



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

ANÁLISE PRELIMINAR DA PRODUÇÃO DE ETANOL A PARTIR DE CELULOSE: CAMINHOS E DESAFIOS PARA A PRODUÇÃO DE ÁLCOOL NO RIO GRANDE DO SUL.

Omar Inacio Santos Benedetti¹; Roselene de Queiroz Chaves²;
Angélica Margarete Magalhães³; André Luiz Fialho Blos⁴; Tania Nunes da Silva⁵

RESUMO

A evolução do balanço energético e da viabilidade econômica, em favor do etanol tem incentivado novas pesquisas para a obtenção desse combustível a partir de outras matérias-primas, dentre elas a celulose. Assim, abrem-se novas perspectivas para estados brasileiros até então fora do eixo produtivo do etanol. O presente trabalho objetiva a caracterização e entendimento do estado da arte das rotas tecnológicas para a obtenção de etanol a partir de celulose e as alternativas de configurações produtivas, ora existentes nos principais países produtores de madeira a partir de florestas plantadas. Além disso, pretende-se mostrar a potencialidade do Rio Grande do Sul na implantação desses projetos e da produção de etanol a partir de celulose, dentro de uma perspectiva de desenvolvimento sustentável. Para isso foram pesquisadas as principais empresas do setor madeireiro e industrial ligados a produção de madeira e de álcool a partir de celulose. As análises preliminares indicam uma viabilidade técnica e social da implantação de projetos florestais, no entanto existe a necessidade de novas pesquisas e um aprofundamento das pesquisas das questões ambientais envolvidas, além de uma melhor verificação da viabilidade econômica e social dos projetos de produção de etanol e madeira.

Palavras-chave: etanol, biorefinaria, biomassa, agroenergia, bioenergia.

PRELIMINARY ANALYSIS OF CELLULOSE-BASED ETHANOL PRODUCTION: PATHWAYS AND CHALLENGES IN THE RIO GRANDE DO SUL ALCOHOL PRODUCTION.

ABSTRACT

The production of ethanol in Brazil has contributed towards the replacement of fossil fuels over the past few years. Among those initiatives, the production of ethanol from cellulose is one of the areas drawing the interest of different research centers in developed countries. Hence, the production of ethanol opens up new perspectives for Brazilian states. In light of this backdrop, this paper aims at characterizing and understanding the state of the art in different technological courses and production configuration alternatives present in different parts of the world regarding cellulose-based ethanol production. To that end, research was conducted at the lumber and industrial companies connected to cellulose-based ethanol production. In other parts of the globe, the ability of planned forests to provide energy is promising, given the positive energy balance and the increase in carbon dioxide sequestering, paramount in times of global warming. The association with other crops may become a source of productive diversity for small farmers residing in degraded areas or those presenting low economic dynamism. There is the need to develop new research efforts and look more deeply into the environmental issues involved, as well as further assessment on the economic and social viability of such projects.

Key-words: cellulosic ethanol, biorefinery, biomass, agrienergy, bioenergy.

Trabalho recebido em 17/05/2009 e aceito para publicação em 09/06/2009.

¹ Doutorando em Planejamento Energético Coppe/UFRJ, Rio de Janeiro-RJ omarbenedetti@ppe.ufrj.br;

² Doutoranda em Agronegócios Cepan/UFRGS, Porto Alegre-RS, roselene@cnpaf.embrapa.br;

³ Doutoranda em Agronegócios Cepan/UFRGS, vnangelica@yahoo.com.br;

⁴ Mestre em Engenharia de Produção/UFSM, Santa Maria-RS, andreb@sebrae-rs.com.br;

⁵ Professora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul/UFRGS, Porto Alegre-RS, tnsilva@ea.ufrgs.br.

1. INTRODUÇÃO

As questões envolvidas com a produção de combustíveis renováveis são complexas e com muitas conseqüências. A integração entre a produção agrícola e industrial corresponde a uma nova forma de organização da produção. Existem muitas incertezas associadas à produção industrial, tais como tecnologias de obtenção de etanol a partir de celulose (ALAIN, INUI, YUKAWA, 2006). Esse novo padrão irá afetar as sociedades de diferentes maneiras: no estilo de vida, nas cadeias de valor industriais e agrícolas, enfim a economia como um todo.

