

Processo produtivo do etanol de segunda geração usando bagaço de cana-de-açúcar

Luana Saemi N. A. Murakami, (EPA, UNESPAR/Campus de Campo Mourão)
saemiluana_@hotmail.com

Gustavo A. Bombana, (EPA, UNESPAR/Campus de Campo Mourão)
gustavobombana@outlook.com

Graziela S. Affonso, (EPA, UNESPAR/Campus de Campo Mourão)
graziela.smak@hotmail.com

Resumo: O presente artigo tem por objetivo descrever o processo produtivo do etanol de segunda geração, que é gerado através dos resíduos da cana de açúcar da produção do etanol. O trabalho foi realizado entre o período de junho e julho de 2016 e estruturado com base em pesquisas bibliográficas, em meios virtuais, livros e artigos. Muitos resíduos são gerados na produção de etanol e uma forma de utilizá-los é produzindo etanol de segunda geração, onde é realizado um pré-tratamento para desestruturar as fibras do bagaço da cana em lignina, hemicelulose e celulose, depois é feita a hidrólise enzimática que converte a celulose em açúcar solúvel, a fermentação é a fase seguinte, que consiste em converter o açúcar em etanol que é purificado na etapa da destilação e enviado para ser comercializado. Porém, para obter um bom etanol de segunda geração é preciso que a matéria-prima seja a adequada, para se ter maior produtividade durante as etapas do processos de produção.

Palavras-chave: Bagaço; Resíduo; Biocombustível.

1. Introdução

Atualmente, a elevação demasiada nos preços dos combustíveis fósseis e sua possível escassez tem levado a busca por combustíveis alternativos que diminuam a demanda mundial por combustíveis fósseis e que também reduzam a carga poluidora gerada pelos combustíveis tradicionais (ROSSI, et. all, 2008). Para minimizar tais problemas ocorreu um aumento na produção e uso dos biocombustíveis que podem ser gerados a partir de biomassa como o biodiesel e o etanol, podendo ser o etanol de primeira ou segunda geração. Dentre os biocombustíveis denomina-se como de “segunda geração” aqueles gerados a partir de resíduos de outros processos produtivos, sendo um exemplo o etanol de segunda geração que é produzido à partir do bagaço de cana-de-açúcar, principal resíduo da indústria sucroalcooleira na produção de etanol de primeira geração.

O Brasil tem grande aptidão para atividade sucroalcooleira e na safra 2015/16 se configurou como o maior produtor mundial de cana-de-açúcar e também de açúcar e etanol (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, 2016). Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB (2016), na safra 2015/16 foram produzidos e destinados ao setor sucroalcooleiro 665,6 milhões de toneladas em colmos de cana-de-açúcar. Dentro da produção de estima-se que foram gerados 90 milhões de bagaço da cana-de-açúcar de alto valor energético.

O presente artigo tem por objetivo relatar o processo produtivo do etanol de segunda geração, descrevendo sequencialmente as etapas de pré-tratamento, hidrólise enzimática, fermentação e destilação necessárias à conversão dos resíduos da cana-de-açúcar durante a colheita à produção de um biocombustível depois do processamento industrial.

2. Metodologia

O presente artigo foi realizado no período de junho e julho de 2016, pelos alunos da disciplina de Fatores de Produção do curso de Engenharia de Produção Agroindustrial da Universidade Estadual do Paraná – *Campus* Campo Mourão.

A pesquisa caracteriza-se como qualitativa, pois descreve as etapas da produção do etanol de segunda geração, bem como a utilização dos resíduos da indústria sucroalcooleira neste processamento.

Para a descrição do processo foi feita pesquisas bibliográficas, consultando materiais referentes ao assunto do ano de 2006 a 2016, em meio virtual, livros e artigos.

3. Resíduos da indústria sucroalcooleira

Segundo Novacana (2006), dentro do processamento da cana para produção sucroalcooleira, a cana é moída por rolos trituradores, produzindo um líquido chamado melado. Cerca de 70% do produto original viram esse caldo, enquanto os 30% da parte sólida se transforma em bagaço.

