

NOVOS INDICADORES PARA A AVALIAÇÃO DE IMPACTOS SÓCIO AMBIENTAIS DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA EM AGROINDÚSTRIAS DE REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS. APLICAÇÃO NA AGROINDÚSTRIA DE COCO

New indicators for the socio-environmental impact assessment of technological innovation in waste reuse agro industries. Coconut agro industries applications.

RESUMO

A predição de impactos das inovações tecnológicas se constitui em elemento de essencial importância para a tomada de decisões para sua implantação nos marcos do desenvolvimento sustentável. O presente trabalho objetivou desenvolver novos indicadores que permitam avaliar os impactos socioambientais da implantação de novas tecnologias em agroindústrias de nova geração, cuja matéria-prima fundamental são resíduos agroflorestais. O trabalho coloca em foco inovações tecnológicas ligadas ao aproveitamento de resíduos de coco: na produção de adsorventes naturais de metais, tóxica em água e na produção de materiais de construção, e objetiva fazer a avaliação ("ex-antes") dos impactos socioambientais da implantação destas novas tecnologias. É proposta e utilizada uma ampliação da metodologia AMBITEC, da EMBRAPA, com a introdução de novos indicadores. Os resultados obtidos dos coeficientes de impacto e o Índice Geral de Impacto, no âmbito ambiental e social nos cenários estudados, indicam a viabilidade da implementação das novas tecnologias estudadas.

Palavras-chave: Impactos ambientais e sociais, Inovação tecnológica, Resíduos de coco.

Melba Garcia Velasco

Mestre PRODEMA/UESC.
Universidade Estadual de Santa Cruz. Ilhéus. Bahia. Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente.

Francisco H. Martinez Luzardo

PhD, Professor Adjunto DCET/UESC. Universidade Estadual de Santa Cruz. Ilhéus. Bahia. Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente. Autor correspondente.

E-mail: fmartinezluzardo@gmail.com

Fermin G. Velasco

PhD, Professor Pleno DCET/UESC. Universidade Estadual de Santa Cruz. Ilhéus. Bahia. Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente.

ABSTRACT

The impact prediction of technological innovations constitutes key element for making decisions for its implementation as part of the sustainable development. This study aimed to develop new indicators to measure the social and environmental impacts of new technologies implemented in new generation of agro industries, whose main raw material is agroforestry waste. The work focuses on technological innovations related to coconut waste use: in the production of natural adsorbents of toxic metals in water and in the production of building materials, and it aims to make the evaluation ("ex-ante") of the possible socio-environmental impacts that can be caused from the implementation of these new technologies. It's proposed and used an extension of the AMBITEC methodology, from EMBRAPA. The results obtained from the impact factors and General Index of Impact, in the environmental and social context for the studied scenarios; indicate the feasibility of implementing the cited new technologies.

Keywords: Environmental and social impacts, Technological innovation, Coconut residues.

INTRODUÇÃO

Encontrar estratégias de superação da crise ambiental, sem abandonar a trajetória da modernização, constitui atualmente um desafio para a sociedade. Vários autores colocam em destaque a Teoria da Modernização Ecológica, que justamente preconiza que a inovação tecnológica constitui a ferramenta fundamental para solucionar os problemas da crise ambiental atual (MOL A. e SPAARGAREN 2002; HUBER J., 2000; JACOBS KLAUS, 2008).

Por outro lado, na história existem inúmeros exemplos da introdução de tecnologias de grande relevância para a sociedade moderna, mas que vêm acompanhados de significativos impactos socioambientais negativos. Nesta lista podem ser elencadas: as tecnologias ligadas à geração de energia a partir de combustíveis fósseis que são responsáveis pelas emissões de gases de efeito estufa; a invenção do plástico, ligada ao aumento do tempo de degradação de resíduos; a questão da indústria eletrônica no que se refere ao “e-waste” (lixo eletrônico) e o aumento da poluição de metais tóxicos; e também a tecnologia nuclear, presente em armas devastadoras e também na geração de energia, com seus conhecidos riscos de acidentes e problemas com o lixo nuclear, ainda sem uma solução técnica definitiva. Mais recentemente, a indústria biotecnológica tem trabalhado para definir seus limites a fim de não afetar os ecossistemas naturais, e assim surge a nanotecnologia emergente, com grande potencial em soluções, mas sem conhecimento preciso das consequências sociais e ambientais da presença das novas nanopartículas no ambiente (PLAGLIARO, 2011; HUNT et al., 2006).

Estes elementos acima apontam para a importância de realizar estudos de impactos prévios à introdução de projetos de inovações tecnológicas. Por isto a criação, aperfeiçoamento e aplicação de ferramentas para avaliar estes impactos, constituem-se em um elemento básico para a tomada de decisão referente à implementação das inovações tecnológicas com base na análise de seus possíveis danos e/ou benefícios ambientais e sociais.

Alguns dos mais importantes métodos de avaliação de impactos de inovações tecnológicas no setor agrícola (AMBITEC) foram desenvolvidos no Brasil por grupos de pesquisadores da EMBRAPA (Empresa Brasileira de

Pesquisa Agropecuária - RODRIGUES, 1998). A base conceitual e metodológica do Sistema AMBITEC, encontra-se reportada numa ampla literatura e publicada nos trabalhos de Rodrigues e colaboradores (RODRIGUES, 1998; RODRIGUES et al., 2000, 2002, 2003a e 2003b; IRIAS et al., 2004). Um elemento fundamental que confirma o sistema citado é a sua identificação com a avaliação dos impactos em todos os estágios dos processos sob avaliação, desde o planejamento e seleção do projeto até sua implementação (RODRIGUES et al., 2003b). É importante destacar que, diferentemente dos métodos de Avaliação de Impactos Ambientais EIA/RIMA, este tipo de ferramenta, como o Sistema AMBITEC, foca sua atenção nos efeitos que uma inovação tecnológica pode provocar em diversos níveis de abrangência (não necessariamente apenas em um objeto econômico a ser implantado). Esta metodologia constitui uma valiosa ferramenta que subsidia estudos de projetos ou programas de pesquisas relativas à implantação de novas tecnologias.

