

**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROJETO E PROCESSOS DE
FABRICAÇÃO - MESTRADO PROFISSIONAL**

Fernando Cappellari

**ANÁLISE DAS FORÇAS ATUANTES
EM DISCO DUPLO DEFASADO COM DIFERENTES ÂNGULOS DE ATAQUE,
PARA UMA SEMEADORA-ADUBADORA.**

**Passo Fundo
2015**

Fernando Cappellari

**ANÁLISE DAS FORÇAS ATUANTES EM DISCO DUPLO DEFASADO COM
DIFERENTES ÂNGULOS DE ATAQUE, PARA UMA SEMEADORA-ADUBADORA.**

Orientador: Prof. Dr. José Antônio Portella

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Projeto e Processos de Fabricação da Universidade de Passo Fundo, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Projeto e Processos de Fabricação.

Passo Fundo

2015

Fernando Cappellari

**ANÁLISE DAS FORÇAS ATUANTES EM DISCO DUPLO DEFASADO COM
DIFERENTES ÂNGULOS DE ATAQUE, PARA UMA SEMEADORA-ADUBADORA.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Projeto e Processos de Fabricação da Universidade de Passo Fundo, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Projeto e Processos de Fabricação.

Data de aprovação: 26 Julho de 2015.

Os componentes da Banca examinadora abaixo aprovaram a Dissertação:

Professor Doutor: José Antonio Portella.
Orientador: FEAR/UPF

Professor Doutor: Walter Boller.
Universidade: FAMV/UPF

Professor Doutor: Nilson Luiz Maziero.
Universidade: FEAR/UPF

Professor Doutor: Carlos Ricardo Trein.
Universidade: FA/UFGRS

*Aos meus pais, por tudo que me ensinaram,
A minha esposa, pelo amor, carinho e apoio.*

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida, por guiar meus passos na caminhada com fé e força sabendo que não estou sozinho.

À Universidade de Passo Fundo (UPF) e ao Programa de Pós Graduação em Projetos e Processos de Fabricação, pela oportunidade de realizar o curso e conclusão desta pesquisa.

Ao professor orientador José Antonio Portella, agradeço pelo conhecimento passado, apoio constante, orientação e amizade, acreditando em mim no decorrer destes anos de trabalho em conjunto.

À Stara indústria de máquinas e implementos agrícolas pelos investimentos na pesquisa visando o avanço da tecnologia, em especial o agradecimento a Daniel Durante, Renan Machado e Leonardo Furini, cuja ajuda e conhecimento foram decisivos para o sucesso deste trabalho.

À banca examinadora desta Dissertação composta pelos Professores Carlos Ricardo Trein, Walter Boller, Nilson Luiz Maziero e José Antonio Portella pelas considerações, discussões e sugestões.

Ao corpo docente do PPGPPF, pelo conhecimento adquirido.

Aos meus pais Luiz e Neuza, por todo ensinamento, carinho e acima de tudo amor e por sempre me incentivarem a buscar meus ideais.

Ao meu irmão Luciano Cappellari pelo apoio e amizade em todos os momentos de minha vida.

Ao meu tio Antônio Cappellari por ser o meu maior incentivador pela busca do conhecimento.

À minha esposa Lilian pelo companheirismo, carinho e amor principalmente nos momentos mais difíceis.

À todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

Quando acreditamos em nossos sonhos o universo conspira em nosso favor.

Rosângela Lipert.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a força de tração atuante no elemento rompedor de solo tipo disco duplo defasado utilizado em semeadoras de plantio direto. O experimento foi conduzido na área experimental da empresa Stara, no município de Não-Me-Toque – RS, em Latossolo Vermelho Distrófico. Utilizou-se o delineamento experimental fatorial $3 \times 3 \times 2 \times 2$, com três tratamentos principais: disco duplo defasado com ângulo de ataque de 34° , 36° e 38° , e como sub-tratamentos: a) velocidade (4km/h, 8km/h e 12km/h), b) profundidade de trabalho (35mm e 50mm) e c) dois níveis de pressão de mola sobre os conjuntos. Os valores de esforços horizontais e verticais sobre a linha de semeadura foram coletados através de uma célula de carga acoplada a esta e armazenados através de software para posterior processamento. Os resultados encontrados comprovaram que a interação entre velocidade e ângulo de ataque apresentou diferença significativa nas velocidades de 4 km/h e 8 km/h, para o suporte de 34° . Pela interação entre posição e ângulo de ataque foi possível observar que somente houve diferença estatística com o acréscimo da pressão sobre o suporte. Verificou-se também que o aumento do ângulo de ataque proporcionou redução de esforços na linha de plantio.

Palavras-chave: elementos rompedores de solo; profundidade de trabalho; plantio direto.

ABSTRACT

This study aimed to assess the active traction force on offset double disc coulters, using no-till seeders. The test was performed in the experimental farming area of the Stara industry, in the city of Não-Me-Toque - RS, Brazil, in Rhodic Hapludox. The factorial experimental design 3x3x2x2 was used with three main treatments: offset double disc with angles of attack of 34°, 36°, and 38°; and sub-treatments: a) speed (4 km/h, 8 km/h, and 12 km/h), b) working depth (35 mm and 50 mm), and c) two degrees of spring force over the sets. The values of horizontal and vertical strain on the crop row were collected through a load cell coupled to the row and stored by a software for later processing. The results found proved that the interaction between speed and angle of attack presented significant difference for speeds of 4 km/h and 8 km/h, with the support of 34°. Considering the interaction between position and angle of attack, it was possible to observe that statistical difference only occurred with the addition of pressure on the support. It was also verified that increasing the angle of attack provided the reduction of strain on the crop row.

Keywords: ground breaking devices; angle of attack, working depth; tillage.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	10
LISTA DE TABELAS	11
LISTA DE GRÁFICOS	12
1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1 Sistema de Plantio Direto	15
2.2 Semeadora-adubadora	16
2.3 Elementos rompedores de solo	17
2.3.1 Disco de corte	19
2.3.2 Hastes “sulcadoras”	20
2.3.3 Disco duplo defasado	21
2.4 Efeito da profundidade de trabalho e compactação do solo	23
2.5 Forças atuantes	24
2.6 Efeito da velocidade de trabalho	25
3 MATERIAL E MÉTODOS	27
3.1 Características da área de testes	27
3.2 MATERIAIS	28
3.2.1 Carro dinamométrico	28
3.2.2 Dispositivos para avaliação de esforços	31
3.2.3 Anel octogonal	31
3.2.4 Trator	33
3.2.5 Módulo de aquisição de dados	34
3.2.6 Suporte de disco duplo	35
3.3 MÉTODOS	36
3.3.1 Tratamentos	36
3.3.2 Extração e leitura de dados	37
3.3.3 Esquema experimental	38
3.3.4 Análise estatística	38
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	39

4.1	Efeito da força horizontal.....	39
4.2	Efeito da força vertical	40
4.3	Discussão	42
5	CONCLUSÃO	48
6	REFERÊNCIAS	50
	APÊNDICE A – Tabela para força resultante vertical e horizontal	56
	APÊNDICE B – Gráfico força/tempo	68
	APÊNDICE C – Análise estatística para força vertical e horizontal	72
	APÊNDICE D – Fotos do ensaio	84

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Tipos de disco de corte utilizados em semeadoras diretas	20
Figura 2	Hastes sulcadoras	21
Figura 3	Disco duplo defasado	22
Figura 4	Imagem da área experimental	27
Figura 5	Localização geográfica do município de Não-Me-Toque	28
Figura 6	Carro dinamométrico	29
Figura 7	Dimensões de comprimento	29
Figura 8	Dimensões de largura e altura de trabalho	30
Figura 9	Unidade de teste (linha de plantio)	30
Figura 10	Principais partes da linha de plantio de inverno	31
Figura 11	Anel octogonal	32
Figura 12	Calibração da célula de carga	33
Figura 13	Trator ST Max 105	33
Figura 14	Diagrama de uma montagem de um sistema de aquisição de dados .	34
Figura 15	Módulo de aquisição de dados – MGC Plus	35
Figura 16	Diferença angular dos três suportes	35
Figura 17	Representação do conjunto disco duplo	36
Figura 18	Suporte de 36° na velocidade de 12 km/h, 50 mm profundidade	44
Figura 19	Suporte de 34° na velocidade de 12 km/h, 50 mm profundidade	44
Figura 20	Suporte de 38° na velocidade de 12 km/h, 50 mm profundidade	44
Figura 21	Montagem do suporte e discos	84
Figura 22	Calibração do anel octogonal	84
Figura 23	Regulagem e primeiros ensaios	85
Figura 24	Fixação da linha no carro dinamométrico	85
Figura 25	Demarcação da área de teste	86
Figura 26	Unidade de teste, linha de plantio direto	86

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Esquema experimental	38
Tabela 2	Análise de variância para força horizontal	39
Tabela 3	Análise de variância para força vertical	40
Tabela 4	Interação ângulo x força da mola	41
Tabela 5	Interação ângulo x velocidade	42
Tabela 6	Dados da força vertical para velocidade de 4 km/h	56
Tabela 7	Dados da força vertical para velocidade de 8 km/h	58
Tabela 8	Dados da força vertical para velocidade de 12 km/h	60
Tabela 9	Dados da força horizontal para velocidade de 4 km/h	62
Tabela 10	Dados da força horizontal para velocidade de 8 km/h	64
Tabela 11	Dados da força horizontal para velocidade de 12 km/h	66

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Resultado entre interação ângulo x velocidade	43
Gráfico 2	Diferença significativa da força	45
Gráfico 3	Demonstrativo da força unitária para interação ângulo x posição	46
Gráfico 4	Força resultante entre o interação do ângulo x posição	47
Gráfico 5	Ângulo 34°, profundidade 35mm com pressão	68
Gráfico 6	Ângulo 34°, profundidade 35mm sem pressão	68
Gráfico 7	Ângulo 34°, profundidade 50mm com pressão	68
Gráfico 8	Ângulo 34°, profundidade 50mm sem pressão	69
Gráfico 9	Ângulo 36°, profundidade 35mm com pressão	69
Gráfico 10	Ângulo 36°, profundidade 35mm sem pressão	69
Gráfico 11	Ângulo 36°, profundidade 50mm com pressão	70
Gráfico 12	Ângulo 36°, profundidade 50mm sem pressão	70
Gráfico 13	Ângulo 38°, profundidade 35mm com pressão	70
Gráfico 14	Ângulo 38°, profundidade 35mm sem pressão	71
Gráfico 15	Ângulo 38°, profundidade 50mm com pressão	71
Gráfico 16	Ângulo 38°, profundidade 50mm sem pressão	71

1 INTRODUÇÃO

A agricultura no Brasil é um importante pilar da economia. Tal atividade movimentava milhões de toneladas de grãos produzidos por ano, sendo que no fim de 2013 a agricultura representou cerca de 23% do PIB nacional. Atualmente, o país ocupa lugar de destaque mundial na capacidade de produção de alimentos, especialmente sob o sistema de plantio direto na palha cuja área cultivada chega a 31.811.000 de hectares.

O sistema de plantio direto é baseado na premissa básica de manutenção da cobertura de solo com resíduos vegetais, o que resulta na necessidade de máquinas capazes de implantar as culturas subsequentes em tais condições. As empresas fabricantes de máquinas e implementos agrícolas têm o desafio de fornecer novas tecnologias com a responsabilidade de otimizar a prática da semeadura direta minimizando os custos de operação e manutenção dos equipamentos e garantindo a capacidade operacional, sem comprometer a qualidade da semeadura.

Atualmente, as semeadoras destinadas para a implantação de culturas de inverno como trigo, cevada, aveia, são equipadas com disco duplo defasado ou desencontrado, no qual a semente e o fertilizante são depositados pela mesma linha de semeadura. Este elemento rompedor apresenta limitações, principalmente quando submetido ao rompimento em condições de solo compactado ou sobre grandes volumes de restos culturais.

A combinação dos ângulos de ataque e fechamento do disco duplo resulta em um aumento de esforços na penetração do solo, gerando maior demanda de força na linha de semeadura e diminuindo a vida útil de componentes que em alguns casos podem vir a ter falhas prematuras elevando o custo de manutenção e atrasando a semeadura.

Diante destas considerações nota-se que as forças que atuam em elementos de disco duplo devem ser melhor avaliadas já que o disco duplo atua na camada superficial do solo ou seja, a de maior compactação.

O objetivo deste trabalho é avaliar os esforços de um conjunto disco duplo defasado em diferentes ângulos de ataque, identificando se esta variação tem ou não relevância significativa para redução da força na linha de semeadura.

1.1 JUSTIFICATIVA

O sistema de disco duplo defasado tem a sua faixa de atuação na camada superficial do solo a qual apresenta maior compactação. Segundo estudos de Portella (2001) e Faganello (2009), tal condição, além de comprometer a uniformidade na profundidade de deposição das sementes da cultura, aumenta os esforços na linha de semeadura, ocasionando quebras dos componentes articuláveis da linha de semeadura, bem como desgaste prematuro de rolamentos e discos.

1.2 OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo Geral

Avaliar as diferenças das forças atuantes no conjunto de disco duplo defasado através da variação do ângulo de ataque, simulando as condições de velocidade, profundidade e pressão de corte praticadas em situações reais de trabalho no campo.

1.1.2. Objetivos Específicos

Testar a hipótese de que a profundidade de corte dos discos duplos tem interação com a variação do ângulo;

Testar a hipótese de que a pressão de corte tem interação com a variação do ângulo;

Testar a hipótese de que a velocidade tem interação com a variação do ângulo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 SISTEMA PLANTIO DIRETO

O sistema plantio direto pode ser definido como o sistema de semeadura de culturas realizado pela deposição direta de sementes no solo, sem qualquer preparo antecedente.

A semeadura direta surge no Brasil na década de 1970, mais especificamente na região sul do país e se expande para o Brasil central na década de 1980 (ROSA, 2007). Tal avanço se dá devido ao progresso tecnológico das máquinas agrícolas juntamente com a intensificação das pesquisas de manejo de herbicidas, além de outros fatores contribuintes para a implantação do sistema, tais como a rotação de culturas. Atualmente o sistema de plantio direto é conhecido como uma das maiores tecnologias no meio científico na área de ciências agrárias (ROSA, 2007).

O sistema de plantio direto também conhecido como semeadura direta, é a única tecnologia de proteção e conservação do solo no mesmo instante de aplicação de semeadura de culturas subsequentes (DERPESCH et al., 2012).

Awada et al. (2014), cita que as vantagens do sistema plantio direto, dividem-se em econômicas e ambientais. Nas vantagens econômicas inclui-se redução de custos operacionais com máquinas, combustível e carga horária de trabalho. Em relação ao meio ambiente destaca-se saúde do solo e resistência física, química e biológica, restauração do habitat dos animais selvagens e redução na emissão de gases de efeito estufa.

Segundo Shaver (2003), os resíduos culturais oriundos do plantio direto melhoram a capacidade de armazenagem da água, garantindo acréscimo da atividade biológica e controle de erosão do solo. Além disso, a preservação dos resíduos vegetais sobre o solo auxilia na manutenção de umidade em períodos de secas prolongadas, protege o solo contra a radiação solar e o impacto direto das gotas de chuva, diminui os gradientes de variação de temperatura na superfície do solo e aumenta a atividade de microrganismos nas camadas superficiais (LOPES, 1996).

Casão et al. (2000) relatam que a consolidação do sistema plantio direto necessita da resolução de problemas como compactação do solo, baixa fertilidade, presença de ervas

daninhas e aumento do consumo energético em função da seleção inadequada das máquinas existentes.

De acordo com Palma et al. (2010), muitas são as vantagens do plantio direto. Além das melhorias das características agronômicas, tem-se a redução de custos de produção porque não há necessidade das operações de preparo de solo, como aração, subsolagem, escarificação e gradagem.

2.2 SEMEADORA – ADUBADORA

Conforme descrito por Portella (2001), semeadoras-adubadoras são máquinas agrícolas que realizam a operação de semeadura associada à operação de aplicação de fertilizante, segundo razões de distribuição independentes e previamente estabelecidas.

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1994), trata-se de implementos cuja função é a distribuição de sementes no sulco, em linha, individual ou em grupo, com densidade de semeadura preestabelecida. Seguindo a mesma norma, semeadoras de fluxo contínuo estão definidas como implementos que distribuem sementes no sulco de forma contínua em linha, sem individualização de sementes.

Para a realização do plantio direto, tanto em fluxo contínuo quanto em grão a grão, as semeadoras-adubadoras têm como funções básicas a abertura do sulco através de elementos rompedores de solo; a dosagem de sementes e distribuição realizada por elementos de transmissão como rodas dentadas e correntes e a deposição de sementes no solo por meio de tubos condutores. Elas também cobrem e firmam a semente no solo utilizando rodas compactadoras e limitam a profundidade com limitadores que tenham essa função (PORTELLA, 2001).

Além disso, a semeadora deve revolver o solo somente na linha de plantio e promover a mínima remoção de cobertura vegetal, o que contribui para a redução de presença de plantas daninhas e aumento de fertilidade (VIRINDIANA et al. 2006 ; DIAS 2009).

De acordo com Silva (2012), o sucesso da SD vem da seleção adequada de componentes para semeadora-adubadora. Trata-se de uma ação necessária para manutenção da eficácia do sistema. Dentre os itens, os mecanismos de corte da palha têm grande influência na capacidade operacional do equipamento.

2.3 ELEMENTOS ROMPEDORES DE SOLO

Portella (1983) afirma que elementos rompedores de solo são elementos mecânicos utilizados em semeadoras. São empregados, em sua maioria, para assegurar a deposição de fertilizantes e de sementes no solo, em condições ótimas para sua germinação e desenvolvimento.

Considerando que as condições ótimas para o desenvolvimento das culturas dependem, entre outros, do tipo de solo, suas condições físicas, teor de umidade, é óbvio que o projeto de rompedores não pode ser limitado a um tipo universal, capaz de ser usado em qualquer condição de semeadura.

Segundo Balastreire (1990), os sulcadores, como o próprio nome indica, são implementos destinados a abrir um sulco no solo. Este sulco será utilizado para plantio ou semeadura de alguma cultura. O mesmo autor cita que existe mais de um tipo de sulcador nas semeadoras com características diferentes como, por exemplo, profundidade e precisão na deposição de semente e fertilizante.

Tessier et al. (1991), confirmam que, o projeto do sulcadores tem consequência direta na perturbação da superfície do solo e nos níveis de compactação na linha de semeadura.

De acordo com Portella (2001), deve ser dada uma atenção especial aos elementos rompedores de solo das semeadoras, principalmente pelas dificuldades impostas por esta técnica de cultivo. Uma delas é o rompimento do solo na linha da semeadura, que é agravada pelo crescente aumento de restos culturais na superfície. Esses restos culturais giravam em torno de três toneladas por hectare (matéria seca), quando do início do plantio direto no Brasil, na década de 1970. Atualmente, recomenda-se dependendo da rotação de culturas uma média entre 4 – 6 t/ha/ano.

O desenvolvimento de semeadoras para plantio direto, no Brasil, teve como base o aprimoramento de rompedores de solo. Todo esse trabalho, iniciado com a enxada rotativa, passou pelo sistema de triplo disco, pelo sistema de facão, pelo sistema de disco duplo desencontrado e por sistemas combinados, gerando conhecimentos que culminaram em uma série de modelos comerciais de semeadoras para plantio direto hoje disponíveis no mercado. Cada modelo possui suas particularidades construtivas, versões e opções de mecanismos rompedores de solo. Os sistemas mais comumente empregados são: sistema de disco duplo desencontrado na semeadura das culturas de inverno, com espaçamentos reduzidos entre as linhas de semeadura (inferior a 200 mm) e sistema múltiplo (disco de corte, faca e disco

duplo), na semeadura de culturas de verão com espaçamentos maiores entre as linhas (acima de 300 mm).

A eficiência no rompimento de solo em uma semeadora para PD está ancorada em três pilares: corte de palha; fluxo de palha; abertura dos sulcos de semeadura e de fertilização (PORTELLA, 2001).

Para o bom desempenho em termos de rompimento de solo, além de considerar-se a geometria dos elementos rompedores, há de levar em conta o arranjo e a disposição destes sob a semeadora. Nesse sentido, o elemento rompedor deverá ter uma flutuação vertical ampla, independente e com carga uniforme, para acompanhar adequadamente os micro-relevos da superfície do solo. A flutuação vertical dos elementos rompedores está diretamente relacionada com o curso do elemento de transferência de força, que tradicionalmente é feito através do uso de molas helicoidais de compressão ou de tração. Maior flutuação é obtida através do aumento do comprimento de mola ou através do uso de artifícios tais como montagens pantográficas ou aumento de coeficiente de mola (materiais e dimensões) conjugado com o ponto de sua fixação ao chassi (princípio da alavanca).

Segundo Almeida e Silva (2000), a presença de resteva no sistema de plantio direto implica a necessidade de semeadoras adubadoras apropriadas para o corte de densas camadas de cobertura vegetal e deposição de sementes e adubo no solo não revolvido, uma vez que uma boa colocação de sementes depende da capacidade da semeadora em cortar os resíduos presentes na superfície do solo. Muitos pesquisadores têm se ocupado em avaliar e discutir o uso de sistemas de corte de palha e abertura de sulco para o plantio direto. Dentre os problemas encontrados o principal a ser pesquisado é o da ancoragem da palha, ou seja, aquela palha que entra para dentro do sulco sem sofrer o corte. Recebe a semente e não há contato com o solo causando falhas de emergência.

Quanto ao fluxo de palha sob a semeadora, dois aspectos são importantes: a altura do chassi em relação à superfície do solo (vão livre) e a defasagem entre elementos rompedores de solo (PORTELLA, 2001).

O fluxo de palha sob a semeadora, também será melhor quanto maior for a defasagem entre os elementos rompedores. Tal defasagem acontece tanto no sentido longitudinal quanto no sentido transversal entre as linhas de semeadura.

O sucesso do sistema de manejo sem perturbação do solo depende do desempenho de máquinas de PD. A máquina tem que depositar a semente na profundidade adequada em diferentes condições de solo, incluindo a não aração em solos de alta densidade de resteva e

elevada umidade. Além disso, tal desempenho é diretamente afetado pelo tipo de abridor de sulco (JAVADI et al. 2012).

Quanto à abertura dos sulcos da semeadora e fertilização, basicamente são dois os tipos de elementos rompedores mais utilizados em semeadoras para PD: disco duplo desencontrado e facas sulcadoras. A diferença entre estes dois elementos rompedores refere-se à demanda de energia. Discos demandam maior força vertical para penetração com menor esforço de tração, enquanto que as facas exigem menor força vertical, porém demandam maior esforço de tração (PORTELLA, 2001).

Quanto à opção pelo sistema rompedor de solo do tipo disco duplo desencontrado, dentre os vários modelos comerciais disponíveis, os conjuntos que tendem a ter um melhor desempenho são aqueles cujo ângulo de junção é pequeno ($< 8^\circ$) e cuja defasagem mínima é superior a 35mm. Além de resultar em menor demanda de energia nessas configurações, também resultam em menor revolvimento do solo (PORTELLA, 2001).

2.3.1 Disco de Corte

O disco de corte tem por função facilitar o trabalho da haste sulcadora e do disco duplo, pois é um facilitador que faz o corte dos restos culturais evitando o embuchamento na haste sulcadora e reduzindo a demanda de pressão vertical de rompimento de solo, no caso do disco duplo.

Os discos de corte apresentam diferentes formatos e diâmetros podendo ser lisos, estriados, corrugados, ondulados ou recortados, conforme ilustra a Figura 1. Discos lisos e afiados cortam melhor através de resíduos e demandam menos peso para penetração, contrastando com discos ondulados que possuem maior superfície específica de corte. Discos de corte de menor diâmetro demandam menos peso, mas estão sujeitos à patinação (PORTELLA, 2001).

Mion & Benez (2008) também relatam que o mecanismo de abertura de sulco do tipo disco ondulado necessita de maior força horizontal para romper o solo, isto devido a sua geometria que resulta numa mobilização maior do solo, porém para força vertical o seu desempenho é semelhante ao do disco liso.

Os esforços resultantes em discos lisos e estriados são semelhantes, pois demandam menos carga para penetração e corte de palha, enquanto elementos rompedores do tipo disco

ondulado e estriado estão menos sujeitos à patinagem, conforme abordado por Faganello et al. (1992) e Mion et al. (2008).

Figura 1 - Tipos de discos de corte utilizados em semeadoras diretas.



Fonte: Metisa

2.3.2 Hastes Sulcadoras

As hastes sulcadoras também são conhecidas como facas e tem como principal finalidade a deposição de fertilizante em profundidades em torno de 10 a 15 cm. Sua espessura deve ficar em torno de 2 cm. As facas ou hastes podem ter diversos formatos, conforme mostrado na Figura 2. São constituídas de um ângulo de ataque (ângulo 20° - 25° em relação ao solo), o que favorece a penetração e o rompimento do solo (PORTELLA, 2001).

A aplicação da haste sulcadora necessita da colocação do disco de corte frontal para que se tenha um desempenho satisfatório além da defasagem entre as linhas de plantio para evitar o acúmulo de restos de culturas.

