

AGRENER GD 2015

10º Congresso sobre Geração Distribuída e Energia no Meio Rural

11 a 13 de novembro de 2015

Universidade de São Paulo – USP – São Paulo



AVALIAÇÃO DO IMPACTO DE ECOINOVAÇÕES: O CASO DA TECNOLOGIA DE BIODIGESTORES APLICADA NA AGROINDÚSTRIA PROCESSADORA DE MANDIOCA DO ESTADO DO PARANÁ

**Marco Antonio Sampaio de Jesus¹, Claudia Brito Silva Cirani², Katia Regina
Evaristo de Jesus³**

¹ Universidade Nove de Julho – PPGA - Av. Francisco Matarazzo, 612 - Prédio C - 2º Andar –
Água Branca. CEP 05001-100 - São Paulo – SP

² Universidade Nove de Julho – PPGA - Av. Francisco Matarazzo, 612 - Prédio C - 2º Andar –
Água Branca. CEP 05001-100 - São Paulo – SP

³ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de
Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental. Rodovia SP 340, Km 127,5 – Tanquinho
Velho CEP 13820-000 – Jaguariúna - SP

jesus.marcoantoniosampaio@gmail.com

Resumo

As externalidades provocadas pelas atividades produtivas para atender necessidades de consumo impactam negativamente o meio ambiente, exigindo novas abordagens nos processos decisórios das organizações, como a incorporação de inovações que propiciem redução dos impactos ambientais, denominadas ecoinovações, e a adoção de modelos que avaliem de forma abrangente, integrada e em diferentes perspectivas o desempenho geral dessas inovações. Tendo como objeto da pesquisa a ecoinovação da tecnologia de biodigestores e como campo de pesquisa algumas fecculárias localizadas no Estado do Paraná, este estudo de casos múltiplos compreendeu uma extensa revisão na literatura para propor um conjunto de indicadores capaz de avaliar o impacto geral dessa ecoinovação em oito dimensões: ambiental, social, econômica, capacitação de recursos humanos, desenvolvimento institucional, introdução da inovação, ocorrências indesejadas e características da gestão ambiental. Para compilar e processar os dados utilizou-se o modelo computadorizado INOVA-tec System. Os resultados apontam que o cenário da tecnologia é favorável à sua disseminação, porém a baixa performance conjunta dos indicadores a torna subutilizada. Ao final são apresentadas sugestões para otimizar o uso da tecnologia e aprimorar o modelo.

Palavras-chave: Ecoinovação, Avaliação de desempenho, Tecnologia de biodigestores, INOVA-tec System.

AGRENER GD 2015

10º Congresso sobre Geração Distribuída e Energia no Meio Rural

11 a 13 de novembro de 2015

Universidade de São Paulo – USP – São Paulo



Abstract

Externalities caused by production activities to meet the consumption needs impact negatively the natural environment, requiring new approaches in decision-making processes of organizations, including the incorporation of innovations that provide reduced environmental impacts, called eco-innovations, and the adoption of models that assess comprehensively, integrated and in different perspectives the overall performance of innovations. Taking eco-innovation biodigester technology as object of research and some cassava industries in the state of Paraná as research field, this multiple cases study involved an extensive review of the literature to propose a set of indicators able to assess the overall impact of eco-innovation in eight dimensions: environmental, social, economic, human resources training, institutional development, introducing innovation, unwanted occurrences and characteristics of environmental management. To compile and process the data was used the computer model INOVA-tec System. The results show that the technology has a favorable scenario for its spread, but the lower joint performance indicators makes it underutilized. At the end are presented some suggestions to optimize the use of technology and improve the model.

Keywords: Eco-innovation, Performance evaluation, Biodigester technology, INOVA-tec System.

