

ANÁLISE DA INSERÇÃO DOS PROJETOS DE PESQUISA DO BIOEN DENTRO DA CADEIA SUCROENERGÉTICA

D. S. F. Lamarca, S. S. Braga Junior^{*}, M. M. Magalhães

UNESP – Univ Estadual Paulista, Campus de Tupã, SP, Brasil

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo analisar como estão inseridos os projetos de pesquisa do Programa BIOEN – FAPESP dentro da linha de fomento Auxílio à Pesquisa – Programa BIOEN – Regular. Para a realização deste trabalho, foram levantadas as informações disponíveis na biblioteca virtual da Fapesp dentro do Programa BIOEN todos os projetos em execução. Para contextualizar o tema, foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre o setor sucroenergético com o propósito de identificar as áreas de atuação dos projetos dentro da cadeia produtiva (campo, indústria e logística). Como resultado, foi percebido que há baixos investimentos em algumas áreas da cadeia sucroenergética, mas com maior enfoque de projetos na etapa campo e na etapa da indústria, havendo espaço para pesquisas com enfoque na logística da cadeia.

Palavras chave: Bioenergia, Pesquisa e Desenvolvimento, Cadeia Sucroenergética.

ANALYSIS OF THE INTEGRATION OF RESEARCH PROJECTS OF BIOEN ORIENTED TO SUGARCANE CHAIN

ABSTRACT

This work aims to conduct analysis of the integration of research projects BIOEN - FAPESP Program, within the online promoting Research Assistance - BIOEN Program - Regular. To conduct this article, we sought in the virtual library within the BIOEN FAPESP Program, all projects for implementation and analysis was also performed a literature search to contextualize the sugarcane industry. As a result of this analysis, realized that there was little investment in some sectors of sugarcane chain, so there is room for more research in these areas, moreover, was to highlight the fact that a balance between the number of projects on stage and in the field occur step industry.

Keywords: Bioenergy, Research and Development, Sugarcane Chain.

* sergio@tupa.unesp.br

INTRODUÇÃO

O principal biocombustível atualmente que possui potencial para substituir a gasolina é o etanol, sendo assim nos últimos anos vêm sendo realizado vários estudos para aumentar sua produtividade no campo e também na indústria. As duas principais vantagens que esse combustível possui se comparado com a gasolina, é o fato de ser fabricado a partir de fontes renováveis, além de liberar uma menor quantidade de gases que contribuem com o efeito estufa e o aquecimento global (CORTEZ, 2010).

O BIOEN foi lançado em 2008 e teve como objetivo, o estímulo e a articulação de atividades de pesquisa e desenvolvimento utilizando laboratórios acadêmicos e industriais para promover o avanço do conhecimento e sua aplicação em áreas relacionadas à produção de Bioenergia no Brasil. Além da pesquisa acadêmica, o BIOEN estimulou parcerias para o desenvolvimento de atividades de pesquisa cooperativa entre universidades, institutos de pesquisa do Estado de São Paulo e empresas.

Dessa maneira, o programa segue em cinco linhas de pesquisa, sendo elas: (i) Biomassa para Bioenergia (cana-de-açúcar em particular); (ii) Processo de Fabricação de Biocombustíveis; (iii) Bio-refinarias e Alcoolquímica, (iv) Aplicações de Etanol para Motores Automotivos (motores de combustão internas e células-combustível) e; (v) Pesquisa sobre Impactos Socioeconômicos, Ambientais e do Uso da Terra.

Em um sistema complexo, como a indústria de bioenergia, os impactos de um projeto não dependem apenas de seu próprio desempenho, mas também sofrem influência do desempenho de outros projetos de P&D. Além disso, os sistemas complexos são geralmente desenvolvidos de forma distribuída por um grande número de cientistas e engenheiros que tomam decisões autônomas nas divisões do programa. Essas decisões podem influenciar o desempenho geral do programa, gerando pressão sobre

orçamento e cronograma, resultando no fracasso para obter-se as especificações esperadas para o sistema de uma forma geral (MIHM, LOCH E HUCHZERMEIER, 2003).

Neste cenário buscou-se identificar onde estão inseridos os projetos do BIOEN na cadeia sucroenergética da produção de bioetanol. Assim, este trabalho tem como objetivo realizar um mapeamento das áreas onde se insere uma seleção restrita de projetos de pesquisa e desenvolvimento do BIOEN, com o propósito de avaliar o enfoque dos projetos de pesquisa e suas áreas de atuação dentro da cadeia sucroenergética.

Foi utilizada a biblioteca virtual da Fapesp dentro do Programa BIOEN, aplicando o filtro em área de conhecimento, projetos na linha de fomento de Auxílio à Pesquisa – Programa BIOEN – Regular. Além disso, foi feita uma pesquisa bibliográfica para a elaboração da cadeia de produção do etanol e do processo de produção de etanol de 2ª geração, que atualmente está sendo considerado como uma das principais maneiras, para o aumento da produtividade deste combustível em larga escala (BUCKERIDGE, SANTOS E SOUZA, 2010).

Os resultados deste trabalho permitiram avaliar os impactos potenciais do programa BIOEN para o Estado de São Paulo e para a economia brasileira, gerando informação para a tomada de decisão para planos de negócios, os quais podem ser aplicados aos produtos e processos do BIOEN. Em função disso, percebeu-se que não existem projetos em alguns setores da cadeia sucroenergética, enquanto em outros possuem vários trabalhos, assim havendo espaço para pesquisa e desenvolvimento nessas áreas.

REVISÃO TEÓRICA

Será apresentada uma breve descrição sobre o setor sucroenergético para produção do biocombustível etanol,

buscando-se identificar os pontos em que estão inseridos os projetos de P&D do BIOEN, abrangendo as pesquisas em andamento e também as pesquisas que já foram concluídas no presente momento da elaboração deste trabalho.

Dentro desse contexto foi dado enfoque também a produção de etanol de 2ª Geração, que no momento está sendo considerado por muitos autores, como por exemplo, BUCKERIDGE et al., 2010 como uma das principais formas, para o avanço da produtividade deste combustível em grande escala.