Um dos principais impactos sobre o meio ambiente na atualidade é a emissão de gás carbônico – CO₂ – resultante da utilização de combustíveis não renováveis. O aumento das emissões de CO₂ pode colocar em risco o equilíbrio entre economia e meio ambiente. A função econômica é movida por três variáveis: força de trabalho, recursos e produtividade. Se os recursos começarem a escassear, pelo uso não sustentável, poderemos chegar a um impasse que poderá comprometer a sobrevivência do atual padrão de acumulação de capital e a própria sobrevivência humana (ALAIN, INUI, YUKAWA, 2006).

A utilização ampla do potencial da biomassa florestal para a geração de

energia é um dos exemplos para a adoção de um modelo energético sustentável para o país, o qual priorize a diversificação das fontes, a desconcentração e descentralização da geração de energia, a preservação ambiental e o atendimento às camadas mais necessitadas da população.

A partir da constatação da emergência de um novo padrão de produção de energia e da configuração de um novo arranjo produtivo, voltado para a produção de energia a partir de biomassa, em especial para a produção de etanol a partir de celulose, fica a dúvida sobre os desdobramentos sociais, econômicos e ambientais da decisão de implantação dos projetos de reflorestamento no sul do Brasil.

Diante dessa problemática o objetivo desse artigo é a caracterização e entendimento do estado da arte das diferentes rotas tecnológicas e alternativas de configurações produtivas ora existentes em diferentes partes do mundo para a produção de etanol a partir de celulose. Para isso foram pesquisadas as principais empresas do setor madeireiro e industrial relacionadas com a produção de álcool a partir de celulose. Além disso, será abordada de maneira introdutória a viabilidade de instalação dos arranjos produtivos de reflorestamento em andamento no sul do país, e as

possibilidades de introdução da produção de álcool a partir dessa produção.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A elaboração do presente trabalho foi pautada numa pesquisa exploratória que buscou padrões, idéias e hipóteses que apontassem caminhos de diversificação econômica na área de combustíveis renováveis, mais especificamente, o etanol.

O processo de pesquisa envolveu revisão da literatura, entrevistas semi-estruturadas com os responsáveis pelo projeto de reflorestamento do Governo do Estado do Rio Grande do Sul, e pesquisa de dados junto às empresas envolvidas com esses projetos, para a obtenção de informações sobre a configuração produtiva e seus elementos viabilizadores.

A problemática trabalhada refere-se ao Programa Estadual de Florestamento do Rio Grande do Sul. A portaria nº. 275, de 4 de junho de 2003, segundo Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Rio Grande do Sul/SAA (2006), criou grupo de trabalho com objetivo de incrementar o florestamento industrial no Rio Grande do Sul. A equipe integra o projeto Proflora, lançado pelo Governo do Estado para financiar ações de florestamento econômico.

Conforme SAA (2006) a meta inicial do Governo do Estado é fomentar o

florestamento comercial em municípios da Metade Sul através do Programa Florestal da Região Sul, que projeta a implantação de 40 mil hectares de eucaliptos, gerando, até 2014, receita bruta de R\$ 200 milhões para os produtores. Essa integração de 7,5 mil pequenos produtores de 27 municípios da Metade Sul foi viabilizada em 19 de novembro de 2004, com assinatura, em Pelotas, de protocolo de intenções entre Governo do Estado e Votorantim Celulose e Papel (VCP Florestal).

De acordo com SAA (2006), os técnicos da Emater estudaram e elaboraram o programa com objetivo de integrar os pequenos e médios agricultores - com áreas de até 300 hectares - ao investimento de implantação de base florestal da VCP na região (SEDAI, 2006).

O clima e solo adequados, assim como condições de logística, com estradas de ferro e portos foram fundamentais para a escolha da Metade Sul do Rio Grande do Sul para receber o investimento. Os agricultores receberão capacitação, projeto e assistência técnica da Emater para o plantio das florestas. Além O eucalipto poderá ocupar até 10% da propriedade, evitando a concentração em apenas uma atividade produtiva. A medida também visa à manutenção do equilíbrio ambiental da região. De acordo com a Emater, o

projeto poderá se expandir para a Fronteira Oeste do estado do Rio Grande do Sul.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção de etanol pode ser obtida de várias matérias-primas, dentre elas a celulose, que pode ser obtida de palha de cana-de-açúcar, resíduos de produção agrícola e de florestas planejadas.