O Sistema AMBITEC/EMBRAPA original tem seu sistema de indicadores direcionado para unidades produtivas agropecuárias, produção animal e para a agroindústria, geralmente no setor alimentar. Este tipo de unidade produtiva contemplada no Sistema AMBITEC, da EMBRAPA, tem como entrada (insumos): matéria-prima padrão, produtos químicos (agrotóxicos), água e fontes de energia. A agroindústria, objeto do presente estudo, apresenta um fluxo diferenciado de insumos devido à matéria-prima utilizada ser constituída por resíduos agrícolas. Assim, como será exposto em detalhes no item 2.2 a seguir, é possível verificar que o sistema AMBITEC/EMBRAPA original não inclui indicadores capazes de avaliar adequadamente o tipo de agroindústria “verde” cuja matéria-prima fundamental são resíduos agroflorestais. Justamente esta questão é um dos focos principais do presente trabalho.

Por outro lado, um dos problemas ambientais mais marcantes da sociedade moderna está ligado à produção e gerenciamento de resíduos em decorrência dos padrões atuais de consumo. Com uma população de cerca de 192 milhões de habitantes (estimativa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE 2010]), o Brasil produz, em média, 90 milhões de toneladas de lixo por ano, de acordo com os dados do

Ministério do Meio Ambiente. No que se refere à disposição final, segundo dados de IBGE, 63,6% dos municípios brasileiros depositam seus resíduos sólidos em lixões. É evidente que o panorama da atual realidade do país, quanto à disposição final dos resíduos sólidos, exige a transformação das práticas ambientais tradicionais. Nesse particular, as pesquisas científicas e tecnológicas são fundamentais para o desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas.

Um exemplo da viabilidade do aproveitamento de resíduos sólidos por meio de tecnologias inovadoras é a reciclagem do grande volume de resíduos orgânicos gerados nos processos agrícolas. O Brasil é o quarto maior produtor mundial de coco, com uma produção aproximada de 2,8 milhões de toneladas, em uma área colhida de 287 mil hectares de coqueiros. Por sua vez, constata-se que a liderança da produção é do Estado da Bahia (MARTINS et al., 2011). Em cidades como Ilhéus e Itabuna, a produção de coco alcançou, no ano de 2011, uma cifra de 8 milhões e 20.000 frutos (SEI, 2011), o que equivale a uma grande geração de resíduos de casca de coco, cujo destino final é o lixão.

No caso específico dos resíduos de coco, inúmeros trabalhos têm sido publicados em periódicos nacionais

e internacionais, onde se têm demonstrado resultados de suas potencialidades. Visando a resolução do problema da contaminação dos recursos hídricos, diversos autores concluíram que a casca de coco verde pode ser uma alternativa viável de bioadsorção de baixo custo, para tratamento de efluentes industriais contaminados por metais pesados (SOUZA et al., 2007; ALMEIDA, 2009). Por outro lado, a utilização dos resíduos vegetais na elaboração de materiais de construção é outra opção que reduz o volume de resíduos descartados e aumenta suas potencialidades de aproveitamento. Pesquisas feitas demonstram que tratamentos com as fibras de coco são recomendáveis para a construção de painéis não estruturais de cimento/fibra de coco (MENDEZ, J. F., 2011; FILHO, 2004). A utilização de resíduos de coco para os fins citados acima pode ser enquadrada dentro daquelas soluções desejáveis, com tecnologias que podem contribuir ao mesmo tempo para resolver distintos desafios enfrentados na sociedade atual: diminuir o volume de resíduos gerados; reduzir a níveis toleráveis a contaminação dos recursos hídricos; e satisfazer a demanda habitacional da sociedade.

OBJETIVOS

O primeiro objetivo deste trabalho é aprimorar as ferramentas atuais de avaliação dos impactos da inovação tecnológica no setor agroindustrial, incluindo novos indicadores que permitam avaliar de forma integral e coerente estes impactos para o caso de agroindústrias “verdes”, cuja matéria-prima principal é constituída por resíduos de outra atividade econômica. O segundo objetivo mais específico é aplicar as ferramentas desenvolvidas para estimar os impactos ambientais e sociais da introdução das tecnologias para a produção de adsorventes naturais e materiais de construção a partir do aproveitamento de resíduos da industrialização de coco.

MATERIAIS E MÉTODOS

O sistema de avaliação de impactos ambientais e sociais, será utilizado no presente trabalho para mensurar os impactos “ex-antes” da possível aplicação das duas tecnologias alternativas de reaproveitamento de resíduos de coco, tem como base o sistema de avaliação da inovação tecnológica AMBITEC - Agroindústria da EMBRAPA (IRIAS, L. J. M., RODRIGUEZ, G. S. et al., 2004) e AMBITEC - Social (RODRIGUES, G. S., CAMPANHOLA, C., KITAMURA, P. C., et al., 2005) com adequações necessárias propostas e aplicadas no presente trabalho em uma agroindústria de beneficiamentos de resíduos de coco. Este sistema de

avaliação será descrito resumidamente nos itens 2.1 e 2.2.

