



AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA GEOMETRIA DOS TRILHOS NO COMPORTAMENTO MECÂNICO DO SUBLEITO DE UM PAVIMENTO FERROVIÁRIO

Beatriz de Moura Lemes França¹; Rodrigo Pires Leandro²

INTRODUÇÃO

O transporte ferroviário é estratégico para o desenvolvimento econômico do país. A capacidade de escoamento de *commodities*, principalmente grãos e minérios, permite que o país atue no mercado internacional. Atualmente, o modo ferroviário representa 20,7% da matriz de transporte brasileira (CNT, 2014).

Segundo um levantamento de dados feito pelo departamento de infraestrutura e mobilidade do Governo de Minas Gerais a respeito das *shortlines*, a matriz de transportes Mineira apresenta, em valores de 2018, uma concentração de 85,4% de toda a tonelage útil transportada de minério de ferro (equivalente a 80,4% em TKU). O PEF/MG prevê uma expansão na carteira de produtos transportados pelas ferrovias em Minas Gerais, a partir de 2035 com os seguintes resultados: 51% de minério de ferro, e 49% distribuídos para principalmente soja em grãos, milho em grãos, farelo de soja, combustíveis e manufaturados.

No que tange à análise estrutural das vias férreas, o pavimento ferroviário apresenta maior complexidade para modelagem e previsão de comportamento do que o pavimento rodoviário. Os elementos de grade, trilhos, dormentes, e as camadas de lastro, sublastro e subleito formam um sistema de múltiplas camadas com intrincadas relações de transferência de esforços mecânicos (SILVA, 2015). Devido a essa característica de absorção e dissipação de tensões, são necessários estudos comportamentais para que os modelos empíricos sejam aperfeiçoados, resultando em métodos de análise e projeto mais racionais.

A análise e o dimensionamento de pavimentos vêm passando nas últimas décadas por um processo de reestruturação. Devido a esta atual fase de transição e aprimoramento tecnológico, especialmente para os pavimentos ferroviários, diversos são os questionamentos a serem esclarecidos sobre o desempenho global da via permanente para que se obtenha, ao fim desse processo, um método de análise estrutural eficiente para a escolha dos materiais e para o dimensionamento. (LOPES, 2017).

Assim, o objetivo principal deste trabalho é a análise do efeito da geometria dos trilhos no comportamento mecânico do subleito de uma estrutura típica de pavimento ferroviário. Os trilhos que serão utilizados no estudo serão TR32, TR37, TR45 e TR57. As análises paramétricas serão realizadas utilizando-se o software SolidWorks para modelagem (trilhos, dormentes e pavimento) e Ansys para as simulações.

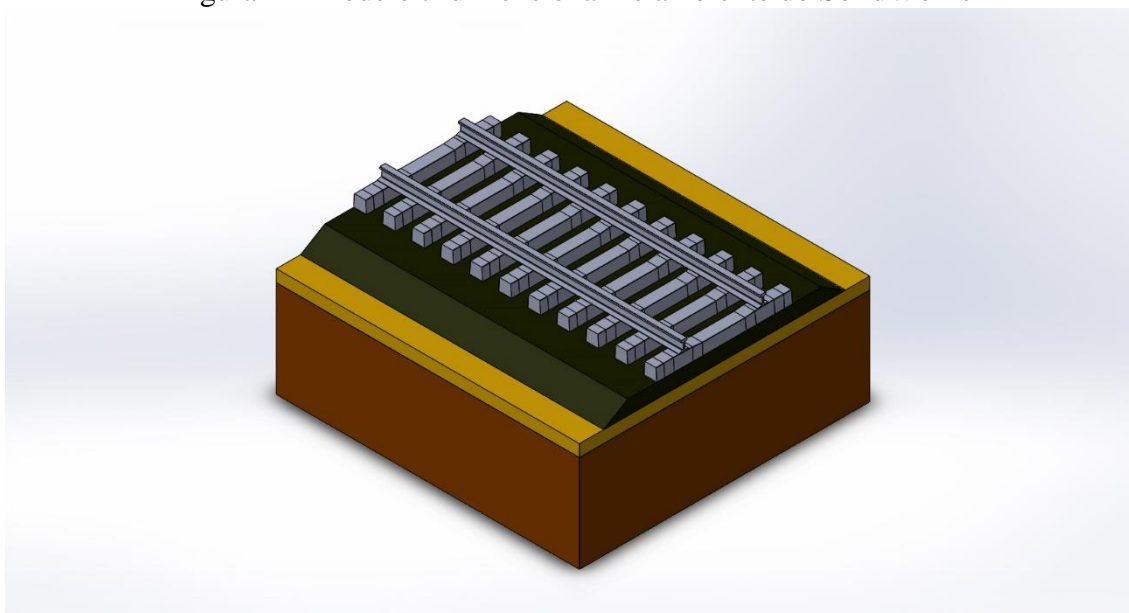
¹ Graduanda em Engenharia Mecânica (FEMEC/UFU), Iniciação Científica Voluntária (bmlemesff@gmail.com)

