

## CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS E PONDERAIS DOS PULVERIZADORES HIDROPNEUMÁTICOS BRASILEIROS

Pablo do Amaral Alonço<sup>1\*</sup>, Airton dos Santos Alonço<sup>1</sup>, Tiago Rodrigo Francetto<sup>1</sup>, Dauto Pivetta Carpes<sup>1</sup>, Otávio Dias da Costa Machado<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Departamento de Engenharia Rural, Universidade Federal de Santa Maria, 97105-900, Santa Maria, Brasil.

<sup>2</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Bento Gonçalves

\*E-mail: [aloncopablo@gmail.com](mailto:aloncopablo@gmail.com)

Recebido em: 12/12/2016

Aceito em: 01/06/2017

### RESUMO

Com a evolução da mecanização agrícola, passou-se a ter uma gama muito grande de pulverizadores hidropneumáticos disponíveis no mercado brasileiro, visando atender as mais diversas culturas e biomas presentes no país, permitindo ao produtor selecionar e utilizar a tecnologia mais adequada às suas necessidades. Dessa maneira, objetivou-se analisar as características dimensionais e ponderais dos pulverizadores hidropneumáticos fabricados no Brasil. Para isso, fez-se um levantamento de 18 informações técnicas dimensionais, ponderais e relações destes, disponibilizados pelas empresas, como potência por capacidade de depósito ( $\text{kW l}^{-1}$ ) e potência por comprimento de barra ( $\text{kW m}^{-1}$ ). Obteve-se um total de seis fabricantes que englobam 71 modelos, com variação no tipo de condução de ar (sem direcionamento de ar, unidirecional, vertical ou superior). A potência requerida variou de 5,00 a 62,50 kW; a capacidade de depósito de calda, de 200 a 4.000 litros; a massa total, de 130 a 1.350 kg; as relações de potência por capacidade de depósito variaram de 0,00715 a 0,073  $\text{kW l}^{-1}$ ; e a relação entre a potência e a massa, de 0,0158 a 0,204  $\text{kW kg}^{-1}$ . Além disso, também se observou uma variação na bitola máxima, de 0,92 a 2,20 m; na bitola mínima, de 0,92 a 1,84 m; no diâmetro da turbina, de 540 a 900 mm; na quantidade de bicos, de 4 a 60 bicos; e uma relação diâmetro de turbina por quantidade de bicos variando de 24,19 a 70,31  $\text{mm bico}^{-1}$ . Assim, existe a necessidade de o produtor realizar uma avaliação criteriosa, obtendo o que mais se adéque às necessidades de sua propriedade, dentre todos os disponíveis nessa gama de produtos.

**Palavras-chave:** Mecanização. Hidropneumáticos. Fruticultura. Citricultura. Produtos fitossanitários.

### 1 Introdução

A necessidade de aumentar a produtividade das culturas ao longo dos anos fez com que houvesse a disponibilização de alternativas mais vantajosas e eficientes para o agricultor. Dessa maneira, em relação ao uso de produtos fitossanitários, o pulverizador se insere como importante mecanismo de aplicação, pois proporciona ao agricultor maior precisão e confiabilidade no trabalho desenvolvido no campo. Tal fato se deve em virtude de a operação e a utilização de máquinas agrícolas ter se tornado uma tarefa cada vez mais complexa, exigindo mão de obra especializada e com disponibilidade de informações técnico-científicas claras [1].

A intensidade da utilização de defensivos agrícolas é influenciada por diversos fatores, dentre os quais se destacam o clima, o hospedeiro, o alvo biológico, o ingrediente ativo e o implemento para aplicação do produto [2]. Dentre os utilizados,

pode-se citar o pulverizador hidropneumático, recomendado para cultivos arbóreos e vinhedos [3]. Também são comumente utilizados em grandes culturas, como a do algodão, para realizar a aplicação nas bordaduras das culturas com o objetivo de prevenir a infestação de pragas, como a mosca-branca (*Bemisia argentifolii*), visto que para atingi-las com maior precisão, a aplicação deve ser feita com jatos direcionados de baixo para cima [4]. Já para a cultura do café, em função de possuir grande índice de área foliar (IAF), a penetração da calda no dossel é dificultada, o que torna a seleção e a utilização do pulverizador adequado ainda mais complexas [5]. Do mesmo modo, tem-se a citricultura, pois se utilizam grandes vazões de pulverização, acarretando alto custo de operação [6].

