



ARTIGO ORIGINAL

OPEN ACCESS

PESQUISA-AÇÃO NA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO SOBRE SUA APLICAÇÃO NA INDÚSTRIA

ACTION RESEARCH IN PRODUCTION ENGINEERING: AN EXPLORATORY STUDY ABOUT ITS APPLICATION IN INDUSTRY

INVESTIGACIÓN-ACCIÓN EN LA INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN: UN ESTUDIO EXPLORATORIO SOBRE SU APLICACIÓN EN LA INDUSTRIA

Abinel Santiago Cerqueira Junior ^{1*}, Fabio Santo Caram ², Carlos Hideo Arima ³, Rosinei Batista Ribeiro ⁴, & Eliane Antônio Simões ⁵

^{1 2 3 4 5} [Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza \(CEETEPEPS\)](https://www.ceetepeps.com.br)

^{1*} abinel.cerqueira@cpspos.sp.gov.br ² fabio.caram@cpspos.sp.gov.br ³ charima@uol.com.br ⁴ rosinei1971@gmail.com

⁵ eliane@iqeduc.com.br

ARTIGO INFO.

Recebido: 13.02.2023

Aprovado: 10.03.2023

Disponibilizado: 17.03.2023

PALAVRAS-CHAVE: Pesquisa-ação, Engenharia de Produção, Metodologia, Sistemas Produtivos, Indústria.

KEYWORDS: Action Research, Production Engineering, Methodology, Productive Systems, Industry.

PALABRAS CLAVE: Investigación-acción, Ingeniería de producción, Metodología, Sistemas de producción, Industria.

*Autor Correspondente: Cerqueira, A. S., Jr.

RESUMO

A pesquisa-ação é um método qualitativo que pode ser aplicado na engenharia de produção para gerar conhecimento científico e resolver problemas funcionais. O presente estudo tem como objetivo analisar o método e sua aplicação na engenharia de produção no setor industrial por meio de uma pesquisa exploratória. Para o desenvolvimento da pesquisa, foi realizada uma revisão da literatura. Especialistas com experiência na aplicação do método foram consultados por meio de uma *survey* e de entrevistas para identificar os principais fundamentos metodológicos da pesquisa-ação, suas etapas e técnicas para sua condução na engenharia de produção. Os resultados alcançados permitem observar que a aplicação da pesquisa-ação no setor industrial abrange diversas áreas de concentração, tais como, transformação digital, indústria 4.0 e gestão das operações. As etapas “planejar a pesquisa-ação” e “analisar dados e planejar ações” requerem maior tempo e esforço para condução da pesquisa-ação e, para devida condução do método, o pesquisador deve desenvolver e criar um relacionamento de confiança com os participantes que farão parte da pesquisa.

ABSTRACT

Action research is a qualitative method that can be applied in production engineering to generate scientific knowledge and solve functional problems. This study aims to analyze the method and its application in production engineering in the industrial sector through exploratory research. For the development of the research, a literature review was conducted. Specialists with experience in the application of the method were consulted through a survey and interviews to identify the main methodological foundations of action research, its stages and techniques for its conduct in production engineering. The results achieved allow us to observe that the application of action research in the industrial sector covers several areas of concentration, such as digital transformation, industry 4.0 and operations management. The steps "plan action research" and "analyze data and plan actions" require greater time and effort to conduct the action research and, for due conduct of the method, the researcher must develop and create a relationship of trust with the participants who will be part of the research.

RESUMEN

La investigación-acción es un método cualitativo que se puede aplicar en la ingeniería de producción para generar conocimiento científico y resolver problemas funcionales. Este estudio tiene como objetivo analizar el método y su aplicación en la ingeniería de producción en el sector industrial a través de la investigación exploratoria. Para el desarrollo de la investigación, se realizó una revisión de la literatura. Se consultó a especialistas con experiencia en la aplicación del método a través de una encuesta y entrevistas para identificar los principales fundamentos metodológicos de la investigación-acción, sus etapas y técnicas para su realización en ingeniería de producción. Los resultados obtenidos permiten observar que la aplicación de la investigación-acción en el sector industrial abarca varias áreas de concentración, como la transformación digital, la industria 4.0 y la gestión de operaciones. Los pasos "planificar investigación-acción" y "analizar datos y planificar acciones" requieren mayor tiempo y esfuerzo para llevar a cabo la investigación-acción y, para la debida conducción del método, el investigador debe desarrollar y crear una relación de confianza con los participantes que formarán parte de la investigación.



1. INTRODUÇÃO

Para que novas teorias e modelos sejam aplicados em um determinado ambiente, as abordagens metodológicas de pesquisa são utilizadas pelos pesquisadores para o desenvolvimento e a produção de conhecimento científico na engenharia de produção (Miguel, 2007).

A respeito dos métodos de pesquisa disponíveis na engenharia de produção, pode-se afirmar que a pesquisa-ação é utilizada como estratégia de pesquisa cujo objetivo é a produção de conhecimento para resolver problemas funcionais, onde é possível observar que este método tem se tornado cada vez mais utilizado (Mello, Turrioni, Xavier, & Campos, 2012; Thiollent 2022).

Assim como outros métodos de pesquisa, como o estudo de caso e a Design Science Research (DSR), a pesquisa-ação é um método tipicamente adotado na gestão das operações, onde sua aplicação pode ser vista em diferentes contextos na indústria (Dresch, Lacerda, & Miguel, 2015).

No setor industrial e na gestão das operações, a transformação digital permitiu que novos sistemas de produção sejam analisados para implementação e otimização de processos. Para tanto, a indústria 4.0 vem sendo desenvolvida com o apoio de um conjunto de novas tecnologias e modelos que tornam os sistemas produtivos mais flexíveis e colaborativos em uma indústria (Santos, Alberto, Lima, & Charrua-Santos, 2018).

Sendo assim, o presente artigo tem como objetivo geral analisar a aplicação do método pesquisa-ação na área de engenharia de produção no setor industrial, onde o estudo tem como principal contribuição responder a seguinte questão de pesquisa:

- Como o método pesquisa-ação tem sido conduzido na área de engenharia de produção no setor industrial?

Para alcançar o objetivo geral deste estudo, os seguintes objetivos específicos foram definidos:

- Efetuar revisão da literatura a aplicação da pesquisa-ação na engenharia de produção no setor industrial;
- Realizar uma *survey* e entrevistas junto aos especialistas com experiência no método;
- Analisar as etapas, características e técnicas de coleta de dados que têm sido utilizadas na condução da pesquisa-ação.

