



UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA PROKNOW-C NO ESTUDO DO DESENVOLVIMENTO DO MODAL FERROVIÁRIO BRASILEIRO

USE OF THE PROKNOW-C TOOL IN THE STUDY OF THE DEVELOPMENT OF THE BRAZILIAN RAILWAY MODE

UTILIZACIÓN DE LA HERRAMIENTA PROKNOW-C EN EL ESTUDIO DEL DESARROLLO DEL MODO FERROVIARIO BRASILEÑO

Beatriz Alves Lima ^{1*}, Jaiane dos Santos Ferreira ², Joice Vieira dos Santos ³, & Marcos Wagner Jesus Servare Junior ⁴

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

^{1*} beatriz.a.lima@edu.ufes.br ² jaiane.ferreira@edu.ufes.br ³ joice.v.santos@edu.ufes.br ⁴ marcos.servare@ufes.br

ARTIGO INFO.

Recebido: 02.08.2024

Aprovado: 30.08.2024

Disponibilizado: 03.10.2024

PALAVRAS-CHAVE: Gestão de Transporte; Ferrovias; Desenvolvimento ferroviário; Infraestrutura.

KEYWORDS: Transport Management; Railways; Railway Development; Infrastructure.

PALABRAS CLAVE: Gestión del Transporte; Ferrocarriles; Desarrollo; Infraestructuras Ferroviarias.

*Autor Correspondente: Lima, B. A.

RESUMO

No cenário de rápidas mudanças impulsionadas pelos avanços tecnológicos, a logística tem desempenhado um papel fundamental, possibilitando o transporte eficiente de mercadorias, quanto de pessoas. O presente artigo busca realizar uma revisão da literatura através da metodologia ProKnow-C, sistematização de pesquisa e seleção de artigos, a fim de obter uma análise qualitativa e um significativo portfólio bibliográfico a respeito do modal ferroviário no Brasil. Para a seleção dos artigos, após a definição das palavras-chave, realizou-se uma pesquisa em quatro periódicos para a seleção do banco de artigos brutos. A pesquisa ocorreu selecionando 365 trabalhos a partir de 2010. Em seguida, seis fases de filtragem foram aplicadas, para a seleção dos artigos alinhados ao tema proposto, para assim alcançar um quantitativo final de 16 artigos. As análises mostraram que a temática ferroviária foi estudada ao longo dos anos de 2010 a 2023, existem estudos relevantes sobre o setor, a busca por novas abordagens do tema e a existência de pesquisadores dedicados à área. Pode-se concluir que o estudo foi bem-sucedido ao atingir os objetivos estabelecidos.

ABSTRACT

In the scenario of rapid changes driven by technological advances, logistics has played a fundamental role, enabling the efficient transport of goods and people. This article seeks to carry out a literature review using the ProKnow-C methodology, research systematization and article selection, to obtain a qualitative analysis and a significant bibliographic portfolio regarding the railway modality in Brazil. To select the articles, after defining the key words, a search was carried out in 4 journals to select the raw article bank. The research took place selecting 365 works from 2010. Then, 6 filtering phases were applied to select articles aligned with the proposed theme, thus reaching a final quantity of 16 articles. The analyzes showed that the railway theme was studied over the years 2010 to 2023, there are relevant studies on the sector, the search for new approaches to the topic and the existence of researchers dedicated to the area. It can be concluded that the study was successful in achieving the established objectives.

RESUMEN

En el escenario de rápidos cambios impulsados por los avances tecnológicos, la logística ha jugado un papel fundamental, permitiendo el transporte eficiente de mercancías y personas. Este artículo busca realizar una revisión de la literatura utilizando la metodología ProKnow-C, sistematización de la investigación y selección de artículos, con el fin de obtener un análisis cualitativo y un portafolio bibliográfico significativo sobre la modalidad ferroviaria en Brasil. Para seleccionar los artículos, luego de definir las palabras clave, se realizó una búsqueda en 4 revistas para seleccionar el banco de artículos en bruto. La investigación se realizó seleccionando 365 trabajos del año 2010. Luego, se aplicaron 6 fases de filtrado para seleccionar artículos alineados con la temática propuesta, llegando así a una cantidad final de 16 artículos. Los análisis mostraron que el tema ferroviario fue estudiado durante los años 2010 a 2023, existen estudios relevantes sobre el sector, la búsqueda de nuevos enfoques del tema y la existencia de investigadores dedicados al área. Se puede concluir que el estudio fue exitoso en alcanzar los objetivos establecidos.

INTRODUÇÃO

Em um contexto de rápidas mudanças alimentadas pelos avanços tecnológicos, capitalismo, consumismo e intenso mercado competitivo, a logística empresarial tem se tornando uma das prioridades para as organizações. Desempenhando um papel essencial, a logística possibilita o transporte eficiente de mercadorias e indivíduos, utilizando uma variedade de meios de transportes como rodoviário, ferroviário, dutoviário, aéreo e hidroviário (Silva; Coelho, 2024). De acordo com o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), a primeira locomotiva brasileira foi construída em 1852, tendo como principal objetivo o transporte de café. Posteriormente, a produção de mercadorias teve uma grande evolução do país, que se destacou globalmente na produção e exportação de minério de ferro, petróleo bruto, soja, café, carne e açúcar. O transporte ferroviário se destaca pela circulação de mercadorias e indivíduos por meio de linhas ferroviárias, considerada assim, uma boa opção para o transporte de cargas com baixo valor agregado e longa distância, como minério de ferro e cereais. Apesar do alto custo de instalação, os custos operacionais desse modal são relativamente baixos, pois requerem menos trabalho e energia em sua operação, tornando os custos mais atrativos quando comparados a outras formas de transporte para grandes cargas (Brugnera & Dalchiavon, 2017).

Apesar dos muitos benefícios, o setor de transporte ferroviário tem enfrentado desafios significativos, como a necessidade de grandes investimentos na sua infraestrutura e manutenção. As ferrovias necessitam de estações, trilhos, pontes e túneis de alta qualidade para garantir a segurança e a eficiência das suas operações. Além disso, a expansão e modernização das ferrovias são essenciais para atender à crescente demanda de transporte de cargas do mercado. A padronização de processos, otimização das ferramentas utilizadas, redução de desperdícios de tempo, dinamização de trajetos e, principalmente, redução de custos são essenciais para tornar o esse tipo de transporte mais eficiente.

