



LEAN MANUFACTURING APLICADO AO TRANSPORTE RODOVIÁRIO BRASILEIRO: ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA POR MEIO DO PROKNOW-C

LEAN MANUFACTURING APPLIED TO BRAZILIAN ROAD TRANSPORTATION: BIBLIOMETRIC ANALYSIS USING PROKNOW-C

LEAN MANUFACTURING APLICADO AL TRANSPORTE BRASILEÑO POR CARRETERA: ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO UTILIZANDO PROKNOW-C

Daniel Carlos Martins Garcia ^{1*}, Junior Soares Detino ², Orlando Marques da Silva Junior ³, Franco Sidney Condor Salazar ⁴, Enzo Almenara Cosvosk ⁵, & Marcos Wagner Jesus Servare Junior ⁶

^{1 2 3 4 5 6} Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário Norte do Espírito Santo

^{1*} daniel.garcia@edu.ufes.br ² soares.detino@edu.ufes.br ³ orlando.m.silva@edu.ufes.br

⁴ franco.salazar@edu.ufes.br ⁵ enzo.cosvosk@edu.ufes.br ⁶ marcos.servare@ufes.br

ARTIGO INFO.

Recebido: 18.07.2024

Aprovado: 26.08.2024

Disponibilizado: 31.08.2024

PALAVRAS-CHAVE: Transporte rodoviário; Manufatura enxuta; Eficiência operacional; Sistema Toyota de Produção

KEYWORDS: Road transport; Lean manufacturing; Operational efficiency; Toyota Production System

PALABRAS CLAVE: Transporte por carretera; Manufatura ajustada; Eficiencia operacional; Sistema de producción Toyota

*Autor Correspondente: Garcia, D. C. M.

RESUMO

O presente artigo explora a utilização da metodologia Lean Manufacturing no setor de transporte rodoviário no Brasil, destacando sua relevância desde os anos 1950 com a implementação do "Plano de Metas" de Juscelino Kubitschek. Utilizando a metodologia ProKnow-C, o estudo selecionou e analisou artigos relevantes, identificando tendências e padrões na aplicação do Lean Manufacturing no setor. A metodologia Lean Manufacturing foca na eliminação de desperdícios e na melhoria da eficiência, sendo especialmente vantajosa para o transporte rodoviário. O estudo inclui exemplos de aplicação, como a melhoria da qualidade dos serviços, a redução de custos e a otimização de processos através de ferramentas como gráficos de Gantt, Excel e Google Maps. Além disso, aborda a ecoeficiência, promovendo uma gestão sustentável e alinhada com os princípios do Lean Manufacturing. A pesquisa conclui que a aplicação do Lean Manufacturing no transporte rodoviário é fundamental para aumentar a eficiência operacional e a satisfação do cliente. A metodologia ProKnow-C foi eficaz na seleção e análise da literatura, oferecendo uma base sólida para futuras pesquisas e aplicações práticas no setor de transporte rodoviário.

ABSTRACT

The present article explores the use of the Lean Manufacturing methodology in the road transport sector in Brazil, highlighting its relevance since the 1950s with the implementation of Juscelino Kubitschek's "Plano de Metas."

Using the ProKnow-C methodology, the study selected and analyzed relevant articles, identifying trends and patterns in the application of Lean Manufacturing in the sector. The Lean Manufacturing methodology focuses on eliminating waste and improving efficiency, being especially advantageous for road transport. The study includes examples of application, such as improving service quality, reducing costs, and optimizing processes through tools like Gantt charts, Excel, and Google Maps. Additionally, it addresses eco-efficiency, promoting sustainable management aligned with Lean Manufacturing principles. The research concludes that the application of Lean Manufacturing in road transport is fundamental to increasing operational efficiency and customer satisfaction. The ProKnow-C methodology was effective in selecting and analyzing the literature, providing a solid foundation for future research and practical applications in the road transport sector.

RESUMEN

El presente artículo explora el uso de la metodología Lean Manufacturing en el sector de transporte por carretera en Brasil, destacando su relevancia desde la década de 1950 con la implementación del "Plano de Metas" de Juscelino Kubitschek. Utilizando la metodología ProKnow-C, el estudio seleccionó y analizó artículos relevantes, identificando tendencias y patrones en la aplicación de Lean Manufacturing en el sector. La metodología Lean Manufacturing se centra en la eliminación de desperdicios y en la mejora de la eficiencia, siendo especialmente ventajosa para el transporte por carretera. El estudio incluye ejemplos de aplicación, como la mejora de la calidad de los servicios, la reducción de costos y la optimización de procesos mediante herramientas como gráficos de Gantt, Excel y Google Maps. Además, aborda la ecoeficiencia, promoviendo una gestión sostenible alineada con los principios de Lean Manufacturing. La investigación concluye que la aplicación de Lean Manufacturing en el transporte por carretera es fundamental para aumentar la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente. La metodología ProKnow-C fue eficaz en la selección y análisis de la literatura, proporcionando una base sólida para futuras investigaciones y aplicaciones prácticas en el sector de transporte por carretera.

INTRODUÇÃO

Atualmente, nota-se no Brasil a constante utilização de rodovias como eixos de locomoção, visto que o transporte rodoviário constitui-se o principal modal de transportes utilizado pela população brasileira, e essa circunstância tornou-se, de fato, notável a partir da década de 1950, com a formulação e implementação do Plano de Metas, do então presidente do Brasil, Juscelino Kubitschek (JK), onde 14.970 km de rodovias foram construídos, 24,8% acima da meta do plano atingida e 6.202 km de rodovias já existentes foram pavimentados, 24% acima da meta (Dourado, 2023).

