

VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS DA AGROINDÚSTRIA

Rosa, M. F.¹; Souza Filho, M S. M.¹; Figueiredo, M. C. B.¹; Morais, J. P. S.²; Santaella, S.T.³, Leitão, R.C.¹

¹*Pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza–CE, morsy@cnpat.embrapa.br*

²*Pesquisador da Embrapa Algodão, Campina Grande - PB*

³*Professora Associada da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza –CE*

Resumo

Questões ambientais têm alavancado o interesse por fontes renováveis e os resíduos agroindustriais tornaram-se uma fonte importante para a produção de novos materiais, de produtos químicos e de energia. O desenvolvimento e implementação de processos sustentáveis capazes de converter biomassa em vários produtos com valor agregado é uma necessidade absoluta para aproveitar resíduos agroindustriais e gerar menor impacto ambiental. Um sistema análogo ao das refinarias de petróleo, chamado biorrefinaria, utilizando a biomassa como insumo para produzir vários produtos vem sendo proposto. Este artigo discute conceitos importantes relacionados com a agregação de valor aos resíduos da agroindústria e ressalta que o desenvolvimento de novos usos para esses resíduos é essencial para otimizar a eficiência do agronegócio e reduzir o impacto ambiental.

Palavras-Chave: Agregação de valor; subprodutos; processos agroindustriais.

Abstract

Environmental concerns have supported the interest in renewable sources and the agro residues have become one important resource for the production of new materials, chemicals and energy. The development and implementation of sustainable processing of biomass into a spectrum of marketable products is an absolute necessity to use these agro residues with the lowest environmental impact. A system similar to a petroleum refinery, called biorefinery, using biomass as an input to produce multiple products has been proposed. This article discusses important concepts related with value-adding to agro residues and points out that the development of new uses for these residues is essential to optimize the efficiency of agribusiness and reduce environmental impact.

Keywords: Value-adding; by-products; agroindustrial processes.

Introdução

O acentuado crescimento do agronegócio brasileiro o coloca em posição de destaque no processo de desenvolvimento do país. A partir de 1980, a geração, a adaptação, a transferência e a adoção de inovações tecnológicas possibilitaram ganhos de produtividade expressivos, principalmente no setor de grãos, cuja produção duplicou (GASQUES e BASTOS, 2003).

Os significativos avanços no desempenho do agronegócio implicaram no aumento do consumo de insumos e da geração de resíduos nas atividades agropecuária e agroindustrial. A pesquisa científica aponta, a partir da década de 1980, para o agravamento de problemas ambientais globais, como a destruição da camada de ozônio, o efeito estufa e o comprometimento da biodiversidade, além dos impactos locais provenientes da geração de resíduos líquidos e sólidos. Esses problemas demandaram a rediscussão do modelo de desenvolvimento que se mostrava limitado por seus efeitos sobre a sustentabilidade (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2000).

A geração de resíduos está associada ao desperdício no uso de insumos, às perdas entre a produção e o consumo, e aos materiais que, gerados ao longo da cadeia agroindustrial, não possuem valor econômico evidente. Estima-se que, em média, de 20% a 30% da safra de grãos, de frutas e de hortaliças colhidas no Brasil sejam desperdiçados no caminho entre a lavoura e o consumidor. Os dados sobre o tipo e volume de resíduos gerados no agronegócio mundial sem valor agregado são escassos (ONG BANCO DE ALIMENTOS, 2004).

Resíduos podem representar perda de biomassa e de nutrientes, além de aumentar o potencial poluidor associado à disposição inadequada que, além da poluição de solos e de corpos hídricos quando da lixiviação de compostos, acarreta problemas de saúde pública. Por outro lado, o elevado custo associado ao tratamento, ao transporte e à disposição final dos resíduos gerados tem efeito direto sobre o preço do produto final.

