



MAPEAMENTO DE COMPETÊNCIAS E PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA NO SETOR FERROVIÁRIO: O PAPEL ESTRATÉGICO DA QUÍMICA INDUSTRIAL

Eduarda C. B de Araujo^{1*}, Juan P. B Roa ¹

¹ Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri /Instituto de Ciência e tecnologia, Diamantina, Minas Gerais, Brasil, 39100000

*e-mail: eduarda.brites@ufvim.edu.br

O modal ferroviário é estratégico na integração territorial e no escoamento de *commodities*, em especial minério e grãos. Minas Gerais, por sua localização e infraestrutura, permanece central para a logística nacional, abrigando a maior malha ferroviária sob concessão federal e destacando-se no transporte mineral. A eficiência, a segurança e a sustentabilidade desse modal, contudo, dependem diretamente do avanço em Química de Materiais, Combustíveis e Polímeros. Este estudo visa analisar a cadeia de valor ferroviária e mapear competências e tecnologias para garantir a autonomia do setor [1,2]. A metodologia empregada baseou-se em revisão bibliográfica sobre o histórico do modal e sobre cadeia de valor, além da análise de elementos-chave ligados à ferrovia, como via permanente, locomotivas, combustíveis, vagões e clientes. Esta análise foi complementada pela prospecção tecnológica na base Espacenet, uma base de patentes globais [3,4]. Os resultados revelam um panorama tecnológico do setor ferroviário, destacando o contraste entre o cenário global e o brasileiro no período pós-2000. A via Permanente concentra cerca de 115.475 famílias de patentes globais, 78 % foram depositadas após os anos 2000. Esses investimentos indicam o desenvolvimento de materiais avançados e sistemas de monitoramento. No Brasil, foram identificadas 3.563 famílias, aproximadamente 4 % dos depósitos. O avanço aqui está intrinsecamente ligado à Química de Materiais, sendo crucial o P&D em ligas metálicas mais resistentes à fadiga, o desenvolvimento de polímeros de alto desempenho para dormentes e vedações e a aplicação de revestimentos anticorrosivos. Em relação às Locomotivas, foram identificadas 37.950 famílias de patentes. No Brasil, há 426 famílias, 1,4 % dos depósitos globais. Em relação aos combustíveis, registraram-se 35.590 famílias de patentes, sendo cerca de 83 % publicadas após 2000. No Brasil, foram 925 famílias (3 %) com destaque para tecnologias associadas à química e metalurgia, alinhadas ao potencial nacional em biocombustíveis. O desenvolvimento de aditivos químicos, a estabilidade de novos combustíveis e a mitigação da corrosão em motores a diesel são áreas críticas que exigem o fortalecimento da Química Industrial brasileira. Sobre os vagões, foram contabilizadas 21.069 famílias de patentes. No Brasil, há 617 registros (5 %) com foco em inovações estruturais e operacionais. A redução de peso e o aumento da durabilidade exigem o uso de polímeros e compósitos avançados para vagões de transporte de carga. o foco nos clientes apontam 10.204 famílias de patentes. No Brasil, o número chega a 229 (2,5 %) dos depósitos, concentrando-se em tecnologias digitais e sistemas de comunicação voltados à operação ferroviária [5-8]. Conclui-se que, embora China, Estados Unidos e Japão lideram os depósitos de patentes no setor ferroviário, o Brasil atua majoritariamente como receptor, com participação ainda limitada. Fica evidente que a Química atua como ciência de suporte essencial e vetor de inovação em toda a cadeia de valor ferroviária, seja no desenvolvimento de polímeros e materiais avançados para infraestrutura e vagões, ou na pesquisa de biocombustíveis mais eficientes e limpos visando ampliar a autonomia tecnológica e o protagonismo do Brasil neste setor estratégico.

Agradecimentos: CNPq, CAPES, FAPEMIG, UFMG, ao LMEDP/ICT/UFVJM e ao NDF-MG

[1] PAULA, D. A. As ferrovias no Brasil: análise do processo de erradicação de ramais, 2001. [2] FAPEMIG. Portfólio NDF, 2023.

[3] JUNIOR, A. V. *et al.* Análise da gestão da cadeia de valor. Gestão & Produção, 2014. [4] DECHEZLEPRÊTRE, A. Famílias internacionais de patentes: das estratégias de aplicação aos indicadores estatísticos, 2017. [5] CASSEMIRO, S. L. S. Procedimento para planejamento de alocação de locomotivas, 2017. [6] KLÜCH, G. A. Método para a determinação de trens-tipo ferroviários de carga em estudos operacionais, 2022. [7] INPI. Radar Tecnológico. 2022. [8] ASSIS, A. C. V. Ferrovias de carga brasileiras. BNDES Setorial, 2017.