Esse processo de alavancagem do modal rodoviário no governo JK contribuiu significativamente para o aumento do uso de transporte rodoviário no Brasil, por meio da chegada e aprimoramento das linhas de montagens atuantes até então, como Ford, General Motors, Toyota, Volkswagen, Mercedes Benz, Scania, Harvester, entre outros, transformando-os em enormes complexos industriais do ramo automobilístico (Pereira & Lessa, 2011).

O uso de transportes rodoviários apresenta desde então um crescimento exponencial, visto que atualmente, a sua utilização contempla todas as classes socioeconômicas, e não apenas a elite brasileira, como o era até a década de 1950. Diante desse fato, busca-se empregar sistemas de otimização e agilização de toda a cadeia de valor dos veículos, na busca de redução de custos e melhoria contínua. E de encontro a essa necessidade, vem o conceito de Lean Manufacturing que objetiva conduzir as empresas a uma organização enxuta, através da eliminação de desperdícios em sua cadeia de valor, alinhando coerentemente suas atividades, para se obter empresas mais flexíveis e capazes de atender com efetividade às necessidades da clientela (Mani & Pádua, 2008).

Perante essa premissa, realizar uma análise de literatura pode contribuir para que o conceito de Lean seja cada vez mais difundido e empregado nas empresas automobilísticas, garantindo, assim, máxima eficiência em toda a sua cadeia de valor e contribuindo para que elas possuam presença marcante no mercado.

Dessa forma, o presente artigo tem como objetivo realizar uma revisão de literatura por meio do uso da metodologia Knowledge Development Process – Constructivist (ProKnow-C), iniciando-se com quatro palavras-chave associadas ao tema, o que permitiu a reunião de artigos relevantes para o objetivo proposto. Os artigos em questão foram submetidos a etapas de filtragem do conteúdo e checagem de similaridade entre o que apresentavam e os objetivos procurados neste estudo. Nas próximas seções encontram-se as etapas percorridas até a obtenção do portfólio final.

METODOLOGIA PROKNOW-C

Para a seleção e posterior análise do portfólio de artigos, foi utilizada a metodologia proposta por Ensslin et al. (2010), conhecida como ProKnow-C, que serviu como base para a revisão da literatura.

A metodologia foi realizada em três etapas, que são:

- I) Escolha do portfólio bibliográfico;
- II) Bibliometria;
- III) Análise sistêmica.

A execução dessas etapas garantiu a seleção de um portfólio alinhado ao objetivo estabelecido. A seguir, foi detalhado em ordem sequencial o processo realizado para obter o portfólio de artigos voltados para observar as aplicações do Lean Manufacturing no transporte rodoviário.

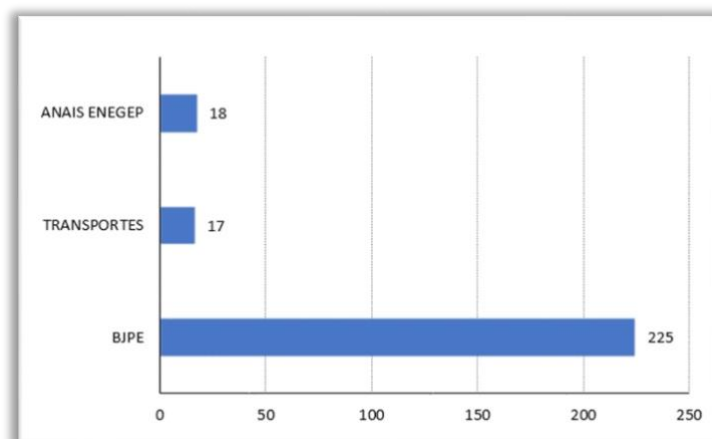
Seleção do portfólio bibliográfico

Nesta etapa da pesquisa, implementou-se uma busca sistematizada aos artigos. Para tanto, foram determinadas quatro palavras-chave que são: Transporte rodoviário; Lean Manufacturing; Eficiência operacional; Toyota Productions System, as quais serão utilizadas nas pesquisas. No total, utilizou-se para a busca dois periódicos e um congresso, do período de 2005 a 2023; feito isso, os artigos brutos foram submetidos a uma filtração com o intuito de encontrar apenas os mais relevantes. As etapas de filtragem foram respectivamente na seguinte ordem: verificação de artigos repetidos; alinhamento dos títulos; leitura dos resumos; e; por fim, a leitura integral. Nessa busca foram utilizados artigos obtidos do resultado da busca que possuíam ligação com as quatro palavras-chave definidas.

Obtenção do portfólio de artigos bruto

Os dois periódicos e o congresso escolhidos para a busca foram: Brazilian Journal of Production Engineering e Revista Transporte; e os anais Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP) (Figura 1).

Figura 1. Quantidade de artigos por revista/anais



Fonte: Autores (2024).