No Estado do Rio Grande do Sul, se inicia atualmente um projeto de expansão de fronteira silvícola com previsão de aumentar as áreas reflorestadas para cerca de 900.000 hectares, sobretudo com floresta de eucalipto. Do beneficiamento dessa madeira resultará uma quantidade considerável de matéria-prima para as indústrias de base florestal que estão realizando vultosos investimentos no setor, assim como resíduos florestais que, se não tiverem destino adequado poderão causar sério impacto ao meio ambiente (ABRAF, 2006).

O Brasil reúne condições agrícolas e econômicas propícias para desenvolver e se beneficiar das tecnologias de utilização de lenha e outras biomassas para fins energéticos, por ser privilegiado em termos de extensão territorial, insolação e água, fatores essenciais para produção de biomassa em grande escala.

Neste mesmo sentido, uma grande quantidade e variedade de resíduos

florestais são geradas anualmente pelas diversas indústrias de base florestal, por exemplo, a geração de resíduos na cadeia produtiva de serrados de Pinus é da ordem de 75%, ou seja, apenas 25% do volume total de uma árvore é colocado no mercado na forma de tábuas, caibros, ripas, etc. (BRAND, 2004).

No estado do Rio Grande do Sul temos também a produção e exportação de cavacos de madeira, principalmente para o Japão. Essa produção poderia atender a uma usina de produção de etanol a partir de celulose no Estado. A exportação de cavacos em 2005 foi de 380.968 toneladas (SAA, 2006).

3.1 Etanol de celulose

A produção de etanol a partir de celulose depende do processo de pré-tratamento, pois isso evita a perda da fermentação. Essa etapa irá determinar a produtividade de álcool nas outras etapas, pois um processo efetivo converte o substrato em açúcares mais simples (USDA, 2007).

A fermentação dos açúcares produz etanol. Esse açúcar pode ser derivado de inúmeras fontes, inclusive de madeira e resíduos agrícolas. O material que forma esses compostos é feito de lignocelulose e hemi-celulose, que em essência são longas cadeias de açúcares, protegidas pela

lignina. A separação da lignina é normalmente feita por hidrólise ácida. Essa separação produz uma grande variedade de açúcares, e alguns deles não são fermentáveis, como a pentose. A indústria americana tem procurado alternativas de uso desses subprodutos (WER, 1999).

Segundo Carlos Eduardo Vaz Rossel (INOVAÇÃO, 2006), a produção de etanol a partir da celulose contida no bagaço da cana pode atingir 200 bilhões de litro por ano em 20 anos. Essas pesquisas também poderiam ser direcionadas para outras fontes de celulose, como as que estamos tratando aqui.

Esse aproveitamento de todos os produtos poderá tornar a indústria de etanol a partir de celulose competitiva em relação a outras indústrias de produção desse combustível. O volume produzido de etanol a partir de 1 tonelada de celulose é de 340 litros, dados referentes a empresa IOGEN (2007).

A tecnologia para produzir etanol a partir de celulose possui características próprias, pois cada processo consegue obter maior ou menor produtividade de açúcares fermentáveis. A empresa IOGEN S/A desenvolveu a hidrólise enzimática. Esse processo obtém glucose, a partir da enzima desenvolvida pela empresa, o processo continua para a separação da

lignina e depois é fermentado a glucose que produzirá álcool (WER, 1999).

Esse processo é chamado de hidrólise enzimática ácida porque o pré-tratamento é realizado a alta temperatura e na presença de ácido sulfúrico. Esse processo é amplamente utilizado nos Estados Unidos e Europa (WER, 1999). De maneira geral podemos observar a produção de madeira como tendo algumas destinações, dentre elas a produção de etanol. A hidrólise representa a tecnologia internacional de obtenção de etanol.

O Brasil detém a tecnologia de obtenção de álcool a partir da palha da cana-de-açúcar, que também é feita por hidrólise enzimática ácida. Segundo alguns pesquisadores o que precisamos é adaptar os processos para a produção com outras fontes de celulose. No Brasil existem empresas que já desenvolveram os projetos de produção de etanol a partir de celulose usando a hidrólise enzimática.