PROCESSO DE PRODUÇÃO DE ETANOL

O Estado de São Paulo é responsável por cerca de 70% da moagem de cana-de-açúcar da região Centro-Sul. A agroindústria canavieira paulista desenvolveu-se a fortemente a partir dos investimentos iniciais na produção de etanol, por meio do Proálcool na década de 1970. Passou por um momento mais favorável à produção de açúcar na década posterior, seguida da fase de investimentos em cogeração de energia. No final dos anos 1990 voltou a focalizar na produção de açúcar por uma questão de equilíbrio de preços favoráveis em relação ao etanol. O crescimento do mercado dos carros *flex* e melhores preços do etanol hidratado, fez com que houvesse novamente o foco da agroindústria canavieira para a produção de etanol e energia elétrica nos anos 2000. Entre 2005 e 2008, foram instaladas 40 novas unidades industriais para produção de etanol hidratado no estado. Esses investimentos promovem efeitos multiplicativos ao longo da cadeia de suprimentos, na própria produção de cana-de-açúcar, na distribuição dos combustíveis, na cogeração de energia e desdobrando-se pela cadeia automobilística. A cana tornou-se a segunda principal fonte de energia primária depois dos derivados do petróleo (CARVALHO, 2010).

Atualmente, o processo predominante de produção de etanol a

partir da cana-de-açúcar é realizado por meio da fermentação alcoólica da sacarose. (BUCKERIDGE et al., 2010). O produto desse processo leva a denominação de etanol de primeira geração, assim como o etanol obtido a partir do amido de milho. As etapas de produção de etanol de cana de açúcar são apresentadas na Figura 2, ao lado do processo de produção do açúcar, combinação comum nas plantas industriais tradicionais. Na safra 2007/2008, 65% das usinas brasileiras eram mistas, moendo cerca de 86% da cana colhida (BRESSAN FILHO, 2008).

A produção de etanol de primeira geração atualmente é feita pela extração e fermentação do caldo obtido após a moagem, o qual entra no processo com aproximadamente 15% de sacarose e 15% de fibras. Entre a extração e a fermentação, o caldo passa por tratamentos químicos e físicos, nos quais é esterilizado e purificado. Após a fermentação, o etanol é separado da água por destilação. Parte da energia utilizada para que ocorra a produção do etanol vem da queima do bagaço da cana, obtendo-se assim um melhor aproveitamento da biomassa (BUCKERIDGE et al., 2010).

CADEIA SUCROENERGÉTICA

A cadeia de suprimentos se caracteriza como o processo de gestão, no qual a partir do fornecedor primário é gerado o fornecimento de produtos, serviços e informações que agregam valor ao cliente. Esse modelo de gestão envolve uma integração das operações de negócios, indo além da fronteira acerca dos assuntos que tratam somente sobre logística (COOPER et al., 1997).

A cadeia de suprimentos para fabricação do etanol e do açúcar, na qual também é conhecida como cadeia sucroenergética, está subdividida em quatro importantes etapas: Fase Campo, Logística, Fase Industrial e Distribuição. A Figura 1 ilustra todos os elos para a produção de álcool e açúcar.



Figura 1 - Cadeia Sucoenergética
 Fonte: Elaborado pelo autor a partir de fontes secundárias.

Fase Campo

A primeira etapa dessa cadeia é fundamental na fabricação de etanol, pois a partir do campo é produzida a matéria-prima cana de açúcar e, portanto é responsável por grande parte da eficiência do processo final. Dentro dessa fase de acordo com a Figura 1, estão compreendidos os seguintes passos: Plantação, Adubação, Maturação e Colheita.

Plantação

No desenvolvimento da produção de biocombustível para a fabricação de etanol, são necessários vários processos, entre eles os processos de plantio e colheita, no qual a cana de açúcar pode ser plantada a primeira vez, e conseqüentemente colhida várias vezes antes de um replantio. Além disso, dentro desses processos existe a proteção e adubação da matéria prima, que por sua vez pode ser feito por meio da aplicação de

herbicidas, pesticidas e fertilizantes, onde este último pode ser mineral ou também nutrientes resultantes da própria produção de etanol (CORTEZ & BRAUNBECK *apud* DOLZAN et al., 2008).

Para realizar o plantio da matéria-prima pode-se optar pelo processo manual ou mecanizado, podendo ser plantio direto ou convencional. No modo de plantio direto as palhas permanecem no campo e as mudas são colocadas por meio de uma operação de sulcagem. Na maneira convencional, são retiradas as palhas para efetuar o processo de aração e gradagem, seguido pela sulcagem (OMETTO, 2000).

Pelo fato de faltar mão de obra para o plantio manual e existir deficiências no plantio mecanizado, ocorre então à necessidade de haver mais pesquisa e desenvolvimento dos procedimentos de plantio (BRAUNBECK & MAGALHÃES, 2010).

Além dos tipos de plantio manual e mecanizado, RIPOLI (2006) afirma que existe o plantio semimecanizado, onde nesse sistema somente o processo de

sulcagem é de forma mecanizada e a distribuição de mudas é feita de forma manual.

Adubação

Após o plantio, existe a necessidade de se efetuar a adubação da planta, com a finalidade de obter maior ganho de produtividade e também repor os nutrientes retirados pela cana de açúcar, podendo manter ou aumentar a quantidade de nutrientes no solo ao longo dos anos (CANTARELLA et al., 2010).

Ainda segundo HEITOR CANTARELLA et al. (2010, p. 392): “A adubação adequada aumenta a produtividade da cultura, reduz a queda de produtividade entre os cortes e, assim, contribui para a maior longevidade do canavial.”

Dentre os principais produtos utilizados como adubo para a cana de açúcar, está à vinhaça, essa na qual é um líquido gerado após a destilação do vinho na Fase Industrial (Figura 1), onde é derivado da fermentação alcoólica do caldo de cana. Este produto é aproveitado como adubo orgânico, fazendo com que diminua a necessidade de efetuar gastos com outros fertilizantes minerais, já que possui vários elementos químicos importantes que são absorvidos pela cana (MUTTON et al., 2010).

