

## **METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DA FADIGA DE CORPOS DE PROVA DE MATERIAL DO FLANCO DE PNEU AGRÍCOLA**

**DANILO POMPERMAIER DE MELO<sup>1</sup>, ANDRÉ CAMPOS MELO<sup>2</sup>, GABRIEL PALEARI CASSINI<sup>3</sup>, MICHEL SANTOS MOURA<sup>4</sup>, KLÉBER PEREIRA LANÇAS<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Eng. Agrônomo, Mestrando em Engenharia Agrícola, FCA – UNESP Botucatu - SP, danilo.p.melo@unesp.br

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo, Doutorando em Engenharia Agrícola, FCA – UNESP campus Botucatu, ac.melo@unesp.br

<sup>3</sup> Graduando em Engenharia Agrônômica, FCA – UNESP campus Botucatu, gabriel.cassini@unesp.br

<sup>4</sup> Eng. Mecânico, Doutorando em Engenharia Agrícola, FCA – UNESP campus Botucatu, michel.moura@unesp.br

<sup>5</sup> Eng. Mecânico, Professor Doutor, Depto. De Engenharia Rural, FCA – UNESP campus Botucatu, kp.lancas@unesp.br

Apresentado no  
LII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2023  
18 a 21 de outubro de 2023 – Ribeirão Preto - SP, Brasil

**RESUMO:** A durabilidade de pneus utilizados em atividades agrícolas é um fator de extrema importância, uma vez que apresenta uma grande influência na eficiência operacional dos maquinários, além de efeito relevante nos custos operacionais das atividades de campo. Visando estabelecer parâmetros quantitativos para o estudo da fadiga em pneus agrícolas, foi desenvolvida uma metodologia para avaliação de resistência de flancos de pneus. O estudo foi realizado nas dependências da FCA – Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP – Universidade Estadual Paulista, pelo NEMPA – Núcleo de Ensaio de Máquinas e Pneus Agroflorestais. A partir da avaliação do desempenho de corpos de prova de materiais retirados do flanco de pneus agrícolas foi observado o tempo de ruptura das bandas de três modelos de pneus agrícolas. Concluiu-se que o pneu 1 apresentou uma maior resistência a tração e deformação e que a espessura do pneu não influenciou no tempo de ruptura da lona.

**PALAVRAS-CHAVE:** Fadiga, resistência de pneus, rodados agrícolas.

## **METHODOLOGY FOR FATIGUE EVALUATION OF TEST BODY OF AGRICULTURAL TIRE FLANK MATERIAL**

**ABSTRACT:** The durability of tires used in agricultural activities is an extremely important factor, since it has a great influence on the operational efficiency of machinery, in addition to having a relevant effect on the operational costs of field activities. Aiming to establish quantitative parameters for the study of fatigue in agricultural tires, a methodology was developed to evaluate the resistance of tire sidewalls. The study was carried out on the premises of FCA – Faculty of Agricultural Sciences of UNESP – São Paulo State University, by NEMPA – Nucleus for Testing Agroforestry Machines and Tires. From the evaluation of the performance of test specimens of materials taken from the sidewall of agricultural tires, the rupture time of the treads of three models of agricultural tires was observed. It was concluded that tire 1 presented a greater resistance to traction and deformation and that the thickness of the tire did not influence the rupture time of the ply.

**KEYWORDS:** Fatigue, tires resistance, agricultural tires

**INTRODUÇÃO:** Os rodados de veículos apresentam uma vasta gama de aplicações nos diversos setores produtivos, assim como na agricultura. Os tipos de rodados podem ser distinguidos por seu tipo, podendo ser de natureza pneumática ou de esteiras, segundo Silva (2006). Os rodados agrícolas funcionam como uma interface entre o maquinário e o solo, desempenhando funções de apoio, sustentação, direcionamento, locomoção e tração. A estrutura do pneu é estabelecida visando a melhor dissipação das cargas aplicadas sobre os rodados, podendo ser construído de duas formas, de acordo com a disposição das malhas, diagonal ao plano médio da banda de rodagem (43 a 46°) ou radial, formando um ângulo de 90° com a mesma.

A durabilidade e resistência dos pneus empregados na agricultura são medidas, geralmente, de forma visual. Um fator que delimita a vida útil dos rodados é o estado das garras, que realizam a transmissão da força do trator para o solo, por meio do seu cisalhamento. Dessa forma, o atrito dos rodados com a superfície ocasiona o desgaste e fadiga das garras do pneu.