Com base em quatro palavras-chave relacionadas ao tema, o presente artigo busca realizar uma revisão da literatura utilizando a metodologia Knowledge Development Process-Constructivist (ProKnow-C). Segundo Maciel e Damke (2021), o método Proknow-C permite a sistematização da pesquisa bibliográfica e identifica, de maneira estruturada e eficiente, um portfólio bibliográfico contendo os artigos científicos mais relevantes sobre o tema de pesquisa. Esses artigos passarão por etapas de filtragem de conteúdo e verificações de convergência entre suas apresentações e os objetivos deste estudo.

Desse modo, o presente estudo tem como objetivo realizar uma revisão bibliográfica sobre a literatura nacional a respeito do modal ferroviário. No decorrer deste artigo serão apresentados na Seção de Artigos o ProKnow-C, posteriormente, os resultados alcançados, com o portfólio bibliográfico, as análises bibliométricas e sistêmicas, bem como as considerações finais com as conclusões obtidas a partir dos resultados. Por fim, este trabalho se encerra com a apresentação das referências bibliográficas utilizadas no decorrer da pesquisa.

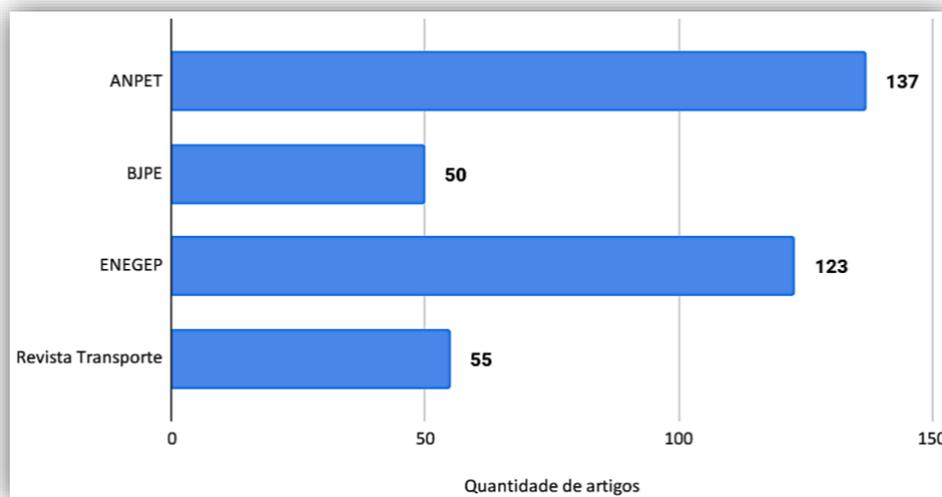
PROKNOW-C: SELEÇÃO DOS ARTIGOS

O método ProKnow-C proposto por Ensslin et al. (2010), foi utilizado com o propósito de se alcançar o objetivo do trabalho, onde foi realizada a seleção e a análise de artigos, buscando a construção de um portfólio bibliográfico de importância científica.

A Partir do assunto transporte ferroviário, o tema de pesquisa foi definido como sendo: Desenvolvimento e Modernização de Infraestrutura Ferroviária, assim as 4 palavras-chaves foram escolhidas de acordo com o eixo de pesquisa, sendo elas Gestão de Transporte, Ferrovias, Desenvolvimento ferroviário, Infraestrutura ferroviária. Em seguida, como critério de busca nas ferramentas das próprias bases de dados, definiu-se procurar documentos com ano de publicação a partir de 2010. Outro critério de pesquisa foi a seleção dos periódicos, para isso foram selecionadas duas revistas científicas e dois congressos. Sendo eles respectivamente Revista Transporte, BJPE, ANPET e ENEGEP.

A partir disso, foi efetuada uma busca analítica nos bancos de dados disponibilizados, dessa maneira seus resultados podem ser observados na Figura 1.

Figura 1. Quantidade de artigos publicados em periódicos e congresso



Fonte: Autores (2024).

Após a pesquisa, os artigos coletados passarão por uma filtragem até chegar ao portfólio bibliográfico final. Após a coleta dos trabalhos científicos, é que começa a etapa de filtragem. Para isso é dividido em 6 fases.

Fase 1 - Artigos Brutos: Esta fase foi a inicial, 4 palavras-chave foram escolhidas de acordo com o eixo da pesquisa e, em seguida, 365 foram selecionadas nos periódicos com ano de publicação a partir de 2010. Sendo que no ANPET, os anais de pesquisas estão disponíveis somente a partir de 2019 e na revista BJPE os arquivos selecionados foram a partir de 2015.

Fase 2 - Artigos brutos não repetidos: Para esta fase os artigos foram separados por palavras-chave, e foram excluídos os artigos repetidos em mais de uma palavra-chave e de uma mesma revista ou congresso. Após a filtragem restou 339 artigos.

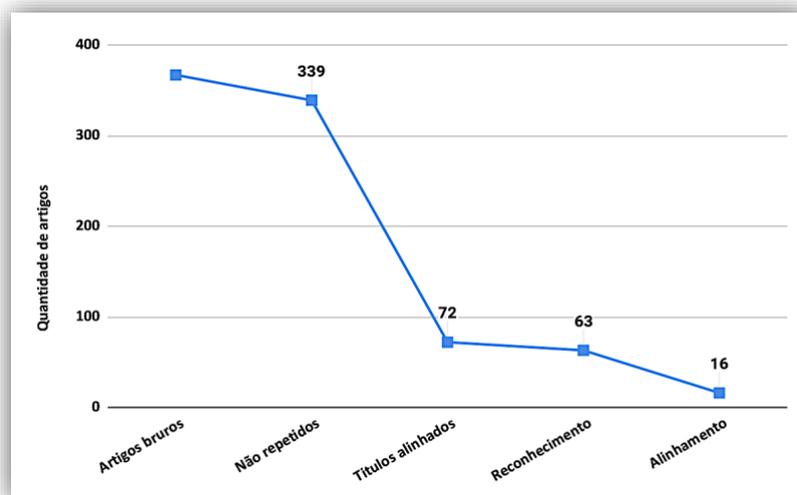
Fase 3 - Banco de artigos bruto não repetidos e com títulos alinhados: Para esta fase foi avaliado o título de acordo com o tema, por critério do autor. Foi nesta etapa que ocorreu a maior exclusão de artigos. De 339 artigos, permaneceram 72 artigos.

