

II SEMINÁRIO DE ENGENHARIA DE ENERGIA NA AGRICULTURA

Acta Iguazu

ISSN: 2316-4093

Panorama do etanol brasileiro

Ricielly Eloyze Rosseto¹, Lilian Cristina de Souza Madalena¹, Adriana Ferla de Oliveira², Pablo Chang¹, Bianca Fiori Primieri¹, Elisandro Pires Frigo¹, Reginaldo Ferreira Santos¹

¹Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, PPGEA – Programa de Pós-Graduação em Energia na Agricultura – Nível Mestrado, Cascavel-PR.

²Universidade Federal do Paraná – UFPR - Setor Palotina, Rua Pioneiro, 2153, CEP: 85.950-000, Bairro Jardim Dallas, Palotina, PR.

riciellyeloyze@hotmail.com, liliraiox@hotmail.com, adrianaferla@ufpr.br, pablo-sdw@hotmail.com, fiori.bianca@gmail.com, epfrigo@gmail.com, reginaldo.santos@unioeste.br

Resumo: Alicerçado nas bases de busca por combustíveis renováveis, o etanol de cana-de-açúcar já mais estabelecido no cenário mundial. O milho como outra alternativa de matéria-prima para este biocombustível é bem consolidado, principalmente nos EUA, mas agora tenta expandir seu uso para produção de etanol no Brasil. Temos fatores que contribuem para um futuro estabelecimento desse processo de produção de etanol de milho, como por exemplo, a extensa cadeia produtiva e estabelecida do milho, uso de tecnologias avançadas, redução dos custos de produção, alta produtividade. Essa expansão em médio e longo prazo depende do desprendimento produtivo e econômico do país. É um processo inovador que necessita de investimentos substanciais e principalmente maiores estudos para obtenção do domínio das tecnologias que envolvem todo o processo, para que esse balanço energético e ambiental obtenha maior viabilidade. O objetivo do presente trabalho é explanar o cenário brasileiro do etanol, principalmente de milho, demonstrando alguns aspectos das causas, que o levam a ainda não estar estabelecido aqui.

Palavras-chave: biocombustível, milho, energia.

Overview of Brazilian ethanol

Abstract: Based on the bases of search for renewable fuels, the sugarcane ethanol already more established in the world scenario. Corn as another raw material alternative for this biofuel is well established, especially in the US, but is now trying to expand its use for ethanol production in Brazil. We have factors that contribute to a future establishment of this process of corn ethanol production, such as the extensive and established maize production chain, use of advanced technologies, reduction of production costs, high productivity. This expansion in the medium and long term depends on the productive and economic detachment of the country. It is an innovative process that requires substantial investments and mainly greater studies to obtain the mastery of the technologies that involve the whole process, so that this energy and environmental balance becomes more viable. The objective of the present work is to explain the Brazilian scenario of ethanol, mainly corn, demonstrating some aspects of the causes that lead to it not yet established here.

Key words: biofuel, corn, energy.

Introdução

A procura por fontes energéticas alternativas ao consumo do petróleo e a preocupação com o meio ambiente tem despertado para o uso de novas matérias-primas na fabricação de biocombustíveis. O etanol é consolidado como produto indispensável na oferta de combustíveis brasileira, mesmo possuindo grandes oscilações de preço, queda na produção devido a recessão econômica internacional, alguns problemas climáticos dos últimos 3 anos e isenções referentes a gasolina (MANOCHIO et al., 2017). Segundo Ministério de Minas e Energia (2017), em 2016 na oferta interna de energia, a partir da produção de biomassa de cana-de-açúcar foi de 17,5%, na qual é a principal matéria-prima utilizada na produção de etanol no Brasil.

Dentre as biomassas que podem ser utilizadas como alternativa na produção de etanol, destacaremos a matéria-prima amilácea, o milho (*Zea mays* L.), que é uma das culturas mais produzidas no mundo, tem participação expressiva na economia e apresenta expansão de área cultivada todos os anos entre os principais países produtores (LEFF et al., 2004; USDA, 2017). Esse sucesso produtivo da cultura do milho se deve as condições climáticas favoráveis e a utilização de materiais com genética de alta performance (CONAB, 2017a). O milho brasileiro ocupa o terceiro lugar no ranking de produtividade e o segundo lugar nas exportações mundiais. Na safra 2016/2017 foram totalizados 86,5 milhões de toneladas de milho produzidas e 28 milhões de toneladas exportadas pelo país (USDA, 2017).

