanol tem uma combustão com menores partículas de carbono que leva a baixos teores de emissão de material particulado; grande parte dos compostos orgânicos resultantes da combustão menos tóxica e apresentam menor reatividade fotoquímica quando comparados com a gasolina. (PNUMA, 2014)

Porem o etanol não tem só pontos positivos para o controle de emissões de gases, é inquestionável a eficiência ambiental do etanol por emitir poucos gases poluentes. Porem, o lado negativo se encontra, na cadeia produtiva do setor sucroalcooleiro, as queimadas em canaviais, que acontecem em aproximadamente 80% de toda a área plantada no Brasil, são os mais visíveis localmente e o que causam maior perturbação nas cidades, áreas rurais e ecossistemas próximos às plantações. (OBERLING, 2008)

Dentre os principais externalidades negativas no qual as queimadas são responsáveis estão na péssima qualidade de vida das pessoas que moram próximas aos canaviais, destacando os problemas respiratórios, principalmente em crianças e idosos.

Já as análises feitas em Campo Grande (Mato Grosso do Sul) sobre a concentração de ozônio troposférico, concluiu que a concentração esta baixa, porem se encontra num nível aceitável pelo Ministério do Meio Ambiente, o aumento das concentrações coincide com os períodos do aumento dos focos de calor resultantes das queimadas , agosto a outubro. Grandes concentrações desse gás podem provocar inúmeros problemas respiratórios, como dito anteriormente. (PNUMA, 2014)

Em todo o ciclo de produção do etanol possui etapas que consomem combustível fóssil, direta e indiretamente, não fugindo das emissões de gases do efeito estufa. Além disso, há fases com emissões de gases não compensados pela absorção realizada no processo de crescimento da planta, como a decomposição de fertilizantes e emissões de monóxido de carbono na queima da palha da cana, na etapa da pré-colheita. Há emissões indiretas na produção dos insumos químicos e no maquinário utilizado para todas as fases da produção de etanol.

O etanol é uma fonte energética mais limpa do que a gasolina, mas ela não é totalmente limpa se contar todas as etapas de sua produção. Mas mesmo se for comparado o nível de poluentes do processo produtivo dos dois combustíveis é indiscutível que as emissões de gases causadas para a produção do etanol são muito menores do que a produção da gasolina.

3.4. CANA-DE-AÇÚCAR E AGRICULTURA FAMILIAR

A agricultura da cana-de-açúcar é colocada em debate devido às condições de trabalho, que são péssimas e muitas vezes escravo. Existindo uma migração da população miserável das cidades urbanas em época de colheita, para as propriedades rurais onde ficam as plantações de cana. Já que, diferentemente do terreno do estado de São Paulo, onde é plano, podendo ser utilizado máquinas modernas e caras que utilizam GPS para uma colheita otimizada, não é necessário mão-de-obra dos conhecidos “bóia fria” e nem de queimar a cana para colher, logo necessitam de mão-de-obra qualificada.

E mais distinta é a situação da região nordeste, que utiliza em quase sua totalidade mão de obra miserável, pessoas que viajam quilômetros em caminhões “pau de arara” para chegar as grandes fazendas e ganharem centavos por toneladas coletadas de cana cortada. Ressaltando que na colheita as plantações de cana são queimadas, pois como é uma situação degradante e perigosa para o trabalhador, seria muito pior sem, e acarretaria em vários acidentes com uma demora maior para colher, porém essa pratica é muito ruim para o meio ambiente em vários pontos como a poluição do ar, o enfraquecimento do terreno e o aquecimento global.

Por outro lado, o governo criou a lei 11.326/2006¹⁶, o projeto lei de agricultura familiar, com o objetivo de dar uma diretriz para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimento Familiares Rurais no Brasil (Casa Civil/2014). Mas, desde 2003, a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) executa uma das modalidades do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) – a Formação de Estoque pela Agricultura Familiar. O objetivo é fortalecer a produção familiar no país e incentivar o surgimento de organizações e cooperativas, beneficiando a produção em larga escala para a formação de estoque de produtos.

¹⁶ A lei entrou em vigor em 24 de Julho de 2006.

Este estímulo à formação de cooperativas familiares teve seu maior foco na produção para fins alimentícios, mas também incentivaria o micro produtor a plantar a cana, como por exemplo, a Estação Experimental de Urussunga¹⁷ para a produção de combustíveis e derivados do plantio dos pequenos agricultores familiares. Consequentemente existiria uma melhor distribuição de renda no interior. Porém entra em debate a crítica, pois com o micro produtor escolhendo a cana e deixando de plantar alimento haveria uma diminuição na oferta de alimentos, pressionando os preços nas economias locais, e assim afetando mais fortemente a população rural miserável.