1. INTRODUÇÃO

A diminuição do ciclo de vida dos produtos aumentou a variedade e a velocidade de mudanças nos bens e serviços para atender as necessidades e os padrões de consumo, alterando processos produtivos e transformando a inovação em pré-requisito para o sucesso organizacional. As empresas precisam compreender que a sustentabilidade deve ser incorporada como catalisadora de inovações (Porter & Kramer, 2006). Uma possibilidade a ser explorada neste sentido é a ecoinovação, cujas características essenciais envolvem a redução do impacto ambiental causado pelas atividades de produção e consumo (Fussler & James, 1996; OECD, 2009; Carrillo-Hermosilla, Del Río, & Konnola, 2010). Os desafios para que as empresas adotem inovações ambientalmente amigáveis em seus modelos de negócios exigem um reajuste estratégico corporativo e também novas abordagens para os processos decisórios das organizações, sendo necessário ampliar conhecimentos sobre os impactos gerados pelas inovações (Dalcomuni, 2006; Dormann & Holliday, 2002), em

AGRENER GD 2015

10º Congresso sobre Geração Distribuída e Energia no Meio Rural

11 a 13 de novembro de 2015

Universidade de São Paulo – USP – São Paulo



específico no caso das ecoinovações devido ao pouco conhecimento das empresas sobre os benefícios do seu uso (Arundel & Kemp, 2009).

Nessa linha de raciocínio, esta pesquisa partiu do pressuposto de que o impacto de uma ecoinovação – aqui contextualizado como a sua influência no meio ambiente natural em que está inserida - pode ser metodologicamente avaliado com objetividade e abrangência, oferecendo maior segurança ao processo de tomada de decisão das empresas no que diz respeito à incorporação de ecoinovações. Para verificação desse pressuposto foi utilizado o modelo computadorizado INOVA-tec System (Jesus-Hitzschky, 2007) que apura os impactos de inovações tecnológicas em sete dimensões - social, ambiental, econômica, de desenvolvimento institucional, capacitação, introdução da tecnologia e ocorrências inesperadas - permitindo avaliar a abrangência da inovação e o seu desempenho a partir de índices de significância e magnitude. Conforme a autora, a natureza inclusiva do método permite empregá-lo, com adequações, para a avaliação das biotecnologias agrícolas, que, nesta pesquisa, compreendeu a agroindústria processadora de mandioca (amidoarias, farinheiras e fecularias) no contexto da ecoinovação dos biodigestores.

2. MATERIAL E MÉTODO

Inicialmente foram definidos os parâmetros necessários à formulação dos indicadores de impactos utilizados para avaliar o desempenho dos biodigestores nas fecularias, envolvendo questões relacionadas às mudanças climáticas e aos recursos hídricos, características das organizações sustentáveis, origens, determinantes e estratégias da inovação, conceito e atributos das ecoinovações, caracterização e aplicação de indicadores de sustentabilidade e a tecnologia de biodigestores.

2.1. Caracterização da Amostra

O campo de pesquisa escolhido foi das fecularias do Estado do Paraná, onde está sendo implantada uma ecoinovação baseada na tecnologia de biodigestores. As fecularias demandam uso intensivo de água, um recurso considerado *common* por ser de interesse de toda a sociedade (Ostrom, Burger, Field, Norgaard & Policansky, 1999) e que atualmente apresenta tendência de rarefação, além de serem emissores significativos de efluentes.

AGRENER GD 2015

10º Congresso sobre Geração Distribuída e Energia no Meio Rural

11 a 13 de novembro de 2015

Universidade de São Paulo – USP – São Paulo



Por sua vez, o Paraná é o segundo maior produtor de mandioca do Brasil e o principal produtor da Região Sul do país com 70%, em média, respondendo por 65% do volume de fécula produzido na região (SEAB/DERAL, 2012). O estudo de caso foi escolhido como método de trabalho para permitir retratar situações empíricas do objeto de pesquisa e envolveu a empresa de consultoria responsável pelo desenvolvimento da tecnologia estudada e três fecularias que também aceitaram participar do estudo.

2.2. Indicadores Utilizados

No seu formato original, o modelo INOVA-tec System apresenta 57 indicadores de impactos divididos em tópicos de análise e agrupados em sete dimensões. De acordo com o modelo INOVA-Tec, o avaliador deve selecionar os indicadores mais alinhados com sua pesquisa e também inserir indicadores mais específicos que serão parametrizados na avaliação, permitindo avaliar caso a caso. Os indicadores apresentados no INOVA-Tec estão bastante alinhados com as premissas de modelos de negócios sustentáveis apresentadas por Barbieri, Vasconcelos, Andreassi e Vasconcelos (2010). Analisando e comparando cada um deles com os indicadores de sustentabilidade sugeridos pelo *Eco-Innovation Observatory* no relatório *Eco-Innovation Scoreboard 2013* (EIO, 2014), chegou-se a um total de 12 indicadores muito similares que foram previamente selecionados para as dimensões ambiental, social e econômica.