Este estudo foi estruturado da seguinte maneira: a seção 2 descreve o referencial teórico sobre a pesquisa-ação bem como seu histórico e fundamentos metodológicos. A seção 3 apresenta a metodologia utilizada para a revisão da literatura, *survey* e entrevistas, enquanto a seção 4 descreve os resultados encontrados. Por fim, a seção 5 apresenta as considerações finais e sugestões para futuras pesquisas relacionadas ao tema.



2. REFERENCIAL TEÓRICO

A pesquisa-ação é um método de pesquisa qualitativa utilizada para produção de conhecimento e resolução de problemas, sendo que sua proposta foi desenvolvida inicialmente em 1946 por Lewin (Lewin, 1946; Oquist, 1978).

Ao propor seus fundamentos metodológicos, Lewin buscou se aprofundar nos problemas a serem resolvidos visando participar ativamente para buscar soluções aos problemas identificados em seu objeto de pesquisa, por meio da observação e da análise (Melo, Maia Filho, & Chaves, 2016).

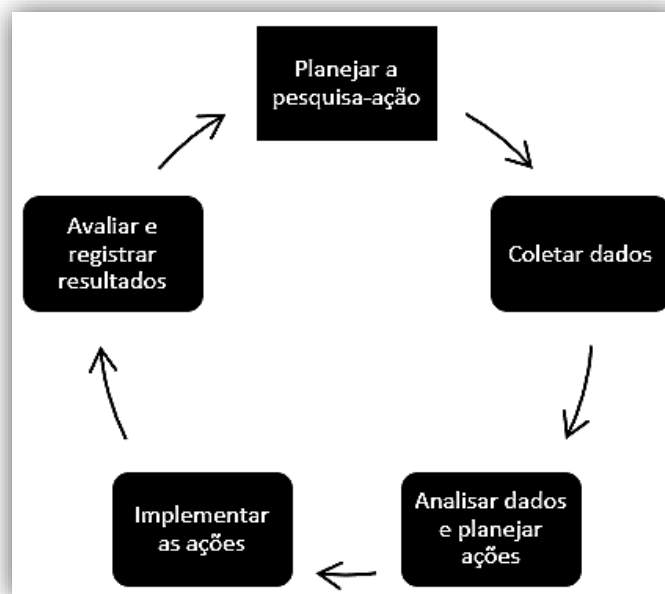
Sua aplicação pode ser vista em qualquer área de conhecimento, onde o método se diferencia dos demais por oferecer as bases e os procedimentos necessários para que o pesquisador possa ampliar o conhecimento científico. Ressalta-se que o pesquisador pode realizar as intervenções necessárias no ambiente de pesquisa (Coghlan, 2019; Fillippo, 2011).

Coghlan e Coghlan (2002) sugerem que a pesquisa-ação apresenta quatro características: a pesquisa-ação diz respeito a “pesquisa na ação” em vez de “pesquisa sobre a ação”, a pesquisa-ação é participativa e simultânea à ação, a pesquisa-ação resulta em uma sequência de eventos e a pesquisa-ação resulta em uma abordagem na busca da solução de um problema.

Outra característica da pesquisa-ação é que o método se assemelha aos diversos tipos de investigação-ação como, por exemplo, o ciclo PDCA (*plan, do, act e check*) utilizado nos processos de qualidade (Deming, 1986; Tripp, 2005).

Quanto a estrutura para a execução das etapas da pesquisa-ação, a Figura 1 apresenta o ciclo do processo dividido em cinco fases, que são: planejar a pesquisa-ação; coletar dados; analisar dados e planejar ações; implementar ações; avaliar e registrar resultados.

Figura 1. Estrutura de execução da pesquisa-ação



Fonte: adaptado de Mello *et al.* (2012)



As etapas necessárias para a execução da pesquisa-ação permitem ao pesquisador seguir um roteiro para atingir os objetivos e resultados de sua pesquisa. Ressalta-se que a etapa de planejar a pesquisa-ação se desdobra em quatro etapas: iniciar projeto de pesquisa-ação; definir estrutura conceitual-teórica; selecionar unidade de análise e as técnicas de coleta de dados; definir contexto e propósito da pesquisa (Mello *et al.*, 2012).

Para a condução da pesquisa-ação, a etapa de coleta de dados deve ser realizada com atenção pelo pesquisador durante o estudo científico. Woodside e Wilson (2003) afirmam que as técnicas utilizadas com maior frequência são: observação participante do pesquisador, investigação por meio de questionamento dos participantes, análise de documentos e análise do ambiente de pesquisa.

Para analisar os dados coletados e planejar as ações necessárias, cabe ao pesquisador identificar quais são as partes interessadas e suas expectativas, com o objetivo de obter um diagnóstico da situação atual. Na implementação das ações, os participantes da pesquisa implementam o plano de ação em cooperação com o pesquisador (Mello *et al.*, 2012).

Na última etapa do processo cíclico da pesquisa-ação, a avaliação e registros de resultados consiste em monitorar o plano de ação implementado na etapa anterior para identificar e analisar se a implementação apresentou resultados satisfatórios e definir quais aspectos precisam ser ajustados (Mello *et al.*, 2012). Considerando todas as etapas apresentadas, pode-se afirmar que, para sua devida execução, o método requer atenção por parte do pesquisador durante todo o ciclo do processo.

No setor industrial, observa-se que o método tem sido aplicado em diferentes contextos. Braz, Scavarda e Martins (2011) publicaram um trabalho sobre revisão e melhoria dos sistemas de medição de desempenho, enquanto Carvalho, Oliveira e Scavarda (2015) conduziram um estudo para desenvolver o planejamento de capacidade tática em um caso real da indústria de Engenharia sobre Encomenda (*Engineering-To-Order*).

Em outros países, há exemplos da aplicação do método na engenharia de produção nos últimos anos. Em um estudo realizado na indústria têxtil do Sri Lanka, Sakthi Nagaraj, Jeyapaul, Vimal e Mathiyazhagan (2019) utilizaram a pesquisa-ação com o objetivo de aplicar os conceitos do *lean* visando melhorar o desempenho operacional e a qualidade de vida dos trabalhadores.

Prashar (2020) aplicou o método em uma indústria farmacêutica para aprimorar processos operacionais com a adoção das metodologias *Six Sigma* e DMAIC (*define, measure, analyze, improve e control*). Por fim, na Holanda, Cramer (2020) conduziu a pesquisa-ação em um estudo aplicado na economia circular presente em Amsterdã.

Desse modo, nota-se que a pesquisa-ação é aplicada em diferentes tipos de indústria, bem como em diferentes áreas de concentração na engenharia de produção. Portanto, pode-se afirmar que o método permite ao pesquisador entender as necessidades e problemas funcionais em um determinado contexto para melhoria contínua de um ambiente.