Os principais nutrientes de que o solo necessita para uma boa produtividade de cana de açúcar é nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre, onde todos estes estão presentes na vinhaça, assim podendo utilizar diretamente os fertilizantes ou a própria vinhaça. Contudo, a vinhaça tem seu pH muito ácido e deve ser usada de maneira a não prejudicar o solo, pois se utilizada em excesso pode diminuir a qualidade da matéria-prima para as usinas (MUTTON et al., 2010).

Maturação

O ciclo de vida da cana de açúcar possui em média seis anos, sendo que a primeira fase tem uma duração entre 12 a

18 meses, conhecida como cana-planta, e nos próximos quatro anos conhecida como cana-soca, essa na qual já está na fase de colheita. Por fim é recuperada toda a área com o objetivo de se plantar novamente para ganhar boa produtividade (MACEDO et al., 2008).

Colheita

Assim como no plantio, a colheita também pode ser realizada de forma manual, semimecanizada ou mecanizada, contudo nos últimos anos devido a fatores como obter maior ganho na produtividade e gerar menor impacto ambiental, gradativamente têm se optado pelo corte mecanizado (BRAUNBECK & OLIVEIRA, 2006).

Além disso, a demanda por etanol nos próximos anos terá um aumento significativo, a partir disso existindo a necessidade de se aumentar a produtividade, e para que isso ocorra o setor industrial busca tecnologias que permitam o aproveitamento integral da cana de açúcar. Dessa forma, ao realizar a colheita da matéria-prima, é preciso que haja também a colheita da palha para aproveitamento total da biomassa (BRAUNBECK & MAGALHÃES, 2010).

É importante destacar que o processo de colheita mecanizado é mais vantajoso do que o procedimento de colheita manual, tanto do ponto de vista ergonômico, quanto econômico e também ambiental, pois esse tipo de corte não necessita da queima da cana para sua limpeza, fazendo com que não cause poluição e nem perca da biomassa (BRAUNBECK & MAGALHÃES, 2010).

Logística

O processo de Logística na cadeia sucroenergética é composto pelas etapas de carregamento, transporte e descarregamento. Assim, essa fase é fundamental na intersecção entre o procedimento da colheita no campo e descarregamento na usina.

Carregamento

Esta etapa pode ocorrer de duas maneiras, variando de acordo com o tipo de corte realizado, sendo manual ou mecanizado. Quando é feito por meio de corte manual, existe a necessidade de haver carregadoras para transportar a cana de açúcar que está no campo para o caminhão. Dessa maneira, o trator possui em sua parte

da frente um rastelo que, acionado hidraulicamente, empilha a cana e através de uma lança que tem uma garra hidráulica em sua ponta, ajunta a matéria prima e a transporta para o caminhão (GONÇALVES, 2012).

A Figura 2 representa a maneira de carregamento feita pelo corte manual, com o auxílio das carregadoras.



Figura 2 – Carregamento a partir do corte manual.

Fonte: UDOP (2014)

Entretanto, quando se tem o corte por mecanizado, existem duas máquinas para a realização deste processo. A primeira é a colheitadeira da cana, na qual realiza o corte e parte de sua trituração e logo em seguida é lançada para a segunda máquina, que por sua vez é um trator transbordo, na qual anda em uma

velocidade paralelamente com a colheitadeira, para que então posteriormente possa fazer o carregamento nos caminhões (GONÇALVES, 2012). A Figura 3 ilustra o corte mecanizado e o acompanhamento do trator transbordo.



Figura 3 - Carregamento em corte mecanizado.
Fonte: UDOP (2014)

Porém, o carregamento mecânico geralmente acumula matéria prima estranha como solo, pedras, animais mortos e pedaços de metal. Esses tipos de materiais indesejados podem alcançar até 15% da massa transportada em dias chuvosos, assim podendo comprometer todo o rendimento do sistema no ambiente interno da usina (GONÇALVES, 2012).

Transporte

Este processo é muito importante, pois pode reduzir a eficiência produtiva e comprometer o rendimento energético e ambiental da produção e se bem organizada evita estes tipos de gargalos no sistema produtivo. Além disso, deve-se iniciar a etapa de transporte juntamente as bases físicas agrícolas da agroindústria (RANGEL et al., 2008).

A matéria prima é carregada das máquinas para os caminhões, que por sua vez levam o produto até as unidades sucroalcooleiras. O transporte pode ser feito por caminhões, bi-trens ou treminhões, que possuam bom estado mecânico com o objetivo de não atrasar a chegada da cana até a usina (GONÇALVES, 2012).

Descarregamento

Após o transporte da matéria prima do campo até a indústria, é realizado o descarregamento juntamente com o processo de pesagem, para continuar a sequência da produção de açúcar e etanol.

Fase Industrial

Essa fase possui grande importância na cadeia, pois é onde ocorre o processo de transformação da matéria prima em açúcar ou etanol. Além disso, é uma das etapas juntamente com a fase campo que mais demanda por tecnologia e também possui diversificação nas usinas, podendo produzir somente açúcar ou apenas etanol e ainda os dois ao mesmo tempo.

Pesagem

O processo de pesagem é a primeira etapa da fase industrial, sendo assim quando ocorre à chegada da matéria prima na usina por meio de veículos de carga pesada, são direcionados a uma balança. Após essa fase, é feito o peso da carga total e depois descontado o peso do veículo

vazio e a partir disso realizado o pagamento para o produtor de acordo com a quantidade de cana de açúcar contida no veículo.

Lavagem

A lavagem tem como objetivo fazer a retirada de alguns materiais que estão incorporados ao colmo da planta durante o corte e o transporte, nos quais podem ser: areia, terra, palha, dentre outros. A água utilizada para realizar a lavagem da matéria prima é reaproveitada em outras fases da usina, assim evitando um desperdício maior de água (OMETTO, 2000).