Para as demais quatro dimensões avaliadas, mas não contempladas no relatório mencionado, inicialmente foram mantidos todos os 29 indicadores originais do modelo INOVA-tec, que, posteriormente, foram explicados aos entrevistados para avaliação frente a realidade do setor, resultando em 23 indicadores. Ao final deste procedimento, 35 indicadores foram considerados para pesquisa junto as três fecularias e a empresa de consultoria.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A matriz de impactos gerada pelo modelo INOVA-tec System (Figura 1) indica que aecoinovação da tecnologia de biodigestores aplicada às fecularias do Estado do Paraná apresenta um cenário propício para a sua disseminação no mercado, com 124 pontos no



eixo Índice de Significância (cuja escala varia de 0 à 210), mas a *performance* conjunta dos seus indicadores ainda é baixa, com 10 pontos no eixo Índice de Magnitude (em escala que varia de 1 à 28), apontando para a necessidade de ações corretivas para melhorar esse desempenho. Em relação ao índice de significância, que mensura a perspectiva mercadológica, é possível verificar que todas as variáveis que o compõem contribuem para que o cenário seja propício àecoinovação estudada, porém com diferentes desempenhos. Em primeiro lugar estão os benefícios econômico, legal, ambiental e para a saúde humana, seguidos, respectivamente, pelo ambiente político, qualidade do produto e social.

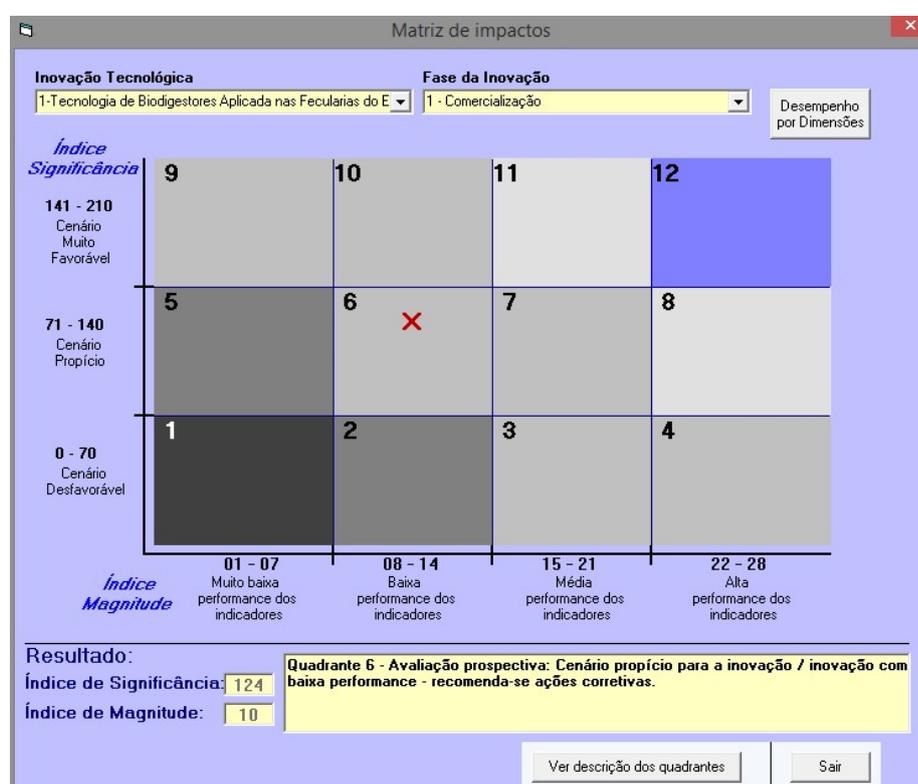


Figura 1. Matriz de impactos apurada após processamento dos dados da pesquisa pelo modelo INOVA-tec System.