Fase 4 - Banco de artigos bruto não repetidos, com títulos alinhados e reconhecimento científico: A fase 4 buscou avaliar a relevância do artigo, conforme quantidade de citações elencadas no Google Scholar. Nesta etapa, dos 72 artigos existentes, 9 foram excluídos e 63 artigos serão analisados considerando o reconhecimento.

Fase 5 - Disponibilidade: Para esta fase, foi observado se cada artigo possuía a disponibilidade de visualização do documento por inteiro ou seja (fácil acesso para *download*). Nenhum artigo foi excluído nesta fase, visto que todos foram encontrados por completo sem necessidade de filiações e pagamentos de taxas.

Fase 6 - Alinhamento: Por fim, tem-se a fase final da etapa de filtragem, onde ocorre a verificação do alinhamento do texto completo do artigo em relação ao tema proposto, desenvolvimento e modernização de infraestrutura ferroviária. Enquanto a Fase 3 analisa somente o título, a Fase 6 investiga o artigo como um todo. Para isso, realizou-se a leitura completa dos artigos e, ao final, 47 artigos não estavam alinhados por completo ao tema, sendo retirados do banco de artigos. Totalizando finalmente 16 artigos no portfólio bibliográfico (Figura 2).

Figura 2. Fases relatadas anteriormente e o desdobramento da quantidade de artigos conforme inserção de novos filtros



Fonte: Autores (2024).

Ao final de todas as fases, obteve-se 16 artigos de relevância no portfólio bibliográfico descrito neste artigo (Quadro 1).

Quadro 1. Resumo dos artigos selecionados, seus respectivos autores, número de citações conforme a busca no Google Scholar, ano e periódico ou congresso da publicação

Artigos	Palavras chaves	Origem	Citações
Almeida, Patias & Fortunato (2010)	Desenvolvimento ferroviário	ENEGEP	4
Magalhaes, Aragão & Yamashita (2014)	Gestão de Transporte	Revista Transporte	17
Merheb <i>et al.</i> (2014)	Ferrovias	Revista Transporte	3
Pereira, Rosa & Lunkes (2015)	Ferrovias	Revista Transporte	10
Sgavioli <i>et al.</i> (2015)	Ferrovias	Revista Transporte	2
Nóbrega <i>et al.</i> (2016)	Ferrovias	Revista Transporte	7
Bellini & Lucas (2016)	Ferrovias	ENEGEP	0
Machado <i>et al.</i> (2016)	Desenvolvimento ferroviário	ENEGEP	0
Seraco (2018)	Desenvolvimento ferroviário	BJPE	0

Faria <i>et al.</i> (2018)	Infraestrutura ferroviária	ENEGEP	0
Nunes (2019)	Ferrovias	ANPET	0
Ribeiro <i>et al.</i> (2020)	3Ferrovias	ANPET	0
Silva, Queiroz & Rocha (2020)	Ferrovias	ANPET	0
Ribeiro <i>et al.</i> (2021)	Infraestrutura ferroviária	ANPET	0
Pereira <i>et al.</i> (2022)	Ferrovias	ANPET	0
Quispe <i>et al.</i> (2023)	Ferrovias	ANPET	1

Fonte: Autores (2024).

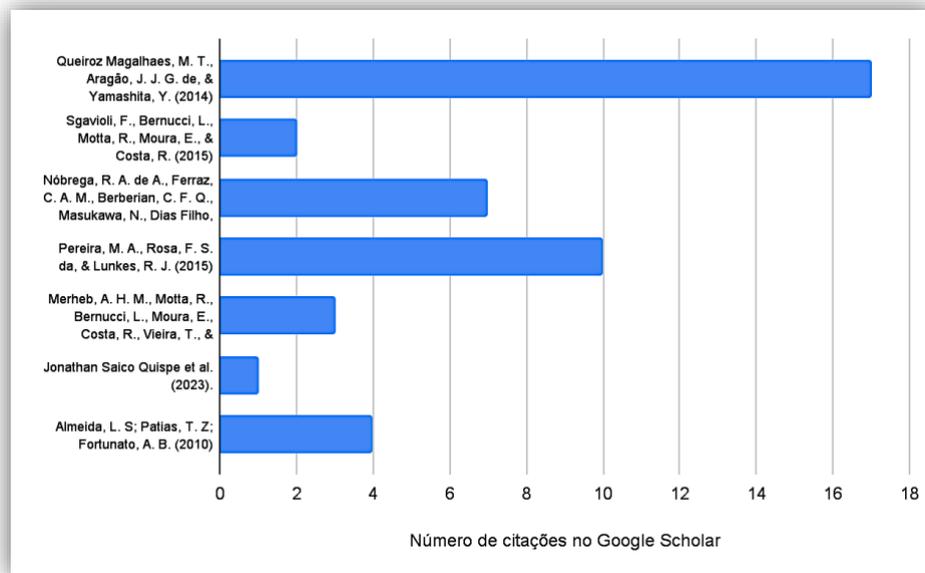
Proknow-C: Análises

Análise Bibliométrica do Portfólio de Artigos

A partir da filtragem e seleção dos 16 artigos para o portfólio, foram analisados determinados aspectos quantitativos, são eles:

- Grau de reconhecimento dos artigos do portfólio bibliográfico:** Observou-se que, em relação ao número de vezes em que os trabalhos foram citados no Google Scholar, de 16 artigos, 7 trabalhos são consideráveis, ou seja, possuem citações. Dois artigos se destacam no portfólio, “Análise da eficiência ferroviária no Brasil nos anos entre 2009 a 2013” de Pereira, M. A., Rosa, F. S. da, & Lunkes, R. J. (2015) e “Definição de transporte: uma reflexão sobre a natureza do fenômeno e objeto da pesquisa e ensino em transportes” de Queiroz Magalhaes, M. T., Aragão, J. J. G. de, & Yamashita, Y. (2014), artigo que possui a maior relevância, possuindo 17 citações. Ambos os estudos foram publicados na Revista Transportes (Figura 3).

