

## MÁQUINAS E QUALIDADE DE SEMEADURA EM INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA

Osmar Conte

Engenheiro Agrônomo, doutor em Ciência do Solo, UFRGS, Porto Alegre-RS.



**Resumo** - No contexto do sistema plantio direto a semeadura tornou-se uma operação com maior relevância dentro do processo produtivo. Para isso foi preciso uma mudança em termos de máquinas adaptadas e capazes de desempenhar sua função perante a condição existente nesse novo contexto de manejo das lavouras. Atualmente avaliamos qualidade de semeadura não somente por fatores ligados a distribuição de plantas na linha de semeadura, mas também pela eficiência no processo de semeadura e aspectos voltados a conservação do solo, demanda de potência e onerosidade da operação. Mas a eficiência na semeadura direta volta-se principalmente na interação da semeadora com as condições de superfície do solo, o trabalho realizado perante as diversidades encontradas no ambiente e a mobilização de solo deixada pela na operação de semeadura. A quantificação do solo mobilizado no sulco de semeadura e a eficiência de hastes sulcadoras de semeadoras estão entre as variáveis estudadas no contexto atual. Em ambiente de integração lavoura-pecuária, onde os animais deixam algum grau de impacto no solo, o uso de hastes sulcadoras na semeadura é indicado.

**Palavras-Chave:** densidade populacional, emergência, semeadura

## MACHINES AND SEEDING QUALITY IN CROP-LIVESTOCK SYSTEM

**Abstract-** In the context of no-till sowing has become a more important operation within the production process. For a change was necessary in terms of adapted machines and able to perform its function before the existing condition in this new context of crop management. Currently evaluating quality of planting not only by factors related to distribution of plants in the row, but also the efficiency in the process of sowing and aspects related to soil conservation, drought force and high costs of operation. But the efficiency of tillage is chiefly in the interaction of the seeder drill with the conditions of the soil surface, the work done before the diversity found in the environment and the mobilization of soil left by the sowing operation. The quantification of soil mobilized into the groove of sowing and shank efficiency are among the variables in the current context. In an environment of crop-livestock system, where the animals leave some degree of impact on soil, the use of shanks at sowing is indicated.

**Keyword:** emergence, seeding, population density

### 1. INTRODUÇÃO

Na atualidade, após a consagração do sistema plantio direto no Brasil, a operação de semeadura de uma cultura se tornou uma etapa mais representativa em termos de custo e uso de

máquinas, dentro do processo produtivo. No sistema onde se preparava o solo por meio de diferentes operações até deixá-lo pronto para semear a semeadura representava uma operação a mais, mas que correspondia por um percentual menor no total dos custos de produção. No sistema

atual a semeadura realizada de forma direta sobre o solo não preparado se tornou mais complexa, onerosa e dispendiosa em termos de potência e consumo de combustíveis. A sua complexidade se deve a exigência de maquinaria especializada, onde semeadoras-adubadoras fazem mais do que dosar sementes e adubo e alocá-los no solo, precisam fazer o preparo do sulco de semeadura e de forma a garantir as condições necessárias a sucesso do processo de germinação, estabelecimento das plântulas e com isso a população de plantas ideal para garantir potencial de rendimento. Por operar sobre solo não previamente preparado, as semeadoras ganharam componentes capazes de fazer o corte de resíduos que se encontram sobre o solo e mecanismos capazes de fazer o preparo mínimo no sulco de semeadura, para a adequada colocação das sementes no solo. Estes mecanismos que equipam semeadoras preparadas para operar em semeadura direta acabam requerendo mais potência para atuarem do quando atuam sobre solo preparado, e com isso o conjunto todo se torna mais demandante em termos de potência e tração e conseqüentemente o consumo de combustíveis por área ou horário aumenta.