Mediante uma análise detalhada, identificou-se cada elemento que integra o sistema de avaliação de impacto da inovação tecnológica AMBITEC, da EMBRAPA, nas dimensões ambientais e sociais, e realizou-se uma análise crítica dos indicadores e componentes que deveriam ser modificados, omitidos ou incorporados ao sistema de avaliação de impacto citado. Para isto, foram considerados fatores associados às especificidades das tecnologias, às condições reais da localidade onde se aplicarão as tecnologias e à

disponibilidade das informações correspondentes ao objeto de estudo.

Elementos Básicos da Metodologia

AMBITEC/EMBRAPA

O sistema AMBITEC tem uma estrutura matricial hierárquica que se subdivide em “aspectos” como, por exemplo, Eficiência Tecnológica, Conservação Ambiental e Qualidade do Produto. Cada “aspecto” agrupa um conjunto de “indicadores”, que por sua vez estão formados por “componentes”. Cada componente é avaliado, em campo, de acordo com três itens: primeiro, o coeficiente de alteração do componente, que atribui um valor entre -3 e +3 à influência da inovação tecnológica sobre este componente de certo indicador; segundo, este valor então é ponderado de acordo com a escala de ocorrência do impacto (pontual, local e no entorno) e ao peso relativo que é outorgado ao componente específico dentro do indicador. O valor resumo dos impactos de uma determinada tecnologia, inserido em um cenário específico, é denominado de Índice Geral de Impacto, que se obtém de uma soma ponderada dos impactos por cada indicador (RODRIGUES et al., 2003a e 2003b; IRIAS et al., 2004).

O sistema de avaliação de impacto ambiental AMBITEC, no caso da agroindústria, é composto por sete indicadores (uso de insumos químicos e materiais; uso de energia; uso de recursos naturais; atmosfera; geração de resíduos sólidos; água e variável de qualidade do produto) que avalia 32 componentes (IRIAS et al., 2004).

Por sua vez, para a avaliação do impacto social da introdução da inovação tecnológica, são abarcados quatro aspectos gerais de avaliação: emprego; renda; saúde; e gestão e administração. Estes, por sua vez, se dividem em quatorze indicadores, organizados em um sistema de matrizes escalares, onde é inserido, para cada indicador, um conjunto de componentes (que chegam a somar setenta e nove desses) (RODRIGUES et al., 2005).

O método aplica-se tanto para o caso da avaliação de impactos “ex-ante”, no estágio de formulação do projeto, quanto para a avaliação dos impactos ex-pós, observados, em campo, com a adoção da tecnologia.

Um elemento importante no procedimento de avaliação do Sistema AMBITEC é a indicação da direção

(aumento, diminuição ou sem alterações) dos coeficientes de alteração dos componentes. Os valores do coeficiente de alteração tomam os valores de +1 e +3 quando é previsto um aumento moderado ou grande, respectivamente, no componente de dado indicador como efeito da tecnologia. Quando o efeito é de diminuição, o coeficiente utiliza estes valores com sinal negativo, e no caso de não alteração utiliza o valor zero. Isto é aplicado para cada indicador, em razão específica da aplicação da tecnologia à atividade e nas condições de manejo particulares a sua situação (EMBRAPA, 2004).

A ponderação por escala de ocorrência expressa o espaço geográfico no qual se processa a alteração no componente do indicador, conforme a situação específica de aplicação da tecnologia, e pode ser:

- **Pontual:** quando os efeitos da tecnologia no componente se restringem apenas ao local de sua ocorrência ou à unidade produtiva na qual esteja ocorrendo à alteração. Neste caso, é adotado o valor de ponderação igual a 1;
- **Local:** quando os efeitos se fazem sentir externamente a essa unidade produtiva, porém confinados aos limites do estabelecimento em avaliação. Neste caso, é adotado o valor de ponderação igual a 3;
- **No entorno:** quando os efeitos se fazem sentir além dos limites do estabelecimento. Neste caso, é adotado o valor de ponderação igual a 5.

A aplicação do Sistema AMBITEC inclui, além disso, outro fator de ponderação que se refere à importância do componente na conformação do indicador. Os valores dos fatores de importância variam com o peso e o número de componentes que formam um determinado indicador, sendo que a soma dos pesos de todos os componentes estará normalizada no valor de (1) ou (-1), podendo assumir valores positivos ou negativos, definindo a direção (favorável ou desfavorável) do impacto para o indicador dado.

O cálculo do coeficiente de impacto ambiental/social, para cada indicador, é obtido pela equação (1), segundo a metodologia AMBITEC (EMBRAPA).

$$C_i^{imp} = \sum_{j=1}^m A_{ij} \cdot E_{ij} \quad (1)$$

Onde:

C_i^{imp} : coeficiente de impacto do indicador i ;

A_{ij} : coeficiente de alteração do componente j do indicador i ;

E_{ij} : fator de ponderação para escala de ocorrência espacial do componente

j do indicador i ;

P_{ij} : fator de ponderação (K) para importância do componente j na composição

do indicador i .

Finalmente, o Índice Geral de Impacto da Inovação Tecnológica no âmbito ambiental ou social é obtido pela equação (1), segundo a metodologia AMBITEC (EMBRAPA).

$$I_{tecn}^{imp} = \sum_{j=1}^m C_i^{imp} \cdot P_i \quad (2)$$

Onde:

I_{tecn}^{imp} : índice de impacto ambiental ou social da tecnologia;

C_i^{imp} : coeficiente de impacto do indicador i ;

P_i : fator de ponderação segundo a importância do indicador i para composição do

índice de impacto da tecnologia;

m : número de indicadores.