A semeadura satisfatória com aplicação da haste sulcadora deve ser promovida com o mínimo de distúrbio possível na superfície do solo, pois afeta a cobertura por resíduos propiciando o surgimento de plantas daninhas em meio às culturas exploradas economicamente (CEPIK et al. 2005).

Estudos realizados por Soulhjou et al. (2014), revelam que hastes com inclinação lateral e espessura fina promovem revolvimento do solo sem grande perturbação no sulco e

um melhor controle do revolvimento do solo, resultando em baixa germinação de ervas daninhas em meio a cultura semeada.

Figura 2 - Hastes sulcadoras.



Fonte: Semeato

2.3.3 Disco Duplo Defasado

O disco duplo defasado, apresentado na Figura 3, é composto por dois discos planos de diâmetros diferentes, sendo os centros dos discos coincidentes ou não. Por sua configuração, corta a palha e abre um sulco no solo para a colocação de semente e/ou fertilizante (PORTELLA, 2001).

Um conjunto de discos duplos cortando a superfície do solo passa, com relativa facilidade, sobre obstáculos encontrados em seu percurso tais como pedras, torrões e resíduos de cultura anterior. Tal conjunto de discos é frequentemente encontrado em semeadoras diretas, pois as condições citadas anteriormente são comuns (PORTELLA, 1983).

De acordo com Mion et al. (2008), o disco duplo apresenta vantagens em esforços transversais se comparado com disco de corte, pois a disposição de um disco de cada lado garante maior estabilidade e apoio. Por apresentar este arranjo construtivo e maior área de contato com o solo, o disco duplo necessita de maior força vertical para cortar a palha e romper o solo.

O ângulo entre os discos pode variar entre 9° e 12°. O sulcador de disco duplo pode fazer um sulco em formato de “V” quase perfeito, para que a semente fique em contato mais direto com o solo firme e úmido no fundo do sulco.

O aspecto mais crítico para semear com sucesso sobre uma camada de restos culturais deixados na superfície do solo é cortar esta camada e colocar a semente e o fertilizante em contato com o solo. Embora muitos esforços tenham sido feitos, inexistente um consenso entre pesquisadores, projetistas de máquinas e agricultores quanto a melhor maneira de suplantare a dificuldade imposta pela presença da palha na abertura e fechamento do sulco, por ocasião da semeadura.

Sabe-se, no entanto, que desta ação de abertura e fechamento de sulco obtêm-se condições diferenciadas de microclima na região próxima da semente, que resultarão em uma melhor ou pior emergência de plantas.

A obtenção deste microclima favorável é o aspecto primordial para caracterizar, ou melhor, para diferenciar os conjuntos que depositam a semente no solo, uma vez que o índice de emergência (plantas emergidas / sementes viáveis depositadas) parece ser o melhor parâmetro para avaliar o desempenho dos conjuntos rompedores/depositadores de semente.

Figura 3 - Disco duplo defasado.



Fonte: Walker, 2013

2.4 EFEITO DA PROFUNDIDADE DE TRABALHO E COMPACTAÇÃO DO SOLO

Os efeitos da profundidade de trabalho na operação de semeadura têm relação direta com as características do solo, o tipo de elemento rompedor utilizado, além das condições de cobertura e umidade. É comprovado que o elemento rompedor que possui melhor desempenho para alívio dos efeitos de compactação do solo é a haste sulcadora. Comparando o desempenho da haste sulcadora com disco duplo, Faganello (2009) e Vamerali et al.(2006), comprova que a haste, além de promover a mitigação da compactação solo, apresenta menor reação de esforços na barra de tração do que o disco duplo ensaiado em latossolo vermelho. O mesmo autor confirma que o sistema radicular da cultura do milho quando semeado com a haste sulcadora apresentou desenvolvimento mais abundante e profundo do que o tratamento com semeadora equipada com disco duplo defasado.

Em muitos casos a compactação do solo é resultante da ação de forças mecânicas, vindas de tráfego de máquinas e/ou pisoteio de animais sobre o solo e da ação da água de percolação no perfil do solo, transportando partículas dispersas (KOCHHANN apud ANDREOLLA, 2006).

Especificamente no Sul do Brasil, em áreas destinadas à integração lavoura-pecuária, a época destinada ao pastejo se dá no período de inverno/primavera coincidente com a época do ano de maior umidade do solo, o que favorece a compactação (BASSANI, 1996).

O pastejo em áreas de integração lavoura-pecuária altera as características físicas do solo, sendo este efeito mais acentuado em condições de pastejo com solo úmido. Tal condição promove alteração nas condições de densidade e resistência à penetração dos elementos rompedores (ANDREOLLA, 2006).

As operações de semeadura das principais culturas comerciais (trigo, soja, milho e sorgo) estão no limite de profundidade, entre 2 e 7 cm. Assim sendo, a resistência que o solo oferece à penetração e ao movimento do elemento rompedor neste limite de profundidade está influenciada, principalmente, pelo teor de argila, grau de compactação e teor de umidade (PORTELLA, 1983).

Estudos realizados por Cepik et al. (2005), comprovam que uma haste sulcadora atuando de 6 a 12 cm de profundidade, em solo arenoso na condição de seco e friável, requer um aumento de força de tração superior ao solo úmido, diferente dos valores encontrados por Siqueira et al. (2001), que realizaram os ensaios em 13 modelos diferentes de sulcadores em profundidade média 13 cm nas condições de solo argiloso.

Independente do tipo de solo e das condições de umidade e compactação para que se obtenha maior eficiência na deposição da cultura desejada a seleção dos elementos rompedores deve ser coerente e de acordo com a severidade da aplicação.

2.5 FORÇAS ATUANTES

Um fator de grande influência no plantio direto são as forças atuantes nos elementos rompedores, que têm um papel importante no desempenho das semeadoras-adubadoras. Na maioria das vezes, as forças que atuam são influenciadas pela cobertura do solo, velocidade de deslocamento, tipo de solo e teor de água.

Vários autores ao longo do tempo vêm pesquisando a demanda de potência na barra de tração em semeadoras-adubadoras e suas mais variadas configurações. Virindiana et al. (2006) constataram que um solo com cobertura espontânea de *Brachiaria plantaginea* requer maior força de tração para haste sulcadora na profundidade média de 12 cm, quando comparada com o mesmo, cobertura de aveia dessecada e aveia rolada.

Ao avaliar a potência requerida por semeadoras-adubadoras e seus diferentes mecanismos sulcadores, em solo argiloso, Mahl et al. (2007) e Andreolla e Gabriel Filho (2010) comprovaram que as demandas de potência foram influenciadas pelo tipo de mecanismo sulcador e pela velocidade de deslocamento do conjunto mecanizado. Constataram ainda que, entre os tipos de sulcadores avaliados, o facão é o que exige a maior potência, resultante da sua maior profundidade de atuação e mobilização de solo.

De acordo com estudos realizados por Mantovani et al. (1992) e Machado et al. (2007) a força exigida para tracionar uma semeadora é inferior ao recomendado pelos fabricantes de máquinas agrícolas. Os autores comentam que esta divergência se dá pelo aumento de áreas com diversos tipos de solo cultivados no manejo de semeadura direta e para que não ocorram problemas na recomendação de força de tração os fabricantes das semeadoras indicam valores bem acima do necessário.

Cepik et al. (2010) afirmam que a demanda de tração de uma semeadora, quando submetida a operações de abertura de sulco, apresenta alterações significativas frente ao tipo de cobertura e profundidade do elemento rompedor.

Nieuwenburg et al. (1992) confirmam que, a geometria da aresta do disco de corte tem forte influência na força de corte. Os autores comprovaram que disco com aresta no formato de cunha apresenta redução na força de corte devido a redução de atrito com o solo.

Faganello et al. (1990) comprovaram que há diferença significativa entre as forças horizontais e verticais dos elementos rompedores. Os autores identificaram que a força de tração é maior para hastes sulcadoras, quando comparado ao sistema triplo disco. Além disso, para o sistema de haste, a força vertical para rompimento do solo é consideravelmente inferior ao tipo disco triplo. Este fato é confirmado devido à diferença de geometria dos elementos rompedores.

2.6 EFEITO DA VELOCIDADE DE TRABALHO

A velocidade de trabalho tem um papel de grande importância na operação de semeadura direta, tanto para uma eficiente deposição das sementes, quanto na distribuição de esforços resultantes no conjunto trator-semeadora. Quando a utilização da semeadora é feita de maneira adequada, melhora a capacidade efetiva de trabalho, facilita as tarefas do homem do campo, possibilita a expansão das áreas de plantio, proporciona melhores produtividades e permite atender ao cronograma de atividades em tempo hábil (MODOLO, 2003).

O aumento de velocidade na operação de semeadura apresenta diferenças significativas quanto ao tipo de elemento rompedor na relação de esforços na barra de tração. Dessa forma, é possível afirmar que, pode ser projetada uma semeadora-adubadora para sistema de semeadura direta com menores exigências energéticas sem comprometer a qualidade da semeadura (SIQUEIRA, 2001).

Os mesmos autores, avaliando quatro semeadoras-adubadoras na operação de semeadura de soja, detectaram um aumento significativo no requerimento da força de tração e potência média e máxima na barra de tração, quando a velocidade de deslocamento variou de 4,7km/h para 8,3km/h.

Milagres et al. (2015), constataram que uma semeadora-adubadora configurada com elementos rompedores de solo do tipo disco duplo ao variar a velocidade de 3,7 km/h para 7,6 km/h, não apresentou influencia significativa na força requerida para tração do implemento. Porém, quando a semeadora-adubadora estava montada com sulcador do tipo haste para as mesmas velocidades, obteve-se um acréscimo significativo da força de tração. Isto confirmando o fato que a semeadora-adubadora equipada com elemento rompedor do tipo haste requer maior força de tração que semeadoras equipadas com disco duplo para sistema de deposição de adubo.

Canova et al. (2007), ao avaliar as velocidades de deslocamento de 6,0, 8,0 e 9,0 km/h associadas a modificação em mecanismos dosadores de sementes, comprovaram que o

aumento na velocidade de deslocamento interfere na distribuição da semente, sendo que a menor velocidade proporcionou densidade de semeadura mais próximas do planejado. Estes resultados apresentados são semelhantes aos encontrados por Cortez et al. (2006), que variando a velocidade de 4,2, 4,8 e 6,0 km/h, aplicados na cultura de soja, tiveram uma redução no número de espaçamentos aceitáveis em uma semeadora-adubadora pneumática de maneira que quanto maior a velocidade, menor a quantidade de espaçamentos aceitáveis e maior a quantidade de espaçamentos falhos.

Trintin et al. (2005); Oliveira (1997), comprovam em ensaios realizados, que o aumento de velocidade proporciona o aumento da capacidade operacional do conjunto trator-semeadora e, por consequência, o acréscimo no consumo de combustível e na demanda de potência média na barra de tração.

Além das variáveis características de cada elemento rompedor, as quantidades de linhas de semeadura ou fertilizante tem relação direta com a capacidade operacional da semeadora. O número de linhas, bem como o espaçamento, interferem significativamente no comportamento da semeadora, aumentando a força na barra de tração (LEITE, 2001).

O adequado corte da palha e rompimento do solo permitem um aumento na eficiência operacional das semeadoras. Além disso, a correta escolha do elemento rompedor garante boa relação energética do implemento com o trator redução do consumo de combustível e principalmente a deposição correta das sementes da cultura.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios conduzidos neste trabalho foram desenvolvidos na área da Fazenda Experimental Stara, pertencente à Stara indústria de máquinas agrícolas, no município de Não-Me-Toque – RS no mês de Agosto de 2014.

Utilizando-se um carro dinamométrico especialmente projetado para este trabalho, foram medidas as forças vertical e horizontal atuantes sobre três suportes de disco duplo com diferentes ângulos de ataque. Variou-se a velocidade de deslocamento em três níveis, enquanto que a profundidade de trabalho e a pressão sobre a linha variaram em dois níveis.

3.1 CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE TESTE

A área onde os testes foram conduzidos (Figura 4) está situada no município de Não-Me-Toque, na região Norte do estado do Rio Grande do Sul (Figura 5), sob as coordenadas geográficas de $28^{\circ}29'08''$ de latitude e $52^{\circ}49'32''$ de longitude e a uma altitude média de 514m acima do nível do mar.

Figura 4 - Imagem da área experimental



Fonte: Google Earth

Figura 5 - Localização geográfica do município de Não-Me-Toque.



Fonte: wikipedia

O solo da região é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico, de acordo com o sistema brasileiro de classificação de solos (EMBRAPA, 2006), e é constituído por 50% de argila, 20% de silte e 30% de areia, sendo portanto considerado como um solo argiloso (WIETHOLTER, 2011). No dia dos ensaios, o teor de umidade do solo era de 25%.

3.2 MATERIAL

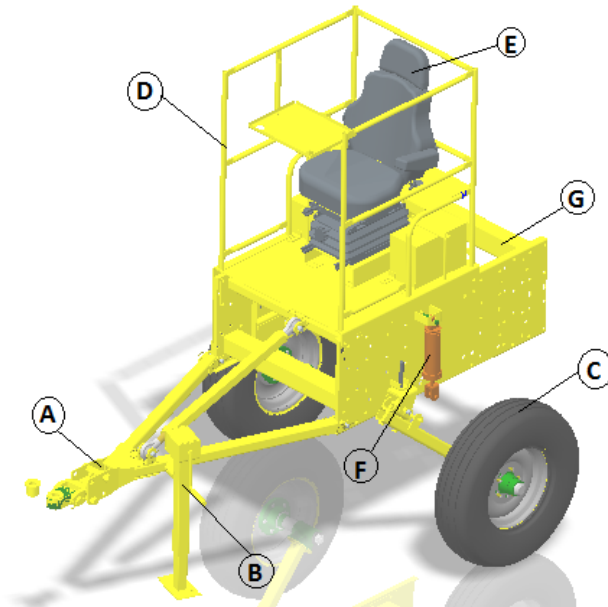
3.2.1 Carro dinamométrico

Para obter os dados das forças atuantes identificadas por esta pesquisa, foi utilizado um carro dinamométrico confeccionado pelo setor de engenharia experimental da Stara. O carro foi projetado com o intuito de promover medições em todos os modelos de linha de plantio.

Este carro é constituído de um cabeçalho rígido baseado no projeto de um cabeçalho de semeadora de arrasto para garantir a regulagem e alinhamento do carro em relação à posição de trabalho. A plataforma do operador é constituída por uma mesa onde pode ser posicionado um microcomputador portátil ou CPU. Além disso, o trabalho de medição a campo pode ser feito com o operador devidamente sentado e protegido por um corrimão que obedece à norma de segurança NR12. A Figura 6 mostra os principais conjuntos que constituem o carro dinamométrico.

Figura 6 - Carro dinamométrico. A – cabeçalho,

**B- macaco de levante; C – conjunto rodado; D – corrimão proteção; E – acento e plataforma de operação;
F – Atuador hidráulico; G – chassi.**



As principais dimensões do carro são apresentadas nas Figuras 7 e 8 tendo sido projetadas para proporcionar a estabilidade do teste mesmo em terrenos inclinados. O par de atuadores hidráulicos foi dimensionado para atuar em um sistema escravo tendo sido utilizado apenas um comando do trator.

Figura 7 - Dimensões de comprimento.

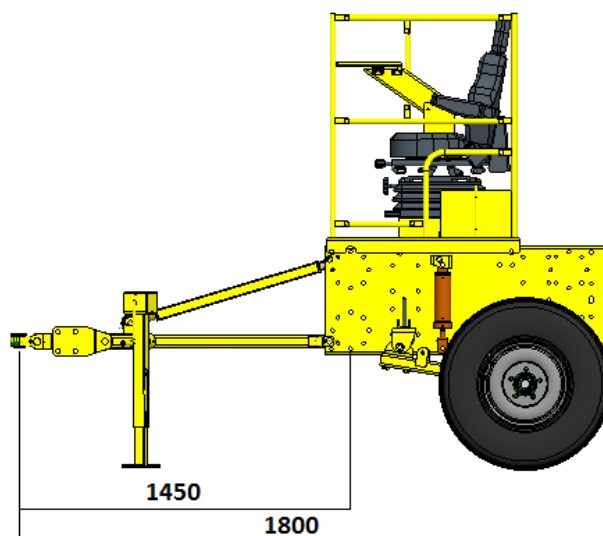
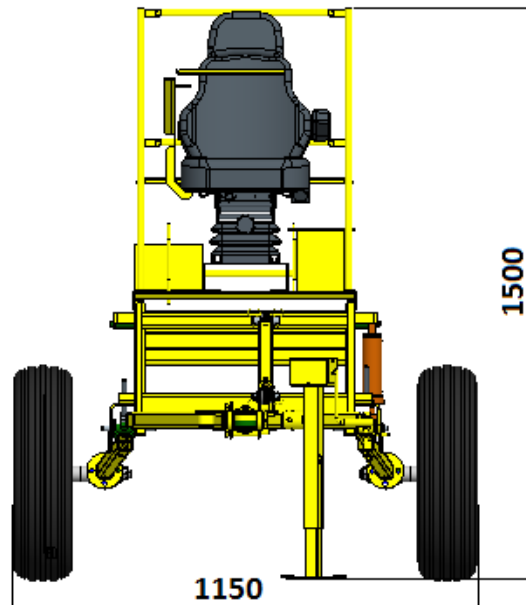
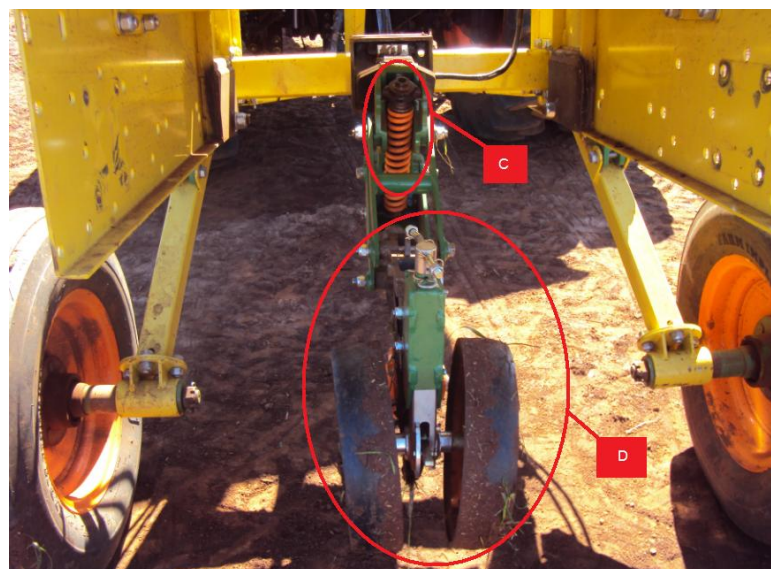


Figura 8 - Dimensões de largura e altura de trabalho.



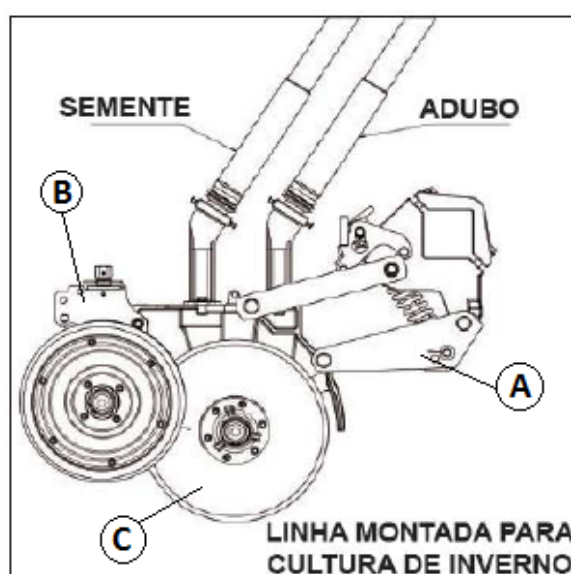
Na parte inferior do carro, encontra-se a unidade de testes, constituída do conjunto da linha de sementeira ao qual foram acoplados os suportes de discos duplos com suas respectivas variações de ângulos (Figura 9).

Figura 9 - Unidade de teste (linha de sementeira). C - mola helicoidal para regulagem de pressão da linha, D - Limitadora.



A unidade de teste (linha de plantio) divide-se basicamente em três principais conjuntos: suporte de fixação e braços pantográficos, suporte disco duplo e rodas limitadoras de altura (Figura 10). No suporte e nos braços pantográficos encontra-se uma mola helicoidal que garante a pressão no conjunto. Esta pressão (para a linha de inverno) varia entre 210 kgf – 294 kgf, e na semeadora-adubadora em condições de semeadura, todas as linhas devem ser reguladas com a mesma pressão de corte e mesma altura das rodas limitadoras.

Figura 10 – Principais partes da linha de plantio de inverno. A – Suporte de fixação e braços pantográficos, B – Rodas limitadoras de profundidade, C – Suporte disco duplo.



3.2.2 Dispositivos para avaliação de esforços

Para obter as forças atuantes no conjunto de disco duplo, foram utilizados os seguintes equipamentos:

- a) Anel octogonal
- b) Trator
- c) Módulo de aquisição de dados
- d) Software de pré/pós-processamento

3.2.3 Anel octogonal

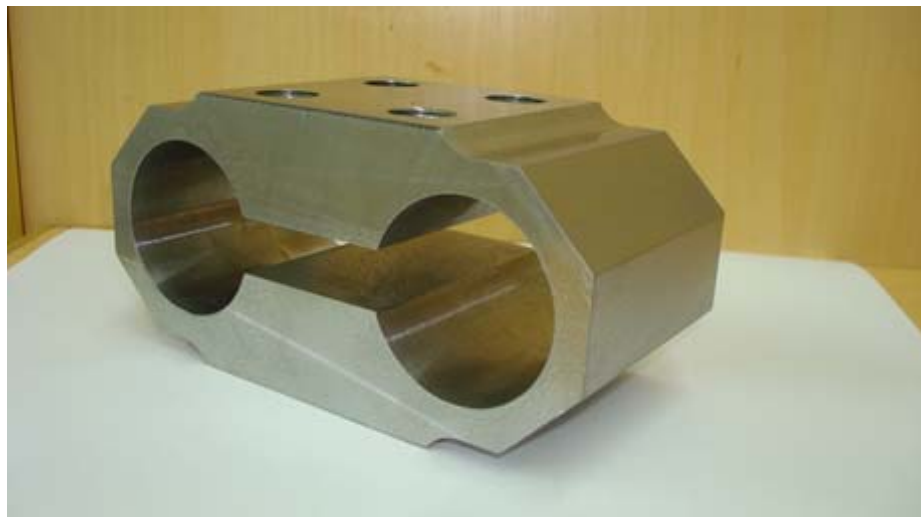
A célula de carga é um transdutor resistivo que utiliza extensômetros (resistores elétricos) elétricos de resistência para transformar a deformação mecânica de um material em um sinal elétrico. Um transdutor é definido como qualquer dispositivo capaz de transformar

um tipo de sinal em outro, para permitir o controle de processos e efetuar medições de variáveis mecânicas, podendo ser utilizada para muitas outras aplicações. Os extensômetros também conhecidos como (*strain gages*), são sensores que possibilitam a determinação de uma deformação sofrida por uma estrutura submetida a uma força, isso é possível devido sua variação de resistência elétrica a qual é diretamente proporcional a força aplicada.

Extensômetros elétricos de resistência, desde que colados convenientemente, tem grande aplicação na determinação experimental de tensões, pois através deles é possível determinar com precisão a magnitude de forças das quais estruturas podem estar submetidas.

O tipo de célula de carga utilizado no experimento foi o anel octogonal confeccionado em aço SAE 4140 (Figura 11), calibrada dentro do laboratório de análise estrutural Stara.

Figura 11- Anel octogonal.



O anel octogonal foi instrumentado com extensômetros elétricos de resistência (*strain gages*), unidirecionais, de marca Excel sensores, ilustrado na Figura 12. Todos os sinais são conduzidos através de cabo para um amplificador de sinais.

Figura 12 – Calibração da célula de carga.



3.2.4 Trator

Foi utilizado um trator Stara ST MAX de 105 CV com transmissão 12x12 sincronizada e eixo dianteiro 4x2 T.D.A. com rodado traseiro duplado (Figura 13).

Figura 13 - Trator ST Max 105.