¹⁷ <http://www.gestaonocampo.com.br/biblioteca/cana-de-acucar-boa-alternativa-agricola-e-energetica-para-a-agricultura-nacional/>

CONCLUSÃO

A Biomassa é uma matriz energética limpa e renovável. Em tempos da incessante busca por novas fontes de energias, para responder os anseios da sociedade para substituição dos combustíveis fósseis. O Brasil sai na frente pela utilização da cana-de-açúcar na geração de energia.

O começo dessa história no país foi há 40 anos com o Proálcool, perante a crise do petróleo foi a forma que o país encontrou para tentar substituir a gasolina, e aparecendo como solução aos problemas o álcool. O etanol passou durante os anos 80 e 90 por crises no preço do petróleo e do açúcar, quase levando ao fracasso o projeto. Mas a ascensão veio no começo do novo milênio com o lançamento dos veículos com motor flex-fuel, que pode utilizar a gasolina e o etanol. Tendo o etanol uma excelente saída para um combustível renovável e com menos liberação de gás causadores do efeito estufa do que a gasolina.

A motivação inicial do projeto de governo para o incentivo aos investimentos ao etanol, Proálcool, foi o preço do petróleo, que se elevou fortemente e fez com que os custos marginais de produção de tecnologias para combustíveis renováveis fossem viáveis. Outro problema causado pelo aumento do barril de petróleo é a deterioração dos termos de troca, com a importação do combustível. Logo, o etanol via substituição de importação, sendo uma forma de amenizar o déficit na balança de pagamentos.

O etanol foi aprimorado ao longo do tempo, e os governos vendo a evolução tecnológica desse combustível, pela pressão total da população mundial, por causa do temido aquecimento global, e pela excessiva liberação dos gases do efeito estufa. Tendo em vista todo esse cenário, o etanol vem sendo utilizado pelo transporte público urbano.

Porém, existem discussões sobre a utilização desse combustível, não pela liberação do gás carbônico do etanol propriamente dito, e sim, pelo cultivo da cana-de-açúcar que por ser uma monocultura, sendo por si só uma forma muito agressora para a natureza, e pelo empobrecimento do terreno, mas também, pelas queimadas na colheita.

Mas há novos métodos de colheita sem a queimada, o que é um ótimo método porque, além de não prejudicar o meio ambiente, também pode utilizar a palha da cana para gerar eletricidade, otimizando a gestão do recurso renovável. Contudo, somente em poucos latifúndios essa técnica é utilizada, na maioria das vezes a prática das queimadas é o mais comum, esta que libera gás carbônico para a atmosfera, afetando assim a camada de ozônio e

também sendo prejudicial a saúde da população, por causar diretamente vários problemas respiratórios.

A cana-de-açúcar não serve somente para gerar energia mecânica pelo etanol, também é utilizada para gerar energia elétrica. A bioeletricidade foi uma ótima forma do Brasil unir vários pontos que são destaques nas discussões, e nos fóruns mundiais para economia e meio ambiente. O país tem uma matriz energética limpa, quase por sua totalidade hídrica, só que essa fonte é sazonal passando por épocas de estiagem durante o ano, ficando o potencial energético das hidroelétricas afetado. A solução de imediato seria a utilização de termoelétricas, a partir da queima do carvão mineral, uma energia não renovável e altamente poluente, além de ser uma matriz mais cara. Dessa forma sujando a matriz limpa brasileira.

Portanto, isso poderia ser utilizado o potencial dos resíduos da cana para geração de energia, pois além de ser uma forma barata de geração energética é limpa e renovável, e na estação da seca coincide com da colheita da cana.

Concluindo que, com o aperfeiçoamento da tecnologia, com o aumento dos excedentes da cana e com a utilização do bagaço e da palha, o que era utilizado apenas para suprir a energia das refinarias se transforma agora, as caldeiras podem gerar e distribuir a eletricidade pelas redes da região. E assim, o país terá uma solução limpa e barata para a queda da oferta de energia devido a estiagem, utilizando a eletricidade gerada pelas termoelétricas que utilizarão como combustível o bagaço e a palha da cana-de-açúcar.

REFERÊNCIAS

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Atlas de energia elétrica do Brasil. Ed. Brasília. 2008. Disponível via internet:
http://www.aneel.gov.br/visualizar_texto.cfm?idtxt=1689

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Site: www.aneel.gov.br. Visto em 10 de novembro de 2014

BACCARIN, José Giacomo – A Desregulamentação e o Desempenho do Complexo Sucroalcooleiro no Brasil. UFSCar, 2005. 68p. Site visto em 25 de outubro 2014.
http://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&view=article&id=2321:catid=28&Itemid=23

CARNEIRO, R. Desenvolvimento em crise – a economia brasileira no último quarto do século XX. São Paulo: Editora UNESP, IE – UNICAMP, 2002. 55p. (Coleção Economia Contemporânea)

CASTRO, Nivaldo J. Importância e perspectivas da bioeletricidade sucroenergética na matriz elétrica brasileira. 2010. Disponível na internet via:
http://www.sindalcool.com.br/download/CD/Estudos_Etanol/_IMPORT%C3%82NCIA%20E%20PERSPECTIVAS%20DA%20BIOELETRICIDADE.pdf . Capturado em 15 de novembro de 2014.