Visando diminuir esses custos, a seleção do hidropneumático pode possibilitar a aplicação mais uniforme do produto fitossanitário, gerando, conseqüentemente, uma redução na vazão de aplicação. Todavia, no caso das videiras latadas e dos

tomateiros, necessita-se de mecanismos de aplicação que, de fato, consigam ingressar com sucesso na cultura e na aplicação do produto fitossanitário, visto que, em virtude de sua arquitetura diferenciada, merecem atenção especial.

Os pulverizadores hidropneumáticos podem ser classificados de acordo com o tipo de condução de ar e pela maneira com que a carcaça defletora de ar está localizada nele. Dependendo do tipo de condução de ar, há a recomendação de sua utilização para os mais diversos cultivos.

Os hidropneumáticos com condução de ar unidirecional destinam-se, majoritariamente, à citricultura, visto que, com esse sistema, é possível a utilização de vazões menores conjuntamente com uma aplicação relativamente uniforme da calda de pulverização. Já os que não possuem direcionamento são os modelos que possibilitam a pulverização de uma grande variedade de culturas e cultivos, aplicando-se muito bem em propriedades onde há o predomínio da policultura, gerando ao agricultor a utilização de um mesmo maquinário para a aplicação de produtos fitossanitários nas diferentes culturas, tendo que realizar apenas pequenas regulagens. Os hidropneumáticos com condução de ar vertical destinam-se à fruticultura em virtude de essas culturas apresentarem porte arbóreo e necessitarem de pulverização em todo o seu dossel, o que é facilitado pela utilização de barras verticais. Por fim, os hidropneumáticos com condução de ar superior destinam-se a culturas como a videira latada, por exemplo, pois o seu método de cultivo faz com que seja necessária a pulverização de baixo para cima para que a aplicação atinja a cultura.

Dessa forma, observa-se a importância de cada equipamento, evidenciando-se que sua seleção é de suma importância para o sucesso das atividades agrícolas, sendo realizada a partir de uma série de informações sobre o mercado em que estas estão inseridas. Uma análise e uma síntese dos resultados e cenários em que são utilizados os equipamentos possibilita também a comparação entre os modelos, subsidiando a tomada de decisões e orientações técnicas de profissionais interessados nessa área [7].

Entretanto, juntamente com as informações comerciais, os pulverizadores possuem diversos fatores que devem ser analisados para que se possa fazer a seleção mais adequada. O agricultor, por vezes, tem dificuldade para realizar a aquisição do modelo mais apropriado em função das suas necessidades e das características específicas de sua propriedade, principalmente pela heterogeneidade entre os catálogos e, em alguns casos, pela falta de informações claras e objetivas [8]. Muitas vezes, a dificuldade na obtenção dessas informações pode ser atribuída à não obrigatoriedade de ensaios oficiais de máquinas agrícolas no Brasil, ficando a critério do fabricante realizar a apresentação desses dados.

Algumas características auxiliam a análise e a escolha dos hidropneumáticos mais adequados a serem utilizados nas

propriedades, mas não são disponibilizadas pelos fabricantes. Nesse contexto, destaca-se a relação entre a potência requerida e a capacidade de depósito, pois, quanto menor for esse valor, o uso da energia requerida na operação tenderá a ser mais bem aproveitada [9].

Já a possibilidade de regulação da bitola e sua amplitude apresentam dois fatores importantes para sua escolha: a) variabilidade nos espaçamentos entre linhas; b) variabilidade na altura e largura das plantas [10-11]. Assim, possibilitam que o produtor que tenha diferentes tipos de cultivo ou conduções de um mesmo cultivo em sua propriedade consiga adequar um hidropneumático para todas as culturas de modo a não necessitar a obtenção de diferentes equipamentos para a realização de uma mesma função. Além disso, o aumento da bitola confere maior segurança e estabilidade do hidropneumático e do operador, visto que, muitas vezes, a fruticultura é empregada em relevos com declividade acentuada, nos quais a utilização de máquinas e implementos deve ser executada com extrema cautela.

Outros fatores importantes a serem analisados são o diâmetro da turbina e a quantidade de bicos que estão distribuídos no hidropneumático, pois são eles os responsáveis por realizarem a distribuição da calda de pulverização na cultura. Além disso, é pela escolha dos bicos que será determinada a vazão e a qualidade das gotas produzidas, sendo que se encontram, no mercado, diferentes mecanismos que trabalham em pressões distintas, produzindo gotas de diferentes tamanhos e vazão.

