

INOVAÇÃO NA CADEIA DE SUPRIMENTOS FERROVIÁRIA: IMPRESSÃO 3D COMO SOLUÇÃO ESTRATÉGICA

MARIA ANTÔNIA PONTES BRANDÃO

RESUMO

O mercado brasileiro de locomotivas e vagões enfrenta desafios estruturais devido à escassez de fornecedores e à limitada disponibilidade de peças de reposição, o que impacta diretamente a operação da VLI, empresa brasileira de logística multimodal. A companhia registra, em média, 35,39 locomotivas retidas por mês por falta de peças, resultando em perda de volume e altos custos de manutenção — totalizando R\$ 1 bilhão entre 2022 e abril de 2024. Como resposta estratégica, a VLI iniciou em 2024 uma Prova de Conceito (PoC) em parceria com a startup 3D Lopes, envolvendo os times de Inovação e Engenharia da companhia. A iniciativa explora a aplicação da tecnologia de impressão 3D com materiais como polímeros, resina e aço para a fabricação de componentes ferroviários.

A PoC validou três hipóteses: redução de custos de produção, diminuição do lead time e viabilidade da impressão de peças metálicas. Os resultados preliminares demonstraram reduções de até 42% nos custos e 60% no tempo de produção em peças como o suporte do motor e o bloqueio de direção. Em 2025, três peças já foram homologadas: proteção de antena, cames da chave EC e tampa de combustível. Outras estão em diferentes estágios de desenvolvimento, incluindo testes de campo, testes laboratoriais e modelagem em 3D.

As próximas etapas incluem a finalização dos testes de novas peças, reavaliação de prioridades com foco em lead time e lucro cessante, estabelecimento de parcerias com outras ferrovias para compartilhamento de riscos e ampliação do portfólio de componentes testados em laboratório e campo.

Palavras-chave: Impressão 3D industrial; Manutenção ferroviária; Gestão de ativos ferroviários; Redução de lead time; Inovação em logística ferroviária

ABSTRACT

The Brazilian locomotive and railcar market faces structural challenges due to a shortage of suppliers and limited availability of spare parts, which directly impacts the operations of VLI, a Brazilian multimodal logistics company. The company records, on average, 35.39 locomotives held back per month due to a lack of parts, resulting in lost volume and high maintenance costs—totaling R\$1 billion between 2022 and April 2024. As a strategic response, VLI launched a Proof of Concept (PoC) in 2024 in partnership with the startup 3D Lopes, involving the company's Innovation and Engineering teams. The initiative explores the application of 3D printing technology with materials such as polymers, resin, and steel for the manufacture of railway components.

The PoC validated three hypotheses: reduced production costs, reduced lead time, and the feasibility of printing metal parts. Preliminary results have demonstrated reductions of up to 42% in costs and 60% in production time for parts such as the engine mount and steering lock. Three parts have already been approved for 2025: the antenna guard, the EC switch cams, and the fuel cap. Others are in various stages of development, including field testing, laboratory testing, and 3D modeling.

The next steps include finalizing testing of new parts, reassessing priorities with a focus on lead time and lost profits, establishing partnerships with other railroad companies to share risks, and expanding the portfolio of laboratory and field-tested components.

Keywords: Industrial 3D printing; Railway maintenance; Railway asset management; Lead time reduction; Innovation in railway logistics

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 4

2. METODOLOGIA 4

3. DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS 4

4. CONCLUSÕES 5

1. INTRODUÇÃO

O mercado ferroviário brasileiro enfrenta um desafio estrutural significativo: a escassez de fornecedores e a limitada disponibilidade de peças de reposição para locomotivas e vagões. Esse cenário impacta diretamente a operação da VLI Logística, que registra uma média de 35,39 locomotivas retidas por mês por falta de peças. Essa indisponibilidade resulta em perdas operacionais expressivas, incluindo redução de volume transportado e aumento dos custos de manutenção, que totalizaram R\$ 1 bilhão entre 2022 e abril de 2024. A situação evidencia a necessidade de soluções inovadoras que reduzam a dependência de fornecedores tradicionais e aumentem a autonomia da empresa na produção de componentes críticos. A urgência em resolver esse gargalo operacional motivou a busca por alternativas tecnológicas que pudessem ser implementadas de forma ágil, eficiente e com viabilidade econômica, culminando na adoção de uma abordagem de open innovation com foco em impressão 3D.

2. METODOLOGIA

Como resposta estratégica ao problema identificado, a VLI iniciou em 2024 uma Prova de Conceito (PoC) em parceria com a startup 3D Lopes, envolvendo os times de Inovação e Engenharia da companhia. A iniciativa teve como objetivo explorar a aplicação da tecnologia de impressão 3D para a fabricação de componentes ferroviários, utilizando materiais como polímeros, resina e aço. A solução pretendida consistia em validar a viabilidade técnica e econômica da impressão 3D como alternativa à fabricação tradicional de peças. Para isso, foram definidas três hipóteses principais a serem testadas: redução de custos de produção, diminuição do lead time e viabilidade da impressão de peças metálicas. A PoC envolveu o desenvolvimento de modelos 3D, testes laboratoriais e testes de campo com peças críticas, como suporte de motor e bloqueio de direção. A colaboração com a 3D Lopes permitiu acelerar o processo de prototipagem e validação, aproveitando a expertise da startup em manufatura aditiva e a infraestrutura da VLI para testes em ambiente real.

3. DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS

Os resultados preliminares da PoC foram promissores. As peças testadas apresentaram reduções de até 42% nos custos de produção e 60% no tempo de fabricação, demonstrando o potencial da impressão 3D para transformar a cadeia de suprimentos ferroviária. Em 2025, três peças já foram homologadas para uso operacional: proteção de antena, cames da chave EC e

tampa de combustível. Além disso, outras peças estão em diferentes estágios de desenvolvimento, incluindo modelagem 3D, testes laboratoriais e testes de campo. A iniciativa também promoveu ganhos indiretos, como o fortalecimento da cultura de inovação na empresa, o desenvolvimento de competências internas em manufatura aditiva e o estabelecimento de um modelo colaborativo com startups. A redução do tempo de indisponibilidade das locomotivas contribuiu para melhorar a eficiência operacional e reduzir perdas financeiras.

4. CONCLUSÕES

A principal contribuição econômica do projeto foi a redução significativa dos custos de manutenção, com potencial de economia de milhões de reais ao longo dos próximos anos. A adoção da impressão 3D também permite reduzir o capital imobilizado em estoques e aumentar a flexibilidade da cadeia de suprimentos. Do ponto de vista social, a iniciativa contribui para a continuidade dos serviços logísticos, essenciais para o abastecimento de diversas regiões do país. Ambientalmente, a impressão 3D pode reduzir o desperdício de materiais e a pegada de carbono associada ao transporte de peças. Em termos tecnológicos, o projeto impulsionou o uso de manufatura aditiva em um setor tradicionalmente conservador, abrindo caminho para novas aplicações. O projeto também fortaleceu a governança da cadeia de suprimentos, ao estabelecer critérios claros para priorização de peças, rastreabilidade de processos e integração entre áreas técnicas e de suprimentos.

Ademais, a experiência fortaleceu a capacidade da VLI de conduzir projetos de inovação aberta, estabelecer parcerias estratégicas e tomar decisões baseadas em dados e testes rápidos. O projeto também serve como referência para outras ferrovias que enfrentam desafios semelhantes, uma vez que é altamente replicável, promovendo o compartilhamento de riscos e o avanço conjunto do setor.