3. METODOLOGIA

O desenvolvimento deste estudo foi realizado por meio de uma pesquisa exploratória. O método aplicado é de característica quali-quantitativa, através da realização de uma revisão da literatura, de um levantamento (*survey*) publicado na Internet e de entrevistas com especialistas para obtenção de uma análise mais profunda.

Para a execução da revisão da literatura, foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre o tema nas bases de dados Web of Science e Scopus considerando as palavras-chave “*action-research*”, “*production engineering*”, “*industry*”, “*manufacture*” e “*production*” bem como o uso dos operadores booleanos “AND” e “OR”, conforme dados da Tabela 1.

Tabela 1. Critérios de inclusão

Critérios de Inclusão	Descrição
Palavras-chave (<i>string</i>)	("action-research") AND ("production engineering") AND ("industry" OR "manufacture" OR "production")
Bases de Dados	Scopus e Web of Science
Período de Pesquisa	2011 a 2021

Fonte: Autores (2022)

Os resultados encontrados nas bases de dados *Web of Science* e *Scopus* foram consolidados na Tabela 2. Nota-se que a maior parte dos resultados encontrados estão disponíveis para pesquisa na base de dados *Scopus* em comparação com a *Web of Science*. Ao todo, 635 registros foram encontrados.

Tabela 2. Quantidade de resultados por base de dados

Base de Dados	Quantidade de Resultados
<i>Web of Science</i>	196
<i>Scopus</i>	439

Fonte: Autores (2022)

Utilizando a planilha eletrônica Microsoft Excel, realizou-se a para execução da triagem e organização dos resultados da busca. A Tabela 3 apresenta os critérios de exclusão adotados, sendo que nove publicações foram selecionadas para análise.

Tabela 3. Critérios de exclusão

Critérios de Exclusão	Descrição
Tipo de Documento	Dissertações e teses
Citações	Publicação com menos de 20 citações
Idioma	Publicação que não seja em inglês e português

Fonte: Autores (2022)

Após a conclusão da triagem, o Quadro 1 apresenta o nome da publicação, autores e o ano de publicação dos estudos selecionados. O estudo “Pesquisa-ação na engenharia de produção: proposta de estruturação para sua condução”, desenvolvido por Mello *et al.* (2012), foi adicionado devido a aderência ao tema desta pesquisa.



Quadro 1. Publicações selecionadas por tema, autores e período

Título	Autores	Ano
<i>Digital transformation priorities of India's discrete manufacturing SMEs – a conceptual study in perspective of Industry 4.0</i>	Dutta G., Kumar R., Sindhwani R., Singh R.K.	2020
<i>Productivity gains through standardization-of-work in a manufacturing company</i>	Mor R.S., Bhardwaj A., Singh S., Sachdeva A.	2019
<i>Action Research in Reverse Logistics for End-Of-Life Tire Recycling</i>	Fagundes L.D., Amorim E.S., da Silva Lima R.	2017
<i>Making decisions on offshore outsourcing and backshoring: A case study in the bicycle industry</i>	Gylling, Michael; Heikkila, Jussi; Jussila, Kari; Saarinen, Markku	2015
<i>Journey toward Lean Construction: Pursuing a Paradigm Shift in the AEC Industry</i>	Tommelein, Iris D.	2015
<i>A Distinctive Analysis of Case Study, Action Research and Design Science Research</i>	Dresch, A., Lacerda, D. P., & Cauchick Miguel, P. A.	2015
<i>Tactical capacity planning in a real-world ETO industry case: An action research</i>	Carvalho, Andrea Nunes; Oliveira, Fabricio; Scavarda, Luiz Felipe	2015
<i>Strategies for Integrating the Use of Off-Site Production Technologies in House Building</i>	Pan, Wei; Gibb, Alistair G. F.; Dainty, Andrew R. J.	2012
<i>Action research in production engineering: A structure proposal for its conduction</i>	C.H.P. Mello, J.B. Turrioni, A.F. Xavier, D.F. Campos	2012
<i>Reviewing and improving performance measurement systems: An action research</i>	Frutuoso Braz, Renata Gornes; Scavarda, Luiz Felipe; Martins, Roberto Antonio	2011

Fonte: Autores (2022)

O tipo de amostragem escolhida para a aplicação da *survey* foi de característica não probabilística, sendo que a estratégia definida foi por conveniência. Antes de sua publicação, um pré-teste foi conduzido com três especialistas para validar o modelo final do questionário da *survey* e das entrevistas.

O questionário para a *survey* foi elaborado com base na escala *Likert*, modelo desenvolvido por Renis Likert em 1932 para coleta de dados onde a escala com cinco pontos foi adotada, sendo: “1 - discordo totalmente”, “2 - discordo”, “3 - indiferente”, “4 - concordo” e “5 - concordo totalmente” (Likert, 1932).

Para facilitar a avaliação dos dados a serem coletados, as questões foram estruturadas em quatro dimensões: utilização do método pesquisa-ação na engenharia de produção, as características da pesquisa-ação, tempo e esforço requeridos para execução das etapas do método e as técnicas para coleta de dados utilizadas no método.

Com o objetivo de consolidar o questionário desenvolvido com a literatura identificada na pesquisa bibliográfica, o Quadro 2 apresenta o total de questões utilizadas na *survey*, bem como o nome da variável de cada questão e suas referências conforme representação subsequente.

Quadro 2. Total de questões utilizadas na *survey*

Questões		
Variável	Fatores relacionados a utilização do método na engenharia de produção	Referências
Q1	1. A pesquisa-ação tem se tornado um método cada vez mais utilizado na engenharia de produção.	Mello <i>et al.</i> (2012)
Q2	2. A pesquisa-ação é mais frequente na engenharia de produção para resolução de problemas funcionais.	Mello <i>et al.</i> (2012)
Q3	3. A pesquisa-ação é mais frequente na engenharia de produção para produção de conhecimento científico.	