A cana de açúcar colhida crua não contém tantas impurezas em seu colmo, dessa maneira conforme há tendências do aumento da mecanização dessa cultura, terá uma grande redução do uso de água nas usinas, incentivada também por tecnologias de limpeza a seco (BNDES & CGEE, 2008).

Moagem

O procedimento de moagem ocorre após a seção de lavagem da cana colhida, e a partir disso entra em um sistema de trituração e extração do caldo por compressão, podendo ter uma eficiência de 96% de recuperação do açúcar. O bagaço resultante deste processo é enviado para cogeração de energia elétrica, enquanto o caldo extraído no procedimento anterior é levado para tratamento de clarificação (Malpas et al., 2014).

Tratamento do Caldo

Após a extração do caldo, existe a necessidade de seu tratamento para coagulação, floculação e precipitação das impurezas, na qual são eliminadas pelo processo de decantação. Para que haja um tratamento mais completo, o caldo passa pelas etapas de calagem, aquecimento e decantação. Depois desse tratamento, o caldo é levado para a fase de evaporação, com a finalidade de obter os ajustes da

concentração dos açúcares (BNDES & CGEE, 2008).

As subetapas provenientes do tratamento do caldo geram a fabricação de açúcar, etanol hidratado e etanol anidro. Dessa maneira, as subetapas para obtenção de açúcar são: evaporação, cozimento, centrifugação e secagem e as subetapas para a produção de etanol são: fermentação, destilação e retificação, onde até esse ponto é feito o etanol hidratado e depois de um processo de desidratação é gerado o etanol anidro, no qual é utilizado como aditivo na gasolina.

Distribuição

O processo de distribuição do etanol também é um fator muito importante a ser considerado no Brasil, pois envolve toda a infraestrutura de modais de transporte, sendo necessário analisar quais são os melhores caminhos a fim de obter uma maior produtividade. Dentro do processo de distribuição, existem subprocessos que serão analisados a seguir, como: Estocagem, Transporte e Comercialização, onde neste último é dividido em mercado interno (varejo) e mercado externo utilizando terminais portuários para efetuar o escoamento.

Estocagem

A Agência Nacional do Petróleo – ANP, determinou por meio do art.8 da portaria n. 116, de 5 de julho de 2000, que somente as Distribuidoras deverão suprir os Postos de Abastecimento (Varejo), assim fazendo com que fique responsável pela aquisição do etanol, estocagem, transporte, comercialização e controle da qualidade do combustível, ou seja, possuindo um papel muito importante nesta etapa da cadeia de suprimentos.

Após a retirada do biocombustível da usina, é transportado então à base primária onde também ocorre entrega da gasolina e outros derivados de petróleo. Assim a Distribuidora deve possuir uma alta capacidade de estocagem para poder armazenar vários tipos de combustíveis e

atender sua demanda (SCANDIFFIO, 2010).

Transporte

O transporte para comercialização no mercado interno (varejo) ocorre em duas etapas, sendo a primeira entre elas, o deslocamento da usina onde fica estocado o produto para as bases distribuidoras e na segunda etapa é transportado das bases para os postos revendedores ou transportadores de pequenas empresas e produtores rurais (SCANDIFFIO, 2010).

Para o escoamento interno, existem vários tipos de modais de transporte que podem ser utilizados, entre eles estão: rodoviário, ferroviário, hidroviário e dutos. No entanto, o país possui sua matriz de transportes concentrada no modal rodoviário, sendo que é responsável por 60% das cargas transportadas atualmente, contra 25% do modal ferroviário e 14% do aquaviário (MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 2008).

No caso específico do transporte de etanol, o modal que predomina também é o rodoviário, porém com uma parcela de 90% do escoamento, contra aproximadamente 2% em dutos e o restante em outros tipos de modais, de acordo com o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos – CGEE (2006).

Segundo SCANDIFFIO (2010), para que ocorra o escoamento de grandes volumes de combustíveis renováveis é necessário a implementação de um novo desenho logístico no Brasil, para que se possa obter maior produtividade. E se analisarmos o caso de exportação, o escoamento do etanol é levado diretamente das usinas por meio das malhas rodoviárias para os terminais portuários, e a partir disso é transportado para os grandes consumidores por meio das embarcações.

Comercialização

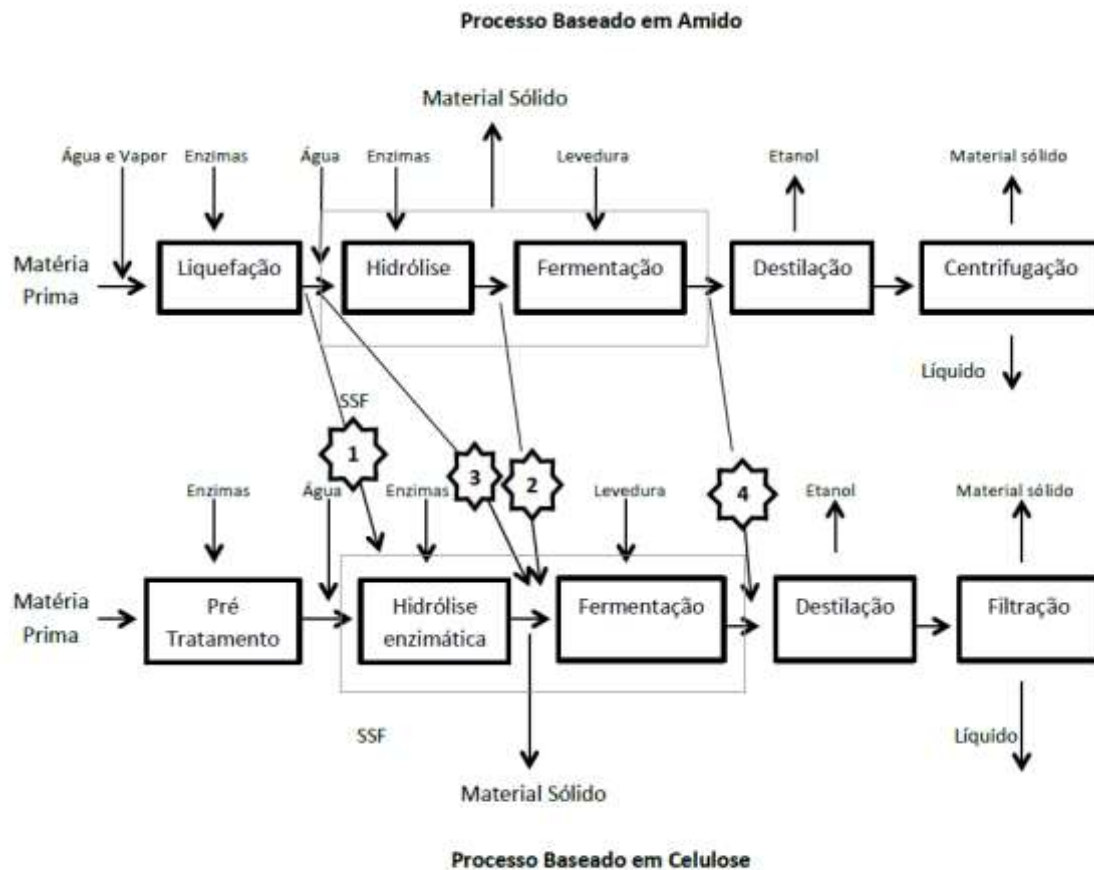
Como já citado na etapa de estocagem, a Distribuidora também é responsável pelo transporte e comercialização do produto. Dessa forma, o processo de comercialização é dividido em duas etapas: varejo e grandes consumidores (Figura 1).

