



De 11 a 14 - NOVEMBRO DE 2024

**Inteligência Artificial
na Gestão de Operações:**
Limitações e possibilidades



APLICAÇÕES DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES NA INOVAÇÃO: UMA REVISÃO DE LITERATURA

ALYSSON DA SILVA ROICE SOUZA OLIVEIRA – alysson.roice@unesp.br
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP – BAURU-FEB

JULIANA SANTIAGO BALDAN – juliana.baldan@unesp.br
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP - BAURU-FEB

ÁREA: 10. EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

SUBÁREA: 10.1 - ESTUDO DA FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO DE PRODUÇÃO

RESUMO: ESTE ARTIGO INVESTIGA COMO A TEORIA DAS RESTRIÇÕES (TOC) PODE SER APLICADA PARA PROMOVER A INOVAÇÃO, ATRAVÉS DE UMA REVISÃO ABRANGENTE DA LITERATURA EXISTENTE. A PESQUISA É DE NATUREZA DESCRITIVA E QUALITATIVA, UTILIZANDO DADOS DA BASE SCOPUS DOS ÚLTIMOS DEZ ANOS. A ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA IDENTIFICOU UMA PREDOMINÂNCIA DE PUBLICAÇÕES NAS ÁREAS DE ADMINISTRAÇÃO, ENGENHARIA E CIÊNCIAS SOCIAIS. A TOC, DESENVOLVIDA POR ELIYAHU M. GOLDRATT, É UMA ABORDAGEM DE GESTÃO FOCADA NA IDENTIFICAÇÃO E GERENCIAMENTO DAS RESTRIÇÕES QUE LIMITAM O DESEMPENHO DE UM SISTEMA. OS RESULTADOS DEMONSTRAM QUE A TOC É EFICAZ NA MELHORIA DA EFICIÊNCIA DOS PROCESSOS, AUMENTO DA PRODUTIVIDADE E PROMOÇÃO DA INOVAÇÃO. A ANÁLISE DE CONTEÚDO AGRUPOU OS ESTUDOS EM CINCO CATEGORIAS PRINCIPAIS, ABORDANDO A IDENTIFICAÇÃO E ELIMINAÇÃO DE GARGALOS, INTEGRAÇÃO DA TOC COM OUTRAS METODOLOGIAS, APLICAÇÕES ESPECÍFICAS DA TOC EM SETORES INDUSTRIAIS, DESAFIOS E BENEFÍCIOS DA TOC NA INOVAÇÃO, E DESENVOLVIMENTO DE INDICADORES DE DESEMPENHO. OS DESAFIOS INCLUEM A RESISTÊNCIA ORGANIZACIONAL À MUDANÇA E A COMPLEXIDADE NA INTEGRAÇÃO COM OUTRAS METODOLOGIAS. CONCLUI-SE QUE A TOC É UMA FERRAMENTA VALIOSA PARA PROMOVER A INOVAÇÃO EM DIVERSOS CONTEXTOS INDUSTRIAIS, EMBORA FUTURAS PESQUISAS DEVAM EXPLORAR SUA INTEGRAÇÃO COM METODOLOGIAS EMERGENTES E REALIZAR ANÁLISES FINANCEIRAS DETALHADAS PARA UMA AVALIAÇÃO COMPLETA DOS BENEFÍCIOS ECONÔMICOS DA TOC.

PALAVRAS-CHAVES: TEORIA DAS RESTRIÇÕES; INOVAÇÃO; REVISÃO DA LITERATURA

APPLICATIONS OF THE THEORY OF CONSTRAINTS IN INNOVATION: A LITERATURE REVIEW

ABSTRACT: THIS ARTICLE INVESTIGATES HOW THE THEORY OF CONSTRAINTS (TOC) CAN BE APPLIED TO PROMOTE INNOVATION THROUGH A COMPREHENSIVE REVIEW OF THE EXISTING LITERATURE. THE RESEARCH IS DESCRIPTIVE AND QUALITATIVE IN NATURE, USING DATA FROM THE SCOPUS DATABASE OVER THE PAST TEN YEARS. THE BIBLIOMETRIC ANALYSIS IDENTIFIED A PREDOMINANCE OF PUBLICATIONS IN THE FIELDS OF MANAGEMENT, ENGINEERING, AND SOCIAL SCIENCES. TOC, DEVELOPED BY ELIYAHU M. GOLDRATT, IS A MANAGEMENT APPROACH FOCUSED ON IDENTIFYING AND MANAGING THE CONSTRAINTS THAT LIMIT A SYSTEM'S PERFORMANCE. THE RESULTS DEMONSTRATE THAT TOC IS EFFECTIVE IN IMPROVING PROCESS EFFICIENCY, INCREASING PRODUCTIVITY, AND PROMOTING INNOVATION. THE CONTENT ANALYSIS GROUPED THE STUDIES INTO FIVE MAIN CATEGORIES, ADDRESSING THE IDENTIFICATION AND ELIMINATION OF BOTTLENECKS, INTEGRATION OF TOC WITH OTHER METHODOLOGIES, SPECIFIC APPLICATIONS OF TOC IN INDUSTRIAL SECTORS, CHALLENGES AND BENEFITS OF TOC IN INNOVATION, AND THE DEVELOPMENT OF PERFORMANCE INDICATORS. THE CHALLENGES INCLUDE ORGANIZATIONAL RESISTANCE TO CHANGE AND COMPLEXITY IN INTEGRATION WITH OTHER METHODOLOGIES. IT IS CONCLUDED THAT TOC IS A VALUABLE TOOL FOR PROMOTING INNOVATION IN VARIOUS INDUSTRIAL CONTEXTS, ALTHOUGH FUTURE RESEARCH SHOULD EXPLORE ITS INTEGRATION WITH EMERGING METHODOLOGIES AND CONDUCT DETAILED FINANCIAL ANALYSES FOR A COMPLETE ASSESSMENT OF TOC'S ECONOMIC BENEFITS.

