



Produção de Etanol de Mandioca (*Manihot sculenta Crantz*) na Região Norte: Desafios e oportunidades

Souza, Rubem Cesar Rodrigues*; Sardinha, Márcia Drumond; Carvalho, Sônia Maria da Silva*; Bacellar, Atlas Augusto*; Souza, Fernando Cesar Rodrigues**; Souza, Cristiane Daliassi Ramos de*; Lisboa, Fábio Cordeiro de*; Chaar, Jamal da Silva*; Mendonça, Marco Antônio de Freitas*; Filho, Spartaco Astolfi; Seye, Omar***; Trindade, Alessandro Bezerra**; Morais, Betsy Eddy Praia**; Prado, Francisco Nilo Leão**; Assunção, Daniel de Brito****; Júnior, Benjamim Cordeiro****.

RESUMO

Este artigo discute os desafios e oportunidades da produção de etanol de mandioca (*Manihot sculenta Crantz*) na região Norte do Brasil, a partir dos resultados obtidos no âmbito do projeto de P&D intitulado Geração de Energia Elétrica com Etanol de Mandioca na Amazônia, desenvolvido pelo Instituto Energia e Desenvolvimento Sustentável – INEDES em parceria com o Centro de Desenvolvimento Energético Amazônico – CDEAM da Universidade Federal do Amazonas – UFAM, sob os auspícios da Eletrobras Amazonas Distribuidora de Energia S/A. Demonstra-se que há elementos consistentes favoráveis a viabilidade técnica e econômica para o desenvolvimento da cadeia produtiva do etanol de mandioca na região Norte, uma vez que as barreiras identificadas podem ser suplantadas pelas oportunidades existentes na região.

ABSTRACT

This article discusses the challenges and opportunities of producing ethanol from cassava (*Manihot sculenta Crantz*) in northern Brazil, from the results obtained in the framework of the project R & D entitled Electric Power Generation with Ethanol from Cassava in Amazonia, developed by the Institute Energy and Sustainable Development - INEDES in partnership with the Center for Energy Development Amazon - CDEAM of the Federal University of Amazonas - UFAM, under the auspices of the company Eletrobras Amazon Power Distributor. It is shown that there are consistent elements favorable technical feasibility and economic development of the ethanol production chain of cassava in the North, since the barriers identified can be outweighed by the opportunities in the region.



1. A mandioca no cenário internacional

No período de 2002 a 2011 a taxa de crescimento da produção de mandioca em escala mundial foi de 36,95%, passando de 184 milhões de toneladas para 252 milhões de toneladas, como pode ser observado no Gráfico 1.

Nesse mesmo período a produtividade variou de 10,72 ton/ha para 12,84 ton/ha, apresentando, portanto, aumento de 19,77%, como pode ser observado no Gráfico 2. Tal aumento pode ser atribuído fundamentalmente ao uso de tecnologias na produção.

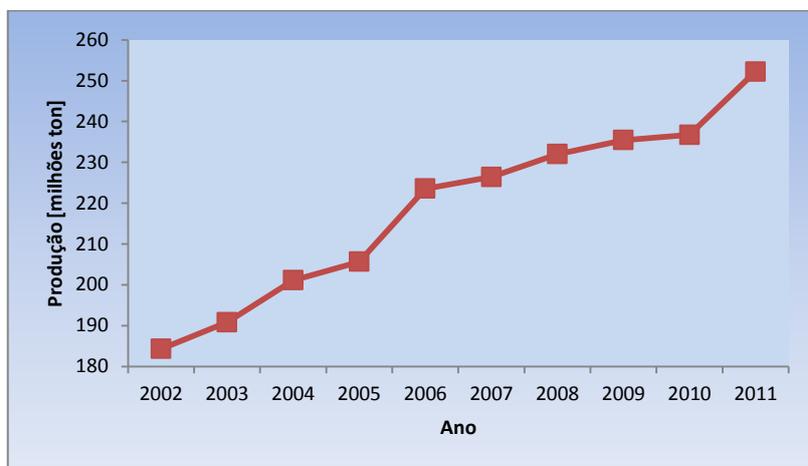


Gráfico 1. Evolução da produção mundial de mandioca.