Ainda na Distribuidora, ocorre o processo de mistura do álcool anidro na gasolina, e a partir disso são comercializados com o varejo os dois tipos de combustíveis. O varejo do mercado de etanol pode ser negociado diretamente com os postos revendedores, e ou com pequenas empresas e produtores rurais, que consomem em uma maior escala (SCANDIFFIO, 2010).

Quando se trata da comercialização com grandes consumidores para o mercado internacional, é feito então por meio dos terminais portuários, como já foi tratado no setor de transportes. Portanto, o etanol pode ser levado tanto da usina quanto dos pontos de distribuição aos portos, para serem enviados ao mercado externo.

PROCESSO DE PRODUÇÃO DE ETANOL DE 2ª GERAÇÃO

A biomassa que resulta da produção do etanol de primeira geração, que seria o bagaço da cana e a palha que sobra no campo, começa ganhar uma nova importância que não é somente a de produzir energia elétrica para as usinas, e sim de aumentar a produção de etanol. Esse processo é conhecido como etanol de segunda geração, na qual a partir dessa biomassa se produz o etanol celulósico (Figura 4).



Fonte: Original de Galbe e Zacchi (2010:698).

Figura 4 - Fluxograma esquematizado dos possíveis pontos de integração entre produção de bioetanol de primeira e segunda geração

Para a sua produção é necessário um pré-tratamento, no qual se abre as fibras do bagaço e assim obtém-se a polpa para passar pelo processo de hidrólise por enzimas que quebram a lignina encontrada nos açúcares, para que então estes fiquem livres e possam entrar em um processo de fermentação como ocorre no processo de primeira geração.

Esse etanol possui as mesmas características do etanol produzido pela fermentação da sacarose, sendo uma maneira de se conseguir aumentar a produção de etanol na mesma área de plantio. A produção desse etanol já é possível em laboratórios, porém ainda não é viável economicamente planta produtiva de larga escala (BUCKERIDGE et al., 2010).

No entanto, no mês de setembro de 2014, iniciou-se a produção de etanol de

segunda geração em escala comercial na cidade de São Miguel dos Campos situada no estado de Alagoas, sendo produzido pela empresa de biotecnologia Granbio e possuindo capacidade de produzir 82 milhões de litros por ano (UNICA, 2014).

PROGRAMA DE PESQUISA EM BIOENERGIA (BIOEN)

O programa de Pesquisa em Bioenergia (BIOEN) iniciado em 2008, fomentado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, tem como objetivo apoiar atividades de pesquisa e desenvolvimento, através de laboratórios acadêmicos e industriais para desenvolver o conhecimento e sua aplicação em setores relacionados à produção de bioenergia no país (FAPESP, 2014).

Para o desenvolvimento dos projetos de pesquisa relacionados ao BIOEN, fica a existência de um pesquisador principal vinculado a instituições superiores de ensino e pesquisa no Estado de São Paulo, onde a seleção é realizada pela análise dos dois pesquisadores (FAPESP, 2014).

Como já citado anteriormente, o programa BIOEN é dividido em cinco linhas de pesquisa, sendo elas: (i) Biomassa para Bioenergia (cana-de-açúcar em particular); (ii) Processo de Fabricação de Biocombustíveis; (iii) Bio-refinarias e Alcoolquímica, (iv) Aplicações de Etanol para Motores Automotivos (motores de combustão internas e células-combustível) e; (v) Pesquisa sobre Impactos

Socioeconômicos, Ambientais e do Uso da Terra.

Dentro do programa de Pesquisa em Bioenergia da Fapesp (BIOEN), existem 53 auxílios à pesquisa em andamento e 89 auxílios à pesquisa concluídos. Em relação às bolsas é possível afirmar que existem: 77bolsas no país em andamento, 261 bolsas no país concluídas, 4 bolsas no exterior em andamento e 12 bolsas no exterior concluídas (FAPESP, 2014). Todos os investimentos geram uma totalidade de 496 auxílios e bolsas e podemos identificar por meio do Gráfico 1, a variação da quantidade de financiamentos fomentados pela FAPESP para o programa BIOEN desde seu início até o presente momento.