O ganho econômico ocorre na fase de aquecimento da caldeira para geração de vapor, devido à significativa redução – em torno de 90% - no consumo de lenha. O biogás capturado pelo biodigestor é canalizado até a caldeira onde também é instalada uma válvula térmica que controla o fluxo de entrada, sendo necessário queimar apenas uma pequena quantidade de lenha para manter a chama acesa. Quanto ao aspecto legal, a tecnologia de

AGRENER GD 2015

10º Congresso sobre Geração Distribuída e Energia no Meio Rural

11 a 13 de novembro de 2015

Universidade de São Paulo – USP – São Paulo



biodigestores atende plenamente tanto a legislação ambiental do Estado do Paraná quanto dos municípios onde as feculárias estudadas estão instaladas, inclusive as regulamentações acessórias, evitando possíveis sanções legais por conta das externalidades negativas geradas pelas feculárias.

Para o meio ambiente os benefícios diretos se referem ao tratamento adequado dos efluentes, evitando os efeitos negativos da eutrofização das águas, a captura do gás metano ao invés de liberá-lo na atmosfera reduzindo os impactos negativos sobre as mudanças climáticas, e a redução no consumo de lenha o que contribui para a manutenção de áreas florestais e, principalmente, para a redução na emissão de poluentes.

A saúde humana também é beneficiada pela tecnologia de biodigestores, mais especificamente a dos trabalhadores das feculárias. A menor exposição à fuligem provocada pela queima de lenha e a diminuição da frequência de limpeza das caldeiras minimizam, respectivamente, os riscos de inalação de fumaça/micropartículas e os efeitos negativos da sobrecarga térmica provocados pela permanência desses trabalhadores no interior das caldeiras.

O ambiente político avaliou o alcance, ou força institucional, da tecnologia de biodigestores sobre o segmento das feculárias do Paraná. Os resultados obtidos podem influenciar diretamente na disseminação destaecoinovação, mas ainda há necessidade de políticas de governo mais pontuais. Por exemplo, até o final deste estudo, o financiamento da tecnologia com recursos da Agência Especial de Financiamento Industrial (FINAME) ainda não havia sido regulamentado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).

Para a qualidade do produto os resultados alcançados até o momento são diretos, porém ainda baixos, tendo sido relatado pelos entrevistados que o uso do biogás proporciona maior estabilidade na temperatura da caldeira e do vapor gerado pela mesma, beneficiando “somente o processo de secagem da fécula”.

O alcance social obteve a menor pontuação por parte dos entrevistados, limitando-se à possibilidade de contratação de novos trabalhadores para as fases que envolvem a tecnologia: monitoramento dos biodigestores na lagoa de tratamento dos efluentes, da canalização até a caldeira e fluxo de biogás na mesma.

Em relação ao índice de magnitude, que mede o desempenho da tecnologia a partir dos indicadores definidos para cada dimensão analisada, o modelo indica baixa performance global, que é a interação sistêmica entre todas as dimensões. Os resultados

AGRENER GD 2015

10º Congresso sobre Geração Distribuída e Energia no Meio Rural

11 a 13 de novembro de 2015

Universidade de São Paulo – USP – São Paulo



apurados foram: ambiental = 8; capacitação = 38; desenvolvimento institucional = 4; econômica = 10; indicadores específicos = -1; introdução da inovação = 16; ocorrências inesperadas = 0; social = 5.

Os indicadores definidos para a dimensão ambiental englobam dois critérios: [i] de conservação ambiental e [ii] de recursos hídricos, solo e ar. No primeiro foram avaliadas as práticas de manejo ou monitoramento ambiental tendo sido identificado que as três feculárias estudadas praticam algumas ações de conservação ambiental, envolvendo redução no consumo de água, de energia elétrica, reuso de água e coleta seletiva de resíduos industriais. Para recursos hídricos, solo e ar, os benefícios se referem a redução de cerca de 90% na demanda por lenha, redução de 34 mil toneladas CO₂ equivalente devido à captura do gás metano gerado na primeira lagoa de tratamento dos efluentes, conforme apresentado por Guimarães (2014), e o tratamento dos efluentes antes de retornarem ao meio ambiente, o que também permite reuso de água na fase de lavagem da mandioca e/ou para fertirrigação, isto é, aplicação de fertilizantes via água de irrigação, prática que proporciona melhoria no controle do consumo de fertilizantes e redução nas quantidades aplicadas, contribuindo para melhorar a produtividade da lavoura.

