



Perspectivas da aplicação do método Delphi referentes à inserção de recursos renováveis na economia

SOUZA, Maria Gabriely de Oliveira Rocha¹; SANTANA, Hortência Elucielly Pereira^{2,3};
MACÊDO-JÚNIOR, Roberto Oliveira⁴; VASCONCELOS, Cleiton Rodrigues de¹;
RUZENE, Denise Santos^{1,2,3}; SILVA, Daniel Pereira^{1,2,3,4*}

¹ Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de Sergipe

² Rede Nordeste de Biotecnologia, Universidade Federal de Sergipe

³ Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Universidade Federal de Sergipe

⁴ Programa de Pós-Graduação em Ciência da Propriedade Intelectual, Universidade Federal de Sergipe

* Autor de correspondência. E-mail: silvadp@hotmail.com

RESUMO

As tecnologias limpas estão sendo cada vez mais procuradas pelas empresas, pois além de serem uma alternativa viável para conservação do meio ambiente, também têm sido vistas como atitude de destaque na economia. A transição para utilização de recursos renováveis tem enfrentado alguns desafios de investimento, política ambiental e conscientização. Devido a isso, pesquisadores têm buscado estudar o conhecimento de diversas populações sobre o tema através de estudos utilizando o método Delphi. Com essa técnica, é possível gerar uma discussão sobre determinado tema entre os especialistas entrevistados e ainda assim propagar informações corretas que possam atuar na conscientização da produção de manufatura verde. Portanto, este trabalho teve como objetivo identificar o que há na literatura referente às análises do método Delphi aplicadas na bioeconomia, incluindo perspectivas futuras. Os resultados mostraram que o método Delphi é inovador e essencial na coleta de dados sobre este assunto e que investimento em pesquisa e ampliação de políticas públicas e ambientais são essenciais para o avanço da inserção dos recursos renováveis.

Palavras-chave: Delphi; Políticas ambientais; Gestão de resíduos; Florestal; Energia renovável.

Perspectives on the Delphi method application regarding the inclusion of renewable resources in the economy

ABSTRACT

Clean technologies are being increasingly sought after by companies, as in addition to being a viable alternative for environmental conservation, they have also been seen as a prominent attitude in the economy. The transition to the use of renewable resources has faced some investment, environmental policy and awareness challenges. Because of this, researchers have sought to study the knowledge of different populations on the subject through studies using the Delphi method. With this technique, it is possible to generate a discussion on a certain topic among the interviewed specialists and still spread correct information that can act in the awareness of green manufacturing production. Therefore, this work aimed to identify what is in the literature regarding the analyzes of the Delphi method applied in bioeconomics, including future perspectives. The results showed that the Delphi method is innovative and essential in collecting data on this subject and that investment in research and expansion of public and environmental policies are essential for advancing the insertion of renewable resources.

Keywords: Delphi; Environmental policies; Waste management; Forestry; Renewable energy.

1 Introdução

O aumento no interesse de tecnologias mais limpas tem se espalhado por todo o mundo, tendo inúmeros países realizado esforços individuais e coletivos para construir um modo de vida com baixo carbono. Garantir recursos tecnológicos inovadores interligados à produção química, principalmente em escala industrial, se faz então necessário para que uma sociedade cada vez mais sustentável possa surgir (KHATTAB *et al.*, 2023).

A biomassa é abundante e facilmente obtida por meio da madeira, plantas herbáceas e resíduos agrícolas. Em decorrência do seu conteúdo potencial, a biomassa lignocelulósica vem sendo estudada para inúmeras aplicações, entretanto, sua complexidade estrutural exige que sejam empregadas etapas de pré-tratamento, o qual depende do tipo de biomassa e a sua finalidade, antes de serem processadas em vias biotecnológicas. Para que haja uma migração para produtos mais biotecnológicos, conhecidos como bioprodutos, também é imprescindível a inserção de equipamentos que garantam a eficiência alta do processo (SHAN *et al.*, 2023; ASHOOR *et al.*, 2023).

Por ser um tema atual, a transição do uso de recursos derivados de petróleo para os renováveis encontra inúmeras barreiras, as quais envolvem não somente a eficiência do processo que precisa ser garantida, mas também a falta de investimentos e baixa propagação da informação sobre este tema. Diante disso, alguns pesquisadores ao realizarem seus estudos em determinadas áreas, promovem esta conscientização e estudam a aceitação social da utilização de fontes renováveis em empresas e no seu dia a dia (KULISIC *et al.*, 2021).