Figura 3. Relevância dos artigos do portfólio bibliográfico

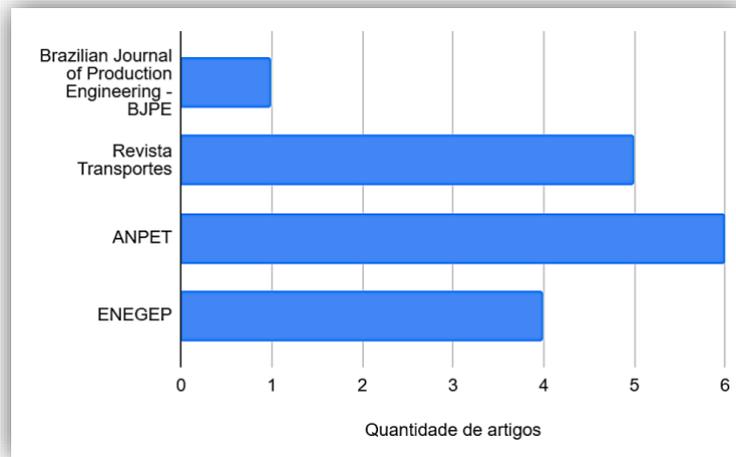


Fonte: Autores (2024).

- Grau de relevância dos periódicos:** Gráfico da quantidade de artigos publicados em cada Revistas e Congressos. Em relação aos trabalhos publicados em revistas, a Revista Transportes tem maior expressão com 5 artigos no portfólio. Quando se observa os artigos de congressos, o ANPET (Anais do Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes) destaca-se com 6 artigos. É possível perceber que tanto a revista quanto o congresso de maior relevância são voltados para o setor de transporte. Esse fator deve ser levado em consideração, visto que o eixo temático deste trabalho é o setor de transporte ferroviário.

Percebe-se que dentre os periódicos o que é mais considerado mais significativo é o ANPET (Figura 4).

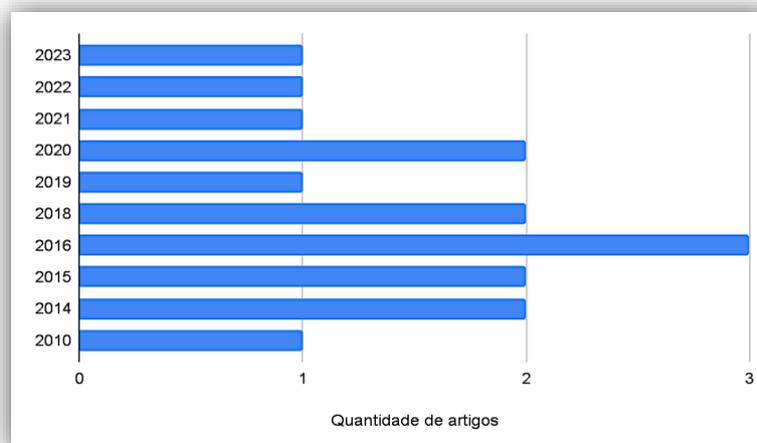
Figura 4. Número de artigos por periódicos do portfólio bibliográfico



Fonte: Autores (2024).

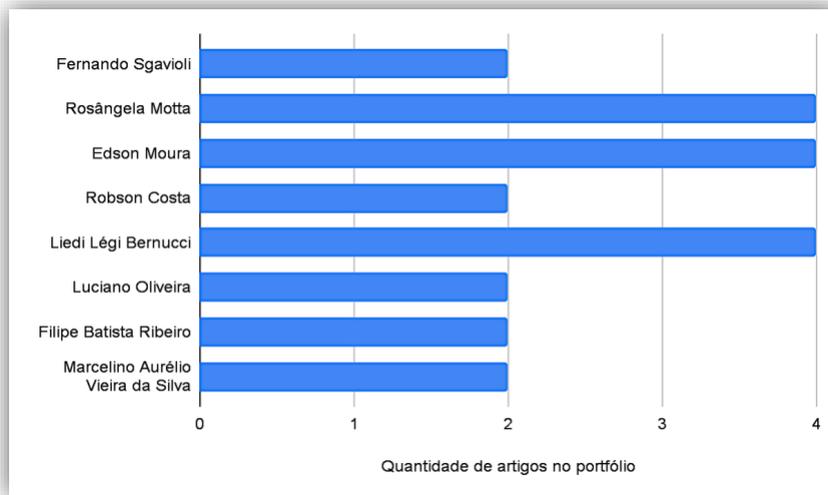
- **Ano de publicação dos artigos:** Em relação à quantidade de artigos por ano de publicação, é possível perceber que, ao longo dos anos, existem estudos no âmbito nacional acerca do setor ferroviário. Nota-se que cerca de 20% dos artigos selecionados são do ano de 2016 (Figura 5).

Figura 5. Artigos por ano de publicação do portfólio bibliográfico



Fonte: Autores (2024).