O etanol de cana-de-açúcar e milho representam 82% do mercado mundial de biocombustíveis. Os Estados Unidos produzem etanol predominantemente a partir do milho, com um rendimento médio de 3.500 L por hectares de álcool de milho, isso devido as suas ótimas condições climáticas para produção. Enquanto que o Brasil ainda concentra toda sua produção a partir da cana-de-açúcar, com rendimento médio de 7.000 L por hectare de álcool da cana-de-açúcar (BORTOLETTO e ALCARDE, 2015).

Acompanhando o caminho da inovação aliado ao êxito da cadeia produtiva do milho no país, este começou a ser utilizado como matéria-prima para a produção de etanol no Brasil, sendo este processamento muito recente e gerador de controversas. Por este panorama o objetivo do presente trabalho é explanar o cenário brasileiro do etanol, principalmente de milho, demonstrando alguns aspectos das causas, que o levam a ainda não estar estabelecido por aqui.

Revisão Bibliográfica

Etanol de milho nos EUA

Responsável por mais de um terço da produção mundial de etanol proveniente do milho, os Estados Unidos (EUA) compreendem 99% de etanol de milho no total de biocombustíveis existentes em seu país (LEITE e LEAL, 2007; PIMENTEL e PATZEK, 2009).

Mesmo sendo o maior produtor mundial de etanol chegando a uma produção de 15,329 milhões de galões na safra de 2016, ainda assim, devido à grande demanda interna de biocombustíveis faz-se necessária a importação de etanol de outros países, grande parte do Brasil, Jamaica, El Salvador e da Costa Rica (RFA, 2016).

Por liderarem a produção mundial com 384,8 milhões de toneladas na safra 2016/2017, o milho tem predominância como cultura agrícola nos Estados Unidos (USDA, 2017). Deste modo, faz com que o milho seja a principal matéria-prima na fabricação do etanol americano destinando aproximadamente 43% do total de sua produção para a fabricação do biocombustível. Além disso, políticas federais auxiliam na redução de custos e no aumento da disponibilidade garantindo o mercado, sem contar nos incentivos estaduais locais que promovem o uso dos biocombustíveis (GORREN, 2009).

Com 220 unidades produtoras de etanol, Iowa maior produtor de milho no país, caracteriza 28% do total do etanol americano dispendo de 41 usinas operacionais com capacidade de produção de 14 bilhões de litros biocombustível por ano. O departamento de Agricultura dos EUA padroniza a qualidade do grão de milho para a produção de etanol levando em consideração atributos como, danos físicos, odor, presença de insetos e outros resíduos, umidade e densidade do grão. Nas usinas utilizam tecnologia molecular no processo de destilação e enzimas hidrolíticas aprimoradas no processo de fermentação, sempre buscando modernizar sua estrutura (BORTOLETTO e ALCARDE, 2015).

Etanol de milho no Brasil

A cana-de-açúcar é a matéria-prima principal para a produção do etanol brasileiro. O processamento industrial de milho para a fabricação de etanol ainda é muito recente no mercado. Contudo, fruto da boa estabilidade produtiva do milho e da inovação tecnológica a produção de etanol no país vem ganhando destaque e cresceu mais de 532% nos últimos 4 anos, apenas na safra 2016/2017 alcançou-se uma produção de 234.147 m³ de etanol do grão (CANAL – JORNAL DA BIOENERGIA, 2017).

O etanol a partir do milho teve seu início do Estado do Mato Grosso em meados do ano de 2012, pioneiro e incentivado pela indústria canavieira mato-grossense. As indústrias mato-grossenses, chamadas desde então de destilaria/usina flex, pois processam tanto a cana-de-açúcar como o milho e sorgo, passaram por algumas adaptações indispensáveis para o processamento do milho, sendo também ocupado boa parte dos equipamentos existentes como caldeiras (geração de energia térmica), colunas de fermentação, destilação e tanques para o estoque do etanol (SOBRINHO, 2012).