KEYWORDS: THEORY OF CONSTRAINTS; INNOVATION; LITERATURE REVIEW.

1. INTRODUÇÃO

A inovação é um pilar fundamental para o desenvolvimento econômico e a sustentabilidade organizacional, sendo definida como o processo de introdução de novas ideias, produtos, serviços, processos, sistemas, estruturas organizacionais ou modelos de negócios que criam valor para os clientes e geram retornos financeiros para as empresas (Maghsoudi et al., 2015). Esse conceito abrangente de inovação engloba tanto a inovação como um processo contínuo quanto a inovação como um atributo intrínseco das organizações (Moonen, 2017). As empresas que adotam a inovação conseguem adaptar-se rapidamente às mudanças do mercado, melhorar a eficiência e manter-se competitivas em um ambiente de negócios cada vez mais dinâmico (Parnian et al., 2013).

A ligação entre inovação e desempenho organizacional é amplamente reconhecida, com estudos destacando a correlação positiva entre inovação e gestão da qualidade total, reforçando o impacto positivo da inovação nos resultados organizacionais (Antunes et al., 2017). Além disso, a inovação organizacional é vista como uma condição prévia essencial para a inovação tecnológica, sublinhando a importância de fatores organizacionais como capacidade de aprendizagem, valores e interesses na condução de mudanças e transformações tecnológicas (Lam, 2006). A liderança também desempenha um papel crucial no fomento da inovação, com a liderança transformacional associada positivamente à inovação organizacional (Gumusluoglu & İlsev, 2009). Em conjunto, esses elementos criam um ambiente propício à inovação, onde a cultura organizacional, o clima para inovação e as capacidades de aprendizagem são fundamentais para aumentar a capacidade de inovação (Sharifirad & Ataei, 2012; Sun & Chen, 2009).

Embora a inovação seja essencial para a competitividade e o crescimento organizacional, as empresas frequentemente enfrentam diversos desafios que dificultam a implementação bem-sucedida de novas ideias e práticas. Um dos principais obstáculos é a resistência à mudança, onde a preferência pela estabilidade e a aversão à incerteza impedem a adoção de inovações necessárias (Carmeli et al., 2006). A falta de recursos financeiros e humanos também é uma barreira significativa, limitando a capacidade das empresas de investir em inovação e desenvolver novas iniciativas (D'Este et al., 2012). A rigidez da cultura organizacional e a falta de motivação entre os funcionários são outros fatores que dificultam a inovação, juntamente com a resistência à adoção de novos padrões de comportamento (Poor et al., 2014). Esses desafios são exacerbados pela falta de coordenação e integração entre os

funcionários, bem como pela dificuldade em compartilhar e reter informações contextuais críticas para a implementação da inovação (Fierro, 2024).

Além dessas barreiras internas, a falta de qualificação e de pessoal especializado é um obstáculo particularmente relevante em setores que demandam conhecimentos específicos, como a saúde, onde a integração de inovações tecnológicas pode melhorar significativamente os serviços e a eficiência (Asah et al., 2022). A cooperação limitada, tanto internamente entre os funcionários quanto externamente com outras empresas, também pode prejudicar a capacidade de implementar inovações de forma eficaz (Arranz et al., 2019). Superar esses desafios exige a adoção de métodos de gestão eficazes que possam preparar o terreno para a implementação de novas ideias. Abordagens sistemáticas e colaborativas, como a *Collaborative Organizational Approach to Selecting and Tailoring Implementation Strategies* (COAST-IS), demonstraram ser eficazes na melhoria da implementação e sustentação de práticas baseadas em evidências em organizações de saúde mental comunitária (Powell et al., 2020). Essas estratégias não só aumentam a eficácia da implementação de práticas inovadoras, mas também minimizam os riscos e custos associados ao desenvolvimento de novos produtos e processos.

A Teoria das Restrições (TOC), desenvolvida por Eliyahu M. Goldratt, é uma abordagem de gestão que identifica e gerencia as restrições que limitam o desempenho de um sistema, visando maximizar a eficiência e alcançar os objetivos organizacionais. Desde sua criação, a TOC evoluiu de um simples programa de software de programação de produção para uma série de ferramentas de gestão integradas, abrangendo logística/produção, medição de desempenho e resolução de problemas (Watson et al., 2006). A aplicação da TOC se expandiu para diversas áreas, incluindo gestão de projetos, saúde, finanças, administração pública e operações industriais, demonstrando sua versatilidade e eficácia em diferentes contextos (Narita et al., 2021; Rabbani & Tanhaie, 2015). Empresas em todo o mundo têm adotado a TOC para melhorar a eficiência de seus processos e alcançar metas organizacionais, ressaltando a importância da identificação e gestão de restrições como elementos críticos para o sucesso (Cox & Boyd, 2018).

