

SOLUÇÕES PARA UMA ECONOMIA CIRCULAR INTELIGENTE

Ana Caroline Vieira Lobo

Adriana Hofmann Trevisan

Janaina Mascarenhas Hornos da Costa

Escola de Engenharia de São Carlos/Universidade de São Paulo

anacarolinelobo@usp.br

Objetivos

Em uma economia circular inteligente, tecnologias digitais viabilizam estratégias circulares, como reutilização e reciclagem de recursos produtivos (1). Trata-se de uma abordagem promissora para alavancar a sustentabilidade. O objetivo desta pesquisa é identificar soluções para as principais dificuldades das empresas em implementar inovações nessa área.

Resultados

No total, foram identificadas 12 barreiras (ver Quadro 1) e dez soluções (ver Quadro 2). Apenas quatro barreiras (B05 a B08) são relativas aos *stakeholders* da empresa, e as demais são relativas a aspectos organizacionais ou tecnológicos. No entanto, ao menos oito soluções (S01 a S08) dependem da atuação em conjunto com outros atores, como governo e desenvolvedores.

Métodos e Procedimentos

A metodologia adotada foi a revisão sistemática da literatura (2). A busca nas bases de dados *Scopus* e *Web of Science* resultou em 288 publicações, das quais 30 eram relevantes para a questão de pesquisa. Os dados foram extraídos, sintetizados e categorizados (3) com auxílio do *software* MAXQDA.

Conclusões

Os resultados evidenciam que mesmo desafios individuais requerem soluções sistêmicas em uma economia circular inteligente. O uso de tecnologias digitais intensifica a necessidade de integração e cooperação com outros atores. Contudo, uma vez que a maioria dos artigos analisados é de autoria europeia, sugere-se que futuras pesquisas investiguem a viabilidade das soluções em economias emergentes.

Quadro 1: Barreiras à implementação de uma economia circular inteligente (continua).

Código	Barreira	Descrição
B01	Falta de confiança no investimento	A empresa não tem certeza sobre o retorno financeiro do investimento.
B02	Falta de capacidade de financiamento	Os investimentos são limitados por questões orçamentárias e ausência de linhas de financiamento.
B03	Falta de inovação nos modelos de negócio	Dificuldades em redefinir o modelo de negócio devido à falta de criatividade e de aceitação do mercado.
B04	Falta de expertise no compartilhamento de dados	Questões como sensibilidade da informação, propriedade intelectual e falta de interoperabilidade dificultam o compartilhamento de dados.

Quadro 1: Barreiras à transição para uma economia circular inteligente (conclusão).

Código	Barreira	Descrição
B05	Falta de mão de obra qualificada	Dificuldades devido à escassez de especialistas no mercado e aos altos custos de treinamento.
B06	Falta de colaboração entre parceiros	Competição e falta de coordenação dos atores dificultam a integração da cadeia de valor.
B07	Falta de comportamento sustentável do consumidor	O consumidor não possui hábitos sustentáveis como realizar manutenção de seus pertences e separar o lixo reciclável.
B08	Falta de parceiros	Dificuldade em encontrar fornecedores, terceirizados, etc.
B09	Alto custo de implementação	Os custos iniciais podem envolver aperfeiçoamento das tecnologias, atualização da infraestrutura tecnológica, contratação de pessoal, etc.
B10	Falta de integração das tecnologias digitais	A interoperabilidade é prejudicada pelo uso de múltiplas tecnologias e pela falta de padronização entre os fabricantes.
B11	Falta de segurança	Ataques cibernéticos podem gerar vazamentos de dados e expor a empresa a <i>blackmailers</i> .
B12	Falta de privacidade	Dificuldades em assegurar que os usuários não são identificáveis e outros mecanismos de privacidade.

Quadro 2: Possíveis soluções para as barreiras identificadas.

Código	Solução	Descrição	Barreiras solucionadas
S01	Apoio para realização de investimentos	O governo pode apoiar investimentos em sustentabilidade e tecnologia através de estímulos econômicos ou linhas de financiamento próprias.	B02
S02	Estímulo ao desenvolvimento de <i>startups</i>	Empresas do tipo <i>startup</i> promovem inovações no mercado, e podem ser estimuladas por meio de incubadoras e aceleradoras.	B03
S03	Novos programas educacionais	Novos currículos e modelos de ensino podem ajudar a formar mão de obra especializada.	B05
S04	Compartilhamento de equipamentos	Serviços de locação e de compartilhamento de equipamentos ajudam a reduzir custos e riscos.	B01, B02 e B09
S05	Integração via empresas <i>business-to-business</i>	A integração dos atores da cadeia de valor pode ser intermediada por empresas <i>business-to-business</i> que fornecem suporte para as partes envolvidas.	B04, B06 e B08
S06	<i>Marketplaces</i> de dados	Dados podem ser tratados como produtos e ser comercializados em <i>marketplaces</i> especializados.	B04 e B06
S07	Plataformas para simbiose industrial	Plataformas colaborativas podem conectar empresas para compartilhar e reaproveitar resíduos e energia.	B06 e B08
S08	Padrão de comunicação industrial	O fluxo de informação entre os atores da cadeia de valor pode ser facilitado com a adoção de um padrão de comunicação industrial, o qual garante interoperabilidade dos dados.	B04 e B10
S09	Tecnologia <i>mixed waste processing</i>	Auxilia na separação dos resíduos, reduzindo o papel do consumidor.	B07
S10	Tecnologia <i>blockchain</i>	Pode ser aplicada de diferentes maneiras para assegurar segurança e confiabilidade no compartilhamento de dados.	B11 e B12

Agradecimentos

Este trabalho foi apoiado pela Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) sob os processos nº 2020/14462-0 e nº 2019/23655-9. As opiniões, hipóteses e conclusões ou recomendações expressas neste material são de responsabilidade dos autores e não necessariamente refletem a visão da FAPESP.

Referências Bibliográficas

- Rosa P, et al. Assessing relations between circular economy and industry 4.0: a systematic literature review. *Int J Prod Res.* 2020;58(6):1662-1687.
- Tranfield D, Denyer D, Smart P. Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *Br J Manag.* 2003;14:207-222.
- Miles MB, Huberman AM, Saldaña J. *Qualitative data analysis: a methods sourcebook.* 3rd ed. SAGE Publications; 2014.