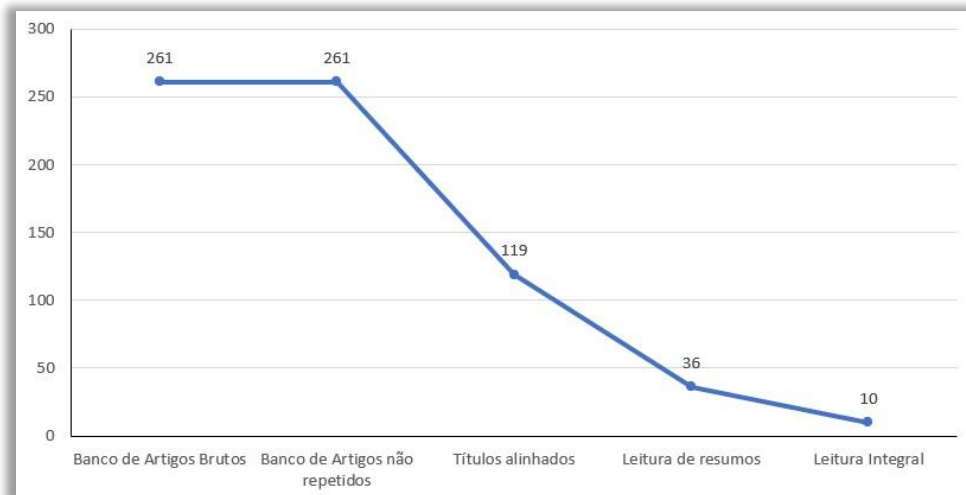
Filtragem do portfólio de artigos brutos

Após a identificação do banco de dados de artigos brutos, os selecionados foram passando pelas etapas de filtragem. Em muitas das etapas, o *software* Microsoft Excel foi implementado como ferramenta auxiliar e o processo está detalhado a seguir:

- Eliminação dos artigos repetidos: o primeiro passo foi excluir os títulos que porventura se repetiram ao longo do banco de dados. Esse fenômeno pode ter acontecido devido a um artigo ter relação com mais de uma palavras-chave. Inicialmente contavam-se 261 artigos, e não foram encontrados nenhuma repetição, então manteve-se o valor.
- Alinhamento de títulos: foi feita a leitura dos 261 títulos e depois a eliminação dos que não foram julgados úteis para o desenvolvimento do artigo, sendo essa análise baseada apenas pelo título, após essa etapa, obteve-se um refinamento considerável, reduzindo o número para 119.

- Leitura dos resumos: nesta fase ocorreu a leitura dos 119 artigos e os que não estavam condizentes com o objetivo deste artigo foram eliminados. Resultando em 36 artigos.
- Leitura integral: por fim concluiu-se a filtragem através da leitura completa dos artigos e verificação do alinhamento aos objetivos da revisão bibliográfica proposta. Após essa última etapa de filtragem, restaram 10 artigos no portfólio (Figura 2).

Figura 2. Fases de filtragem do banco de artigos



Fonte: Autores (2024).

Após a filtragem em todas as etapas obteve-se 10 artigos relevantes que passaram a compor o portfólio final para serem analisados nas próximas etapas do Proknow-C (Figura 3).

Figura 3. Portfólio final

TÍTULO	AUTORES	PERIÓDICO	CITAÇÕES
AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE MELHORIA DOS PROCESSOS DE EMPRESAS DE TRANSPORTE RODOVIÁRIO URBANO: ESTUDO DE CASO EM TRÊS EMPRESAS DE PORTO ALEGRE-RS.	Borchardt et al. (2005)	REVISTA TRANSPORTES	3
RODOVIÁRIO, FERROVIÁRIO OU MARÍTIMO DE CABOTAGEM? O USO DA TÉCNICA DE PREFERÊNCIA DECLARADA PARA AVALIAR A INTERMODALIDADE NO BRASIL.	Novaes et al. (2006)	REVISTA TRANSPORTES	32
AÇÕES DE ECOEFICIÊNCIA PARA A MELHORIA DO DESEMPENHO DO TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE PRODUTOS PERIGOSOS.	Leal et al. (2012)	REVISTA TRANSPORTES	8
UMA PROPOSTA DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO PARA OS SISTEMAS DE TRANSPORTE RODOVIÁRIO INTERURBANO DE PASSAGEIROS.	Arruda et al. (2012)	REVISTA TRANSPORTES	6
METODOLOGIA MULTICRITÉRIO PARA CLASSIFICAR AS EMPRESAS DE TRANSPORTE RODOVIÁRIO INTERESTADUAL SEMIURBANO DE PASSAGEIROS POR NÍVEL DE SERVIÇO.	Costa & Granemann (2017)	REVISTA TRANSPORTES	4
A INFLUÊNCIA DAS ROTAS NO PLANEJAMENTO, PROGRAMAÇÃO E CONTROLE DA PRODUÇÃO DE UMA CERÂMICA.	Dos Santos & Dos Santos (2018)	BRAZILIA JOURNAL OF PRODUCTION ENGINEERING	0
CRITÉRIOS DE QUALIDADE EM SERVIÇOS DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO: UMA CONTRIBUIÇÃO TEÓRICA.	Da Silva et al. (2018)	BRAZILIA JOURNAL OF PRODUCTION ENGINEERING	16
TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE GÁS NATURAL LIQUEFEITO: UM ESTUDO DE SIMULAÇÃO EM MATO GROSSO, BRASIL.	Santos Júnior et al. (2021)	REVISTA TRANSPORTES	0
ESTIMAÇÃO DAS INFRAÇÕES NO TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGAS NO BRASIL.	Oliveira et al. (2023)	ENESEP	0
ANÁLISE DA REDE LOGÍSTICA DE UM EMPRESA DE DISTRIBUIÇÃO E ENVIO DE CORRESPONDÊNCIAS: UM ESTUDO DE CASO E OPORTUNIDADES DE MELHORIA.	Cavalcanti et al. (2023)	ENESEP	0

