



INSTITUTO FEDERAL
GOIÁS

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE PESQUISA E INOVAÇÃO

RELATÓRIO FINAL

“FONTES ALTERNATIVAS PARA A PRODUÇÃO DE ETANOL”

NOME DO BOLSISTA: Kalielly Viama Rodrigues Ribeiro

NOME DO ORIENTADOR: Carlos Cézar da Silva

DATA DE INGRESSO COMO BOLSISTA (MÊS/ANO): 08/2011

NOME DO CURSO: Engenharia Elétrica

PERÍODO QUE ESTÁ CURSANDO: 4º Semestre

É BOLSISTA DE RENOVAÇÃO: () SIM (x) NÃO

JATAÍ, JULHO DE 2012

1 – Identificação do Projeto e Componentes

Título do Projeto: Fontes Alternativas para a Produção de Etanol

Bolsista: Kalielly Viama Rodrigues Ribeiro

Orientador: Carlos Cézar da Silva

Local de execução: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Jataí.

Vigência: 08/2011 a 07/2012

2 – Introdução

A chegada do século 21 trouxe novos enfrentamentos à humanidade. O mais importante, ou pelo menos o de maior visibilidade, é o futuro de uma civilização altamente consumidora de energia com a matriz energética concentrada em combustíveis fósseis. São cogitadas várias fontes alternativas de energia, porém as mais interessantes são as energias limpas, ou seja, aquelas que não têm efeito poluidor e que, principalmente, não contribuem para emissão de gases que agravam o efeito estufa. As energias limpas renováveis são das mais promissoras principalmente a energia oriunda da biomassa. A revolução energética em curso anuncia uma ruptura vista de ângulos muito diversos. Para alguns trata-se de um fantástico desafio tecnológico em busca de novas fontes energéticas e aperfeiçoamento de processos para o abastecimento o que desembocará em um novo arranjo geopolítico de poder em nível mundial. Para outros, o horizonte é muito mais amplo. É a ruptura necessária para salvar o planeta e a oportunidade de construir uma nova sociedade que substitua o modelo de concentração produtivo vigente por outro que seja descentralizado, desconcentrado e auto-sustentável que produza sociedades mais justas e igualitárias com visão de mundo não antropocêntrica, mas tendo a humanidade como integrante do ambiente. São instrumentos para construção desse novo mundo a diversidade das energias limpas, como a biomassa, que permite a produção local e regional respeitando as aptidões naturais de forma sustentável (Valle, 2009).

A Humanidade evolui a partir do uso de fontes de energia que consegue usar, cabe então esperar que ela mesma, devido ao declínio dos recursos energéticos e da perda da biodiversidade, dos problemas da poluição e da crise social, consiga mudar de rumo e se adaptar a um novo leque de fontes de energia, no qual caberá a biomassa um papel fundamental.

Da biomassa podem-se obter vários tipos de combustíveis (sólidos, líquidos e gasosos) de caráter renovável, entre os quais o álcool etílico é um dos mais nobres, pois não é tóxico, é de fácil transporte e pode substituir, em parte, o consumo de gasolina.

O Brasil foi sempre deficitário em petróleo e hoje apresenta um saldo positivo, porém temporariamente. O país ainda é suscetível às variações de oferta e preço do petróleo no mercado internacional e a situação pode-se complicar, pois as previsões apontam o esgotamento das reservas de petróleo em menos de três décadas e um aumento de preço do barril de petróleo aos níveis que atingiu durante as crises de 1972 e 1983 ou maiores. Nessa conjuntura, o uso dos combustíveis da biomassa constitui uma alternativa que pode colaborar na solução do “efeito estufa” se bem planejada [Cerqueira Leite, 2006; Vasconcelos e Vidal, 2002].

A utilização da mandioca como fonte de carboidratos para produção de etanol sempre foi considerada, tomando-se como referencial a cultura da cana de açúcar que lhe concorre com vantagens nada desprezíveis. De um lado uma cultura predominantemente de utilização na alimentação na forma in natura ou como farinha atendendo extensas populações e de outro uma cultura praticada intensivamente para produção de açúcar que suprindo a demanda interna, acessa importantes mercados de exportação.

Tendo esta realidade como cenário, tanto uma como a outra fonte de matéria prima apresentam características de produção de carboidratos que ao longo do tempo vem sendo estreitada com o desenvolvimento de novos clones de variedades de mandioca que vão aos poucos trazendo uma maior produtividade no campo, racionalização no manejo da cultura, desenvolvimento de melhorias na produção agrícola, etc que tem estimulado o setor e deste modo recorrente tem-se uma melhoria global na produção. Para a cultura da mandioca existe ainda muito espaço a ser conquistado em termos de produtividade agronômica, enquanto que para cana de açúcar que a anos vem desenvolvendo o seu potencial agronômico, os incrementos em produtividade vão sendo menores e a maiores custos.