Ainda existe o desafio de trabalhar diferentes condições de superfície de solo com a mesma configuração da máquina semeadora. Essas condições são geradas pelas plantas de cobertura que são adotadas no sistema de cultivo e rotações de cultura, residual de cultivos anteriores, tráfego de máquinas e animais alterando as condições de superfície e muitas vezes deixando o solo sob um determinado grau de compactação.

Em sistemas de integração lavoura-pecuária não é diferente, a complexidade aumenta ainda mais seja com a forrageira pastejada de forma irregular, resíduo solto e pisoteio dos animais. Restos de forragem desprendidos da raiz e soltos no solo podem dificultar o corte e com isso podendo ocasionar embuchamentos nos mecanismos da máquina que interagem diretamente com o solo. Ainda atua uma condição de micro-relevo, gerada pela ação dos cascos dos animais no solo, devido principalmente ao tráfego com solo úmido. Todas essas condições tornam a operação de semeadura delicada e a semeadora-adubadora encarregada de realizar uma operação de alta qualidade mesmo perante as adversidades encontradas.

## **2. QUALIDADE NA SEMEADURA**

O entendimento de qualidade na semeadura normalmente ocorre com a interpretação do resultado em termos de estabelecimento da cultura de acordo com os critérios desejados, atingindo-se a população de plantas de acordo com recomendações técnicas para a cultura ou então de acordo com o desejado pelo produtor. Mas não

somente a dosagem da quantidade de sementes desejadas faz da semeadura o processo satisfatório. Nesse contexto entra principalmente a boa distribuição de sementes, com a distribuição compassada e em profundidade adequada mantendo-se a uniformidade. Obviamente que o sistema dosador da semeadora é mais importante nesse processo do que as condições de superfície do solo onde é realizada a semeadura. Mas não basta dosar adequadamente as sementes, as mesmas devem chegar ao solo de forma uniforme e principalmente serem dispostas no sulco em distancias regulares e com uniformidade na também na profundidade de deposição.

Sendo assim, se a sementes utilizadas forem de boa qualidade, a semeadora for eficiente em dosar e depositar as sementes no solo e as condições para germinação forem adequadas, espera-se uma semeadura com qualidade obtendo-se a população de plantas desejada ou a melhor indicada para se alcançar o desempenho produtivo desejado.

Estes são os aspectos normalmente apontados quando se aborda qualidade de semeadura. Mas outras faces podem ser apontadas, principalmente onde o sistema é mais complexo e a operação de semeadura assume um papel mais expressivo dentro do contexto produtivo.

Desta forma abordaremos aspectos de qualidade na operação de semeadura que complementam as normalmente apontadas como indicadoras, e acima apontadas. Aspectos de qualidade como aqueles preconizadores do sistema plantio direto, com cobertura de solo e mínima mobilização de solo pela semeadura direta. Para isso é importante que a semeadora exerça seu trabalho de com eficiência principalmente no preparo do sulco de semeadura. É nesse ponto que muitas vezes a operação mais deixa a desejar atualmente. A semeadora não realiza preparo satisfatório perante condições extremas encontradas na superfície do solo ou faz esse preparo de forma exagerada com excessiva exposição de solo e principalmente solo jogado para longe do sulco de semeadura, o que não auxilia em nada para garantir adequadas condições para germinação e ainda expõe solo às condições do ambiente, e facilita a ocorrência de plantas daninhas.

## **3. DEFINIÇÃO DO AMBIENTE ILP E REFLEXOS NA SEMEADURA**

Na adoção do sistema integração lavoura-pecuária acaba se gerando um ambiente diferenciado para a operação de semeadura por diversos aspectos. Entre os principais está a presença de um micro-relevo particular ocasionado pelo impacto do dos animais ao solo ao se movimentarem e aplicando pressões ao solo. Esse micro-relevo pode se

apresentar em diferente escala de acordo com a espécie forrageira presente, a intensidade de pastejo, quantidade de forragem, controle da frequência de pastejos e principalmente presença de animais nas condições de alto teor de água no solo, o que o deixa suscetível a desestruturação. O micro-relevo de superfície é a condição a ser superada por uma máquina que realizará a semeadura da cultura sucessora à fase pastagem. Como a profundidade de ideal de deposição de sementes é até cinco centímetros para a maioria das culturas produtoras de grãos, cabe a semeadora no processo de preparo do sulco anular a rugosidade existente e deixar o sulco de semeadura uniforme permitindo a deposição das sementes na profundidade regular e desejada.