Estes estudos são realizados através de questionários e entrevistas em diversas comunidades para buscar um compilado de informações sobre a relação da sociedade com esta transição, também mostrando que a biomassa lignocelulósica é uma alternativa confiável. Muitos métodos são utilizados para avaliar e discutir melhor as diversas percepções sociais sobre a utilização da biomassa vegetal, como por exemplo o método Delphi. Diante dos obstáculos vistos na sociedade quanto à aceitação da transição energética e inserção dos recursos renováveis no dia a dia da sociedade, mas também a falta de investimento e pesquisas, o presente trabalho teve como finalidade mostrar um conjunto de dados que envolvem esta problemática e de que forma o método Delphi pode contribuir na disseminação de informações que contribuam para o avanço da economia atual.

2 Método Delphi

O Delphi é uma técnica utilizada geralmente para analisar temas complexos e difíceis de quantificar, tanto em perspectiva nacional quanto em um mercado unificado. Também é muito indicado em situações emergentes, as quais sejam muito influenciadas pela tendência atual. Por isso, o método Delphi tem sido utilizado em estudos com perspectivas futuras (RIKKONEN *et al.*, 2019).

Este tipo de análise possui no mínimo duas rodadas, convencionais e definidoras, as quais incluem consenso, experiência aprofundada, iteração, anonimato e feedback. Há algumas técnicas alternativas de Delphi que possuem variações, como a Consensus Delphi, que procura compartilhamento de domínio de determinado tema entre os especialistas, e a Policy Delphi, cujo objetivo é levar os especialistas a demonstrarem todas as alternativas para apoiar ou rejeitar a evidência (HURMEKOSKI *et al.*, 2019).

Delphi é essencial para facilitar a comunicação entre um grupo de especialistas, não sendo um método de pesquisa padrão. Através dele o entrevistado fornecerá argumentos racionais que devem sustentar seus posicionamentos, experiência aprofundada, para que exista uma visão detalhada sobre o tema, e liberdade para se expressar com clareza e convicção. Portanto, assuntos que envolvem a análise da inserção de energias renováveis, mudanças e tendências sobre bioeconomia são favoráveis para serem analisadas através do método Delphi (TAPIO *et al.*, 2017).

3 Relação entre a bioeconomia com base florestal e o marketing verde

A bioeconomia foi surgindo na medida que houve a necessidade de substituir combustíveis fósseis por alternativas que gerassem menos carga poluidora, com base em novos produtos e tecnologias. Além disso, está atrelada também à redução de fronteiras entre indústrias e setores, buscando métodos de eficiência energética e sustentabilidade. Hurmekoski *et al.* (2019) realizaram seus estudos utilizando o método Policy Delphi, mais especificamente, a variação “Argument Delphi” para analisar opiniões sobre percepções futuras de especialistas relacionadas ao setor florestal e expor conhecimentos do tema a fim de desenvolver argumentos relevantes. As pesquisas foram focadas em 4 subtemas, sendo eles mercado, tecnologia, política e meio ambiente, e três rodadas (entrevistas com abordagem exploratória, questionário baseado nos resultados e enfatizar contradições e desacordos ocorridos nas etapas anteriores).

Durante o processo de entrevistas, a maioria das pessoas consideraram a bioeconomia de base florestal como uma novidade, destacando suas perspectivas futuras até o ano de 2030. Segundo eles, para que haja este desenvolvimento na bioeconomia, há uma forte exigência na implementação de políticas climáticas e energéticas, atuando diretamente no desenvolvimento operacional. Além disso, inicialmente vê-se o crescimento do setor de biomassa florestal inserido nas tecnologias verdes utilizando apenas produtos emergentes, pois o aumento contínuo da demanda desta biomassa deverá acontecer somente em 2030, com apenas em 2050 havendo uma substituição notável de materiais não renováveis (Hurmekoski *et al.*, 2019).

De outra forma, Esmaelnezhad *et al.* (2023) utilizaram o método fuzzy Delphi na terceira etapa da sua pesquisa, para identificar alternativas e estratégias mais eficazes na implementação da sustentabilidade. Os autores chegaram à conclusão de que as medidas que devem ser tomadas no marketing verde, em ordem de prioridade para que as pessoas tenham maior conhecimento sobre o tema, são: desenvolvimento de tecnologia de redução de resíduos, foco em atividades aplicadas aos consumidores LOHAS (Estilo de Vida de Saúde e Sustentabilidade), demonstrar as ações ambientais das empresas por meio de propaganda, desenvolvimento de pesquisas de mercado para detectar necessidades verdes considerando uma combinação adequada de mídia e usar materiais reciclados ou reutilizáveis em produtos.