Atenção especial tem sido voltada à minimização ou reuso de resíduos e ao estabelecimento de novos usos de produtos e subprodutos agropecuários em substituição aos recursos não renováveis. Em razão disso, a química verde, química limpa, química ambientalmente benigna, ou química autossustentável já é realidade, especialmente em países com indústria química bastante desenvolvida e que apresentam controle rigoroso na emissão de poluentes. Um bom exemplo é a adoção crescente do conceito de biorrefinaria, cuja lógica é análoga às refinarias de petróleo e integra processos visando à valorização total da matéria-prima. (LEISTRITZ *et al.*, 2007)

O presente artigo discute conceitos importantes relacionados à valorização de resíduos agroindustriais, aponta oportunidades de agregação de valor e destaca alguns avanços obtidos pelo Grupo de Valorização de Resíduos da Embrapa Agroindústria Tropical.

Biorrefinaria: um conceito sustentável para agregação de valor a resíduos

Biorrefinaria é uma unidade produtiva que integra a geração de energia e produtos de valor agregado elevado a partir de biomassa. O conceito de biorrefinaria é fundamentado na conversão integral de recursos renováveis como fonte de macromoléculas a exemplo da celulose, hemicelulose, lignina, pectina, taninos, amido, ácidos graxos, colágeno, quitosana, corantes naturais e outros constituintes químicos, em produtos processados com valor agregado (energia, produtos químicos, bio-materiais e alimentos). Esse conceito preconiza ainda a minimização dos impactos ambientais e maximização do uso do recurso renovável, considerando o ciclo de vida dos produtos obtidos. (FERNANDO *et al.*, 2006).

O uso da análise do ciclo de vida (ACV) no desenvolvimento de produtos auxilia nos empreendimentos, baseando-se no conceito de biorrefinaria por facilitar a identificação de

pontos críticos e a escolha de rotas tecnológicas com menor potencial de impacto. O conhecimento advindo com estudos de ACV em biorrefinarias permite a identificação de materiais e fontes de energia, a escolha de processos de produção, o *design* de produtos e a identificação de estratégias de disposição de resíduos que acarretam em menor impacto ambiental.

Dentro do conceito de biorrefinaria, a biomassa é convertida em uma variedade de produtos, com pouco desperdício e emissões, trazendo novas oportunidades de ganho. O processo envolve um conjunto de rotas tecnológicas capazes de fracionar, extrair, separar e converter a matéria-prima em diferentes produtos intermediários ou finais, incluindo alimentos, produtos químicos, biomateriais e energia, maximizando os ganhos econômicos, minimizando os aspectos ambientais negativos, e melhorando a eficácia e sustentabilidade das cadeias agroindustriais.

Oportunidades de valorização de resíduos agroindustriais

De forma geral, os resíduos da agroindústria de processamento de produtos de origem vegetal (frutas, oleaginosas, fibrosas, madeiras, etc.) e origem animal (laticínios, avicultura de corte, aquicultura, etc.) apresentam em suas composições diferentes constituintes, que abrem muitas oportunidades de agregação de valor pela aplicação do conceito de biorrefinaria.

A Figura 1 apresenta de forma simplificada a visão conceitual e o potencial de valorização dos resíduos agroindustriais oriundos das agroindústrias de processamento de produtos de origem animal e vegetal assumido pelo Grupo de Valorização de Resíduos da Embrapa Agroindústria Tropical.

Resíduos do biocombustível

O Brasil utiliza a cana-de-açúcar como matéria-prima para obter etanol há vários anos, e é o país que apresenta maior crescimento dessa cultura. Cada tonelada de cana-de-açúcar processada gera em torno de 140 kg de bagaço (CENBIO, 2003). Entre 60 e 90% deste resíduo são utilizados pela própria indústria sucroalcooleira como combustível para geração de energia e calor. Entretanto, existe ainda um excedente que gera problemas ambientais e de estocagem (SUN et al., 2004). Em decorrência, diversos trabalhos têm sido feitos na busca por alternativas de utilização deste subproduto, com o desenvolvimento de novos coprodutos como ração animal, papel, papelão, aglomerados, como material alternativo na construção civil, na produção de biomassa microbiana e como meio adsorvente de contaminantes orgânicos (SANTOS, 2005).