A fadiga, segundo Santos, (2019), se dá pelo surgimento de falha do material sujeito a ciclos repetidos de tensão e deformação, e pode ser observado em diferentes materiais, tais como os emborrachados, material que compõem o flanco do pneu.

Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi desenvolver metodologia de ensaio de fadiga de flancos de pneus.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Como forma de estabelecer novos parâmetros de comparação da durabilidade dos pneus, foi desenvolvido, um ensaio de fadiga de corpos de prova retirados do flanco do pneu.

Esse estudo foi realizado nas dependências da FCA – Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP, campus de Botucatu – SP, no NEMPA – Núcleo de Ensaio de Máquinas e Pneus Agroflorestais.

A metodologia utilizada no processo consiste na obtenção de corpos de prova, de formato usual em ensaios de tração, através de corte de amostras por meio de um molde (Figura 1), utilizando a energia de compressão de uma prensa hidráulica. O corpo de provas possuía dimensões de 150 mm de comprimento, 50 mm de largura nas pontas, 25 mm de largura no centro e espessuras conforme o modelo do pneu.



Figura 1: Ferramenta utilizada como molde, para o corte da borracha

A realização dos ciclos de tração e deformação das amostras, ocorreu através da fixação em uma serra com movimento alternativo, fornecendo um curso constante de movimentação de 25 mm, a partir de adaptações feitas na serra, sendo possível promover a tração (figura 2a) e deformação (Figura 2b) da amostra, em uma frequência de 1,58 Hz, gerando 95 ciclos por minuto (Figura 2).



Figura 2: Amostra fixada ao mecanismo de tração e flexão.

A partir da fixação das amostras e ativação do equipamento foi estabelecido o tempo inicial da amostra. Foi dado como tempo final em segundos do ensaio quando pode se observar a ruptura das lonas internas do pneu.

O ensaio foi realizado em três amostras retiradas de cada um dos três pneus diagonais distintos utilizados em tratores agrícolas (tabela 1)

Tabela 1: Especificações dos corpos de prova ensaiados

Parâmetros	Pneu 1	Pneu 2	Pneu 3
Dimensões	18.4-26	14.9-24	18.4-34
Espessura (mm)	9	12	8

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Os resultados obtidos do tempo de ruptura do corpo de prova estão descritos na Tabela 2, mostrando que a fadiga pode ser relacionada com a resistência do flanco a tensões de tração e flexão, interferindo na capacidade de suporte de carga do pneu. O rodado está sujeito a diferentes atividades e condições de uso com diversos cenários na agricultura, atividade essa que pode promover o desgaste acelerado dos pneus diminuindo sua vida útil.

Tabela 2: Tempo (s) de ruptura da lona do corpo de prova

Repetição	Pneu 1	Pneu 2	Pneu 3
1	7320	5520	1020
2	9900	3660	1260
3	13500	5460	480
Média	10240	4880	920

Os resultados demonstrados na Tabela 2 apontam discrepâncias no tempo de ruptura das lonas dos corpos de prova dos pneus utilizados. Os pneus apresentaram tempos de ruptura distintos, o pneu 1 apresentou média de 920 segundos, o pneu 2 de 4880 segundos, enquanto o pneu 3 de 10240 segundos, apresentando maior resistência à fadiga.

Ao relacionar o tempo de ruptura da lona com a espessura do flanco do pneu, pode-se observar que não é possível estabelecer uma relação com a resistência à fadiga. Dessa forma, é possível levantar outras hipóteses que estejam relacionadas com a resistência à fadiga dos flancos dos pneus, como material de construção e qualidade da matéria prima utilizada.

**CONCLUSÃO:** O ensaio mostrou que a espessura do flanco dos pneus não fornece subsídios para concluir o corpo de prova é mais resistente ou não a ciclos de fadiga, que pode indicar a vida de um pneu.

**AGRADECIMENTOS:** O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

#### **REFERÊNCIAS:**

SANTOS, A. **Estudo de análise de fadiga em materiais metálicos**. 2019. 52 p. Trabalho de conclusão de curso (tecnólogo em construção naval) - Centro Universitário da zona oeste, Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <http://www.uezo.rj.gov.br/tcc/cn/Avenito-dos-Santos.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2023.

SILVA, R. P. **Rodados de tratores agrícolas**. 2006. 5 p. Material de aula -Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal 2006.

Disponível em:

[https://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/engenhariarural/CARLOSEDUARDOANGELIFURLANI/4\\_aula-pneus\\_2006.pdf](https://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/engenhariarural/CARLOSEDUARDOANGELIFURLANI/4_aula-pneus_2006.pdf). Acesso em: 19 jun. 2023.