3.2.5 Módulo de aquisição de dados

O sistema de aquisição de dados é dividido basicamente em 4 partes. (Figura 14):

- a) Sensores / Transdutores
- b) Condicionador de sinais
- c) Conversor Analógico/Digital & controle
- d) Software

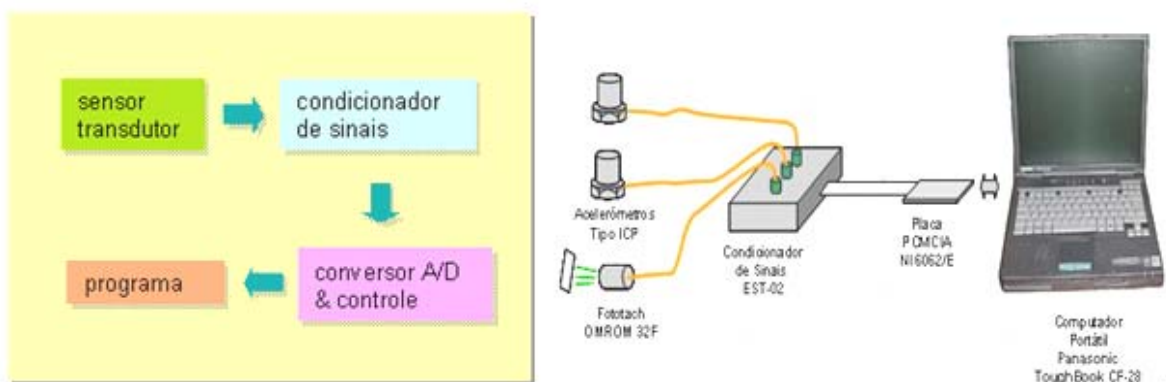
Os sensores / transdutores são os elementos que captam variações físicas e convertem-nas em sinais e impulsos elétricos. Transdutor é um termo usado para designar alguns tipos de sensores. Em um sistema de aquisição de dados a escolha dos sensores é um passo importante para a obtenção dos resultados com a precisão adequada.

Os condicionadores de sinais são circuitos eletrônicos que adequam os sinais analógicos para a conversão digital.

O conversor A/D (analógico para digital) é o elemento responsável por traduzir uma grandeza elétrica numa representação numérica adequada ao tratamento digital do sinal.

O software de Aquisição de Dados é o responsável pelo controle do sistema, permitindo ao usuário parametrizar, comandar e monitorar o processo de aquisição de dados. Os programas de aquisição de dados armazenam os sinais captados na forma de arquivos que podem ser consultados posteriormente. Estes programas possibilitam a visualização e edição dos dados aquisitados, bem como a geração de relatórios e outras documentações impressas.

Figura 14 - Diagrama de uma montagem de um sistema de aquisição de dados.



O sistema de coleta e aquisição de dados utilizado foi o sistema de amplificação de medição (MGC plus) da HBM, alimentado por uma unidade de corrente contínua. O software empregado para a leitura e conversão dos sinais coletados para pré e pós-processamento, é denominado Catman Easy também da empresa Hottinger Baldwin Messtechnik (HBM). Todos os instrumentos de coleta de dados foram fixados na mesa do carro dinamométrico (Figura 15).

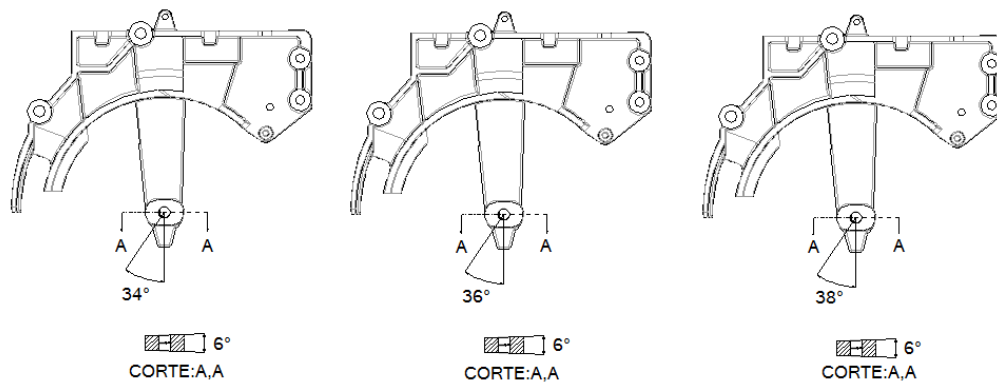
Figura 15 - Módulo de aquisição de dados – MGC Plus.



3.2.6 Suporte de disco duplo

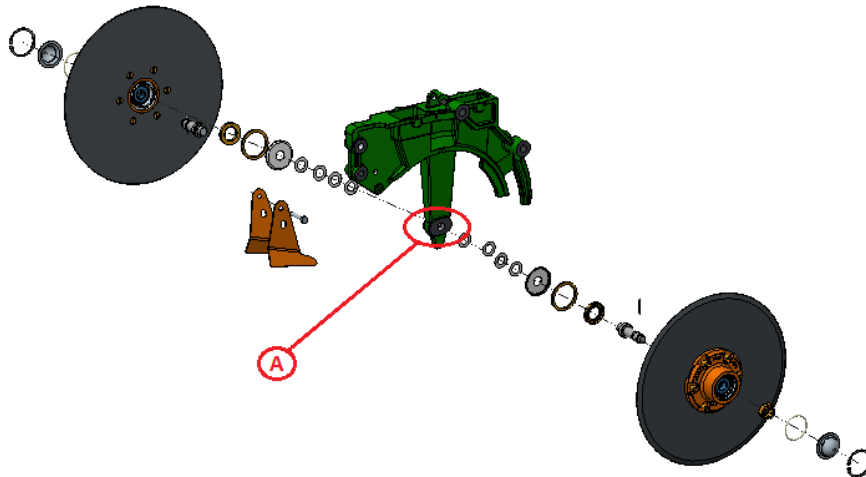
No processo de simulação nas condições de plantio, foram montados no conjunto da linha de plantio os suportes de disco duplo defasado que foram intercambiados no decorrer do experimento. Os três suportes foram usinados com o ângulo de fechamento exatamente iguais, tendo a variação somente no ângulo de ataque conforme a Figura 16.

Figura 16 – Diferença angular dos três suportes.



A configuração de discos escolhida foi a 15"x16". O disco de 16" foi montado do lado direito e 15", no esquerdo, observando-se pela direção de trabalho, sempre atrás do implemento. Todo o restante dos componentes que fazem parte do conjunto não sofreram alterações de projeto e foram montados com o mesmo roteiro de montagem da produção. A Figura 17 indica de forma representativa todos os componentes que constituem o conjunto disco duplo e seus componentes, podendo ser observado na figura o ponto exato de variação do ângulo.

Figura 17 – Representação do conjunto disco duplo. A – Região que sofreu alteração de ângulo.



3.3 MÉTODOS

3.3.1 Tratamentos

O experimento foi conduzido com discos duplos defasados que é, atualmente, o elemento rompedor de solo mais empregado para semeadura de culturas de inverno no Brasil. Cada suporte tinha um ângulo de ataque diferente (34° , 36° e 38°), sendo que o ângulo comercial utilizado atualmente é de 34° .

Conforme regulagem de pressão da linha de plantio, que se dá através de compressão de uma mola helicoidal, foi possível regular dois níveis de pressão 210 kgf e 294 kgf. Em cada variação de pressão de corte foram empregadas duas profundidades de corte (3,5cm e 5,0cm) e três velocidades de deslocamento (4km/h, 8km/h e 12km/h).

A regulagem da profundidade foi ajustada através do conjunto limitador de profundidade acoplado ao suporte de disco duplo. Tanto a profundidade de corte quanto a velocidade empregadas neste trabalho foram em decorrência da capacidade operacional do conjunto semeadora-adubadora e trator comercializados atualmente.

Os ensaios foram realizados em uma área de campo, com cobertura de solo espontânea de azevém e palhada de milho. A área foi dividida em parcelas de 5 metros úteis (centro da parcela), para cada velocidade estabelecida, em comprimento total de 15metros. Os tratamentos foram organizados e divididos da seguinte forma:

- DP34-01 – Conjunto disco duplo 34° sem pressão profundidade 3,5cm.
- DP34-02 – Conjunto disco duplo 34° com pressão profundidade 3,5cm.
- DP34-03 – Conjunto disco duplo 34° sem pressão profundidade 5,0 cm.
- DP34-04 – Conjunto disco duplo 34° com pressão profundidade 5,0 cm.
- DP36-01 – Conjunto disco duplo 36° sem pressão profundidade 3,5cm.
- DP36-02 – Conjunto disco duplo 36° com pressão profundidade 3,5cm.
- DP36-03 – Conjunto disco duplo 36° sem pressão profundidade 5,0 cm.
- DP36-04 – Conjunto disco duplo 36° com pressão profundidade 5,0 cm.
- DP38-01 – Conjunto disco duplo 38° sem pressão profundidade 3,5cm.
- DP38-02 – Conjunto disco duplo 38° com pressão profundidade 3,5cm.
- DP38-03 – Conjunto disco duplo 38° sem pressão profundidade 5,0 cm.
- DP38-04 – Conjunto disco duplo 38° com pressão profundidade 5,0 cm.

3.3.2 Extração e leitura de dados

A extração e a coleta dos dados foram feitas através do anel octogonal acoplado à unidade de plantio, conectado ao módulo de aquisição de dados, que por sua vez, transmitia as informações ao laptop que fazia a leitura em uma taxa de 10 amostras/segundo (10 Hertz).

3.3.3 Esquema experimental

A área experimental foi delimitada basicamente em três faixas cada uma contendo doze tratamentos divididos em três blocos inteiramente casualizados conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1 - Esquema experimental.

	5 metros V= 4km/h	5 metros V= 8km/h	5 metros V= 12km/h
1	DP34-01	DP34-01	DP34-01
	DP38-02	DP38-02	DP38-02
	DP36-01	DP36-01	DP36-01
	DP34-04	DP34-04	DP34-04
2	DP38-03	DP38-03	DP38-03
	DP36-04	DP36-04	DP36-04
	DP34-02	DP34-02	DP34-02
	DP36-03	DP36-03	DP36-03
3	DP38-01	DP38-01	DP38-01
	DP38-04	DP38-04	DP38-04
	DP36-02	DP36-02	DP36-02
	DP34-03	DP34-03	DP34-03

3.3.4 Análise estatística

Para comparação das médias, foi utilizado o teste da ANOVA com um delineamento experimental fatorial $3 \times 3 \times 2 \times 2$, com nível de significância de 0,05. Foi utilizado o software livre SISVAR, da Universidade Federal de Lavras.

A análise estatística foi desenvolvida para avaliar a interação dos tratamentos principais de variação do ângulo de ataque do suporte de disco duplo (34° , 36° e 38°), com os tratamentos secundários de velocidade (4km/h, 8km/h e 12km/h), mais a variação de pressão da mola de regulagem da linha (com pressão 210 kgf (SP), e sem pressão 293 kgf (CP)), e profundidade do disco (3,5cm e 5,0cm).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 EFEITO DA FORÇA HORIZONTAL

Na Tabela 2, são apresentados os tratamentos para efeito da força horizontal. A analisados através do delineamento ANOVA. A análise estatística aponta diferenças significativas do ângulo de ataque, bem como na profundidade de penetração no solo.

Tabela 2 – Análise de variância para força horizontal.

Causas de Variação	GL	SQ	QM	VALOR F	PR>FC
Ângulo	2	681,033	340,516	11,894	0,0014
Velocidade	2	81,623	40,811	1,425	0,2783
Profundidade	3	3482,335	1160,778	40,544	0,0000
Ângulo x Vel.	4	32,549	8,137	0,284	0,8826
Ângulo x Prof.	6	299,672	49,945	1,744	0,1939
Veloc. x Prof.	6	137,042	22,840	0,798	0,5896
Erro	12	343,563	28,630		
Total	35	5057,822			

CV (%): 6,74

Média geral: 79,422

Número de observações: 36

Efeito do Ângulo

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
34	74.508333	a
38	78.675000	a
36	85.083333	b

Efeito da Velocidade

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
12	77.358333	a
8	80.000000	a
4	80.908333	a

Efeito Profundidade e Pressão

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
35SP	67.533333	a
50SP	72.322222	a
35CP	86.188889	b
50CP	91.644444	b

As médias apresentadas comprovam que, o disco com ângulo de 34 graus apresentou menores taxas de força horizontal, sendo 5,6 % inferior ao suporte de 38 graus e 14,2 % inferior ao suporte de 36 graus.

Analisando-se os dados da Tabela 2 verifica-se que apenas os ângulos testados e a profundidade de trabalho (posição sobre pressão) tiveram diferenças estatísticas significativas. Entre os ângulos o de menor força requerida foi o de 34° e a profundidade de trabalho de 35mm demandou cerca de 30% a menos na força horizontal. Surpreendentemente as velocidades não apresentaram diferenças significativas, ou seja, tracionar a semeadora entre 4 e 12 km/h não altera a demanda de tração para estes discos duplos testados.

4.2 EFEITO DA FORÇA VERTICAL

Na tabela 3, são apresentados os tratamentos para efeito da força vertical. Verifica-se que a análise estatística aponta diferença significativa do suporte com ângulo de ataque de 34 graus resultado diferente da variação encontrada para força horizontal.

Tabela 3 – Análise de variância para força vertical.

Causas de Variação	GL	SQ	QM	VALOR F	PR>FC
Ângulo	2	125,362	62,681	6,397	0,0129
Velocidade	2	435,290	217,645	22,211	0,0001
Profundidade	3	7700,485	2566,828	261,945	0,0000
Ângulo x Vel.	4	148,772	37,193	3,796	0,0322
Ângulo x Prof.	6	175,168	29,193	2,979	0,0508
Velocidade x Prof.	6	99,213	16,535	1,687	0,2073
Erro	12	117,589	9,799		
Total	35	8801,883			

CV (%): 2,23

Média geral: 140,586

Número de observações: 36

Efeito do Ângulo

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
38	139.241667	a
36	139.291667	a
34	143.225000	b

Efeito da Velocidade

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
-------------	--------	---------------------

4	135.808333	a
8	141.966667	b
12	143.983333	b

Efeito da Profundidade e Pressão

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
50SP	123.788889	a
35SP	128.600000	b
50CP	152.188889	c
35CP	157.766667	d

Ao analisar a Força Vertical observou-se que houveram diferenças entre todos os componentes, com expressiva significância para a profundidade de trabalho, conforme esperado. Maiores profundidades demandaram maiores forças verticais. A menor velocidade de trabalho também exigiu menos força vertical.

Para manter a profundidade de trabalho é sempre necessário aumentar a força sobre o disco duplo (pressão). O aumento da força que possibilitou a penetração adequada foi 20% maior comparado com o ensaio sem pressão na linha de plantio. Este aumento de carga de penetração foi considerado altamente significativo para as condições do ensaio.

Cruzando os dados encontrados para o ângulo de corte com a pressão de penetração comprovou-se que, entre todos os suportes houve diferença para ambas as profundidades de corte com pressão na linha de plantio. O suporte de 34° foi o que apresentou maior variação, com 23% a mais de esforço na profundidade de 35mm. Já o suporte de 36° apresentou 15% de aumento para a profundidade de 35mm, ou seja, o menor acréscimo de força. Todos estes dados estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Interação ângulo x força da mola.

SUPORTE	PROFUNDIDADE					
	35 SP (kgf)	35 CP (kgf)	PERCENTUAL	50 SP (kgf)	50 CP (kgf)	PERCENTUAL
SUPORTE 34°	128	168	23%	123	156	21%
SUPORTE 36°	131	154	15%	123	148	17%
SUPORTE 38°	125	155	19%	124	151	18%

Para o interação entre a velocidade e ângulo de ataque, a única diferença significativa apresentada foi para o suporte de 34° na condição de 4 km/h e 8 km/h. Esta diferença foi de 5% de acréscimo de força, em relação as demais suportes ensaiados, que na medida que aumentava o ângulo de ataque, havia um efeito contrario de redução e estabilidade da força.

Para os demais suportes surpreendentemente não se obteve diferença considerável de carga isto para todas as velocidades ensaiadas. Esta variação pode ser observada na tabela 5.

Tabela 5 - Interação ângulo x velocidade.

SUPORTE	VELOCIDADE		
	4,0 km/h	8,0 km/h	12,0 km/h
<i>SUPORTE 34°</i>	140,35	146,175	143,15
<i>SUPORTE 36°</i>	133,95	138,15	145,775
<i>SUPORTE 38°</i>	133,125	141,575	143,025
<i>PERCENTUAL</i>	5%	5%	1,40%

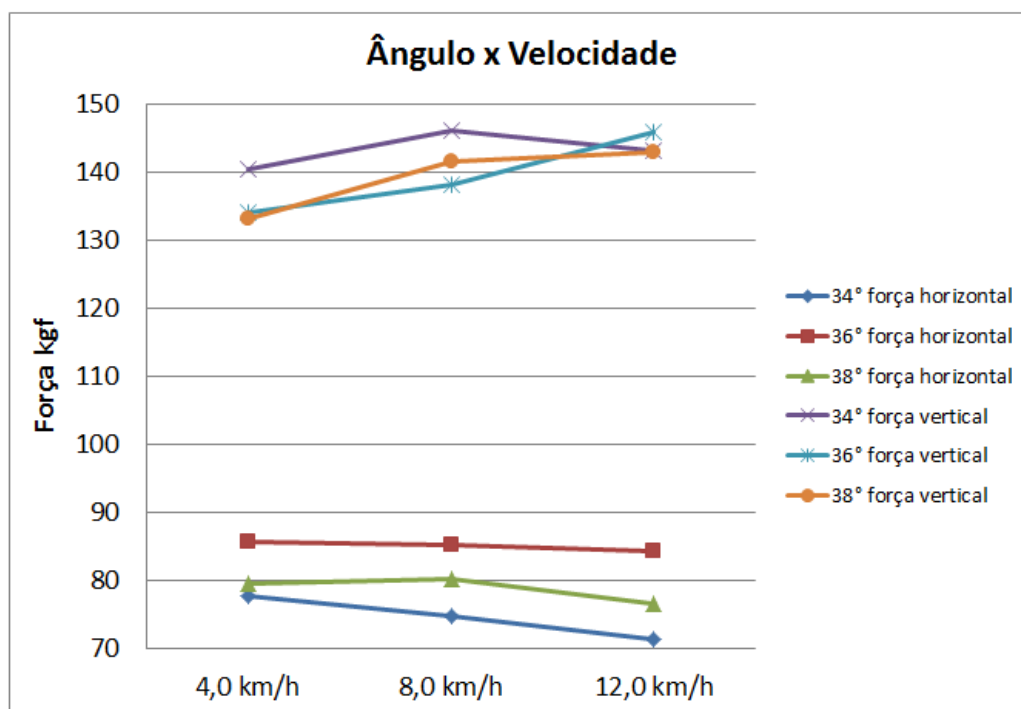
4.3 DISCUSSÃO

Os resultados obtidos com a variação da velocidade, profundidade e pressão dos três suportes de disco duplo, serão discutidos de modo a distinguir os seus efeitos, além de relacionar com informações encontradas na bibliografia.

Concordando com os resultados de Portella (1983), verifica-se no Gráfico 1 que, conforme aumenta a velocidade de deslocamento, a força horizontal apresenta um pequeno decréscimo, porém para a força vertical os valores foram contrários aos apresentados pelo mesmo autor, que obteve redução acentuada nos esforços verticais diferentemente dos dados encontrados no ensaio.

A diferença encontrada na força vertical pode ser explicada, em parte, pelo arranjo construtivo do disco duplo, concordando com Mion (2008), na afirmativa de que o conjunto de disco duplo necessita de maior força vertical para cortar a palha e romper o solo pois em sua forma construtiva apresenta um arranjo com maior área de atrito com o solo. Outro ponto importante foram as condições de campo na área de testes que são similares a condições de uma lavoura. Silva (2012), concluiu que, maiores quantidades de massa seca sobre o solo resultam em maiores cargas verticais e horizontais do elemento rompedor.

Gráfico 1 - Resultados entre interação ângulo x velocidade.



Outro ponto observado durante os ensaios, mesmo não tendo sido analisado, foi a diferença de solo movimentado no rastro por onde passou a linha de plantio. O revolvimento de solo, como traz a literatura, confirma que a semeadora deve mobilizar o solo somente na linha de plantio e promover a mínima remoção de cobertura vegetal, o que garante a redução de presença de plantas daninhas e conseqüentemente aumento de fertilidade (VIRINDIANA et al. 2006 ; DIAS 2009). Curiosamente os rastros deixados pelos discos duplos apresentaram diferenças que puderam ser constatadas “*in loco*” e acredita-se que esta variação de revolvimento tenha acontecido pela diferença do ângulo de ataque de cada suporte somada ao acréscimo de carga para penetração da linha na profundidade de 50mm. Tal variação pode ser verificada nas Figuras 18, 19 e 20.

Figura 18 - Suporte de 36° na velocidade de 12 km/h, 50 mm profundidade.



Figura 19 - Suporte de 34° na velocidade de 12 km/h, 50 mm profundidade.



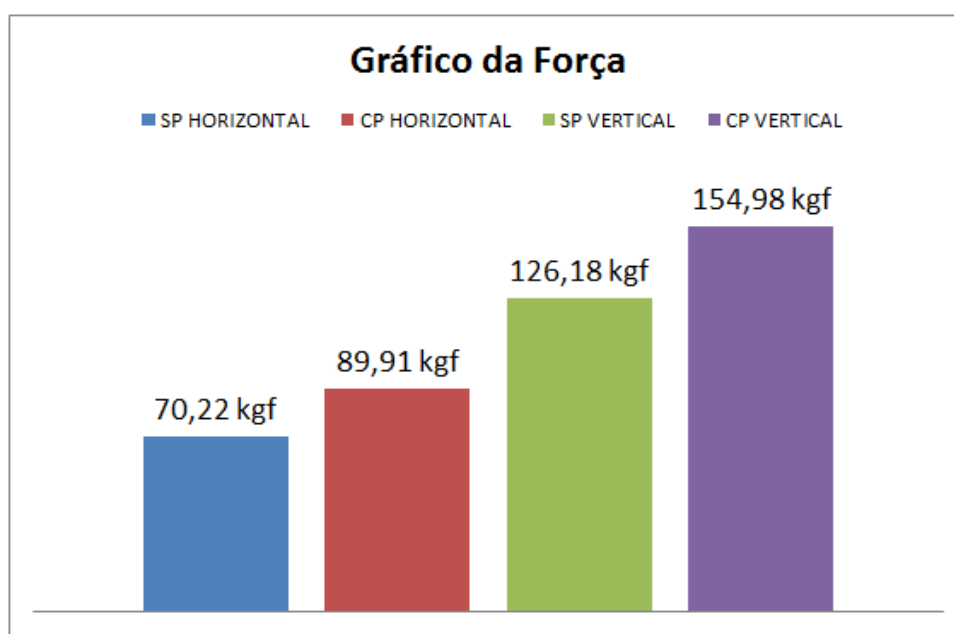
Figura 20 - Suporte de 38° na velocidade de 12 km/h, 50 mm profundidade.



Embora os resultados do efeito da velocidade com os esforços de penetração (força vertical), dos elementos rompedores tenham sido diferentes dos resultados de outros autores a diferença estatística de 5% revelada no ensaio apresenta interação entre a velocidade de plantio com a variação do ângulo de ataque do conjunto disco duplo.

Os valores apresentados no Gráfico 2, revelam os resultados correspondentes a pressão, tanto para a força horizontal quanto para a força vertical onde observa-se diferença significativa entre os tratamentos para todos os suportes utilizados.

Gráfico 2 - Diferença significativa da Força.

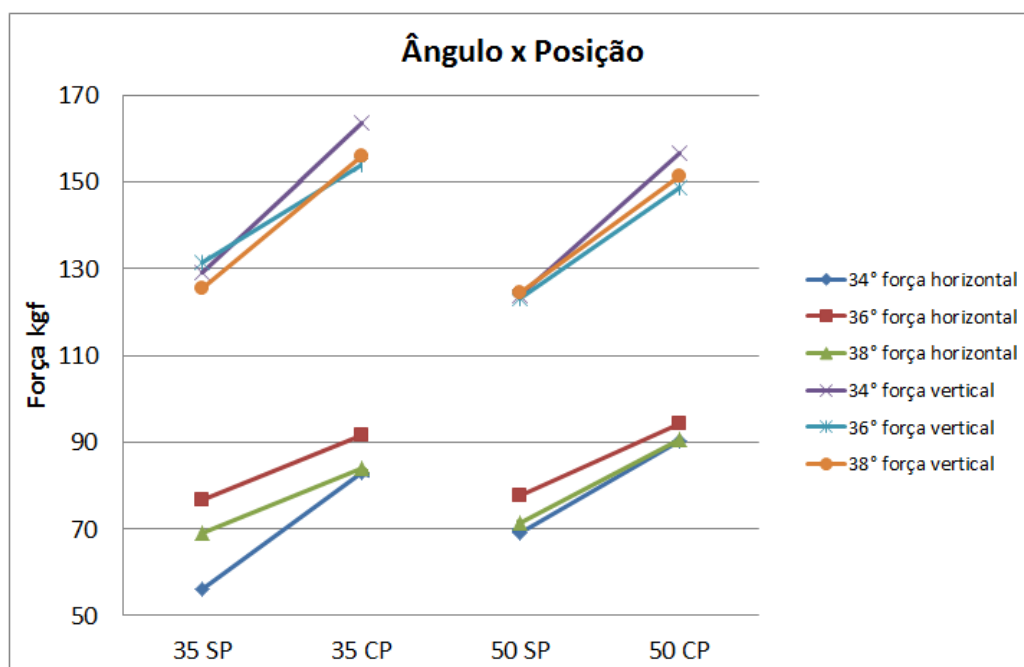


A força vertical avaliada no presente estudo é claramente superior à horizontal, nos tratamentos com e sem pressão da mola helicoidal, concordando com Portella (1983), que ao ensaiar os esforços do disco duplo, confirmou força vertical superior à força horizontal, quando submetido a variação de velocidade e profundidade de trabalho. O mesmo autor observou um aumento, mas de pouca variação, na força horizontal quando variou a profundidade de trabalho. Na presente pesquisa também é confirmada esta variação, porém o principal motivo do aumento de esforços foi o acréscimo de pressão sobre os conjuntos de disco duplo. Mion e Benez (2008), concluíram que os mecanismos de abertura de sulco do tipo disco, necessitam de maior força vertical para penetrar no solo, mas não definem a magnitude dessa força.