Questões tecnológicas provavelmente não são um impedimento ao desenvolvimento da cadeia produtiva de etanol a partir de celulose, dado que existem empresas solicitando recursos ao BNDES para financiar a implantação de uma biorefinaria de produção de produtos a base de cana-de-açúcar, segundo Pedro Wongstchowski, presidente da OXITENO (INOVAÇÃO, 2007)

Talvez ainda se esteja longe de implantar unidades em escala comercial, mas há a necessidade de se discutir á exaustão os projetos, para que se minimizem os riscos e incertezas associadas a esta produção.

3.2 Biorefinaria, biomassa e bioenergia

O aumento da população mundial torna necessário praticar uma agricultura sustentável com o máximo de aproveitamento, sem afetar os recursos do meio ambiente. Dentro desse contexto surge a produção de energia renovável. Há tempos os pesquisadores vêm se dedicando à obtenção de produtos químicos a partir de plantas de lavoura, que em essência representa o conceito de agroenergia. A produção de produtos químicos derivados de plantas de lavoura é realizada em uma biorefinaria ou bioindústria. (DOELLE, 2003).

O conceito de agroenergia é um pouco diverso do conceito de bioenergia, que representa todas as formas de energia renovável, incluindo a eólica, hidrogênio e outras. Essa distinção precisa ser feita em debates acadêmicos mais especializados.

Pode-se entender a configuração da indústria de etanol como uma biorefinaria e, portanto esse conceito será explorado, como forma de estabelecer um marco teórico para futuras discussões. O conceito

de biorefinaria é essencialmente interdisciplinar, ele envolve desde engenharia civil, química, economia, gestão, agronomia, enfim, todas as disciplinas envolvidas na criação e gestão da produção de combustíveis renováveis.

Esse conceito baseia-se no renascimento do uso de biomassa para produzir combustíveis, produtos químicos e outros materiais. Essa integração representa uma nova fronteira, seja econômica ou mesmo tecnológica. Essa produção voltada para o fornecimento de combustíveis e produtos tem sido organizada tendo em vista um equilíbrio econômico e ecológico. Tem havido uma integração entre pequenas propriedades agrícolas e médias e pequenas indústrias.

Uma biorefinaria depende da oferta regional de insumos para funcionar, e a partir dessa organização ela consegue dinamizar a produção agrícola, tornando-a independente de flutuações nos preços, pois essa produção deixa de ser uma commodity para se tornar insumo industrial (DOELLE, 2003).

Um arranjo produtivo baseado em uma “biorefinaria” não é apenas um desafio em termos tecnológicos, mas também em termos de estrutura organizacional (unidades centralizadas e descentralizadas) além de toda a integração com a produção agrícola e com o meio

ambiente. Os efeitos encadeadores da produção de produtos industriais a partir de produtos agrícolas e restos de culturas poderão substituir o petróleo, desde que se consiga integrar de maneira efetiva a produção industrial e agrícola (KROMUS et al., 2004).

A proposta básica de uma biorefinaria é integrar, dependendo do objetivo, a produção agrícola e a indústria química, ou a produção agrícola e a indústria de combustíveis, ou mesmo a farmacêutica (LEITSINGER, 2003).

Nesse artigo estamos propondo que se estabeleça uma correspondência teórica entre a biorefinaria e a usina produtora de etanol a partir de celulose. Ao fazer isso temos condições de definir elementos capazes de avaliar a implantação e desenvolvimento das cadeias produtivas de etanol a partir de celulose no Brasil.

Esse procedimento se faz necessário como ponto de partida, dado que no Brasil a atividade é recente e ainda não dispõe de uma estrutura produtiva formalizada e acabada, capaz de fornecer elementos para o desenvolvimento de aportes teóricos. As principais variáveis que poderão ser utilizadas para se buscar entender essa produção no Brasil são:

- Produção Florestal para a produção de etanol;

- Volume de insumos para atender a indústria;

- Distâncias da produção agrícola e do fornecimento de insumos;

- Mão-de-obra para atender a operação da indústria;

- Mão-de-obra envolvida na produção agrícola;

- Estruturas de Distribuição e Logística de Suprimentos;

- Estruturas de Comercialização;

- Fatores de Localização.