Fonte: A partir de dados da FAO, 2012.

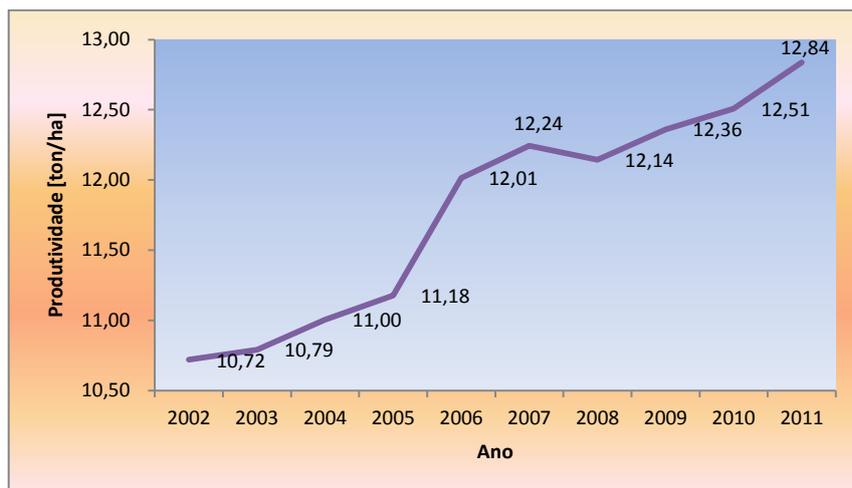


Gráfico 2. Evolução da produtividade em escala mundial.

Fonte: A partir de dados da FAO, 2012.



Os maiores produtores mundiais de mandioca são a Nigéria, o Brasil, a Tailândia e a Indonésia, respectivamente como se pode observar no Gráfico 3. A Nigéria é de longe o maior produtor mundial, seguida pelo Brasil.

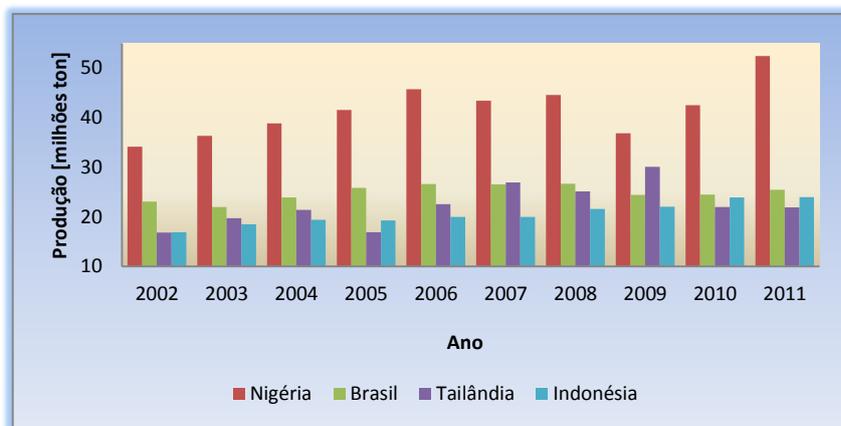


Gráfico 3. Evolução da produção de mandioca dos quatro maiores produtores mundiais.

Fonte: A partir dos dados da FAO, 2012.

A evolução da produtividade nesses países ocorreu conforme o Gráfico 4, onde verifica-se que, no histórico de 2002 a 2011, a maior produtividade foi alcançada pela Nigéria no ano de 2007, correspondendo a 22,92 ton/ha. Para o ano de 2011, a maior produtividade ficou com a Indonésia sendo a mesma de 20,30 ton/ha.

