



INDICADORES PARA AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS E SOCIAIS DAS NANO-CÁPSULAS E NANOPARTÍCULAS NA AGRICULTURA

Beatriz Faria Carniel¹; Katia Regina Evaristo Jesus²

¹ Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia da Universidade Federal de São Carlos – São Carlos – SP beatriz@cnpma.embrapa.br

² Embrapa Meio Ambiente – Jaguariúna – SP katiareg@cnpma.embrapa.br

Projeto Componente: PC6

Plano de Ação: PA7

Resumo

A Nanotecnologia oferece a perspectiva de grandes avanços que permitirão melhorar a qualidade de vida e preservar o meio ambiente e os nano-produtos agrícolas ganham espaço com as descobertas de novas aplicações, muitas das quais já disponíveis no mercado. Este projeto visa desenvolver indicadores para avaliação dos impactos ambientais e sociais das nano-cápsulas e nano-partículas utilizadas na agricultura. Estes serão futuramente validados através de consultas a especialistas de áreas correlatas à Nanotecnologia na Agricultura e utilizados no software *Impactos NanoAgri*.

Palavras-chave: Nanotecnologia na agricultura, avaliação de impactos, impactos ambientais, impactos sociais, metodologia de avaliação.

Introdução

A Nanotecnologia tem potencial para solucionar limitações agro-ambientais com o advento de insumos agrícolas modificados em nano-escala como fertilizantes químicos, nano-pesticidas, aumento dos nutrientes e resistência à estresses ambientais e microorganismos [1] e também para revolucionar o sistema alimentar global, pois as aplicações desta área são utilizadas em todas as fases da produção de alimentos [2]. Historicamente, não há motivos para assumir que as nanotecnologias serão diferentes de outras inovações industriais cujos riscos potenciais demandam atenção independentemente dos benefícios que a tecnologia trará [3, 4]. Com mais de 1.300 produtos nanotecnológicos disponíveis no mercado [5] pode-se supor que a exposição às nanopartículas seja crítica e o ambiente já sofre os impactos deste uso, apesar da dificuldade de prevêê-los.

Desta forma, faz-se necessária uma abordagem multifacetada e multidisciplinar para que seja possível levantar indicadores relevantes para avaliar a segurança dos nano-produtos agrícolas, dada a complexidade, abrangência e provável persistência desta tecnologia no mercado.

Materiais e métodos

Após o levantamento e revisão da literatura, foram desenvolvidos indicadores ambientais e sociais segundo as diretrizes de Schomaker [6]. Em seu estudo, mostra que os indicadores são necessariamente: claros, sem ambiguidades e relacionados especificamente ao sistema estudado; mensuráveis: para que possam ser comparados a outros sistemas ou ao mesmo sistema em outras circunstâncias; executáveis: alguns indicadores necessitam de grande aporte de recursos para serem monitorados, então deve-se preferir informações de fácil acesso; relevantes: devem retratar um aspecto

importante, essencial e crítico do sistema; sensíveis à mudança temporal; passíveis de padronização: deve basear-se em uma norma, um procedimento único, bem definido e estável no tempo; terem um limiar ou valor de referência: permitir a comparação e a interpretação do resultado. Complementando esta definição, os indicadores também tem a necessidade de possuírem gradação de intensidade e serem rastreáveis [7].

Os indicadores foram divididos em dimensões e critérios para melhor organização e são apresentadas justificativas para seu uso.

Resultados e discussão

Desenvolveu-se 21 indicadores de impacto divididos em duas dimensões: “Ambiental” (11 indicadores) e “Cenário Tecnológico e Social” (10 indicadores). A elaboração foi feita com base nos dados levantados pela revisão de literatura científica.

1. Dimensão Ambiental

Critério	Indicador	Ref.
Avaliação da toxicidade <i>in vitro</i> do nano-material	1. Teste com resultado positivo para citotoxicidade do nano-produto	[8]
	2. Teste com resultado positivo para genotoxicidade do nano-produto	[4]
	3. Teste positivo para toxicidade <i>in vivo</i> do nano-material	[8]
Características cinéticas do nano-produto	4. Teste positivo para biodisponibilidade do nano-produto	[9]
	5. Geração de dióxido de carbono maior que 30% (Teste de bio-degradação do nano-produto)	[10]
Alteração na microfauna do solo em contato com nano-produto	6.) Iteração na biomassa dos microorganismos do solo após tratamento com nano-produto	[11]
	7.) Iteração na atividade enzimática dos microorganismos do solo após tratamento com nano-produto	[12]

Efeitos na flora em contato com nano-produto	8. Teste com resultado positivo para fitotoxicidade em mudas de plantas em contato com o nano-produto (inibição do crescimento e/ou alongamento das raízes)	[13]
	9. Presença de NPs nas folhas e raízes de plantas em contato com o nano-produto (absorção, translocação e acumulação de nano-partículas)	[14]
	10.) Iterações benéficas em plantas em contato com o nano-produto (estímulo da germinação da semente e/ou do crescimento vegetal)	[16]
	11. Geração de resíduos químicos ou metais pesados na produção do nano-material.	[10]