Esses dados irão compor um conjunto de informações que poderão ser capazes de determinar os impactos, tanto na estrutura da empresa e suas decisões, quanto os impactos sobre a economia local.

Como ressaltado antes, esses elementos servirão para futuras pesquisas em relação à viabilidade técnico econômica das biorefinarias de etanol. Não se trata apenas de aplicar ferramentas de viabilidade financeira, no início desse artigo chama-se a atenção para o desenvolvimento de ferramentas interdisciplinares, capazes de auxiliar os agentes econômicos em suas decisões, reduzindo ao máximo as incertezas e riscos inerentes.

3.3. Reflorestamento no RS: bases para a futura produção de etanol?

Os primeiros experimentos da VCP começaram a ser implantados em outubro de 2004, na Fazenda Aroeira (município de Candiota – RS), onde cerca de 1,5 mil hectares foram destinados à prática: a área de plantio de eucalipto é consorciada, de acordo com a estação do ano, com sorgo, soja, melancia, abóbora, melão, trigo e girassol, com bons resultados na colheita.

Além dessa receita com a venda dos produtos plantados, a produção de resíduos no manejo da plantação de eucalipto poderá fornecer matéria prima para a produção de briquetes, laminados de madeira e etanol de celulose.

A questão é verificar quais as melhores opções de localização dessas empresas na região, de forma a minimizar os custos de logística.

Outro elemento introduzido na região é a poupança florestal, que prevê moldes de integração entre o produtor e a empresa à semelhança da produção de fumo. O agricultor, pequeno em especial, recebe garantias de preço (R\$18,00 m⁻³ – cotação atual) e tem acesso a financiamento bancário com taxas reduzidas. Ainda não se pode verificar se todos estes elementos irão realmente impulsionar a atividade na região integrando totalmente o pequeno e médio produtor, no entanto a proposta das empresas que atuarão na região traz boas perspectivas.

Foram disponibilizadas algumas linhas de crédito como o PROPFLORA (Programa de Plantio Comercial e Recuperação de Florestas) do BNDES, o PRONAF floresta do governo federal com juros de 4% a.a , e o BB florestal vinculado ao Banco do Brasil. O governo do estado do RS também disponibilizou uma linha de crédito de R\$ 30 milhões, para projetos de até R\$ 150 mil por safra, prazo de amortização de até 12 anos, carência máxima de oito anos e encargos financeiros de 8,75% ao ano, fixos, sem indexação (SAA, 2006).

Segundo o Engenheiro Agrônomo Floriano Isolan, que é diretor do Departamento de Fomento Econômico e Social da Caixa-RS, e coordenador do Programa de Financiamento Florestal Gaúcho (Proflora Caixa-RS) o projeto gaúcho esta todo assentado sobre o eucalipto. Segundo Floriano teremos menos de 5% do território gaúcho ocupado com eucalipto.

Os custos de florestas energéticas no estado de São Paulo são de US\$ 1,16/ GJ para a situação hoje (com 44,8 m³/ha.ano, e 21,4 km de média de transporte) e de US\$ 1,03 no futuro (com 56 m³/ha.ano, mesma distância). Estes valores dão uma idéia das vantagens comparativas do Brasil, vez que os parâmetros de campo do Brasil, em 2000, representam o ponto

futuro projetado para o hemisfério norte, no ano de 2020 (BRACELPA, 2006).

Ainda não se tem todos os dados disponíveis para se realizar semelhante análise para o estado do RS, mas os dados apresentam uma perspectiva positiva em relação aos custos de implantação dessas florestas.

Segundo a empresa Votorantim a geração de empregos, na nova unidade industrial, será de 3,4 mil vagas, diretas e indiretas. No período de implantação da fábrica, entre 2009 a 2011, outras seis mil vagas serão abertas. As atividades florestais gerarão cerca de 2,3 mil empregos diretos e indiretos, trazendo como vantagem adicional a geração de renda no campo e a fixação do trabalhador rural à terra. No total, a empresa estima que cerca de 34 mil empregos sejam gerados em todas as cadeias produtivas afetadas pelo empreendimento, o que ainda precisa de verificação.