Modificações ao Sistema AMBITEC

O Sistema de Avaliação de Impactos da AMBITEC/EMBRAPA tem seu sistema de indicadores direcionado para unidades de produção agropecuária, animal e para a agroindústria, geralmente alimentar. Este tipo de unidade produtiva, contemplada no Sistema EMBRAPA, tem como entrada (consumo): matéria-prima padrão, produtos químicos (agrotóxicos), água e fontes de energia. A agroindústria, objeto do

presente trabalho, apresenta um fluxo diferenciado de insumos devido à matéria-prima utilizada ser constituída por resíduos agrícolas. Esta questão não é adequadamente retratada nos indicadores do Sistema EMBRAPA atual, pelo que foi necessário, na presente pesquisa, propor e realizar um conjunto de modificações (inclusões de novas variáveis) no Sistema, detalhados a seguir.

Primeiro: dentro do aspecto geral Conservação Ambiental, é proposta a introdução de um novo indicador denominado RRR (Redução, Reutilização e Reciclagem) que avalia a origem dos insumos do processo produtivo. Neste, são considerados os diferentes processos de redução de uso, reutilização e reciclagem que operam à montante (insumos) da produção, tanto da água, como da energia e de resíduos sólidos gerados na agroindústria em geral (Tabela 1).

Segundo: no aspecto Qualidade do Produto, é proposta a inclusão de novos componentes (Tabela 2). Os componentes adicionados no quadro abaixo justificam-se pelo fato de que as produções resultantes das alternativas tecnológicas, em estudo, partem do reaproveitamento de uma biomassa orgânica natural biodegradável e que, conjuntamente com esta característica, esses produtos usados e despejados podem ser novamente processados para seu reaproveitamento.

Vale ressaltar a diferença conceitual das questões avaliadas pelo indicador: Geração de Resíduos Sólidos (incluídas no Sistema AMBITEC original) e o novo indicador RRR proposto no presente trabalho. Na Geração de Resíduos Sólidos, geralmente de natureza negativa, verificam-se os resíduos da própria produção, onde é aplicada a nova tecnologia. Por exemplo, no caso estudado, seriam os resíduos gerados no processo de produção de adsorventes ou de materiais de construção. Já o indicador RRR foca sua atenção na origem dos insumos, valorizando o aproveitamento e reuso de resíduos de outras atividades econômicas (neste caso, resíduos de coco) no processo produtivo da agroindústria estudada nos três cenários apresentados.

Como se representa na Figura 1, o potencial de reaproveitamento de resíduos é avaliado por cada um dos três indicadores envolvidos (Geração de Resíduos, RRR, Qualidade do Produto) em diferentes etapas do processo. Na variável Geração de Resíduos, focaliza-se a capacidade de reciclagem dos resíduos gerados no

processo produtivo (saída); no RRR, refere-se à origem dos insumos (entrada) do processo produtivo; e na Qualidade do Produto, trata-se da capacidade de ser reaproveitado o próprio produto após o uso.

Além das modificações acima, referentes à inclusão de novos indicadores, o Sistema de avaliação de impactos tecnológicos (que foi efetivamente utilizado no presente trabalho) manteve toda a sua estrutura de cálculo similar à do Sistema EMBRAPA atual, ou seja, foram utilizadas, para os cálculos dos coeficientes de impacto do índice geral de impacto, as fórmulas (1) e (2) como aparecem reportadas na metodologia do Sistema de Avaliação de Impactos da Inovação Tecnológica

AMBITEC (EMBRAPA). Este sistema, em essência, obtém um índice integrado de impactos composto por uma soma ponderada de indicadores onde, por sua vez, cada um é uma soma ponderada de componentes. No cálculo de cada indicador são considerados o fator de ponderação da importância do componente (P_{ij}), o coeficiente de alteração do componente (A_{ij}) e o fator de escala de ocorrência espacial (E_{ij}).

Assim, a nova tecnologia é avaliada de forma integral pela composição do Índice de Impacto Ambiental e Social respectivamente, considerando o peso que lhe é conferido ao indicador de acordo com sua importância relativa na composição do impacto final da tecnologia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Agroindústria de beneficiamento de coco

A região de interesse do estudo foi o Sul do Estado da Bahia, justificada pela produção expressiva de coco e seus resíduos. A partir de dados levantados (SEI, 2011), verificou-se que o município de Una é um dos mais representativos quanto à área plantada de coco. O município de Una, distante de Salvador 503 km, tem aproximadamente 1200 km² de território, e uma população estimada em 25 mil habitantes (IBGE, 2010). Sua economia baseia-se principalmente na agricultura (Coco da Baía, Cacau, Seringa, Dendê, e outros) e turismo.

Em geral, a produção de resíduos de coco pode ser muito dispersa, como acontece nos pontos de venda de água de coco nas cidades, ou, de forma mais concentrada, como na agroindústria de coco. No presente trabalho foi escolhido o segundo cenário de maior concentração de resíduos, o qual não precisa de estudos de logística de transporte para concentração e armazenamento dos resíduos. O estudo foi aplicado na fazenda Santa Tereza, localizada no município Una, no Sul da Bahia. Esta fazenda possui uma área total de 990 hectares, com 130 ha de área plantada de coco. Nela encontra-se instalada a Plancomar Companhia Agrícola Ltda., fábrica na qual são processados os derivados do coco verde: água e polpa para fins alimentares e a casca triturada para produção da fibra e substrato agrícola. A estimativa da produção de resíduos de coco concentrada é de 5 a 6 ton./diárias. A subutilização de grande parte dos resíduos produzidos nessa agroindústria e a necessidade de viabilizar uma solução

ambiental foram motivos da decisão de escolher essa agroindústria para desenvolver o presente estudo.