Outro aspecto importante proporcionado pela integração lavoura-pecuária é a cobertura de solo de forma não uniforme. Os animais competem com o sistema conservacionista pela planta de cobertura ou forrageira. A presença de animais implica consumo de forragem e conseqüentemente diminuição da massa vegetal sobre o solo, mas não só sua redução como também a distribuição irregular sobre a superfície, principalmente pelo consumo aleatório o que resulta áreas com maior ou menor quantidade de resíduos. Como consequência tem-se não só diferentes quantidades de resíduos para serem processados na operação de semeadura, mas também como estes estão diretamente relacionadas a dinâmica da perda de água no solo, resulta em evaporação desuniforme. Desta forma o solo apresentará variabilidade espacial no teor de água como também atingira valores limitrofes para as operações em momentos deslocados no tempo, afetando diretamente o momento ideal para se semear. Via de regra, solos com menos cobertura de resíduos perdem mais rapidamente água para a atmosfera e dessa forma após um evento de precipitação atingirão o teor de água ideal pra semear mais rapidamente. Sendo assim em sistemas ILP deve-se dar especial atenção ao momento oportuno de realizar a semeadura em termos de umidade do solo adequada, pois pode ocorrer um deslocamento do momento ideal para semear em relação a uma área não pastejada.

Por perder mais água para atmosfera devido a redução nos resíduos vegetais e pela desestruturação de solo devida a impacto do tráfego realizado pelos animais em pastejo, exigindo maior teor de água na ocasião da semeadura para bom preparo de sulco, momento ideal de semear pode ser antecipado em sistemas de ILP.

#### **4. INTERAÇÃO SEMEADORA-SOLO**

Na interface semeadora-solo é que ocorrem as principais relações que determinarão a eficiência da

semeadora em se contrapor às condições de superfície deixadas pela presença dos animais sobre a pastagem. Neste contexto, perdem relevância aspectos de qualidade de semeadura determinados por sistemas dosadores de sementes e fertilizantes e entra em cena aqueles responsáveis pelo preparo do solo e formação do sulco de semeadura. Sendo assim, na interface semeadora-solo atuam o disco de corte de resíduos, sucedido por sulcador do tipo haste ou mesmo de discos desencontrados, que também atuam na deposição de sementes no sulco, rodas compactadoras e limitadoras de profundidade e às vezes pequenos discos dispostos formando um ângulo com a linha de deslocamento da semeadora, responsáveis pela aproximação de solo que é expulso do sulco pelo sulcador. Estes são os componentes da linha de semeadura que exercem ação direta no solo.

O disco de corte tem a função de cortar o material vegetal que está sobre o solo, seja ele previamente dessecado, ainda verde ou até mesmo resíduo desprendido do solo ou da estrutura da planta. Esta ação apesar de parecer simples tem grande relevância para o bom andamento da semeadura, pois se este corte não for realizado de forma eficiente ocasionará embuchamentos na semeadora. Este nada mais é do que o acúmulo de material vegetal preso aos mecanismos e que com o movimento do conjunto trator-semeadora também acaba agregando solo exposto pelo sulcador e com isso forma um amontoado que impede o bom funcionamento da semeadora, resultando em paradas da máquina para desobstrução, e conseqüentemente perda de rendimento operacional, irregularidade na semeadura, com falhas devido às interrupções e sementes e fertilizante expostos na superfície do sulco.