Em outro estudo, Portella e Faganello (1984), confirmam que os mecanismos de abertura de sulco de semeadoras dotadas com sistemas de discos exigiram menor força para tração (horizontal) e maior força para penetração (vertical), diferentemente dos valores comparados com sistema do tipo haste. Na presente pesquisa também pode ser observado a relação entre os esforços de tração e penetração concluída pelos autores.

No Gráfico 3 é demonstrado, em relação aos ângulos utilizados neste estudo, que a força vertical é superior a força horizontal. Além disso, confirma-se a hipótese de que a variação de pressão na linha de plantio tem interação com a variação do ângulo de ataque onde o suporte que obteve menores valores de carga vertical, principalmente quando submetido a pressão máxima na linha foi o 36 graus enquanto que para a força horizontal o melhor comportamento ficou com o suporte de 34 graus.

Gráfico 3 - Força necessária para a interação ângulo x posição.



No Gráfico 4 foi levado em conta a força resultante de tração atuante nos três suportes estudados, sendo apresentados os valores calculados pela seguinte fórmula:

onde:

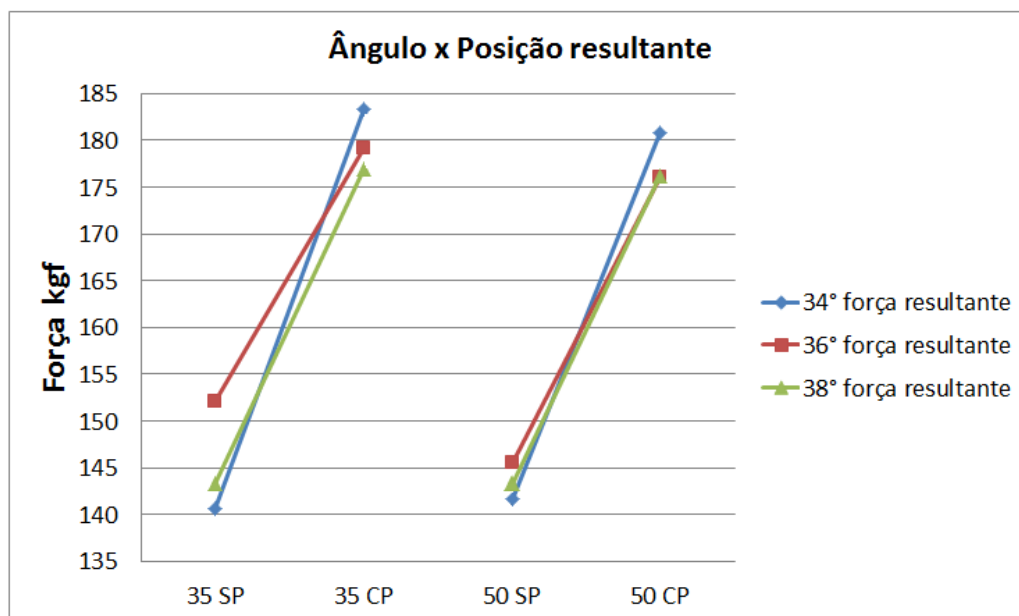
F1= força no sentido vertical (kgf)

F2= força no sentido horizontal (kgf)

Fr = Força resultante para um ângulo de 90° (kgf)

$$Fr = \sqrt{F1^2 + F2^2}$$

Gráfico 4 - Força resultante do ângulo x posição.



No gráfico acima é possível confirmar que as posições de maior gradiente de força foram as ensaiadas com a pressão máxima da mola helicoidal sobre o conjunto de disco duplo. Verifica-se que, para todos os suportes ensaiados, somente existe diferença estatística quando é considerado o acréscimo de pressão na linha de plantio. Outras variáveis reveladas no trabalho trazem a percepção de que existe interação entre pressão e ângulo de ataque com diferenças que podem afetar bruscamente no desgaste prematuro dos componentes do conjunto de disco duplo. Além disso, a baixa interação identificada entre a velocidade/ângulo contribui para redução de esforços na linha de plantio quando o conjunto trator-semeadora promove aumento de velocidade. Os dados apontam que, na avaliação de esforços a velocidade de trabalho pode chegar até 12,0 km/h sem aumento considerável de esforço de tração.

5 CONCLUSÃO

Com os resultados analisados no presente trabalho e com base nos objetivos e nas análises estatísticas efetuadas, é possível concluir que:

- Existe interação entre a variação do ângulo de ataque com a velocidade. A diferença para o suporte de 34 graus nas velocidades de 4 km/h e 8 km/h, confirma a hipótese que a variação do ângulo apresenta maior esforço na linha de plantio quando submetido a velocidades menores.

- Os resultados comprovam que a variação de profundidade apresenta interação com a variação de ângulo. Esta diferença foi comprovada no momento em que foi aplicada pressão sobre o disco duplo. Em ambas as profundidades (35mm e 50mm), obteve-se diferença.

Um ponto interessante a ser considerado e que não fazia parte dos objetivos do trabalho foi a visualização de diferenças no revolvimento aparente do solo na linha de semeadura, deixadas pelos três suportes. O menor revolvimento do solo ocorre no suporte de discos com 38°.

- A análise apresentada não aponta com clareza qual o suporte que tem o melhor comportamento, porém o aumento do ângulo de ataque revela redução dos esforços na linha de semeadura, principalmente quando o conjunto disco duplo foi submetido ao aumento de pressão.

Outra conclusão importante, que pode ser extraída da pesquisa, foi que para implementos dedicados a semeadura de culturas de inverno, a velocidade pode chegar até 12 km/h sem aumento considerável de esforço de tração.

PROPOSTA PARA TRABALHOS FUTUROS:

Com base nas informações extraídas no presente trabalho propõem-se:

- Promover ensaios em outras regiões do Brasil com tipos de solos diferentes para constatar qual ângulo apresenta melhor comportamento para a força de tração e penetração.
- Avaliar o impacto da variação do ângulo de ataque em relação ao revolvimento do solo.
- Verificar o comportamento destas mesmas avaliações nas culturas de verão.

REFERÊNCIAS

ANDREOLLA, M.R.V; FILHO, G.A. Demanda de potência de uma semeadora com dois tipos de sulcadores em áreas compactadas pelo pisoteio de animais no sistema integração lavoura-pecuária. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v.26, n.3, p.768-776, set.dez. 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Projeto de normas 04.015.06 004- semeadora de precisão – ensaio de laboratório – método de ensaio. Rio de Janeiro, 1994, 7 p.

AWADA, L.; LINDWALL, W. C.; SONNTANG, B. The development and adoption of conservation tillage systems on the Canadian Prairies. **International Soil and Water Conservation Research**, Vol. 2, No. 1, 2014, pp. 47-65

BALASTREIRE, L. A. **Máquinas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1990. 307 p.

BASSANI, H.J. **Propriedades físicas induzidas pelo plantio direto e convencional em área pastejada e não pastejada**. 1996. 90 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1996.

CANOVA, R. et al. Distribuição de sementes por uma semeadora-adubadora em função de alterações mecanismo dosador e de diferentes velocidade de deslocamento. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.15, n. 3, p. 299-306, Jul./Set. 2007.

CASÃO JUNIOR, R.; ARAÚJO, A.G. de; RALISCH, R. Desempenho da semeadora-adubadora Magnum 2850 em plantio direto no basalto paranaense. Pesquisa **Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.3, p.523-32, 2000.

CORTEZ, J.W. et al. Distribuição longitudinal de semente de soja e características físicas do solo no plantio direto. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 502-510, Maio/Ago. 2006.

CEPIK, C.T.C.; TREIN, C.R.; LEVIEN, R. Força de tração e volume de solo mobilizado por haste sulcadora em semeadura direta sobre campo nativo, em função do teor de água no solo, profundidade e velocidade de operação. **Engenharia Agrícola**, v.25 n.2 p. 447-457, 2005.

CEPIK, C.T.C.; TREIN, C.R.; LEVIEN, R; CONTE, O. Força de tração e mobilização do solo por hastes sulcadoras de semeadoras-adubadoras. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.5, p.561-566, 2010.

DIAS, O.V. **Desempenho de dois protótipos de semeadoras-adubadoras para plantio direto**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

DERPSCH, R., DUIKER, S., FRANZLUEBBERS, A., GALL, C., KOLLER, K.; REICOSKY, D. C., (2012). **About the necessity of standardizing No-tillage research**. Proceedings on CD, 19th ISTRO Conference, IV SUCS Meeting. Striving for Sustainable High Productivity, 24-28 September , Montevideo, Uruguay.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. Ed. – Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa Milho e Sorgo. **Sistema de Plantio Direto**. Disponível em:< http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/mandireto.htm>. Acesso em: 30 de Dezembro de 2014.

FAGANELLO, A. et al. **Efeito de elementos rompedores de solo em semeadoras para plantio direto na resistência do solo à tração mecânica**. Passo Fundo: Embrapa trigo, 2009. 21. p. HTML. (Embrapa trigo. Boletim de pesquisa e desenvolvimento online, 69) Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p_bp69.html>.

FAGANELLO, A.; KOCHHANN, R. A.; PORTELLA, J. A. Desenvolvimento de mecanismos de corte para semeadoras de plantio direto. In; CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 21., 1992, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1992.p. 1262-1271.

FAGANELO, A.; DALLMEYER, U. A. Avaliação de sulcadores para semeadura direta. **Rev. Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, 20(3-4): 231-245, 1990.

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE PLANTIO DIRETO NA PALHA. **Área de plantio direto no Brasil**. Disponível em: <<http://www.febrapdp.org.br>>. Acesso em: 27 de Abril de 2014.

GEBRESENBET, G.; JONSSON, H. Performances of Seed Drill Coulters in Relation to Speed, Depth and Rake Angles. Department of Agricultural Engineering, Swedish University of Agricultural Sciences Uppsala, Sweden. **.J. Agric. Engng Res.** (1992) 52, 121-145.

JAVADI, A.; SEYEDI, E.; MOHAMADIGOL, R.; SHAHIDZADEH, M. Effect of a modified and common disc openers on soil failure and forces using for direct planting. **Global Journal of medicinal plant Research**, 1 (1): 26-32, 2012.

LEITE, et. al. Demanda de força de tração na semeadura de cultura do milho (*Zea mays* L.) em diferentes sistemas de preparo de solo e espaçamento entre linhas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30, Foz do Iguaçu, PR., 2001.

LOPES, A. S. Colagem adequada nos solos ácidos. In: Guia **das melhores técnicas agrícolas**. São Paulo: Editora Agy, p. 11-20, 1996.

MACHADO, R.L.T ; FERREIRA, F.M.; REIS, V.A.; BUTZKE, P.H. **Força de tração de semeadoras para plantio direto: Informações de campo x Informações de catálogo**. Tecno-Lógica, Santa Cruz do Sul, v. 11, n. 1 e 2, p. 15-17, Jan/Dez. 2007.

MAHL, D.; GAMERO, C.A.; BENEZ, S.H. Demanda energética de semeadora-adubadora de plantio direto em função de elementos de corte, velocidade e tipo de solo. **Energia na Agricultura**, Botucatu, SP, v.22, n.3, p.15-36, 2007.

MANTOVANI, E.C.; BERTAUX, S.; ROCHA, F.E.C. Avaliação da eficiência operacional de diferentes semeadoras-adubadoras de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, n.12, p.1579-86, 1992.

MILAGRES, S. R.; JÚNIOR, F. R. M.; SILVA, C. A.; MACHADO, J. Desempenho de um conjunto trator-semeadora-adubadora em função do mecanismo sulcador e velocidade de deslocamento. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa – MG. Vol. 23. 143-153p, 2015.

MION, R.L.; BENEZ, S.H.; Esforços em ferramentas rompedoras de solo de semeadoras de plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.5, p. 1594-1600, 2008.

MODOLO, A.J. **Demanda energética de uma semeadora-adubadora com diferentes unidades de semeadura**. 2003. 78 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2003.

NIEUWENBURG, P. LT. J.; SPEELMAN, L.; WENSINK, H. E. An Evaluation of Some Disk Coulter Designs. Department of Agricultural Engineering and Physics, Wageningen Agricultural University, Netherlands, **J. Agric. Engng Res.** (1992) 51, 67-80.

OLIVEIRA, M.L. **Avaliação do desempenho de uma semeadora-adubadora para plantio direto, em duas classes de solo com diferentes tipos de cobertura vegetal**. 1997, 50f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa 1997.

PALMA, M.A.Z.; VOLPATO, C.E.S.; BARBOSA, J.A.; SPAGNOLO, R.T.; BARROS, M.M; BOAS, L.A.V. Efeitos da profundidade de trabalho das hastes sulcadoras de uma semeadora-adubadora na patinação, na força de tração e no consumo de combustível de um trator agrícola. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, n.5, p. 1320-1326, 2010.

PORTELLA, J. A. **Um estudo preliminar de forças atuantes de elementos rompedores de semeadeiras comerciais**. 1983. 69f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola / Mecanização Agrícola) – Curso de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas.

PORTELLA, A. J.; FAGANELLO, A. **Máquinas para semeadura direta: desempenho de elementos rompedores de solo**. *Dirigente Rural*, v. 23, p. 13-26, 1984.

PORTELLA, J. A. **Semeadoras para plantio direto**. Viçosa – MG: Aprenda Fácil, 2001, 249p.

ROSA, P. D. **Comportamento dinâmico e mecânico do solo sob níveis diferenciados de escarificação e compactação**. 2007, 22p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

SHAVER, T.M. **Cropping Intensification in dryland Systems Improves Soil Physical Properties**. 2003. Department of soil and crop Sciences, Colorado State University, Plant Science Building W210 fort Collins, Colorado, USA.

SOLHJOU, A; FIELKE, J. M; DESBIOLLES, M. A. J; SAUNDERS, C. Soil translocation by narrow openers with various bent leg geometries. Barbara Hardy Institute, School of Engineering, University of South Australia. **Biosystems Engineering** – vol. 127, November 2014, 41-49.

SILVEIRA, G. M. **O preparo do solo: implementos corretos**. Rio de Janeiro: Globo, 1989. 243 p.

SIQUEIRA, R. et al. Desempenho de semeadoras-adubadoras de plantio direto na implantação da cultura da soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30, 2001, Foz do Iguacu. *Anais...* Foz do Iguacu: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2001.

SILVA, A. R. P; BENEZ H. S; JASPER P. S; SEKI, S. A; MASIERO, C. F; RIQUETTI, B. N. **Semeadora-adubadora: Mecanismos de corte de palha e cargas verticais aplicadas**. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental** – vol. 16, p. 1367-1373, 2012.

TRINTIN, C.G; NETO, R.P; BORTOLOTTI, V.C: Demanda energética solicitada por uma semeadora-adubadora para plantio direto, submetida a três velocidades de operação. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 27, n.1, p. 127-131, 2005.

TESSIER, S.; SAXTON, K. E.; PAPENDICK, G. M. Zero-tillage furrow opener effects on seed environment and wheat emergence. **Soil and Tillage Research** – vol. 21, Issues 3-4, November 1991, Pages 347-360.

VAMERALI, T.; BERTOCCO, M.; SARTORI, L. **Effects of a new wide-sweep opener for no-till planter on seed zone properties and root establishment in maize (*Zea mays*,L.): A comparison with double-disk opener.** Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-forestali, University of Padova, Padova, Italy. September 2006, Pages 196–209.

VIRINDIANA, C.; NETO, P.R.; BORTOLOTTI, C.M. Demanda energética de uma semeadora-adubadora para soja sob diferentes velocidades de deslocamento e coberturas de solo. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v.26,n.1, p.122-130, Jan./Abr. 2006.

WALKER, E. **Forças atuantes nos elementos rompedores de solo de uma semeadora em diferentes intervalos após escarificação.** 2013. Dissertação (Mestre em Projeto e Processo de Fabricação) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2013.

APÊNDICE A – Tabela para força resultante vertical e horizontal.

Tabela 6 - Dados da força vertical para velocidade de 4 km/h.

VELOCIDADE - 4km/h	34° - 35mm - SP (DP34-01)	34° - 35mm - CP (DP34-02)	34° - 50mm - SP (DP34-03)	34° - 50mm - CP (DP34-04)	36° - 35mm - SP (DP36-01)	36° - 35mm - CP (DP36-02)	36° - 50mm - SP (DP36-03)	36° - 50mm - CP (DP36-04)	38° - 35mm - SP (DP38-01)	38° - 35mm - CP (DP38-02)	38° - 50mm - SP (DP38-03)	38° - 50mm - CP (DP38-04)
	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)
92,1	46,34	43,55	60,54	22,04	11,85	45,8	15,37	36,41	50,8	104,6	41,37	60,56
126,7	67,33	50,45	89,71	49	56,4	58,37	53,67	46,47	88,2	63,83	79,04	
147,8	88,76	60,62	112,8	68,9	83,13	73,83	67,11	50,8	104,6	81,83	92,29	
133,5	114	77,75	125,4	83,45	105,6	95,26	80,03	54,35	127,2	88,08	98,85	
142,4	139,1	101,3	110,8	92,11	128,5	124,6	91,78	60,85	150,8	95,07	84,91	
151,2	157,4	127	109,9	101,6	133,1	122,8	109,7	65,34	174	108,6	78,35	
141,8	170	145,7	132,2	110,4	125,3	124,2	131	73,26	189,9	131,6	97,56	
148,9	171,7	157,9	161,2	111,1	147,5	145,9	131,2	90,33	195	144,8	136,8	
153,7	141,4	164,3	156,7	113,8	155,9	148,4	111,2	112,6	195,8	127	164,9	
152,3	138,3	138,9	134,1	127,2	133	135,4	108,6	136,4	203,8	122,6	184,2	
138,8	142,6	120	140,2	138,2	135,4	118,9	127,3	144,1	195	138,3	169,1	
118,7	144,7	125,7	161	141,7	152	114,2	148,8	123,3	179,9	140,8	139,9	
108,7	149,7	124,8	150,2	135,4	159,8	107,1	167,6	135,6	150,2	121,6	152,1	
106	145,6	115	143,1	134,8	153,8	104,4	182	156,1	147	114,8	171,3	
104,8	150,4	122	165	159	152,2	104,8	175,3	157	161,8	109,7	150,6	
109,2	165,4	115	165,6	166,4	149	111,8	147,9	148,6	174,2	101,9	138,9	
115,4	161	102	140,1	158,5	138,4	114,6	132,4	157,5	173,1	108,5	135,9	
117,3	172,1	95,74	136,7	141	141,1	119,1	126,2	148,4	163,3	131,2	134,5	
125,3	182,5	113	145,7	116,2	152,4	114,6	124,7	139	151,8	125	129,8	
137,3	193,7	129,8	160,3	104,7	162,2	108,3	132,4	148,7	154,6	102,8	133,8	
147,2	189,6	115,2	150,6	100	171,4	111,4	154,7	150,9	172,3	104,7	160,5	
156,9	165,4	110,8	146,1	99,02	180,2	115,4	153,8	134,5	175,1	104,8	158,5	
139,3	190,3	116,5	147,9	96,8	172,4	120,6	147,2	132,1	160	111,8	131,8	
125,3	206,7	124,5	162,8	96,72	186	133,5	149,8	126,1	148,1	106,2	131,5	
135,9	204,7	123,6	170,5	109,7	187	135,4	147,3	117,1	133,3	93,53	124,8	
144,6	186,6	116,6	173,7	120,4	186,3	136,5	138,8	110,9	142,6	97,91	131,1	
142,8	150,6	118,2	147,1	115,7	182,1	143,7	138,2	106,7	153,8	104,1	135	
129,1	137,3	122,8	130,4	114,7	166,9	141,7	148,6	121,4	158,6	97,19	117,8	
122,2	138,8	109,2	146,3	125,7	176,3	136,2	156,5	126,1	173,6	116,1	121,6	
125,2	138	108,4	170,1	134,8	193,5	119,3	160,8	108,2	163,8	133,9	114,2	
142,1	131,5	119,5	181,3	129,1	163,7	109,9	166,5	113,2	161,9	136,2	112,6	
144,9	144,3	115,5	188,9	118,9	130,1	118,7	169,7	124,2	143	139,9	143,8	
121,7	159,7	100,8	177	123,3	117,2	121,3	170,8	120,6	149,2	142,3	162,3	
111,2	169,9	98,71	175	149,9	117,2	105,2	170,4	114,4	146,2	133,6	171,4	
125,9	170,7	92,08	158,9	147,4	122,4	94,02	168,1	115,1	127,7	132,4	169,8	
142,9	174,3	85,34	141	121,2	125,2	99,38	172	137	117,5	128,9	170,6	
128,2	195,1	85,44	140,9	131,3	124,4	108,2	152,8	154,2	119,5	118,5	170,8	
118,6	204,1	103,8	136,3	148,6	123,5	115,2	136,1	152,7	120,3	118,9	172,1	
108,8	197,9	118,9	130,3	155,8	129,9	105	134,1	141,3	141,8	121,5	162,2	
105,9	185,4	123	128,1	163,1	137,7	101,1	148	129,9	161,5	107,5	150,1	
118,1	189,2	135,8	122,2	141,6	144,3	109	157,1	131,8	175,8	107	141,2	
123	196,8	149,8	119,6	116,4	155,4	113,8	147,3	125,1	184	105,3	138,4	
120,9	200,7	153,9	122,2	111,2	153,9	125,6	130	114,7	186,9	107,9	129,8	
136,9	183,6	131,6	143,4	107,6	164,2	131	115	115,2	192,9	113	133,6	
130,3	164,8	123,2	168,7	111,3	185,8	118,4	112,6	112,2	192,5	113,3	136	
117,6	144,2	141,7	186,3	107,5	185,8	120,2	115,5	103,6	178,7	117,1	135,8	
129,9	133,3	132,2	195,6	101	145,7	136,5	123,2	112,2	154	132,8	141,5	
120,9	132,7	113,1	197,5	100,4	122,3	137,2	119,2	133,9	146,3	131,2	146	