CAVALCANTI, Guilherme de Albuquerque. A dinâmica econômica do PROÁLCOOL: Acumulação e Crise 1975-1989. Revista Brasileira de Energia, Vol. 2, nº 1, ano 1992.

CERPCH. Centro Nacional de Referência em Pequenas Centrais Hidrelétricas. Biomassa. Disponível na internet via: <http://www.cerpch.unifei.edu.br/biomassa.php>. Capturado em 15 de agosto de 2014.

DE SOUZA, Eduardo L. Leão; e MACEDO, Isaias de Carvalho. Etanol e bioeletricidade: cana-de-açúcar no futuro da matriz energética. UNICA. São Paulo: Editora Luc, 2010.

FRAQUELLI, A. C. O ambiente econômico internacional e o comportamento dos preços do barril de petróleo. Fundação de Economia e Estatística (FEE). Disponível na internet via: revistas.fee.tche.br/index.php/indicadores/article/download/1651/2021 . Capturado em 20 de novembro de 2014.

FURTADO, C. Formação econômica do Brasil. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1979.

HELDER QUEIROZ PINTO JUNIOR. Economia de Energia: Fundamentos Econômicos, Evolução Histórica e Organização Industrial. Editor: Campus/ Eslevier

MARJOTTA-MAISTRO, M. C. Ajustes nos mercados de álcool e gasolina no processo de desregulamentação. ESAIQ. 2002. P. 26.

MATHIAS, João Felipe Cury Marinho. Modernização e produtividade da agropecuária no Brasil. Disponível via web: <http://comovaiobrasil.pressbooks.com/chapter/modernizacao-e-produtividade-do-agronegocio-no-brasil/> . Visto em 26 de novembro 2014.

MME. Ministro de Minas e Energia. Sitio visto em 25 de outubro 2014. http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/Artigos/A_crise_do_petrxleo_e_os_biocombustxveis.pdf

NOVACANA. Sitio visto em 25 de outubro 2014. <http://www.novacana.com/etanol/anidro-hidratado-diferencas/>

OBERLING, Daniel Fontana. Avaliação ambiental estratégica da expansão de etanol no Brasil: uma proposta metodológica e sua aplicação preliminar. 2008

ONU. Organização das Nações Unidas. Disponível via internet pelo sitio: <HTTP://WWW.ONU.ORG.BR/REDUCAO-DE-EMISSOES-DE-GASES-POLUENTES-PODE-BENEFICIAR-SAUDE-E-AGRICULTURA-APONTA-RELATORIO-DA-ONU/>

OHASHI, Fernando Hideki. O advento, crescimento, crise e abandono do Proálcool. Monografia pela UNICAMP. Disponível na internet via: <http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=000438155>

PIMENTEL, Fernando. O fim da era do petróleo e a mudança do paradigma energético mundial: perspectivas e desafios para a atuação diplomática brasileira. Ministério das relações Exteriores. Fundação Alexandre de Gusmão. 2011. P.46-47

PINDYCK, Robert S; RUBINFELD, Daniel L. Microeconomia. 7 ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2010.

PNUMA. Integrated Assessment of Black Carbon and Tropospheric Ozone. Sitio visto em 25 de outubro 2014. http://www.unep.org/dewa/Portals/67/pdf/BlackCarbon_report.pdf .2011

RODRIGUES, José Augusto R. Do engenho à biorefinaria. A usina de açúcar como empreendimento industrial para a geração de produtos bioquímicos e biocombustíveis. Química Nova, vol.34 n.7. São Paulo. 2011.

SBPE - Sociedade Brasileira de Planejamento Energético. Revista Brasileira de Energia- Vol. 2 | N ° 1. A dinâmica Econômica do PROÁLCOOL: Acumulação e Crise 1975 1989

UNICA. União da indústria de cana-de-açúcar. Sitio visto em 25 de outubro 2014. <http://www.unica.com.br/imprensa/17830428920328781316/safra-2013-por-cento2F2014-tem-oferta-recorde-de-etanol-no-centro-sul-por-cento2C-desempenho-com-pouca-possibilidade-de-se-repetir-no-futuro/>

WOLF, Martin. "Uso da energia requer controle". *Folha de São Paulo*, 17 de Novembro. Sitio visto em 25 de outubro 2014, <http://www1.folha.uol.com.br/fsp/dinheiro/fi1711200704.htm>

WORLD BANK. Sitio visto em 25 de outubro 2014.
<http://www.worldbank.org/projects/P006313/alcohol-biomas-energy-development-project?lang=pt>