O sistema de avaliação de impactos, já modificado, foi aplicado a duas alternativas tecnológicas que estão sendo objeto de investigação na Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC): a produção de adsorventes naturais de metais tóxicos em água; e a produção de materiais de construção, a partir de resíduos da comercialização da água de coco, na área da Agroindústria estudada no município de Una.

Os cálculos dos impactos correspondentes dos Coeficientes de Impacto e do Índice Geral de Impacto, no âmbito social e ambiental, foram realizados nos seguintes três cenários: Cenário 1: agroindústria com unidade produtiva de adsorventes naturais; Cenário 2: agroindústria com unidade produtiva de materiais de construção; e Cenário 3: a agroindústria sem aplicações das alternativas tecnológicas.

Ilustram-se, nas tabelas 3 e 4, sinteticamente, os resultados finais da avaliação ambiental e social dos impactos da inovação tecnológica analisados para os diferentes cenários estudados.

Impactos ambientais

Como é apresentado na tabela 3, o estudo realizado na agroindústria, sob as condições atuais, sem aplicação de tecnologias para o aproveitamento dos resíduos gerados (cenário 3), mostra um resultado desfavorável no âmbito ambiental. O fato explica-se pela ocorrência de eventos adversos que estão comprometendo a qualidade do meio ambiente. A situação atual da

agroindústria caracteriza-se por um aumento da produção e exportação do produto principal (água de coco). Em decorrência desse fato, se desencadeia maior consumo de energia, maior consumo de aditivos, causados pelo uso de conservantes na água de coco engarrafada, além do elevado consumo da água utilizada na lavagem dos cocos. Assim, é gerada uma maior quantidade de água residual. Este líquido se deposita em uma lagoa, perto da área de trabalho, o que constitui um agravo ao ambiente, gerando poluição hídrica.

Esses resíduos líquidos contêm elevadas quantidades de açúcares, fenóis, sais e outras impurezas contidas nas cascas de coco, o que acarreta o surgimento de condições favoráveis para a proliferação de focos de vetores, fato que contribui para a transmissão de doenças que afetam a saúde humana. Nas estimativas da avaliação de impacto ambiental da introdução das tecnologias alternativas, o índice total de impacto geral direciona-se em sentido positivo, contendo alguns indicadores com variações de efeitos negativos e a maioria com efeitos de maiores benefícios nos parâmetros avaliados. No aspecto integral de Eficiência Tecnológica, os indicadores que causam efeito negativo ao impacto ambiental, nas duas tecnologias citadas, foram: uso de energia, uso de água, qualidade da água e, para o indicador atmosfera, só apresentou efeito negativo para a tecnologia da produção de adsorventes naturais.

Para o indicador Uso de Energia, percebeu-se um índice de impacto negativo de valor igual a -0,125 no caso da aplicação das duas alternativas tecnológicas. Isso se justifica pelo aumento gradativo de operações mecanizadas, nas futuras instalações, para o funcionamento nas unidades produtivas previstas com as novas tecnologias. Aspecto esse que introduz o consumo de energia, devido à utilização de maquinários e equipamentos elétricos e que são imprescindíveis para o andamento das linhas de produções. Pode-se citar, por exemplo, no caso da produção de adsorventes naturais, as esteiras móveis responsáveis pelo transporte das cascas de cocos; o moinho de lâminas fixas, onde é triturada a biomassa de resíduos; e a máquina dosadora, na qual se efetuará a dosagem do pó de coco para a embalagem. Quando se considera o caso da produção dos materiais construtivos, encontra-se a betoneira, um equipamento utilizado para misturar os materiais na proporção e textura adequadas,

incluindo a fibra de coco. Ainda influi também, neste indicador, o consumo de combustível diesel em função do gerador de calor, no caso das duas alternativas tecnológicas. O mesmo é necessário para alcançar a temperatura indicada no processo de lavagem dos resíduos, requerimento associado ao processo tecnológico.

No que se refere ao indicador Uso de Água, obteve-se um índice de impacto negativo de valor igual a -0,06 no caso da produção dos adsorventes naturais, e valor -0,125 para a produção dos materiais de construção. Esse fato deve-se à necessidade do consumo da água na etapa de lavagem da fibra de coco, no início dos processos produtivos. Neste segmento, pode-se perceber que, especificamente para a produção de materiais construtivos, o efeito negativo aumenta devido não só à utilização da água para a lavagem da fibra, mas também porque será preciso consumir certa quantidade adicional de água ao ser incorporada no próprio processo de elaboração do produto.

Foi obtido, para o indicador Atmosfera, um índice de impacto negativo de valor igual a -0,0125 no caso da alternativa tecnológica para a produção dos adsorventes naturais, e nula no caso da tecnologia para a produção dos materiais de construção. Essa alteração no sentido negativo será motivada pela introdução de um moinho para a trituração da casca de coco até transformá-la em pó, para a produção dos adsorventes, o qual gerará uma mudança no que se refere ao nível de ruído existente.

O item relativo ao consumo da água, exposto anteriormente, relaciona-se com a sua qualidade, visto que quando se realizar a lavagem da fibra, a água usada ficará poluída, independentemente que ainda agregue-se à mesma o líquido extraído do resíduo de coco, o qual contém um alto teor de fenóis, açúcares, entre outras impurezas. Essas atividades, provenientes do processo tecnológico, atribuem, a este recurso natural, certo grau de turbidez e um nível moderado de sólidos dissolvidos. Isso explicita o resultado negativo nos casos das duas inovações analisadas, resultando em valor igual a -0,06 para ambas as tecnologias alternativas.