Segundo Santos (2012 apud BETANCUR & PEREIRA JR, 2010; FUJITA et al., 2004) este material, constituído por celulose, hemicelulose e lignina, compõe em média, 28% do peso da cana de açúcar. A hemicelulose e a celulose são fontes potenciais de glicose, que é um açúcar que pode ser transformado em etanol através de técnicas que permitam a sua extração seletiva, como a hidrólise, que será abordadas nesse trabalho posteriormente.

A Companhia Nacional de Abastecimento estima que a produção de cana-de-açúcar deva crescer 3,8% em relação a safra 2015/16 e atingir 690,98 milhões de toneladas. (CONAB, 2016).

Segundo Nova Cana (2006), cada tonelada de colmos de cana-de-açúcar produz, aproximadamente, 140 kg de bagaço (massa seca), com esses dados é possível estimar que na safra 2016/17 serão gerados 96,737 milhões de toneladas de massa seca.

Segundo Rosa e Garcia (2009) a eficiência da hidrólise da celulose, (processo adotado para obtenção do etanol de segunda geração) é em torno 75% a 80%. Isso significa, que uma tonelada de bagaço seco (37% de celulose) permitiria a obtenção de 300 a 350 litros de etanol. Cruzando esses dados, podemos concluir que se todo bagaço gerado na safra 2016/17 fosse convertido em etanol de segunda geração, seria possível produzir 29 bilhões de litros de etanol de segunda geração, esse valor significa praticamente dobrar a produção de etanol estimada pela CONAB na safra 2016/17, de 30 bilhões de litros.

3.1. Etapas do processo do etanol de 2ª geração

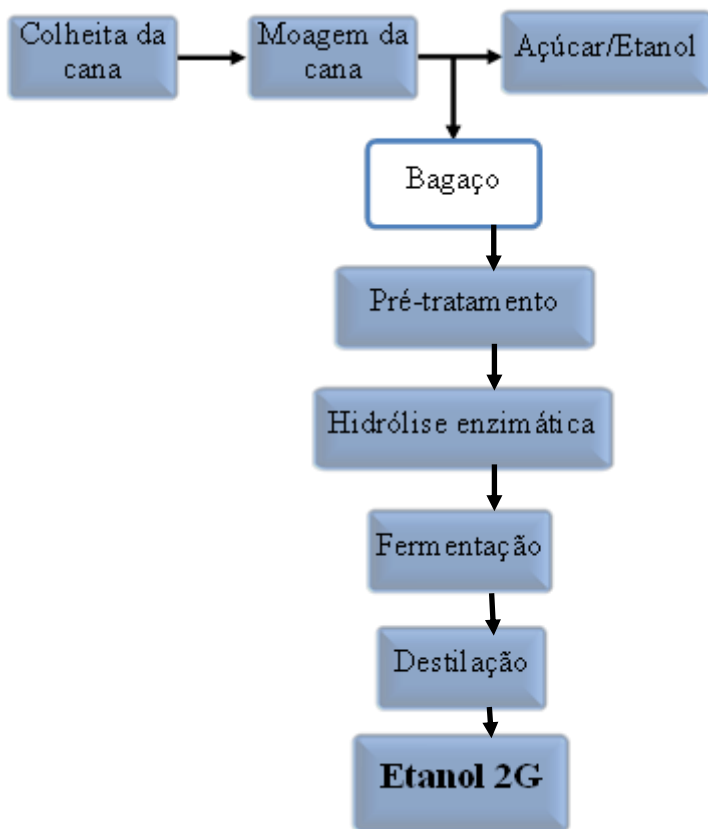


FIGURA 1 – Etapas dos processo de produção do etanol 2G.

3.1.1. Pré-tratamento

Para o pré tratamento é essencial que o bagaço da cana-de-açúcar esteja sem matéria mineral inerte, como terra, areia, partículas magnéticas ou material estranho e também que o bagaço seja separado em frações por tamanho, contendo maior superfície de contato, para uma maior eficácia na hora de passar pela etapa de hidrólise (NOVA CANA, 2010).