Fonte: Autores (2024).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

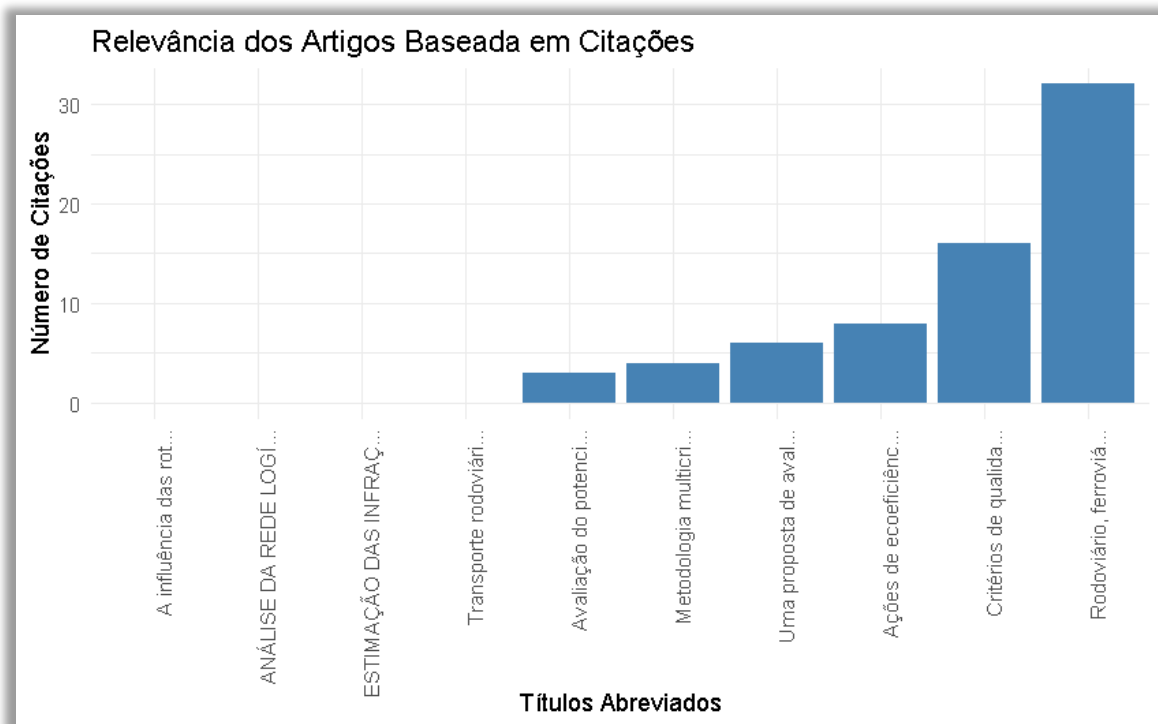
Análise bibliométrica

Para a análise bibliométrica deste estudo, empregamos o *software* R Studio para processar os dados quantitativos do portfólio previamente selecionado. Através da avaliação de dez artigos relevantes, conduzimos uma análise quantitativa em três etapas, considerando parâmetros como o número de citações no Google Scholar, a distribuição desses artigos em periódicos ou anais e o ano de submissão. Essa abordagem nos proporcionou informações valiosas acerca da relevância e do impacto dos artigos em nossa pesquisa.

- **Número de citações no Google Scholar**

Nesta etapa, avaliamos a quantidade de citações de cada artigo do portfólio no Google Scholar. Para isso, foi utilizado o *software* Publish or Perish, que permitiu realizar uma análise completa, incluindo o número total de artigos, os índices h e g, bem como o número de citações na base do Google Scholar. Os resultados dessa análise foram visualizados por meio de um gráfico de barras, destacando a relevância dos artigos com base na quantidade de citações (Figura 4).

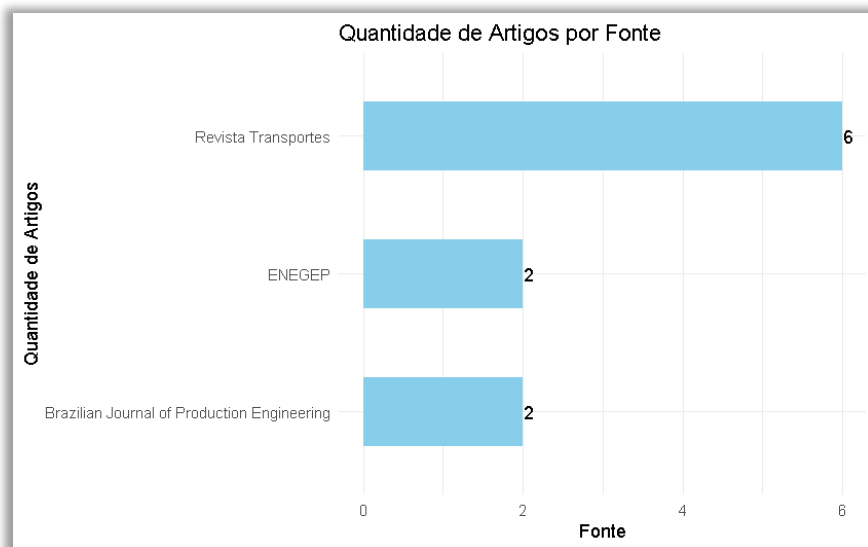
Figura 4. Relevância do artigo a partir do número de citações



Fonte: Autores (2024).