Dentre os impactos positivos, o que ganha destaque é o indicador Qualidade do Produto. Este indicador aponta os impactos que a aplicação da nova tecnologia terá na qualidade ambiental medida pelos atributos que o produto apresenta favoráveis à conservação ambiental.

Verificou-se um impacto positivo, nas duas tecnologias, com valor de 0,05. De fato, o novo adsorvente e os blocos que serão obtidos com a introdução das tecnologias alternativas terão maior biodegradabilidade e, além disso, no caso do adsorvente, este adquire a capacidade de reaproveitamento em outros setores produtivos, como o de materiais de construção.

Impactos Sociais

Na Tabela 4 são apresentados os resultados obtidos para os impactos estudados no âmbito social. Os efeitos negativos que influem no índice de impacto geral no âmbito social encontram-se no aspecto geral Saúde, apontando aos indicadores Saúde Ambiental e Pessoal e Segurança e Saúde Ocupacional.

No caso do indicador Saúde ambiental e Pessoal, consideraram-se, nas estimativas, algumas alterações advindas da adoção das novas tecnologias, na existência de emissão de poluentes hídricos. Isso é devido à lavagem dos resíduos de coco para a sua utilização no processo produtivo, os quais geram contaminantes que ficam na água. Esse indicador alcançou um índice de impacto negativo de valor -0,016 para as duas tecnologias.

Entretanto, no indicador Segurança e Saúde Ocupacional, foi abordada a exposição dos trabalhadores quanto à alteração do nível de ruído; no caso somente da produção de adsorventes naturais, produziu-se uma alteração negativa com um índice de impacto com valor de -0,0083. Essa situação explicita-se

devido à utilização de um moinho de lâminas fixas para o processo de trituração das cascas de coco.

Os indicadores que mais influenciaram positivamente no Índice Geral de Impacto foram: Geração de Rendas e Valor da Propriedade. Nesses casos, considerou-se o valor agregado do resíduo do coco ao ser transformado em produtos para a purificação da água e materiais de construção. Condicionado pelos benefícios dessa produção poderá haver um aumento de renda, o qual estimulará a sua distribuição, de acordo com o montante, em salários pagos. Verifica-se uma contribuição nos índices de impactos de 0,2075, nas duas tecnologias alternativas, e nos dois indicadores. Soma-se a esse fato o investimento das novas linhas de produção, devido à introdução das tecnologias, que contribuirá de forma positiva, aumentando o valor da propriedade localizada na área da agroindústria de aproveitamento dos resíduos de coco.

A introdução das tecnologias em avaliação proporciona um impacto geral positivo no âmbito ambiental e social. Este resultado indica que, tanto a tecnologia para a produção de adsorventes naturais quanto à de produção de materiais de construção são benéficas ao meio ambiente e contribuirão para o melhoramento das condições de vida dos moradores dessa comunidade. Diante disso, pode-se deduzir que as referidas tecnologias podem ser amplamente utilizadas em setores agroindustriais de produção de água de coco para alavancar o desenvolvimento local de forma sustentável.

CONCLUSÕES

Aproveitando praticamente todos os elementos presentes da metodologia AMBITEC – EMBRAPA, o presente trabalho desenvolveu uma proposta para sua ampliação e a aplicou na avaliação de uma agroindústria de reaproveitamento de resíduos do coco.

O resultado da estimativa do Índice Geral de Impacto Ambiental e Social obtido mediante a aplicação do Sistema de Avaliação de Impacto EMBRAPA-UESC, nos três cenários escolhidos (implantação da unidade produtiva de adsorventes naturais; implantação da unidade produtiva de materiais de construção; e cenário atual com descarte de resíduos *in natura*) foi de especial importância para considerar a possibilidade da possível implantação das alternativas tecnológicas.

Como a metodologia da AMBITEC – EMBRAPA não conta com todos os elementos necessários para a sua aplicação em agroindústria de beneficiamento de resíduos, em particular no que se refere ao aproveitamento dos resíduos de coco, o principal entrave observado encontra-se no nível da definição do indicador de reaproveitamento de resíduos, seja por reutilização ou por reciclagem dos mesmos.

No caso dos impactos ambientais nas duas tecnologias, o novo indicador RRR (Redução, Reutilização e Reciclagem) influiu significativamente pelo fato de potencializar o gerenciamento de resíduos na entrada de insumos; e o indicador Qualidade do Produto foi redimensionado para considerar especificamente os

atributos ambientais de degradabilidade e capacidade de reaproveitamento.

No caso dos impactos sociais, ganham destaque, no resultado positivo do Índice Geral de Impacto, as novas oportunidades de emprego, a geração de renda e a possibilidade de novas produções que atenderiam novas perspectivas de mercado com um possível aumento da comercialização.

O resultado do Índice Geral de Impacto Social e Ambiental, obtido mediante a aplicação do Sistema de Avaliação de Impacto EMBRAPA-UESC, nos dois cenários da aplicação das alternativas tecnológicas, teve efeito positivo, indicando que a implantação das novas tecnologias poderá conduzir a um possível melhoramento das condições ambientais e na qualidade de vida social na agroindústria estudada.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), por todo o apoio integral à pesquisa; à empresa Plancomar Companhia Agrícola Ltda “Coco Comandatuba”, pela sua participação, receptividade ao projeto e pela disponibilização de dados e amostras de resíduos de coco; e também ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio recebido através da bolsa de estudos de mestrado.

TABELAS

Tabelas 1 - Componentes do novo indicador “Redução, Reutilização e Reciclagem” (RRR) incorporados ao sistema de avaliação de impacto ambiental adaptado ao caso estudado.

