

# ANÁLISE DE VIBRAÇÕES IMPOSTAS A ESTRUTURA DE IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS<sup>1</sup>.

Paulo S.G. MAGALHÃES<sup>2</sup>, Marcos A. TEIXEIRA<sup>3</sup>, Wladimir A. CORRÊA JÚNIOR<sup>3</sup>,  
Graco Tognozzi LOPES<sup>3</sup>.

**RESUMO:** A falta de informações sobre o comportamento dinâmico das forças atuantes em implementos de preparo de solo e sua influência sobre a estrutura dos implementos faz com que os projetistas tenham que trabalhar com forças médias executando cálculos estáticos e posteriormente aplicar fatores de segurança muito altos, geralmente super dimensionando a estrutura. Este trabalho teve por objetivo a determinação destes esforços experimentalmente e a realização de uma análise espectral para determinação das frequências e amplitudes de vibração que estão submetidas estes implementos a diferentes velocidades de deslocamento.

**PALAVRAS-CHAVE:** força de tração, vibrações, análise estrutural

**ABSTRACT:** Due to the lack of information engineers tend to overdesign their products and rely on their expertise to optimize the strength of an implement. This paper show the results of some field tests were draft force ,on an individual tine and on the draw bar, and vibration impose to the implement structure were measured. An spectral analyses was carried out do determine the principal frequencies and amplitudes. The results shoed that the draft force upon the tine is below 3 Hz and on the draw bar are 3 Hz and 12 Hz.

**KEYWORDS:** Draft force, vibration, structural analysis

**INTRODUÇÃO:** Métodos teóricos foram desenvolvidos recentemente para prever as cargas impostas aos componentes de um implemento de preparo de solo. Estes métodos geralmente numéricos podem ser facilmente empregados com o auxílio de programas computacionais como o proposto por Magalhães et al. (1996), e seus resultados aproximam-se razoavelmente dos valores medidos em campo Serpa (1997). Entretanto estes valores representam um valor médio da força de tração, que devido próprio processo de ruptura do solo variam com uma frequência inferior a 3 Hz (Girma 1990). A frequência com que esta força está agindo em conjunto com sua amplitude induzem vibrações na estrutura do implemento o que pode afetar sua vida útil além de alterar o sistema de distribuição de tensões na estrutura principalmente porque os vários órgãos ativos do implemento que interagem com o solo, não recebem esta carga simultaneamente. Com o objetivo de verificar qual o efeito desta vibração sobre a estrutura do implemento foi

---

<sup>1</sup> Trabalho realizado na FEAGRI-UNICAMP, com apoio da FAPESP

<sup>2</sup> Professor Livre Docente da FEAGRI/UNICAMP, E-mail paulo@agr.unicamp.br Fone (019) 7892053

<sup>3</sup> Estudnte do Curso de Pós-Graduação de Engenharia Agrícola da FEAGRI/UNICAMP - CP 6011 Campinas SP, Fone/Fax (019) 7892007

realizada uma análise dinâmica do comportamento de um arado escarificador medindo-se o esforço tratorio e as vibrações presentes na estrutura do implemento.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Foi utilizado um arado escarificador marca Marchesan<sup>4</sup>, modelo AEER - 7, com peso aproximado de 350 kg, largura de trabalho de 2,45 m; espaçamento entre hastes de 0,355 m, e uma profundidade de 0,21 m. Um trator MF290 foi utilizado como fonte de potência trabalhando a uma velocidade de 2,5 a 4,2 km/h. Um transdutor tipo anel octogonal estendido (Souza e Magalhães 1989), capaz de determinar forças no sentido vertical e na direção do deslocamento, foi acoplado a estrutura conforme figura 1 para determinar as forças atuantes na haste. Uma célula de carga de tração foi colocada entre o implemento e a barra de tração do trator para determinar a resultante de tração. Para a medida das acelerações da estrutura, três acelerômetros KISTLER modelo Pieso Bean 8634B5; foram instalados ortogonalmente na estrutura, e um condicionador marca KISTLER modelo 5134 trabalhando com uma taxa de aquisição dos sinais de 33 Hz, utilizando-se do filtro passa baixa do condicionador na frequência de 100 Hz. Os ensaios foram realizados em um solo de textura argilosa (Latosolo Roxo), nas dependências do CPQBA/UNICAMP<sup>5</sup>. A análise do sinal obtidos foi realizada com auxílio do programa computacional MATLAB, através da Transformada Rápida de Fourier (comando FFT).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Através de ma análise espectral das forças atuantes, nota-se que para velocidade baixa, (2,5 km/h) a frequência das forças atuantes na haste é menor que 2 Hz, sendo que a resultante total da força de tração é praticamente estável (< 1 Hz). Já a vibração imposta a estrutura é de 2 Hz com uma aceleração de 2g. A medida que aumentamos a velocidade de deslocamento do conjunto, observamos que com exceção força horizontal atuante na haste é a única componente que não apresenta alteração significativas na frequência, sempre menor que 3 Hz. A foça total de tração apresenta frequências principais de 4 e 12 Hz, e a força vertical de 3 e 12 Hz. Já a estrutura do implemento mantém as vibrações menores que 3 Hz, mas passa a apresentar picos maiores neste intervalo. A figura 2 ilustra estas alterações.

