
EMPREGO DA TÉCNICA DELPHI PARA VALIDAÇÃO DE INDICADORES DE IMPACTO DE NANOTECNOLOGIAS AGRÍCOLAS

Beatriz de Faria Carniel¹, Katia Regina Evaristo de Jesus²

¹ Mestranda na Universidade Federal de São Carlos / Embrapa Meio Ambiente

² Embrapa Meio Ambiente Jaguariúna, SP. Brasil. Rodovia SP 340 km 127,5 CP 69 CEP 13820 -000

Telefone: 55 (19) 3311-264; Fax: 55 (19) 3311-2640

*katia.jesus@embrapa.br; beatriz@cnpma.embrapa.br

Projeto Componente: PC06 **Plano de Ação:** PA07

Resumo

Para estudar os impactos das nanotecnologias agrícolas é essencial avaliar quais fatores definem o sistema estudado com base na literatura especializada, embasando estes indicadores com dados científicos relevantes e de consenso na comunidade científica. Após o levantamento, os indicadores devem passar por um processo de validação para que tenha relevância técnica e credibilidade científica. Existem várias modalidades de validação, a escolhida pela equipe consistiu em submeter os indicadores em formato de questionários a um painel de convidados, empregando a Técnica Delphi. Através da análise das respostas foi possível elaborar um perfil dos especialistas envolvidos com pesquisas na área de Nanotecnologia no Brasil, além de informações que podem contribuir para melhorar a eficiência de futuras consultas.

Palavras-chave: Validação de indicadores, indicadores de impacto, consulta à especialistas, Técnica Delphi.

Introdução

A primeira etapa da elaboração dos indicadores de impacto consistiu no levantamento de indicadores de impacto de nanotecnologias agrícolas através da mineração de dados da literatura científica. Após a formulação dos indicadores eles foram validados, tendo em vista garantir a credibilidade científica em todas as etapas do processo de construção metodológica.

A consulta aos especialistas de áreas correlatas à nanotecnologia agrícola foi a técnica de validação escolhida, com base na árvore de decisões de Bockstaller e Girardin [2003].

A Técnica Delphi [LINSTONE; TUROFF, 1975] foi selecionado para realizar a consulta, por apresentar algumas vantagens em termos da condução do processo: não há confrontação entre os peritos, utiliza ferramentas simples para identificar padrões de respostas, além de ter sido empregado com sucesso no desenvolvimento de outros pela equipe. Esta técnica se baseia na utilização de questionários para organizar a contribuição de um painel de especialistas com grande variedade de conhecimentos especializados.

Materiais e Métodos

O primeiro passo para aplicação da técnica Delphi é a seleção dos respondentes. Para formar o painel de especialistas foram pesquisadas palavras-chave nas plataformas Lattes (CNPq) e nas redes de nanotecnologias e nanotecnologias agrícolas contidas na base CNPq ('Rede de Nanotecnologia Aplicada ao Agronegócio', 'Rede Brasileira de Pesquisa em Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente' e 'Rede de Nanotecnologia Molecular e de Interfaces').

Após o período de dois meses de consulta (de outubro à novembro de 2012), as respostas foram compiladas e os cálculos estatísticos realizados.

Resultados e Discussão

Analisando os resultados obtidos, verificou-se que uma grande parte dos especialistas que responderam ao questionário (29%) possuem formação acadêmica em Química, o que é desejável considerando que a avaliação de impacto de nanotecnologias inclui diversos indicadores químicos e toxicológicos. Também houveram porcentagens altas de formação profissional em Engenharia de Materiais (14%),

Biologia (10%) e Engenharia Química (5%) (Fig. 1). As Engenharias abrangem as inovações tecnológicas e a Biologia conecta a Nanotecnologia com a Agricultura e Ambiente, portanto ambas são essenciais para avaliar a importância dos indicadores levantados.



Fig 1: Formação profissional de nível superior dos especialistas consultados na consulta do método Impactos NanoAgri.

As linhas de pesquisa atuais da maioria destes especialistas são as áreas de Nano-materiais e Nanobiotecnologia (35% e 14% respectivamente) provavelmente devido ao fato de serem áreas em crescimento no Brasil e, em tecnologias emergentes, é típico que áreas tecnológicas como estas sejam enfatizadas (Fig. 2).