As novas operações exigirão a contratação de serviços como manutenção, assistência médica, alimentação, segurança e transportes. Os salários pagos aos contratados irão movimentar o mercado imobiliário, o comércio, a indústria, os serviços e a agricultura. A empresa irá investir continuamente em suas atividades e contribuirá com os impostos e tributos municipais, estaduais e federais. A

previsão da empresa é de que essa cadeia de geração e distribuição de riqueza alcance todos os municípios onde atua no RS.

Aproximadamente 30% da madeira a ser consumida na nova fábrica da VCP no Sul será produzida em pequenas e médias propriedades, com a oferta de financiamento e garantia de compra da madeira.

O plantio do eucalipto deverá ser feito de forma consorciada a outras culturas de ciclo curto e à criação de animais. A agrossilvicultura permitirá aos parceiros do programa a oportunidade de diversificação da produção, geração de trabalho e renda durante todo o ano e ao longo do ciclo da floresta. A VCP e o Instituto Votorantim também deverão implementar projetos sociais e ações de responsabilidade social corporativa, enfatizando a relação com fornecedores e clientes. Outros cuidados são apontados pela empresa, como a redução dos poluentes químicos, pela adoção de práticas de produção limpa.

Segundo José de Castro Silva, da Universidade de Viçosa, a agrossilvicultura é a integração da silvicultura (cultura de florestas) com a agricultura e a pecuária. Além de produzir madeira de boa qualidade, gera ainda outras receitas durante o ciclo da madeira. A técnica

resume-se a plantar árvores em espaçamentos mais abertos, suficientes para a circulação de máquinas para a preparação do solo, plantio e colheita dos grãos (SILVA, 2007).

Segundo Rodiguieri (1997) além da rentabilidade econômica e menor uso de agroquímicos em comparação com a soja e o trigo o eucalipto usa 0,3 kg/ha de agroquímico, enquanto a soja e o trigo usam 8 kg/ha. O plantio de árvores apresenta ainda as seguintes vantagens:

- Podem ser implantados em áreas de menor valor da propriedade;
- Em sistemas agroflorestais (combinação de cultivos simultâneos e seqüenciais de espécies arbóreas nativas e/ou introduzidas com cultivos agrícolas, hortaliças, fruteiras, criação de animais, etc.) produzem alimentos e madeira na mesma área;
- Contribuem para a redução da erosão do solo;
- Apresentam maior flexibilidade de calendário das operações de cultivo como: preparo do solo, plantio, tratos culturais, manejo e exploração;
- Apresentam menores riscos técnicos de produção.

Como dito antes, mesmo que a produção da região se concentre apenas na celulose, o volume de resíduos é muito grande na produção de eucalipto. A

vantagem é que o resíduo da celulose é padronizado, o que facilita a produção de etanol e outros produtos.

Os dados apresentados pelas pesquisas indicam um percentual de resíduos entre 32% e 70%, dependendo do tipo de eucalipto. Esses dados são apenas indicativos, pois não existe consenso sobre as metodologias de cálculo de resíduos na produção florestal (VIEIRA, 2006).

As indicações dadas pela rentabilidade das atividades apontam uma lucratividade positiva para a agrossilvicultura, o que indica também que um aumento na demanda por produtos derivados de celulose, por meio da instalação de uma biorefinaria de produção de etanol, poderá vir a beneficiar a economia gaúcha. Embora muitas iniciativas estejam sendo postas em andamento, como o caso dos projetos de reflorestamento, ainda não se tem dados para verificar se houve ou não melhoras nas condições de vida das populações residentes. Estes dados são apenas indicativos que alguma ação precisa ser tomada, visando a inclusão dessas populações de produtores rurais, sem esquecer as questões ambientais, que esta na base de qualquer empreendimento responsável.

Apesar de todos os desenvolvimentos tecnológicos, a produção de biomassa

necessita ainda que se aumente a produtividade, por exemplo, do etanol, no caso de obtenção a partir de celulose, pois as rotas tecnológicas ainda estão em fase de amadurecimento e desenvolvimento de novas tecnologias para obtenção desse combustível no Brasil. Além disso, é necessário, para uma maior difusão dessa produção, o aprendizado da cadeia para a redução nos custos e conseqüentemente no preço final ao consumidor.

