

PENETRÔMETRO HIDRÁULICO MONTADO NA BARRA DE TRAÇÃO

BERTOLDO, T. D. M. ¹, YAMAMOTO, N.T.², MENDONÇA, Y.N.C.³, MEDEIROS, R. R. B.⁴,
SILVA, S. L.⁵

¹ Graduando em Engenharia Mecânica, Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFRSA, (84) 9692-6668, talisondukakis@hotmail.com

² Dr., Engº Agrícola, Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, (67) 3410-2352, natanaelyamamoto@ufgd.edu.br

³ Graduando em Engenharia Mecânica, UFRSA, (84) 9939-1991, yurinicolas@gmail.com

⁴ Graduando em Engenharia Mecânica, UFRSA, (84) 9604-3436, ramonruda@hotmail.com

⁵ Dr., Engº Agrícola, UFRSA, (84) 3317-8344, suedemio@ufrsa.edu.br

Apresentado no
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

RESUMO: A busca pelo aperfeiçoamento da produção e melhoramento da qualidade das plantações impulsiona a descoberta de novas tecnologias. A maioria dessas tecnologias são aplicadas a conservação do solo, e em paralelo o aperfeiçoamento de instrumentos, como o penetrômetro, o qual mede a resistência mecânica do solo à penetração em pequenos incrementos de profundidade, possibilitando a avaliação das camadas de maior resistência em profundidade. Com isso, este trabalho investigou o aprimoramento do modelo de um penetrômetro construído por Breda (2003), para tanto, foram modelados duas novas configurações de penetrômetros. Um apresentando a limitação da distância do cilindro ao solo, e o outro a altura que o cilindro se encontra do solo, ambos podem ser acoplados em qualquer tipo de trator, contrapondo-se ao sugerido por Breda.

PALAVRAS-CHAVE: resistência à penetração. compactação. física do solo.

HIDRAULIC PENETROMETER MOUNTED ON THE TRACTION BAR

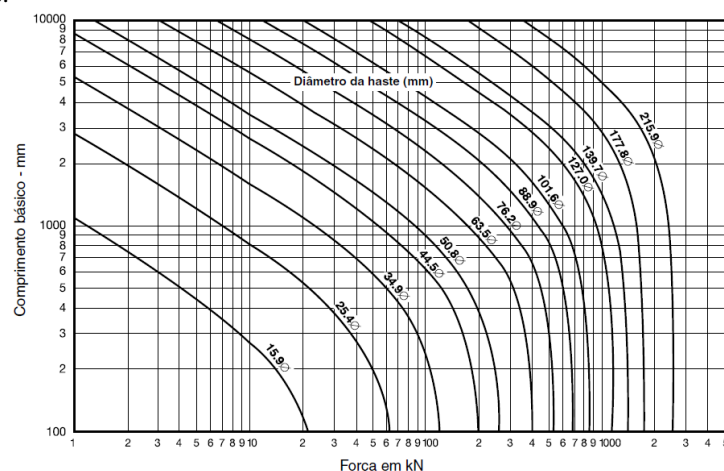
ABSTRACT: THE search for improvement of production and quality improvement of plants boosts the discovery of new technologies. Most of these are applied technologies a soil conservation, and parallel processing of the instruments, as penetrometer, which measures the mechanical strength to soil penetration depth in small increments, enabling the evaluation of layers of greater strength in depth. Therefore, this study investigated the improvement of a penetrometer model built in Breda (2003), for both were two new patterned settings penetrometers. A presenting the limitation of distance to the drum solo, and others time is of the drum solo, both can be engaged in any type of tractor, opposing suggested by the Breda.

KEYWORDS: penetration resistance. compaction. Soil physics.