4 Energia renovável em pequena escala

A agricultura está cada vez mais tendendo a desenvolver meios para uma produção autossuficiente de energia, pois além de dependerem de fontes externas de energia (combustíveis fósseis e eletricidade comprada), os impactos ambientais estão sendo fortemente discutidos. Porém, a transição para estes novos sistemas energéticos precisa ser tratada através de inúmeras pesquisas com especialistas, de forma que sejam esclarecidas todas as demandas, dificuldades e expectativas (RIKKONEN *et al.*, 2019).

O método Delphi é inserido nesta etapa como um facilitador da compreensão do conteúdo das entrevistas, sendo utilizado em questionários sobre o futuro desejável do desenvolvimento de energias de pequena escala. Áreas de competência para abranger o tema o máximo possível podem ser definidas como: agricultura, energia renovável, política climática, economia, tecnologia, ciências sociais e naturais. Os resultados mais favoráveis foram o uso de biogás e madeira tradicional, de forma que ambos fossem refinados para produção de combustível e utilização no ciclo de nutrientes. Porém, a lucratividade é uma preocupação, pois a alta demanda dos resíduos é necessária para que haja um crescimento alinhado com os

objetivos futuros. Sendo assim, a aplicação de políticas mais consistentes precisam ser desenvolvidas e propagadas (RIKKONEN *et al.*, 2019).

Tem-se como exemplo uma usina de gaseificação de biomassa para geração de energia onde para que haja o seu desenvolvimento, é necessária uma estratégia de tomada de decisão para a formação correta do desenvolvimento da planta da usina, bem como sua matéria-prima utilizada, contribuindo assim com a bioenergia sustentável de tal região. O método Delphi é aplicado nesta etapa para identificar o tamanho essencial da planta de gaseificação, sendo inserido também na etapa de avaliação de custo, fornecimento, disponibilidade e produtividade. Dessa forma, para que haja uma seleção correta de tal planta, deve-se levar em consideração questões técnicas, ambientais, econômicas e sociais em que o Método Delphi pode ser indicado para essas análises (BISHT; THAKUR, 2023).

5 Sustentabilidade e gestão de resíduos industriais

Com o crescimento da economia verde, as práticas corporativas sustentáveis de gerenciamento de resíduos tóxicos têm disso priorizadas entre as indústrias. Uma gestão ambiental que inclua conhecimento suficiente juntamente com canais de propagação de informações eficazes é necessária para que, na prática, os sistemas de gestão de resíduos funcionem corretamente. Dessa forma, as empresas que o adquirirem melhorarão sua sustentabilidade a longo prazo e apoiarão o desenvolvimento sustentável corporativo que inclui preocupações ambientais de empresas (NGUYEN *et al.*, 2023).

Através do método Delphi foi possível perceber que as pessoas possuem um conhecimento favorável quanto ao descarte de resíduos industriais tóxicos. No entanto, categorizar, coletar, reciclar ou descartar corretamente estes resíduos geram alguns desafios para algumas empresas que por sua vez acabam não acatando. Desta forma, as políticas públicas estruturadas são essenciais para serem desenvolvidas dentro da empresa. Como a capacidade técnica de obter um tratamento de resíduos adequado está diretamente ligada à custos, esforços de pesquisa, investimentos e parcerias podem ser um bom facilitador neste desafio, de forma que a disponibilidade de recursos financeiros garanta a gestão correta de resíduos tóxicos (NGUYEN *et al.*, 2023).

O questionamento sobre políticas ambientais nas empresas é essencial para que as mudanças comecem a ocorrer. Através da pesquisa Delphi, pesquisadores puderam coletar dados em entrevistas sobre este assunto, dividindo o processo em três fases: identificação do problema, roteiro de perguntas (questionários) e entrevistas. A implementação de uma política

ambiental é essencial para que haja um crescimento de ações para redução do alto consumo de água e energia. No entanto, há muitas limitações e os instrumentos regulamentares são quase inexistentes, não havendo fiscalização sobre os subfornecedores das empresas, se eles estão adeptos às políticas ambientais corporativas. As principais barreiras que dificultam a implementação de alternativas renováveis são falta de treinamento, falta de conhecimento técnico, falta de conscientização, estruturação de organizações com muitas falhas, baixa flexibilidade e hesitação em investir na transição energética (AZEMI *et al.*, 2023).