Dessa forma, é de suma importância uma análise criteriosa das características dimensionais e ponderais e as suas respectivas relações, pois influenciam, de forma direta, o desempenho [12].

Assim, este trabalho tem por objetivo analisar, quantificar, relacionar, comparar e avaliar as características técnicas dimensionais e ponderais dos pulverizadores hidropneumáticos disponíveis no mercado brasileiro, a fim de disponibilizar ao produtor dados que auxiliem na seleção correta do equipamento para as especificidades de cultivo da sua propriedade.

## 2 Metodologia

O trabalho foi desenvolvido nas dependências do Laboratório de Pesquisa e Desenvolvimento de Máquinas Agrícolas (LASERG), pertencente ao Campus Sede da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), em Santa Maria – RS.

Primeiramente, realizou-se a identificação dos fabricantes nacionais de pulverizadores hidropneumáticos. Posteriormente, sucedeu-se ao levantamento das características obtidas em folhetos, catálogos técnicos, manuais disponibilizados pelas empresas e, quando necessário, busca direta com os fabricantes. Elaborou-se um banco de dados eletrônico utilizando-se a plataforma Microsoft Excel para analisar e quantificar as

informações separadamente, o que pode ser observado na Tabela 1.

Além disso, os pulverizadores hidropneumáticos foram divididos pelo tipo de condução de ar da carcaça, sendo classificados em: unidirecional (a); sem direcionamento (b); vertical (c) ou superior (d), como mostra a Figura 1.

Tabela 1. Variáveis e correlações utilizadas.

Variáveis	Unidade
Potência requerida	Quilowatt
Capacidade do depósito de calda	Litros
Massa	Quilograma
Bitola fixa	Metros
Bitola regulável mínima	Metros
Bitola regulável máxima	Metros
Amplitude das bitolas	Metros
Diâmetro da turbina	Milímetros
Quantidade de bicos	-
Potência requerida por capacidade do depósito de calda	Quilowatt por litros
Potência requerida por massa	Quilowatt por quilograma
Diâmetro de turbina/Quantidade de bicos	Milímetros por bico

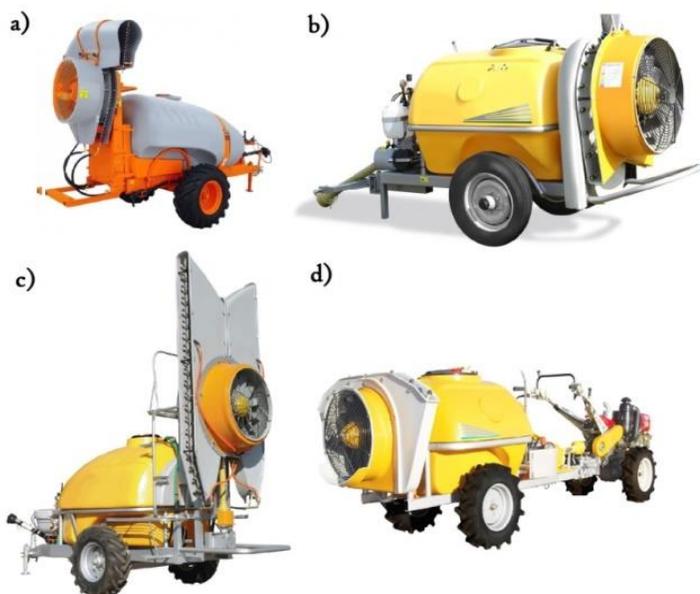


Figura 1. Tipo de Condução de Ar da carcaça dos hidropneumáticos.

### 3 Resultados e discussão

Avaliaram-se informações de seis fabricantes, nas quais se inserem 71 modelos de pulverizadores hidropneumáticos fabricados no Brasil. A análise inicial foi realizada de acordo com

a classificação pelo tipo de condução, como pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2. Distribuição dos hidropneumáticos pelo tipo de Condução de Ar.