VELOCIDADE - 4km/h	34° - 35mm - SP (DP34-01)	34° - 35mm - CP (DP34-02)	34° - 50mm - SP (DP34-03)	34° - 50mm - CP (DP34-04)	36° - 35mm - SP (DP36-01)	36° - 35mm - CP (DP36-02)	36° - 50mm - SP (DP36-03)	36° - 50mm - CP (DP36-04)	38° - 35mm - SP (DP38-01)	38° - 35mm - CP (DP38-02)	38° - 50mm - SP (DP38-03)	38° - 50mm - CP (DP38-04)
	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)
110,7	133,4	119,4	197,1	116,6	117,2	110,1	114,9	142,7	138,8	131,6	152,7	127
127	124,1	129,7	185,3	134,3	117,9	100,2	121,7	147,2	130,9	139	163,7	129,4
129,4	118,1	117,7	171,6	148,7	113,1	107,2	130,4	152,5	132,2	143,9	165,5	126,7
126,7	114,3	117,9	150,3	150,2	114,3	100,6	138,5	138,5	138,5	141,8	155,9	122,1
118,7	143,5	128,3	141,4	115	92,24	153,9	131,5	135,4	135,7	148,5	135,4	135,4
127,2	148,5	121,8	148	116,6	96,27	153	136,2	129,9	122,3	157,9	129,9	129,9
133,1	126,1	119,6	159,4	116,3	93,22	150,4	126,4	138,6	125,5	159,2	138,6	138,6
138,5	109,7	124,6	169,2	131,5	87,89	165,1	112,3	141,9	132,8	159,1	141,9	141,9
165,8	107,6	125,1	170,1	155,8	95,01	173,4	106,9	154	135,4	152	154	154
177,5	105,1	137,4	167,2	165,9	112,4	145	109,8	168,2	125,4	151	168,2	168,2
182	102	129,6	165,6	173	124,4	122,5	116,2	160	114,6	165,5	160	160
182,7	96,04	126	168	175	130,3	119,2	115,8	148,8	114,8	168,2	148,8	148,8
183,8	90,56	127,5	169,4	173,3	127,9	115	111,1	157,4	107,8	158,9	157,4	157,4
188,8	93,51	128	170,1	171,5	124,6	107,9	128,3	164,2	101,9	139,3	164,2	164,2
166	110	129,5	165,3	177,4	127,7	107,2	125,9	162,3	97,28	136,5	162,3	162,3
179	124,9	139,2	147,5	176,6	136	109,7	117,9	157,1	94,99	135,9	157,1	157,1
175,4	137,5	145,1	130	177,8	138	113,5	113,7	151,7	92,3	132,3	151,7	151,7
176,1	141,4	145	112,4	185	133	111,4	107,8	151,8	98,36	131,7	151,8	151,8
183,3	146,7	139,2	105,2	186,1	137,3	114,8	98,57	162,6	94,83	122,6	162,6	162,6
179,5	156,2	139,3	104,6	181,2	139,9	133,3	103,7	164,8	104,1	115,4	164,8	164,8
167,8	169	158	110,7	180,3	137,3	151,9	114	158,4	115,1	118,4	158,4	158,4
147,6	174,4	167,5	110,7	160,9	129,7	158,4	108,9	147,1	120,6	123,4	147,1	147,1
141,8	155,7	170,3	100,5	147,6	111,3	154,8	116,4	148,2	136,2	113,3	148,2	148,2
153,9	124,8	175	99,38	162,2	116,9	147,9	122,5	144,5	139,1	120,7	144,5	144,5
182	120,3	176,6	96,97	178,6	130,3	148,1	122,1	140	121,5	132,7	140	140
206,5	142	175,6	97,51	177,8	135,4	145,9	128,6	138,3	115,2	148,6	145,9	145,9
200,3	159,4	176,3	97,6	154,3	123,6	147,7	126	127,1	122,3	163,8	147,7	147,7
183,5	175,8	177	99,46	144,3	115,5	156,1	124,4	125,5	125,7	148,7	156,1	156,1
144,9	176,6	182,5	103	145	115,5	164,6	133,1	135,7	154,2	129,3	164,6	164,6
121,4	143,6	191,2	114,8	170,2	126,9	162,5	142,3	130,3	160,1	134,8	162,5	162,5
117,1	121,7	202,3	133,8	201,5	152	159,9	158,2	119,8	127,2	156,2	159,9	159,9
132,1	111,1	199,8	134	208,9	160,6	143,2	165,4	132,4	102,4	172,4	143,2	143,2
154,5	106,1	164,9	140,4	188,2	144,4	149,3	139,2	140,1	110,7	192,4	149,3	149,3
162,5	118,7	134,3	143,9	153,8	117,5	150,2	117,9	154,4	128,4	184,8	150,2	150,2
166,1	124,5	137,1	145	142	110,4	148,9	128,2	168	130,5	140,6	148,9	148,9
176,2	108,8	165	134,4	131,2	105	163	138,8	154,9	141,4	119,1	163	163
158,8	115,6	165,7	120,4	120	94,54	171,6	133,9	134,4	132,9	138,5	171,6	171,6
146,2	134,1	135,9	129,1	135,4	98,86	161	110,9	141,4	122,3	166,5	161	161
144,8	143,1	120,9	138,5	159,2	115	147,7	115	158,5	108,6	160,5	147,7	147,7
132,9	149,5	125,1	141,3	149,3	104,1	142	138,3	173,6	98,75	158	142	142
141	142,4	122,1	130,8	130,9	111,2	135	165,3	200	98,59	150,3	135	135
153,7	132,5	139,5	143,1	141,8	127,9	151,3	172,4	193,8	115	126,4	151,3	151,3
166,4	128,3	164,9	141,5	168,1	136,6	178,9	138,8	147,6	111,3	114	178,9	178,9
184,9	137	173,8	141,9	181,9	136,6	191,6	112,4	123,3	112,9	110,8	191,6	191,6
197,5	150	158,4	151,4	170,3	117,9	184,6	101,3	132,8	122,8	120,7	184,6	184,6
206,5	142,1	141,9	131,4	142,8	104,3	185	98,56	151,6	127,5	140,6	185	185
217,4	121,9	147,2	117,8	140,4	105,3	167,9	113,7	149,1	122,6	155,5	167,9	167,9
216,8	115,8	154,5	110,2	145,8	120,6	156,9	128,8	166	111,8	157,6	156,9	156,9
207,6	115,4	153,7	120,3	168	138,8	139,1	142,7	169,5	94	148,3	139,1	139,1
192	113,9	169,8	148,9	192	137,4	122,9	152,9	160,6	86,87	143,3	137,4	137,4
159,4	117,7	173,6	169,8	180,8	126	116,9	145,7	144,9	85,44	135,2	116,9	116,9
160,5	138,1	188,6	175,2	159,6	124,8	116,8	130	129,8	83,47	132,8	116,8	116,8

Tabela 7 - Dados da força vertical para velocidade de 8 km/h

	34° - 35mm - SP (DP34-01)	34° - 35mm - CP (DP34-02)	34° - 50mm - SP (DP34-03)	34° - 50mm - CP (DP34-04)	36° - 35mm - SP (DP36-01)	36° - 35mm - CP (DP36-02)	36° - 50mm - SP (DP36-03)	36° - 50mm - CP (DP36-04)	38° - 35mm - SP (DP38-01)	38° - 35mm - CP (DP38-02)	38° - 50mm - SP (DP38-03)	38° - 50mm - CP (DP38-04)
	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)
136,1	173,6	151,3	195,7	121,5	150,6	130,4	129,3	120,7	126	95,59	126,5	
133,7	187,3	157,2	208,9	132,4	144,6	129,3	138,7	113,2	142	113,2	120,6	
117,9	204,7	156,6	207	133,2	159,9	139,7	148,7	115,7	145,3	124	117,6	
113,4	209,8	146,1	208,5	139,4	184,6	134,8	144,5	106	143,5	129,8	139,3	
115,2	207,6	140,4	217,7	148,2	199,7	152,1	125,1	105,1	159,4	115	158,6	
113,9	193,7	144,2	230,8	130,4	209,8	163,4	115,8	126,1	165	104,4	159,6	
121,4	196,7	133,2	233,2	108,9	196,9	163,2	114,9	141,3	164,8	98,25	158,4	
139,4	196,8	113	204,9	103	169,5	129	123,7	142,7	155,8	107,1	146	
155	196	100,9	163,2	101,6	167,7	110	151,5	127,8	130,2	116,4	126,6	
155,3	204,5	101,1	139,3	109,2	146,9	104,3	173,6	135	113,4	127,9	136,7	
123,7	210,3	105,9	136,7	120,2	124,8	100	180,6	131,6	113	136,4	149,5	
104,8	195,1	106,7	147,4	131,1	118,7	93,85	156,3	111,7	108,1	144,3	145,7	
102	162,8	108,2	141,9	140,1	112,4	92,81	131,1	107,9	107,2	143	142,9	
109,7	132,1	113,6	153,1	145,8	115,9	87,93	128,6	115,8	119,8	133,1	158,8	
132	121,9	116,1	173,5	151,9	120,1	86,53	152,4	118,4	131,2	131,8	175,4	
126,3	119,2	107,3	193,5	160,4	119,9	96,29	158,5	121,4	149,4	137,6	184,3	
111,4	115,5	98,06	206,3	162,4	127,5	112,6	167,5	115	160	142,6	177,7	
109,2	114,9	96,42	197,2	173,5	150,7	118,2	164,6	112,5	146,6	144	151,5	
131,5	133	107,7	190,4	179,7	151,6	127,1	185,2	122,2	131,9	135,9	142,9	
137,3	166,4	121,5	178,6	151,7	137,7	134,6	198	114,2	123,7	144,3	142	
119,9	188,1	125,1	177,8	119,9	128	141	175,4	108,9	138,4	130,7	133,5	
106,4	198,7	136	174,7	105,4	133	146,6	153,6	97,46	157,8	118,1	126,4	
98,43	200,4	149,8	150,5	102,6	149,1	148,8	128,9	94,95	158,5	121,3	139,1	
107,5	191,8	153,5	136	107,7	151,6	148,4	116	112,6	158,6	129,2	157,2	
112,3	199,5	141,6	137,3	118	167,6	154,9	117,5	129,1	158,6	145,4	173,6	
122,8	201,6	134,5	149,7	126,6	176,6	145,2	122,9	134	152,5	140	185,6	
135,4	202,2	124,6	154,1	147,9	167	133,3	110,9	138,9	162,6	141,7	195,8	
128,1	197,6	108,5	140,9	161,6	146,3	120,3	109,7	148,7	172,9	139,2	200,2	
130,8	191,7	105	132	170,2	136,8	113,1	111,8	153	176,8	131,6	203,9	
137,4	180,3	96,48	155,7	178,4	130	106,4	117,7	149,4	177,8	124,5	211,4	
147,4	159,7	89,41	167,5	179,2	148,1	111	133,5	127,9	176,5	124	201	
158,3	138,9	86,92	181,3	160,9	178,1	104,7	147,7	115,9	169,5	143,6	178,3	
150,3	129,5	89,64	188,4	162,4	196,3	101,8	158,5	122,4	174	155,8	150,2	
149,9	128,4	94,45	196,3	163,8	204,8	98,2	164,6	110,9	152,5	161,8	142,3	
134,8	130,4	102,6	214,3	146,6	196,7	93,38	168,5	102,4	140,4	159,8	146,1	
114,7	132,9	117,3	208,5	138,3	167,1	92,96	174,9	98,92	136,7	152,6	167,4	
103,1	143,1	128,4	182,4	112,7	155,7	100,6	181,5	96,85	159,6	130,6	189,6	
97,94	166,3	129,5	190	103,7	152,1	118,2	182,2	109,6	165,6	126,4	195,9	
100,8	190,7	139,2	197	99,65	144,3	137,1	187,6	133,6	141,9	118,1	172,8	
117	197,5	146,7	172,4	94,09	139,8	152	185,4	148,7	125,9	122,2	150,5	
139,4	201,4	134,7	155,7	90,92	127,1	151	158,8	153,1	122,3	145,5	135,8	
148,4	206,6	115,6	154,7	92,19	120,8	147,8	144,3	152,7	143,5	137,1	138,4	
147,5	227,1	112,1	178,1	87,45	132,6	143,3	139,3	160,1	159,5	116,8	153,2	
140,6	238	109,3	192,5	91,16	148,6	140	132,7	145,3	166,5	107,8	146,9	
141,4	205	104,6	202,8	109,2	145,5	128	141,2	121,4	175,9	110,4	144,6	
130,5	178,7	105,4	180,3	123	146,6	137,1	136,1	123,8	185,2	117,1	144	
138,6	162,6	126,1	161,4	135,6	152	151,8	122,7	145,3	187,3	120,3	134,7	
143,9	138,4	144,1	147,3	150,9	145,7	154,5	119,5	157,2	201,9	109,9	132,1	

VELOCIDADE - 8km/h	34° - 35mm - SP (DP34-01)	34° - 35mm - CP (DP34-02)	34° - 50mm - SP (DP34-03)	34° - 50mm - CP (DP34-04)	36° - 35mm - SP (DP36-01)	36° - 35mm - CP (DP36-02)	36° - 50mm - SP (DP36-03)	36° - 50mm - CP (DP36-04)	38° - 35mm - SP (DP38-01)	38° - 35mm - CP (DP38-02)	38° - 50mm - SP (DP38-03)	38° - 50mm - CP (DP38-04)
	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)
135,9	129	153,9	140,3	163,6	135,3	131,8	115,5	150,8	204,6	107,7	136,4	
142,7	126,1	162,2	133,1	159,8	138,6	119,7	117,5	134,4	191,7	111	129,3	
147,4	135,4	151,8	134,2	161,3	149,8	112,3	137,5	125,3	174,3	121,1	127,8	
154,5	139,6	134,9	141,9	168,8	142,4	113,6	149,7	120,6	150,3	133	138,5	
157,1	160,2	128,9	160	168,8	139,9	117,9	159,6	123,1	139,7	141,9	151,4	
153,8	182,7	159,4	169,7	161,9	148,8	111,8	171,3	116,2	141,7	149,5	157,3	
141,2	170,5	186	177,3	156,8	154,2	105,3	165,8	111,6	163,3	139,2	161	
129,5	170,2	177	171,9	154,2	159,4	101,6	157,3	125	172,5	124,4	163,9	
135,5	155,7	139,8	150	148,5	164,5	103,4	158,3	137,2	177,5	111,7	152,7	
134,7	150,8	124,1	134,5	131,7	173,2	103,6	161,7	137,8	178,9	120	148	
129,2	139,4	129,1	135,7	117,7	184,3	117,4	155,3	142	187,3	129,2	160,5	
133	128,4	144,2	137,3	108,9	185,7	128,2	149,8	152,2	192,4	126,2	173,4	
128,4	131,1	128,4	138,7	104,2	171,2	123,4	156,7	132,7	177,5	131,8	190,1	
119,1	142,4	116,2	132,9	107,3	150,6	121,3	170,8	123,2	153,7	131,8	189,3	
132,4	160,2	114,2	140,9	104,6	152,2	116,8	165,3	121,4	135	121,9	167,1	
134,5	177,5	107,7	134	97,93	147,6	132,7	159,2	109,3	132,3	120,8	156,1	
131,8	176,9	109,3	120,9	100,6	140,6	130,2	162,4	101,3	136,8	121,3	147,9	
116,4	162,2	118,9	116,2	106,5	133	135,3	146,2	104,3	135,9	126,4	148,1	
107,4	137,5	118,7	113,4	121,1	129,5	147,9	146,2	111,1	129,6	124,3	150,7	
117,9	127,4	124,7	117	122,1	128,7	147,2	132	98,46	128,5	125,7	148,7	
143,5	129,6	138,4	128,7	131	120	149,8	131,9	92,77	123,4	124,4	140,6	
153,1	158,2	142,5	139,1	148	115,4	150,7	129,9	90,46	119,5	124	133,1	
142,1	178,5	118,6	152,6	137,4	113,9	119,5	120,5	111,8	121,2	127,8	138,1	
115,1	166	104,6	151,4	124,3	109,1	101,1	120	126,7	146,2	135,7	139,3	
108,5	150,9	109	158,7	129,1	113,1	97,25	134,5	121	156,4	143,2	138,7	
119,6	156,7	102,6	173,6	146,4	137,1	96,22	150,5	122,7	157,2	148,3	147,5	
118	175,6	90,18	166,8	160,5	159,2	99,44	155,5	127,7	167,5	138,4	141,9	
121,3	182,4	88,27	146,5	164,8	171,1	102	145,3	118,6	175,6	130,2	135,2	
136,5	195,5	99,73	134,9	149,7	177	118	128,7	121,3	173,5	118,4	138,2	
132,8	199,8	113,1	126,2	156,2	174	135,3	135,2	133,4	168,8	110,8	144,3	
114,3	213,5	122,7	124,1	161,4	163,1	141,8	154,1	146,4	158,2	110,3	135	
104,9	217,7	136,2	128,9	143,9	139,7	135,4	141,4	151,4	168,6	103,4	142,9	
104,6	182,4	142,8	134,5	137,9	125,4	124,3	132,3	130,5	173,2	100,9	143,4	
115	147,5	144,3	123,2	127,8	134,1	116,9	150,6	123,2	169,1	111	128,1	
124,7	138,9	130	112,1	104,1	147,6	112,1	159,7	115	167,1	129,9	135,1	
124,2	159,3	114,3	124,3	98,51	160,7	129	169,5	104,5	153,5	121,8	163,4	
135,6	192,1	103,2	146,5	103	166,6	134,3	177,2	104,2	162,4	123,3	171,6	
139,7	184,3	102	150,7	105,9	173,4	137,9	157,3	126	160,9	121,6	162,7	
128	165,6	117,5	157,1	109,3	183,9	136,7	131,3	130,8	148	117,6	155,3	
137	155,5	127,7	168	111,1	181,2	128,2	136,5	117	142,8	134,1	158,4	
150,3	148,1	131,1	172,1	115,6	178,3	131,5	126,4	113,2	132,4	139,5	160,5	
144,1	144,3	128,1	156,4	128	171	113,6	115,6	106,5	132,2	139,7	162,6	
122,2	152,5	139,9	164,3	128,8	146,1	93,66	125,1	111,5	156,4	157	170,2	
109,6	162,3	130,6	182,3	118,9	142,2	85,28	149,8	123,4	150,9	164,5	181,4	
101	178,3	118,4	194,3	118,5	135,5	101	161	142,7	148,7	169,1	186,9	
99,57	173,8	143,3	189,4	124,8	126,6	117,4	167,5	143	165,9	173,4	182,1	
117,6	174,2	164,6	166,3	128,7	127,3	123,3	158,2	132,3	176,6	159,2	195,7	
137,7	199,4	170,3	143,7	129	121,8	132,9	153,4	140,5	178,5	129,9	206	
138,9	201,8	148,7	134,4	119,8	117,8	131,4	151,5	133,7	182,2	114	201,1	
145,2	196,1	131,5	138,8	136,1	128,1	119,3	164,9	135,8	166,7	127,9	197,4	
156,1	199,3	127,1	130,1	150,8	147,9	123,3	169,2	142,3	172,6	149,4	187,9	
154,3	178,3	134,8	122,6	158,9	152,8	138	168,9	132	181,9	153,1	162	

Tabela 8 - Dados da força vertical para velocidade de 12 km/h

VELOCIDADE - 12km/h	34° - 35mm - SP (DP34-01)	34° - 35mm - CP (DP34-02)	34° - 50mm - SP (DP34-03)	34° - 50mm - CP (DP34-04)	36° - 35mm - SP (DP36-01)	36° - 35mm - CP (DP36-02)	36° - 50mm - SP (DP36-03)	36° - 50mm - CP (DP36-04)	38° - 35mm - SP (DP38-01)	38° - 35mm - CP (DP38-02)	38° - 50mm - SP (DP38-03)	38° - 50mm - CP (DP38-04)
	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)
146,1	161,1	146,6	130,1	164,2	156,4	141,2	171,6	124,1	186,4	154,5	135,2	
141,4	158,2	141,5	154,4	153,6	164,5	156,1	175,8	123,9	201,1	123	139,8	
123,3	170,3	132,7	167,6	141,3	173,6	150,1	176,1	117	203,6	114,1	178,9	
111,1	180,6	132,1	163,5	139,5	174,1	127,7	173,2	121,3	184,8	115,3	186	
112,5	164,9	134,8	154,1	132,4	176,3	120,4	161,1	126,9	147,8	110,8	162,9	
106,1	169,1	144	171,2	112,4	169	135,1	157,1	126,2	144,3	117,8	138,7	
98,66	171,5	128,9	184,7	100,7	169	146,5	146,7	117,6	170,2	125,4	128	
121,1	169,4	117,7	179,3	99,42	175,7	146,8	125,1	122,9	175,4	118,5	138,4	
147	176,4	117,1	169,8	112	190	145	110,9	133,6	187,9	133,8	167,6	
136,8	183,6	122,6	180,5	115,3	204,8	132,3	118,5	114,6	154,3	144,8	167,4	
133,1	161,9	116,4	169,4	121,9	197	116,7	137,8	116,7	131,7	126,2	159,8	
142,8	158,7	111	169,6	135,1	154	109,8	144,7	123,3	133,7	123,7	164,4	
151,2	156,8	105	193,9	126	134,1	126,8	154,7	138,5	152,4	121,7	163,6	
135,5	166,4	115,3	196,2	120	148,2	131,5	149,3	151,7	154,6	110,4	157,6	
121,3	163,6	127,5	181,6	125,1	166,4	134,4	150,5	137,8	159,2	107,7	171,7	
131,8	148,8	138	182	129,8	173	155,9	157,3	120,4	139,2	123,1	180,7	
126,3	139,9	145,3	164,5	152,1	158,9	148,8	170,6	120,1	150,4	133,9	168,2	
115,2	133,8	142,1	164,9	156,7	178,1	131,7	177,7	130,6	176,9	138,1	149,8	
112,3	150,2	144	174,4	165	155,4	141,5	183,4	120,5	163,9	144,6	142	
112,2	160,5	132,9	164	158,7	135,1	165,3	187,8	128,2	152,9	133,8	127,8	
117,4	172,3	114,4	148,8	160,3	151,4	155,4	186,8	138,1	141,2	133,7	133,1	
105,5	172,9	113,1	142,2	170,2	169,3	124,6	179,3	129,4	143,8	126,7	161,7	
103,6	151,4	112,6	145	166,1	166,5	112,5	165,2	141,4	150,4	127,9	175,6	
128,1	148,6	105,5	140,2	168,6	189,6	116,7	182	144,7	153,1	136,8	173,8	
150,5	141,6	104,7	133,6	159,4	195,8	116,6	176,1	140	169,7	129,4	178,9	
141,8	160,5	108,2	133,2	135	166,5	119,3	161,8	146,4	172,8	129,2	178,1	
116,5	162,1	115,2	147,1	133	182,8	119,6	159,3	139,8	179,8	137,2	161,1	
103,9	160,6	109,5	156,8	128,3	215,9	130,6	144,2	125,8	179,4	125,6	160,8	
105,8	173,6	109,5	160,8	118,2	203	135,9	149,2	128,9	162,1	132,4	169,6	
126,1	162,1	103,8	161,4	124,8	158,7	146,3	173,1	125,9	147,8	129,9	160,8	
152,1	178,2	95,73	173,2	136	136,4	148,9	165,5	132,5	162,1	121,7	165	
159,9	161,2	97,68	173,7	155	137,2	148,8	165,2	120,2	163,1	118,3	170,1	
136,7	154,4	116,3	168,6	158,5	136,1	138,4	172,4	109,3	153,4	113,9	171,7	
120,5	150,3	129,6	148,6	129,9	143	136	166,2	111,5	149,6	109,4	166,1	
127,9	128,4	127,3	146,1	124,1	151,3	138,4	162,9	120,5	147,1	105,9	154	
131	116,7	114,8	164,1	128,7	161,1	133	181,3	111,6	145,7	112	148,4	
124,5	130,7	104,6	179	141,1	169,3	130,1	195,8	110,9	137,1	126,5	136,5	
129,7	154,7	110,8	188,7	144,3	177,5	125,9	192,5	117,4	132	126,7	131,3	
130,9	164,8	123,4	209,3	144,9	177	136,7	177,5	115,9	129,1	120,1	142,9	
142,2	171,2	129,7	211,9	161,6	178,6	139,9	182	110,6	132,5	126,2	134,6	
146,1	180,9	133	163,1	163,4	166	136,5	167,8	104,7	137,3	117,8	130,4	
157,4	186	127,4	149,3	172,8	173,5	126,6	153,1	118,5	130,9	107,4	150,2	
163,2	182,4	134,8	175,3	184,9	179,3	117,8	157,9	128,7	135	114,2	157	
148,5	196	126,9	169,1	155,4	169,6	125,2	162,7	116,6	133,4	123,2	157	
130	203	121,6	138,4	131,9	156,5	124,2	170,5	117	137,3	131,9	161,7	
128,6	191,2	135,2	135,6	117,3	157,2	112,7	181,7	119,7	138,5	133,8	139,3	
118,2	198,1	133,6	129,7	116,7	172	116,3	167,3	132,4	158,8	134	126,9	
122,3	197,2	130,7	123,3	123	172,8	123,2	178,8	140,8	159,3	139,9	123,2	
127,3	191,5	143,8	118,9	121,5	169,7	119,5	180,4	135,6	145,1	144,8	126,6	
130,5	184,2	142	121,5	126,1	159,4	123,9	172,9	129,7	137,7	140,2	150,1	