A mandioca tem um grande potencial de utilização para produção de etanol por suas características biológicas que podem colaborar substancialmente para diminuir os impactos sociais e ambientais decorrentes da produção desta *commodity*. Porém, o potencial é muito pouco aproveitado porque seu desenvolvimento tecnológico sofreu melhorias lentas e muito aquém do necessário. A atualidade

pode ser considerada similar ao da cana-de-açúcar nos anos 70. Suas potencialidades naturais somente poderão ser aproveitadas mediante um forte apoio do setor público para a formação de recursos humanos, desenvolvimento de tecnologia e transferência para o setor produtivo.

O processo de produção de álcool de mandioca é similar ao processamento da cana. As principais diferenças estão no preparo da matéria prima e no sistema de fermentação. No caso da cana o açúcar para a fermentação já está no seu colmo, necessitando apenas extraí-lo. A mandioca não possui açúcar e sim amido. Neste caso, é preciso converter o amido em açúcares, para depois fermentá-lo, o que é feito através do cozimento e sacarificação, com uso de enzimas. O processo de destilação é o mesmo utilizado para a cana.

Os álcoois oriundos de matérias primas amiláceas, como cereais e mandioca, destilados em equipamentos convencionais, possuem características organolépticas superiores às do álcool de cana. Mas, mesmo assim, devem ser purificados para serem utilizados em perfumarias ou em fábricas de bebidas. No entanto, o seu processo de purificação é um pouco mais fácil que o utilizado para o álcool de cana. Desta forma, quanto mais neutro um álcool, menos perceptível se torna a diferença entre o produto oriundo da cana, de cereais ou da mandioca.

Recentemente foi descoberta pela Embrapa/Recursos Genéticos e Biotecnologia (de Brasília), na Amazônia brasileira (o “berço” da mandioca), uma variedade de mandioca com grande quantidade de açúcares na raiz. Esses açúcares são predominantemente glicoses, que é o substrato utilizado no processo de fermentação/destilação para a produção do etanol. Essa variedade é uma mutação genética, guardada e usada pelos índios brasileiros para obtenção de cachaça, chamada por eles de “tiquira” ou “caxirim”. A domesticação dessa variedade e seu cruzamento com plantas adaptadas a outras regiões do Brasil, resultou em uma nova variedade que dispensa o processo de hidrólise do amido da mandioca para transformação em açúcar e conversão em álcoois, inclusive o carburante para o combustível. A eliminação da hidrólise do amido reduz em torno de 30% o consumo de energia no processo de produção de etanol de mandioca.

Não se pensa em fazer a mandioca desbancar a cana, mas simplesmente em recolocá-la também no foco de análise econômica alternativa para produtores de pequeno porte. Ou até mesmo como uma opção complementar à ociosidade industrial das usinas de cana durante a longa entressafra da cana (até 6 meses). Além do que, o álcool da mandioca é de superior qualidade ao da cana, por ser totalmente puro, o que o indica com vantagem para a destilação de álcoois finos para perfumaria e bebidas etílicas.

Sendo assim, o projeto objetivou aprofundar os estudos na área da produção alternativa de etanol, tomando a priori, a exploração da mandioca como principal cultura a ser investigada.

3 - Material e Métodos

3.1 Materiais:

Autoclave Vetical CS, Prismatec, 220 V, de 0/3 atm, 100/143 °C.

Balança Semianalítica Gehaka BG 1000.

Destilador de Água Cristofoli Biossegurança Bivolt.

Liquidificador Faet Shake 2V, 220V BR.

Bomba de vácuo.

Cronômetro.

Capela.

Erlenmeyer 1L, faca, espátula, tubo de ensaio, termômetro, bêquer, kitasato, proveta, conta-gotas, bastão de vidro, manta aquecedora, condensador Liebig, tripé, suporte universal, garra para suporte universal (mufa), balão volumétrico, mangueira, funil, papel filtrante.

Mandioca in natura, água destilada, solução de Ácido Sulfúrico a 1% (H_2SO_4), levedura (fermento biológico), iodo, formaldeído PA (HCHO), solução de sulfato de cobre ($CuSO_4$), antiácido (sal de frutas), glicose ($C_6H_{12}O_6$).

3.2 Métodos:

A produção de etanol a partir de mandioca seguiu uma linha industrial semelhante à fabricação desse álcool a partir de cereais. As principais operações unitárias envolvidas na manufatura do álcool etílico industrial a partir da mandioca pelo processo de hidrólise do amido envolveram as operações descritas a seguir e com adaptações (Camili, 2010):

- a. Pesagem – Lavagem – Descascamento: As raízes de mandioca foram lavadas e descascadas para a eliminação de impurezas como terra e areia, que afetam negativamente o processo.
- b. Desintegração: A desintegração de 150 g da raiz foi feita para aumentar a superfície específica e facilitar a penetração do calor. Este processo foi efetuado com auxílio de um liquidificador. Após a desintegração, a massa foi dissolvida em solução aquosa de ácido sulfúrico a 1%.
- c. Hidrólise do amido: Este processo foi feito com auxílio de um aparelho de autoclave (127°C e 1,5 atm) por um período de aproximadamente 60 minutos.
- d. Fermentação: A fermentação alcoólica é o processo bioquímico, que foi responsável pela transformação de açúcar em álcool etílico. Esta etapa foi feita com a adição de 50 g um fermento biológico em pó.