Na sequência do disco de corte vem o mecanismo sulcador, que pode ser do tipo hastes, muitas vezes conhecidas como facões, e são estas as maiores responsáveis por mobilizar solo no sulco de semeadura. Como alternativa a semeadora pode estar equipada com discos duplos desencontrados em substituição às hastes sulcadoras. Estes demandam menos potência para serem tracionados, justamente porque mobilizam menor volume de solo no sulco e por atuarem mais superficialmente. Pela forma como atuam, normalmente ocasionam menos embuchamento, mas tem limitada capacidade de dispor fertilizantes em profundidades maiores. Em muitos casos são preferencialmente adotados por produtores em suas semeadoras por tornar a operação menos demandante em potência e conseqüentemente, pode-se ganhar em rendimento e consumo de combustíveis. No entanto, sulcadores com maior capacidade de mobilizar solo como as hastes são empregadas justamente quando o solo encontra-se em um estado de compactação mais severo ou

tenha sofrido intenso tráfego de máquinas ou no caso da ILP por animais em pastejo. É justamente na atuação do mecanismo sulcador que o micro-relevo proporcionado pelo pisoteio animal é confrontado, sendo dessa forma a mobilização de solo no sulco de semeadura essencial em determinado grau para que o leito de semeadura seja adequadamente preparado.

Em menor proporção, mas os discos duplos que atuam na deposição de sementes também ajudam a fazer o preparo no sulco de semeadura, iniciado pelo disco de corte e na sequência pelo sulcador de adubo. A contribuição do mecanismo responsável pela deposição das sementes (discos duplos) se dá mais no auxílio a desagregação de solo dentro do sulco do que a mobilização primária, pois se estiverem hastes sulcadoras atuando estas promovem rompimento da estrutura do solo e ocasionando blocos ou agregados de tamanho grande. Dessa forma a passagem dos componentes em sequência ajuda a desagregar o solo em estruturas menores o que levará a uma melhor acomodação das sementes, que exigem um bom contato com o solo para que as relações hídricas e de suprimento de oxigênio ocorram, e dessa forma garantindo a boa germinação.

## 5. MOBILIZAÇÃO DE SOLO EM SEMEADURA DIRETA

Promover ou até mesmo falar em mobilização de solo em semeadura direta parece ser um contra senso. Neste sistema onde se preconiza não mobilizar o solo e mantê-lo coberto como que se pode mobilizá-lo e ainda mais na operação semeadura. Mas é justamente nesta a única ocasião que se mobiliza solo, porém em pequena quantidade e localizada no sulco de semeadura. E o conceito de semeadura direta preconiza que seja feito uma mínima mobilização somente o necessário para garantir a alocação de semente e fertilizante no solo. No entanto, quando se configura uma semeadora com hastes sulcadoras é por que no mínimo suspeita-se da existência de condições físicas de solo inadequadas ao bom desenvolvimento das culturas, e o que a haste sulcadora vai proporcionar em relação ao mecanismo análogo é maior mobilização de solo. Outros fatores como velocidade de deslocamento do conjunto trator-semeadora, umidade do solo, quantidade e tipo de resíduo sobre o solo também contribuem para uma maior ou menor mobilização e exposição de solo no sulco, em semeadura direta (Conte, et al., 2007).

A quantidade de solo mobilizada no sulco não é o problema, pois usa-se hastes sulcadoras justamente por isso, mas que o solo mobilizado no sulco seja exposto ou jogado para fora do sulco não é desejado. O solo mobilizado deve permanecer no

sulco de semeadura e assim fornecer as condições necessárias ao bom desenvolvimento do sistema radicular principalmente na fase inicial das culturas e nas mais suscetíveis a problemas físicos de solo como a compactação (Conte et al., 2009). Logicamente o volume de solo mobilizado em semeadura direta é bem menor do que em preparos convencionais onde toda a camada superficial é mobilizada, mas pretende-se demonstrar como a quantidade em alguns casos também não é tão inexpressiva ao menos para ser desconsiderada.