- **Número de artigos por periódicos do portfólio bibliográfico**

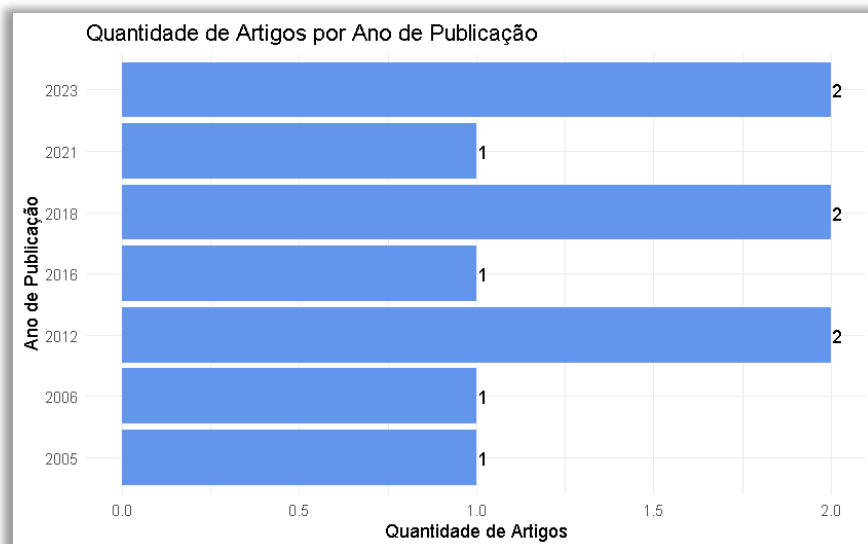
Nesta etapa, examinamos os periódicos nos quais os artigos do portfólio foram publicados e a quantidade de artigos em cada um deles. Após a análise, constatamos que a Revista Transportes foi o periódico mais frequente, com seis artigos dos dez selecionados (Figuras 5).

Figura 5. Quantidade de artigos por periódico

Fonte: Autores (2024).

- **Número de artigos por ano de publicação**

Para avaliar a distribuição dos artigos ao longo do tempo, realizamos uma análise do número de publicações por ano. A Figura 6 apresenta o gráfico que ilustra essa distribuição, permitindo visualizar tendências e flutuações na produção científica ao longo dos anos. Notavelmente, os anos de 2012, 2018 e 2023 se destacaram como os períodos com maior quantidade de publicações.

Figura 7. Quantidade de artigo do portfólio por ano de publicação

Fonte: Autores (2024).

Análise sistêmica

Com os artigos que compõem o portfólio bibliográfico definidos e com a análise bibliométrica realizada, o presente artigo parte para uma análise sistêmica que busca avaliar a adequação de cada artigo do portfólio com o tema proposto. Nesta etapa, realiza-se uma comparação das metodologias utilizadas pelos autores, assim como os resultados alcançados por eles. Foram definidos pontos a serem analisados em cada artigo do portfólio, que são:

- a) Contribuição do artigo ao tema proposto;
- b) Fermentas aplicadas;
- c) Convergência dos objetivos;
- d) Análise dos resultados obtidos.

Deste modo, cada artigo do portfólio foi submetido aos pontos apresentados, os resultados foram apresentados em seguida.

Borchardt et al. (2005) trazem uma abordagem prática e direcionada para a aplicação do Lean Manufacturing no transporte rodoviário urbano, destacando a importância da eficiência dos processos, da integração da cadeia de valor e do foco nas necessidades dos clientes para alcançar melhorias significativas na operação das empresas de transporte. Neste artigo sobre a avaliação do potencial de melhoria dos processos das empresas de transporte rodoviário urbano em Porto Alegre, foram utilizadas as seguintes ferramentas: Instrumento de Diagnóstico para avaliar o potencial de melhoria dos processos, incluindo questões sobre a importância e implementação de parâmetros, identificando lacunas e oportunidades de melhoria. Critérios de Excelência do Prêmio ANTP de Qualidade, referência para avaliar a qualidade e eficiência dos processos e Princípios da Mentalidade Enxuta e do Lean Management, orientando a busca por eficiência, eliminação de desperdícios e melhoria contínua. A convergência do artigo está focada na identificação e avaliação do potencial de melhoria dos processos das empresas de transporte rodoviário urbano. Isso é realizado por meio de um instrumento de diagnóstico específico e da aplicação dos princípios do Lean Management para alcançar eficiência e qualidade operacional. A análise dos resultados obtidos, permite concluir que o instrumento de diagnóstico revelou lacunas nos processos, apontando áreas que necessitam de atenção e ações corretivas. A análise dos resultados sobre a implementação de ações de melhoria indica o nível de importância atribuído pelas empresas e a eficácia das estratégias adotadas. Comparar as expectativas das empresas com os resultados obtidos permite avaliar se as metas de melhoria foram alcançadas e se as práticas estão alinhadas com os objetivos. Avaliar o impacto dos princípios do Lean Management na eficiência e qualidade operacional é essencial para demonstrar os benefícios tangíveis alcançados.