4 – Resultados

As reações de hidrólise do amido e fermentação da glicose foram feitas consecutivamente. No qual a hidrólise foi atestada pela reação com a Solução de Lugol (iodo). O reagente (o amido) forma uma solução de cor roxa, ao passo que o produto (a glicose) não forma esta coloração na solução. A glicose foi transformada em etanol na presença de 50 g de fermento biológico por quatro dias, e a eficiência da reação foi atestada pelo Reagente de “Tollens”, na qual evidenciamos a ausência de glicose.

O mosto obtido da fermentação foi filtrado e a solução foi destilada com o auxílio da manta aquecedora, condensador e termômetro.

Porém, a pequena quantidade de reagente, 150 g de mandioca e a quantidade de solução (750 mL), forma um mosto muito diluído. E isso tem dificultado a quantificação do etanol, sendo impossível calcular o real rendimento da produção de etanol de mandioca.

5 - Conclusão

A hidrólise do amido da mandioca em autoclave nas condições descritas acima é um processo eficiente e reproduzível.

A reação do hidrolisado com iodo se constituiu num processo rápido, de baixo custo e eficiente para a comprovação da transformação do amido em glicose.

A quantidade de mandioca utilizada é determinante para a separação e quantificação do etanol.

Assim, espera-se que trabalhando numa escala maior, a separação e quantificação do etanol poderão ser realizadas com maior eficácia.

6 – Perspectivas de continuidade ou desdobramento do trabalho (no máximo 1 página)

O projeto foi concluído ou será continuado?

Durante o período de agosto de 2011 a julho de 2012, ao qual se refere este relatório, teve início um projeto visando o estudo de fontes alternativas para a produção de etanol que resultou no uso de uma reação simples como alternativa para a verificação da hidrólise do amido da mandioca com objetivo de produzir glicose.

Este teste é composto de uma solução de iodo a 1% em etanol e que ainda não havia sido usado para este fim em se tratando de hidrólise do amido de mandioca.

O projeto a que se refere este relatório teve como objetivo a exploração da mandioca como fonte alternativa para a obtenção de etanol.

As etapas de hidrólise do amido e fermentação foram executadas conforme o cronograma de trabalho, porém a etapa final que seria a destilação do etanol e a quantificação do mesmo não foi finalizada com êxito.

Esperava-se dar continuidade com a submissão do projeto para aprimoramento das etapas já organizadas e a execução das etapas que não foram realizadas, porém isso não será possível, porque o projeto foi não recomendado no edital 09 do PIBIC do IFG.

Infelizmente com esta não recomendação do projeto, a linha de pesquisa ficará comprometida e dificilmente será conduzida sem a presença de um estudante bolsista ou voluntário.

7 – Publicações e participações em eventos técnico-científicos

Silva, C.C; Ribeiro, K.V. R.; Lacerda, K. A. P. Fontes Alternativas para a Produção de Etanol, Anais da 64^a Reunião da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (no prelo)

Silva, C.C; Ribeiro, K.V. R.; Lacerda, K. A. P. Uso de Mandioca para a Produção de Etanol, Resumo, no II Forum Mundial de Educação Profissional e Tecnológica, 28-05 a 01/06 de 2012, Florianópolis, SC (resumo)

Participação no II Forum Mundial de Educação Profissional e Tecnológica, 28-05 a 01/06 de 2012, Florianópolis, SC.

Participação na 64^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), 22/07 a 27/07 de 2012, São Luis, MA.

8 – Apoio e Agradecimentos

O projeto teve financiamento do IFG.

Colaboraram: Kenia Alves Pereira Lacerda (Professora Co-orientadora).

9 – Referências Bibliográficas

VALLE, T.L.; FELTRAN, J.C.; CARVALHO, M.R.L. *Mandioca para a produção de etanol*. 2009. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2009_4/mandioca/index.htm>. Acesso em: 03/2011

CERQUEIRA LEITE, R. C: “A expansão do Pró-Álcool como medida de desenvolvimento nacional”. AGRENER-GD, Unicamp, Campinas, SP, 2006.

VASCONCELLOS G. F. e BAUTISTA-VIDAL, J. W.: “O Poder dos Trópicos - Meditação sobre a Alienação Energética na Cultura Brasileira”, Editora Casa amarela, São Paulo, 2002.

Camili, E. A. *Parâmetros operacionais do processo de produção de etanol a partir de polpa de mandioca*, UNESP, Botucatu, 2010, Tese de Doutorado.