**CONCLUSÕES:** Os dados obtidos permitem concluir que as forças horizontais atuantes em ferramentas de preparo de solo estão na faixa de inferior a 3 Hz para velocidades de operação de implementos de preparo de solo. Já a força total de tração atuante na barra de tração esta a uma frequência de 3 e 12 Hz. Na força vertical encontramos frequências significativas na faixa de 3 e 11 Hz, o mesmo acontecendo para as frequências de vibração da estrutura do implemento quando operamos a uma velocidade de 4,3 km/h. Observamos também a aceleração na direção vertical de 2g é superior quando comparada com as demais direções 1g. Estas informações são úteis para projetistas de estruturas agrícolas para considerações dinâmicas em cálculos estruturais.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

---

<sup>4</sup> a menção de marcas não significa recomendação do autor.

<sup>5</sup> Centro Pluridisciplinar de Quimica, Biologia e Agrícola da UNICAMP, localizado em Betel distrito de Paulínia, SP.

GIRMA, G. - Dynamic effects of speed and depth upon forces on plough componentes. - In: International Conference on **Agricultural Engineering**, AGENG'90. Berlim, 1990 paper V2.3 16p.

MAGALHÃES, P.S.G.; BRAUNBECK, O.A.; SERPA, F. M.; A computer method to establish the ideal tractor-implement combination. In: International Conference on **Agricultural Engineering**. AGENG'96 - Madri, Espanha 1996, paper no. 96G-055, 6p.

SERPA, F.M. - **Estimativa de esforços em implementos de preparo de solos e adequação trator implemento**. FEAGRI/UNICAMP, Campinas, SP, 1997. 107 p. - Dissertação de mestrado em Engenharia Agrícola.

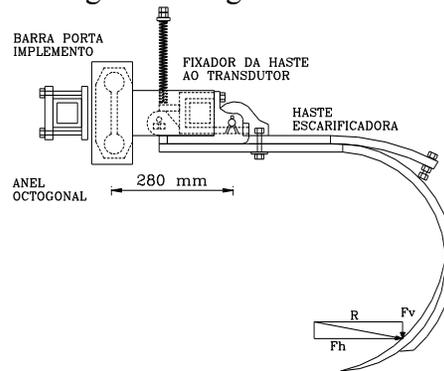


Figura 1 Haste escarificadora e posicionamento do transdutor de forças.

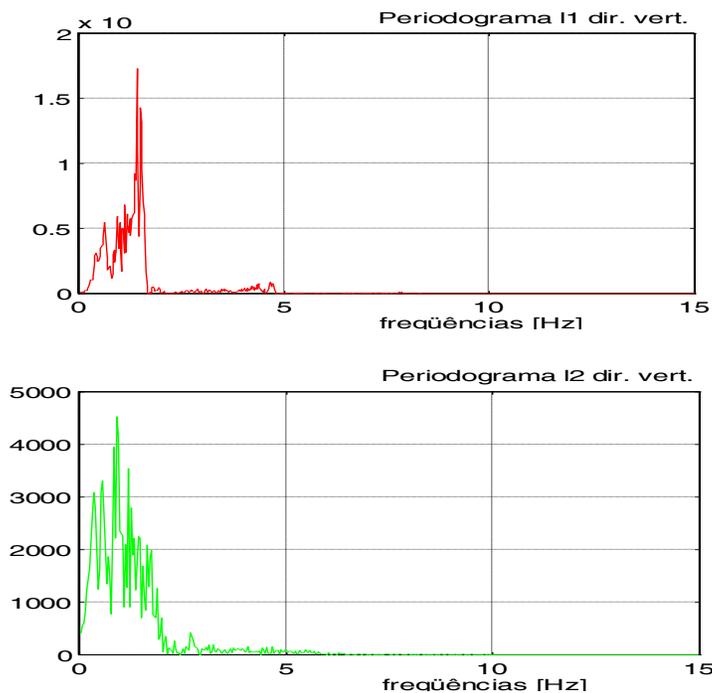


Figura 2 - Exemplo dos resultados de uma análise de frequência para a vibração vertical da estrutura do arado a uma velocidade de 2,5 km/h (a) e 4,2 km/h (b).