Variável	Fatores relacionados as características da pesquisa-ação na engenharia de produção	Referências
Q4	4. A pesquisa-ação é um método que o pesquisador conduz a “pesquisa na ação” em vez de “pesquisa sobre a ação”.	Coughlan & Coughlan (2002)
Q5	5. A pesquisa-ação é participativa e simultânea à ação.	
Q6	6. A pesquisa-ação resulta em uma sequência de eventos.	
Q7	7. A pesquisa-ação resulta em uma abordagem na busca da solução de um problema.	
Q8	8. A pesquisa-ação é um tipo de investigação-ação, tal como, o ciclo PDCA.	Tripp (2005); Deming (1986)
Variável	Fatores relacionados ao tempo e esforço requeridos para execução das etapas da pesquisa-ação	Referências
Q9	9. De todas as etapas necessárias para condução do método, a etapa "Planejar a pesquisa-ação" requer maior tempo e esforço.	Mello <i>et al.</i> (2012)
Q10	10. De todas as etapas necessárias para condução do método, a etapa "Coletar dados" requer maior tempo e esforço para sua execução.	
Q11	11. De todas as etapas necessárias para condução do método, a etapa "Analisar dados e planejar ações" requer maior tempo e esforço para sua execução.	
Q12	12. De todas as etapas necessárias para condução do método, a etapa "Implementar ações" requer maior tempo e esforço para sua execução.	
Q13	13. De todas as etapas necessárias para condução do método, a etapa "Avaliar e registrar resultados" requer maior tempo e esforço para sua execução.	
Variável	Fatores relacionados as técnicas para coleta de dados do método na engenharia de produção	Referências
Q14	14. Das técnicas disponíveis para coleta de dados, a observação participante é a técnica utilizada com mais frequência na pesquisa-ação.	Woodside & Wilson (2003)
Q15	15. Das técnicas disponíveis para coleta de dados, a investigação através do questionamento dos participantes é a técnica utilizada com mais frequência na pesquisa-ação.	
Q16	16. Das técnicas disponíveis para coleta de dados, a análise documental é a técnica utilizada com mais frequência na pesquisa-ação.	
Q17	17. Das técnicas disponíveis para coleta de dados, a análise ambiental é a técnica utilizada com mais frequência na pesquisa-ação.	

Fonte: Autores (2022)

A seguir, seguem as descrições relacionadas para cada questão idealizada ao questionário apresentadas no Quadro 2:

1. As questões Q1 a Q3 consideram os fatores relacionados a utilização da pesquisa-ação na engenharia de produção, assim como as suas referências, para avaliar a utilização do método e seus propósitos;
2. As questões Q4 a Q8 consideram os fatores relacionados as características da pesquisa-ação com as referências citadas na fundamentação teórica. As questões têm como objetivo analisar as características do método;
3. As questões Q9 a Q13 consideram os fatores relacionados ao tempo e esforço requeridos para execução das etapas da pesquisa-ação. O objetivo das questões é analisar as etapas do método que exigem maior tempo e esforço para sua execução;
4. As questões Q14 a Q17 consideram os fatores relacionados as técnicas para coleta de dados que podem ser utilizadas na pesquisa-ação. O objetivo das questões é identificar e analisar as técnicas para coleta de dados aplicadas com mais frequência.



Para responder à *survey*, mestres e doutores, que fazem parte do corpo docente de universidades brasileiras nos programas de pós-graduação em engenharia de produção, foram convidados por e-mail a participarem da pesquisa. A *survey* foi enviada entre os dias 13 e 24 de junho de 2022 aos respondentes, que contou com 31 respostas de 227 e-mails enviados.

Visando estimar a confiabilidade e a consistência interna do questionário aplicado neste estudo, o coeficiente alfa de Cronbach foi calculado após análise dos resultados da *survey*. Da Hora, Monteiro e Arica (2010) afirmam que o coeficiente alfa é calculado com base na variância de todos os itens individuais e da variância da soma dos itens de cada respondente, conforme equação a seguir apresentada na Equação 1.

Equação 1. Equação para cálculo do coeficiente alfa de Cronbach

$$\alpha = \left(\frac{k}{k-1} \right) \times \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k s_i^2}{s_t^2} \right)$$

Fonte: Da Hora *et al.* (2010)

As entrevistas foram realizadas com sete questões formuladas para estimular o respondente a fornecer respostas precisas acerca do assunto. Para tanto, o Quadro 3 relaciona as questões apresentadas na entrevista aos especialistas com as referências citadas na fundamentação teórica.

Quadro 3. Questões utilizadas na entrevista

Questões	Referências
1) A pesquisa-ação tem se tornado um método cada vez mais utilizado na engenharia de produção?	Mello <i>et al.</i> (2012)
2) O método pesquisa-ação é mais frequente na engenharia de produção para resolução de problemas e produção de conhecimento científico?	Mello <i>et al.</i> (2012)
3) Quais características diferenciam a pesquisa-ação de outros métodos científicos?	Coughlan & Coughlan (2002)
4) Na sua opinião, a pesquisa-ação é um tipo de investigação-ação, tal como, o ciclo PDCA?	Tripp (2005); Deming (1986)
5) Classifique, de 1 a 5 pontos, sendo 1 menor tempo e esforço e 5 maior tempo e esforço, qual das etapas abaixo requer maior tempo e esforço para condução da pesquisa-ação () Planejar a pesquisa-ação () Coletar dados () Analisar dados e planejar ações () Implementar ações () Avaliar e registrar resultados () Outro. Especifique _____	Mello <i>et al.</i> (2012)
6) Das etapas classificadas na questão anterior, por que a etapa classificada com 5 pontos é a requer maior tempo e esforço?	Mello <i>et al.</i> (2012)
7) Para a coleta de dados, qual das técnicas abaixo você utiliza com mais frequência para a condução da pesquisa-ação? Observação participante Investigação através do questionamento dos participantes Análise documental Análise ambiental Outro	Woodside & Wilson (2003)

Fonte: Autores (2022)



As entrevistas foram realizadas com três especialistas, com o objetivo de obter respostas para as questões referentes ao tema da pesquisa. A análise de conteúdo das entrevistas observou o método apresentado por Bardin, que sugere três fases para esse tipo de análise: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados (Bardin, 2011).

A realização da survey e das entrevistas contou com a aprovação da Comissão de Ética em Pesquisa do Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza (CEETEPS), da Unidade de Pós-graduação, Extensão e Pesquisa, registrado sob o protocolo nº 013/2022.