6 Considerações finais

A transição para uma economia menos agressiva ao meio ambiente e que não comprometa a geração de lucros para a sociedade tem sido tema de destaque entre as pequenas e grandes empresas. Diante do apresentado, através do método Delphi, uma técnica inovadora e essencial na coleta de dados sobre este assunto, foi possível obter uma revisão de quais são os objetivos para o fortalecimento da sustentabilidade, bem como os desafios que devem ser enfrentados para que tornar esse quadro possível. Notou-se que a aplicação de políticas ambientais e disseminação da informação são medidas essenciais para que haja aumento de aceitação social e investimento em pesquisa e novas tecnologias.

Agradecimentos

Os autores reconhecem a assistência financeira das agências brasileiras de fomento à pesquisa como Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) sob o Código Financeiro 001, fundação brasileira vinculada ao Ministério da Educação (MEC), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), fundação brasileira vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), Fundação de Apoio à Pesquisa e à Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe (FAPITEC/SE) e a Universidade Federal de Sergipe pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC/UFS).

Referências bibliográficas

- ASHOOR, S.; KHANG, T. U.; LEE, Y. H.; HYUNG, J. S.; CHOI, S. Y.; LIM, S. E.; LEE, J.; PARK, S. J.; NA, J. Bioupgrading of the aqueous phase of pyrolysis oil from lignocellulosic biomass: a platform for renewable chemicals and fuels from the whole fraction of biomass. *Bioresources and bioprocessing*, v.10, n.34, p.1-14, 2023.
- AZEMI, F.; SIMUNOVIC, G.; TOKODY, D.; MULAKU, L. Green manufacturing and environmental Sustainability manufacturing in Kosovo's Small and Middle Enterprises, Barriers to Implementation. **Technical Magazine**, v.30, n.3, p.988-992, 2023.

BISHT, A. S.; THAKUR, N. A decision-making framework to evaluate and select optimal biomass gasification plant size for sustainable regional bioenergy, development. **Process Integration and Optimization for Sustainability**, v.7, p.215-233, 2023.

ESMAELNEZHAD, D.; LAGZI, M. D.; ANTUCHEVICIENE, J.; HASHEMI, S. S.; -KHORSHIDI, S. Evaluation of green marketing strategies by considering Sustainability criteria. **Sustainability**, v.15, 2023.

HURMEKOSKI, E.; LOVRIC, M.; LOVRIC, N.; HETEMAKI, L.; WINKEL, G. Frontiers of the forest-based bioeconomy – A European Delphi study. **Forest Policy and Economics**. v.102, p.86-99, 2019.

KHATTAB, S. M. R.; OKANO, H.; KIMURA, C.; FUJITA, T.; WATANABE, F. Efficient integrated production of bioethanol and antiviral glycerolysis lignin from sugarcane trash. **Biotechnology for biofuels and bioproducts**, v.16, n.1, p.82, 2023.

KULISIC, B.; GAGNON, B.; SCHWEINLE, J.; HOLSBEECK, S. V.; BROWN, M.; SIMURINA, J.; DIMITRIOU I.; MCDONALD, H. The contributions of biomass supply for bioenergy in the post-COVID-19 recovery. **Energies**, v.14, n.24, p.8415, 2021.

NGUYEN, T. T.; BUI, L. T. B.; TRAN, K. T.; TRAN, D. T. M.; NGUYEN, K. V.; BUI, H. M. The toxic waste management towards corporates' sustainable development: A casual approach in Vietnamese industry. **Environmental Technology & Innovation**, v.31, p.103-186, 2023.

RIKKONEN, P.; TAPIO, P.; RINTAMAKI, H. Visions for small-scale renewable energy production on Finnish farms – A Delphi study on the opportunities for new business. **Energy Policy**, v.129, p.939-948, 2019.

SHAN, W.; YAN, Y.; LI, Y.; HU, W.; CHEN, J. Microbial tolerance engineering for boosting lactic acid production from lignocellulose. **Biotechnology for biofuels and bioproducts**, v.16, n.1, p.78, 2023.

TAPIO, P.; RINTAMAKI, H.; RIKKONEN, P.; RUOTSALAINEN, J. Pump, boiler, cell or turbine? Six mixed scenarios of energy futures in farms. **Futures**, v.88, p 30-42, 2017.