Nesse contexto, a equipe que atua em solos e mecanização agrícola da Universidade federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Solos tem desenvolvido pesquisas com foco na relação solo-máquina, principalmente em semeadura direta e direcionadas na interface de semeadoras-adubadoras com o ambiente de semeadura (solo associado às condições de superfície) e direcionadas a demanda de potência e eficiência de mobilização de solo por hastes sulcadoras.

A demanda de potência de hastes sulcadoras pode ser relacionada ao estado de compactação do solo, e tem sido usada inclusive para mapear áreas em busca da identificação de regiões com problemas físicos de solo, como em estudo desenvolvido por Adamchuk e Molin, (2006). A razão para uso de desta variável com esse foco, está embasada na resistência da estrutura do solo para ser rompida, justamente o que é proporcionado por uma haste sulcadora em ação, e assim medindo a potência demandada verifica-se maior demanda onde o solo é compactado, conforme pode ser visualizado na Figura 1.

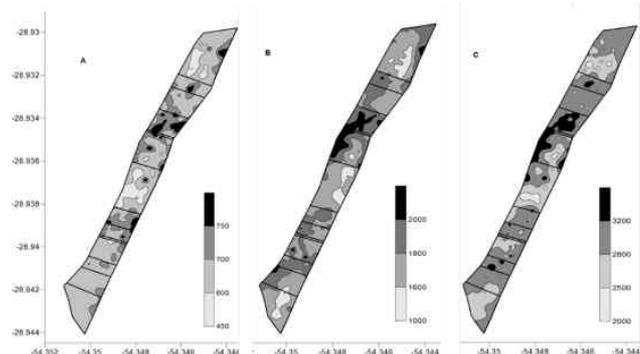


Figura 1. Distribuição espacial da força de tração em haste sulcadora avaliada na semeadura da soja safra 2007/08 em três profundidades de trabalho de haste sulcadora: A (6), B (9) e C (12) cm. Adaptado da Tese de Doutorado de Conte, 2011, dados não publicados.

A quantidade de área superficial do solo que é mobilizada em semeadura direta é variável e dependente principalmente de dois fatores; o mecanismo sulcador adotado e o espaçamento entre linhas da cultura que está sendo semeada. Em espaçamentos menores que 0,5 m como o que tem se usado na cultura da soja e atualmente no

milho, e que representam as culturas com mais expressiva área cultivada no Sul do Brasil, a mobilização de solo pode facilmente chegar a 50% da superfície. Aqui é importante definir o que exatamente é superfície mobilizada, pois pode haver confundimento com solo jogado para fora do sulco. Remove-se o solo exposto e o mobilizado no sulco e a medida do sulco revelará a largura exata de preparo no sulco, assim não confunde-se com aquela porção coberta por solo jogado para fora do sulco, mas que de fato sob este não ocorreu mobilização.

Na quantificação de solo mobilizado em semeadura direta, mede-se a seção transversal do sulco de semeadura mobilizada pela passagem da haste sulcadora, média em cm<sup>2</sup> ou m<sup>2</sup>, por meio do uso de um perfilômetro de varetas (Figura 2) e com a distância entre linhas obtêm-se quantos metros lineares de sulcos são feitos por hectare, e assim com área vezes a total de metros de sulco tem-se o volume mobilizado, que pode ser expresso em volume por área e assim fazer uma analogia com a quantidade que se mobiliza em preparos convencionais de solo. Para exemplificar, foram avaliadas semeaduras onde o volume de solo mobilizado se aproximou de 400 m<sup>3</sup> por hectare. Isso a primeira vista pode parecer pouco, mas se compararmos com um preparo de solo na camada de 0 a 15 cm, que gera 1500 m<sup>3</sup> tem-se uma mobilização que corresponde a 27% na semeadura direta em relação ao preparo convencional. Com isso temos um sistema que é taxado como não mobilizador de solo, mas que de fato pode causar uma significativa mobilização.