INTRODUÇÃO: Na agricultura, bem como em todos os setores da economia buscam-se novas tecnologias que possibilitem a otimização da produção e qualidade das plantações. Assim, faz-se necessário o estudo da conservação do solo, bem como o impacto causado pelas atividades humanas através do uso intensivo de maquinaria agrícola no seu manejo. O processo de compactação do solo é bastante importante para a plantação, pois ajuda na mecanização e na escolha do manejo que melhor conserve o solo para uma produtividade estável. Entretanto, esse processo pode acarretar vários problemas como mau crescimento das plantas, deficiências nutricionais e formação de uma camada impermeável, dificultando a penetração da água no solo (MONTANARI, 2011). Face a necessidade de otimizar os sistemas de produção tornando-os eficientes e com o mínimo de impacto ao meio ambiente (BREDA, 2003). Diante de tais necessidades, surgem inovações tecnológicas como o penetrômetro de placa hidráulico, que corresponde a um instrumento automatizado que apresenta como função verificar

se a compactação do solo está ideal, contribuindo para a plantação do cultivo desejado. Devido à importância desse equipamento, será redesenhado o penetrômetro desenvolvido por Breda (2003), buscando aperfeiçoamento do mesmo com a finalidade de reduzir o peso e aplicá-lo a todos os modelos de tratores, bem como facilitar o transporte e acionamento do equipamento em questão, sabendo que não foram realizadas as mudanças sugeridas por Carlos Alberto Breda no penetrômetro mencionado e os testes de resistência dos elementos estruturais. Para a modelagem do equipamento utilizar-se-á o *software* SolidWorks®, que possibilita a elaboração de projetos de máquinas e ferramentas em três dimensões (3D).

MATERIAL E MÉTODOS: O software utilizado para modelagem foi o SolidWorks versão 2011 e o trator que serviu como modelo para o dimensionamento das partes do projeto foi o Massey Ferguson 292, de posse da UFERSA - Campus Mossoró. A primeira etapa do projeto foi desenhar dois modelos de penetrômetros, que consistem em penetrômetros de placa acoplados a barra de tração de um trator, os quais podem ser acoplado na maioria dos tratores, utilizando a ferramenta computacional SolidWorks. A primeira fase desta etapa foi a determinação dos requisitos do projeto, onde foi considerado uma pressão máxima de 1111 kPa, uma placa de compactação de área de 135 cm² (90 mm x 150 mm). Nos modelos desenvolvidos o penetrômetro foi montado na barra de tração do trator, que se situa a 450 mm de altura do solo. Com isso, o penetrômetro não poderá exceder uma distância com relação ao solo de 350 mm. A segunda etapa foi a modelagem geométrica, em que foram gerados os elementos e as superfícies de acordo com as condições já estabelecidas no projeto. Na modelagem do cilindro foi utilizada a Figura 1 que relaciona o comprimento básico do cilindro com a força, dependendo do comprimento da haste. A terceira fase da primeira etapa consiste na montagem, ou seja, ao posicionamento dos elementos constituintes do equipamento, em que se utilizaram as seguintes restrições geométricas configuradas no programa para a montagem do equipamento todo em ambiente computacional: coincidência de eixos de revolução, faces planas opostas ou coincidentes, superfícies de tangência, pontos de conexões, entre outros. A segunda etapa do projeto consistiu na análise de esforços que fornece o cálculo das cargas, as quais podem ser aplicadas na análise estrutural. Essa análise possibilitou a visualização do comportamento do protótipo digital em condições reais de uso, em que a quantidade de deformação ou tensão gerada nas estruturas quando a carga foi aplicada e visualizada por uma escala de cores.