Atualmente apenas dois estados produzem etanol a partir do milho no país. Goiás conta com a usina da SJC Bioenergia, a São Francisco, em Quirinópolis e o Mato Grosso possui três unidades produtoras – Libra, em São José do Rio Claro; Usimat, em Campos de Julho e Porto Seguro, em Jaciara com previsão de inauguração de mais uma unidade da Fiagril para o segundo semestre de 2017 (CANAL – JORNAL DA BIOENERGIA, 2017).

Entretanto, ainda segundo dados da Conab (2017b) representados na Figura 1, a produção de etanol de milho, vêm apresentando queda devido aos elevados preços do setor que contribuem para a baixa do consumo do etanol e a diminuição do interesse de novas usinas.

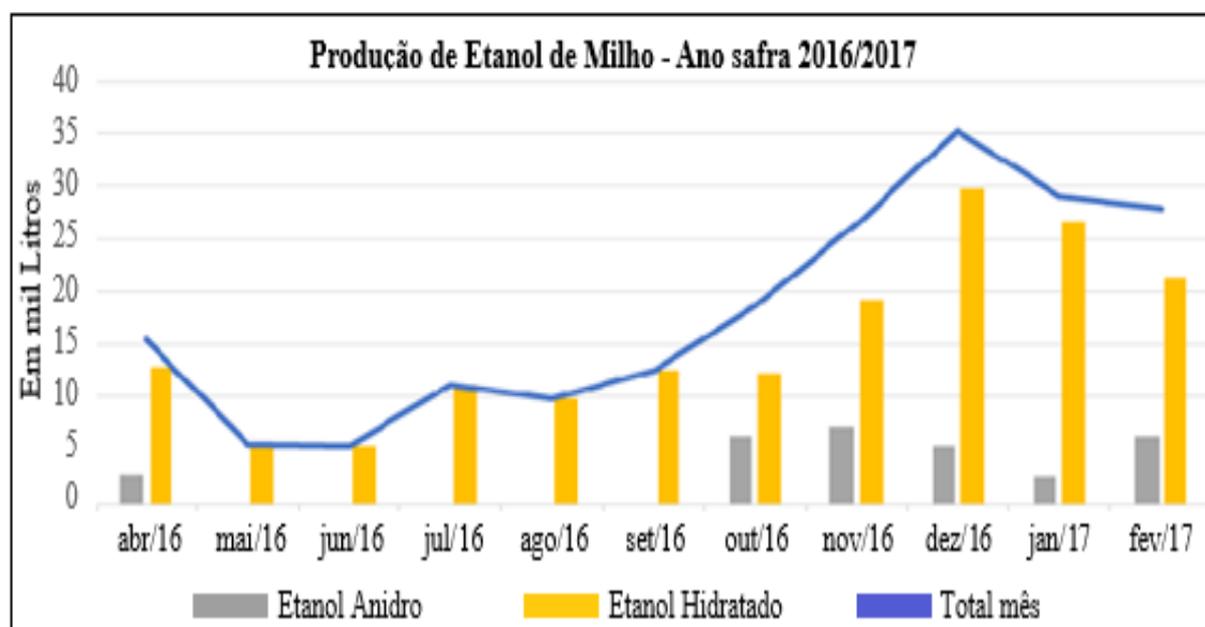


Figura 1. Produção de etanol de milho- Ano safra 2016/2017.
Fonte: CONAB (2017b).

Processo da produção de etanol a partir de grãos de milho

Dois processos podem ser utilizados na produção de etanol de milho, a moagem do grão úmida ou seca, ambos passam por hidrólise, o que diferencia é o tratamento inicial

(BALAT et al., 2008). A via seca atualmente é o processo predominante, pois possui custos operacionais mais baixos, reduzindo assim o custo final do bioetanol (MUELLER, 2010).