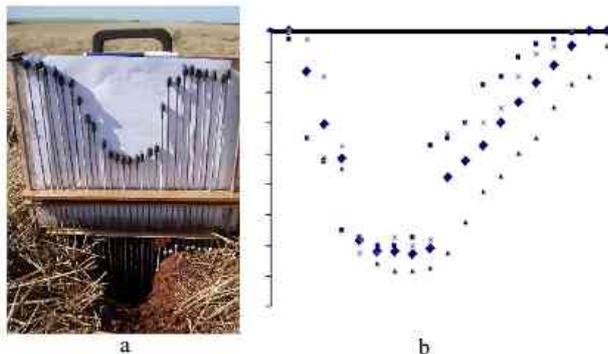


Figura 2. Perfilômetro de varetas (a) e representação gráfica do perfil obtido, leituras e média (b). Adaptado de Conte, et al, 2011

## 6. EFICIÊNCIA DE MOBILIZAÇÃO EM SEMEADURA DIRETA

É possível considerar que a mobilização em semeadura direta é realizada de forma eficiente quando se obtêm um sulco bem preparado e com mínima demanda de potência, obedecendo ainda

critérios de não expulsar o solo pra fora do sulco e mantendo a superfície do solo coberta por resíduos. A ineficiência em termos de mobilização pode ocorrer quando deseja-se fazer uma haste sulcadora estreita operar profundamente, o que pode ultrapassar a profundidade crítica de trabalho (Godwin, 2007) e com isso além de elevar exponencialmente a demanda de potência, a mobilização de solo não se eleva proporcionalmente a profundidade de trabalho da haste. Esse fenômeno já é conhecido em equipamentos de preparo de solo que usam hastes como em escarificadores e subsoladores. No entanto, em semeadura direta onde utilizam-se hastes estreitas a profundidade crítica de trabalho pode ser obtida entre cinco e sete vezes a largura da ponteira da haste, e dessa forma facilmente pode expressar-se o fenômeno no campo. É comum as ponteiros de hastes sulcadoras empregadas semeadoras serem em torno de 2,5 centímetros, o que levaria a se atingir a profundidade crítica em sulcamento a partir de 12,5 centímetros. Em pesquisa recente foi criado o índice de mobilização de solo que serve exatamente para avaliar se uma haste sulcadora perde sua eficiência a medida que opera em profundidades crescentes. Este leva em consideração a área de seção de sulco mobilizada e a profundidade máxima de sulcamento, e com isso obtêm-se na razão centímetros quadrados mobilizados no sulco por centímetro de profundidade, sendo que se esta razão se mantiver a medida que a profundidade de trabalho aumentar, a haste está sendo eficiente na mobilização de solo, e do contrário teria atingido a profundidade crítica de trabalho e com isso passaria a perder eficiência, (Conte, et al, 2011).

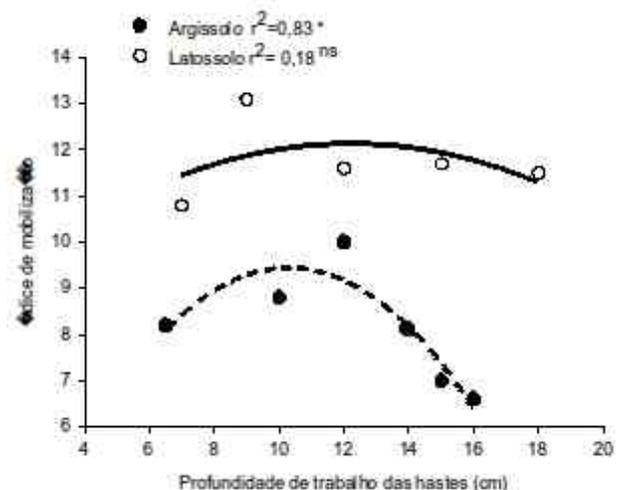


Figura 3. Índice de mobilização de solo obtido para hastes operando em diferentes profundidades nas condições de Latossolo e Argissolo. Adaptado de Conte, et al, 2011.