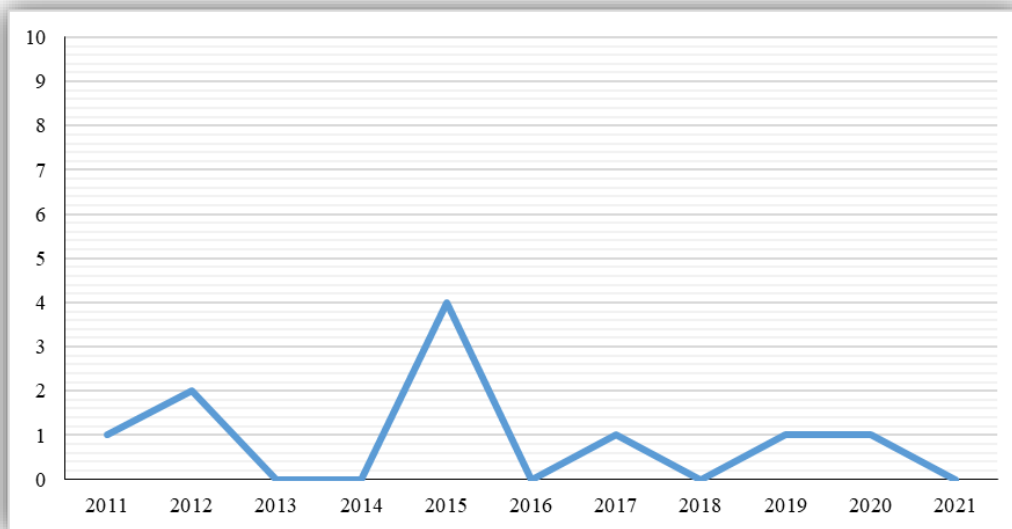
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados encontrados foram divididos em três tópicos: revisão da literatura, análise estatística da *survey* e entrevistas. A divisão adotada para apresentação dos resultados deste estudo permite melhor entendimento sobre cada item a ser observado.

4.1 Revisão da literatura

Após a seleção das 10 publicações, os dados encontrados na bibliometria foram tratados com a ferramenta Microsoft Excel e do software de estatística bibliométrica Bibliometrix, que permite análise quantitativa e estatística de publicações (Aria & Cuccurullo, 2015). A Figura 2 apresenta o número total de artigos publicados no período de 2011 a 2021, sendo o eixo X apresentado os anos de publicação e o eixo Y a quantidade de publicações.

Figura 2. Total de publicações por ano

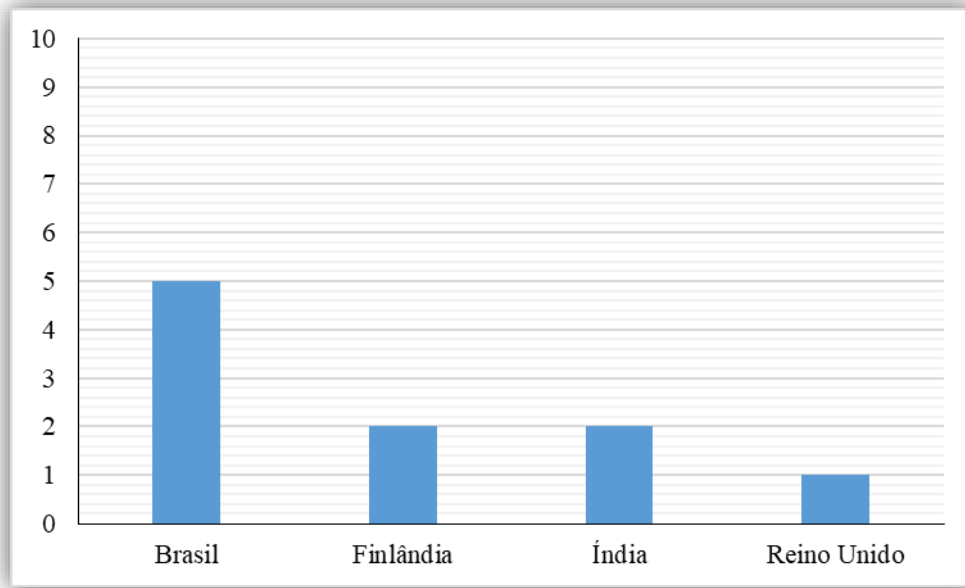


Fonte: Autores (2022)

Com base nos critérios adotados para a triagem e seleção das publicações, observa-se que, em 2015, houve o maior número de pesquisas, com quatro publicações no total. Em 2012, duas publicações foram divulgadas e, em 2017, 2019 e 2020, contou com uma publicação por ano. Verifica-se que, em 2013, 2014, 2016, 2018 e 2021, não há registro de publicações seguindo os critérios adotados. A Figura 3 ilustra a distribuição das publicações por países para mensurar a produção científica a respeito do tema da pesquisa, sendo o eixo X apresentando os países de origem da publicação e o eixo Y a quantidade de publicações.



Figura 3. Total de publicações por países



Fonte: Resultado da pesquisa (2022)

Observa-se que o país com maior número de publicações é o Brasil, com cinco no total. Finlândia e Índia são os países empatados somando dois artigos, seguido pelo Reino Unido com uma única publicação. O Quadro 4 apresenta os estudos selecionados relacionados por áreas de concentração na engenharia de produção, onde cada área identificada permite especificar os assuntos abordados nos estudos selecionados.

Quadro 4. Estudos selecionados por área de concentração na engenharia de produção

Título	Áreas de concentração
<i>Digital transformation priorities of India's discrete manufacturing SMEs – a conceptual study in perspective of Industry 4.0</i>	Transformação Digital; Indústria 4.0
<i>Productivity gains through standardization-of-work in a manufacturing company</i>	Gestão das Operações; Produtividade por meio da padronização do trabalho (<i>Standardization-of-Work</i>)
<i>Action Research in Reverse Logistics for End-Of-Life Tire Recycling</i>	Logística Reversa
<i>Making decisions on offshore outsourcing and backshoring: A case study in the bicycle industry</i>	Produção Industrial
<i>Journey toward Lean Construction: Pursuing a Paradigm Shift in the AEC Industry</i>	<i>Lean Thinking</i> , Gestão de Projetos
<i>A Distinctive Analysis of Case Study, Action Research and Design Science Research</i>	Metodologia na engenharia de produção
<i>Tactical capacity planning in a real-world ETO industry case: An action research</i>	Gestão das Operações; <i>Engineering to Order</i> (ETO)
<i>Strategies for Integrating the Use of Off-Site Production Technologies in House Building</i>	Gestão de Projetos, Gestão da Produção, Gestão de Processos
<i>Action research in production engineering: A structure proposal for its conduction</i>	Metodologia na engenharia de produção
<i>Reviewing and improving performance measurement systems: An action research</i>	Gestão das Operações; Sistemas de Medição de Desempenho (SMD)

Fonte: Autores (2022)



Observa-se que os estudos selecionados se concentram em diferentes áreas de conhecimento dentro da engenharia de produção, como a Gestão de Projetos, Metodologias e Gestão das Operações. Outras áreas de concentração, como a Transformação Digital, Indústria 4.0 e Logística Reversa, são estudados nas publicações escolhidas. Ao analisar estes resultados da revisão da literatura, nota-se que a pesquisa-ação tem sido aplicada em diversas áreas de concentração na engenharia de produção.