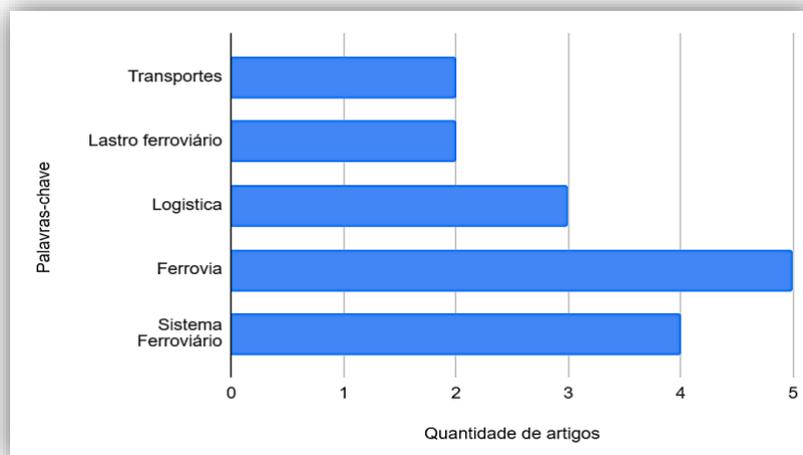
- **Relevância dos autores:** Dos 16 artigos selecionados, há a quantidade de 56 autores, devido ao fato de que a maior parte dos trabalhos foi escrita por mais de um autor. Ao analisar o número de artigos escritos por autor, é possível observar aqueles que são responsáveis por dois ou mais estudos destacados na Figura 6. Os autores Liedi Légi Bernucci, Rosângela Motta e Edson Moura possuem 4 artigos no portfólio, e são considerados os autores de maior relevância. Os três são autores dos mesmos artigos, são eles: “Análise do custo do ciclo de vida do lastro ferroviário na estrada de ferro Vitória-Minas” e “Equipamento triaxial cíclico de grande escala para análise mecânica de lastro ferroviário” da Revista Transportes, “*Evaluation of the behavior of recycled ballast waste applied in subballast railway track layer rehabilitation*” e “Proposição de dispositivo medidor de resistência lateral de via permanente ferroviária” do ANPET.

Figura 6. Relevância dos autores do portfólio bibliográfico

Fonte: Autores (2024).

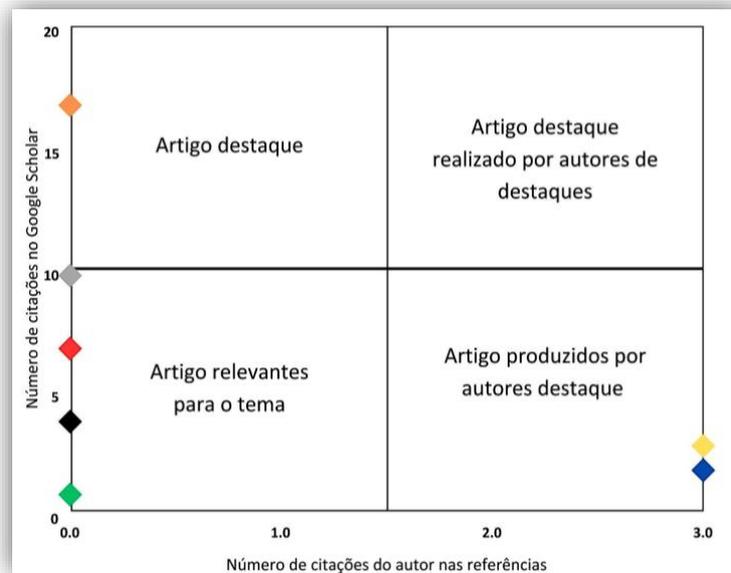
Nota-se, pela observação do gráfico apresentado na Figura 6, que existem pesquisadores interessados no setor ferroviário e que se dedicam ao estudo do tema.

- **Palavras-chave:** Foram encontradas 38 palavras-chave diferentes no portfólio. Em seguida, as palavras sinônimas foram agrupadas para apresentar as que mais expressam a temática abordada no estudo. A Figura 7, apresenta as 5 palavras-chave que mais se repetem no repertório de artigos, dentre elas a que mais se destacou foi, “Ferrovia”, sendo a palavra-chave de 5 dos 16 estudos selecionados.

Figura 7. Palavras-chave relevantes dos artigos do portfólio bibliográfico

Fonte: Autores (2024).

Depois da análise dos artigos através dos pontos anteriormente apresentados, foi realizado um reconhecimento dos estudos mais relevantes. Essa relevância foi determinada pela observação do número de citações dos artigos no Google Scholar e pela frequência das citações dos autores nas referências dos artigos do portfólio. A Figura 8 apresenta a classificação dos trabalhos, a legenda das cores estão presentes no Quadro 2.

Figura 8. Artigos de destaque para a área

Fonte: Autores (2024).

Quadro 2. Descrição dos artigos de maior destaque

Cor Figura 8	Título	Ano	Autor(es)
	Definição de transporte: uma reflexão sobre a natureza do fenômeno e objeto da pesquisa e ensino em transportes	2014	Queiroz <i>et al.</i> (2014)
	Análise da eficiência ferroviária no Brasil nos anos entre 2009 -2013	2015	Pereira, Rosa & Lunkes, (2015)
	Inteligência geográfica para avaliação de propostas de projeto de concessão de corredores ferroviários	2016	Nóbrega, Ferraz & Berberian (2016)
	A importância da logística da cevada para o desenvolvimento do sistema ferroviário em Santana do Livramento-Rs-Brasil/Rivera-Uruguai	2010	Almeida, Patias & Fortunato (2010)
	Evaluation of the behavior of recycled ballast waste applied in subballast railway track layer rehabilitation	2023	Quispe <i>et al.</i> (2023)
	Análise do custo do ciclo de vida do lastro ferroviário na estrada de ferro Vitória Minas	2015	Sgavioli <i>et al.</i> (2015)
	Equipamento triaxial cíclico de grande escala para análise mecânica de lastro ferroviário	2014	Merheb <i>et al.</i> (2014)

Fonte: Autores (2024).

Conforme a Figura 8, os artigos “Definição de transporte: uma reflexão sobre a natureza do fenômeno e objeto da pesquisa e ensino em transportes” e “Análise da eficiência ferroviária no Brasil nos anos entre 2009-2013” são considerados artigos destaques. É importante ressaltar que não houve nenhum artigo destaque realizado por autor destaque.

PROKNOW-C: ANÁLISE SISTÊMICA

Após a seleção dos artigos que compõem o portfólio e a análise bibliométrica, nesta etapa, avalia-se a adequação do artigo ao tema proposto. Isso envolve a comparação dos métodos utilizados, sua aplicação prática e os resultados alcançados pelos autores, em relação aos objetivos definidos para o presente artigo.