No processamento úmido conforme apresentado na Figura 2, inicialmente acrescenta-se água e ácido sulfúrico na semente antes de triturar o grão para facilitar a separadas as diferentes frações do grão de milho. Temos 93 a 95% de etanol puro na destilação (MANOCHIO et al., 2017). Porém a via úmida proporciona a recuperação de produtos de valor agregado tais como, proteínas, nutrientes, CO₂, amido e óleo de milho. O rendimento de etanol por via úmida é de aproximadamente 440 litros de bioetanol por tonelada seca de milho (BNDES e CGEE, 2008).

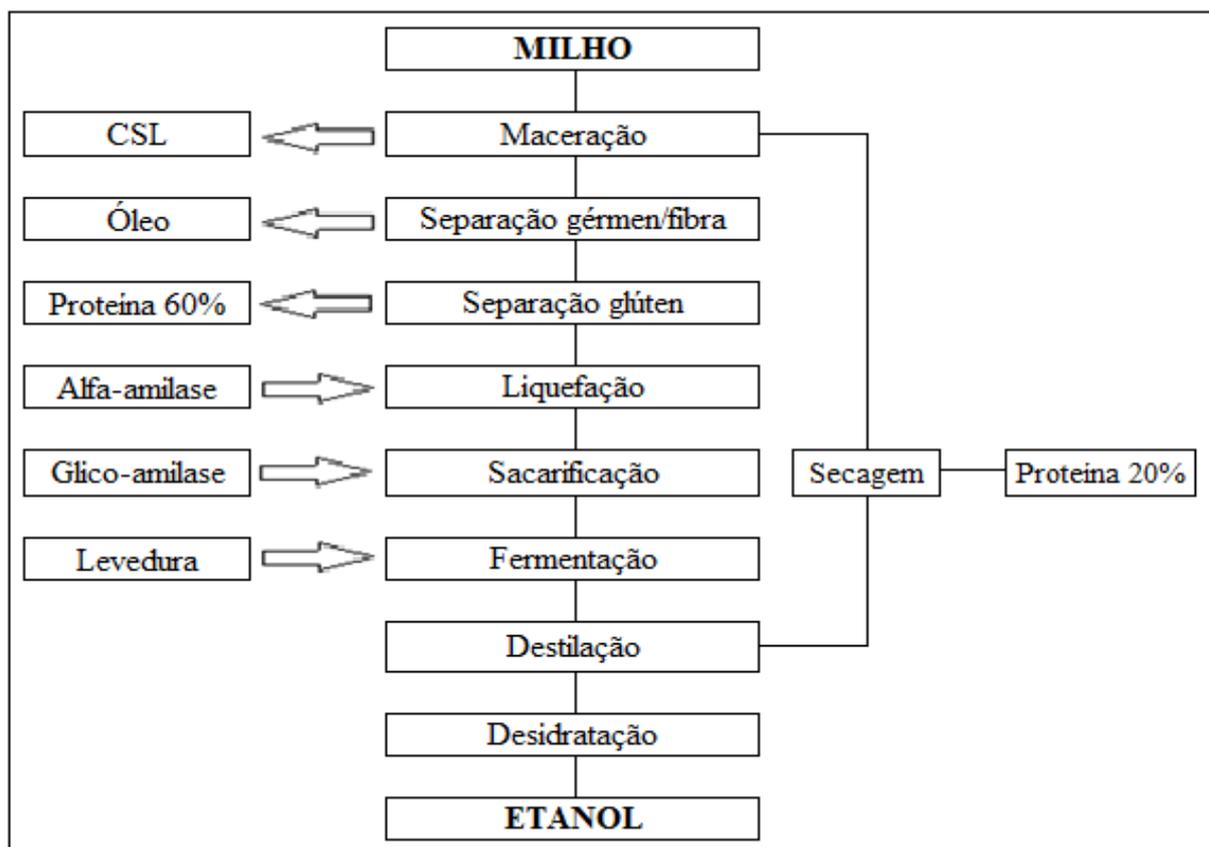


Figura 2. Fluxograma do processo via úmida para a produção de bioetanol de milho.
Fonte: Adaptado BNDES e CGEE (2008).

