

Avaliação de impactos ambientais e sociais das nanocápsulas e nanopartículas na agricultura: uma proposta metodológica

Katia Regina Evaristo de Jesus (Embrapa Meio Ambiente), Beatriz de Faria Carniel
(Mestranda na Universidade Federal de São Carlos / Embrapa Meio Ambiente)
katia.jesus@embrapa.br

Problema abordado

As nanopartículas existem em estruturas e formas muito variadas. Podem apresentar características peculiares como alta reatividade e difusão no ambiente. Estas propriedades são importantes no que diz respeito aos impactos potenciais para a saúde e ambiente e para determinar o destino e comportamento dessas partículas no ecossistema, nos seres humanos e em outros organismos. O questionamento sobre os impactos da nanotecnologia tem se difundido no meio acadêmico e a avaliação dessa tecnologia caso-a-caso tem sido apontada como a melhor maneira de avaliar sua segurança.

Objetivo

O presente trabalho teve como objetivo desenvolver uma metodologia que possibilite a avaliação de impactos ambiental e social das nanotecnologias agrícolas, podendo ser empregada *ex-ante* ou *ex-post* da sua liberação no meio ambiente. A metodologia tem como base a formulação de indicadores de impacto desenvolvidos a partir da análise de dados técnicos levantados da literatura científica especializada e das aplicações das nanopartículas na agricultura.

Principais contribuições científicas, tecnológicas e/ou de inovação

Esse trabalho é fruto de uma dissertação de mestrado (CARNIEL, 2013) financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – Fapesp e está sendo divulgado em eventos da área e preparado para publicação em revistas científicas.

A primeira etapa do desenvolvimento do método Impactos AGNano consistiu na formulação de indicadores de impactos ambientais e sociais das nanotecnologias aplicadas na agricultura a partir da análise da literatura científica.

Os indicadores formulados foram validados através da consulta aos especialistas (LINSTONE; TUROFF, 1975) das áreas correlatas da Nanotecnologia (Fig. 1).

Com a contribuição dos especialistas foram elaborados os parâmetros de segurança, além dos indicadores de impacto nas diversas dimensões nas quais os efeitos das nanotecnologias podem ser percebidos. Esses dados foram disponibilizados em Planilhas para Avaliação de Segurança e Impacto.

O projeto gerou uma base de dados sobre os impactos potenciais das nanotecnologias, além do método 'Impactos AGNano' validado através da consulta presencial aos especialistas.

Outra importante contribuição do projeto é com relação à contribuição qualitativa dos especialistas acadêmicos e do setor produtivo quanto às tendências de desenvolvimento das nanotecnologias, ao potencial impacto nas diversas dimensões e também às principais preocupações internacionais e nacionais que devem nortear as regulamentações do tema, atualmente em discussão e formulação ao redor do mundo.



Fig. 1. Linha de pesquisa atual do painel de especialistas participantes da consulta remota para validação dos indicadores formulados.

Referências Bibliográficas

CARNIEL, B. F. *Avaliação de Impactos Ambientais e Sociais do Uso de Nanotecnologias na Agricultura: Uma Proposta Metodológica*. 2013. 189 f. Tese (Mestrado em Biotecnologia) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo, 2013.
LINSTONE, H. A.; TUROFF, M. Introduction. Em: *The DELPHI method: Techniques and applications*. Addison-Wesley Publishing Company. 1975.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq, Finep, Capes, Projeto MP1 Rede Agronano – Embrapa, Embrapa Meio Ambiente, Universidade Federal de São Carlos e FAPESP.