De forma similar, concomitantemente à produção de biodiesel, há a preocupação com a destinação a ser dada aos subprodutos gerados por essa agroindústria. Dentro dessa abordagem, o Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011 aponta a necessidade de ampliar as oportunidades de agregação de valor e inclusão social por meio da criação de outras fontes de renda para os produtores, dando atenção especial aos co-produtos, subprodutos, dejetos e resíduos (BRASIL, 2007). Dentre os principais desafios a serem enfrentados está a necessidade de investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento, voltados para o desenvolvimento de tecnologias que reduzam os elevados custos de produção. De imediato, a questão ambiental das tecnologias e a proteção do ambiente produzem interesse no sentido de desenvolver soluções que integrem a geração de agroenergia à eliminação ou mitigação de impactos ambientais negativos relacionados à

geração de resíduos, ampliando ainda a geração de emprego e de renda ao longo da cadeia. O desenvolvimento de novas alternativas amplia as opções de agregação de valor e contribui para reduzir os impactos ambientais negativos.

Visando substituir o uso do óleo diesel, a Resolução nº 2 do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), desde 2008, estipula que este combustível seja comercializado com a adição de 3% de biodiesel em sua composição, de acordo com. Ocorre que, para cada quilo de biodiesel produzido, aproximadamente 100 gramas de glicerol são gerados como subproduto da reação de transesterificação. Estima-se que 100.000 toneladas desse subproduto foram geradas pelas usinas brasileiras de biodiesel em 2008 (ÁVILA FILHO, 2010). Embora o glicerol tenha um valor comercial, a quantidade gerada ultrapassa a demanda, o que gera um passivo ambiental. Para solucionar isto, devem ser investigadas o potencial de uso do glicerol para produção de hidrogênio, álcoois, ácidos orgânicos e metano (JARVIS *et al.*, 1997; LÓPEZ *et al.*, 2009).

Para o biodiesel gerado a partir do dendê, a abordagem é semelhante. O processamento dos frutos do dendezeiro fornece em média os seguintes produtos e subprodutos: óleo de palma bruto 20%; óleo de palmiste 1,5%; torta de palmiste 3,5%; engaços 22%; fibras da prensagem do mesocarpo (torta de dendê) 12%; cascas 5%; e uma enorme quantidade de efluentes líquidos, denominado *Palm Oil Mill Effluent* (POME). Vários usos já foram desenvolvidos para resíduos da cultura do dendê. Por exemplo, os engaços podem ser usados em compostagem natural ou mecanizada (FURLAN JÚNIOR, 2006). As cascas são usadas como combustível (SINGH *et al.*, 1989). As cinzas de caldeira da agroindústria do dendê têm o potencial de serem usadas como adubo (OLIVEIRA, 2006). A torta de palmiste pode ser amplamente utilizada na alimentação de animais domésticos, participando da composição de rações (RODRIGUES FILHO *et al.*, 1996). A fibra do mesocarpo pode ser usada como adubo orgânico (FERREIRA *et al.*, 1998).

Visto que a produção de resíduos de dendê provavelmente será elevada e será ampliada com o aumento do consumo de biodiesel e redução de combustíveis fósseis, haverá grande quantidade de resíduos de fibras facilmente disponíveis para aplicações de maior valor agregado. A determinação do ponto ótimo de utilização e a prospecção de novos usos desses recursos ainda devem ser pesquisadas mais profundamente. Há ainda amplo espaço para tecnologias que agreguem maior valor aos resíduos da dendeicultura e uma fonte de central interesse é a fibra de prensagem do mesocarpo, que já sai da usina de biodiesel em estágio consideravelmente avançado de processamento mecânico (as fibras já se encontram bastante soltas e moídas) e químico. Dentre as pesquisas voltadas ao aproveitamento desses resíduos, destaca-se a obtenção de nanoestruturas de celulose, que são materiais especialmente indicados para melhorar o desempenho físico-mecânico de filmes e embalagens. (ROSA *et al.*, 2010).