	34° - 35mm - SP (DP34-01)	34° - 35mm - CP (DP34-02)	34° - 50mm - SP (DP34-03)	34° - 50mm - CP (DP34-04)	36° - 35mm - SP (DP36-01)	36° - 35mm - CP (DP36-02)	36° - 50mm - SP (DP36-03)	36° - 50mm - CP (DP36-04)	38° - 35mm - SP (DP38-01)	38° - 35mm - CP (DP38-02)	38° - 50mm - SP (DP38-03)	38° - 50mm - CP (DP38-04)
	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)	Força Vertical (kgf)
VELOCIDADE - 12km/h	123,4	182,1	126,5	132,2	142,1	149,6	127,5	185,1	139,3	138,3	138,7	165
	116	176,8	132,6	148,2	126,7	146,6	109,1	173,9	138,4	145,2	152,8	171,6
	113,3	155,4	126,9	163,4	122,9	160,6	103,5	163,5	117,9	153,6	160,9	169,9
	117,9	144,7	125,3	170	143,2	148,5	119,2	157,4	111,7	161,1	170,5	161,9
	128,1	152,3	144,5	172,8	141,3	139,3	122,2	151,9	117,8	170,5	159,7	162,3
	133,6	155,5	134,2	165,2	130,8	152,9	130,1	161,8	125,7	168,3	153,5	181,1
	116,6	138,5	123,4	159,8	139,3	154	139,2	167,8	146,3	170,2	162,4	191,8
	110,7	161,5	122,3	160,1	131,7	152,5	122,7	149,6	155,2	157,4	153,9	197,6
	128,3	173,7	123,1	167,9	123,5	169,7	118,5	151,6	158,9	159,5	155,6	195,4
	129,1	149,4	136,3	167,8	132	149	118,1	148,7	163,4	177,7	158,3	169,7
	133,5	134,1	130,1	160,6	127	130,2	106,5	153,1	163,9	194,2	165,7	169,9
	137,5	141,6	114,6	156,8	126,7	153,1	101,7	147,5	163,8	210,6	166	156,5
	138,5	140,2	112,5	179,7	124,9	162,5	117,7	135,4	140,9	216,2	161,6	146,9
	145	154	111,6	185,7	120,8	158,4	123,2	131,1	128,6	220,5	136,8	154,9
	133,9	181,4	107,1	165,5	127,5	174,7	118,3	128,6	119,5	215,6	120,3	153,7
	119,5	163,7	115,8	163	122,5	177,5	104,3	150	132,1	203,5	134,6	165,9
	145,4	136,1	111	167,5	108,4	174,2	113,9	167,5	133,4	213,4	120	181,1
	137	126,9	108,6	147,6	104,7	160,8	138,8	162,1	138,4	207,1	98,7	186
	114,8	141,3	122,6	146,2	125	147,7	150,3	140,6	146,8	215,6	99,72	194,3
	106,1	170	120,1	152	144,9	133,7	137,9	137,1	135,4	206	127	174,4
	123,7	175,1	106,3	159,5	150,9	143	124,2	139,2	139,2	220,4	125,3	146,7
	131,6	148,7	112,7	161,9	128,4	151,7	142,3	139,1	141,9	191,9	108,4	142,7
	135,9	148,8	127,6	168,2	114,5	160,5	156,3	141	132	148,2	116	151,5
	161,9	171,6	132,8	147	124,2	142,9	137,3	156,1	129	154,3	121	130,2
	171,9	159,9	123,7	131,9	138,2	150,7	128,2	149	135,7	157	100,3	124,1
	173,9	164,5	110	145,8	136,6	173,4	134,6	157,8	118,9	131,7	105,2	115,2
	170,5	155	120,1	145,1	137,3	180	125,5	152,3	121,8	124,2	132,1	124,6
	160	138	132,2	146	130,1	177,5	123,3	133,5	138,8	138,3	136,1	132,4
	137,8	129,9	130,8	171	120,1	170,3	118,4	129,8	119,6	165,2	124,2	143,3
	112,3	147,9	141,7	186	116,6	174,9	114,4	142,7	113,3	151	120	151,1
	114,9	190,9	144,6	158,8	102,7	175,5	127,2	152,7	119,4	139,2	135,2	168,9
	125	193,9	144,7	143,4	108,1	162,8	114,2	142,5	118,4	153,3	125,8	170,3
	143,2	151,9	164,9	146,5	112,9	156,2	101,4	136,1	129,1	133,7	111,2	137,6
	130,9	136,5	155,3	140,6	129,5	164,3	115,6	157	135,8	122,2	116,2	136,1
	117,9	143,3	137,2	127	134,6	154	138,9	175,6	147,8	153,9	127,1	161,5
	137,9	133,2	137	148,8	129,7	151,5	122,4	179,5	134,9	179,5	119,6	151,5
	149,2	145,3	124,8	176,1	132,5	138,3	119,3	161	118,4	173,5	120,4	139,6
	138,8	169,7	119,1	169,7	143,1	141	117,4	155,5	122	163,7	112,8	148,2
	149,4	156,2	111,8	163,2	141,7	134,5	105,9	181,3	116,1	152	120,8	136,7
	160,1	150,5	116,3	166,2	146,6	127	109,6	190,4	106,6	152,5	115,6	142,4
	137,4	137,1	131,7	142,8	154,6	152,4	124,9	174,7	118,7	136,9	103,2	144,3
	123,5	129	123,5	141,8	153,4	172,4	124,2	168,9	135,3	133	102,3	130,8
	112,4	137,4	115,5	161,8	161,3	174,1	130,3	165	138	153,1	112,9	141,7
	119,4	150,4	97,84	170,6	156,5	165,3	137	152,5	148,5	149,2	133,3	152,9
	137,2	141,2	101,8	151,5	138,3	144,8	135,8	158,2	142,2	152	136,7	170,8
	135	152,6	116,3	141,5	134,7	137,2	119	146,1	116,9	147,9	113,4	175,3
	128,7	152	105,6	129,9	130	128,4	117	139,6	122,3	155,6	111,6	185,2
	123,1	138	102,5	141,7	118,9	128,5	121,1	151,4	136	161,3	113,5	180,6
	126	144,8	119,4	161,7	117,9	134,2	135,5	131,3	133,2	139,9	99,13	139,6
	141,2	161,8	130,4	134,5	114,8	153,7	118,7	119,2	127,4	125,2	104,5	120,3

4 - 135,81 a

8 - 141,96 b Na menor velocidade a força vertical foi estatisticamente diferente das demais.

12 - 143,98

b

C.V. = 6,54 %

Tabela 9 - Dados da força horizontal para velocidade de 4 km/h.

VELOCIDADE - 4km/h	34° - 35mm - SP (DP34-01)	34° - 35mm - CP (DP34-02)	34° - 50mm - SP (DP34-03)	34° - 50mm - CP (DP34-04)	36° - 35mm - SP (DP36-01)	36° - 35mm - CP (DP36-02)	36° - 50mm - SP (DP36-03)	36° - 50mm - CP (DP36-04)	38° - 35mm - SP (DP38-01)	38° - 35mm - CP (DP38-02)	38° - 50mm - SP (DP38-03)	38° - 50mm - CP (DP38-04)
	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal
57,06	47,73	35,3	46,08	40,32	23,83	52,89	31,42	42,99	54,82	56,04	54,37	
74,97	60	42,42	56,75	66,71	57,46	61,87	54,91	51,92	61,13	68,62	64,82	
86,99	72,36	48,26	70,03	74,72	76,74	61,84	63,63	49,36	68,94	72,85	77,64	
72,09	87,28	59,93	67,34	76,85	86,06	81,58	58,53	49,78	73,72	78,32	81,75	
76,62	98,57	72,61	52,7	71,52	111,9	93,98	60,82	47,92	83,62	71,48	64,24	
89,88	85,8	93,18	49,27	68,87	105,9	84,03	70,32	53,26	101,2	72,9	50,52	
84,06	91,81	88,26	61,87	71,69	84,37	82	79,31	66,87	117,1	90	65,94	
91,06	95,09	83,87	92,66	67,58	103,2	85,67	84,82	77,84	120,3	101,5	96,05	
105,2	72,86	82,81	101,7	71,23	94,99	81,71	73,07	86,69	123,7	87,35	116,7	
93,65	80,82	54,68	87,45	82,21	69,38	84,49	76,23	96,35	126	76,33	131,4	
68,21	88,63	40,09	86,49	86,85	78,21	72,81	92,06	99,9	107	87,68	128	
46,91	85,37	62,05	106,5	98,24	93,78	61,92	94,15	81,88	89,31	89,09	95,39	
33,99	86,54	64,09	103,2	103	100,9	60,38	100,3	91,43	71,33	72,27	95,06	
31,09	85,95	53,15	103,9	113,3	101,8	63,15	93,96	108,5	84,95	73,4	111,3	
35,37	95,23	59,68	134,1	129,5	109,9	68,13	86,52	96,07	101,4	73,66	95,67	
37,58	111,2	65,32	129,6	120,5	101	76,14	67,25	83,28	114,4	67,13	87,87	
46,18	88,72	61,88	105,9	122,3	91,6	78,8	64,47	92,75	114,4	72,1	83,44	
47,06	84,15	60,58	103,4	83,02	95,96	84,15	70,29	87,6	104,1	72,07	92,17	
50,11	84,58	71,04	120,4	54,02	107,3	79,67	83,12	81,2	99,39	55,73	88,33	
61,85	88,25	66,29	139	51,59	114,8	81,51	94,74	92,46	105,3	44,03	86,71	
78,55	87,65	56,87	118,1	51,85	119,2	85,8	101,5	86,61	113,6	52,54	102,2	
94,64	80,12	68,46	101,8	53,29	128,6	89,94	85,77	68,65	109,4	53,75	83,75	
67,24	102,7	74,81	89,77	55	105,3	89,61	79,2	60,41	85,61	66,53	60,45	
48,76	120,8	75,8	91,49	67,52	102,9	94,05	97,43	49,29	70,99	65,44	58,97	
45,52	120,3	76,02	87,64	81,49	84,52	83,26	107,9	46,53	66,97	61,53	58,41	
51	105,1	74,44	77,72	84,67	81,15	80,16	98,87	43,99	85,62	67,54	76,89	
58,21	74,04	74,06	68,89	81,79	97,11	76,21	98,2	42,2	95,65	81,36	87,76	
49,96	64,02	69,42	79,01	91,2	99,62	65,99	112,5	56,01	93,31	83,61	80,49	
48,75	69,31	59,46	99,52	87,45	102,1	71,33	110,2	58,98	92,1	98,51	86,75	
47,28	74,78	64,17	123,3	79,22	111,3	74,05	112	54,19	69,12	99,73	88,44	
59,43	74,34	66,83	148,4	69,94	75,2	68,46	118	65,2	79,57	99,08	101,3	
63,51	86,16	56,09	156,9	59,02	61,46	72,01	108	78,52	58,56	96,54	122,8	
40,61	99,86	51,42	133,3	62,93	64,77	65,86	104,4	73,22	66,04	83,02	134	
41,96	113,3	56,75	126,8	83,42	67,56	46,24	100	80,37	69,51	72,11	137,4	
61,38	108,5	53,68	106,9	74,05	70,05	53,2	86,78	88,01	61,27	74,15	122,9	
69,87	106,5	53,9	92,5	66,34	69,36	67,94	83,7	103,4	61,94	79,94	108,7	
51,97	123,4	58,34	94,35	88,81	72,74	72,48	68,68	113,9	67,04	78,51	104,8	
46,57	124,3	73,81	90,29	95,92	74,51	68,69	82,93	104,1	78,43	77,82	117,8	
43,51	110,6	85,5	87,76	99,01	86,15	57,78	87,04	85,44	105,5	70,52	122,9	
40,72	100,4	90,54	88,25	109,4	91,9	63,13	88,32	75,73	122,9	57,76	113,9	
54,54	109,8	100,1	85,65	99,68	99,59	79,26	90,38	75,23	139,1	58,26	96,49	
64,71	114,6	104,2	79,82	78,74	106,5	90,76	81,84	74,45	140,1	60,96	86,57	
67,28	109,7	91,57	84,43	75,64	102,9	102,7	66,5	66,79	125,2	65,39	83,5	
86,93	91,75	65,38	102,5	63,94	114,4	99,87	71,92	69,1	120,4	76,02	83,77	
64,27	83,85	53,03	120,1	67,36	134,5	86,74	76,86	65,91	122,3	75,78	85,49	
51,75	73,87	59,96	128,2	64,88	119,5	85,08	76,19	58,89	111,1	74,42	88,55	
70,76	68,04	44,26	139,5	63,3	69,31	94,13	74,97	67,52	90,49	84,93	99,62	
51,37	65,36	29,92	149,1	69,06	56,16	87,42	71,99	83,13	82,23	78,56	106,7	
47,91	56,62	46,89	141,5	84,23	56,28	55,75	72,41	84,78	72,51	85,72	104,6	
58,01	47,34	69,87	118,3	99,63	56,65	53,38	85,08	83,62	69,44	91,88	106,2	

	34° - 35mm - SP (DP34-01)	34° - 35mm - CP (DP34-02)	34° - 50mm - SP (DP34-03)	34° - 50mm - CP (DP34-04)	36° - 35mm - SP (DP36-01)	36° - 35mm - CP (DP36-02)	36° - 50mm - SP (DP36-03)	36° - 50mm - CP (DP36-04)	38° - 35mm - SP (DP38-01)	38° - 35mm - CP (DP38-02)	38° - 50mm - SP (DP38-03)	38° - 50mm - CP (DP38-04)
	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal
	53,22	47,77	64,92	101,8	116,7	55,7	62,24	97,28	94,07	69,2	90,05	104,6
	49,86	49,63	74,4	80,57	118,7	58,08	58,47	100,1	80,16	77,4	85,22	94,97
	38	48,78	100,2	65,29	102	58,93	52,07	106,5	72,6	74,96	78,3	87,2
	46,8	54,15	98,06	58,55	102	68,76	56,44	106	77,78	78,71	65,32	96,03
	68,31	58,77	72,46	52,27	114,5	74,69	58,33	100,4	65,39	94,57	65,62	93,78
	72,94	56,36	56,4	61,83	120	98,16	64,67	117,9	56,11	94,54	68,28	91,71
	44,28	75,35	61,91	66,96	115,3	119,4	80,36	119,3	56,02	91,8	68,72	83,98
	37,77	77,19	60,29	77,04	107,2	119,1	102,8	77,13	53,38	97,74	60,69	85,62
	57,95	77,99	49,4	59,21	106,8	113,4	106,4	58,36	55,07	86,43	54,37	96,14
	63,76	74,76	47,04	50,25	112,7	111,9	95,1	55,81	54,54	80,06	52,41	93,88
	51,45	84,69	52,38	48,74	109,6	107,9	85,27	50,35	60,69	94,77	49,62	86,74
	38,81	66,65	70,58	53,47	106,2	92,92	82,84	50,87	74,38	95,8	47,42	69,05
	28,6	78,46	83,66	57,29	97,54	101,6	81,15	63,02	60,92	86,31	43,1	67,74
	31,88	100,4	101,5	63,87	86,04	97,59	89,65	67,61	53,11	80,48	43,01	64,33
	58,16	86,72	110,1	65,18	73,58	89,2	82,26	75,52	47,05	73,27	44,97	64,16
	91,44	93,28	104,5	67,02	62,37	90,01	68,21	77,35	44,06	73,87	51,2	66,45
	113,7	105,5	111,3	66,47	57,91	94,04	69,45	92,26	43,46	84,16	47,38	55,55
	100,1	99,33	131,1	75,4	56,14	79,48	70,15	117,2	45,79	86,9	55,23	50,38
	87,48	74,43	150,7	91,93	58,57	78,22	61,12	133,6	47,85	75,25	68,31	56,66
	55,54	58,91	157,2	95,18	51,15	66,13	58,1	131	46,16	65,16	87,27	63,32
	29,19	87,06	110	96,82	45,78	66,28	46,23	113,3	53,55	61,96	105,7	56,85
	34,55	112,5	62,78	101,4	50,02	80,74	57,17	99,87	54,36	60,47	103,5	59,59
	54,33	152,2	64,88	99,65	52,43	96,81	72,17	92,99	57,45	60,46	78,6	74,98
	74,4	165,2	89,56	98,16	49,73	112,1	85,25	83,45	56,68	60,45	67,7	107,2
	91,7	133	98,95	117,2	47,92	89,16	76,32	89,08	55,65	51,66	74,13	118,3
	107	92,89	109,6	149,1	53,09	89,76	75,56	95,62	63,23	47,18	89,08	98,6
	103,3	48,25	95,88	165,2	51,01	96,02	80,42	98,73	77,22	55,74	104,3	84,85
	112,8	38,58	64,1	164,9	55,9	129,2	103,6	87,2	89,22	51,22	84,63	84,28
	100,5	44,77	50,77	152	65,94	147	123,1	86,86	104,9	47,61	50,66	107,6
	80,71	76,75	50,1	117,9	66,52	141,3	110	70,83	104,6	53,36	45,5	142,9
	60,53	102,2	48,33	66,97	74,86	116,3	85,71	82,15	83,67	66,22	67,23	140,5
	61,53	106,3	48,08	58,25	69,76	82,42	60,83	84,19	73,62	99,63	88,23	96,9
	72,92	94,86	45,74	78,95	70,33	59,7	50,09	84,15	79,33	113,9	83,29	59,18
	56,05	104,6	40,14	119,7	67,35	52,26	50,28	94,67	69,63	96,91	89,65	64,74
	34,46	91,1	53,69	122,1	56,34	63,4	59,27	113,3	53,83	74,71	63,33	103,8
	31,63	80,67	60	91,48	64,24	92,47	81,01	110,9	43,9	88,39	58,2	140,6
	28,92	74,59	68,21	64,57	84,94	117,4	108,7	96,44	60,13	108,7	57,2	121,2
	28,26	67,89	84,4	71,34	86,97	114,7	98,83	92,49	99,76	129,4	61,57	105,9
	33,06	74,96	92,19	84,65	72,1	101,7	103,9	92,81	127,6	146,1	59,93	84,88
	46,86	84,85	94,99	105,1	90,26	103,1	99,24	122	109,5	108,5	70,82	61,28
	53,33	95	83,91	120,2	89,26	126,8	108	149,8	58,75	53,48	67,78	53,96
	51,1	116,8	90,71	122,7	92,09	140,5	113,4	156,6	39,81	48,82	67,6	67,8
	67,86	120,7	98,58	105,3	90,85	125,2	90,16	122,2	41,29	69,23	74,27	78,52
	60,19	117,4	82,44	90,8	60,13	100,2	86,08	110,4	47,76	95,67	67,03	98,5
	46,58	121	66,96	101,3	60,95	101,6	100,2	85,42	66,46	86,23	50,27	116,9
	39,18	119,9	63,89	106,7	86,42	107,5	112	89,27	84,54	110,5	44,54	108,4
	39,23	118,6	55,15	105,4	97,44	124,6	109,3	85,52	95,91	90,02	51,19	91,57
	37,91	110,3	48,53	103,4	131,5	137	94,54	94,61	87,54	79,03	55,65	82,01
	42,85	83,08	51,55	101,8	144	109,8	68,24	95,11	76,38	66,58	53,9	62,2
	57,71	95,29	63,18	106,1	133,3	78,26	81,61	83,64	55,84	65,17	44,8	57,47

VELOCIDADE - 4km/h

Tabela 10 - Dados da força horizontal para velocidade de 8 km/h.

	34° - 35mm - SP (DP34-01)	34° - 35mm - CP (DP34-02)	34° - 50mm - SP (DP34-03)	34° - 50mm - CP (DP34-04)	36° - 35mm - SP (DP36-01)	36° - 35mm - CP (DP36-02)	36° - 50mm - SP (DP36-03)	36° - 50mm - CP (DP36-04)	38° - 35mm - SP (DP38-01)	38° - 35mm - CP (DP38-02)	38° - 50mm - SP (DP38-03)	38° - 50mm - CP (DP38-04)
	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal
66,1	117,3	63,91	111,4	85,38	74,04	84,14	84,08	52,71	67,23	62,49	66,76	
70,31	126,4	59,18	143,6	94,22	77,94	84,77	91,19	54,23	81,19	75,26	81,77	
60,21	126,6	57,32	157,9	83,17	90,65	88,75	105,7	55,39	81,12	71,52	84,14	
58,6	120,7	57,32	174,8	90,47	110,7	94,25	100,5	48,97	75,81	65,94	99,62	
53,62	120,3	59,87	193,9	99,97	120	107,7	84,87	44,99	79,82	56,89	98,78	
57,98	100,2	72,51	192,4	73,64	131	114,7	90,03	56,6	86,68	56,57	87,87	
64,6	95,51	58,16	159	57,72	116,2	105,7	100,3	64,59	76,32	62,41	76,79	
77,92	93,25	42,8	108,3	56,05	87,97	70,3	117,7	86,18	55,95	75,82	68,02	
81,13	92,11	50,66	65,58	56,4	93,53	50,63	128,6	77,05	42,79	81,6	63,86	
68,06	101,9	62,31	55,88	61,66	63,58	45,64	139,4	79,74	56,2	93,68	85,89	
33,13	97,59	68,34	68,49	71,24	42,67	45,43	121,2	64,05	65,06	94,61	98,86	
23,08	69,81	79,85	83,8	85,56	43,29	47,07	86,03	51,71	49,45	91,97	106,7	
31,45	38,19	89,01	81,57	96,65	43,1	50,02	69,35	47,87	46,93	90,84	104,4	
47,69	22,13	91,49	92,94	99,56	49,74	60,52	80,82	47,65	57,27	91,76	121,2	
70,99	30,62	84,19	103,7	93,01	66,21	67,84	116,7	52,89	65,37	105,5	132,4	
48,92	38,12	75,78	91,44	95,14	78,08	88,77	123,4	57,12	75,58	118,5	129,5	
35,92	42,89	71,07	85,93	92,7	82,32	108,7	135,3	50,38	72,24	120,1	115,7	
39,78	53,7	61,34	59,43	107,9	100,2	107,7	119,6	46,23	60,22	125	90,96	
51,79	86	58	71,77	108,6	98,98	105,3	148,7	58,92	61,71	106,2	97,28	
50,45	127,2	66,34	87,41	76,28	95,17	101,8	150,1	51,48	70,93	91,07	97,53	
42,18	135,8	67,11	107,3	58,34	92,65	110,6	120,5	47,68	97,6	64,76	90,65	
47,39	127,1	75,99	106,7	51,51	99,84	114,9	76,53	41,7	108,2	55,76	83,7	
60,8	122,1	84,45	85,12	52,77	108,7	118,8	54,16	39,68	94,45	65,61	90,57	
78,48	122,4	78,97	68,53	76,39	104,2	119,8	58,98	54,57	81,29	82,64	101,2	
83,52	151,1	66,59	71,77	90,97	120,4	110,7	56,36	66,47	80,66	96,48	118,4	
85,82	158,7	67,81	74,6	96,88	120,5	88,91	60,42	77,35	72,29	80,44	144,9	
89,12	137,8	58,12	78,19	111,8	98,56	79,59	64,07	90,07	96,61	82,46	164,1	
70,31	117	41,24	74,99	120,7	67,38	53,83	77,86	104	116,5	75,65	165,2	
73,51	104,8	40,43	83,06	131,7	63,41	42,02	83,98	104,4	122,8	67,6	150,6	
74,58	81,03	31,72	121,8	123	63,81	35,51	107,4	90,29	132,5	60,15	144,1	
79,55	55,18	23,25	152,3	106,3	75,85	37,34	128,3	63,11	143,4	61,66	113,8	
87,05	37,04	30,9	173,6	86,44	85,98	28,3	135,1	46,69	129,3	82,36	90,76	
64,26	33,29	54,33	165	85,98	96,39	32,73	131,2	50,91	113,8	88,36	63,31	
60,93	37,64	72,47	152,9	83,32	95,53	38,88	133,3	45,55	76,14	89,33	61,45	
41,75	46,1	78,33	139,7	63,28	85,15	47,09	142,6	52,06	67,26	80,76	59,47	
27,41	69,82	84,46	109,8	55,6	58,74	65,64	161,5	51,14	63,06	73,64	88,66	
26,24	88,82	79,75	74,33	38,66	61,41	88,29	166,6	59,28	85,41	59,45	101,5	
30,99	109,3	61,1	95,51	32,72	69,36	114,2	161	86,18	80,2	61,87	96,72	
40,1	121,5	60,94	102,9	26,64	71,26	137,7	145,2	104	53,88	59,16	71,55	
53,51	112,9	56,33	79,43	24,42	62,35	133,1	132,6	104,4	55,76	65,38	58,93	
58,22	113,2	46,33	78,16	30,53	56,83	110,8	92,4	93,49	59,84	78,33	65,08	
52,88	112,8	44,42	96,21	41,32	67,92	108,2	66,78	80,4	75,06	72,31	83,52	
47,16	128,8	56,52	119,3	44,9	92,41	108,8	53,88	73,18	73,73	62,32	91,95	
40	132,8	73,4	106,2	55,66	121,4	103,3	46,12	51,46	81,08	57,71	89,1	
45,73	92,3	77,17	97,07	82,15	122,2	91,07	53,43	41,1	95,41	58,99	92,12	
58,38	75,77	81,46	76	96,81	125,6	116,7	40,98	50,06	105,7	55,48	86,37	
87,06	59,86	95,42	54,68	109,9	124,7	123,7	39,62	66,31	104,6	53,1	79,25	
79,51	36,12	100,3	41,25	126,2	111,6	119,4	52,43	75,4	112,4	48,95	73,79	
62,47	26,57	100,5	44,24	121,8	95,9	85,4	55,16	69,73	101,3	50,43	66,28	
66,81	23,28	99,79	55,03	101,6	94,22	74,79	73,55	59,77	84,31	55,15	62,68	