Os princípios básicos da TOC incluem a identificação da restrição mais crítica em um processo, conhecida como Capacidade de Recurso Restritiva (CCR), e a aplicação da metodologia Drum-Buffer-Rope (Tambor-Bufê-Fio) para controlar o fluxo de produção, garantindo que a capacidade da restrição seja utilizada de forma eficiente (Chakravorty & Hales, 2015). A TOC também se baseia no princípio de causalidade, que busca identificar as causas fundamentais dos problemas e focar nos pontos críticos que impactam diretamente os

resultados desejados (Hranický et al., 2020). A aplicação da TOC na gestão da cadeia de suprimentos, por exemplo, ajuda a reduzir o efeito chicote e a melhorar a eficiência operacional (Regaliza et al., 2016). Na gestão de projetos, a TOC permite uma melhor alocação de recursos e o cumprimento de prazos de forma mais eficiente (Ren & Liu, 2015). Em operações e produção, a metodologia Drum-Buffer-Rope melhora a eficiência dos processos produtivos, reduzindo gargalos e aumentando a produtividade (Chakravorty & Hales, 2015). No setor de saúde, a TOC otimiza fluxos de trabalho, reduz tempos de espera e melhora a qualidade dos serviços (Regaliza et al., 2016). Em suma, a aplicação bem-sucedida da TOC em diversas áreas demonstra sua eficácia na melhoria de processos e na promoção da inovação, destacando a importância de uma abordagem focada na identificação e gestão de restrições para garantir o sucesso organizacional.

Diante do contexto apresentado, este trabalho tem como objetivo geral investigar as maneiras pelas quais a Teoria das Restrições pode ser aplicada para promover a inovação, através de uma revisão da literatura existente. Para alcançar esse objetivo principal, diversos objetivos específicos foram delineados, visando proporcionar uma compreensão detalhada e prática da aplicação da TOC no campo da inovação.

Primeiramente, é essencial analisar as diferentes abordagens e métodos da Teoria das Restrições que têm sido utilizados para fomentar a inovação. Esta análise permitirá identificar as principais estratégias e técnicas que as organizações empregam para superar as restrições e melhorar seus processos inovadores. Ao compreender essas abordagens, será possível mapear os caminhos que as empresas podem seguir para integrar a TOC em suas operações, contribuindo para o desenvolvimento de um framework teórico e prático robusto. Em seguida, é fundamental examinar os resultados e benefícios reportados em estudos que aplicaram a Teoria das Restrições no processo de inovação.

A avaliação desses resultados fornecerá uma visão clara dos impactos positivos e das melhorias alcançadas pelas empresas que adotaram a TOC. Esses benefícios podem incluir aumentos na eficiência operacional, reduções de custos, melhorias na qualidade dos produtos e serviços, e aceleração no tempo de lançamento de novos produtos. Outro objetivo específico importante é investigar os desafios e barreiras enfrentados na aplicação da Teoria das Restrições à inovação. Apesar dos benefícios potenciais, a implementação da TOC pode encontrar obstáculos significativos, como resistência cultural, falta de recursos e dificuldades na adaptação dos processos existentes. Por fim, explorar casos práticos de empresas que implementaram a Teoria das Restrições para promover a inovação é essencial para ilustrar a aplicabilidade real e os resultados tangíveis dessa abordagem.

2. METODOLOGIA

A pesquisa conduzida é de natureza descritiva e adota uma abordagem qualitativa para explorar as aplicações da Teoria das Restrições (TOC) no processo de inovação. A coleta de dados foi realizada exclusivamente a partir da base de dados Scopus, escolhida por sua abrangência e relevância na área de engenharia de produção. Os termos de busca foram “Theory of Constraints” And “Innovation”. O período considerado para a coleta de dados abrange os últimos dez anos, de 2014 a 2024, garantindo a inclusão de estudos recentes e relevantes. A seleção dos artigos foi feita com base na leitura dos títulos, palavras-chave e resumos, restringindo-se a artigos publicados em periódicos indexados para assegurar a qualidade e a fundamentação teórica das fontes.

Os critérios de inclusão e exclusão foram rigorosamente seguidos para garantir a relevância e a profundidade da análise. Foram incluídos apenas artigos científicos publicados em periódicos indexados, devido ao processo rigoroso de revisão por pares, que assegura a qualidade e confiabilidade dos dados apresentados. Artigos de conferências, livros e outras fontes foram excluídos, focando exclusivamente em periódicos que oferecem uma base sólida para a análise crítica e interpretação dos resultados. A leitura inicial dos títulos, palavras-chave e resumos foi fundamental para determinar a pertinência dos artigos em relação ao tema central da pesquisa.

Para a análise dos dados, foi adotada uma abordagem multifacetada, englobando três métodos distintos. A análise de conteúdo foi utilizada para buscar as informações necessárias de modo que os objetivos da pesquisa fossem atendidos. Complementando essa abordagem, a análise bibliométrica mapeou tendências e padrões na produção científica, explorando a distribuição temporal, as fontes de publicação predominantes e a interconexão entre autores e instituições.

Além disso, foi incorporada uma análise prospectiva de trabalhos futuros, com o objetivo de identificar lacunas na literatura e oportunidades para pesquisas subsequentes.

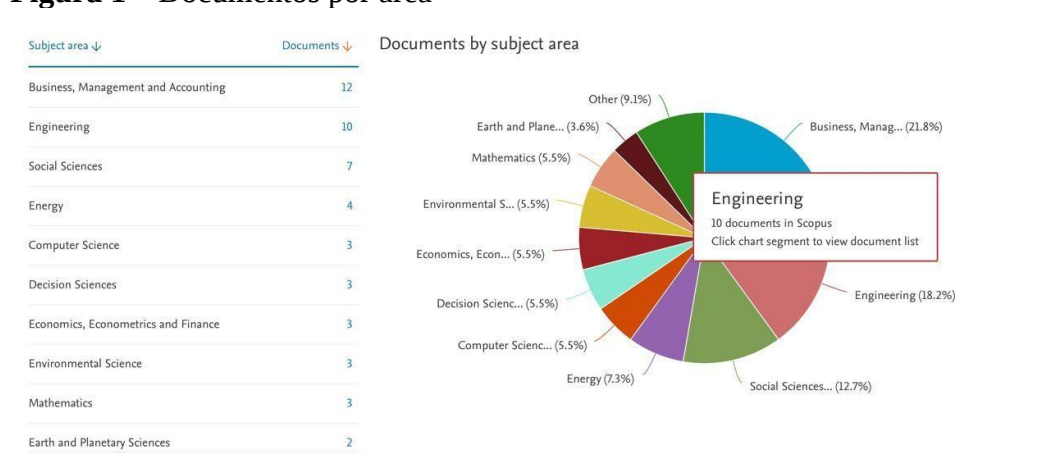
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise Bibliométrica