4.2 Análise estatística da survey

As respostas da *survey* foram consolidadas em tabelas do Microsoft Excel e utilizadas como base estatística para uso do RStudio 4.2, software de desenvolvimento integrado para R, que permite criação de gráficos específicos para cálculos e análise de dados em escala Likert por meio do uso de bibliotecas internas da ferramenta. Os gráficos referentes a escala Likert foram ordenados pelo nível de concordância dos respondentes para as questões apresentadas.

Após a coleta de dados da *survey* realizada, o valor do coeficiente alfa de Cronbach foi igual a 0,90, ou seja, o questionário aplicado pode ser considerado confiável e válido. A Tabela 4 apresenta as estatísticas e o resultado do coeficiente após o cálculo.

Tabela 4. Estatísticas para cálculo do Alfa de Cronbach

Estatística	Valores
Soma da variância de cada item	243,53
Variância total do questionário	33,14
k (número total de itens do questionário)	17
k – 1	16
Alfa de Cronbach	0,92

Fonte: Autores (2022)

A Tabela 5 apresenta as estatísticas referente as três primeiras questões apresentadas aos respondentes, com os resultados da mediana, moda e variância, referentes a utilização do método.

Tabela 5. Estatísticas da dimensão sobre utilização da pesquisa-ação

Estatística	Q1	Q2	Q3
Mediana	4	4	3
Moda	4	4	3
Variância	1,15	1,00	0,85

Fonte: Autores (2022)

Ao analisar as estatísticas da dimensão que aborda a utilização da pesquisa-ação na engenharia de produção, observa-se que os valores da mediana e da moda das variáveis Q1 e Q2 possuem valor igual a quatro e a variável Q3 apresenta mediana e moda igual a três. A Tabela 6 apresenta as estatísticas referente questões relacionadas as características do método.

Tabela 6. Estatísticas da dimensão sobre as características da pesquisa-ação

Estatística	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8
Mediana	4	4	4	5	4
Moda	4	4	5	5	4
Variância	1,03	0,68	1,03	0,58	1,85

Fonte: Autores (2022)



Ao analisar as estatísticas da dimensão que aborda as características da pesquisa-ação, verifica-se que os valores da mediana e da moda das variáveis Q4 a Q8 possuem valores entre 4 e 5, indicando maior nível de concordância com as questões apresentadas nesta dimensão. A Tabela 7 apresenta as estatísticas referente questões relacionadas as etapas para condução do método, onde os resultados sugerem que a etapa “Planejar a pesquisa-ação” possui maior nível de concordância em relação as demais etapas.

Tabela 7. Estatísticas da dimensão sobre etapas da pesquisa-ação

Estatística	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13
Mediana	4	3	3	3	3
Moda	4	3	3	3	3
Variância	1,32	0,87	0,90	1,21	1,03

Fonte: Autores (2022)

As etapas representadas pelas variáveis Q9 a Q13 indicam que há um número considerável de respondentes que optaram pela neutralidade nas respostas desta dimensão. A Tabela 8 apresenta as estatísticas referente questões relacionadas as técnicas de coleta de dados.

Tabela 8. Estatística da dimensão sobre as técnicas de coleta de dados

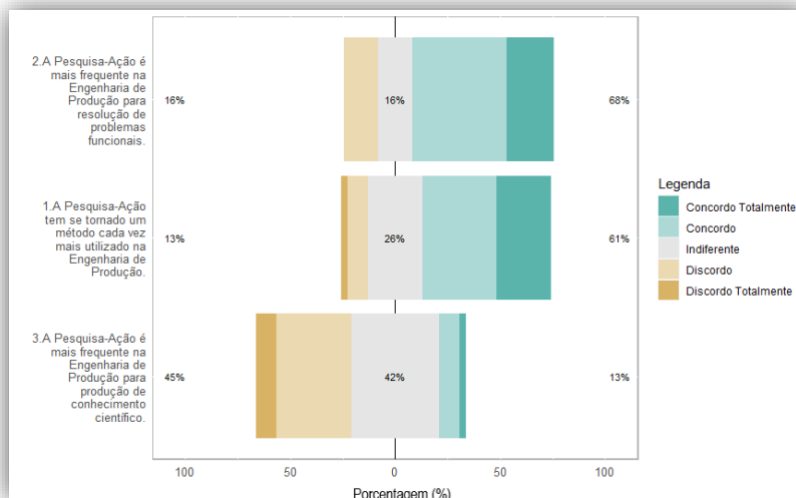
Estatística	Q14	Q15	Q16	Q17
Mediana	3	3	3	3
Moda	3	3	3	3
Variância	0,88	0,78	1,03	0,69

Fonte: Autores (2022)

Ao analisar as estatísticas da dimensão que agrupa as variáveis relacionadas as técnicas de coleta de dados, observa-se que os valores da mediana e da moda das quatro questões apresentadas aos respondentes possui valor igual a três, o que indica que há um número considerável de respondentes que optaram pela neutralidade nas respostas desta dimensão.

Em relação as respostas da *survey* que consideram os fatores relacionados a utilização da pesquisa-ação na engenharia de produção, a Figura 4 apresenta o gráfico referente a escala Likert com os resultados sobre a utilização da pesquisa-ação na engenharia de produção.

Figura 4. Gráfico sobre a utilização da pesquisa-ação na engenharia de produção



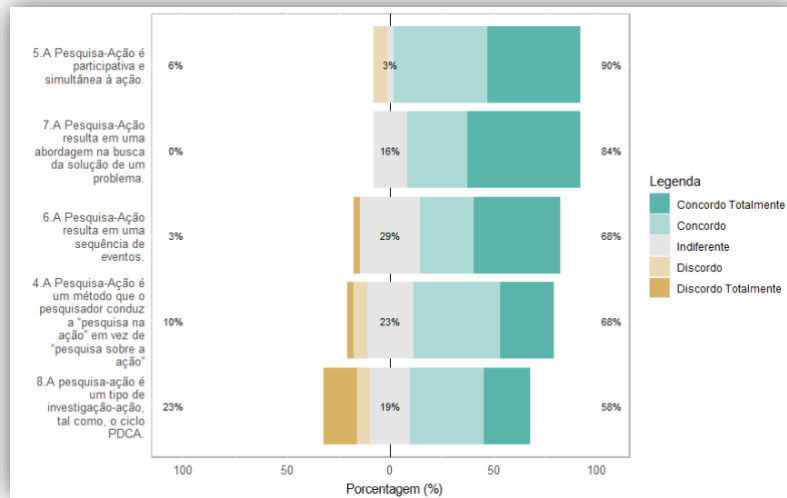
Fonte: Autores (2022)



Observa-se que 68% dos respondentes concordam que a pesquisa-ação é mais frequente na engenharia de produção para resolução de problemas funcionais, 61% dos respondentes concordam que a pesquisa-ação tem se tornado um método cada vez mais utilizado na engenharia de produção. Além disso, 45% dos respondentes não concordam que a pesquisa-ação é mais frequente na engenharia de produção para produção de conhecimento científico. Nesta questão, importante ressaltar que 42% optaram pela neutralidade na resposta.