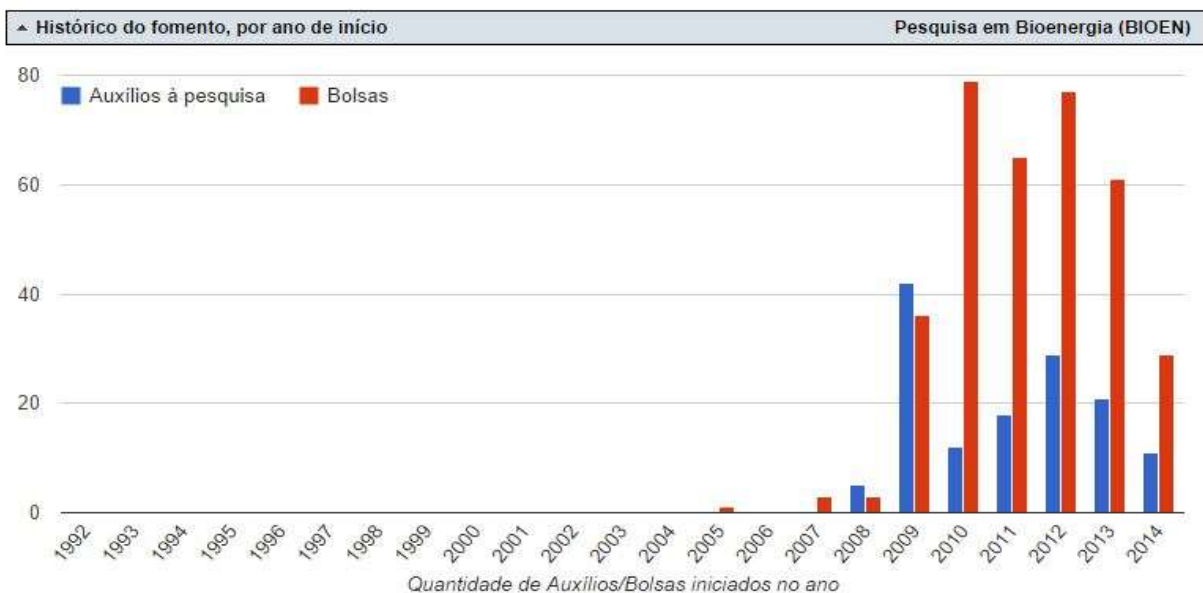


Gráfico 1 – Quantidade de Auxílios e Bolsas iniciados por ano

Fonte: Biblioteca Virtual da FAPESP.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os trabalhos analisados estão dentro da linha de fomento Auxílio à Pesquisa – Programa BIOEN – Regular totalizando 51 projetos. A partir disso, foram analisados os pontos de inserção dos

projetos dentro da cadeia de suprimentos sucroenergética, e levando em consideração às áreas de maior impacto dentro da cadeia. No Gráfico 2, encontra-se a distribuição da quantidade de linha de fomento de Auxílio à Pesquisa – Programa BIOEN – Regular iniciados por ano.

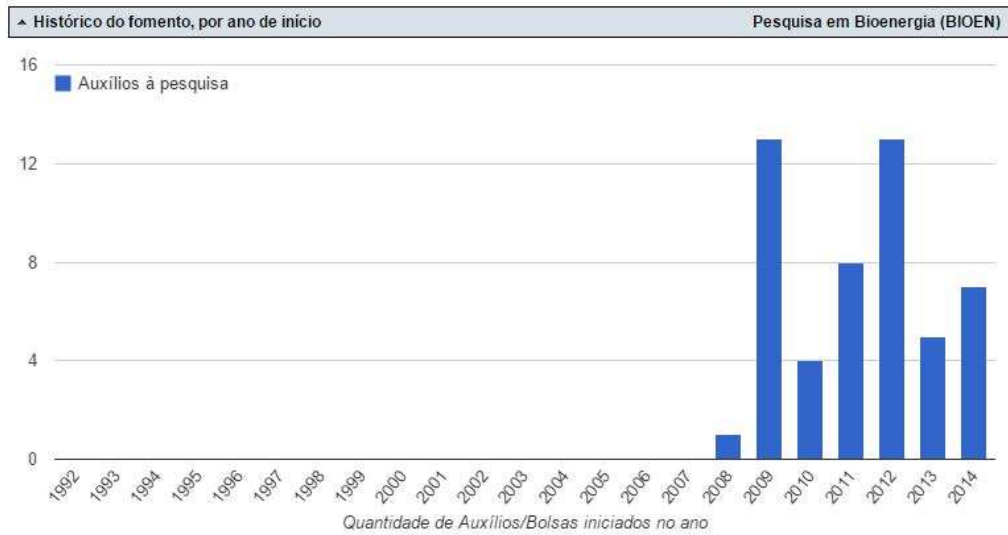


Gráfico 2 – Quantidade de Auxílios à Pesquisa – Programa BIOEN – Regular iniciado por ano.

Fonte: Biblioteca Virtual da FAPESP

Este conjunto de 51 projetos possui 17 trabalhos em andamento e 34 trabalhos finalizados, além disso, pode ser classificado por Grande Área do Conhecimento, Área do Conhecimento e

também Subárea do Conhecimento. No Quadro 4, é possível analisar essa distribuição dos trabalhos de acordo com cada uma das classificações.