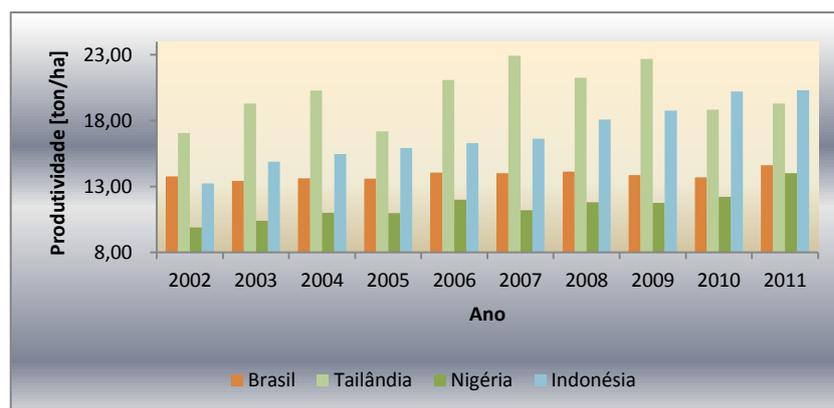


Gráfico 4. Evolução da produtividade de mandioca em países selecionados.

Fonte: A partir dos dados da FAO, 2012.



O Gráfico 5 mostra a variação do preço da mandioca no período de 2001 a 2010, para os principais países produtores.

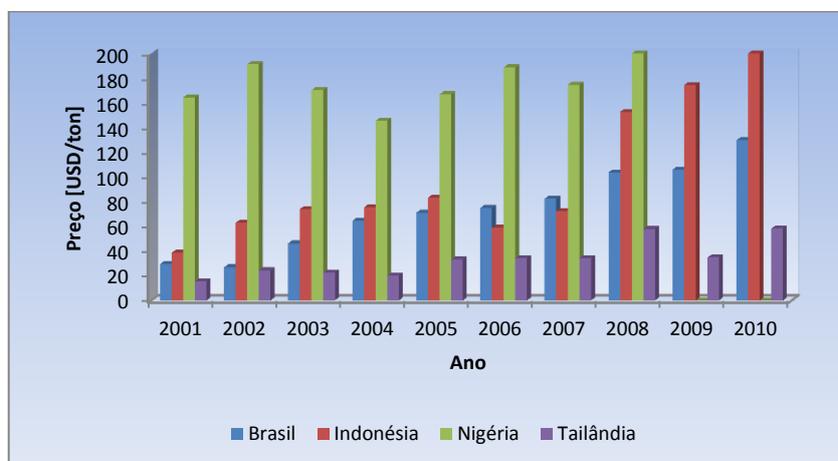


Gráfico 5. Evolução do preço da mandioca nos principais países produtores.

Fonte: A partir dos dados da FAO, 2012.

Observa-se no Gráfico 5 que o preço da mandioca brasileira teve alta de 342,66% no período considerado, passando de USD 29,30/ton para USD 129,7/ton.

2. A mandioca no cenário brasileiro

De acordo com Fialho e Vieira (2011) “A mandioca é considerada a mais brasileira das culturas, por ser originária do Brasil e cultivada em todo o território nacional. Vem sendo explorada, basicamente, por pequenos produtores, em áreas marginais de agricultura, devido a sua rusticidade e à capacidade de produzir relativamente bem em condições em que outras espécies sequer sobreviveriam. Tendo suas raízes usadas como alimento básico por largas faixas da população e consumidas como farinha, amido ou cozido (*in natura*), a mandioca apresenta elevada importância sociocultural para as populações que a cultivam. Contudo, por sua capacidade produtiva, pela qualidade do seu amido e da sua parte aérea, alcança novos mercados, tanto na indústria (alimentícia e química) quanto na alimentação animal (raízes e parte aérea)”.

Conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, divulgados em seu site www.ibge.gov.br, a produtividade brasileira nos últimos dez anos teve como média o valor de 13,83 ton/ha. O valor máximo de produtividade (14,52 ton/ha) foi atingido no ano de



2011. A produtividade em 2012 (13,36 ton/ha) foi a menor no período de 2003 a 2012. Tais resultados podem ser observados no Gráfico 6.



Gráfico 6. Evolução da produtividade de mandioca no Brasil [ton/ha].