haste de diâmetro de 15,8 mm, com extremidade rosqueada (M20 x 1,5 mm); suporte para alinhamento vertical dos cilindros hidráulicos, com o objetivo de evitar deslocamentos laterais, durante os ensaios, com regulagem por parafuso 5/8", interligando o suporte fixado na carcaça do trator e o cilindro hidráulico; placa de compressão aço ABNT 1020, com espessura de 12,7 mm, que é fixado no prolongador da haste do cilindro hidráulico com a dimensão de 90 x 150 mm; quatro prolongadores de forma cilíndrica para a fixação da estrutura de sustentação do penetrômetro no trator: comprimento de 70 mm, diâmetro interno de 22 mm, diâmetro externo de 28 mm; Dois pinos de fixação das placas de compressão ao prolongador do cilindro hidráulico, com diâmetro externo de 22 mm, comprimento de 51 mm e extremidade em forma de cabeça com diâmetro externo de 226 mm e espessura de 3 mm; um pino de fixação dos cilindros hidráulicos na estrutura de sustentação com diâmetro externo de 35 mm, comprimento de 76 mm e extremidade em forma de cabeça com diâmetro externo de 46 mm e espessura 3 mm. O modelo 1 foi desenvolvido pelo autor do trabalho e é composto pelos seguintes elementos: dois cilindros hidráulicos, um é do tipo DD (Munhão fixo intermediário), com diâmetro externo de 50,8 mm e interno de 25,4 mm, com curso de 600 mm; o outro é do tipo B (Articulação traseira macho), com diâmetro externo de 34 mm e interno de 15 mm, com avanço de 150 mm (Catálogo HY-2017-1 BR Parker); duas orelhas de fixação para o cilindro maior de 90 x 10 mm com furo de 32 mm de diâmetro e raio de curva de 20 mm, soldadas na extremidade da barra de tração; duas orelhas de fixação para o cilindro pequeno, de 60 x 30 mm com furo de 10 mm de diâmetro e raio de curva de 12 mm, soldadas na barra de tração; duas orelhas de fixação para o olhal do cilindro pequeno 20 x 14 mm com furo de 8 mm e raio de curva 6 mm, soldadas no cilindro hidráulico grande; um olhal rosqueado na extremidade do cilindro menor, com 60 mm de comprimento e furo de 8 mm, para fazer a movimentação do cilindro maior; parafuso Allen M8 x 50 mm, usado na fixação do olhal no cilindro maior; parafuso Allen M10 x 55 mm, usado na fixação do cilindro menor na barra de tração; pino de segurança M16 x 60 mm usado na fixação da placa de compactação; barra de tração aço SAE 4340; placa de aço de dimensões, 150 x 90 mm, com 8 mm de espessura de aço SAE 1045; fim de curso do cilindro maior, fazendo com que ele esteja na posição correta para um melhor funcionamento do ensaio. O segundo modelo também é de autoria própria e é constituído por: possui um Cilindro Hidráulico tipo JJ (Flange retangular dianteiro) com diâmetro externo de 50,8 mm e interno de 25,4 mm, com avanço de 925 mm (Catálogo HY-2017-1 BR Parker); Quatro parafusos Allen M10 x 55 mm; barra de tração aço SAE 4340; placa de aço, com 150 x 90 mm, com 8 mm de espessura. A comparação entre os modelos pode ser vista no quadro 1. Gerada a malha de aquisição de dados para ambos os modelos de penetrômetros elaborados, foi possível realizar a análise de esforços para as tensões, deslocamento resultante e deformação equivalente na barra de tração e na placa de compactação, ilustrada na Figura 2 e os seus valores máximos, mostrados na Tabela 1.

QUADRO 1. Quadro comparativo entre os modelos.

Modelo/Projeto	Quant. de Componentes	Distância do solo (mm)	Peso (Kg)
Modelo Breda	10	*	30
Modelo 1	15	75	29,4**
Modelo 2	7	402	37,7**
Barra de Tração	1	450	41,3**

* (Não divulgado) / ** (Valores calculados pelo programa SolidWorks).

TABELA 1. Valores obtidos nas análises de esforços na de tração para o modelo 1, 2 e na placa de compactação.