	Unidirecional	SD Vertical	Superior
Quantidade	6	44	14

SD: Sem direcionamento;

Observou-se que o pulverizador mais produzido é o que não possui qualquer mecanismo de direcionamento de ar, totalizando 61% do total de exemplares. Estes se adequam mais facilmente às diferentes culturas e tratos culturais; além disso, em geral, são mais baratos para aquisição. Diante disso, pode-se justificar o alto número de modelos no mercado pela facilidade de aquisição e adequação nas mais diversas situações. No entanto, pelo fato de que se adequam aos mais diferentes tratos culturais, podem apresentar dificuldades em corresponder com excelência a todas as particularidades das diferentes culturas, o que pode reduzir a eficiência da aplicação.

As médias de potência requerida, capacidade de depósito da calda e a massa são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Médias da potência requerida, capacidade de depósito calda e a massa dos hidropneumáticos nacionais.

	Unidirecional	SD	Vertical	Superior
Pot (kW)	51,35	32,63	45,38	38,90
CD (l)	3.000,00	1.024,88	1.742,86	850,00
Massa (kg)	1.173,33	485,88	737,14	366,50

SD: Sem direcionamento; Pot: Potência requerida; CD: Capacidade de depósito de calda;

As informações indicam que a massa e a capacidade de depósito de calda são menores nos hidropneumáticos com condução de ar superior. Isso se deve em função de que os hidropneumáticos do tipo superior são implementos estruturalmente mais compactos que os demais, de modo que conseguem ser inseridos nas culturas, como nas videiras latadas, que possuem entre 1,5 a 2 metros de altura do solo, e realizam com segurança a operação. No entanto, em virtude de tais características estruturais serem menores, pode acarretar menor capacidade operacional, exigindo maior número de paradas para reabastecimento, por exemplo.

O tipo de condução de ar que apresenta a menor média de potência requerida é o sem direcionamento, com 32,63 kW, desse modo, são implementos que podem ser conjugados em um sistema motomecanizado de menor disponibilidade de potência que os demais tipos. O hidropneumático com condução de ar unidirecional é o que apresenta maior potência requerida. Porém, possibilita armazenar maior quantidade de calda, de 1,7 a 3,5 vezes mais que os outros tipos de hidropneumáticos, além de ser também

o que apresenta maior média de massa. Esses fatores podem justificar o maior requerimento de potência, entretanto, também lhe possibilitam maior capacidade de depósito de calda, fazendo com que sua eficiência operacional torne-se mais elevada que as demais.

Na Figura 2, tem-se a ilustração das médias da relação entre potência requerida e a capacidade de depósito ( $\text{kW l}^{-1}$ ) e entre potência requerida e massa ( $\text{kW kg}^{-1}$ ).

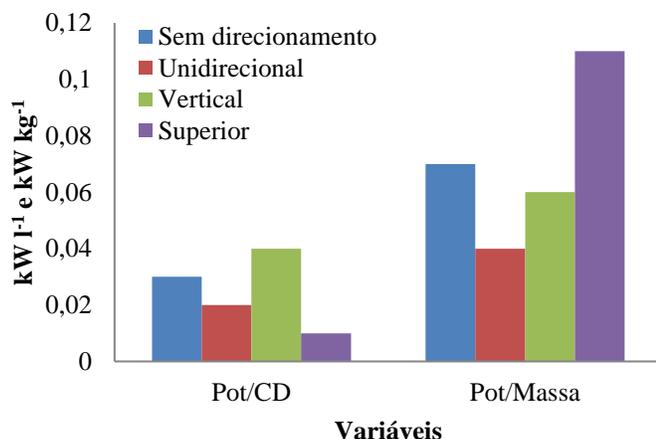


Figura 2: Médias da relação entre potência requerida pela capacidade de depósito ( $\text{kW l}^{-1}$ ) e potência requerida pela massa ( $\text{kW kg}^{-1}$ ).

O tipo de condução de ar que necessita de menor quantidade de potência por litro de calda é a do tipo superior, assim esta tem um melhor aproveitamento da energia do que as demais. Já quanto à potência requerida para cada quilograma de massa da máquina, os hidropneumáticos do tipo unidirecional são os que apresentam a menor relação, de modo que estes necessitam de menor dispêndio de energia do que os demais tipos para a tração do implemento.

A Tabela 4 apresenta a variação na amplitude e tamanhos de bitolas dos diferentes tipos de pulverizadores hidropneumáticos.

Tabela 4. Comparativo entre a diferença de bitola e amplitude dos hidropneumáticos.