2. Dimensão: Cenário Tecnológico e Social

Critério	Indicador	Ref.
	12. Classe social beneficiada com o nano-produto.	[17]
Influência nas condições de trabalho	13. Existência de componentes reconhecidamente tóxicos no nano-produto ou em sua produção.	[18]
	14. Diferença de 25% na concentração de nano-partículas no ambiente de trabalho (entre a 1ª e 2ª medição).	[8]
	15. Porcentagem da população que desconhece a Nanotecnologia (Percepção pública da Nanotecnologia)	[19]
	16. Investimento governamental em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) na área de Nanociência e Nanotecnologia no Brasil.	[18]
	17. Número de empresas de nano-produtos agrícolas brasileiras.	[18]
Regulamentação.	18. Existência de acordos internacionais visando o uso adequado de nanotecnologias agrícolas	[21]

ISSN 2175-8395



Rede de Nanotecnologia Aplicada ao Agronegócio

Anais do VI Workshop 2012



Editores

Maria Alice Martins
Morsyleide de Freitas Rosa
Men de Sá Moreira de Souza Filho
Nicodemos Moreira dos Santos Junior
Odílio Benedito Garrido de Assis
Caue Ribeiro
Luiz Henrique Capparelli Mattoso

Embrapa

ISSN 2175-8395

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

REDE DE NANOTECNOLOGIA APLICADA AO AGRONEGÓCIO

ANAIS DO VI WORKSHOP – 2012

Maria Alice Martins
Morsyleide de Freitas Rosa
Men de Sá Moreira de Souza Filho
Nicodemos Moreira dos Santos Junior
Odílio Benedito Garrido de Assis
Caue Ribeiro
Luiz Henrique Capparelli Mattoso

Editores

Fortaleza, CE
2012

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Instrumentação

Rua XV de Novembro, 1452,
CEP 13560-970 – São Carlos, SP
Fone: (16) 2107-2800
Fax: (16) 2107-2902
<http://www.cnpdia.embrapa.br>
E-mail: sac@cnpdia.embrapa.br

Embrapa Agroindústria Tropical

Rua Dra. Sara Mesquita, 2270,
CEP 60511-110 – Fortaleza, CE
Fone: (85) 3391-7100
Fax: (85) 3391-7109
<http://www.cnpat.embrapa.br>
E-mail: sac@cnpat.embrapa.br

Comitê de Publicações da Embrapa Instrumentação

Presidente: João de Mendonça Naime
Membros: Débora Marcondes Bastos Pereira Milori, Washington Luiz de Barros Melo, Sandra Protter Gouvêa, Valéria de Fátima Cardoso.
Membro suplente: Paulo Sérgio de Paula Herrmann Júnior

Comitê de Publicações da Embrapa Agroindústria Tropical

Presidente: Antonio Teixeira Cavalcanti Júnior
Secretário-Executivo: Marcos Antonio Nakayama
Membros: Diva Correia, Marlon Vagner Valentim Martins, Arthur Cláudio Rodrigues de Souza, Ana Cristina Portugal Pinto de Carvalho, Adriano Lincoln Albuquerque Mattos e Carlos Farley Herbster Moura

Supervisor editorial: Dr. Victor Bertucci Neto

Capa: Mônica Ferreira Laurito, Pedro Hernandes Campaner

Imagens da capa:

Imagem de MEV-FEG de Titanato de potássio – Henrique Aparecido de Jesus Loures Mourão, Viviane Soares

Imagem de MEV de Eletrodeposição de cobre – Luiza Maria da Silva Nunes, Viviane Soares

Imagem de MEV de Colmo do sorgo – Fabrício Heitor Martelli, Bianca Lovezutti Gomes, Viviane Soares

Imagem de MEV-FEG de HPMC com nanopartícula de quitosana – Marcos Vinicius Lorevice, Márcia Regina de Moura Aouada, Viviane Soares

Imagem de MEV-FEG de Vanadato de sódio – Waldir Avansi Junior

Imagem de MEV de Fibra de pupunha – Maria Alice Martins, Viviane Soares

1ª edição

1ª impressão (2012): tiragem 300

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº. 9.610).

CIP-Brasil. Catalogação na publicação.

Embrapa Instrumentação

Anais do VI Workshop da rede de nanotecnologia aplicada ao agronegócio 2012 – São Carlos: Embrapa Instrumentação; Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2012.

Irregular

ISSN: 2175-8395

1. Nanotecnologia – Evento. I. Martins, Maria Alice. II. Rosa. Morsyleide de Freitas. III. Souza Filho, Men de Sá Moreira de. IV. Santos Junior, Nicodemos Moreira dos. V. Assis, Odílio Benedito Garrido de. VI. Ribeiro, Caue. VII. Mattoso, Luiz Henrique Capparelli. VIII. Embrapa Instrumentação. IX. Embrapa Agroindústria Tropical.