Novaes et al. (2006) abordaram a relevância da logística e do transporte de carga no Brasil. Os pesquisadores propuseram uma metodologia baseada na técnica de Preferência Declarada para modelar a demanda de cargas de alto valor agregado no país. Essa abordagem considerou fatores como tarifas, confiabilidade, tempo, intervalo entre embarques e segurança na escolha dos modos de transporte, incluindo rodoviário, ferroviário e de cabotagem. Além disso, a aplicação dos princípios do Lean Manufacturing, em conjunto com a técnica de Preferência Declarada, pode contribuir para tornar a logística e o transporte de carga no Brasil mais eficientes e competitivos. A redução de desperdícios, a melhoria da qualidade, o aumento da produtividade e a promoção de uma cultura de melhoria contínua são aspectos que podem ser otimizados com essa abordagem, tornando o setor de transporte mais ágil, responsivo e eficaz. O estudo também destacou a dependência do modal rodoviário

para a distribuição interna de produtos no Brasil, com 66% da carga movimentada por rodovias. No entanto, ressaltou-se a importância da ferrovia e da cabotagem, especialmente para produtos de alto valor agregado. Isso aponta para a necessidade de melhorias na infraestrutura e regulamentação do setor. Os resultados da pesquisa de Preferência Declarada indicaram que os atributos de confiabilidade e tarifa foram os mais significativos na opinião dos entrevistados. Esses resultados estão alinhados com as expectativas, demonstrando a importância desses atributos na tomada de decisões dos usuários de transportes.

Leal et al. (2012) abordam a relevância da ecoeficiência no transporte de produtos perigosos. O método proposto é a aplicação do Método de Escolha Modal (MEM), que considera medidas de ecoeficiência para avaliar o desempenho do transporte rodoviário em comparação com alternativas modais. O estudo destaca a importância de escolher o modo de transporte adequado, considerando não apenas aspectos econômicos, mas também ambientais. A decisão logística envolve a avaliação de diferentes modos de transporte, levando em conta a ecoeficiência de cada opção. Nesse sentido, o MEM e a Análise Relacional Grey são ferramentas essenciais para auxiliar na tomada de decisão, permitindo avaliar o desempenho do serviço de transporte com base em critérios ecoeficientes. A análise sistêmica do artigo evidencia a complexidade envolvida na gestão do transporte de produtos perigosos, ressaltando a necessidade de considerar não apenas a eficiência operacional, mas também os impactos ambientais associados a cada modalidade de transporte. A integração de medidas de ecoeficiência e Lean Manufacturing no planejamento logístico pode não apenas melhorar o desempenho das operações, mas também contribuir para a redução do impacto ambiental e o cumprimento de metas de sustentabilidade. Assim, a abordagem proposta no estudo destaca a importância de uma visão estratégica e de longo prazo no planejamento logístico, alinhando as decisões de transporte com os objetivos ambientais da organização.

Arruda et al. (2012) abordam a importância da avaliação de desempenho e gestão de serviços no setor de transporte interurbano de passageiros, destacando como a aplicação de conceitos de Lean Manufacturing pode melhorar a eficiência operacional, reduzir desperdícios e aumentar a qualidade dos serviços prestados. A avaliação de desempenho focada em resultados esperados e na gestão de serviços se relaciona à busca por eficiência e melhoria contínua, utilizando indicadores de conforto, cortesia, higiene, pontualidade e outros, comparáveis aos indicadores de desempenho do Lean Manufacturing. A incorporação de procedimentos de avaliação, penalidades e incentivos para garantir a qualidade do serviço também se alinha com a abordagem de responsabilização e estabelecimento de metas claras do Lean. Ferramentas como definição de variáveis e indicadores de avaliação, *benchmarking*, métodos de valoração e pontuação, são utilizadas para avaliar e melhorar o desempenho dos serviços. A convergência dos dados permite monitorar o desempenho dos operadores, visando a melhoria contínua dos serviços e satisfação dos usuários.

Costa e Granemann (2017) ao avaliarem a qualidade dos serviços de transporte rodoviário por meio de uma metodologia multicritério, identificam oportunidades de melhoria em seus processos e operações. A aplicação do Lean Manufacturing nesse contexto pode ser uma

abordagem eficaz para implementar as mudanças necessárias com o objetivo de aprimorar a qualidade dos serviços, aumentar a satisfação dos clientes e otimizar a eficiência operacional. Após a coleta de dados, o método MacBeth foi empregado para avaliar e classificar as empresas com base no modelo multicritério construído. A análise dos dados permitiu identificar padrões, tendências e áreas de melhoria nos serviços prestados. Os resultados mostraram a eficácia da metodologia na avaliação da qualidade dos serviços, permitindo identificar áreas de melhoria para as empresas prestadoras, baseadas na percepção dos usuários e gerando *insights* importantes para aprimorar a qualidade dos serviços e a satisfação dos clientes.

Santos & Santos (2018) apresentam a utilização de técnicas de otimização e redução de custos no transporte de mercadorias, alinhando-os aos princípios do Lean Manufacturing no intuito de eliminar desperdícios e melhorar a eficiência operacional. Ferramentas como o método do custo mínimo de transporte, gráficos de Gantt, Excel e Google Maps foram empregadas para análise, planejamento e otimização dos processos de produção e transporte. Os objetivos do estudo convergem para elaborar o melhor plano de produção, reduzir custos e tempo de espera, e aplicar técnicas de pesquisa operacional para identificar a melhor rota de transporte, promovendo a eficiência e competitividade. Os resultados mostraram melhorias significativas, como a redução de custos de transporte, otimização do sequenciamento da produção e melhor gestão da demanda flutuante, evidenciando a importância de uma gestão eficaz dos processos produtivos e logísticos.