Essa redução dos custos de obtenção poderá se tornar uma fonte de competitividade dos combustíveis renováveis em relação aos combustíveis fósseis. Essa redução de custos torna-se fator importante de aceitação da introdução de novos combustíveis, como o biodiesel e o etanol, em países que ainda não desenvolveram uma consciência ecológica capaz de fazê-los pagar mais por um produto, mesmo que esse produto consiga reduzir os efeitos negativos da emissão de CO₂ na atmosfera. Em síntese é preciso aumentar a oferta de energia sem aumentar o uso dos recursos naturais e ainda reduzir os atuais níveis de impacto negativo sobre o meio ambiente.

Em todo o mundo grandes investimentos estão sendo efetuados para viabilizar a produção de etanol a partir de celulose, estimando-se que, em 2020, apenas nos EUA, cerca de 30 bilhões de

litros de álcool poderiam ser obtidos dessa fonte (PLANO NACIONAL DE AGROENERGIA, 2006).

No contexto de uso de petróleo e aumento das emissões de CO₂ e seus efeitos sobre o meio ambiente, é necessário considerar seriamente que as sociedades precisam desenvolver alternativas energéticas sustentáveis, ou seja, que atenda as necessidades energéticas, econômicas e ambientais.

Em termos gerais é preciso aplicar as novas tecnologias de forma a evitar a degradação dos solos, a contaminação das águas, enfim, evitar que se percam os recursos naturais necessários ao bem estar de toda a humanidade. Esse processo também passa por uma oferta sustentável de energia. Para promover uma qualidade de vida sustentável para todos é preciso que se ofereça alimento, energia, fertilizantes, enfim tudo o que é necessário, mas sem afetar o meio ambiente de forma negativa (OVEREND, 2004).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Será necessário investir recursos elevados em pesquisa, desenvolvimento e inovação, especialmente na hidrólise da celulose. Em função disso, e para evitar choque de competitividade, o Brasil necessita investir na mesma linha, com

potencial altamente promissor (PLANO NACIONAL DE AGROENERGIA, 2006).

O benefício ambiental associado ao uso de álcool é considerável: cerca de 2,3 t de CO₂ deixam de ser emitidas por tonelada de álcool combustível, utilizado em lugar do combustível fóssil, sem considerar outras emissões, como o SO₂ (ABRAF, 2006).

Devido à alta do preço do petróleo, os investimentos em plantas de produção de etanol têm crescido de maneira vertiginosa. A viabilidade da produção de etanol é condicionada a limitações de ordem tecnológica, seja no cultivo da matéria prima, seja no seu processamento e transformação em álcool. As condicionantes residem principalmente no processo de separação da lignina da celulose. Já existem iniciativas de empresas de biotecnologia no desenvolvimento de enzimas que tornem o processo e viabilizem a produção de etanol (WALD, 2007).

A maioria desses esforços e projetos ainda é financiada pelo poder público. Muitas das dificuldades em implantar tais iniciativas provêm da incerteza quanto ao preço do petróleo, que pode baixar e inviabilizar a busca por alternativas energéticas, dado que se tornam não competitivas (CLERY, 2007).

O estudo da viabilidade técnica, econômica, e social da implantação de uma usina produtora de etanol a partir de celulose ficam como sugestão de novas pesquisas. O objetivo deste trabalho era o de apresentar elementos que apontem caminhos de diversificação econômica, tendo em vista o movimento internacional de investimentos na área de combustíveis renováveis, reduzindo com isso a dependência de recursos e promovendo a inserção da economia gaúcha no mercado internacional de etanol.

Pode-se dizer que a emergência de um desenvolvimento sustentável tem requerido o desenvolvimento de políticas econômicas, sociais e ambientais para estabelecer uma nova perspectiva que possa responder de forma direta aos problemas ecológicos, econômicos e sociais de nossa era.

REFERÊNCIAS

- ABRAF - Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. **Anuário estatístico da ABRAF: ano base 2005** /ABRAF - Brasília, 2006. 80p.
- ALAIN A V. ; INUI, M.; YUKAWA, H. Implementing biofuels on a global scale. **Nature Biotechnology**, n. 24, p.761 – 764. 2006.
- BRACELPA – Associação Brasileira de Celulose e Papel. **Revista Bracelpa 2006**. Disponível em <http://www.bracelpa.org.br/bra/revista/pdf/Pag15-23_ Como AproveitarRecursos.pdf> Acesso em 12 dez. 2008.