Em relação as respostas da *survey* que consideram os fatores relacionados as características da pesquisa-ação, a Figura 5 ilustra os resultados referentes as características do método com base nas referências de Coughlan e Coghlan (2002), Tripp (2005) e Deming (1986).

Figura 5. Gráfico sobre as características da pesquisa-ação



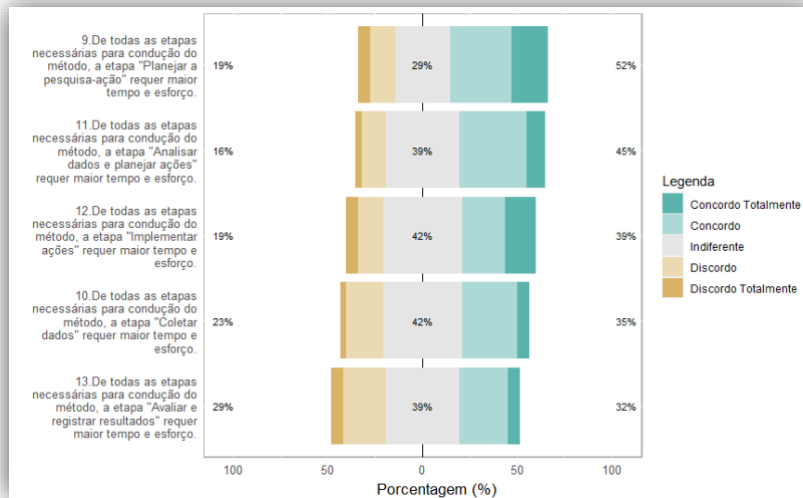
Fonte: Autores (2022)

Com base nos resultados apresentados na Figura 5, observa-se que a maioria dos respondentes concordam com todas as características apontadas nos itens do questionário desenvolvido para esse contexto. Ao analisar os resultados, nota-se que 90% dos respondentes concordam que a pesquisa-ação é participativa e simultânea à ação, indicando que esta característica apresenta maior nível de concordância entre os respondentes.

As respostas da *survey* que consideram os fatores relacionados as etapas da pesquisa-ação na engenharia de produção, a Figura 6 apresenta os resultados referentes as etapas do método com base nas referências de Mello *et al.* (2012).



Figura 6. Gráfico sobre as etapas da pesquisa-ação



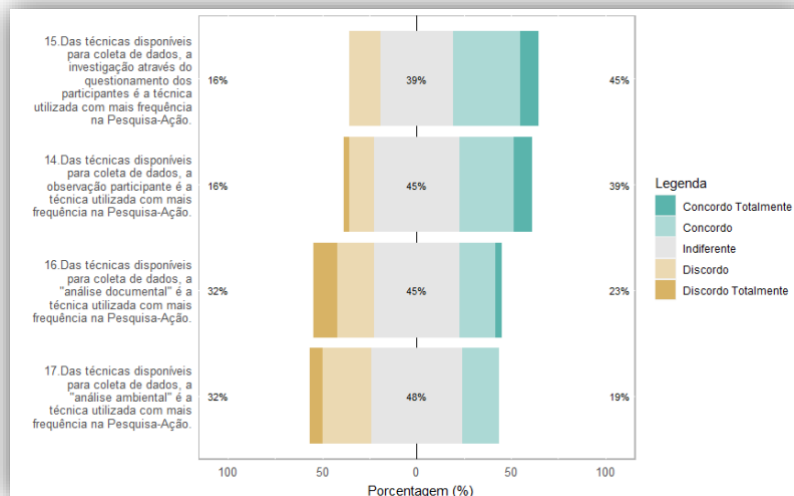
Fonte: Autores (2022)

Observa-se que, de acordo com os resultados do questionário, a maioria dos respondentes concorda que as etapas “Planejar a pesquisa-ação” e “Analisar dados e planejar ações” requerem maior tempo e esforço para condução do método, com 52% e 45%, respectivamente.

Em relação as demais etapas sugeridas por Mello *et al.* (2012), ao verificar os resultados destes itens do questionário, não é possível afirmar nem discordar que as etapas “Implementar ações”, “Coletar dados” e “Avaliar e registrar resultados” exigem maior tempo e esforço devido ao maior número de respondentes que optaram pela neutralidade nas respostas.

As respostas da *survey* que consideram os fatores relacionados as técnicas para coleta de dados que podem ser utilizadas na aplicação do método, a Figura 7 apresenta os resultados dos itens do questionário com base nas referências de Woodside e Wilson (2003).

Figura 7. Gráfico sobre as técnicas de coleta de dados para utilização na pesquisa-ação



Fonte: Autores (2022)



Nota-se que 45% dos respondentes concordam que a investigação por meio do questionamento dos participantes é a técnica aplicada com maior frequência na pesquisa-ação. Com base nas respostas coletadas, em relação às outras três técnicas apontadas no questionário, os respondentes optaram pela neutralidade na resposta, ou seja, não concordam nem discordam das três técnicas mencionadas nas questões 14, 16 e 17.

4.3 Entrevistas

As entrevistas foram realizadas entre os dias 15 e 23 de junho com três especialistas que possuem título de Doutorado e experiência na aplicação do método na engenharia de produção.

Sobre a utilização da pesquisa-ação na engenharia de produção, não há consenso se, de fato, o método tem se tornado cada vez mais utilizado.

Os entrevistados concordam que o método é mais apropriado para gerar conhecimento científico do que propriamente para resolução de problemas funcionais. Todos os especialistas apontam que o objetivo fundamental da pesquisa-ação é a geração do conhecimento.

Todos os entrevistados concordam que a característica principal do pesquisador, durante a condução da pesquisa-ação, deve ser a neutralidade e imparcialidade. Os entrevistados destacaram que o pesquisador deve criar um relacionamento de confiança com os demais participantes da pesquisa.

Os especialistas concordam que a pesquisa-ação é semelhante ao ciclo PDCA, embora afirmem que o PDCA é mais utilizado nas empresas e indústrias para resolução de problemas práticos e poucas vezes utilizados para produção de conhecimento científico.