Fonte: A partir de dados do IBGE (www.ibge.gov.br).

O IBGE informa que a região brasileira maior produtora de mandioca, no ano de 2012, foi a Norte seguida das regiões Nordeste e Sul; como pode ser observado no Gráfico 7.

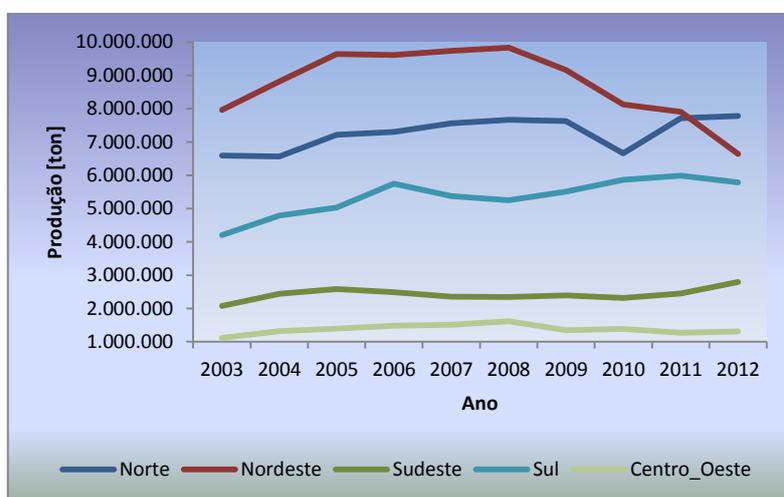


Gráfico 7. Evolução da produção de mandioca por região brasileira.

Fonte: A partir dos dados do IBGE.

Dentre as regiões brasileiras a que apresentou maior produtividade no ano de 2012 foi a sul (20,20 ton/ha) seguida da região Sudeste (18,35 ton/ha), conforme pode ser observado no Gráfico 8.



É oportuno observar que a produtividade brasileira é calculada considerando a colheita de um ciclo e de dois ciclos simultaneamente, ao passo que a produtividade dos outros grandes produtores mundiais referem-se, tão somente, a colheita de um ciclo (menos de 12 meses). Assim, a produtividade brasileira efetivamente é menor que as dos outros maiores produtores.

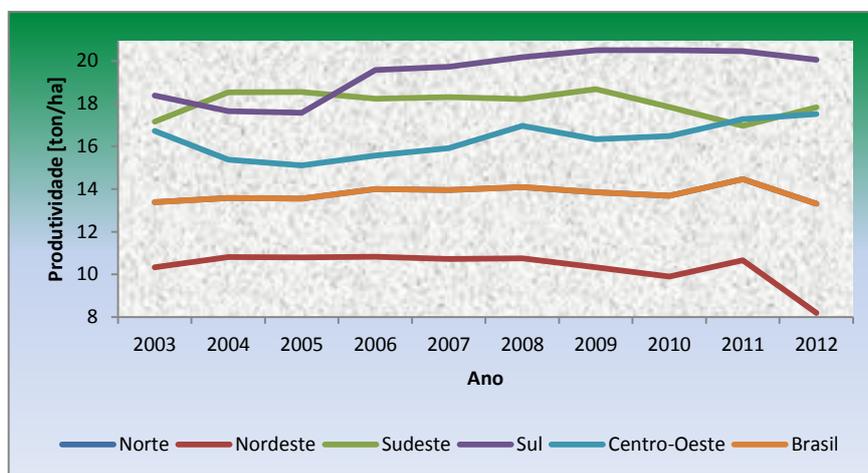


Gráfico 8. Produtividade por região brasileira.

Fonte: A partir dos dados do IBGE.

Considerando o ano de 2011, tem-se que a maior produtividade brasileira registrada na região sul (20,51 ton/ha), a qual detêm a maior produtividade no Brasil, foi superior em 10,34% a da Indonésia (20,30 ton/ha), país com maior produtividade no cenário mundial, no mesmo ano. Porém vale observar o que foi comentado com relação a metodologia de cálculo da produtividade brasileira.