No processamento a seco a matéria-prima é moída em pó e adiciona-se água e enzimas alfa-amilase para facilitar o processo de hidrólise que quebrará o amido em açúcares simples, sacarificado pela ação da glico-amilase, a solução desta fase é encaminhada para dornas de fermentação, com adição de leveduras, seguindo a partir daí a fermentação do mesmo modo que o processo do etanol obtido da cana-de-açúcar (MANOCHIO et al., 2017). Esse processo via seca, tem como co-produto do bioetanol os DDGS (distillers dried grains with solubles)

suplemento proteico de grande valor de mercado utilizado na alimentação de animais (KINDBERG, 2010), conforme podemos conferir na Figura 3.

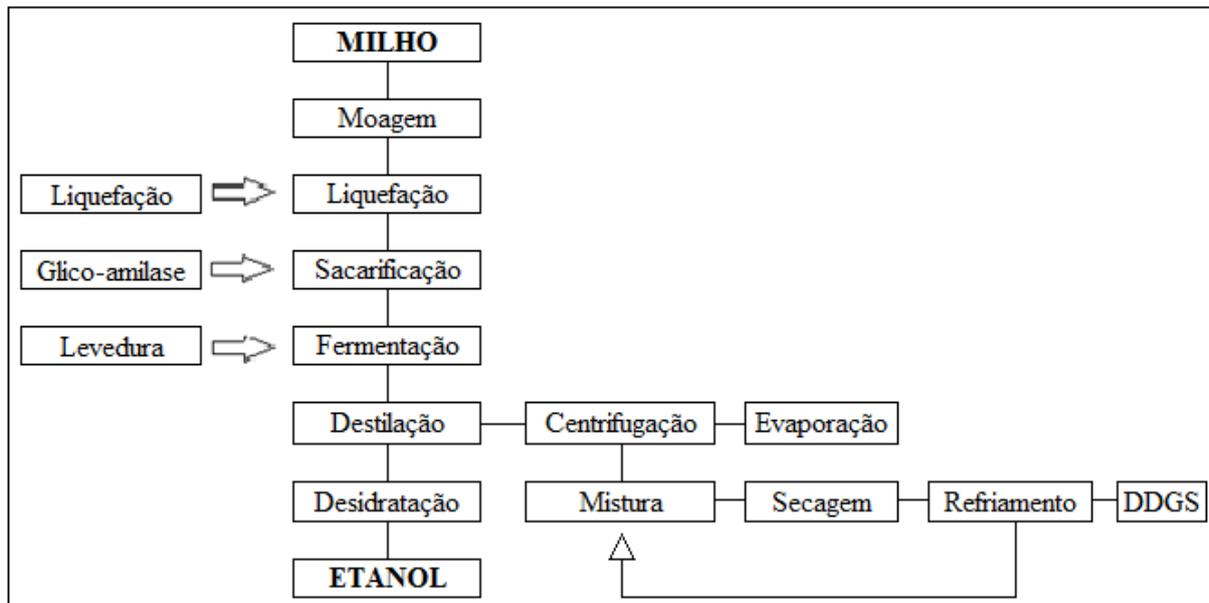


Figura 3. Fluxograma do processo via seca para a produção de bioetanol de milho.

Fonte: Adaptado BNDES e CGEE (2008).

A biomassa do milho (palha e espiga) também pode ser utilizada no processo de produção de etanol, conhecido por etanol de segunda geração, o etanol celulósico (BORTOLETTO e ALCARDE, 2015). Todavia, são encontradas limitações pela presença de lignina na palhada do milho o que acaba reduzindo as vantagens da produção de 2ª geração, fazendo com que este material seja utilizado em outras finalidades (BOWEN et al., 2010).

Comparativo entre matérias-primas na produção de etanol

O suficiente teor de açúcar ou amido de uma matéria-prima é capaz de torna-la apta para ser convertida em etanol. Na Tabela 1, pode-se observar a produtividade e eficiência do etanol para as matérias-primas mais utilizadas na fabricação do biocombustível. O milho é o que mais apresenta eficiência de etanol por tonelada de matéria-prima, porém necessita de uma maior área para sua produção quando comparado à cana-de-açúcar que produz muito mais biomassa por unidade de área (hectare) (BNDES e CGEE, 2008).