Almeida, Patias e Fortunato (2010), apresenta um estudo, onde é analisada a importância da logística ferroviária para o progresso econômico de Santana do Livramento (RS) e Rivera (UY), com foco no transporte de cevada adquirida pela Cervejaria AMBEV. A pesquisa investiga a logística de transporte na fronteira seca entre Brasil e Uruguai e seu impacto no sistema ferroviário local. O estudo ressalta o papel crucial das ferrovias na expansão das vantagens competitivas regionais, comparando conceitos logísticos teóricos com a realidade observada. Conclui-se evidenciando a viabilidade e relevância do transporte de cargas por via férrea na região e sua grande eficiência, em comparação ao rodoviário, que é o modal atualmente utilizado.

Magalhães et al. (2014) buscou por meio de seu estudo aspectos para uma definição de transporte, promovendo uma reflexão sobre as teorias referentes ao sistema de Mario Bunge, apresentando indicativos para futuras investigações sobre o tema, uma vez que é um sistema que busca a satisfação de uma expectativa individual ou coletiva.

Merheb et al. (2014) fazem um estudo a respeito do lastro ferroviário, um componente importante nas ferrovias, buscando maneiras de garantir maior segurança ao modal. O artigo apresenta um equipamento, utilizado na empresa Vale, que trabalha com o lastro. Como resultado, foi observado que, com o estudo, é possível aumentar a durabilidade do material, reduzindo custos e aumentando a longevidade das vias férreas.

Pereira, Rosa e Lunkes (2015), visam à eficiência das organizações concessionárias da malha ferroviária brasileira de 2009 a 2013, utilizando a técnica Data Envelopment Analysis (DEA). Com abordagem *quali* e quantitativa através de um estudo documental de dados secundários, são avaliadas onze empresas ferroviárias. As variáveis de entradas incluem área de concessão, número de empregados, gastos de depreciação, entre outros. Os resultados mostram variações nos níveis de eficiência, destacando-se as empresas ALLMN, MRS, EFPO e FNS. O presente trabalho apresentou como principal limitação a escassez de referências brasileiras sobre a eficiência do sistema ferroviário brasileiro.

Sgavioli et al. (2015) utilizaram uma análise conhecida como Custo do Ciclo de Vida (Life Cycle Cost), buscando fornecer uma estratégia de manutenção mais econômica para a Estrada de Ferro Vitória-Minas. O objetivo deste estudo foi analisar o lastro ferroviário nessa ferrovia e determinar os custos associados à manutenção do lastro. A análise mostrou que uma estratégia de manutenção mais econômica é a renovação de 50% do lastro.

Nobrega et al. (2016) buscam desenvolver uma metodologia para planejamento de corredores ferroviários que maximizem a viabilidade técnica, econômica e ambiental. Baseando-se em um Sistema de Informações Geográficas (GIS) para uma ferramenta de geoprocessamento e análise multicriterial, a metodologia processa 35 variáveis em cinco cenários: mercadológico, logístico, socioeconômico, físico e ambiental. O modelo reduz o tempo e o custo do trabalho de campo ao permitir análises de sensibilidade em muitos cenários. A ferramenta traz como resultado transparência dos dados como valores e regras adotados.

Machado et al. (2016) investigam a estrutura e funcionamento do transporte ferroviário no Brasil, evidenciando seu crescimento lento e a falta de incentivos. Através de pesquisa documental e revisão de literatura, foi constatado que as concessões iniciadas nos anos 90 resultaram em melhorias significativas, com um aumento de 78,5% na movimentação anual de cargas entre 1997 e 2013, além de uma redução nos acidentes ferroviários. O setor se expandiu devido aos investimentos privados e demanda parcerias com o governo. Pontos críticos incluem a falta de padronização das bitolas e a escassez de terminais intermodais. A análise ressalta que as parcerias público-privadas e a ampliação da base de clientes são essenciais para o avanço econômico do setor.

Bellini e Lucas (2016) apresentam a justificativa para a revitalização do transporte ferroviário de cargas como um elemento crucial para a economia brasileira. Através de uma metodologia descritiva-analítica embasada em revisões bibliográficas e dados secundários é realizada uma comparação da densidade da malha ferroviária do Brasil com países de dimensão continental semelhante. As análises apontam que o Brasil não está tirando proveito das vantagens oferecidas pelo transporte ferroviário. Mesmo com os avanços decorrentes das concessões ferroviárias de 1996 e dos investimentos recentes, conclui-se que ainda há um grande potencial de crescimento para esse modal, o qual é essencial para a competitividade internacional do país.

Seraco (2018), em seu estudo prático, utilizou um método de definição de postos de troca de equipagens, buscando reduzir os custos internos e melhorar a eficiência das atividades. Para isso, utilizou um fluxograma de processos para estabelecer pontos estratégicos para a instalação de sedes de troca de equipagens, são locais estabelecidos para a troca de novas missões. O estudo foi realizado no trecho ferroviário Morro Grande, Vitória, a partir de dados cedidos pela companhia ferroviária, foi feito um estudo do trecho e possíveis locais de troca a serem definidos. Após a análise, concluiu-se que o pátio Araguaia é a melhor opção, uma vez que já é um pátio de importância para a ferrovia, já possui uma estrutura de apoio e um número de atividades elevadas, em função das diversas manobras dos trens mistos e de toretes que circulam pelo trecho.

Faria et al. (2018) evidenciam a falta de investimentos na malha ferroviária, os impactos negativos decorrentes da falta de infraestrutura desse modal no Brasil e comparam o setor ferroviário brasileiro com o de outros países desenvolvidos. Os autores realizaram um estudo de caso em uma organização nacional de transporte ferroviário para identificar custos logísticos relacionados à carência de recursos do modal ferroviário. Ao longo do artigo, são apresentados fluxogramas e a curva ABC para análise das perdas de mercadorias e os custos do transporte. O estudo deixa clara a necessidade de desenvolvimento do setor ferroviário no Brasil. Benefícios como a diminuição dos custos logísticos e a redução das perdas de mercadorias podem ser percebidas, configurando uma oportunidade de crescimento.