Com relação ao POME, a literatura cita seu uso como fonte (substrato) para produção de um plástico biodegradável denominado polihidroxibutirato (PHB). Resultados obtidos por Abideen (2007) indicaram que a estratégia a ser buscada para melhorar o rendimento de produção de PHB a partir do POME é a otimização das condições experimentais. A oportunidade de utilizar resíduos decorrentes do biocombustível como matérias-primas para produção de plásticos biodegradáveis propicia benefícios adicionais com relação à redução tanto do custo de produção quanto do potencial poluidor dos mesmos (WONG *et al.*, 2000), viabilizando e ampliando a utilização dos biopolímeros, como alternativa aos plásticos convencionais.

Casca de coco verde

O consumo da água de coco verde é um hábito tipicamente brasileiro, mas que tem se expandido rapidamente, tanto no território nacional, quanto no restante do mundo. O aumento do número de empresas e a entrada de grandes grupos internacionais do setor de alimentos têm alavancado a produção brasileira de água de coco envasada.

Estima-se que o Brasil possui uma área plantada de 90 mil hectares de coqueiro-anão, destinados à produção do fruto verde para o consumo da água de coco. As cascas provenientes deste agronegócio representam 80% a 85% do peso bruto do fruto e cerca de 70% de todo resíduo gerado nas praias brasileiras. O destino deste material são os aterros e vazadouros e, como toda matéria orgânica, são emissores potenciais de gases estufa, e, contribuem para que a vida útil dos aterros diminua, para que ocorra proliferação de vetores transmissores de doenças, mau cheiro, possível poluição de solo e de corpos d'água, além da inevitável destruição da paisagem urbana. (ROSA *et al.*, 2009)

O material fibroso que constitui o mesocarpo do fruto, também denominado coir, bonote ou fibra, é um produto tradicional em países como a Índia e Sri Lanka, habituados a processarem o coco maduro. A demanda crescente por fibras de coco se dá em razão do interesse por produtos ecologicamente corretos, por ser proveniente de uma fonte renovável, biodegradável e de baixo custo e por suas características oferecerem diversas possibilidades de utilização. As fibras de coco verde apresentam-se como mais uma opção para este nicho do mercado e seu uso vem sendo atestado positivamente com resultados equivalentes aos obtidos com a fibra do coco maduro. As fibras da casca de coco verde já são utilizadas na fabricação de vasos, tapetes, mantas para contenção da erosão, artesanatos, acessórios automotivos, novos materiais etc. (CORRADINI *et al.*, 2006).

O pó da casca de coco destaca-se por ser um material biodegradável, renovável, muito leve assemelhando-se com as melhores turfas de *Sphagnum* encontradas no Norte da Europa e América do Norte. Por apresentar estrutura física vantajosa, proporcionando alta porosidade, alto potencial de retenção de umidade e elevado favorecimento da atividade fisiológica das raízes, ganhou interesse comercial principalmente como substrato agrícola no cultivo de plantas envasadas. (BEZERRA E ROSA, 2002)

As características desse resíduo abrem ainda possibilidades de uso na área de biorremediação de solos e biossorção de metais pesados (PINO *et al.*, 2006), como substrato para cama de animais de laboratório (FARIAS *et al.*, 2005) ou ainda pode ser transformado em substitutos de painéis do tipo *medium density fiberboard* (MDF) ou mesmo briquetes por meio de um processo de compactação a pressões elevadas.