Silva et al. (2018) abordam a identificação dos critérios de qualidade no transporte público urbano, levando em consideração a percepção e necessidades dos usuários. A compreensão das necessidades dos usuários e a busca por formas de melhorar a qualidade do transporte público podem inspirar iniciativas de *lean thinking* no transporte rodoviário. No artigo não são explicitamente mencionadas quais ferramentas utilizadas, mas a abordagem metodológica, nitidamente, baseia-se em revisão de literatura e estudos de caso para identificar os critérios de qualidade no transporte público urbano. A perspectiva do artigo, pode ser refletida com o tema de Lean Manufacturing aplicado ao transporte rodoviário por meio de alguns pontos, sendo eles, o foco na qualidade do serviço, a satisfação do cliente e a identificação de fatores relevantes. O estudo identificou diversos critérios considerados importantes pelos usuários para a qualidade do transporte público, tais como tempo, custo da passagem, veículos, atendimento, vias, paradas e valor agregado. Ressaltando a relevância da abordagem centrada no cliente para a melhoria da qualidade do serviço e da busca por modelos e práticas que contribuam para a melhoria contínua do transporte público.

O trabalho de Santos Júnior et al. (2021) tem como objetivo avaliar o potencial de substituição de óleo combustível, diesel e eletricidade por gás natural (GN) nas cinco mesorregiões do estado de Mato Grosso (MT). Para isso, foram coletados dados de consumo de energia nos setores agrícola, industrial e de transporte dessas regiões, assim como os custos médios de óleo combustível, diesel e eletricidade praticados no estado. Utilizando ferramentas de geoprocessamento como ArcGIS, calcularam as rotas de transporte de Gás Natural Liquefeito

(GNL) desde uma planta de liquefação em Cuiabá até os centroides das mesorregiões, considerando apenas estradas pavimentadas. Em seguida, foi determinado o volume potencial de substituição de cada fonte de energia por GN, aplicando-se métodos de conversão e percentuais de substituição específicos para cada setor econômico. A análise indicou que a mesorregião Norte possui o maior potencial de consumo de GN, representando 45% da demanda total estimada. O estudo também calculou os custos logísticos envolvidos na cadeia de suprimento de GNL, incluindo liquefação, transporte, armazenamento e regaseificação. Constatou-se que, em média, substituir eletricidade por GN geraria uma economia de 52%, enquanto a substituição do diesel resultaria em uma redução de 48% nos custos. A substituição de óleo combustível por GN não se mostrou economicamente viável devido aos custos mais baixos do óleo combustível em relação ao GN transportado. Por fim, a análise sugere que, apesar dos desafios logísticos, a proximidade de Mato Grosso com a Bolívia e a disponibilidade de um gasoduto tornam o GN uma opção atraente para a região, especialmente no setor agrícola.

Oliveira et al. (2023) enfatizam que os princípios de otimização e redução de desperdícios são composições fundamentais para o Lean Manufacturing. A aplicação do modelo ARIMA para prever infrações permite identificar melhorias em processos, segurança e qualidade do serviço, alinhando-se com a filosofia *lean* de eliminar desperdícios e aumentar a eficiência operacional. Ferramentas como Minitab® e Microsoft Excel® foram essenciais para a análise e visualização dos dados coletados, facilitando a aplicação de métodos estatísticos e a projeção baseada em séries temporais. A convergência dos objetivos do estudo e do Lean Manufacturing é evidente na busca por eficiência, redução de custos e melhoria contínua nos processos logísticos, promovendo uma gestão mais segura e sustentável no transporte rodoviário. Os resultados demonstraram a eficácia do modelo ARIMA, com uma baixa margem de erro MAPE, evidenciando a precisão das projeções. A análise das infrações contribuiu para a tomada de decisões mais assertivas, prevenindo despesas imprevistas e promovendo campanhas de conscientização, melhorando a segurança, eficiência e sustentabilidade das operações logísticas.

De acordo com Cavalcanti et al. (2023) as redes logísticas de envio de correspondências e mercadorias são fundamentais para a economia mundial, permitindo a circulação de produtos e documentos em todo o território do planeta. No estudo da rede logística de uma empresa pública de direito privado vinculada ao Ministério das Comunicações, localizada em Brasília/DF, foi realizada uma análise sistêmica abrangente. Essa análise revelou uma extensa cobertura nacional, incluindo áreas rurais e remotas, fundamental para a logística no Brasil. A rede, composta pela matriz, diretorias regionais, centros de distribuição e agências postais, é essencial para conectar diferentes regiões do país. Identificou-se a importância de funcionários, fornecedores e parceiros na operação eficiente da rede. A frota de veículos variados e tecnologias avançadas de rastreamento são cruciais para manter a continuidade das operações. Entre os principais desafios identificados estão atrasos nas entregas, extravios de pacotes e problemas de infraestrutura, como estradas em más condições e greves de

caminhoneiros. Para enfrentar esses desafios, foram propostas melhorias como a implementação de sistemas integrados de rastreamento, automação de processos e estabelecimento de parcerias estratégicas. A empresa adota políticas de gestão de qualidade total e investe em treinamento contínuo e atualização da infraestrutura para melhorar a eficiência operacional e a satisfação dos clientes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo revelou informações cruciais para o entendimento e a aplicação dos princípios do Lean Manufacturing no transporte rodoviário. A revisão bibliográfica, conduzida pela metodologia ProKnow-C, permitiu a seleção e análise de um portfólio robusto de artigos que abordam diversos aspectos dessa temática. Primeiramente, a análise bibliométrica mostrou a relevância e o impacto dos estudos selecionados, destacando as publicações mais citadas e os periódicos de maior contribuição. Essa etapa foi essencial para identificar as tendências e flutuações na produção científica, evidenciando períodos com maior foco de pesquisas.