Nunes (2019) aborda inovações tecnológicas no meio ferroviário, trazendo como principal abordagem o uso da Inteligência Artificial no funcionamento desse tipo de transporte. O estudo trata de um levantamento bibliográfico sobre como a Indústria 4.0 poderia estar

auxiliando na manutenção de via ferroviária permanente. O estudo traz como metodologia a aplicação de questionários a respeito do projeto criado. Cabe ressaltar que se trata de uma nova linha de pesquisa, juntando altas tecnologias com o meio logístico, principalmente tratando do modal ferroviário brasileiro que é carente de desenvolvimento.

Silva, Queiroz e Rocha (2020) trazem um estudo voltado para a avaliação da produtividade e eficiência das concessionárias ferroviárias do Brasil. O trabalho buscou usar modelos matemáticos para observar pontos que interferem nos fatores de produção ferroviária. Foram utilizadas metodologias para avaliação de qualidade dos dados fornecidos.

Ribeiro et al. (2020) estudam a Avaliação de Ciclo de Vida (ACV), que mensura o desempenho ambiental de materiais. Neste estudo de caso, os autores utilizaram a ACV para medir impactos relacionados a pavimento ferroviário. No artigo foram apresentados três cenários iniciais com o objetivo de diagnosticar os danos e outros três para verificar a eficácia das ferramentas de ecoeficiência.

Ribeiro et al. (2021) fazem um estudo de caso novamente voltado à avaliação do ciclo de vida ferroviária. Esse estudo trata de uma continuidade da linha de pesquisa do artigo Ribeiro et al. (2020) apresentado anteriormente. A abordagem voltada para o âmbito ambiental trata da análise de recursos e seus respectivos danos. O artigo faz uso do método Análise do Ciclo de Vida (ACV). O estudo é importante, pois leva em conta o crescimento ferroviário e a preocupação ambiental, abordagem ainda pouco estudada.

Pereira et al. (2022) mostram um estudo que desenvolve e apresenta um dispositivo para medir a resistência lateral da via permanente ferroviária, crucial para prevenir a flambagem dos trilhos e os deslocamentos laterais. A pesquisa engloba um estudo de caso na Estrada de Ferro Carajás e leva em consideração a variação da umidade do lastro. Os resultados apontam que a umidade reduz significativamente (aproximadamente 60%) a resistência lateral, destacando o efeito lubrificante da água ao diminuir o atrito entre as partículas de lastro e a superfície dormente do concreto.

Quispe et al. (2023) apresentam a necessidade de investimento nas ferrovias para que as mesmas sejam mais duráveis. Os autores fizeram uma pesquisa com a utilização do material reciclado para a composição de vias férreas, com a finalidade de verificar se os materiais possuem capacidade de serem utilizados. Nota-se uma abordagem voltada para a parte ambiental, preocupação observada em outros artigos do portfólio. Como resultado obtido, conclui-se que os materiais podem ser aplicados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se concluir que o presente estudo foi bem-sucedido ao atingir os objetivos estabelecidos. Com base no tema proposto, foi possível obter informações relevantes, como o desenvolvimento do modal ferroviário como diferencial estratégico para o setor de transportes brasileiro e como o setor pode estar ligado a tecnologias com a finalidade de reduzir tempo e custos logísticos e melhoria na infraestrutura das ferrovias, visando à eficiência do modal ferroviário.

Com a aplicação do método ProKnow-C, foi alcançado um portfólio bibliográfico com 16 artigos de grande relevância científica e alinhados ao tema da pesquisa proposto que é o Desenvolvimento e Modernização de Infraestrutura Ferroviária. Para alcançar esse quantitativo de trabalhos, foi feita uma pesquisa de quatro palavras-chave “Gestão de transporte, ferrovias, desenvolvimento ferroviário e infraestrutura”, definidas previamente, após esta pesquisa, em seguida foi gerado um banco de artigos que passou por diversos filtros. Os artigos selecionados foram de grande importância para o desenvolvimento do trabalho, uma vez que selecionou os de grande relevância para o tema, analisando principalmente de forma cronológica a evolução do tema. Após a filtragem de artigos percebe-se um grande quantitativo de trabalhos, principalmente, nos periódicos voltados para o tema transporte como a “Revista Transporte e o ANPET”.

Destaca-se ainda que este é um tema que possui uma grande diversidade e, por isso, merece especial atenção, pois a etapa de filtragem é muito importante. Pois assim alcança os trabalhos de forma precisa e alinhada ao tema. Como resultados das análises bibliométricas foi possível notar que: o tema é debatido ao longo do tempo; existem pesquisadores que são voltados para a área; a base mais relevante foi o ANPET; o estudo mais relevante é “Definição de transporte: uma reflexão sobre a natureza do fenômeno e objeto da pesquisa e ensino em transportes” apresentando 17 citações. Foi possível verificar em relação aos artigos relevantes do portfólio, a falta de estudos que fossem artigos destaques realizados por autores destaques.

Na análise sistêmica foram estudados 16 artigos, sendo 11 artigos no período de 2010 a 2019 e 6 de 2020 a 2024, sendo abordados nos artigos mais recentes temáticas mais atuais, como inteligência artificial e preocupações ambientais. Diferente do período anterior, em que a expansão das ferrovias e maximização dos lucros eram o foco. Este estudo destaca as ferrovias como um modal eficiente, contudo são necessários mais estudos nacionais na área, principalmente associados a essas novas linhas de pesquisa.

REFERÊNCIAS

Almeida, L. S., Patias, T. Z., & Fortunato, A. B. A importância da logística da cevada para o desenvolvimento do sistema ferroviário em Santana do Livramento-RS-Brasil/Rivera-Uruguaí. Xxx encontro nacional de engenharia de produção. São Carlos, SP, Brasil, 12, a15. Recuperado de https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_tn_st_o_113_741_16529.pdf

Alves, E. G. de C., Ramos, R. B. da S., & Silva, C. R. (2020). Transporte ferroviário no Brasil: Desafios e oportunidades. Revista Conecta, 3, 15-27. Recuperado de <https://www.fatecrl.edu.br/revistaconecta/index.php/rc/article/view/18>

Bellini, L. P., & Lucas, C. G. (2016). A importância da revitalização do transporte ferroviário de carga para o desenvolvimento da economia brasileira. XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, João Pessoa, PB, Brasil. 1-15.