Grande parte dos especialistas é de áreas relacionadas a nanotecnologias agrícolas: Nanotecnologia aplicada ao agronegócio (22%) e Nanotecnologia com ênfase na agricultura (4%). A opção "Outros" foi selecionada por 15% dos respondentes, uma porcentagem alta esperada considerando a ampla definição de Nanotecnologia e quantidades de linhas de pesquisa existentes.



Fig 2: Linhas de pesquisa dos especialistas

consultados na consulta para formulação do método Impactos NanoAgri.

Foram enviados 162 convites para especialistas das áreas relacionadas à Nanotecnologia Agrícola. Ao fim do período de consulta foram obtidas 83 respostas completas e 20 incompletas, totalizando o retorno do questionário em 64%, uma porcentagem de retorno, tornando a rodada de consulta válida. No entanto, 36% não preencheram o questionário o que indica que os cientistas brasileiros devem investir na pesquisa colaborativa para que certas áreas do conhecimento sejam mais eficientemente desenvolvidas (Fig. 3).

As respostas incompletas ocorreram provavelmente pela falta de conhecimento específico dos pesquisadores em certas áreas. As maiores abstenções e respostas incompletas ocorreram na Dimensão "Social" e "Cenário Tecnológico" em que não existem muitos especialistas no Brasil. A relação entre a área Social e a tecnologia não é muito incentivada no país além de ser um tópico complexo e subjetivo e, portanto, foram ignoradas ou respondidas parcialmente dependendo do conhecimento de cada respondente na área.

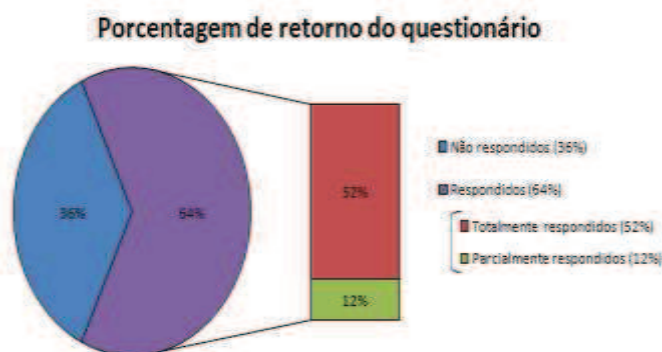


Fig 3: Porcentagem de retorno da consulta aos especialistas do método Impactos NanoAgri.

Foi observado que os especialistas retornaram em maior quantidade nos dias seguintes aos lembretes enviados regularmente (dias 05/10, 16/10 e 29/10). Isto indica que é necessário tentar envolver os pesquisadores mais de uma vez na consulta para que se obtenha alto retorno, além da importância dos lembretes e e-mails explicativos.

A Fig 4 permite observar que a maioria dos pesquisadores respondeu à consulta nos últimos dias disponíveis, provavelmente devido a compromissos e viagens. No entanto, este fato pode ser um viés na validação considerando que os pesquisadores poderiam responder ao questionário e incluir contribuições qualitativas

mais eficientemente caso possuíssem mais tempo disponível.



Fig 4: Número de respostas ao longo de dois meses reservados para a consulta aos especialistas.

Conclusões

A validação conceitual por cientistas e especialistas é de extrema importância. É vantajoso para o estudo que os participantes se sintam pessoalmente envolvidos com o problema em pauta, estejam motivados a responder e sintam que os resultados fornecerão informações valiosas, às quais, de outro modo, não se teria acesso. É extremamente importante elaborar grupos de perguntas relevantes abordando problemas críticos decisivos. As questões devem ser formuladas tão inteligíveis e explícitas quanto possível para evitar ambiguidade e assim obter-se alto retorno e resultados eficientes e confiáveis.

Agradecimentos

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

Referências

BOCKSTALLER, C; GIRARDIN, P. How to validate environmental indicators. *Agric. Syst.* 76, 639–653, 2003.

LINSTONE, H. A; & TUROFF, M. Introduction. Em: *The Delphi method: Techniques and applications*. Addison-Wesley Publishing Company. 1975.