Aspecto Geral	Indicador	Componentes incorporados
Conservação Ambiental	RRR	Reciclagem da água Reciclagem de resíduos sólidos Reciclagem de resíduos perigosos Eficiência Energética

Tabela 2 - Componentes incorporados no aspecto Qualidade do Produto

Aspecto Geral	Indicador	Componente incorporado
Qualidade do Produto	Qualidade do produto	Degradabilidade Capacidade de reaproveitamento

Tabela 3 - Coeficientes de Impacto Ambiental e Índice Geral de Impacto Ambiental, nos casos estudados, com a aplicação da metodologia adaptada

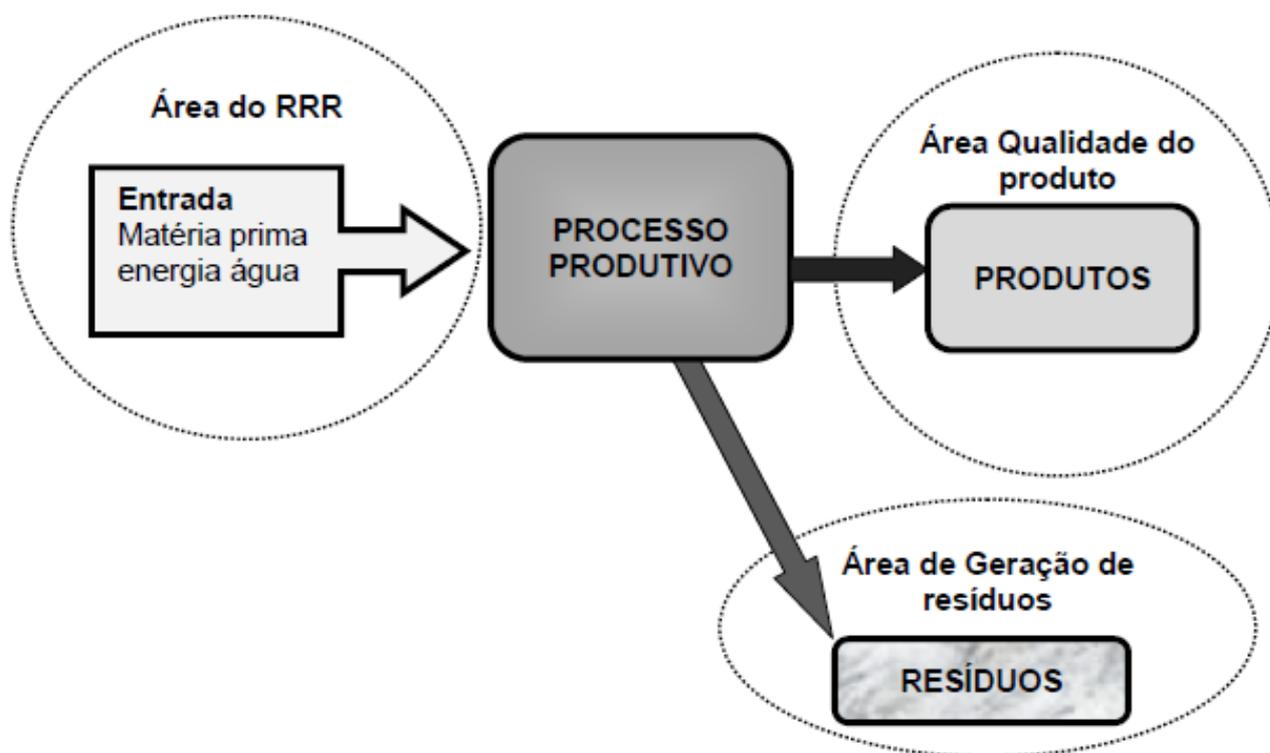
	Tecnologia para a produção de Adsorventes Naturais			Tecnologia para a produção de Materiais de Construção			Sem aplicação das Tecnologias alternativas		
	Peso do Indicador	Coeficiente de Impacto	Ci x Pi	Peso do Indicador	Coeficiente de Impacto	Ci x Pi	Peso do Indicador	Coeficiente de Impacto	Ci x Pi
Uso de insumos químicos e materiais	0,125	0	0	0,125	0	0	0,125	0,75	0,09375
Uso de Energia	0,125	-1	-0,125	0,125	-1	-0,125	0,125	-1,45	-0,18125
Uso de água	0,125	-0,5	-0,0625	0,125	-1	-0,125	0,125	-1,5	-0,1875
Atmosfera	0,125	-0,1	-0,0125	0,125	0	0	0,125	-0,1	-0,0125
Geração de resíduos sólidos	0,125	0,75	0,09375	0,125	0,75	0,09375	0,125	-0,5	-0,0625
Qualidade de água	0,125	-0,5	-0,0625	0,125	-0,5	-0,0625	0,125	-0,5	-0,0625
RRR	0,125	0,75	0,09375	0,125	5	0,625	0,125	-0,5	-0,0625
Qualidade do produto	0,125	4	0,5	0,125	4	0,5	0,125	0	0
Valor total	1		0,425	1		0,90625	1		-0,475
Índice Geral de Impacto Ambiental	Adsorventes naturais 0,425			Materiais de construção 0,90			Sem Tecnologias alternativas 0,475		

Tabela 4 - Coeficientes de Impacto Social e Índice Geral de Impacto Social, nos casos estudados, com a aplicação da metodologia adaptada