A figura 3 mostra o índice de mobilização de solo

obtido para dois solos distintos, um Latossolo com cerca de 550 g kg<sup>-1</sup> de argila e para um Argissolo com cerca de 220 g kg<sup>-1</sup>. Pode observar-se que uma perda na eficiência de mobilização de solo pela haste sulcadora a medida que a profundidade de trabalho ultrapassou 12 centímetros para o Argissolo, enquanto que para o Latossolo o decréscimo no índice de mobilização não foi significativo com o aumento na profundidade de sulcamento (Figura 3).

### 6.1. Demanda de potência em semeadura direta

Diante da abolição dos preparos de solo em sistema plantio direto a operação de semeadura tornou-se a mais demandante em termos de potência e consumo, só perdendo para a colheita mecanizada. Mas a potência exigida por hastes sulcadoras passou a ser uma variável correlacionável com atributos de solo e compactação, e desta forma passou a ser usada como variável de investigação científica. A força necessária para tracionar uma ferramenta de preparo no solo advém do somatório de forças resultantes da passagem do sulcador através do solo, com corte, quebra, deslocamento de solo e atrito solo-hastes (Hemmat & Adamchuk, 2008). É possível abordar a demanda de potência diretamente na haste sulcadora por meio do uso de sensores eletrônicos instalados nas mesmas ou então na demanda da semeadora como um todo, medindo-se no cabeçalho que une a semeadora ao trator. Esta variável tem servido para investigações em termos de variabilidade espacial e podendo apresentar boa correlação com outras como a resistência mecânica do solo a penetração.

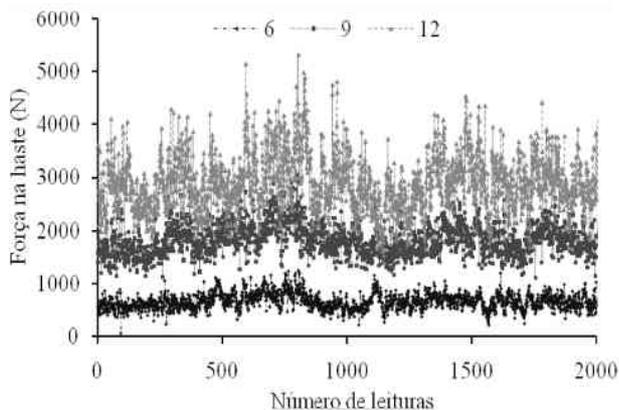


Figura 4. Perfil de esforço de tração obtido com um modelo de haste sulcadora atuando em 3 profundidades, em experimento de ILP em Latossolo. Adaptado de Conte, et al, 2011

Para demonstrar que esta é uma variável sensível a tratamentos imposto ao solo ou as culturas, na Figura 4 é possível ver o perfil de esforço de tração obtido com hastes operando em diferentes profundidades em deslocamento onde a trajetória

percorrida passa por diferentes intensidades de pastejo aplicadas a pastagem, e conseqüentemente afetando a quantidade de cobertura do solo por resíduos e principalmente a intensidade de pisoteio animal imposto ao solo.

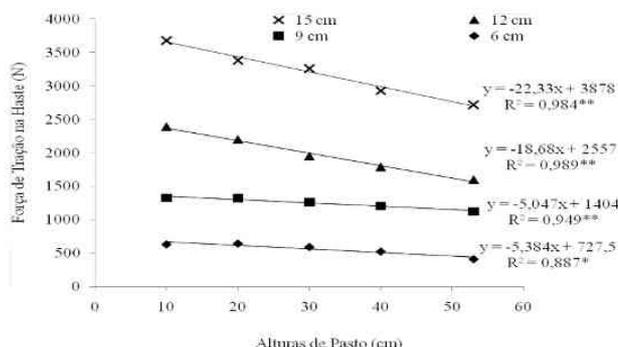


Figura 5. Esforço de tração em hastes sulcadoras aperando em quatro profundidades sobre experimento de ILP com diferentes alturas de manutenção do pasto. Adaptado de Conte, et al, 2008.