De todas as etapas apresentadas aos entrevistados, eles sugerem que as etapas que se referem ao planejamento, a coleta de dados e a análise dos dados coletados requerem maior tempo e esforço por parte do pesquisador. Cabe destacar que, de acordo com um dos especialistas, a etapa de “Desenvolver e criar relacionamento de confiança com os participantes” é a etapa que requer maior tempo e esforço na pesquisa-ação.

Considerando as técnicas de coleta de dados sugeridas na entrevista, todos os especialistas afirmam que a investigação por meio do questionamento, em especial as entrevistas individuais, é a técnica mais utilizada para a realização da pesquisa.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo apresentado sobre a pesquisa-ação aplicada na engenharia de produção no setor industrial mostra que este método de pesquisa é de natureza qualitativa e que permite aos pesquisadores e participantes interagirem, em conjunto, no objeto de pesquisa.

Após análise da revisão da literatura, da *survey* e das entrevistas, pode-se observar que a pesquisa-ação é um método científico que pode ser adotado por organizações e pesquisadores no setor industrial para produção de conhecimento científico e resolução de problemas práticos. Pode-se concluir que este estudo apresenta quatro contribuições:



1. A aplicação da pesquisa-ação no setor industrial abrange diversas áreas de concentração na engenharia de produção, tais como, a Transformação Digital, Indústria 4.0 e Gestão das Operações;
2. As etapas “Planejar a pesquisa-ação” e “Analisar dados e planejar ações” requerem maior tempo e esforço para condução da pesquisa-ação pelos pesquisadores na engenharia de produção;
3. Para conduzir a pesquisa-ação, o pesquisador deve desenvolver e criar um relacionamento de confiança com os participantes que farão parte da pesquisa;
4. Das técnicas para coleta de dados sugeridas por Woodside e Wilson (2003), a investigação por meio do questionamento dos participantes, com a realização de entrevistas e criação de grupos focais e painéis de especialistas, é a técnica utilizada com maior frequência na condução do método.

Para estudos futuros, é sugerido que o método seja aplicado para produção de conhecimento científico e resolução de problemas funcionais na indústria brasileira, em especial na Transformação Digital e na Indústria 4.0. A proposição de adequações na metodologia para aplicação da pesquisa-ação no setor industrial pode ser explorada com maior profundidade em novas pesquisa a respeito do tema.

REFERÊNCIAS

- Aria, M. & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959-975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Bardin, Laurence. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2011
- Braz, R. G. F., Scavarda, L. F., & Martins, R. A. (2011). Reviewing and improving performance measurement systems: An action research. *International Journal of Production Economics*, 133(2), 751-760. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2011.06.003>
- Carvalho, A. N., Oliveira, F., & Scavarda, L. F. (2015). Tactical capacity planning in a real-world ETO industry case: an action research. *International Journal of Production Economics*, 167, 187-203. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.05.032>
- Coghlan, D. (2019). *Doing action research in your own organization*. Sage.
- Coughlan, P. & Coghlan, D. (2002). Action research for operations management. *International Journal of Operations & Production Management*, 22(2), 220-240. <https://doi.org/10.1108/01443570210417515>
- Cramer, J. M. (2020). Practice-based model for implementing circular economy: The case of the Amsterdam Metropolitan Area. *Journal of Cleaner Production*, 255, 120255. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120255>
- Deming, W. E. (1986) *Out of the crisis*. Massachusetts: MIT Press.
- Dresch, A., Lacerda, D. P., & Miguel, P. A. C. (2015). A Distinctive Analysis of Case Study, Action Research and Design Science Research. *Review of Business Management*, 17(56), 1116–1133. <https://doi.org/10.7819/rbgn.v17i56.2069>
- Filippo, Denise (2011) Pesquisa-ação em Sistemas Colaborativos. *Sistemas Colaborativos*, Capítulo 26. Mariano Pimentel, Hugo Fuks. (Org.), 1ª edição, Rio de Janeiro: Campus/Elsevier, 2011, ISBN 978-85-352-4669-8p, 449-466.



- Da Hora, H. R. M., Monteiro, G. T. R., & Arica, J. (2010). Confiabilidade em questionários para qualidade: um estudo com o Coeficiente Alfa de Cronbach. *Produto & Produção*, 11(2). <https://doi.org/10.22456/1983-8026.9321>
- Lewin, K. (1946). Action research and minority problems. *Journal of Social Issues*, 2(4), 34-46. <https://doi.org/10.1111/j.1540-4560.1946.tb02295.x>
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, 22, 140, 55. Recuperado de: <https://psycnet.apa.org/record/1933-01885-001>
- Mello, C. H. P., Turrioni, J. B., Xavier, A. F., & Campos, D. F. (2012). Pesquisa-ação na engenharia de produção: proposta de estruturação para sua condução. *Production*, 22, 1-13. <https://doi.org/10.1590/S0103-65132011005000056>
- Melo, A. S. E. D., Maia Filho, O. N., & Chaves, H. V. (2016). Lewin e a pesquisa-ação: gênese, aplicação e finalidade. *Fractal: Revista de Psicologia*, 28, 153-159. <https://doi.org/10.1590/1984-0292/1162>
- Miguel, P. A. C. (2007). Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. *Production*, 17, 216-229. <https://doi.org/10.1590/S0103-65132007000100015>
- Oquist, P. (1978). *The epistemology of action research*. *Acta Sociologica*, 21(2), 143-163. <https://doi.org/10.1177/000169937802100204>
- Prashar, A. (2020). Adopting Six Sigma DMAIC for environmental considerations in process industry environment. *The TQM Journal*, 32(6), 1241-1261. <https://doi.org/10.1108/TQM-09-2019-0226>
- Sakthi N. T., Jeyapaul, R., Vimal, K. E. K., & Mathiyazhagan, K. (2019). Integration of human factors and ergonomics into lean implementation: ergonomic-value stream map approach in the textile industry. *Production Planning & Control*, 30(15), 1265-1282. <https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1612109>
- Santos, B. P., Alberto, A., Lima, T. D. F. M., & Charrua-Santos, F. M. B. (2018). Indústria 4.0: desafios e oportunidades. *Revista Produção e Desenvolvimento*, 4(1), 111-124. <https://doi.org/10.32358/rpd.2018.v4.316>
- Thiollent, M. (2022). *Metodologia da pesquisa-ação*. Cortez editora.
- Tripp, D. (2005). Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. *Educação e pesquisa*, 31(03), 443-466. <https://doi.org/10.1590/S1517-97022005000300009>
- Woodside, A. G. & Wilson, E. J. (2003). Case study research methods for theory building. *Journal of Business & Industrial Marketing*, 18(6/7), 493-508. <https://doi.org/10.1108/08858620310492374>
-