N. Processo	Grande Área do Conhecimento	Área do Conhecimento	Subárea do Conhecimento
11/51749-6	Ciências Agrárias	Agronomia	Ciência do Solo
11/14372-1	Ciências Agrárias	Agronomia	Ciência do Solo
11/03487-2	Ciências Agrárias	Agronomia	Ciência do Solo
11/08458-0	Ciências Agrárias	Agronomia	Fitossanidade
10/16173-3	Ciências Agrárias	Agronomia	Fitotecnia
11/50661-8	Ciências Agrárias	Agronomia	Fitotecnia
11/13182-4	Ciências Agrárias	Agronomia	Fitotecnia
08/58029-6	Ciências Agrárias	Agronomia	Fitotecnia
08/57068-8	Ciências Agrárias	Agronomia	Fitotecnia
13/50940-0	Ciências Agrárias	Agronomia	
13/17497-5	Ciências Agrárias	Ciência e Tecnologia de Alimentos	Engenharia de Alimentos
11/51707-1	Ciências Agrárias	Ciência e Tecnologia de Alimentos	Engenharia de Alimentos
08/58047-4	Ciências Agrárias	Ciência e Tecnologia de Alimentos	Engenharia de Alimentos
10/52139-4	Ciências Agrárias	Engenharia Agrícola	Engenharia de Água e Solo
12/19958-7	Ciências Agrárias	Engenharia Agrícola	Máquinas e Implementos Agrícolas
13/50942-2	Ciências Agrárias	Engenharia Agrícola	
13/50943-9	Ciências Agrárias	Engenharia Agrícola	
11/02817-9	Ciências Agrárias	Engenharia Agrícola	
12/50153-5	Ciências Biológicas	Bioquímica	Biologia Molecular
08/56027-6	Ciências Biológicas	Bioquímica	Bioquímica de Microorganismos
11/52061-8	Ciências Biológicas	Bioquímica	Metabolismo e Bioenergética
08/58032-7	Ciências Biológicas	Bioquímica	Metabolismo e Bioenergética
11/23264-8	Ciências Biológicas	Genética	Genética Vegetal
08/57923-5	Ciências Biológicas	Genética	Genética Vegetal
08/56119-8	Ciências Biológicas	Genética	Genética Vegetal
08/57937-6	Ciências Biológicas	Microbiologia	Biologia e Fisiologia dos Microorganismos
12/51533-6	Ciências Biológicas	Microbiologia	Microbiologia Aplicada
10/51989-4	Ciências Biológicas	Microbiologia	Microbiologia Aplicada
10/50473-4	Ciências Biológicas	Microbiologia	Microbiologia Aplicada
08/58077-0	Ciências Biológicas	Microbiologia	Microbiologia Aplicada
08/56247-6	Ciências Biológicas	Microbiologia	Microbiologia Aplicada
08/58195-3	Ciências Exatas e da Terra	Física	Física dos Fluidos, Física de Plasmas e Descargas Elétricas
08/57942-0	Ciências Exatas e da Terra	Matemática	Matemática Aplicada
08/57940-7	Ciências Exatas e da Terra	Química	Físico-química
12/00258-5	Ciências Exatas e da Terra	Química	Química Analítica
13/23886-4	Ciências Exatas e da Terra	Química	
13/50206-4	Ciências Exatas e da Terra	Química	
13/50950-5	Ciências Sociais Aplicadas	Economia	Economias Agrária e dos Recursos Naturais
11/51769-7	Ciências Sociais Aplicadas	Economia	Economias Agrária e dos Recursos Naturais
10/00442-5	Engenharias	Engenharia Mecânica	Fenômenos de Transportes
08/56066-1	Engenharias	Engenharia Nuclear	Aplicações de Radioisótopos
07/59776-7	Engenharias	Engenharia Química	Processos Industriais de Engenharia Química
12/00639-9	Engenharias	Engenharia Química	Tecnologia Química
13/12735-5	Engenharias	Engenharia Química	
08/58033-3	Engenharias	Engenharia Sanitária	Saneamento Ambiental
12/17002-3	Engenharias	Engenharia Sanitária	Tratamentos de Águas de Abastecimento e Residuárias
12/09785-8	Engenharias	Engenharia Sanitária	Tratamentos de Águas de Abastecimento e Residuárias
12/51496-3	Engenharias	Engenharia Sanitária	
12/23765-0	Interdisciplinar		
11/51710-2	Interdisciplinar		
09/53161-6	Interdisciplinar		

Quadro 4 – Distribuição dos Auxílios por Níveis de Conhecimento.**Fonte:** Compilado a partir dos dados originais da FAPESP (2014).

Dessa maneira, foi possível identificar que 20 pesquisas estão compreendidas na Fase Campo e 17 pesquisas na Fase Industrial, sendo que não foi identificado nenhum trabalho em Logística e Distribuição. Contudo, 14 trabalhos não abordam especificamente áreas dentro de um elo da cadeia sucoenergética, sendo assim analisando várias partes da cadeia de forma geral ou outros fatores que abordam a produção de bioenergia.

Também se destaca o fato de existir cerca de 50% dos projetos estarem relacionados diretamente com o estudo da terra, assim sendo analisados na Grande

Área do Conhecimento os temas Ciências Agrárias e Ciências Exatas e da Terra. Além disso, na Área do Conhecimento ao juntar-se os trabalhos de Agronomia, Engenharia Agrícola e Química somam 19 projetos, representando grande parte das pesquisas e assim comprovando o grande interesse no campo.

Na Fase Industrial, percebeu-se que houve uma maior relevância em pesquisas que abordam sobre o processo de fabricação do etanol de 2ª Geração e também sobre o resíduo de todo o processo industrial, denominado vinhaça, envolvendo as Áreas do Conhecimento

como: Ciência e Tecnologia de Alimentos

e Engenharia Sanitária.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É possível perceber que há uma maior quantidade de projetos na Fase Campo se comparado com a etapa da Fase Industrial, no entanto é uma quantidade muito pequena em relação às totalidades de projetos, dessa forma ocorrendo um equilíbrio entre essas duas etapas.

É fortemente abrangida a Fase Campo, especialmente estudos sobre o solo, sendo que grande parte dos projetos analisam esta etapa. Já na Fase Industrial, os projetos sobre etanol de 2ª Geração se destacam cada vez mais, por ser uma das principais maneiras de aumentar a produtividade desta cadeia, além disso, há vários estudos sobre o tratamento da

vinhaça após sua saída da usina. Dessa forma, provando que existe uma importância muito grande com os modos de como aumentar a produção e também como tratar o restolho de todo o procedimento.

Contudo, etapas importantes em uma cadeia de suprimentos como Logística e Distribuição não possuem trabalhos dentro do programa BIOEN, e assim existindo a necessidade de haver mais Pesquisa & Desenvolvimento acerca dessas duas fases, com o objetivo de obter ganhos representativos de produtividade no setor.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS– ANP. Panorama atual da indústria brasileira de álcool combustível: avaliação do arcabouço regulatório da ANP referente à movimentação do produto. Superintendência de comercialização e movimentação de petróleo, seus derivados e gás natural, jun. 2007.