Tabela 1. Resumo dos dados de produtividade e eficiência, para as diferentes matérias-primas na produção de etanol

Matéria-Prima	Produtividade média da biomassa (t/ha⁻¹)	Eficiência de conversão de etanol (L/t)
Milho	7,5-10	360-460
Beterraba	13-100	100-110
Cana-de-açúcar	50-120	70-90

Fonte: Adaptado de MANOCHIO et al. (2017).

Aspectos econômicos e industriais do processamento de milho no Brasil

Alguns aspectos econômicos e industriais do processo de etanol de milho acabam tornando vantajosa sua produção no país tais como: a redução da ociosidade operacional (entressafra da cana-de-açúcar 90/120 dias/ano) nas destilarias/usinas flex, maior oferta de etanol (anidro e hidratado); redução na instabilidade de preços diminuindo a competitividade do etanol hidratado com a gasolina; vantagem sobre a cana-de-açúcar, pois o milho pode ser estocado podendo ser adquirido em épocas de preços mais atrativos; diminuição de riscos e gastos com transporte do grão pela maior demanda local e interna, além de uma maior disponibilidade de farelo, co-produto que poderá ser utilizado diretamente na alimentação animal como também na fabricação de rações. Sem contar ainda que o processamento industrial do álcool de milho é superior ao da cana-de-açúcar, sendo que uma tonelada de grãos de milho é capaz de processar 395 litros do biocombustível contra 90 litros do processamento da cana de açúcar (SOBRINHO, 2012).

Em contrapartida, analisando o custo energético total do processo produtivo e industrial do biocombustível produzido a partir do milho, Salla et al. (2009) verificaram na região de São Paulo, que durante a etapa de produção agrícola do milho o que mais onera são os custos com insumos, e nas etapas industriais, os custos mais representativos são as operações de hidrólise, sacarificação e tratamento do caldo, porém, mesmo assim observaram balanço energético positivo nas duas etapas.

Balanço energético do etanol de milho

Balanço energético pode ser definido como a energia contabilizada disponível e a energia consumida em determinado sistema de produção. Essa relação mostra a viabilidade da obtenção de energia nas mais variadas metodologias empregadas. No caso do etanol de milho o balanço energético possibilita a avaliação desde o processo produtivo da matéria-prima ao processo de fabricação de etanol, que tem demonstrado ser negativo na fase industrial em relação as demais matérias-primas, pois necessita de uma etapa a mais, a hidrólise do amido

para a obtenção de glicose, resultando em um gasto energético médio de 4MJ para cada litro de álcool produzido (MANOCHIO et al., 2017).

Além disso, existem ainda controversas sobre os reais benefícios ambientais do uso do etanol produzido a partir do milho. O benefício é inferior quando comparado pelo bioetanol provindo da cana-de-açúcar, uma vez que toda a energia utilizada no processamento do milho em etanol demanda em sua totalidade a energia de fontes fósseis o que regularmente ocorre nos EUA (PIMENTEL e PATZEK, 2005).

Considerações finais

A produção de etanol de milho no Brasil já é uma realidade e sua expansão, em médio e longo prazo dependerá do desprendimento produtivo e econômico do país.

A alta produtividade do milho, bem como o uso de tecnologias avançadas e a redução dos custos de produção, certamente logo farão com que o etanol de milho possa ser um complemento expressivo na oferta de biocombustíveis no país.

O processo de fabricação de etanol a partir do milho no Brasil é um processo inovador que necessita, sem dúvida de investimentos substanciais e sobretudo maiores estudos para obtenção do domínio das tecnologias que envolvem todo o processo, especialmente no âmbito do desempenho ambiental para que o balanço energético se torne favorável, fatores indispensáveis para confirmar sua viabilidade como biocombustível aqui produzido.

Referências

BALAT, M.; BALAT, H.; ÖZ. Progress in bioethanol processing. **Progress in Energy and Combustion Science**, vol. 34, pp. 551-573, 2008.

BNDES – BANCO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO; CGEE – CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (Org.). **Bioetanol de cana-de-açúcar: energia para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Bndes, ed. 1, 316 p, 2008.

BORTOLETTO, A. M.; ALCARDE, A. R. Dominante nos EUA, etanol de milho é opção, no Brasil, para safra excedente. **Rev. Visão Agrícola**, nº13, 2015.