Campos, C. de, Almeida, E. de, & Almeida, B. F. (2023). Ferrovias, desenvolvimento urbano e questões do patrimônio no Brasil: o caso de Patos-PB. Risco revista de pesquisa em arquitetura e urbanismo, 21.

<https://doi.org/10.11606/1984-4506.risco.2023.211019>

Faria, G. A., Matos L. C., Horta, T. T., & Miranda, W. M. (2018). Análise de perdas e extravios no transporte ferroviário de grãos. XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, João Pessoa, PB, Brasil. 1-15.

Histórico. ([s.d.]). Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Recuperado de <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/ferrovias/historico>

Machado, L. K. C., Santos, A. C. dos, Viglioni, M. T. D., Prado, J. W. do, & Garcia, A. S. Estrutura e dinâmica do sistema de transporte ferroviário no Brasil e análise da estrutura de governança adotada. XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, João Pessoa, PB, Brasil. 1-16.

Maciel, A. L. T. & Damke, E. J. (2021). Gestão sustentável de eventos: uma revisão sistemática por meio da metodologia ProKnow-c. Revista Metropolitana De Sustentabilidade (ISSN 2318-3233), 11(1), 257-285. Recuperado de <https://revistaseletronicas.fmu.br/index.php/rms/article/view/2376>

- Merheb, A. H. M., Motta, R., Bernucci, L., Moura, E., Costa, R., Vieira, T., & Sgavioli, F. (2014). Equipamento triaxial cíclico de grande escala para análise mecânica de lastro ferroviário. *Transportes*, 22(3), 53-63. <https://doi.org/10.14295/transportes.v22i3.804>
- Nóbrega, R. A. de A., Ferraz, C. A. M., Berberian, C. F. Q., Masukawa, N., Dias Filho, N., Vieira, R. R. T., & Quadros, E. A. T. (2016). Inteligência geográfica para avaliação de propostas de projeto de concessão de corredores ferroviários. *Transportes*, 24(4), 75-84. <https://doi.org/10.14295/transportes.v24i4.1077>
- Nunes, G. S. (2019). Inteligência artificial aplicada aos processos de manutenção de via permanente ferroviária. *Anais do Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*, Balneário Camboriú, SC, Brasil, 1030-1041.
- Pereira, M. A., Rosa, F. S. da, & Lunkes, R. J. (2015). Análise da eficiência ferroviária no Brasil nos anos entre 2009 a 2013. *Transportes*, 23(3), 56-63. <https://doi.org/10.14295/transportes.v23i3.909>
- Pereira, P. (2023). Proposição de dispositivo medidor de resistência lateral de via permanente ferroviária. Trabalho apresentado em Anais do Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes. Recuperado de <https://proceedings.science/anpet-2022/trabalhos/proposicao-de-dispositivo-medidor-de-resistencia-lateral-de-via-permanente-ferro?lang=pt-br>
- Queiroz Magalhaes, M. T., Aragão, J. J. G. de, & Yamashita, Y. (2014). Definição de transporte: uma reflexão sobre a natureza do fenômeno e objeto da pesquisa e ensino em transportes. *Transportes*, 22(3), 1-11. <https://doi.org/10.14295/transportes.v22i3.655>
- Quispe, J. S., Castro, G. B. de, Motta, R., Bernucci, L. L., & Oliveira, L. (2023). Evaluation of the behavior of recycled ballast waste applied in subballast railway track layer rehabilitation. *Anais do Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*, Santos, SP, Brasil.
- Ribeiro, F. B., Nascimento, F. A. C., do, Silva, M. A. V., da, Guimarães, A. C. R. & Campos, P. C. O. (2020). Análise de infraestrutura ferroviária utilizando as ferramentas de ecoeficiência. *Anais do Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*, 740-752.
- Ribeiro, F. B., Silva, M. A. V., da, Rosa, A. F., & Nascimento, F. A. C., do. (2021). Proposta de método para avaliação do ciclo de vida em infraestrutura ferroviária. *Anais do Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*.
- Santos, D. B., dos, Lima, R. C., da, Bassi, R., Rodrigues, E., & Maiellaro, V. (2018). A infraestrutura no transporte ferroviário no Brasil. *South American Development Society Journal*, 4(10), 38-51. <http://dx.doi.org/10.24325/issn.2446-5763.v4i10p38-51>.
- Seraco, I. P. (2018). Procedimento para definição de postos de substituição de equipagens com reaproveitamento de jornadas: o caso vli logística. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 4(3), 19–38. Recuperado de https://periodicos.ufes.br/bjpe/article/view/v4n3_2
- Sgavioli, F., Bernucci, L., Motta, R., Moura, E., & Costa, R. (2015). Análise do custo do ciclo de vida do lastro ferroviário na estrada de ferro Vitória Minas. *Transportes*, 23(4), 5-12. <https://doi.org/10.14295/transportes.v23i4.981>
- Silva, A. H. da, & Coelho, W. R. (2024). Logística e o uso de multimodalidade, e seus impactos. *Revista universitas da fanorpi*, 2(10), 27-41. Recuperado de <https://fanorpi.com.br/universitas/index.php/revista/article/view/278/267>
- Brugnera, J. V., & Dalchiavon, F. C. (2017). Modal ferroviário e escoamento de soja no MATOPIBA. *Revista IPecege*, 3(4), 48-56. <https://doi.org/10.22167/r.ipecege.2017.4.48>
- Silva, F. G. F. da., Queiroz, M. P., & Rocha, C. H. (2020). Estudo da produtividade de ferrovias brasileiras com modelos de fronteiras estocásticas em painel. *Anais do Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte da ANPET*, (34), 193-194.