² Professor da faculdade de Engenharia Civil (FECIV/UFU) (rodrigo.leandro@ufu.br)

MÉTODO

A pesquisa consiste em três etapas, sendo a primeira a modelagem do sistema. Os trilhos serão definidos a partir dos desenhos técnicos disponibilizados pelo *DNIT-Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte*, os dormentes serão do modelo CAVAN e o pavimento foi baseado no trabalho Silva (2016). Na Figura 1 é apresentado o modelo tridimensional obtido pela utilização do SolidWorks.

Figura 1 – Modelo tridimensional no ambiente do SolidWorks



A segunda etapa do trabalho é caracterizada pela definição das relações de tensão-deformação na simulação numérica em elementos finitos em que propriedades de cada um dos materiais constituem um dado de entrada. As propriedades elásticas dos materiais utilizados na estrutura do pavimento são os módulos de elasticidade e coeficiente de Poisson e são os mesmos utilizados no trabalho de Silva Filho (2013). Na Tabela 1 são mostradas as características de cada material que comporá a estrutura que será simulada no ANSYS.

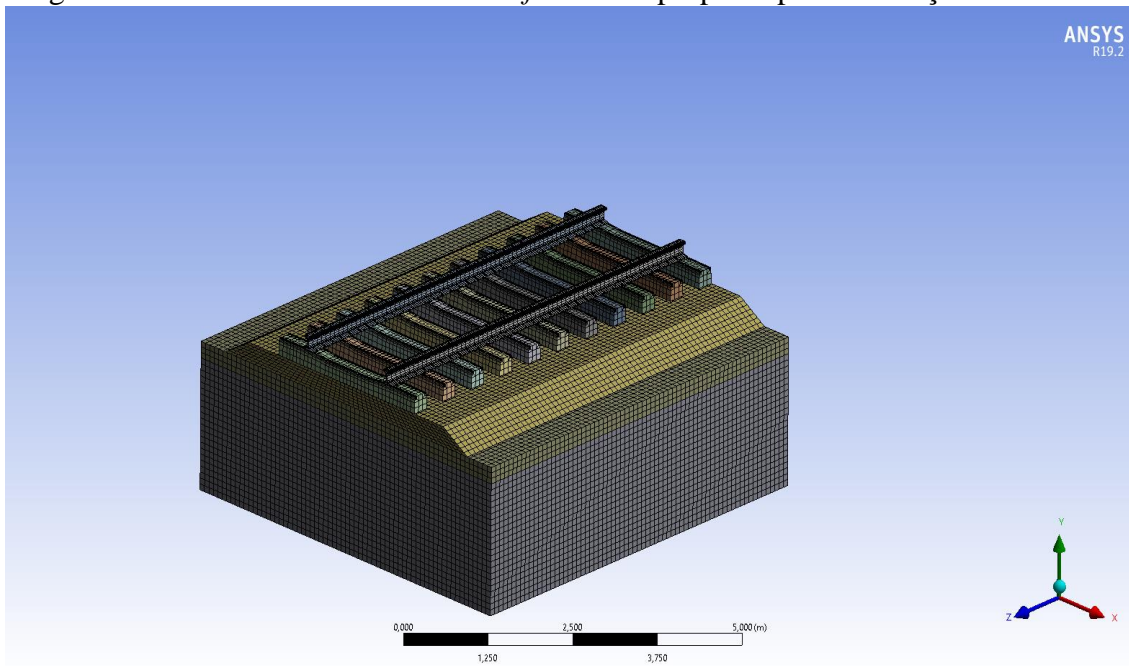
Tabela 1 – Propriedades dos materiais (SILVA FILHO, 2013)