Outra oportunidade importante de agregação de valor está relacionada ao líquido gerado durante a prensagem da casca de coco verde (LCCV). O LCCV apresenta um conteúdo de polifenóis, açúcares e potássio que vem estimulando pesquisas com o intuito de avaliar seu uso em aplicações de alto valor agregado. Os estudos abordam o seu potencial como fonte de taninos para formulação de resinas fenólicas e para fins fitoterápicos; como fonte de açúcar em processos fermentativos e geração de biogás; e como fonte de potássio, na fertilização de cultivos agrícolas. (ROSA *et al.*, 2007; LEITÃO *et al.*, 2009)

Pseudocaule da bananeira

O Brasil possui mais de 500mil hectares cultivados de banana, sendo o terceiro maior produtor mundial de bananas. Os principais estados produtores são Bahia, São Paulo, Pará, Ceará, Minas Gerais e Santa Catarina (IBGE, 2008). Segundo estimativas da UNIVALE, que produz banana no perímetro irrigado do Rio Jaguaribe/CE, produz-se de 50 a 150 toneladas/hectare/ano de pseudocaule, dependendo da variedade plantada.

Uma alternativa para utilização do pseudocaule é o aproveitamento da massa de celulose para fabricação de papéis especiais e de etanol, fermentação das pentoses e produção de biogás (SOFFNER, 2001). A polpa celulósica *kraft* branqueada de bananeira possibilitaria a confecção de folhas características similares ou superiores às do "papel japonês" utilizado para restauração de documentos (SILVA, 1998). Adicionalmente, o uso do pseudocaule para obtenção de nanocelulose vem sendo estudado (PEREIRA *et al.*, 2010).

No caso do cenário de utilização da fibra do pseudocaule da bananeira para produção de celulose, ocorre a geração do líquido do pseudocaule da bananeira (LPCB). Uma alternativa para utilização sustentável do LPCB é a degradação anaeróbia visando, não somente o tratamento deste efluente para ser disposto adequadamente no meio ambiente, como também a produção de biogás para geração de energia (LEITÃO *et al.*, 2009).

Considerações finais

A obtenção de novos materiais, produtos, co-produtos e substâncias químicas a partir de resíduos agroindustriais tem encontrado espaço e vem sendo desenvolvida. Além da ampliação do mercado, pela disponibilização e valorização de novos produtos, o desenvolvimento de novos usos de produtos agropecuários e de tecnologias que revertam o conceito de resíduo para o de matéria-prima para a produção de novos materiais é imprescindível para otimizar a eficiência do agronegócio além de reduzir o impacto ambiental.

Referências bibliográficas

ABIDEEN, M. Z. **Polyhydroxyalkanoates (PHA) production from palm oil mill effluent (pome) using mixed cultures in sequencing batch reactor (SBR)**. 2007, 214p

ÁVILA FILHO, S. **Usineiros de Biodiesel podem parar a produção: Glicerina, oportunidade ou problema?** Disponível em: <http://www.biodieselbr.com/colunistas/avila/usineiros-biodiesel-parar-producao-glicerina-oportunidade-problema-31-05-07.htm>. Acesso em 10/12/2010.

BEZERRA, F. C.; ROSA, M. F. . **Pó da casca de coco verde como substrato para plantas**. In: III Encontro Nacional de Substratos para Plantas - III **ENSUB**, 2002, Campinas. Documento IAC, 70, 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cadeia produtiva da agroenergia / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Política Agrícola, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura**; Buainain, A. M. e Batalha, M. O. (coordenadores), Brasília: IICA:MAPA/SPA, 112 p. 2007.

CENBIO (Centro Nacional de Referência em Biomassa). 2003. Disponível em: www.cenbio.org.br. Acessado em: 23/03/2003.

CORRADINI, E.; MORAIS, L. C.; ROSA, M. F.; MAZZETTO, S. E.; MATTOSO, L. H.; AGNELLI, J. A. M. A Preliminary Study for the Use of Natural Fibers as Reinforcement in Starch-Gluten-Glycerol Matrix. **Macromol. Symp.** 2006, 245–246, 558–564

FARIAS, D. F., FERREIRA, P. M. P., CARVALHO, A. F. F. U., CARVALHO, A. F. U. Avaliação preliminar do uso da fibra de coco (*Cocos nucifera*) como cama de animais de laboratório. **Revista da Universidade Rural - Série Ciências da Vida**, Rio de Janeiro, v. 24, n. Suplemento, p. 233-236, 2005.