Para a dimensão social foram avaliados os critérios [i] alcance social, o qual indicou que as classes sociais beneficiadas diretamente com a adoção da tecnologia de biodigestores são as 'C' e 'D', das quais provém o maior contingente de funcionários das feculárias e [ii] relações de trabalho, que indicou que a adoção da tecnologia melhorou as condições de trabalho – saúde ocupacional – além de não ter provocado diminuição de postos, pois os funcionários que manipulavam/controlavam a lenha utilizada anteriormente foram capacitados e remanejados para o monitoramento do biodigestor e da alimentação da caldeira com biogás. Porém, até o momento não houve geração de novos postos de trabalho.

A dimensão econômica obteve o melhor desempenho entre as clássicas dimensões do *triple bottom line*. Os entrevistados afirmaram que houve uma sensível redução nos custos de fabricação e conseqüente aumento na margem de lucro, tornando seus produtos mais competitivos e permitindo crescimento nas vendas. Ainda nesta dimensão, apenas o indicador 'aumento de divisas' teve resultado zero, pois não há perspectiva para exportação da tecnologia para outros países, mesmo porque trata-se de uma melhoria incremental sobre uma tecnologia de origem chinesa.

AGRENER GD 2015

10º Congresso sobre Geração Distribuída e Energia no Meio Rural

11 a 13 de novembro de 2015

Universidade de São Paulo – USP – São Paulo



Para as demais dimensões, a síntese dos resultados é: [i] capacitação: obteve o melhor desempenho entre todas devido, basicamente, aos treinamentos pontuais, formação de pesquisadores e produção científica; [ii] desenvolvimento institucional: dificuldades burocráticas criam entraves para obtenção de recursos públicos, tanto para quem desenvolve a tecnologia quanto para quem pretende adotá-la; [iii] introdução da inovação: a tecnologia já está implantada e se caracteriza como inovação incremental - modelo original desenvolvido na China e adaptado na fase de ancoragem da lona - sem mudanças de paradigma tecnológico; [iv] ocorrências inesperadas: não existem registros de que a tecnologia provoque danos à vida, efeitos adversos ao meio ambiente, uso indevido, processo legal contra seu uso, ou outros riscos associados.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estudos anteriores analisaram a tecnologia de biodigestores delimitados a uma única dimensão da sustentabilidade (Guimarães, 2014; Rodrigues da Silva, 2015), respectivamente seu desempenho ambiental e sua viabilidade econômica, apresentando resultados positivos, ou seja, a tecnologia é sustentável. Porém, a aplicação do modelo INOVA-tec System trouxe novas e importantes informações que permitiram uma análise global e sistêmica. Ao correlacionar os resultados apurados nas duas variáveis utilizadas para avaliar o impacto geral da inovação, que são o índice de significância e o índice de magnitude, o modelo permitiu identificar que existe uma subutilização do potencial técnico da inovação, que se encontra em um cenário propício para a sua disseminação no mercado, mas com um baixo desempenho global dos indicadores estudados, o que demanda ações corretivas internas e externas às empresas,

Neste sentido, sugere-se que as empresas instituem uma função específica para a gestão ambiental com responsabilidades claramente definidas. Como benefícios desta ação destacam-se: [i] o valor estratégico que a sustentabilidade propicia ao negócio; [ii] evolução para uma postura ambiental proativa, inclusive disponibilizando à sociedade os resultados das suas práticas socioambientais; [iii] maior competitividade da empresa tanto no mercado interno quanto externo; [iv] ampliação do alcance social da inovação, uma vez que a seleção/desenvolvimento de fornecedores reduz a possibilidade de se comprar mandioca de fornecedores que adotem práticas contrárias aos princípios do desenvolvimento sustentável,



por exemplo, empregando mão de obra infantil, manejo inadequado do solo, uso indiscriminado de pesticidas agrícolas, etc.

A tecnologia de biodigestores encontra-se no estágio de comercialização e a demanda criada vem sendo atendida pela empresa desenvolvedora, mas dois aspectos que envolvem o poder público não estão contribuindo para a acelerar a sua disseminação.

Primeiro, é preciso que os legisladores e os órgãos governamentais sejam mais rigorosos em relação as emissões de GEE. A legislação paranaense já obriga a instalação de biodigestores para tratamento dos efluentes gerados pelas atividades do agronegócio, mas essa obrigatoriedade ainda não se aplica à captura/sequestro desses gases, no caso desta pesquisa o gás metano. Segundo, o BNDES precisa regulamentar o uso de recursos da FINAME como fonte de financiamento para a aquisição da tecnologia de biodigestores por outras feculárias e setores do agronegócio.