BNDES. (2008). Bioetanol de cana-de-açúcar: energia para o desenvolvimento sustentável(p. 316). Rio de Janeiro: BNDES e CGEE. Disponível em: <<http://www.bioetanoldecana.org>>. Acessado em: 13 out 2014.

BNDES, CGEE. (2008). Bioetanol de Cana-de-Açúcar – Energia para o desenvolvimento sustentável. (BNDES) (1 ed., p. 316). Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.bioetanoldecana.org>>. Acessado em: 13 out 2014.

CORTEZ, Luís Augusto Barbosa. Bioetanol de cana-de-açúcar: P&D para produtividade e sustentabilidade. Blucher, 2010.

BRAUNBECK, O. A.; OLIVEIRA, J. T. A. Colheita de Cana-de-Açúcar com Auxílio Mecânico. **Eng. Agrícola** Jaboticabal, v. 26, n 1, jan-abr, p. 300-308, 2006.

BRESSAN FILHO, A. Perfil do setor do açúcar e do álcool no Brasil, situação observada em novembro de 2007, abril/2008. Brasília: Conab, 2008. 76p.

BUCKERIDGE, M. S.; SANTOS, W. D.; SOUZA, A. P. As rotas para o etanol celulósico no Brasil. *In*: CORTEZ, L. A. B. (coord.) Bioetanol de cana-de-açúcar: P&D para produtividade e sustentabilidade. São Paulo: Blucher, 2010. p.365-380.

CANTARELLA, H. Manutenção da Fertilidade e Recuperação dos Solos na Cultura da Cana-de-Açúcar. *In*: CORTEZ,

- L. A. B. (coord.) Bioetanol de cana-de-açúcar: **P&D para produtividade e sustentabilidade**. São Paulo: Blucher, 2010. p. 381-404.
- CARVALHO, L. C. C. Evolução do Setor Cana no Estado de São Paulo. *In*: CORTEZ, L. A. B. (coord.) Bioetanol de cana-de-açúcar: **P&D para produtividade e sustentabilidade**. São Paulo: Blucher, 2010. p.53-62.
- COOPER, M. C.; LAMBERT, D. M.; PAGH, J. D. Supply Chain Management and the Implications for Purchasing and Logistics Strategy. *The International Journal of Logistics Management*, Vol 4 Iss 1 p. 1 – 14, 1997. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/doi/pdfpl us/10.1108/09574099710805556>>. Acessado em: 15 out 2014.
- DOLZAN, P. et al. The sustainability of Brazilian ethanol – An assessment of the possibilities of certified production. **Biomass and Bioenergy**. p. 781-813, 2008.
- FUNDAÇÃO DE AMPARO A PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO (FAPESP). Pesquisa em Bioenergia (BIOEN). São Paulo: FAPESP. 2014. Disponível em: <http://www.bv.fapesp.br/pt/16/pesquisa-em-bioenergia-bioen/>. Acesso em: 20 out 2014.
- GALBE, M.; ZACCHI, G. Produção de etanol a partir de materiais lignocelulósicos. *In*: CORTEZ, L. A. B. (coord.) Bioetanol de cana-de-açúcar: **P&D para produtividade e sustentabilidade**. São Paulo: Blucher, 2010. pp.697-716.
- GONÇALVES, D. A. Análise Logística e Ambiental no Sistema de Corte, Carregamento e Transporte da Cana-de-Açúcar. 2012. p. 67. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira, 2012.
- MACEDO, I. D.; SEABRA, J. E.; SILVA, J. E. Green house gases emissions in the production and use of ethanol from sugarcane in Brazil: The 2005/2006 averages and a prediction for 2020. **Biomass and Bioenergy**. p. 582-595, 2008.
- MALPAS, R. et al., Economic and GHG emissions analyses for sugarcane ethanol in Brazil: Looking forward. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. p. 571-582, 2014.
- MIHM, J.; LOCH, C.; HUCHZERMEIER, A. Problem-solving oscillations in complex engineering projects. **Management Science, Providence**, v.46, n.6, p.733-750, June 2003.
- MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – Dnit. Disponível em: <<http://transportes.gov.br.>>, 2008.
- MUTTON, M. A.; MUTTON, M. J. R.; ROSSETTO, R. Utilização Agrícola da Vinhaça. *In*: CORTEZ, L. A. B. (coord.) Bioetanol de cana-de-açúcar: **P&D para produtividade e sustentabilidade**. São Paulo: Blucher, 2010. p. 423-440.
- OMETTO, A. R. (2000). Discussão sobre os fatores ambientais impactados pelo setor sucroalcooleiro e a certificação socioambiental. São Carlos, SP: Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos.
- RANGEL, J. J. A. et al. Simulação computacional para análise do frete no transporte de cana de açúcar: um estudo de caso no Estado do Rio de Janeiro. **Sistemas & Gestão**, Niterói, v.3, n. 3, p. 250-261, setembro a dezembro de 2008.
- RIPOLI, T.C.C.; RIPOLI, M.L.C.; CASAGRANDE, D.V. Plantio de cana-de-açúcar: estado da Arte. Piracicaba: Ed. dos Autores, 216 p. 2006.
- SCANDIFFIO, M. I. G. Logística para Escoamento do Etanol. *In*: CORTEZ, L. A. B. (coord.) Bioetanol de cana-de-açúcar: **P&D para produtividade e**

sustentabilidade. São Paulo: Blucher, 2010. pp. 785-800.

UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA DE AÇÚCAR - UNICA. Indústria Brasileira de Cana-de-Açúcar: Uma Trajetória de Evolução. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/linhadotempo/index.html>> Acesso em: 20 out 2014.

UNIÃO DOS PRODUTORES DE BIOENERGIA - UDOP. Produção de etanol no Estado de São Paulo. São Paulo: [s.n.], 2012. Disponível em <<http://www.udop.com.br/index.php?item=biblio.>>Acessado em: 3 Jun. 2014.