Trazendo essa discussão para a região Norte, tem-se o estado do Pará como o maior produtor, seguido do estado do Amazonas, como pode ser visto no Gráfico 9. Ressalta-se que no ano de 2012 a produção do Pará superou a do Amazonas em 403%.

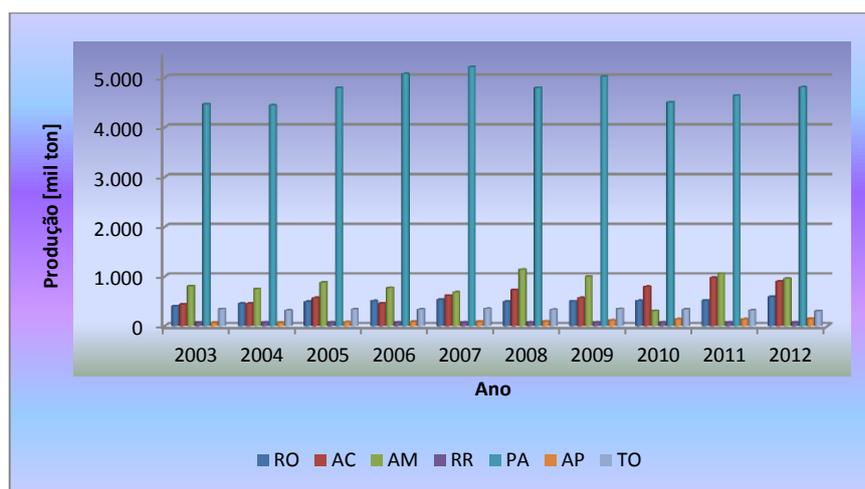


Gráfico 9. Evolução da produção de mandioca na região Norte por estado.

Fonte: A partir dos dados do IBGE.

Sob o aspecto produtividade a evolução na região Norte foi como apresentado no Gráfico 10, onde é possível perceber que o estado de Tocantins que apresentava a maior produtividade da região no ano de 2003, teve esse indicador reduzido em 27% para o ano de 2012. Nesse mesmo período o estado do Acre, que se apresentou como o estado de maior produtividade no ano de 2012 (19,98%), teve esse indicador oscilando no período considerado, atingindo o pico de 21,71 ton/ha no ano de 2008, resultando em um acréscimo de 6%.

É oportuno observar que o estado do Pará, embora tenha uma produção extremamente superior aos demais estados da região, em 2012 apresentou somente a quarta maior produtividade (15,96 ton/ha).

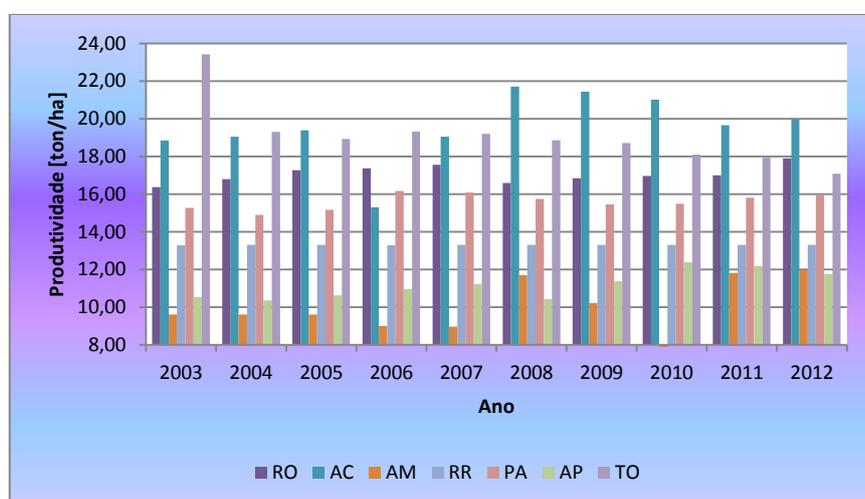




Gráfico 10. Evolução da produtividade de mandioca na região
Norte por estado.

Fonte: A partir dos dados do IBGE.