Além do benefício ambiental direto permitido pela tecnologia, a melhoria na qualidade e na competitividade agregam valor aos produtos das feculárias, permitindo explorarem mercados mais exigentes e sofisticados.

Sugere-se a realização de estudos futuros em outros setores do agronegócio visando comprovar e ampliar os resultados aqui apresentados e cobrir eventuais lacunas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arundel, A., & Kemp, R. (2009). *Measuring Eco-Innovation*. UNU-MERIT Working Paper Series 017, United Nations University, *Maastricht Economic and social Research and training centre on Innovation and Technology*.

Barbieri, J. C., Vasconcelos, I. F. G., Andreassi, T., & Vasconcelos, F. C. (2010). Inovação e Sustentabilidade: novos modelos e proposições. *RAE - Revista de Administração de Empresas*, 50 (2), 146-154.

Carrillo-Hermosilla, J., Del Río, O., & Konnola, T. (2010). Diversity of eco-innovations: Reflections from selected case studies. *Journal of Cleaner Production*, 18(10-11), 073-1083.

Cetrulo, T. B.; Molina, N. S. & Malheiros, T. F. (2012). Indicadores de Postura Ambiental do Setor de Produção de Etanol de Cana de Açúcar. In Philippi Jr, A. & Malheiros, T.F. *Indicadores de Sustentabilidade e Gestão Ambiental*. Barueri, SP: Manole, 2012.

Dalcomuni, S. M. (2006). Interrelações fundamentais para o desenvolvimento sustentável. Recuperado em Setembro 20, 2014 de <http://www.eco->

AGRENER GD 2015

10º Congresso sobre Geração Distribuída e Energia no Meio Rural

11 a 13 de novembro de 2015

Universidade de São Paulo – USP – São Paulo



innovation.eu/index.php?option=com_content&view=article&id=461:ecois2013&catid=24:announcements.

Dormann, J., & Holliday, C. (2002). *Innovation, technology, sustainability and society*. Genève: World Business Council for Sustainable Development.

Eco-Innovation Observatory - EIO. (2014). *The Eco-Innovation Scoreboard 2013: technical note*. Recuperado em Setembro 20, 2014 de http://www.eco-innovation.eu/index.php?option=com_content&view=article&id=461:ecois2013&catid=24:announcements.

Fussler, C., & James. P. (1996). *Driving Eco-Innovation: A Breakthrough Discipline for Innovation and Sustainability*, Pitman Publishing: London.

Guimarães, C. E. (2014). *Avaliação do Desempenho Ambiental do Aproveitamento do Biogás em Fecularias de Mandioca no Estado do Paraná: um estudo de casos múltiplos*. Dissertação de mestrado. Universidade Nove de Julho, São Paulo - SP.

Jesus-Hitzszhky, K. R. E. (2007). Impact assessment system for technological innovation: Inova-tec System. *Journal of Technology Management & Innovation*, 2(2), 67-82.

Organization for Economic Co-operation and Development – OECD (2009). *Sustainable manufacturing and eco-innovation: towards a Green economy*. Policy Brief. Recuperado em 18 Setembro, 2011, de <http://www.oecd.org>.

Ostrom, E., Burger, J., Field, C. B., Norgaard, R. B., & Policansky, D. (1999). Revisiting the commons: local lessons, global challenges. *Science Magazine*, 284 (5412), 278-282.

Porter M. E., & Kramer M. R. (2006). Strategy and Society: the link between competitive advantage and corporate social responsibility, *Harvard Business Review*, 78-92.

Rodrigues da Silva, A. (2015). *Viabilidade Econômica e Benefícios Ambientais de Tecnologia Aplicada a Biodigestores em Empresas Processadoras de Mandioca do Paraná*. Dissertação de mestrado. Universidade Nove de Julho, São Paulo, SP.

Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento/Departamento de Economia Rural – SEAB/DERAL. (2012). *Mandiocultura – Análise da Conjuntura Agropecuária*. Recuperado em 11 Fevereiro, 2014 de www.agricultura.pr.gov.br.