A análise por área de conhecimento revelou uma predominância de publicações nas áreas de Business, Management and Accounting, com 12 documentos, representando 21.8% do total. A Engenharia é a segunda área mais representada, com 10 documentos (18.2%), seguida pelas Ciências Sociais, com 7 documentos (12.7%). Outras áreas notáveis incluem Energia (4 documentos, 7.3%), Ciências da Computação, Ciências da Decisão, Economia,

Ciências Ambientais e Matemática, cada uma com 3 documentos (5.5%). A categoria "Outros" representa 9.1% dos documentos.

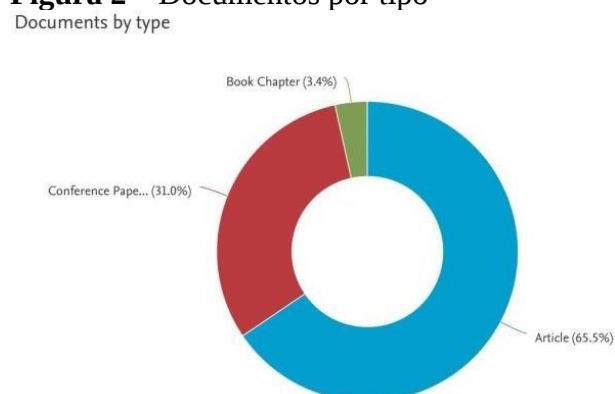
Figura 1 – Documentos por área



Fonte: Scopus, 2024.

Em termos de tipo de documento, a maioria das publicações é de artigos científicos, representando 65.5% do total. Seguem-se os artigos de conferências, que compõem 31.0% das publicações, e os capítulos de livros, que correspondem a 3.4%. Essa distribuição indica uma forte preferência pela disseminação dos resultados de pesquisa em periódicos revisados por pares e conferências acadêmicas, evidenciando o rigor e a relevância científica das contribuições.

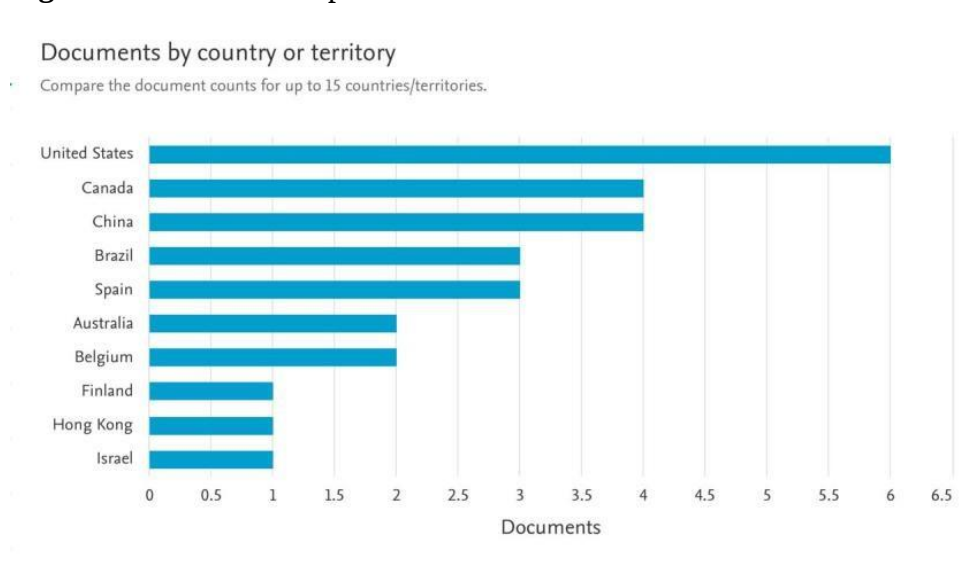
Figura 2 – Documentos por tipo



Fonte: Scopus, 2024.

A distribuição geográfica das publicações mostra que os Estados Unidos lideram com 6 documentos, seguidos por Canadá, China e Brasil, cada um com 4 documentos. Espanha e Austrália contribuem com 3 documentos cada, enquanto Bélgica, Finlândia, Hong Kong e Israel possuem 2 documentos cada. Esta distribuição revela uma significativa contribuição de países de diferentes continentes, indicando um interesse global nas aplicações da TOC na inovação.