BOWEN, E.; KENNEDY, S.C.; MIRANDA, K. **Ethanol from sugar beets: a process and economic analysis. 2010**. TCC (Graduação) - Curso de Bachelor Of Science, Worcester Polytechnic Institute, Hjgytt, 2010.

CANAL - JORNAL DA BIOENERGIA. **Produção de etanol de milho avança no Brasil**. Disponível em: <<http://www.canalbioenergia.com.br/etanol-de-milho-mato-grosso-se-destaca-na-producao/>>. Acesso em: 16/08/2017.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Quarto levantamento da safra brasileira de grãos da Conab e IBGE**. Brasil, 2017. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_01_11_11_30_39_boletim_graos_janeiro_2017.pdf>. Acesso em: 19/07/2017a.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Cana-de-açúcar – Fev. 2017. Brasil, 2017.** Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_03_23_17_00_58_conj.pdf>. Acesso em: 10/07/2017b.

GORREN, R. C. R. **Biocombustíveis – aspectos sociais e econômicos: comparação entre Brasil, Estados Unidos e Alemanha**. Dissertação (mestrado). Universidade de São Paulo, 2009.

IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Biofuels for transport: an international perspective**. Paris: International Energy Agency, 2004.

KINDBERG, L. An introduction to bioenergy: feedstocks, processes and products. **Natl. Sustain. Agric. Inf. Service**, pp.1-12, 2010.

LEFF, B.; RAMANKUTTY, N.; FOLEY, J. A. Geographic distribution of major crops across the world. **Global Biogeochem Cycles**, vol. 8, ed. 1, 2004.

LEITE, R. C. C.; LEAL, M. R. L. V. **O biocombustível no Brasil**. CEBRAP, 2007.

MANOCHIO, C.; ANDRADE, B. R.; RODRIGUEZ, R. P.; MORAES, B. S. Ethanol from biomass: A comparative overview. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. vol. 80, pp. 743-755, 2017.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Balanco Energético Nacional / Relatório Síntese - Ano Base 2015/2016, 2017.** Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/S%C3%ADntese%20do%20Relat%C3%B3rio%20Final_2017_Web.pdf> Acesso em: 06/11/2017.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Boletim mensal dos biocombustíveis**. Secretaria de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis Departamento de Biocombustíveis, n.106, 2016.

MUELLER, S. National dry mil corn ethanol survey. **Biotechnol Lett**, vol. 32, pp. 1261-1264, 2010.

PIMENTEL, D.; PATZEK, T. W. “Ethanol production using corn, switchgrass, and wood; biodiesel production using soybean and sunflower”. **Natural Resources Research**, v. 14 n.1, 2005.

RFA - RENEWABLE FUELS ASSOCIATION. **World Fuel Ethanol Production – 2016**. Disponível em: <<http://www.ethanolrfa.org/resources/industry/statistics/#1454099103927-61e598f7-7643>>. Acesso em: 06/07/2017.

SALLA, D. A.; FURLANETO, F. de P. B.; CABELLO, C.; KANTHACK, R. A. D. Estudo energético da produção de biocombustível a partir do milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, Online, 2009.

SOBRINHO, P. **Processo (simplificado) de produção de etanol de milho – Destilaria/Usina Flex – Abordagem descritiva de um novo potencial**. CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento/ Superintendência regional de Mato Grosso, Cuiabá/MT, Mar. 2012. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_03_28_12_11_19_007a-12_-_proc_simplificado_-_prod_etanol_-_milho-_mt.pdf>. Acesso em: 10/07/2017.

USDA - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **1º levantamento USDA da safra 2017/18. Maio 2017**. Disponível em: <www.fiesp.com.br/arquivo-download/?id=230971>. Acesso em: 19/07/2017.

WYMAN, C. E. Handbook on bioethanol: production and utilization. **Applied Energy Technology Series**. Washington: Taylor & Francis, 1996.

Recebido para publicação em: 01/12/2017

Aceito para publicação em: 04/12/2017

**Edição Especial: II Seminário de Engenharia de Energia na Agricultura
Acta Iguazu, v. 6, n. 5, p. 13-22, 2017.**