Camada	Módulo de Elasticidade (Mpa)	Coefficiente de Poisson
Trilho	205,00	0,30
Dormente	31,00	0,25
Lastro	196,00	0,30
Sublastro	219,60	0,40
Subleito	78,00	0,40

Na terceira etapa serão realizadas as simulações pela utilização do ANSYS, inserindo as propriedades de cada um dos materiais, definindo a aderência entre as

camadas e elaboração da malha em elementos finitos. Por fim, serão aplicadas cargas pontuais nos trilhos considerando a distância entre duas rodas de um vagão. Na Figura 2 é mostrado o modelo tridimensional no ANSYS.

Figura 2 – Modelo tridimensional com *free mesh* proposto para simulação no ANSYS



RESULTADOS ESPERADOS

As análises serão concentradas na avaliação dos efeitos do tipo de trilho no topo da camada de subleito em termos de tensões, deformações e deslocamentos. Espera-se como principal resultado deste trabalho, contribuir para a definição do tipo de trilho a ser utilizado em um pavimento ferroviário que represente menor efeito quanto à deformação permanente de um subleito geotécnico.

REFERÊNCIAS

CTN, Confederação Nacional do Transporte: O Sistema Ferroviário Brasileiro, 2014. Disponível em: <http://cms.cnt.org.br/Imagens%20CNT/Site%202015/Pesquisas%20PDF/Transporte%20e%20Economia%20E2%80%93%20O%20Sistema%20Ferrovi%C3%A1rio%20Brasileiro.pdf>

DNIT, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, 2015. Disponível em: [PIM 001 - Trilho para linha férrea \(www.gov.br\)](http://www.gov.br/pim001)

LOPES, L. S., Análise experimental do comportamento hidráulico e mecânico de um pavimento ferroviário. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

PEF, Plano Estratégico Ferroviário de Minas Gerais. Disponível em: [Infraestrutura Ferroviária | Secretaria de Estado de Infraestrutura e Mobilidade de Minas Gerais - SEINFRA](http://www.seinfra.gov.br)

SILVA FILHO, J. C., Análise numérica do comportamento mecânico de um pavimento ferroviário para diferentes tipos de veículos de via. Dissertação (Mestrado em Engenharia Geotécnica) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, 2013.

SILVA, R. F., Análise de tensões e deformações em pavimentos ferroviários. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transporte) – Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2016.

SILVA, R. F.; GUIMARÃES, A. C. R., Simulação numérica de pavimento ferroviário submetido a carregamento estático. Revista Pavimentação, vol 1, nº 38, pp. 42-43, Rio de Janeiro, out. 2015.

VALE. Qual a importância das ferrovias para o desenvolvimento socioeconômico?, 22 nov. 2017. Disponível em: <http://www.vale.com/brasil/PT/aboutvale/news/Paginas/qual-a-importancia-das-ferrovias-para-o-desenvolvimento-socioeconomico-de-um-pais.aspx>