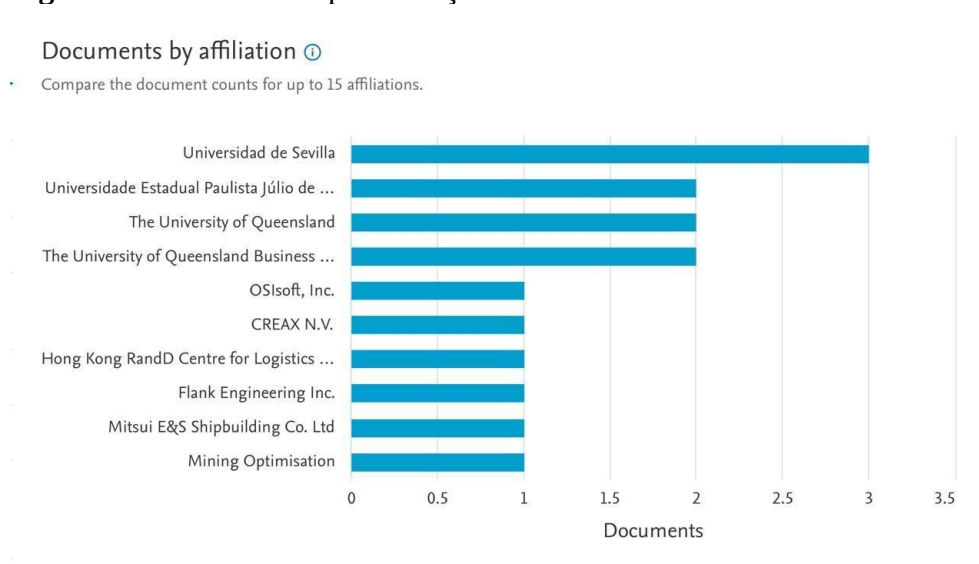
Figura 3 – Documentos por território



Fonte: Scopus, 2024.

A análise por afiliação institucional destaca a Universidade de Sevilha e a Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho como as instituições com o maior número de publicações, cada uma com 2 documentos. Outras instituições notáveis incluem The University of Queensland, OSIsoft Inc., CREAX N.V., e Hong Kong RandD Centre for Logistics, cada uma contribuindo com 1 documento. Este resultado sublinha a diversidade de instituições de ensino superior e empresas envolvidas na pesquisa sobre a TOC.

Figura 4 – Documentos por afiliação

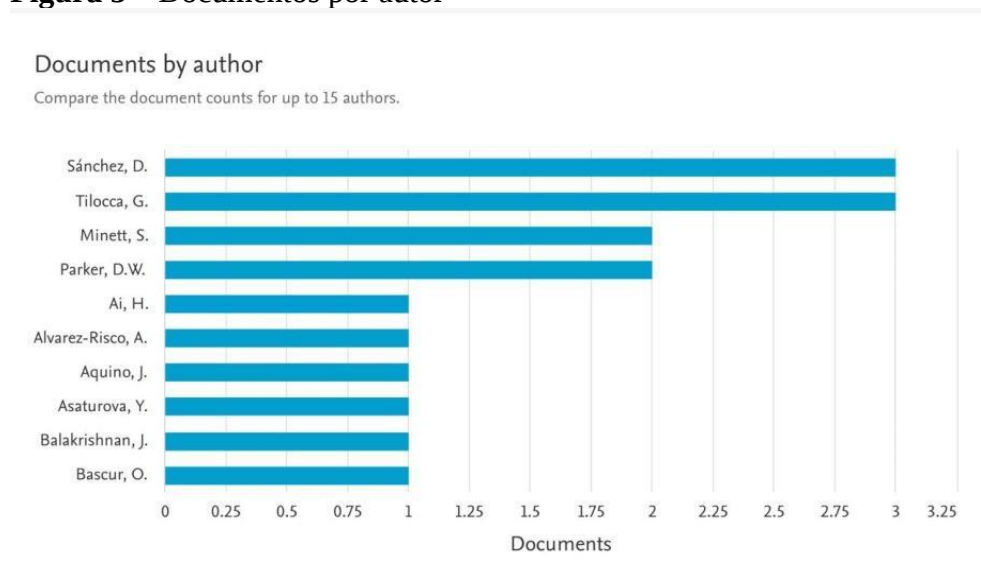


Fonte: Scopus, 2024.

Os autores mais prolíficos incluem Sánchez, D. e Tilocca, G., cada um com 2 documentos. Outros autores notáveis com múltiplas contribuições incluem Minett, S., Parker, D.W., Ai, H., Alvarez-Risco, A., Aquino, J., Asaturova, Y., Balakrishnan, J., e Bascur, O.,

cada um com 1 documento. Esta diversidade de autores destaca a ampla gama de pesquisadores contribuindo para o campo.

Figura 5 – Documentos por autor



Fonte: Scopus, 2024.

Os principais patrocinadores de pesquisa incluem o Horizon 2020 Framework Programme e o European Regional Development Fund, cada um financiando 2 documentos. Outros patrocinadores notáveis são H2020 Marie Skłodowska-Curie Actions, Horizon 2020, Magyar Tudógyógyász Társaság, Methodist Theological University, Ministry of Science and Technology, Natural Science Foundation of Fujian Province, U.S. Department of Homeland Security e Universidad de Sevilla, cada um financiando 1 documento. Esta diversidade de patrocinadores destaca o suporte financeiro de diversas organizações, refletindo a importância e o impacto das pesquisas sobre a TOC.

3.2 Análise de conteúdo

A Teoria das Restrições (TOC) tem se mostrado uma ferramenta eficaz para promover a inovação em diversos contextos industriais. Esta análise de conteúdo baseia-se na revisão de 29 artigos que investigam a aplicação da TOC em diferentes setores, abordando as maneiras pelas quais a TOC pode fomentar a inovação, os resultados e benefícios observados, os desafios enfrentados e casos práticos de sua implementação. A análise está estruturada para responder aos objetivos geral e específicos da pesquisa.

Os 29 artigos foram agrupados em cinco categorias principais, baseadas nos temas e abordagens de inovação discutidos.

3.2.1 Identificação e Eliminação de Gargalos para Promover Inovação

A identificação e eliminação de gargalos é uma das abordagens centrais da TOC para promover a inovação. Através da utilização de ferramentas como a Árvore da Realidade Atual (ART), a TOC permite identificar restrições que impedem o progresso e a inovação.