O pré-tratamento se consiste em desestruturar as fibras da biomassa lignocelulósica (bagaço), pois o bagaço não é homogêneo e apresenta variações na composição e estrutura morfológica (NOVA CANA, 2006). Então a biomassa é separada em bagaço pré-tratado, que é a parte sólida do bagaço e é composto por celulose e lignina, e em licor de pré-tratamento, que é a parte líquida do bagaço e é composto por hemicelulose e lignina, antes de passar para a etapa de hidrólise enzimática (COSTA, 2008).

O pré-tratamento pode ser físicos (redução mecânica e micro-ondas) ou químicos (utilizando ácidos, bases ou solventes orgânicos). O tipo de pré-tratamento promove a eficiência da hidrólise enzimática, onde o tipo de tratamento pode apresentar diversos efeitos e rendimentos (CHEMMÉS et. al., 2013). Nessa etapa é essencial que se separe o máximo de lignina possível da celulose e hemicelulose, para um melhor rendimento na etapa posterior (SANTOS et. al., 2012).

O pré-tratamento de redução mecânica consiste-se em diminuir o tamanho da partícula moendo ou peneirando a mesma, para obter uma maior superfície de contato. O método com micro-ondas utiliza um forno micro-ondas com alto aquecimento, e gera calor interno no bagaço, fazendo com que haja vibrações nas ligações da composição, separando-as (CHEMMÉS et. al., 2013).

O método químico se difere na utilização de compostos inorgânicos ou orgânicos misturados ao bagaço, podendo ser bases, ácidos, solventes orgânicos e todos eles podendo ser diluídos ou não. O pré-tratamento químico modifica a estrutura da composição do bagaço, podendo facilitar a conversão em açúcares na hidrólise. Quando é feito o pré-tratamento químico é preciso controlar a temperatura, pois em temperaturas altas se pode degradar açúcar e formar produtos tóxicos (LORENCINI, 2013).

3.1.2. Hidrólise Enzimática

Para a hidrólise, é essencial que as condições do processos estejam de acordo, como: a temperatura, concentração enzimática, substrato escolhido, quantidade de cada composto do substrato, entre outros (RABELO, 2010).

Na hidrólise enzimática ocorre a conversão da celulose, separado da biomassa no pré-tratamento, em açúcares solúveis através da catalização por meio de um coquetel enzimas específicas (RAIZEN, 2014).

A hidrólise enzimática ocorre em temperaturas de 40 a 50°C, considerada baixa e apresenta baixa formação de subprodutos de degradação, o que representa os altos custos da produção são as enzimas (RABELO, 2007). As enzimas são utilizadas somente uma vez para a conversão de celulose para glicose, pois são solúveis em água e acabam sendo descartadas no fim do processo, então é preciso (COLLARES, 2014).

3.1.3. Fermentação

Segundo Silva, Jesus e Couto (2010), a fermentação alcoólica é a transformação de açúcares em álcool etílico (etanol) e gás carbônico (CO₂) pela ação de um determinado grupo de organismos. No caso do etanol de segunda geração, a glicose é obtida da etapa anterior, pela hidrólise enzimática.

Segundo Novacana (2006), o licor obtido no processo de hidrólise é submetido a uma fermentação alcoólica, feita em dornas agitadas, que são reatores com agitadores para processamento do etanol. Podem ser empregadas a levedura *Saccharomyces cerevisiae* como agente de fermentação, devido a suas características que o tornam eficiente para fermentação industrial de açúcares redutores a etanol.

Para Pacheco (2011), a seleção de linhagens e melhoria das características de microrganismos garantem maior eficiência fermentativa, ou seja, a velocidade de fermentação é maior, bem como a eficiência de conversão, resistência ao álcool, pH e antissépticos.