É possível verificar zonas de maior e menor demanda de força de tração e também a elevação exponencial desta com a profundidade de atuação dos sulcadores. Na figura 5 apresenta-se a demanda de tração por hastes sulcadoras operando em diferentes profundidades (6 a 15 cm) sobre diferentes alturas de manejo da pastagem, que é obtida por diferentes lotações com animais sobre o pasto e conseqüentemente maior pisoteio. O gráfico mostra que a demanda de tração medido nas hastes é maior quanto mais baixa a altura da pastagem, para as quatro profundidades de trabalho testadas. Isso comprova que os animais causam alterações físicas no solo que fazem com que a variável força de tração avaliada em hastes sulcadora de semeadoras se eleve. Com isso demonstra-se que essa pode ser uma variável usada para mapear impactos de animais lavouras. No entanto, as alterações que são diagnosticadas por meio do esforço medido na haste não necessariamente representam impactos que podem se expressar na qualidade da semeadura e na produtividade do sistema ILP.

### 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As primícias para o bom desempenho do sistema produtivo quando se adora o sistema ILP também servem para a qualidade de semeadura. Sendo assim, quando se observa um manejo adequado da pastagem, sem excesso de lotação, com manutenção de uma boa quantidade de resíduos também se estará promovendo boas condições para a operação de semeadura e conseqüentemente da formação da lavoura.

Em sistemas de ILP recomenda-se dobrar a atenção com a umidade do solo para que seja

adequada no momento de semear a lavoura principalmente. Os animais deixarão algum grau de desestruturação de solo e desuniformidade no pastejo e por conseqüência nos resíduos sobre o solo o que afetará o teor de água no solo e assim tendo reflexos sobre o momento adequado de semeadura.

O uso de hastes sulcadoras como mecanismo sulcador e de deposição de adubo é preferencial em relação a discos duplos desencontrados. As hastes sulcadoras demandam mais potência e tração, mas promovem maior mobilização de solo no sulco de semeadura e conseqüentemente melhorando as condições físicas de solo e confrontando irregularidades da superfície do solo que podem interferir na profundidade de deposição das sementes e o seu contato com o solo.

## REFERÊNCIAS

ADAMCHUK, V. I.; JOSÉ P. MOLIN, J. P. Hastes instrumentadas para a mensuração da resistência Mecânica do solo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.26, n.1, p.161-169, 2006.

CONTE, O. LEVIEN, R., TREIN, C. R., XAVIER, A. A. P.,

DEBIASI, H. Demanda de tração, mobilização de solo na linha de semeadura e rendimento da soja, em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44 n.10, p.1254-1261,2009.

CONTE, O. LEVIEN, R.; DEBIASI, H.; STURMER, S. L. K.; MAZURANA, M.; MULLER, J. Soil disturbance index as an indicator of seed drill efficiency in no-tillage agrosystems. **Soil and Tillage Research**, v.114, p.37-42, 2011.

CONTE, O. Mobilização, atributos de solo e variabilidade espacial em integração lavoura-pecuária. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011. 136 p. (**Tese de Doutorado**)

CONTE, O., LEVIEN, R., TREIN, C. R., MAZURANA, M., DEBIASI, H. Resistência mecânica do solo e força de tração em hastes sulcadoras de semeadoras-adubadoras em sistema de integração lavoura-pecuária. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.28, n.4, p.730-739, 2008.

CONTE, O., LEVIEN, R., TREIN, C. R., CEPIK, C. T. C., DEBIASI, H.. Demanda de tração em haste sulcadora na integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo e sua relação com o estado de compactação do solo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.1, p.220-228, 2007.

GODWIN, R.J. A review of the effect of implement geometry on soil failure and implement forces. **Soil and Tillage Research**., v.97, p.331-340, 2007.

HEMMAT, A. & ADAMACHUK, V.I. Sensor systems for measuring soil compaction: Review and analysis. **Computers and Eletronics in Agriculture**, v.63, p.89-103, 2008.