É mister destacar que a melhor produtividade registrada no estado do Amazonas no período de 2003 a 2012 foi de 11,96 ton/ha, verificada no ano de 2012, o que representa um aumento de 24,47% no período em questão.

Os maiores produtores no estado do Amazonas, no ano de 2011, foram os municípios de Tefé (168.300 ton); Manacapuru (110.520 ton); Manicoré (79.860 ton); Parintins (63.600 ton); Maués (56.604 ton) e Itacoatiara (54.336 ton).

3. Produção de etanol na região Norte

A seguir discute-se a viabilidade técnica e econômica da produção de etanol na região Norte do Brasil com base em informações produzidas no âmbito do projeto de P&D intitulado Geração de Energia Elétrica com etanol de Mandioca na Amazônia.

3.1 Elementos importantes na produção de etanol de mandioca

O teor de amido da mandioca é o elemento primordial na produção de etanol. Há que se observar que o amido está presente não somente na raiz da mandioca mais em toda a planta. Considerando, entretanto, que se deseja obter o amido contido na raiz, o grau de recuperação do mesmo aumenta na medida direta da complexidade do processo para obtê-lo.

Pode-se considerar a princípio a existência de amido solúvel e não solúvel. O amido solúvel, que representa entre 25% a 35 % do total existente na mandioca, pode ser extraído via processo de lavagem, descascamento e trituração. É mister observar que na casca da mandioca também existe amido, além de existir celulose passível também de produzir etanol, o chamado etanol de segunda geração.

A liberação da glicose existente nas cadeias de amido solúvel se faz via a ação enzimática. Para que a enzima atue de forma eficiente é necessário que a matéria-prima, mandioca triturada, tenha a granulometria menor ou igual a 0,8mm, para o tipo de enzima usada no projeto de P&D



mencionado. Caso essa granulometria não seja respeitada, a ação da enzima não será eficaz na transformação de amido em glicose, além de levar a possíveis entupimentos nas tubulações existentes no sistema de destilação. Chama-se atenção, para a existência no mercado de diversas enzimas, sendo necessário a realização de testes laboratoriais para definir as de melhor resultado para a mandioca que se está trabalhando. Em laboratório deve-se também definir a quantidade adequada de enzima de sorte a ter ganho de produtividade sem comprometimento do custo do produto final.

Além do teor de amido há que se considerar a presença do ácido cianídrico (HCN). Este interfere na viabilidade celular da levedura, ou seja, a levedura que transforma a glicose em etanol, poderá ser eliminada não ocorrendo a produção de etanol. O HCN é solúvel em água sendo volátil, podendo ser eliminado por arraste aquoso e aquecimento, além de secagem natural. A secagem natural exigirá área de armazenagem antes do processamento. As raízes deverão ficar por aproximadamente 24 horas em local coberto sem que haja a necessidade de calor. É mister frisar que a raiz não poderá ficar muito tempo exposta ao tempo sob pena do ataque de fungos filamentosos que irão degradar a matéria. Outra possibilidade de retirar o HCN consiste em elevar a temperatura do mosto (material triturado misturado com) até 100° C por um tempo de 3 horas (processo à quente), o que implica em custo energético para assegurar essa temperatura, além de um tempo maior para resfriamento de sorte a avançar para a etapa seguinte que consiste em acrescentar a levedura para conversão da glicose em etanol, o que só poderá ser feito a temperatura de 32°C para o tipo de levedura adotada no projeto em referência. A terceira opção consiste em aquecer a matéria-prima triturada a uma temperatura de 50°C por aproximadamente 3 horas (processo à frio) juntamente com um composto enzimático que não pode ser adicionado a temperatura superior a mencionada. Assim, a elevação de temperatura possibilitará a retirada do HCN ao mesmo tempo em que o complexo enzimático atua na liberação da glicose. Após esse tempo haverá o resfriamento natural até a temperatura de 32°C, quando então adiciona-se o mesmo complexo enzimático, a levedura que converterá a glicose em etanol e também antibiótico para eliminação de fungos e bactérias prejudiciais ao processo.