3.1.4. Destilação

Após fermentado, obtém-se um vinho fermentado, que já possui etanol em sua composição, porém precisa ser separado. Segundo Novacana, (2006), deve-se separar essa mistura, utilizando-se da destilação. Nesse processo, o líquido é colocado em colunas de destilação, nas quais ele é aquecido até se evaporar. Esse vapor passa por uma etapa de condensação, voltando ao estado líquido obtendo-se o etanol. Com isso, fica pronto o álcool hidratado, usado como etanol combustível, com grau alcoólico em cerca de 96%.

4. Considerações Finais

Conclui-se a partir dos dados de produção de cana-de-açúcar e de resíduos da mesma que, o bagaço da cana-de-açúcar antes descartado da produção de biocombustível logo após a moagem da cana-de-açúcar obtém alto valor comercial quando é submetido a um processamento específico, onde os resultados satisfatórios na produção do biocombustível justifica e viabiliza a produção do etanol de segunda geração no Brasil, aumentando a produção de biocombustível sem aumentar a quantidade de área plantada da matéria-prima, cana-de-açúcar.

Referências

- CHEMMÉS, C. S.; SILVA, F. C.; SOUZA, L. S.; JUNIOR, R. A. A.; CAMPOS, L. M. A. Estudo de métodos físico-químicos no pré-tratamento de resíduos lignocelulóticos para produção de etanol de segunda geração. Salvador, 2013.
- COLLARES, D. Etanol 2G depende do aprimoramento de enzimas. EMBRAPA, Brasília, 2014.
- COSTA, A. C. Caso de sucesso – Produção de etanol (2ª geração). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.
- LORENCINI, P. Otimização do pré-tratamento ácido de bagaço na cana para utilização como substrato na produção biológica de hidrogênio. Ribeirão Preto, 2013.
- NOVA CANA. Matérias-primas do etanol de 2ª geração. Curitiba, 2010.
- NOVA CANA. Produção de etanol de 2ª geração por hidrólise. Curitiba, 2006.
- RABELO, S C. Avaliação de desempenho do pré-tratamento com peróxido de hidrogênio alcalino para a hidrólise enzimática de bagaço de cana-de-açúcar. Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Campinas, 2007
- RABELO, S C. Avaliação e otimização de pré-tratamento e hidrólise enzimática do bagaço de cana de açúcar para a produção de etanol de segunda geração. Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Campinas, 2010.
- RAÍZEN. Tecnologia em energia renovável, etanol de segunda geração. São Paulo, 2014.
- SANTOS, D. S. Produção de etanol de segunda geração por *Zymomonas mobilis* naturalmente ocorrente e recombinante, empregando biomassa lignocelulósica. Rio de Janeiro, 2012.
- SANTOS, F.A.; QUEIRÓZ, J.H. DE; COLODETTE, J.L.; FERNANDES, S.A.; GUIMARÃES, V.M. Potencial da palha de cana-de-aucar para produção de etanol. Quimica nova, v.35, n.5, p.1004–1010, 2012.
- PACHECO, T. F. Produção de Etanol: Primeira ou Segunda Geração? 2011. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/886571/1/CITE04.pdf>>. Acesso em: 18 jul. 2016.

X EEPA

X ENCONTRO DE ENGENHARIA
DE PRODUÇÃO AGROINDUSTRIAL
28 A 30 DE SETEMBRO DE 2016

SILVA, J. S.; JESUS, J. C.; COUTO, S. Noções Sobre Fermentação e Produção de Álcool na Fazenda. 2010. Disponível em: <

<ftp://ftp.ufv.br/dea/poscolheita/Produ%E7%E3o%20de%20%C1lcool%20Combust%EDvel%20na%20Fazenda%20e%20em%20Sistema%20Cooperativo/Cap%EDtulo%201.pdf>>. Acesso em: 18 jul. 2016.

ROSA, S. E. S.; GARCIA, J. L. F. O etanol de segunda geração: limites e oportunidades. 2012. Disponível em: <http://www.bndespar.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/revista/rev3204.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2016.