	Tensão máxima (MPa)	Deslocamento Máximo (mm)	Deformação Máxima (mm)
Barra de tração – Modelo 1	618,8	3,309	$1,726 \times 10^{-3}$

Barra de tração – Modelo 2	309,4	3,993	$1,104 \times 10^{-3}$
Placa de Compactação	390,2	$2,61 \times 10^{-1}$	$1,27 \times 10^{-3}$

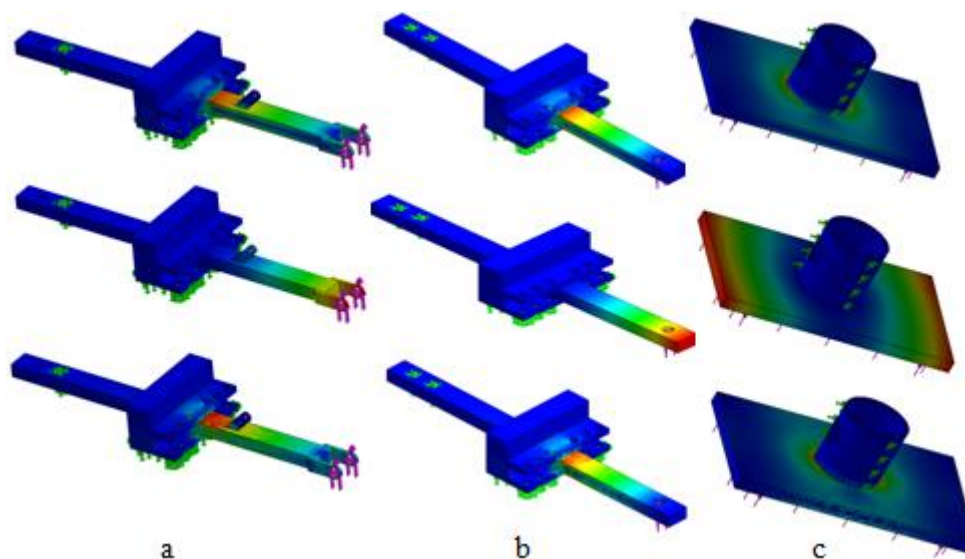


FIGURA 2. Resultado das análises das tensões, deslocamento resultante e deformação equivalente na barra de tração para o modelo 1 (a), 2 (b) e na placa de compactação (c).

CONCLUSÕES: Neste trabalho, foi possível desenvolver dois modelos digitais de penetrômetro, utilizando o SolidWorks como ferramenta computacional CAD 3D. Sendo o modelo 1, composto por dois cilindros, um para ser usado na penetração e outro para rotacionar e, conseqüentemente, evita a proximidade do cilindro mencionado anteriormente. Paralelo a isso, o modelo 2 constituiu-se, basicamente, por um cilindro acoplado na barra de tração. Em que foram realizadas análises de elementos finitos em ambos os modelos, as quais possibilitaram as localizações das regiões das tensões máximas, de deformações e de deslocamento. Entretanto cada um dos modelos desenvolvidos apresenta uma limitação. O modelo 1 apresenta limitação na distância que o cilindro irá ficar do solo, que será aproximadamente de 155 mm. Já o modelo 2 apresenta limitação na altura máxima que o penetrômetro ficará em relação ao solo, que será a aproximadamente 1463 mm. Com isso, foi possível desenvolver um penetrômetro de placa, o qual poderá ser montado em uma barra de tração de um trator. Logo, como todos os requisitos foram atendidos no modelo 2, o mesmo torna-se mais adequado para utilização.

REFERÊNCIAS

BREDA, C. A. **Desenvolvimento de um penetrômetro de placa de aço e avaliação em campo da compactação do solo.** 2003. 53f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2003.

Catálogo HY-2017-1 BR.. **Cilindros Hidráulicos.** Parker Hannifin, 2013. Disponível na representante Queiroz Oliveira, localizada em Mossoró-RN.

MONTANARI, R.; CARVALHO, M. P.; ANDREOTTI, M.; DLACHIAVON, F. C.; LOVERA, L. H.; HONORATO, M. A. O. **Aspectos da produtividade do feijão correlacionados com atributos físicos do solo sob elevado nível tecnológico de manejo,** *Revista Brasileira de Ciência do Solo.* 2010. Viçosa, v.34, n.6, p.1811-1822.