Tabela 1 – Abordagem aplicada aos artigos

Artigo	Abordagem
Continuous Improvement Model for Creative Industries Enterprises Development	Identificação de gargalos em processos criativos
Study of Supply Chain Management Theory in Manufacturing Innovation	Otimização da cadeia de suprimentos através da eliminação de gargalos
Application of TOC for a Newly Developed Shipbuilding Industry	Resolução de dilemas de produção na construção naval
Metallurgy Analytics: Transforming Plant Data into Actionable Insights	Otimização de processos na indústria metalúrgica através da análise de dados
Application of the Theory of Constraints to Unveil the Root Causes of the Limited Market Penetration of Micro Gas Turbine Systems	Identificação de causas raízes para baixa penetração de mercado
Making to Availability: An Application of the Theory of Constraints in Make-to-Stock Environments	Aplicação da TOC em ambientes de produção para estoque

Fonte: Próprio autor, 2024.

Os estudos nesta categoria mostraram que a TOC é eficaz na melhoria da eficiência dos processos e aumento da produtividade ao identificar e eliminar gargalos. Além disso, a remoção de restrições promove a inovação ao permitir que os processos fluam mais livremente.

3.2.2 Integração da TOC com Outras Metodologias para Fomentar Inovação

Os estudos nesta categoria mostraram que a TOC é eficaz na melhoria da eficiência dos processos e aumento da produtividade ao identificar e eliminar gargalos. Além disso, a remoção de restrições promove a inovação ao permitir que os processos fluam mais livremente.

A integração da TOC com metodologias como Lean Manufacturing, Six Sigma e TRIZ cria sistemas mais robustos e eficazes para promover a inovação. Esta combinação de abordagens permite maximizar os benefícios de cada metodologia.

Tabela 2 – Artigos com integração da TOC

Artigo	Abordagem
The iTLS™ Model - Integration of Theory of Constraints, Lean Manufacturing and Six Sigma	Integração da TOC com Lean e Six Sigma para melhoria contínua e inovação
Beyond Systematic Innovation - Integration of Emergence and Recursion Concepts into TRIZ and Other Tools	Integração da TOC com TRIZ para criar um sistema unificado de inovação
Research on Application of Process Model for Product Concept Creative Design Based on TRIZ and TOC	Integração da TOC com TRIZ para design criativo de produtos
Innovation by Integration of Drum-Buffer-Rope (DBR) Method with	Integração da TOC com Scrum-

Scrum-Kanban and Use of Monte Carlo Simulation for Maximizing Throughput in Agile Project Management

Kanban e simulação Monte Carlo para maximizar throughput

Fonte: Próprio autor, 2024.

Os artigos que abordam a integração da TOC com outras metodologias destacam a criação de sistemas mais robustos e integrados, promovendo a inovação contínua e melhorando a eficiência dos projetos ágeis.

3.2.3 Aplicações Específicas da TOC em Setores Industriais para Inovação

A aplicação da TOC em setores específicos, como construção naval, metalurgia, produção de papel e mineração, demonstra a versatilidade e eficácia da TOC em promover a inovação.

Tabela 3 – Artigos com aplicações específicas da TOC

Artigo	Setor Específico
Green Production Planning and Control Model with ABC under Industry 4.0 for the Paper Industry	Produção de papel
A Holistic Methodology to Quantify Product Competitiveness and Define Innovation Requirements for Micro Gas Turbine Systems in Hydrogen-Based Energy Storage Applications	Energia
Operational Changes Enable Namdeb's Southern Coastal Mining Team to Reduce Risk and Increase Productivity as We Advance Deeper into the Atlantic Ocean	Mineração
Regional Process Redesign of Lung Cancer Care: A Learning Health System Pilot Project	Saúde
Constraints to Malevolent Innovation in Terrorist Attacks	Segurança

Fonte: Próprio autor, 2024.

Os estudos de caso mostram que a TOC pode ser aplicada com sucesso em diversos setores, resultando em redução de custos, aumento da produtividade e melhoria da competitividade e da penetração de mercado de produtos inovadores.

3.2.4 Desafios e Benefícios da TOC na Inovação

Analisar os desafios e benefícios enfrentados na aplicação da TOC à inovação é crucial para entender as barreiras e como superá-las.

Tabela 4 – Desafios e benefícios da TOC nos artigos

Artigo	Desafios e Benefícios
How Constraints Influence Company Innovation Processes	Desafios de recursos financeiros limitados e altos custos
Perceptions of Growth-Impedes Constraints Acting Upon SMEs' Operations and the Identification and Use of Transitional Paths to Elevate Them	Identificação de restrições que impedem o crescimento de PMEs
Strategic Imperatives of Managing the Sustainable Innovative Development of the Market of Educational Services in the Higher Education System	Promoção da inovação sustentável no ensino superior
Offshore Responsiveness: Theory of Constraints Innovates Customer Services	Inovação em serviços ao cliente em operações offshore

Fonte: Próprio autor, 2024.

Os principais desafios identificados incluem a resistência organizacional à mudança e a complexidade na integração de diferentes metodologias. No entanto, os benefícios observados superam esses desafios, com aumento da eficiência, redução de riscos e melhor atendimento ao cliente.

3.2.5 Desenvolvimento de Indicadores de Desempenho e Otimização de Processos para Inovação

Desenvolver e aplicar indicadores de desempenho baseados na TOC é essencial para monitorar e otimizar processos, promovendo a inovação baseada em dados.

Tabela 4 – Indicadores de desempenho e otimização aplicados nos artigos

Artigo	Indicadores de Desempenho e Otimização
Metallurgy Analytics: Transforming Plant Data into Actionable Insights	Desenvolvimento de um modelo integrado de operações e aumento da recuperação de ouro
Process Analytics Strategies for Improving Gold Recovery	A recuperação de ouro foi aumentada por meio de modelos preditivos e análise de dados
How Constraints Influence Company Innovation Processes	Desenvolvimento de KPIs para monitorar e otimizar processos de inovação

Fonte: Próprio autor, 2024.