	34° - 35mm - SP (DP34-01)	34° - 35mm - CP (DP34-02)	34° - 50mm - SP (DP34-03)	34° - 50mm - CP (DP34-04)	36° - 35mm - SP (DP36-01)	36° - 35mm - CP (DP36-02)	36° - 50mm - SP (DP36-03)	36° - 50mm - CP (DP36-04)	38° - 35mm - SP (DP38-01)	38° - 35mm - CP (DP38-02)	38° - 50mm - SP (DP38-03)	38° - 50mm - CP (DP38-04)
	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal
VELOCIDADE - 8km/h	67,74	36,69	80,68	71,53	107,5	97,66	47,61	109,4	55,26	80,56	71,22	64,24
	77,39	33,17	72,15	74,42	122,2	80,24	45,24	144,2	51,69	67,9	79,08	71,1
	72,32	55,76	94,93	71,99	123,9	74,7	52,66	153,8	54,54	66,29	83,41	77,84
	89,51	69,21	137,5	66,85	122,4	80,98	47,4	158,6	48,31	63,5	79,96	78,81
	76,5	76,91	139,7	62,1	115,4	87,57	45,53	127,5	48,72	85,07	66,66	74,26
	66,2	98,8	93,33	60,14	110,5	79,96	56,55	121	61,34	93,38	59,61	80,4
	70,05	88,75	49,42	48,21	100,4	88,4	75,75	131,4	70,02	95,97	53,25	86,75
	63,05	82,3	43,19	47,05	83,46	95,46	77,07	137	68,12	102,4	65,95	95,32
	54,96	65,85	64,31	57,19	55,75	104,7	95,11	121,1	61,32	105	75,6	119,9
	58,06	52,82	75,05	75,84	42,98	102,6	92,06	106,7	67,44	91,39	74	135,9
	47,22	56,89	64,5	79,48	39,74	97,63	81,75	111,4	38,76	73,88	75,22	146,7
	40,13	68,39	70,12	79,3	44,51	81,01	63,99	137,3	28,87	49,44	73,55	124,1
	55,61	87,11	68,72	85,1	38,67	84,97	60,04	130,7	38,29	40,48	72,53	99,52
	65,67	100,9	50,31	67,67	36,77	73,13	76,31	121,9	31,76	46,89	69,95	91,89
	70,72	104,7	49,26	57,96	49,2	67,32	75,9	104,4	27,38	57,6	62,58	93,06
	54,38	90,44	74,99	61,39	56,94	60,52	92,15	69,14	35,89	57,6	61,96	96,07
	48,06	72,7	80,79	60,79	76,14	62,6	112	61,06	54,23	52,12	65,69	97,32
	55,49	65,32	70,5	70,09	77,04	57,82	108,6	52,94	56,9	53,19	72,71	98,69
	66,04	59,88	82,18	86,41	94,08	45,46	110,6	58,98	57,61	47,01	78,8	88,37
	58,37	60,04	91,93	103,7	94,84	43,74	91,38	66,51	60,5	46,51	82,22	78,27
	46,26	72,51	64,93	116,4	74,87	63,37	45,19	78,97	75,54	48,02	95,73	94,91
	32,9	76,01	48,01	102,9	62,24	69,17	33,06	88,14	74,25	70,71	115,8	94,2
	33,19	76,73	48,25	80,21	59,39	67,94	31,17	103,2	69,53	77,54	126,5	76,64
	43,25	89,52	47,87	69,59	71,16	85,35	43,75	97,48	70,55	86,75	123,8	66,15
	48,55	105	49,03	66,62	83,9	94,67	57,55	92,83	74,42	102,4	100,1	51,23
	52,93	96,19	55,43	69,68	97,68	82,49	62,75	77,29	62,7	113,2	67,8	50,12
	54,27	108,6	68,89	71,9	84,18	82,72	80,63	62,5	71,43	120,5	48,14	74,52
	53,82	105,3	84,18	70,92	91,04	85,19	104,4	69,59	102	120,4	53,83	87,56
	46,97	107,5	82,45	71,49	102,2	70,37	99,02	68,29	108,7	106,7	60,66	79,11
	42,63	114	72,36	75,7	82,6	59,18	83,16	64,14	80,79	115,9	58,1	78,17
	34,79	80,58	68,1	66,42	77,35	67,22	75,79	84,56	49,35	112,9	55,38	66,46
	46,26	54,91	66,49	50,78	52,72	88,82	65,06	119,4	40,44	110,2	59	57,33
	56,65	60,14	51,67	48,81	33,97	112	55,15	130,1	40,2	104,4	74,23	68,41
	57,27	97,54	43,8	74,95	35,45	127,3	78,5	120	44,11	77,33	66,67	90,31
	66,19	132,6	40,27	107,1	41,15	114,4	73,79	105,9	49,4	71,12	63,56	109,9
	66,67	113,5	39,31	121	48,79	125	72,39	68,29	67,12	62,22	66,16	111
	57,65	103	47,95	125,4	56,27	132,3	71,9	44,81	74,71	63,65	64,76	112,6
	65,72	96,5	55,26	131,7	61,97	108,3	74,61	58,46	62,96	67,38	90,12	118,8
	64,82	86,31	61,5	134	69,82	106	107,1	53,1	49,49	57,24	110,7	124,1
	53,33	69,76	54,01	119,2	80,11	96,85	87,86	62,17	44,75	59,09	111,8	118,3
	33,06	63,89	57,33	136,6	72,79	73,86	68,09	82,16	53,47	79,57	118,4	114,1
	26,24	53,39	44,03	145,6	65,83	79,62	60,15	101,8	76,89	71,75	123,1	127,4
	22,7	55,45	50,84	136,6	67,55	72,77	69,64	111,3	119,9	71,04	127,3	151,5
	29,4	61,53	71,75	96,44	69,98	71,77	71,83	120,2	102,5	84,11	115	150,4
	44,53	85,58	71,19	49,94	59,86	75,73	72,83	100,9	85,91	91,43	89,36	164,4
	58,55	130,9	65,53	34,6	64,59	67,84	81,7	96,74	74,92	90,53	58,37	171
	55,64	125,8	48,86	32,75	62,78	62,34	86,1	104,6	70,61	123,2	44,5	166,1
	56,38	98,87	47,46	54,69	85,49	71,7	89,72	106	82,84	119,5	75,1	147,2
	63,71	95,49	44,91	70,46	92,39	83,02	114,6	98,68	81,58	122,5	69,41	122,7
	63,11	81,28	48,89	76,79	100,7	84,6	118,6	89,88	59,74	128,7	63,51	87,81

Tabela 11 - Dados da força horizontal para velocidade de 12 km/h.

	34° - 35mm - SP (DP34-01)	34° - 35mm - CP (DP34-02)	34° - 50mm - SP (DP34-03)	34° - 50mm - CP (DP34-04)	36° - 35mm - SP (DP36-01)	36° - 35mm - CP (DP36-02)	36° - 50mm - SP (DP36-03)	36° - 50mm - CP (DP36-04)	38° - 35mm - SP (DP38-01)	38° - 35mm - CP (DP38-02)	38° - 50mm - SP (DP38-03)	38° - 50mm -
	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal
	55,14	69,43	51,26	80,52	90,87	89,14	105,7	112	48,96	131	58,48	57,56
	44,61	60,98	44,59	102,1	78,94	96,62	98,51	149,5	48,76	151	50,56	81,85
	31,55	66,25	42,88	118,6	94,84	106,7	85,26	146,7	45,94	139,4	71,52	88,12
	37,54	74,7	40,63	100,6	105,2	113,4	82,23	141,7	59,46	100,2	71,71	92,62
	39,48	63	45,29	77,49	97,13	110,4	74,2	113,3	69,01	59,98	66,42	63,13
	33,01	71,1	48,13	81,59	82,39	102,5	84,32	109,4	70,61	54,56	64,22	48,25
	41,79	74,37	40,52	95,18	69,62	124,4	100,7	101,5	74,18	72,57	76,7	58,15
	68,65	71,87	42,83	85,5	58,63	148,2	110,2	81,43	89,53	71,64	75,69	86,69
	67,42	78,21	59,9	71,84	64,72	157,1	95,25	74,21	91,14	86,09	79,71	113,2
	52,62	75,78	73,36	85,94	60,84	143,9	76,92	84,79	67,66	50,29	77,98	105,8
	49,53	55,68	76,65	80,12	58,52	114,8	63,49	88,62	76,66	60,04	64,17	95,08
	54,72	59,11	60,5	82,98	67,58	81,7	68,91	89,13	84,7	79,11	64,46	111,8
	56,53	50,42	54,1	96,34	65,32	78,11	103,7	94,55	90,17	94,24	56,68	113,2
	44,44	59,75	65,69	88,04	71,24	89,56	105,5	90,14	85,56	81,27	55,27	90,73
	39,48	50,37	81,23	81,06	87,68	108,2	97,83	106	69,13	86,48	54,87	89,25
	58,55	47,35	79,45	74,99	106,2	117,6	106,7	140,3	57,28	80,82	57,32	98,42
	52,76	48,65	66,96	51,1	127,9	99,92	84,98	155,5	60,6	87,95	56,85	83,86
	43,54	48,34	48,57	49,57	116,5	111,1	56,29	147,1	72,45	98,35	59,8	66,08
	49,23	58,6	51,95	61,46	111,8	76,1	68,77	131,9	71,45	74,23	60,74	64,22
	51,62	60,88	46,85	55,33	95,42	68,51	91,55	124,8	80,31	67,28	53,23	53,39
	52,75	76,89	49,17	45,26	94,72	107,1	73,58	138,5	82,21	56,05	56,06	56,97
	41,25	80,01	61,44	46,08	105,1	133,6	55,45	130,7	69,84	65,93	48,52	72,78
	38,76	59,26	61,25	54,16	94,44	128,4	54,96	101,6	77,18	75,55	50,7	78,85
	54,42	61,64	58,92	52,1	95,38	146,3	52,66	133,3	72,94	78,57	61,55	72,34
	59,88	52,56	61,55	49,17	88,48	137,1	46,21	139,5	68,14	92	55,17	69,99
	48,03	67,11	66,13	48,77	75,8	80,99	56,73	113	69,93	83,5	55,66	72,99
	37,03	61,76	77,23	59,49	84,17	94,23	54,02	93,17	67,75	86,24	63,35	61,05
	32,92	56,25	78,43	66,4	68,67	135,6	60,57	84,67	60,54	78,16	57,38	66,74
	31,08	76,73	68,33	66,03	62,01	111,8	62,68	105,8	57,42	65,9	65,72	73,73
	39,9	61,08	55,7	61,69	75,94	78,21	67,1	143,2	53,74	57,9	66,78	65,2
	51,52	81,87	49,38	70,19	86,26	73,69	73,94	127,2	60,44	73,64	59,31	68,31
	56,56	65,7	52,87	64,36	107,6	71,81	73,46	120,9	57	72,25	52,1	74,02
	45,09	63,13	71,61	60,09	107,3	64,82	59,36	121,6	57,16	60,65	48,9	90,31
	41,87	64,37	81,55	54,89	72,98	79,26	55,67	90,97	58,29	53,5	49,82	89,86
	59,78	49,64	68,66	57,23	74,81	84,45	66,97	74,72	60,91	55,37	50,28	80,22
	65,52	46,46	53,01	68,48	69,84	90,75	59,69	95,36	56,61	60,54	55,33	76,58
	59,1	72,61	45,66	88,06	63,03	93	48,89	107,9	60,48	61,23	57,72	68,84
	71,13	100,9	49,94	111,2	63,4	95,54	48,55	119,7	63,47	58,12	60,59	63,01
	69,27	92,93	54,43	134,4	66,39	97,67	62,37	125,8	58,41	56,35	57,02	73,94
	79,12	93,59	60,37	132,5	83,59	103,6	55,25	122,7	53,98	60,13	58,23	66,87
	79,81	101,7	61,09	85,49	104	84,34	43,46	87,51	50,92	61,57	51,04	59,46
	86,48	102,5	71,03	82,15	124,6	87,93	43,96	74,86	63,57	56,75	53,47	68,2
	82,98	95,79	99,98	107,7	118,6	100,2	49,23	78,46	69,05	61,34	63,17	77,66
	52,44	102,8	100,3	108,2	77,32	89,81	57,91	79,62	60,73	59,06	69,18	78,13
	38,37	104,3	92,31	82,56	62,22	72,53	56,89	77,41	68,61	53,07	72,39	77,62
	38,42	90,04	108,5	66,02	55,55	71,43	54,18	88,56	67,98	61,22	72,81	60,38
	42,7	98,25	92,75	57,3	56,49	92,38	62,6	74,98	75,8	81,95	74,54	60,93
	56,56	100,5	77,22	61,46	55,67	80,47	68,01	89,61	74,95	68,95	79,58	58,61
	63,01	124,4	79,54	66,69	55,48	70,43	67,1	94,49	73,16	57,67	82,93	60,32
	76,41	133,6	73,28	73,41	64,88	68,3	72,51	82,43	72,88	62,29	67,78	83,2

	34° - 35mm - SP (DP34-01)	34° - 35mm - CP (DP34-02)	34° - 50mm - SP (DP34-03)	34° - 50mm - CP (DP34-04)	36° - 35mm - SP (DP36-01)	36° - 35mm - CP (DP36-02)	36° - 50mm - SP (DP36-03)	36° - 50mm - CP (DP36-04)	38° - 35mm - SP (DP38-01)	38° - 35mm - CP (DP38-02)	38° - 50mm - SP (DP38-03)	38° - 50mm - CP (DP38-04)
	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal	Força horizontal
67,12	119,4	68,93	75,08	76,21	71,33	74,03	88,65	73,78	67,54	58,85	91,76	
61,36	98,39	84,35	85,1	61,4	73,15	58,55	80,8	70,04	66,8	75,14	91,19	
64,86	72,08	77,19	96,56	60,41	82,91	54,51	75,41	58,95	85,32	77,83	91,31	
63,08	67,85	69,54	118,7	71,79	80,94	69,21	59,61	85,64	94,18	85,43	88,29	
75,62	77,46	89,08	133,1	62,88	81,28	68,89	58,24	102,4	107,7	73,37	87,87	
80,39	81,95	72,16	137,8	61,41	91,57	74,69	70,03	102,1	109,4	67,85	97,86	
57,18	64,02	71,87	125,4	62,88	91,36	79,71	67,09	121,4	108,6	80,55	107,1	
48,78	89,9	81,95	108,8	51,95	88,54	70,65	54,68	123,3	86,76	85,71	122,5	
66,75	97,92	69,3	114,4	51,85	106,1	75,7	60,48	125,2	88,71	87,37	115,9	
59,95	62,81	65,7	130,4	58,19	85,26	72,56	57,28	111,8	103,6	102,5	82,2	
52,14	40,55	70,55	111,9	55,28	67,55	51,43	67,71	101,1	126,9	127,1	73,42	
63,96	56,72	70,44	91,4	56,14	90,97	50,65	67,16	108,4	136,6	135,2	55,92	
65,7	61,56	64,19	125,5	50,68	87,98	77,62	59,86	94,16	140,2	108,1	48,95	
59,24	66,94	61,02	142,8	57,57	89,19	86,54	62,61	72,84	137,3	74,33	64,42	
47,99	84,2	55,75	102	66,71	107,3	70,09	65,94	53,67	114,8	79,45	79,26	
44,7	71,66	64,6	77,09	58,27	106,5	58,59	86,32	82,02	91,7	79	104,5	
76,67	58,38	60,82	89,95	51,43	111,8	76,55	94,81	72,26	105,2	57,8	116,5	
62,56	61,99	59,93	65,85	54,84	100,3	92,07	89,5	69,89	134,1	65,4	122,8	
47,13	79,96	71,68	55,66	70,15	80,25	85,05	67,7	90,87	160,5	60,72	139,7	
46,4	102,6	60,8	78,23	77,92	85,27	68,85	62,44	81,25	156,2	60,22	123,5	
60,59	103,4	46,61	130,6	85,15	108,9	60,81	68,81	76,51	162,9	64,84	104,4	
63,54	74,29	56,38	120,3	63,78	112,4	78,76	74,96	74,79	101,8	64,73	95,71	
72,48	82,95	64,26	96,89	51,44	116	80,27	71,52	77,32	75,74	49,6	83,6	
92,26	95,16	61,14	70,08	62,4	96,58	51,8	87,73	63,88	90,45	55,69	68,29	
84,15	72,22	56,07	62,26	70,77	110	52,26	91,86	67,58	77,58	52,37	89,3	
95,18	79,54	53,54	88,76	68,85	126,2	63,54	103,6	75,48	71,36	63,49	86,1	
87,77	76,13	67,55	84,06	73,17	120,1	58,91	92,26	80,08	73,68	79,63	82,3	
66,61	58,16	84,71	81,15	65,65	117,4	62,82	63,27	88,04	73,08	75,54	93,15	
42,77	57,92	83,74	96,05	73,79	114,3	74,71	75,44	65,44	84,82	60,28	90,36	
29,7	81,54	106	103,9	69,53	124,6	83,33	101,7	59,9	85,62	61,87	75,98	
47,89	104,2	102,2	93,52	56,1	110,4	92,87	107,6	70,98	67,9	77,91	116,6	
51,75	93,36	89,14	81,44	62,19	84,09	81,39	85,47	69,81	70,15	62,04	120,3	
57,18	58,14	120,5	79,83	70,89	83,41	73,85	88,35	72,89	61,74	46,58	78,3	
39,86	48,01	93,98	63,97	79,62	102,7	83	103,4	73,21	65,3	63,9	80,73	
43,89	61,01	78,36	49,29	80,9	89,72	94,45	114,5	76,93	93,84	73,47	109,8	
69,12	65,03	78,34	88,44	74,66	88,28	71,73	102,9	73,82	107,5	67,93	89,98	
72,25	76,46	73,7	122,6	76,57	69,94	73,98	81,12	65,8	88,65	64,8	96,97	
61,97	94,12	79,05	104,7	90,04	76,07	65,79	83,1	63,3	82,17	50,79	102,8	
85,85	77,84	73,62	96,66	86,71	80,34	66,88	108,7	55,5	82,68	60,55	72,39	
82,14	91,18	65,97	102	83,21	74,15	66,71	99,42	46,13	76,66	53,51	78,53	
55,96	78,32	87,37	74,06	86,68	95,17	83,99	73,44	66,34	57,96	46,09	80,51	
45,34	57,24	95,06	77,49	85	97,74	82,13	75,05	86,57	58,19	62,33	77,62	
44,81	62,28	79,53	86,28	89,95	85,7	77,58	78,24	80,27	85,96	66,07	83,41	
57,63	63,73	64,06	109,9	85,86	70,77	77,95	76,13	85,93	75,85	78,42	101,5	
64,37	49,06	73,24	97,93	71,48	61,96	81,88	95,89	80,91	89,49	76	123,5	
56,66	55,93	87,9	71,35	60,3	69,32	66,9	88,19	60,01	73,26	52,51	102,6	
60,88	50,71	83	53,5	56,94	80,17	70,65	86,84	70,81	76,68	60,13	101	
61,12	47,97	73,31	60,27	51,63	89,38	82,94	95,32	68,68	77,17	65,68	89,1	
57,55	82,77	77,48	66,37	50,72	101,9	101,1	85,96	73,71	54,57	60,98	61,05	
61,66	116,4	91,97	35,88	49,43	118,2	74,41	83,65	81,82	56,4	56,5	57,68	

VELOCIDADE - 12km/h

APÊNDICE B – Gráfico Força/Tempo.

Gráfico 5 - Ângulo 34°, profundidade 35mm com pressão.

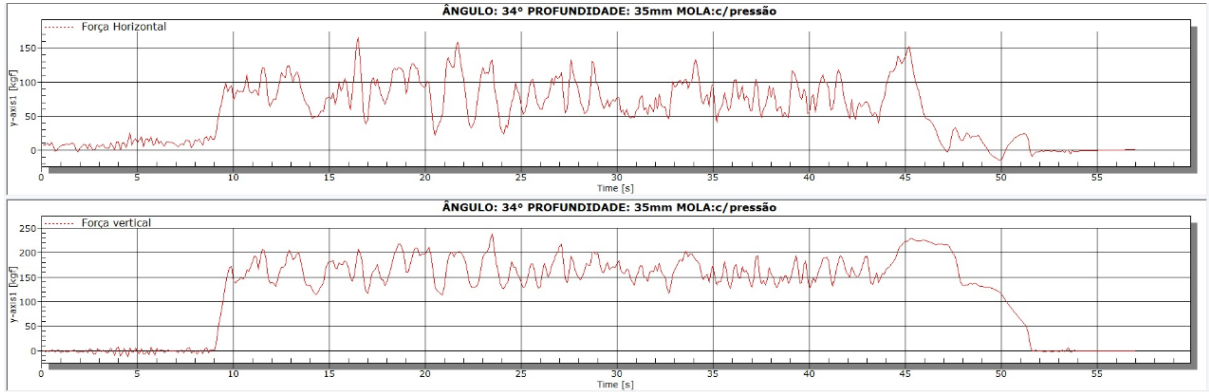


Gráfico 6 - Ângulo 34°, profundidade 35mm sem pressão.

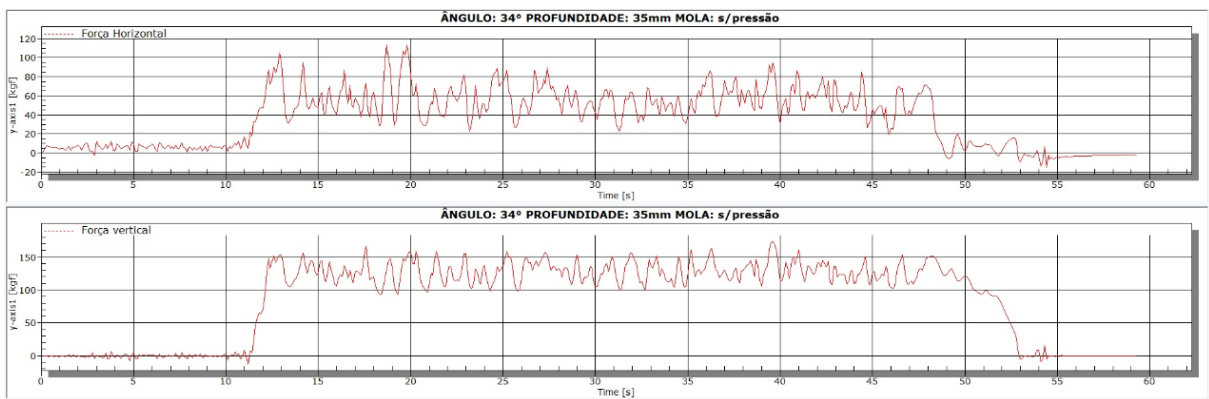


Gráfico 7 - Ângulo 34°, profundidade 50mm com pressão.

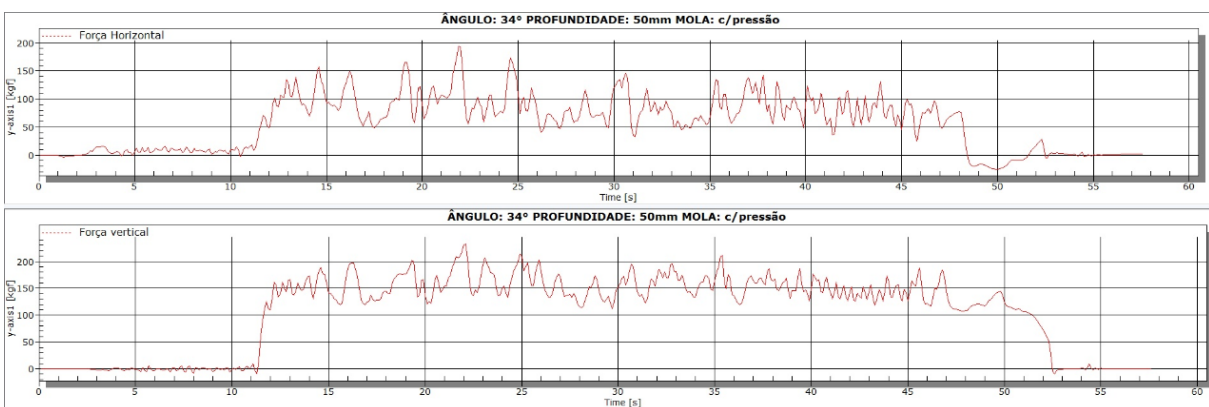


Gráfico 8 - Ângulo 34°, profundidade 50mm sem pressão.

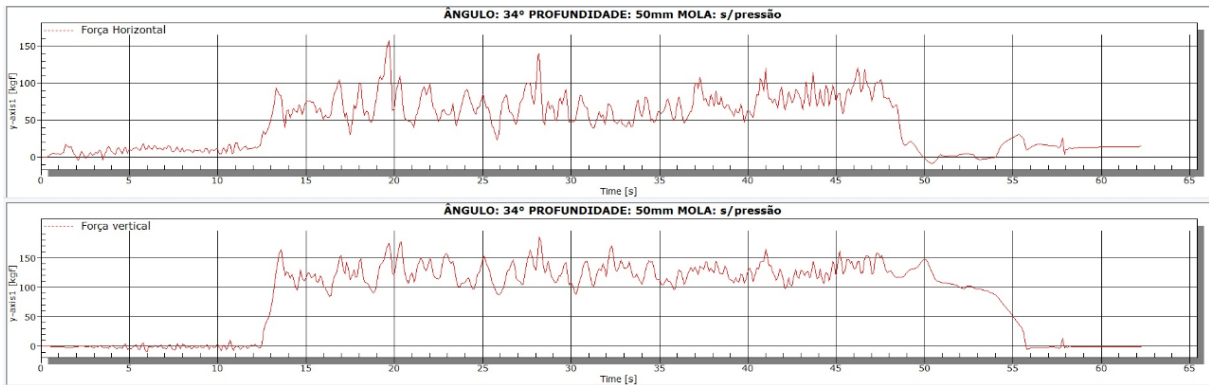


Gráfico 9 - Ângulo 36°, profundidade 35mm com pressão.