Impactos sociais, econômicos e ambientais

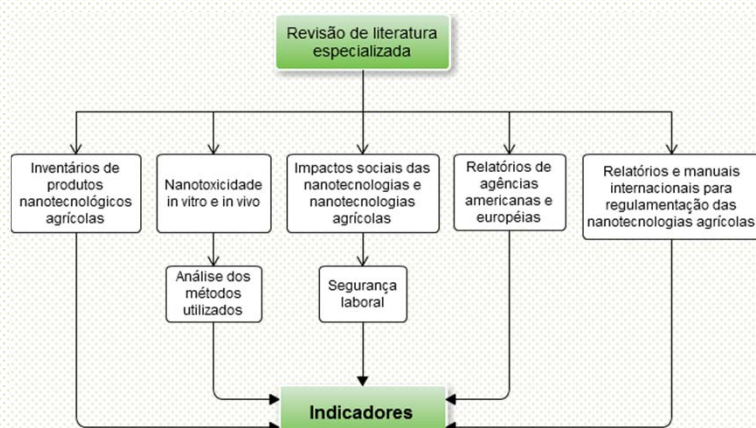


Fig. 2. Literatura científica especializada consultada durante a revisão bibliográfica para formulação dos indicadores ambientais e sociais.

Dimensão Ambiental

Critério	Indicador	Aferidor
Avaliação da toxicidade <i>in vitro</i> do nano-material	1. Resultado positivo para teste de citotoxicidade do nano-produto	Teste de Atividade MTT
	2. Resultado positivo para teste de genotoxicidade do nano-produto	Viabilidade de células após tratamento com nano-produto e expressão gênica de citocinas
Avaliação da toxicidade <i>in vivo</i> do nano-material	3. Resultado positivo para teste de toxicidade <i>in vivo</i> do nano-material	Atividade da enzima lactato desidrogenase e lavagem broncoalveolar em roedores
	4. Resultado positivo para teste de biodisponibilidade do nano-produto	Exposição cutânea, inalação e ingestão em roedores
Características cinéticas do nano-produto	5. Resultado maior que 30% para teste de bio-degradação do nano-produto	Geração de dióxido de carbono
	6. Alteração na biomassa dos microorganismos do solo após tratamento com nano-produto	Cromatografia de gases
Alteração na micro-fauna do solo em contato com nano-produto	7. Alteração na atividade enzimática dos microorganismos do solo após tratamento com nano-produto	Atividade das enzimas fosfatase, urease, α e β -glicosidase, α e β -galactosidase, amidase, desaminase, invertase e celulase
	8. Resultado positivo para teste fitotoxicidade em mudas de plantas em contato com o nano-produto	Inibição do crescimento e/ou alongamento das raízes
Efeitos na flora em contato com nano-produto	9. Presença de NPs nas folhas e raízes de plantas em contato com o nano-produto	Absorção, translocação e acumulação de nano-partículas nas folhas e raízes
	10. Alterações benéficas em plantas em contato com o nano-produto	Estímulo positivo da germinação da semente e/ou do crescimento vegetal
Resíduos	11. Geração de resíduos químicos ou metais pesados na produção do nano-material.	Acumulação do nano-material no solo e água

Dimensão Social

Critério	Indicador	Aferidor
Influência nas condições de trabalho	1. Existência de componentes reconhecidamente tóxicos no nano-produto ou em sua produção.	Literatura científica
	2. Diferença de 25% na concentração de nano-partículas no ambiente de trabalho (entre a 1ª e 2ª medição).	Teste NEAT
Percepção pública	3. Percepção pública associada à Nanotecnologia na Agricultura	Literatura científica
Investimento governamental	4. Investimento governamental em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) na área de Nanociência e Nanotecnologia no Brasil.	Relatórios FINEP e IPEA
Investimento privado	5. Número de empresas de nano-produtos agrícolas brasileiras.	Relatórios IPEA
Regulamentação	6. Existência de acordos internacionais visando o uso adequado de nanotecnologias agrícolas	Relatórios internacionais (CEC, EPA, FDA, IRGC, OECD)
	7. Existência de legislações nacionais visando a regulamentação de nanotecnologias agrícolas.	Relatórios nacionais