Os estudos nesta categoria destacam a importância da inovação baseada em dados e indicadores de desempenho, resultando em melhorias contínuas da eficiência operacional.

4. CONCLUSÃO

A revisão dos 29 artigos revela que a Teoria das Restrições (TOC) é uma ferramenta eficaz para promover a inovação. A TOC ajuda a identificar e eliminar gargalos, otimizar processos e integrar-se com outras metodologias, resultando em melhorias na eficiência, produtividade e competitividade das organizações. No entanto, a aplicação da TOC enfrenta desafios como a resistência organizacional à mudança e a complexidade na integração com outras metodologias. Estudos de caso demonstram que a TOC é eficaz em diversos setores industriais, confirmando sua versatilidade e impacto positivo na promoção da inovação.

Existem várias lacunas na pesquisa sobre a TOC que precisam ser abordadas em trabalhos futuros. A maioria dos estudos realizados até o momento é transversal, não considerando os efeitos a longo prazo da implementação da TOC. Portanto, é essencial que futuras pesquisas realizem estudos longitudinais para avaliar os impactos sustentáveis da TOC ao longo do tempo. Além disso, há uma integração limitada da TOC com outras metodologias emergentes, como Design Thinking e Lean Startup. Explorar essa combinação pode revelar sinergias potenciais e oferecer novas perspectivas para a aplicação da TOC.

Outra área que necessita de maior atenção é a análise financeira detalhada dos impactos econômicos da TOC. Faltam estudos que realizem análises financeiras abrangentes, capazes de fornecer uma avaliação completa dos benefícios econômicos da TOC. Além disso, muitos estudos focam em contextos específicos, o que limita a generalização dos resultados. Expandir a pesquisa para incluir uma variedade de setores industriais e contextos culturais pode tornar a TOC mais relevante e aplicável em diferentes situações.

A resistência organizacional e os desafios de implementação também são áreas mencionadas, mas raramente exploradas em profundidade. Desenvolver e testar estratégias para superar essa resistência pode facilitar a adoção eficaz da TOC. Em suma, é fundamental que futuras pesquisas abordem essas lacunas para avançar no entendimento e na aplicação da TOC, proporcionando uma base mais sólida e abrangente para sua implementação em diversos contextos organizacionais.

REFERÊNCIAS

BALAKRISHNAN, Jaydeep; CHENG, Chu-Hsuan. The Role of the Knowledge Intermediary in Evangelizing Business Intelligence Systems: A Case Study of a Government-Academia-Industry Collaboration. **Journal of Engineering, Project, and Production Management**, v. 9, n. 1, p. 48-56, 2019.

CRUZ, C.; MARQUES, A.; SILVA, R.; COGAN, S. Teoria das restrições: um estudo bibliométrico da produção científica apresentada no congresso brasileiro de custos (1994-2008). **Abcustos**, v. 5, n. 1, 2010.

DAMANPOUR, F. Footnotes to research on management innovation. **Organization Studies**, v. 35, n. 9, p. 1265-1285, 2014.

DIAS, M.; PEDROZO, E. Compreendendo o processo de inovação como uma estrutura complexa de regras multiníveis. **Rai Revista De Administração E Inovação**, v. 11, n. 4, p. 235, 2015.

DOTSON, Connie. Fundamentals of Dimensional Metrology. 5ª ed. New York: Thomson Delmar Learning, 2006.

ESCHENBAECHER, J.; GRASER, F. Managing and optimizing innovation processes in collaborative and value creating networks. **International Journal of Innovation and Technology Management**, v. 8, n. 3, p. 373-391, 2011.

EVANGELISTA, R. Sectoral patterns of technological change in services. **Economics of Innovation and New Technology**, v. 9, n. 3, p. 183-222, 2000.

FERRARESI, D. Fundamentos da usinagem dos metais. São Paulo: Blucher, 1977.

FERREIRA, A.; PEREZ, G. Segurança cibernética e inovação em serviços: um estudo bibliométrico. **Revista Da Faculdade De Administração E Economia**, v. 11, n. 2, p. 209-224, 2022.

FORÉS, B.; CAMISÓN, C. Does incremental and radical innovation performance depend on different types of knowledge accumulation capabilities and organizational size?. **Journal of Business Research**, v. 69, n. 2, p. 831-848, 2016.

GU, J.; AGAPIOU, J. S. Incorporating Local Offset in the Global Offset Method and Optimization Process for Error Compensation in Machine Tools. **Procedia Manufacturing**, v. 34, p. 1051-1059, 2019.

HAMBURG-PIEKAR, Daniel Samuel. Calibração de peças padrão em máquinas de medir por coordenadas. Florianópolis, 2006.

HURMELINNA-LAUKKANEN, P.; RITALA, P.; BLOMQVIST, K.; HENTTONEN, K. Protecting service innovations against imitation the case of mobile tv. 2008.

KAYA, Ç. Radical or incremental innovation adoption: do demographics and the frequency and form of innovation matter?. **New Trends and Issues Proceedings on Humanities and Social Sciences**, v. 4, n. 10, p. 33-42, 2017.

LAWSON, B.; SAMSON, D. Developing innovation capability in organisations: a dynamic capabilities approach. **International Journal of Innovation Management**, v. 5, n. 3, p. 377-400, 2001.

LI, S.; ZENG, L.; FENG, P.; YU, D. An accurate probe pre-travel error compensation model for five-axis on-machine inspection system. **Precision Engineering**, v. 62, p. 256-264, 2020.

LI, Y.; ZENG, L.; TANG, K.; XIE, C. Orientation-point relation based inspection path planning method for 5-axis OMI system. **Robotics and Computer-Integrated Manufacturing**, v. 61, p. 101827, 2020.