FERNANDO, S.; ADHIKARI, S.; CHANDRAPAL, C.; MURALI, N. Biorefineries: Current Status, Challenges, and Future Direction. **Energy & Fuels** 2006, 20, 1727-1737.

FERREIRA, W. DE A.; BOTELHO, S. M.; VILAR, R. R. L. **Composição química dos subprodutos da agroindústria do dendê**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1998. Documentos, 119.

FURLAN JÚNIOR, J.; OLIVEIRA, R. F.; TEIXEIRA, L. B.; **Compostagem de Engaços de Dendê em Processo de revolvimento mecanizado**. Comunicado técnico 156. Embrapa Amazônia Oriental, Maio, 2006, Belém, PA.

GASQUES, J. G.; BASTOS, E. T. (março/2003). **Crescimento da Agricultura**. Boletim de Conjuntura, nº 60. Página visitada em 04 de janeiro de 2011.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola - LSPA** - agosto 2008. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em 08-09-08.

JARVIS, G. N.; MOORE, E. R.; THIELE, J. H. Formate and ethanol are the major products of glycerol fermentation produced by a *Klebsiella planticola* strain isolated from red deer. **Journal of applied microbiology**, v. 83, n. 2, p. 166-74, 1997.

LEISTRITZ, F. L.; HODUR, N. M.; SENECHAL, D. M.; STOWERS, M. D.; MCCALLA, D.; SAFFRON, C. M. **Biorefineries Using Agricultural Residue Feedstock in the Great Plains**, 2007. Disponível em <http://www.agecon.lib.umn.edu/>.

LEITÃO, R. C., ARAÚJO, A. M., FREITAS NETO, M. A., ROSA, M. F., SANTAELLA, S. T. Anaerobic treatment of côconut husk liquor for biogas production. **Water Science & Technology**. WST 59.9. p. 1841-1846, 2009.

LÓPEZ, J. A.; MARTÍN SANTOS, M. D. L. A.; CHICA PÉREZ, A. F.; MARTÍN MARTÍN, A. Anaerobic digestion of glycerol derived from biodiesel manufacturing. **Bioresource Technology**, v. 100, n. 23, p. 5609-15, 2009.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Agricultura Sustentável**. Brasília: MMA, 2000, 57p.

OLIVEIRA, R. F.; FURLAN JÚNIOR, J.; TEIXEIRA, L. B. **Composição Química de Cinzas de Caldeira da Agroindústria do Dendê**. Comunicado técnico 155. ISSN 1517-2244. Junho, 2006. Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA.

ORGANIZAÇÃO NÃO GOVERNAMENTAL BANCO DE ALIMENTOS. Disponível em: http://www.bancodealimentos.org.br/porque/dados_fome.htm.

PEREIRA, A. L. S.; CORDEIRO, E. M. S.; NASCIMENTO, D. M.; MORAIS, J. P. S.; SOUZA FILHO, M. S. M.; ROSA, M. F. Extração e caracterização de nanocelulose de fibras do pseudocaule da bananeira. In: **Anais do V Congresso Norte-Nordeste de Pesquisa e Inovação**, Maceió, 2010.

PINO, G. H.; MESQUITA, L. M. S.; TOREM, M. L.; PINTO, G. A. S. Biosorption of cadmium by green coconut shell powder. **Minerals Engineering**, v. 19, n. 5, p. 380-387, 2006.

RODRIGUES FILHO, J. A. et al. Níveis de torta de dendê em substituição ao farelo de trigo no consumo voluntário e digestibilidade de concentrados. In: **Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 35, 1996, Fortaleza.