Indicadores de Impacto Social	Tecnologia para a produção de Adsorventes Naturais			Tecnologia para a produção de Materiais de Construção			Sem aplicação das alternativas tecnológicas		
	Peso do Indicador	Coeficiente de Impacto	Ci x Pi	Peso do Indicador	Coeficiente de Impacto	Ci x Pi	Peso do Indicador	Coeficiente de Impacto	Ci x Pi
Capacitação	0,083	0,6	0,0498	0,083	0,35	0,0291	0,083	0	0
Oportunidade de emprego local qualificado	0,083	0,75	0,06225	0,083	0,75	0,0623	0,083	0	0
Oferta de emprego e condição do trabalhador	0,083	0,7	0,0581	0,083	0,7	0,0581	0,083	0	0
Qualidade de emprego	0,083	0,45	0,03735	0,083	0,45	0,0374	0,083	0	0
Geração de Renda	0,083	2,5	0,2075	0,083	2,5	0,2075	0,083	0	0
Valor da propriedade	0,083	2,5	0,2075	0,083	2,5	0,2075	0,083	0	0
Saúde ambiental e pessoal	0,083	-0,2	-0,0166	0,083	-0,2	-0,0166	0,083	-4	-0,332
Segurança e saúde ocupacional	0,083	-0,1	-0,0083	0,083	0	0	0,083	-0,15	-0,01245
Dedicação e perfil do responsável	0,083	1,7	0,1411	0,083	1,3	0,1079	0,083	1,7	0,1411
Condição de comercialização	0,083	2,25	0,18675	0,083	2,25	0,1868	0,083	2,25	0,18675
Reciclagem de resíduos	0,083	1,2	0,0996	0,083	1,2	0,0996	0,083	0,4	0,0332
Relacionamento Institucional	0,083	1,8	0,1494	0,083	1,25	0,1038	0,083	1,8	0,1494
Índice Geral de Impacto Social	Adsorventes Naturais			Materiais de Construção			Sem aplicação das inovações tecnológicas.		
	1, 17			1, 08			0, 16		

FIGURAS

Figura 1 - Esquema da área de avaliação das variáveis de reaproveitamento



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, RAQUEL M. Avaliação do potencial de adsorção de U, Th, Pb, Zn, Ni pelas fibras de coco. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Nuclear) - Instituto de Pesquisa Energética e Nuclear, São Paulo: USP, 86 f, Autarquia associada à Universidade de São Paulo, 2009.

ANDREAZZI, M. A. R.; ANDRADE, R. M. Impactos das grandes barragens na saúde da população – uma proposta de abordagem metodológica para a Amazônia. In: Forest' 90, Simpósio Internacional de Estudos Ambientais em Florestas Tropicais Úmidas, Manaus. **Anais Rio de Janeiro**, Biosfera, 1990.

CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P. C.; RODRIGUES, G. S; *et al.* Sistema de avaliação de Impacto Social da Inovação Tecnológica Agropecuária (AMBITEC- Social). **EMBRAPA/CNPMA**, Jaguariúna, Boletim de pesquisa e desenvolvimento 35, p.31, 2005.

EMBRAPA. Avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária AMBITEC- AGRO. **EMBRAPA/CNPMA**, Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente Documento 34, p. 95, 2003b.

FILHO, FLAVIO P. D. Contribuição ao estudo para aplicação do pó de serra da madeira em elementos de alvenaria de concreto não estrutural. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, f.117, 2004.

HUBER, JOSEPH. Towards industrial ecology: sustainable development as a concept of ecological modernization. **Journal of Environmental Policy and Planning**, Special Issues 2, p.269-85, 2000.

IBGE, 2010 - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=ba>>. Acesso em 28 jun 2011.

IRIAS, L. J. M.; RODRIGUEZ,G.S; *et al.* Sistema de Avaliação de Impactos Ambiental de Inovações Tecnológicas nos segmentos agropecuário, produção animal e agroindústria (SISTEMA AMBITEC). **EMBRAPA Meio Ambiente**, Jaguariúna, SP, Circular Técnica 5, p. 8 2004. Disponível em <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/circular_5ID-pgYYGaSULs.pdf> Acesso em maio de 2011.

JACOBS, KLAUSS. Ecological modernisation: new perspectives. **IN: Journal of Cleaner Production**, 16, p.557-565, 2008.

MARTINS, C. R.; JÚNIOR, L. A. Evolução da produção de coco no Brasil e o comercio internacional - Panorama 2010. **Embrapa Tabuleiros Costeiros**, Aracaju, SE, nº164, 2011. Disponível em <http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2011/doc_164.pdf>. Acesso em 27 março 2012.

MENDES, J.F. Produção e propriedades de painéis de fibra de coco verde em mistura com cimento Portland. **Dissertação** (mestrado em Ciências Florestais). Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília, DF, 2011.

MOL, ARTHUR; SPAARGAREN, GERT. Ecological Modernization and Consumption: A Reply. **Society and Natural R. Resources**, 17, p.261-265, 2004.

RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P. C. An environmental impact assessment system for agricultural R&D. **Environmental Impact Assessment Review**, New York, Vol.23, p.219-244, 2003a.

RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P. C.; IRIAS, L. J.; RODRIGUES, ISIS. Sistema de avaliação de Impacto Social da Inovação Tecnológica Agropecuária (AMBITEC- Social). **EMBRAPA/CNPMA**, Jaguariúna, Boletim de pesquisa e desenvolvimento 35, p.31, 2005.

SOUSA, F. W.; MOREIRA, S. A.; OLIVEIRA, A. G.; CAVALCANTI, R. M.; NASCIMENTO, R. F.; ROSA, F. Uso da casca de coco verde como adsorvente na remoção de metais tóxicos. **Química Nova**, v.30, n.5, p.1153-1157, 2007.

SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA (SEI). Banco de dados 2011. Disponível em: <<http://www.sei.ba.gov.br/>> Acesso em 14 fev. 2012.