LOPEZ-PLANA, J. EU horizon 2020 programme: promoting user centric co-creative projects. **Avanca | Cinema**, p. 123-128, 2021.

MATOS, G.; ESTEVES, P. Características das faps e atuação da fapesc como instrumento de fomento à ciência, tecnologia e inovação. **Revista Gestão Inovação E Tecnologias**, v. 7, n. 3, p. 3890-3908, 2017.

MORRAR, R. Innovation in services: a literature review. **Technology Innovation Management Review**, v. 4, n. 4, p. 6-14, 2014.

MOURA, D.; MACHADO, D.; MOREIRA, M.; ARAÚJO, C. Contribuições da teoria das restrições para a gestão da produção: aplicação em uma indústria de laticínios. **Revista Gestão Da Produção Operações E Sistemas**, v. 13, n. 3, p. 237, 2018.

NIJSSEN, E.; HILLEBRAND, B.; VERMEULEN, P.; KEMP, R. Exploring product and service innovation similarities and differences. **International Journal of Research in Marketing**, v. 23, n. 3, p. 241-251, 2006.

NUCHERA, A.; ALBORS, J. Innovation management techniques and tools: a review from theory and practice. **R and D Management**, v. 38, n. 2, p. 113-127, 2008.

PALADINI, E. P. Gestão da Qualidade no Processo: A Qualidade na Produção de Bens e Serviços. São Paulo: Editora Atlas S.A., 1995.

PALMATIER, Robert W.; HOUSTON, Mark B.; HULLAND, John. Review articles: purpose, process, and structure. **Journal of the Academy of Marketing Science**, [S. l.], v. 46, p. 1-5, 2018.

PERGHER, I.; RODRIGUES, L.; LACERD, D. Discussão teórica sobre o conceito de perdas do sistema toyota de produção: inserindo a lógica do ganho da teoria das restrições. **Gestão & Produção**, v. 18, n. 4, p. 673-686, 2011.

POHL, C.; HOF, H. Secure scrum: development of secure software with scrum. 2015.

PRETORIUS, P. Introducing in-between decision points to toc's five focusing steps. **International Journal of Production Research**, v. 52, n. 2, p. 496-506, 2013.

RIBEIRO, S.; SCHMITZ, É.; ALENCAR, A.; SILVA, M. A síndrome do deadline: origem, causas e implicações no processo de desenvolvimento de software. **Isys - Brazilian Journal of Information Systems**, v. 10, n. 2, p. 30-47, 2017.

SANTOS, R.; ALVES, J. Proposta de um modelo de gestão integrada da cadeia de suprimentos: aplicação no segmento de eletrodomésticos. **Production**, v. 25, n. 1, p. 125-142, 2014.

SCHWENKE, H.; KNAPP, W.; HAITJEMA, H.; WECKENMANN, A.; SCHMITT, R. Geometric error measurement and compensation of machines—An update. **CIRP, The International Academy for Production Engineering**, v. 57, n. 2, p. 660-675, 2008.

SHAHIN, A.; BARATI, A.; DABESTANI, R.; KHALILI, A. Determining factors influencing radical and incremental innovation with a case study in the petrochemical industry. **International Journal of Business Innovation and Research**, v. 12, n. 1, p. 62, 2017.

SHINGO, S. Zero Quality Control: Source Inspection and the Poka-yoke System. Cambridge, MA: Productivity Press, 1988.

SILVA, A.; SILVA, V.; KIPPER, L.; CARVALHO, F.; MORAES, J. Aumento do desempenho fabril sob a luz da teoria das restrições: o caso de uma fábrica de colchões. **Revista Produção Online**, v. 17, n. 1, p. 3-25, 2017.

SINGH, Vishal. Theoretical and conceptual discussions towards a circular economy (CE): A literature review and application to a small and medium-sized enterprise (SME) in Brazil. **Smart Innovation, Systems and Technologies**, v. 134, p. 123-134, 2019.

SMITH, M.; BUSI, M.; BALL, P.; MEER, R. Factors influencing an organisation's ability to manage innovation: a structured literature review and conceptual model. **International Journal of Innovation Management**, v. 12, n. 4, p. 655-676, 2008.

SOARES, I.; MELO, D.; LEOPOLDINO, C.; ABREU, J.; MOITA, F. A teoria das restrições em um processo de fabricação da indústria na construção civil: um estudo de caso. **Revista De Administração Da Ufsm**, v. 2, n. 3, p. 463-478, 2009.

STEPHENSON, D.; AGAPIOU, J. S. Metal Cutting Theory and Practice. New York: CRC Press, 2016.

STEYN, J.; BASCUR, O.; GORAIN, B. Metallurgy Analytics: Transforming plant data into operational excellence using machine learning and AI technologies. **Vision, Innovation and Identity: Step Change for a Sustainable Future**, 2018.

TILOCCA, Giuseppe; SÁNCHEZ, David; TORRES-GARCÍA, Mónica. Application of the theory of constraints to understand the adaptation of the production process in the energy sector. **Energy**, v. 278, art. 127717, 2023.

TRENT, E. M. Metal Cutting. 2 ed. London: Butterworths & Co., 1984.

UMASHANKAR, N.; SRINIVASAN, R.; HINDMAN, D. Developing customer service innovations for service employees: the effects of nsd characteristics on internal innovation magnitude. **Journal of Service Research**, v. 14, n. 2, p. 164-179, 2011.

XIAO, Shu Feng. Study of supply chain management theory in Manufacturing industry. **Applied Mechanics and Materials**, v. 484-485, p. 448-453, 2014.

XIN, K.; SUN, Y.; ZHANG, R.; LIU, X. Debt financing and technological innovation: evidence from china. **Journal of Business Economics and Management**, v. 20, n. 5, p. 841-859, 2019.