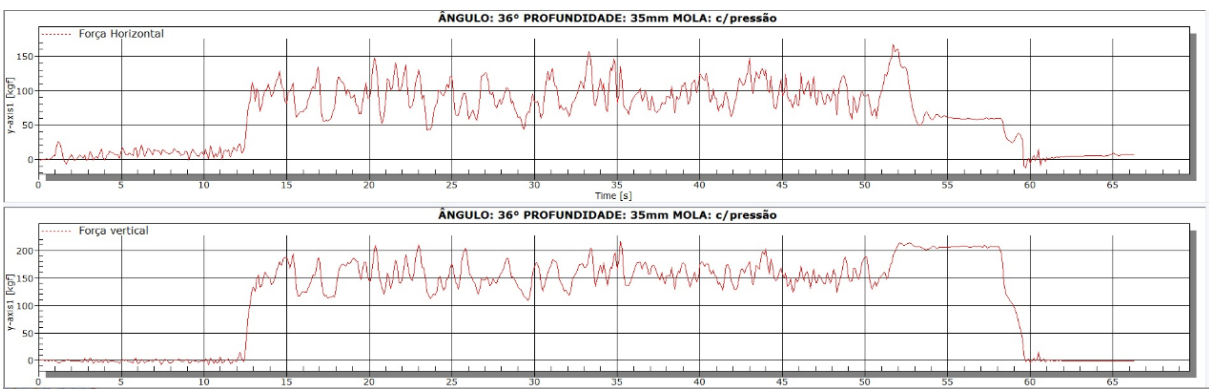


Gráfico 10 - Ângulo 36°, profundidade 35mm sem pressão.

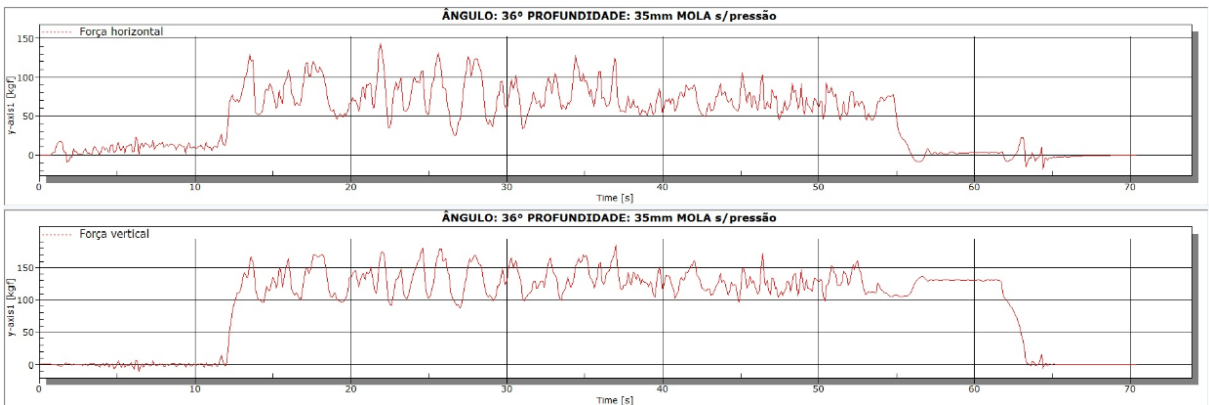


Gráfico 11 - Ângulo 36°, profundidade 50mm com pressão.

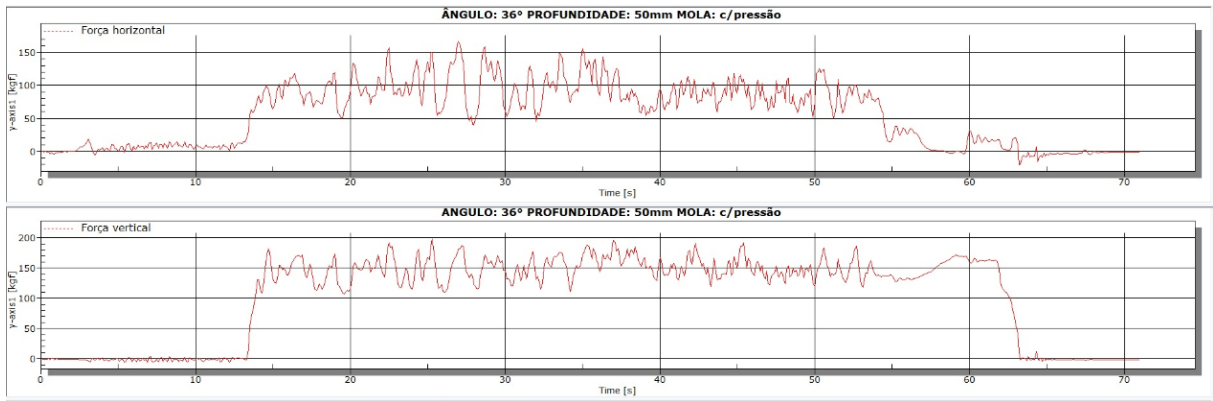


Gráfico 12 - Ângulo 36°, profundidade 50mm sem pressão.

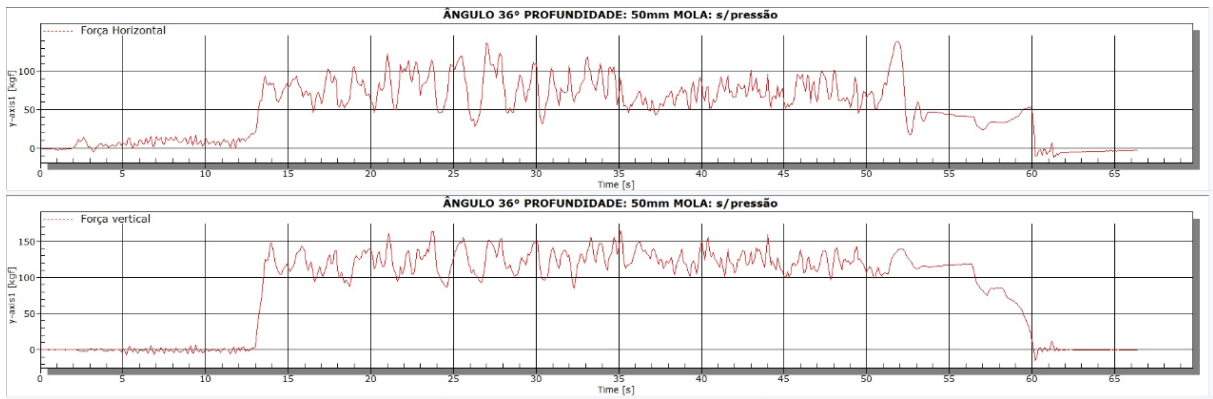


Gráfico 13 - Ângulo 38°, profundidade 35mm com pressão.

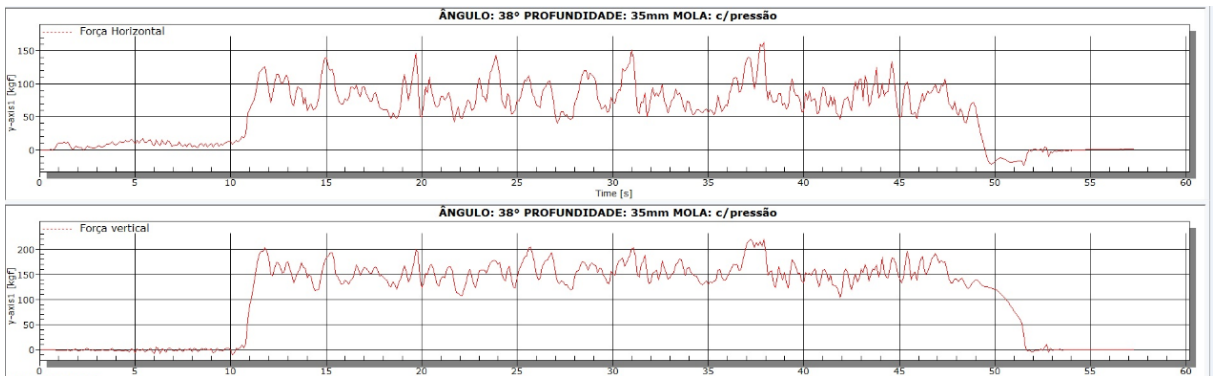


Gráfico 14 - Ângulo 38°, profundidade 35mm sem pressão.

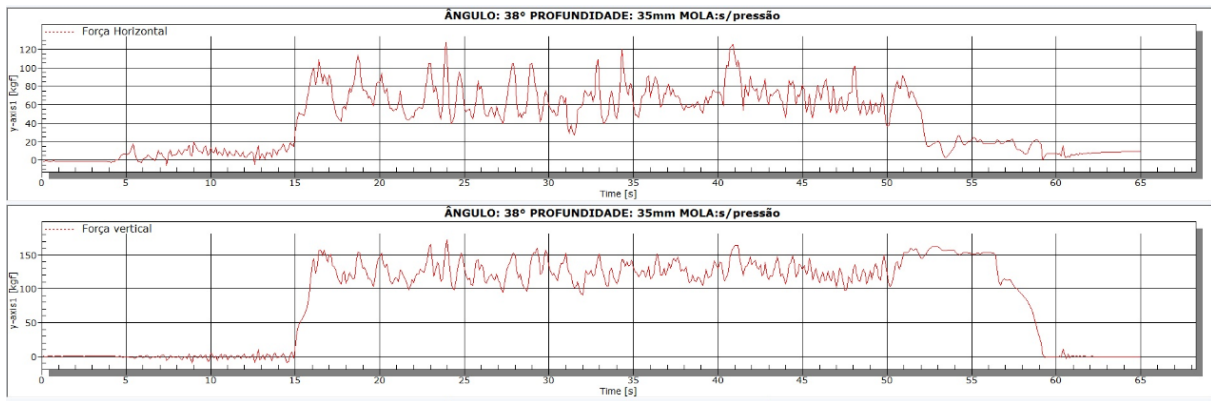


Gráfico 15 - Ângulo 38°, profundidade 50mm com pressão.

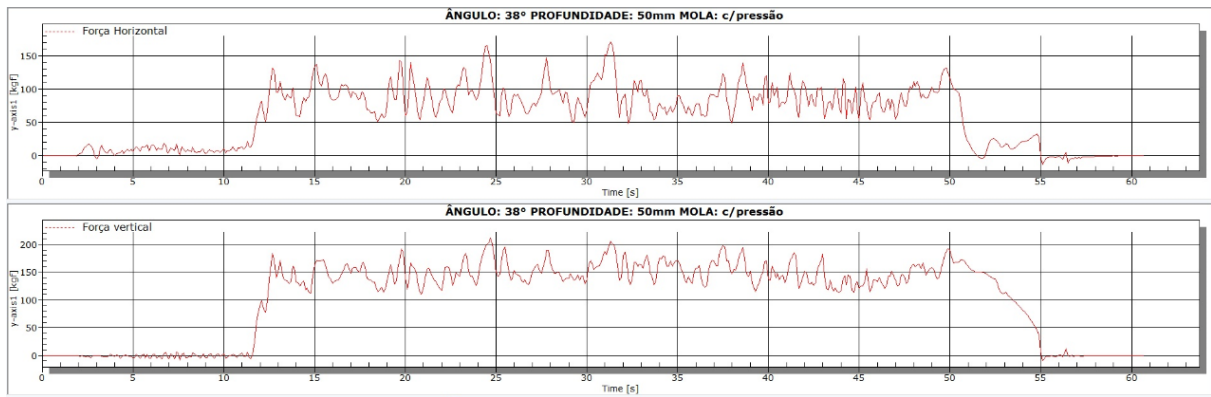
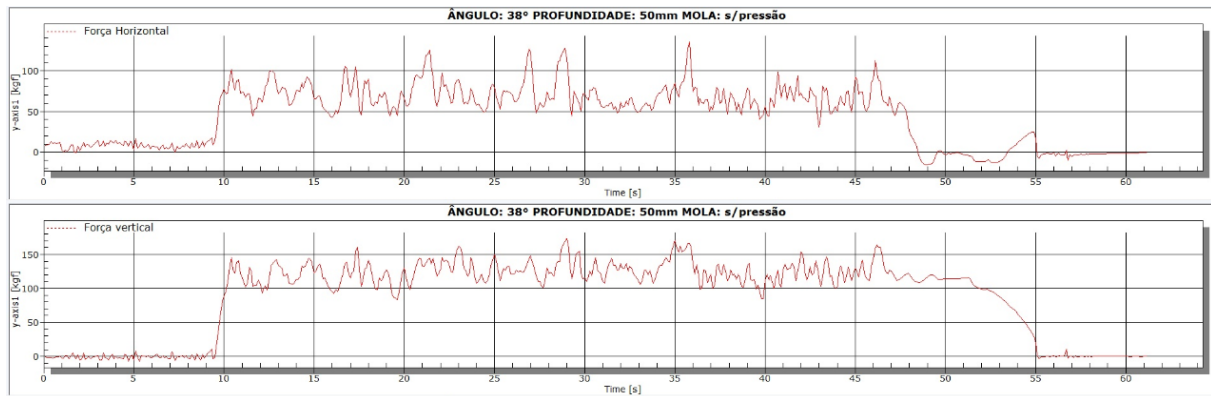


Gráfico 16 - Ângulo 38°, profundidade 50mm sem pressão.



APÊNDICE C – Análise estatística para força vertical e horizontal.

- Análise de Força de Tração em Discos Duplos Submetidos a Diferentes Ângulos de Abertura\Horizontal.DB

Variável analisada: Força

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Ângulo	2	681.033889	340.516944	11.894	0.0014
Velocidade	2	81.623889	40.811944	1.425	0.2783
Posição	3	3482.335556	1160.778519	40.544	0.0000
Ângulo*Velocidade	4	32.549444	8.137361	0.284	0.8826
Ângulo*Posição	6	299.672778	49.945463	1.744	0.1939
Velocidade*Posição	6	137.042778	22.840463	0.798	0.5896
erro	12	343.563889	28.630324		
Total corrigido	35	5057.822222			
CV (%) =	6.74				
Média geral:	79.4222222	Número de observações:	36		

Teste Tukey para a FV Ângulo

DMS: 5,8306610606419 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 12
 Erro padrão: 1,54462304123245

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
34	74.508333	a1
38	78.675000	a1
36	85.083333	a2

Teste Tukey para a FV Velocidade

DMS: 5,8306610606419 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 12
 Erro padrão: 1,54462304123245

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
12	77.358333	a1
8	80.000000	a1
4	80.908333	a1

Teste Tukey para a FV Posição

DMS: 7,4913170214274 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 9
 Erro padrão: 1,7835770573041

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
35SP	67.533333	a1
50SP	72.322222	a1
35CP	86.188889	a2
50CP	91.644444	a2

Análise do desdobramento de Ângulo dentro de cada nível de:

Velocidade

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Ângulo	/1 2	346.901667	173.450833	6.058	0.0144
Ângulo	/2 2	144.061667	72.030833	2.516	0.1188
Ângulo	/3 2	222.620000	111.310000	3.888	0.0480
Erro	12	343.563889	28.630324		

Codificação usada para o desdobramento

cod. Velocidade

1 = 12

2 = 4

3 = 8

Teste de Tukey para o desdobramento de Ângulo dentro da codificação:

1

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Teste Tukey para a FV Ângulo

DMS: 10,0990011987452 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 4
 Erro padrão: 2,67536558595616

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
34	71.200000	a1

38 76.575000 a1 a2
 36 84.300000 a2

 Teste de Tukey para o
 desdobramento de Ângulo dentro da codificação:

2

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

 Teste Tukey para a FV Ângulo

DMS: 10,0990011987452 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 4
 Erro padrão: 2,67536558595616

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
34	77.625000 a1	
38	79.400000 a1	
36	85.700000 a1	

 Teste de Tukey para o
 desdobramento de Ângulo dentro da codificação:

3

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

 Teste Tukey para a FV Ângulo

DMS: 10,0990011987452 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 4
 Erro padrão: 2,67536558595616

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
34	74.700000 a1	
38	80.050000 a1 a2	
36	85.250000 a2	

 Análise do desdobramento de Posição dentro de cada nível de:

Ângulo

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Posição /1	3	2077.709167	692.569722	24.190	0.0000
Posição /2	3	752.536667	250.845556	8.762	0.0023
Posição /3	3	951.762500	317.254167	11.081	0.0009
Erro	12	343.563889	28.630324		

 Codificação usada para o desdobramento
 cod. Ângulo

1 = 34
2 = 36
3 = 38

Teste de Tukey para o
desdobramento de Posição dentro da codificação:

1

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Teste Tukey para a FV Posição

DMS: 12,9753416967178 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 3

Erro padrão: 3,08924608246489

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
35SP	55.966667	a1
50SP	68.933333	a1
35CP	82.900000	a2
50CP	90.233333	a2

Teste de Tukey para o
desdobramento de Posição dentro da codificação:

2

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Teste Tukey para a FV Posição

DMS: 12,9753416967178 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 3

Erro padrão: 3,08924608246489

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
50SP	76.800000	a1
35SP	77.633333	a1
35CP	91.733333	a2
50CP	94.166667	a2

Teste de Tukey para o
desdobramento de Posição dentro da codificação:

3

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Teste Tukey para a FV Posição

DMS: 12,9753416967178 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 3

Erro padrão: 3,08924608246489

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
35SP	69.000000	a1
50SP	71.233333	a1 a2
35CP	83.933333	a2 a3
50CP	90.533333	a3

Análise do desdobramento de Velocidade dentro de cada nível de:

Posição

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV		GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Velocidade	/1	2	53.395556	26.697778	0.933	0.4153
Velocidade	/2	2	16.986667	8.493333	0.297	0.7467
Velocidade	/3	2	100.895556	50.447778	1.762	0.2087
Velocidade	/4	2	47.388889	23.694444	0.828	0.4557
Erro		12	343.563889	28.630324		

Codificação usada para o desdobramento

cod. Posição

1 = 35CP

2 = 35SP

3 = 50CP

4 = 50SP

Teste de Tukey para o

desdobramento de Velocidade dentro da codificação:

1

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Teste Tukey para a FV Velocidade

DMS: 11,6613221212838 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 3

Erro padrão: 3,08924608246489

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
8	84.433333	a1
12	84.500000	a1
4	89.633333	a1

Teste de Tukey para o

desdobramento de Velocidade dentro da codificação:

2

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Teste Tukey para a FV Velocidade

DMS: 11,6613221212838 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 3

Erro padrão: 3,08924608246489

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
8	65.600000	a1
12	68.333333	a1
4	68.666667	a1

Teste de Tukey para o
desdobramento de Velocidade dentro da codificação:

3

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Teste Tukey para a FV Velocidade

DMS: 11,6613221212838 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 3
Erro padrão: 3,08924608246489

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
12	87.500000	a1
4	91.733333	a1
8	95.700000	a1

Teste de Tukey para o
desdobramento de Velocidade dentro da codificação:

4

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Teste Tukey para a FV Velocidade

DMS: 11,6613221212838 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 3
Erro padrão: 3,08924608246489

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
12	69.100000	a1
4	73.600000	a1
8	74.266667	a1

- Análise de Força de Tração em Discos Duplos Submetidos a Diferentes Ângulos de Abertura\vertical.DB

Variável analisada: Força

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Ângulo	2	125.362222	62.681111	6.397	0.0129
Velocidade	2	435.290556	217.645278	22.211	0.0001
Posição	3	7700.485278	2566.828426	261.945	0.0000
Ângulo*Velocidade	4	148.772778	37.193194	3.796	0.0322
Ângulo*Posição	6	175.168889	29.194815	2.979	0.0508
Velocidade*Posição	6	99.213889	16.535648	1.687	0.2073
erro	12	117.589444	9.799120		
Total corrigido	35	8801.883056			
CV (%) =	2.23				
Média geral:	140.5861111		Número de observações:	36	

Teste Tukey para a FV Ângulo

DMS: 3,41112952671681 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 12
 Erro padrão: 0,903655556170343

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
38	139.241667	a1
36	139.291667	a1
34	143.225000	a2

Teste Tukey para a FV Velocidade

DMS: 3,41112952671681 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 12
 Erro padrão: 0,903655556170343

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
4	135.808333	a1
8	141.966667	a2
12	143.983333	a2

 Teste Tukey para a FV Posição

DMS: 4,3826681777613 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 9
 Erro padrão: 1,0434515572193

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
50SP	123.788889	a1
35SP	128.600000	a2
50CP	152.188889	a3
35CP	157.766667	a4

 Análise do desdobramento de Ângulo dentro de cada nível de:

Velocidade

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Ângulo /1	2	19.291667	9.645833	0.984	0.3969
Ângulo /2	2	125.121667	62.560833	6.384	0.0123
Ângulo /3	2	129.721667	64.860833	6.619	0.0110
Erro	12	117.589444	9.799120		

Codificação usada para o desdobramento

cod. Velocidade

1 = 12

2 = 4

3 = 8

Teste de Tukey para o
 desdobramento de Ângulo dentro da codificação:

1

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Teste Tukey para a FV Ângulo

DMS: 5,90824965147189 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 4
 Erro padrão: 1,56517733582895

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
38	143.025000	a1
34	143.150000	a1
36	145.775000	a1

Teste de Tukey para o
desdobramento de Ângulo dentro da codificação:

2

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Teste Tukey para a FV Ângulo

DMS: 5,90824965147189 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 4
Erro padrão: 1,56517733582895

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
38	133.125000	a1
36	133.950000	a1
34	140.350000	a2

Teste de Tukey para o
desdobramento de Ângulo dentro da codificação:

3

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Teste Tukey para a FV Ângulo

DMS: 5,90824965147189 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 4
Erro padrão: 1,56517733582895

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
36	138.150000	a1
38	141.575000	a1 a2
34	146.175000	a2

Análise do desdobramento de Posição dentro de cada nível de:

Ângulo

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Posição	/1 3	3506.535833	1168.845278	119.281	0.0000
Posição	/2 3	1894.809167	631.603056	64.455	0.0000
Posição	/3 3	2474.309167	824.769722	84.168	0.0000
Erro	12	117.589444	9.799120		

Codificação usada para o desdobramento

cod. Ângulo

1 = 34

2 = 36

3 = 38

Teste de Tukey para o
desdobramento de Posição dentro da codificação:

1

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Teste Tukey para a FV Posição

DMS: 7,59100395659789 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 3
Erro padrão: 1,80731111234069

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
50SP	123.833333	a1
35SP	128.966667	a1
50CP	156.633333	a2
35CP	163.466667	a2

Teste de Tukey para o
desdobramento de Posição dentro da codificação:

2

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Teste Tukey para a FV Posição

DMS: 7,59100395659789 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 3
Erro padrão: 1,80731111234069

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
50SP	123.133333	a1
35SP	131.266667	a2
50CP	148.766667	a3
35CP	154.000000	a3

Teste de Tukey para o
desdobramento de Posição dentro da codificação:

3

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Teste Tukey para a FV Posição

DMS: 7,59100395659789 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 3
Erro padrão: 1,80731111234069

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
50SP	124.400000	a1
35SP	125.566667	a1
50CP	151.166667	a2

35CP 155.833333 a2

 Análise do desdobramento de Velocidade dentro de cada nível de:

Posição

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Velocidade /1	2	42.886667	21.443333	2.188	0.1508
Velocidade /2	2	55.386667	27.693333	2.826	0.0956
Velocidade /3	2	331.528889	165.764444	16.916	0.0003
Velocidade /4	2	104.702222	52.351111	5.342	0.0209
Erro	12	117.589444	9.799120		

Codificação usada para o desdobramento

cod. Posição

1 = 35CP

2 = 35SP

3 = 50CP

4 = 50SP

Teste de Tukey para o desdobramento de Velocidade dentro da codificação:

1

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

 Teste Tukey para a FV Velocidade

DMS: 6,82225905343361 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 3

Erro padrão: 1,80731111234069

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
4	154.833333	a1
8	158.400000	a1
12	160.066667	a1

Teste de Tukey para o desdobramento de Velocidade dentro da codificação:

2

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

 Teste Tukey para a FV Velocidade

DMS: 6,82225905343361 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 3

Erro padrão: 1,80731111234069

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
-------------	--------	---------------------

4	125.666667	a1
8	128.400000	a1
12	131.733333	a1

Teste de Tukey para o
desdobramento de Velocidade dentro da codificação:

3

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Teste Tukey para a FV Velocidade

DMS: 6,82225905343361 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 3
Erro padrão: 1,80731111234069

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
4	143.766667	a1
8	154.966667	a2
12	157.833333	a2

Teste de Tukey para o
desdobramento de Velocidade dentro da codificação:

4

Obs. Identifique a codificação conforme valores apresentados anteriormente

Teste Tukey para a FV Velocidade

DMS: 6,82225905343361 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 3
Erro padrão: 1,80731111234069

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
4	118.966667	a1
8	126.100000	a2
12	126.300000	a2

APÊNDICE D – Fotos do ensaio.

Figura 21 - Montagem do suporte e discos.



Figura 22 - calibração do anel octogonal.



Figura 23 - Regulagem e primeiros ensaios.



Figura 24 - Fixação da linha no carro dinamométrico.



Figura 25 - Demarcação da área de teste.



Figura 26 - Unidade de teste, linha de plantio direto.