Em seguida, a análise sistêmica dos artigos evidenciou a aplicabilidade prática dos princípios do Lean Manufacturing em diferentes contextos do transporte rodoviário. Os estudos demonstraram como técnicas de otimização, redução de custos e eliminação de desperdícios podem melhorar significativamente a eficiência operacional e a qualidade dos serviços de transporte. Exemplos incluem a utilização de ferramentas como gráficos de Gantt, modelos ARIMA para previsões, e métodos multicritério como o MacBeth para avaliação de qualidade. Além disso, a análise destacou a importância da ecoeficiência e da sustentabilidade nas operações logísticas, especialmente no transporte de produtos perigosos.

Ferramentas como o Método de Escolha Modal e a Análise Relacional Grey foram mencionadas como fundamentais para a tomada de decisões estratégicas alinhadas aos objetivos ambientais. Em resumo, a aplicação do Lean Manufacturing no transporte rodoviário mostrou-se como uma alternativa que contribui para a melhoria contínua e a competitividade das empresas do setor. Este estudo reforça a necessidade de uma gestão eficaz dos processos produtivos e logísticos, promovendo uma cultura de eficiência e qualidade que pode ser replicada em diversos contextos empresariais. Assim, espera-se que os resultados desta pesquisa incentivem futuras investigações e a implementação prática das metodologias discutidas, visando uma cadeia de valor mais otimizada e sustentável.

Futuras pesquisas podem explorar a aplicação de novas tecnologias, como a inteligência artificial e a Internet das Coisas (IoT), para aprimorar ainda mais os princípios do Lean Manufacturing no transporte rodoviário. Estudos também podem investigar a integração desses princípios com práticas de sustentabilidade e ecoeficiência, especialmente no transporte de produtos perigosos e perecíveis. Ainda, sugere-se a continuação deste trabalho com a inclusão de outros periódicos e congressos da literatura nacional com a ampliação do período de busca, bem como a utilização de periódicos internacionais para apreciação da utilização do *lean* no contexto global.

Além disso, a análise do impacto econômico e ambiental a longo prazo das implementações *lean* em diferentes regiões e contextos logísticos pode oferecer *insights* valiosos. Outra área promissora é o desenvolvimento de modelos preditivos mais avançados e ferramentas de decisão multicritério, como o MacBeth, para melhorar a gestão de recursos e a tomada de decisões estratégicas.

REFERÊNCIAS

- Desteffani, R. & Junior, M. W. J. S. (2023). Utilização da padronização de processos para melhor eficiência na obtenção de resultados sobre custos do transporte rodoviário de cargas. *South American Development Society Journal*, 9(25), 13-26. <https://doi.org/10.4237/10.24325/issn.2446-5763.v9i25p13-26>
- Santos, T. S., dos & Santos, F. S., dos. (2018). A influência das rotas no planejamento, programação e controle da produção de uma cerâmica. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 4(3), 94-112. Recuperado de https://periodicos.ufes.br/bjpe/article/view/v4n3_6/pdf
- Nascimento, T. et al. (2023). Estimativa Das Infrações No Transporte Rodoviário De Cargas No Brasil. Anais ... *Encontro Nacional de Engenharia de Produção/Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, 27.
- Cavalcanti, G. M. et al. (2023). Análise da rede logística de uma empresa de distribuição e envio de correspondências: um estudo de caso e oportunidades de melhorias. Anais ... *Encontro Nacional de Engenharia de Produção/Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, 27.
- Santos Júnior, D. S., Netto, A. L. A., Peyerl, D., Fraga, D. M., & dos Santos, E. M. (2021). Liquefied natural gas road transport: a simulation study in Mato Grosso, Brazil. *Transportes*, 29(3), 2450-2450. Recuperado de <https://www.revistatransportes.org.br/anpet/article/download/2450/928/12584>
- Arruda, B. D. L. D., Silva, L. R., Antunes, R. T., Gomes, H. A. D. S., & Yamashita, Y. (2012). Uma proposta de avaliação de desempenho para os sistemas de transporte rodoviário interurbano de passageiros. *Transportes*, São Carlos, SP, 20(1), 41-49. Recuperado de <http://revistatransportes.org.br/anpet/article/view/531>
- Costa, P. H. da S. & Granemann, S. R. (2017). Metodologia multicritério para classificar as empresas de transporte rodoviário interestadual semiurbano de passageiros por nível de serviço. *Transportes*, 25(3), 126-137. <https://doi.org/10.14295/transportes.v25i3.1301>
- Novaes, A. G., Gonçalves, B. S., Costa, M. B., & Santos, S., dos. (2006). Rodoviário, ferroviário ou marítimo de cabotagem? O uso da técnica de preferência declarada para avaliar a intermodalidade no Brasil. *Transportes*, 14(2), 11-17. <https://doi.org/10.14295/transportes.v14i2.64>
- Borchardt, M., Pereira, G. M., & Coelho, A. S. (2005). Avaliação do potencial de melhoria dos processos de empresas de transporte rodoviário urbano: estudo de caso em três empresas de Porto Alegre-RS. *Transportes*, 13(2), 5-20. Recuperado de <https://www.revistatransportes.org.br/anpet/article/view/102/91>
- Leal, I. C. & D'Agosto, M. de A. (2012). Ações de ecoeficiência para melhoria do desempenho no transporte rodoviário de produtos perigosos. *Transportes*, 20(3), 5-17. <https://doi.org/10.4237/transportes.v20i3.563>
- Silva, J. A. B., da & Silva, S., da. (2018). Critérios de qualidade em serviços de transporte público urbano: uma contribuição teórica. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 4(1), 83-98. Recuperado de https://periodicos.ufes.br/bjpe/article/view/v4n1_6