ROSA, M. F.; BRITO, E.; PINTO, G. A. S.; CRISÓSTOMO, L. A.; LEITÃO, R. C.; MORAIS, S. M.; MAZZETTO, S. E. Potencialidades de aplicação do líquido da casca de coco verde. In: Eduardo Cassel; Rubem Mário Figueiró Vargas. (Org.). **Aplicaciones Industriales de los Taninos Vegetales: Productos y Procesos**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007, v. , p. 57-68.

ROSA, M. F. ; MATTOS, A. L A ; CRISÓSTOMO, L. A ; FIGUEIREDO, M. C. B.; BEZERRA, F. C. ; VERAS, L.G.; CORREIA, D. Aproveitamento da casca de coco verde. In: José Maria Marques de Carvalho. (Org.). **Apoio do BNB à pesquisa e desenvolvimento da fruticultura regional**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, p. 164-190, 2009.

ROSA, M. F., MEDEIROS, E. S., MALMONGE, J. A., GREGORSKI, K. S., WOOD, D. F., MATTOSO, L. H. C., GLENN, G., ORTS, W. J., & IMAM, S. H. Cellulose nanowhiskers from coconut husk fibers: effect of preparation conditions on their thermal and morphological behavior. **Carbohydrate Polymers**, 81, 83-92, 2010.

SILVA, A.G. **Utilização do pseudocaule da bananeira para produção de celulose e papel**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa – Ciência Florestal. 80p. 1998.

SINGH, G.; MANOHARAN, S.; SAN, T. T. United plantations' approach to palm oilmill by-product management and utilization. In: Porim international palm oil development conference, 1989. **Proceedings** [s.1: s.n.], 1989, p. 225-234.

SOFFNER, M.L.A.P. **Produção de polpa celulósica a partir de engaço de bananeira**. Dissertação de mestrado. ESALQ – Universidade de São Paulo. Ciência e Tecnologia de Madeiras. Piracicaba. 56p. 2001.

SUN, J. X., SUN, X. F., ZHAO, H., SUN, R. C. Isolation and characterization of cellulose from sugarcane bagasse. **Polymer Degradation and Stability**, 84: 331-339, 2004.

WONG, A. L., CHUA, H., LO, W. H. AND YU, P. H. F. Synthesis of Bioplastics from Food Industry Wastes with Activated Sludge Biomass. **Water Science and Technology**. 2000, 41(12): 55-59.

Tabelas e Figuras

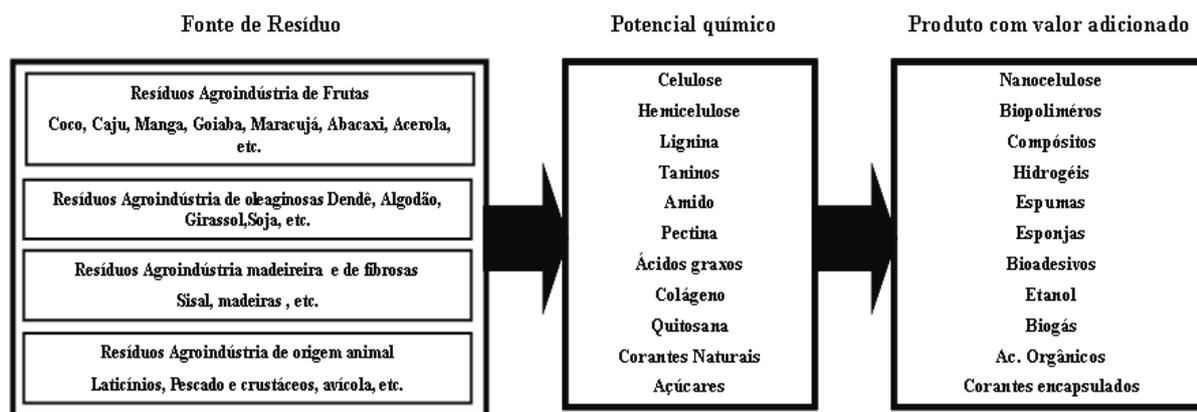


Figura 1. Potencial de valorização de resíduos agroindustriais de origem vegetal e animal.