	Unidirecional	SD	Vertical	Superior
Bitola mínima (m)	1,48	1,21	1,36	1,00
Bitola máxima (m)	2,03	1,45	1,49	1,06
Amplitude (m)	0,55	0,24	0,13	0,06

SD: Sem direcionamento;

Observou-se que os hidropneumáticos com condução de ar superior possuem a menor possibilidade de ajuste e adequação às culturas, pois pode variar a sua bitola em apenas 0,06 metros, enquanto que os hidropneumáticos com condução unidirecional possibilitam maiores ajustes, visto que sua bitola pode variar em até 0,55 metros, fazendo com que esse tipo de hidropneumático

possa se adequar a uma gama maior de culturas. No entanto, em culturas como a citricultura e a fruticultura, podem não se aplicar pois, esses cultivos apresentam distância entre linhas de quatro a sete metros, dependendo do método de cultivo. Já para a cafeicultura com cultivos adensado, o espaçamento entre linha pode chegar a ser de 1,0 metro, de modo que nenhum dos hidropneumáticos acima teria bitola adequada para ingressar na cultura. Porém, esse método de cultivo é utilizado majoritariamente em regiões cuja mecanização é de difícil acesso ou de acesso restrito e também em pequenas propriedades onde o agricultor visa aumentar a densidade produzida para uma melhor utilização da área.

Nos demais métodos de cultivo, o espaçamento entre linhas varia de 1,5 a 3,0 metros, o que possibilita a entrada de máquinas para a realização do manejo. No entanto, são amplitudes importantes do ponto de vista da ergonomia e segurança do operador, visto que muitas dessas culturas são implantadas em locais com relevo acentuado e necessitam possibilitar ao operador segurança no trabalho.

A média do diâmetro e da quantidade de bicos bem como a sua relação pode ser observada na Tabela 5.

Tabela 5. Média do diâmetro da turbina, quantidade de bicos e sua relação.

	Unidirecional	SD	Vertical	Superior
DT (mm)	890,00	753,96	900,00	900,00
Qtd bicos	36,00	16,40	37,20	12,80
DT/Qtd bicos	24,72	45,97	24,19	70,31

SD: Sem direcionamento; DT: Diâmetro da Turbina; Qtd bicos: Quantidade de bicos;

Foi possível analisar que tanto os hidropneumáticos com condução de ar vertical como os com condução de ar superior e unidirecional apresentaram diâmetro da turbina praticamente igual, enquanto que os hidropneumáticos sem direcionamento de ar apresentaram média do diâmetro da turbina 17% menor que os demais. O diâmetro da turbina deve ser ajustado conforme a vazão, a velocidade da turbina e da quantidade de folhas do dossel utilizado, ou seja, deve-se utilizar hidropneumáticos equipados de turbinas com um diâmetro que seja capaz de atingir o maior número de folhas possível da cultura em questão, levando-se em consideração as condições em que a aplicação ocorrerá e visando à maior deposição de gotas homogêneas possível. Dessa maneira, hidropneumáticos sem direcionamento de ar não são indicados para culturas de grande porte, podendo haver exceções.

Apesar disso, os hidropneumáticos com condução de ar superior apresentaram a menor média de quantidade de bicos e maiores médias de diâmetro de turbina por quantidade de bicos. Isso ocorre devido ao fato de a distribuição do insumo agrícola feita pelo hidropneumático com condução de ar superior ser realizada de maneira a se produzir uma cortina de ar, bem como os hidropneumáticos sem direcionamento, fazendo com que não haja a necessidade de acoplar grande quantidade destes. No entanto, no que diz respeito ao controle de pragas e doenças, não apresenta diferenças significativas, pois estas ocorrem apenas para que cada

tipo de hidropneumático consiga atender com maior eficácia as demandas de diferentes culturas.

#### 4 Conclusões

Para conseguir atingir os cultivos desejados, os hidropneumáticos com condução de ar superior acabam apresentando as menores características estruturais, podendo gerar menor capacidade operacional, enquanto que os hidropneumáticos do tipo unidirecional apresentaram as maiores características, visto a grande abrangência destes para cultivos de grande porte.

Há uma grande gama de hidropneumáticos no mercado, tanto para uma utilização generalizada de culturas como também para cultivos e condições específicas. Assim, deve ficar clara ao agricultor a necessidade de avaliar os equipamentos que melhor se adequem às características da sua propriedade e dos cultivos em que serão utilizados.