É mister, nesse momento, chamar a atenção para a necessidade de atividades laboratoriais. Primeiramente é preciso definir o tipo e quantidade de levedura apropriada ao processo. Além disso, a água que é adicionada à mandioca triturada para formar o mosto, também deve ser analisada em laboratório, uma vez que há reações químicas na presença da mesma, durante o processo de fermentação ao qual será submetido o mosto.



3.2 Custo de produção de etanol de mandioca

A partir dos dados obtidos no projeto verifica-se que os elementos que contribuem de maneira mais significativa para os custos na destilaria são os seguintes: pessoal (41,27%); mandioca (20%), e; enzima (13,84%). Salienta-se que no presente trabalho o processo de produção de etanol a frio foi o considerado, portanto, aproveitando somente o amido solúvel.

Admitindo-se que a usina trabalhe em sua capacidade máxima diária de 1.000 litros, durante 11 meses do ano, uma vez que há a necessidade de parada para manutenção, o custo de produção do litro de etanol seria de R\$ 1,85. Admitindo-se uma carga tributária de 30% e uma margem de lucro de 10%, o preço do litro de etanol seria de R\$ 2,313.

É oportuno informar que a produtividade de mandioca no campo obtida no projeto e considerada nos cálculos foi de 25 ton/ha (um ciclo) e a produtividade na usina é de 173 litros de etanol por tonelada de mandioca. Além disso, considerou-se custo da mandioca correspondendo a R\$ 64,00/ ton que é o valor informado pela Embrapa Ocidental a partir de experiências realizadas em estados da região Norte. Deve-se observar que a produtividade obtida é superior a melhor produtividade obtida tanto no cenário nacional quanto internacional, tendo em vista a adoção de cultivar desenvolvida pela Embrapa Ocidental adequada ao ecossistema amazônico de terra firme.

De acordo com dados da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis o menor preço de etanol verificado na região Norte, em janeiro de 2013, foi de R\$ 2,561/litro no estado de Roraima e o maior foi de R\$ 3,12/l no estado do Acre.

Verifica-se, portanto, que é possível produzir etanol a partir de mandioca a preços competitivos na região Norte mesmo nas condições atuais, ou seja, sem uma política de incentivos específica para desenvolvimento da cadeia produtiva de etanol de mandioca.

4. Barreiras e oportunidades para produção de etanol de mandioca na região Norte

Analisando a cadeia produtiva do etanol de mandioca, tem-se preliminarmente que considerar a elevada acidez dos solos amazônicos como um fator que impacta no custo de produção de mandioca, uma vez que a solução desse problema passa geralmente pela aplicação de calcário. Soma-se a essa barreira o uso intensivo da prática de produção tradicional, carecendo



tanto do uso de cultivares de maior produtividade e mais imunes a doenças, quanto do uso de técnicas de cultivo apropriadas.

A falta de organização da produção também se apresenta como uma barreira importante. Para respaldar essa assertiva, tem-se a situação atual no estado do Amazonas, em que a farinha de mandioca sofreu um aumento de 139% com relação a janeiro de 2012 de acordo com o Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconomicos (Dieese), ocasionado principalmente pela última cheia que comprometeu a produção em áreas de várzea, fazendo com que a disponibilidade de manivas sementes se tornasse escassa. De outra sorte, contribuiu para a elevação de preço a falta de estoques reguladores de farinha.

Em que pese os problemas apresentados deve-se considerar que há vários elementos que potencializam o desenvolvimento da cadeia produtiva do etanol de mandioca na região Norte, senão vejamos.

A mandioca é nativa da região amazônica, portanto, a região Norte possui condições edafoclimáticas para o desenvolvimento da cultura. A Embrapa Ocidental vem levando a efeito o desenvolvimento de cultivares apropriadas aos ecossistemas amazônicos de terra firme e de várzea, com significativo aumento de produtividade em face da maior quantidade de raízes por planta, bem como, por serem mais resistentes ao ataque de pragas. Atualmente a Embrapa trabalha na difusão dessas cultivares entre os produtores da região.