- BRAND, M.A.; KLOCK, U.; MUÑIZ, G.I.B.; SILVA, D.A. Avaliação do processo produtivo de uma indústria de manufatura de painéis por meio do balanço de material e do rendimento da matéria-prima. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.28, n.4, p.553-562, 2004.
- CLERY, D. A sustainable future if we pay up front. **Science**, v. 315, p. 782. 2007.
- DOELLE, H.W. Biomass and Organic Waste Conversion to Food, Feed, Fuel, Fertilizer, Energy and Commodity Products. In **Biotechnology**, Ed. Horst W. Doelle, 2003. in Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS), Eolss Publishers, Oxford ,UK. Disponível em <https://www.eolss.net>. Acesso em 15 nov. 2007.
- INOVAÇÃO. **Notícias**. Disponível em: <<https://www.inovacao.unicamp.br/report/news-oxiteno060807.shtml>> . Acesso em 10 mar. 2008.
- INOVAÇÃO. **Notícias**. Disponível em: <<http://www.inovacao.unicamp.br/etanol/report/le-pesquisaetanol.php>> Acesso em 25 nov. 2008.
- IOGEN. **Ethanol Process Overview. 2007**. Disponível em <<https://www.iogen.com>> Acesso em 15 mar. 2007.
- KROMUS, S.; WACHTER, B.; KOSCHUH, W.; et al. The Green Biorefinery Austria development of an integrated system for green biomass utilization. **Chemical and Biochemical Engineering Quarterly**, v.18, p. 7–12, 2004.
- LEITSINGER, M. **Iowa group drafts plan of state's biotech future. Center for Industrial Research and Service: 2003**. Disponível em <<https://www.ciras.iastate.edu/publications/biowa.asp>> . Acesso em 12 jun. 2007.
- OVEREND, R.P. Energy From Biomass. In **Renewable Energy Sources Charged with Energy from the Sun and Originated from Earth-Moon Interaction**, Ed. Evald E. Shpilrain, 2004. In Encyclopedia of Life Support, Eolss Publishers, Oxford ,UK. Disponível em: <<http://www.eolss.net>> Acesso em 10 nov. 2007.
- PLANO NACIONAL DE AGROENERGIA. 2006. Disponível em: <<https://www.biodiesel.gov.br/docs>> . Acesso em 22 nov. 2007.
- RODIGUIERI, H.R. **Rentabilidade econômica comparativa entre plantios florestais e sistemas agroflorestais com erva-mate, eucalipto e pinus e as culturas do feijão, milho, soja e trigo**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1997. 36p. (EMBRAPA-CNPQ, Circular Técnica, 26).
- SAA -SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL- SAAS. **Programa Estadual de Florestamento**. Disponível em <<http://www.saa.rs.gov.br/>>. Acesso em 10 jan. 2007.
- SEDAI - SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO E ASSUNTOS INTERNACIONAIS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL – SEDAÍ. **Linhas de crédito**. Disponível em < <http://www.sedai.rs.gov.br>> . Acesso em 25 set 2006.
- SILVA, J.C. **Agrossilvicultura: Eucalipto, arroz, soja e carne: uma economia e dieta saudável. 2007**. Disponível em < <https://www.fazendasfloresta.com.br>> . Acesso em 5 mar. 2007.
- USDA. United States Department of Agriculture. Development of Cellulosic **Biofuels**. 01/03/2007. Disponível em : <<https://www.usda.gov/oce/forum>>. Acesso em 10 de mar de 2007.
- VIEIRA, R. **Pequenos objetos de madeira de Eucalyptus: possibilidade de aproveitamento de resíduo**. Lavras: 2006. 99 p. Dissertação (Mestrado) – UFLA
- WALD, M. **Is Ethanol. Scientific American**, Janeiro 2007, p.28. Acesso em 10 de fevereiro de 2007. Disponível em < <https://www.scientificamerican.com>>
- WER - WOOD ETHANOL REPORT. Disponível em <https://journeytoforever.org/biofuel_library/WoodEthanolReport.html>. Acesso em 22 fev. 2007. www.unica.com.br, 2004.