---

#### TECHNICAL, DIMENSIONAL AND WEIGHT CHARACTERISTICS OF BRAZILIAN HYDRO-PNEUMATIC SPRAYERS

**ABSTRACT:** With the evolution of agricultural mechanization, a very large range of hydro-pneumatic sprayers was available in the Brazilian market, aiming to serve the most diverse crops and biomes present in the country, allowing the producer to select and use the technology most appropriate to his needs. In this way, we aimed to analyze the weight and dimensional characteristics of hydro pneumatic sprayers manufactured in Brazil. For this, we made a survey of 18 technical dimensional and weight information and their relationships, made available by companies, such as power per storage capacity ( $\text{kW l}^{-1}$ ) and power per bar length ( $\text{kW m}^{-1}$ ). We had a total of six manufacturers that included 71 models with variation in the type of air conduction (without air guidance, unidirectional, vertical or superior). The required power ranged from 5.00 to 62.50 kW; the storage capacity, from 200 to 4,000 liters; the total mass, from 130 to 1,350 kg; the relations of power per storage capacity ranged from 0.00715 to 0.073  $\text{kW l}^{-1}$ ; and the relationship between power and mass, from 0.0158 to 0.204  $\text{kW kg}^{-1}$ . In addition, a variation in the maximum gauge was also observed, from 0.92 to 2.20 m; in the minimum gauge, from 0.92 to 1.84 m; in the diameter of the turbine, from 540 to 900 mm; in the number of nozzles, from 4 to 60 nozzles; and a turbine diameter per number of nozzles ranging from 24.19 to 70.31  $\text{mm nozzle}^{-1}$ . Thus, there is a need for the producer to carry out a careful evaluation, obtaining the one that most suits the needs of his farm, among all available in this range of products.

**Keywords:** Mechanization. Hydropneumatic. Fruit. Citriculture. Pesticides.

---

#### Referências

- [1] - DONALDSON, G.F. Farm machinery testing: scope and purpose in tje measurement and evaluation of farm machinery. Ottawa: Royal Commission on Farm Machinery, 1970. 91 p.
- [2] - ALONÇO, A. dos S.. Equipamentos e tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas. In: Carlos Alberto Barbosa Medeiros; Maria do Carmo Raseira. (Org.). A Cultura do Pessegueiro. 1ed.Brasília: EMBRAPA, 1998, p. 296-317.
- [3] - ORTIZ-CANAVATE, J. et al. Las Máquinas Agrícolas y su aplicación. Editora Mundi-prensa. 7ª edição. 2012, p. 181-198.
- [4] - Embrapa Hortaliças. Cultivo de tomate para industrialização. 2003. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial/index.htm>.
- [5] - SILVA, João E. R.; CUNHA, João P. A. R. da; NOMELINI, Quintiliano S. S.. Deposition of spray applied in coffee leaves with different rates and spray nozzles. Rev. bras. eng. agríc. ambient, Vol. 18, n. 12, p. 1302-1306, 2014 .
- [6] – Veliz, R. C., Gadanha, C. D., Jr., & Vásquez-Castro, J. A. Eficiencia de dos sistemas para la aspersion de plaguicidas en arboles de citricos. Revista Colombiana de Entomologia, Vol. 36, n. 2, p.217-222, 2010.
- [7] - MIALHE, L. G. Máquinas Agrícolas: ensaios & certificação. Piracicaba: FEALQ, 1996. 722 p.
- [8] - SILVA, M. R. DA.; DANIEL, L. A.; PECHE FILHO, A. Uso da teoria de números índices para adequação de semeadoras-adubadoras de precisão. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Vol. 11, n. 2, p. 222-229, 2007.
- [9] - ALONÇO, P. A.; ALONÇO, A. dos S. ; FRANCETTO, T. R. ; CARPES, D. P. ; BECKER, R. S.. Catalogados. Cultivar Máquinas, vol. 161, p. 20-22, 2016.
- [10] – JONES, F.R. Farm gas engines and tractors. 4 ed. New York: McGraw-Hill, 1963. 518p.
- [11] – HEITSHU, D.C. The requirements of the general-purpose farm tractor. Agricultural Engineering, Vol.10, n.5, p. 145-149, 1929.
- [12] FRANCETTO, T. R.; DAGIOS, R. F.; LEINDECKER, J. A.; ALONÇO, A. dos S.; FERREIRA, M. F. Características dimensionais e ponderais das semeadoras-adubadoras de precisão no Brasil. Tecno-Lógica, Vol. 19, p. 18-24, 2015.