A disponibilidade de crédito se apresenta também como uma oportunidade para a produção de etanol de mandioca. Atualmente há linhas de créditos no âmbito do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) para financiamento de projetos individuais ou coletivos, que gerem renda aos agricultores familiares e assentados da reforma agrária, além de oportunidades de créditos em bancos privados. Além disso, há créditos via Banco do Brasil e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), tanto para a produção agrícola quanto para a produção de etanol.

Culturas que normalmente competem com a mandioca, como o milho e a cana-de-açúcar, não representam problema na região Norte. A produção de milho é pouco significativa e o aumento da área plantada de cana-de-açúcar não é mais possível por determinação governamental.



As grandes distâncias a serem vencidas na região amazônica, oneram sobremaneira os combustíveis utilizados na maioria dos locais, particularmente nas localidades interioranas. Uma vez que o etanol de mandioca pode ser produzido próximo ao local de consumo, o custo de transporte de combustível fica bastante reduzido, além de praticamente eliminar o risco de desabastecimento na época de vazante dos rios da região, situação historicamente vivenciada pelas comunidades amazônicas.

A oferta de grupos geradores a etanol amplia de forma significativa o mercado para o etanol. Considerando que centenas de localidades na região amazônica são abastecidas via grupos geradores a óleo diesel que traz em seu bojo a problemática da logística do transporte de combustível. A oferta de tecnologias de grupos geradores a etanol cria as condições objetivas para que estas sejam difundidas na região desde que seja assegurada a oferta de etanol.

A demanda do setor elétrico pode se apresentar como o projeto âncora para o desenvolvimento da cadeia produtiva do etanol de mandioca.

Há que se considerar ainda, que a cidade de Manaus goza dos incentivos do projeto Zona Franca de Manaus podendo, portanto, atrair empresas que produzam tanto os grupos geradores quanto os equipamentos necessários para a produção de etanol, reduzindo os custos da cadeia produtiva e gerando empregos na região.

A geração de eletricidade com etanol também goza das prerrogativas de incentivos via a sub-rogação da Conta de Consumo de Combustível, por ocorrer via o uso de uma fonte renovável de energia.

Há significativa margem para aumento de produtividade tanto para a produção de mandioca face as experiências desenvolvidas pela Embrapa, chegando a atingir 40 ton/ha, como também para a produção de etanol de mandioca via o processo à quente que possibilita aproveitar maior quantidade de amido contido na raiz.

Deve ser observado ainda, que a planta de mandioca, além da raiz, há outras partes como o caule e as folhas, com teor de amido passíveis de aproveitamento tanto para produção de etanol quanto para produção de ração animal e também para produtos da indústria de cosméticos. Além disso, o vinhoto decorrente do processo de produção de etanol, tanto pode ser processado para aumentar a extração de etanol quanto para produção de biogás e também para adubação do plantio de mandioca, o que reduziria o custo de produção.



5. Considerações finais

Diante do exposto é inconteste a viabilidade técnica e econômica da produção de etanol de mandioca na região Norte. Entretanto, tal produção para ocorrer em larga escala e de forma sistêmica carece da implementação de um programa multisetorial que envolva os diversos setores associados à cadeia produtiva, assegurando a modernização e profissionalização da produção de etanol de mandioca. Entende-se que o setor elétrico, particularmente as empresas do grupo Eletrobras pode impulsionar esse processo via a articulação de outros atores, tais como as agências de financiamento e as agências de desenvolvimento regional.

A produção e uso de etanol de mandioca na região Norte traz em seu bojo uma grande oportunidade de desenvolvimento regional, capaz de tirar do abandono energético, econômico e social milhares de brasileiros, contribuindo significativamente para o desenvolvimento e preservação da Amazônia.

Palavras-chave: etanol, mandioca, região Norte do Brasil.

Referências

- [1] FIALHO, J.F; VIEIRA, E. D. **Mandioca no Cerrado – Orientações Técnicas**. Embrapa Cerrados, Planaltina-DF, 2011.