

## DISTRIBUIÇÃO DE SEMENTES DE MILHO UTILIZANDO SISTEMAS DE AQUISIÇÕES DE DADOS MICROCONTROLADOS

ELTON FIALHO DOS REIS<sup>1</sup>, ANTÔNIO CRUVINEL BORGES NETO<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Professor Doutor, Curso Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Goiás - Câmpus CET/UEG, Anápolis –GO, (62) 3328-1156. Email: fialhoreis@ueg.br.

<sup>2</sup> Professor Mestre, Curso Tecnologia em Rede de Computadores, Câmpus Trindade/UEG. Email: antonio@cruvinel.com.br.

Apresentado no

XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015

13 a 17 de setembro de 2015 - São Pedro – SP, Brasil.

**RESUMO:** Objetivou-se com este trabalho avaliar a distribuição longitudinal de sementes de milho em um protótipo de linha de semeadora com um sistema de aquisição de dados microcontrolados em diferentes velocidades e tipos de discos dosadores horizontais. Neste protótipo de linha de semeadora foi montado um ensaio no delineamento inteiramente casualizado, em parcelas subdivididas com esquema fatorial de tratamentos 2x2x5, sendo dois tipos de sistemas de aquisições de dados microcontrolados (sensores infravermelho em paralelo e sensor infravermelho difuso), dois discos dosadores de sementes de milho (rampado e normal) e cinco velocidades de semeadura (3,0; 4,0; 5,0; 6,0; e 8,0 km h<sup>-1</sup>), com três repetições, totalizando 60 parcelas. Os resultados mostraram que os sistemas de aquisições foram eficientes na percepção das sementes, determinando a distância entre as sementes, onde o sensor infravermelho em paralelo apresentou menor erro para sementes de milho. O sistema de aquisição de dados microcontrolados com sensor infravermelho difuso detectou um percentual médio de 96,23% de sementes, já o com sensores infravermelhos em paralelo detectou 95,14% de sementes. Os sensores apresentaram eficiência na leitura do espaçamento entre sementes para o disco rampado de 87,6% e para disco tradicional uma eficiência de 82,7 %. O disco para semeadura rampado apresentou uma eficiência 3% superior ao disco normal para distribuição de sementes de milho.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sensor, microcontrolador, disco horizontal.

### USING CORN SEED DISTRIBUTION DATA ACQUISITION SYSTEMS MICROCONTROLLER

**ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate the longitudinal distribution of corn seeds in a seeder-line prototype with a data acquisition system microcontroller at different speeds and types of horizontal feeders discs. In this drill line prototype an assay was set up in a completely randomized design in a split plot with factorial arrangement of treatments 2x2x5, two types of micro controlled data acquisition systems (infrared sensors in parallel and diffuse infrared sensor), two meter record Corn seeds (rampado and normal) and five seeding rates (3.0, 4.0, 5.0, 6.0, and 8.0 km h<sup>-1</sup>), with three repetitions, totaling 60 installments. The results showed that acquisition systems were effective in the perception of seeds, determining the distance between the seeds, wherein the infrared sensor in parallel showed a lower error in maize. The data acquisition system microcontroller with diffuse infrared sensor detects an

average percentage of 96.23% of seeds, since the infrared sensor parallel found 95.14% seed. The sensors present in the reading efficiency of seed spacing for the disk rampado 87.6 % and 82.7 % traditional one drive efficiency. The disc for sowing corn model ramped presented a 3 % higher efficiency compared to normal disk for maize.

**KEYWORDS:** Sensor, microcontroller, horizontal plate.

## **INTRODUÇÃO**

Na agricultura cada vez mais a automação torna possível o monitoramento de sistemas e ambientes, por meio de sensores, com as mais variadas finalidades, permitindo que se tenha uma base computacional para que os dados coletados possam ser analisados e, assim, darem suporte à tomada de decisão. Segundo Silveira e Santos (2007), a automação é um conceito e um conjunto de técnicas utilizadas para a construção de sistemas para recebimento ou coleta de dados, tratamento e a utilização da informação resultante. As falhas do processo de semeadura são de difícil detecção no momento da execução da tarefa, de forma que só será percebido após a germinação, o que torna a correção inviável e compromete, assim, a produtividade final.

A correta execução do processo de semeadura tem papel fundamental nas culturas que a utilizam, e seu correto funcionamento é um dos fatores decisivos na obtenção de um estande de plantas adequado, afetando diretamente a produtividade da cultura (KURACHI et al., 1993). A regularidade do espaçamento entre as sementes distribuídas para a cultura do milho, que resultam em plantas, é importante para uma boa formação do dossel, aproveitamento eficiente de luz, água e nutrientes alcançando assim o potencial produtivo da cultura (SANGOI et al., 2012). A população de plantas pode estar adequada na média, porém a distribuição heterogênea das mesmas pode prejudicar a produtividade (SCHIMANDEIRO et al., 2006).

O projeto de Norma NBR 04: 015.06 - 004 consideram aceitáveis ou normais espaçamentos entre sementes de 0,5 a 1,5 vezes o espaçamento médio esperado, com requisitos de regularidade de distribuição longitudinal. Assim, por exemplo, para distanciamento entre sementes idealizado como sendo de 0,02 m, são consideradas falhas espaçamentos entre plantas maiores que 0,03 m e, múltiplos ou duplos, aqueles inferiores a 0,01 m (ABNT, 1994).

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido nas dependências da Universidade Estadual de Goiás, Anápolis – GO, sendo a construção do protótipo de linha de semeadora, os sistemas de aquisições de dados e os ensaios realizados no Laboratório de Protótipos de Máquinas Agrícolas do curso de Engenharia Agrícola. Foi construído um protótipo simulador de linha de semeadura, com uma correia transportadora que permitisse a simulação de uma linha de semeadora em diferentes velocidades.

Para a avaliação da eficiência dos discos dosadores e os sistemas de aquisições de dados microcontrolados nas diferentes velocidades de deslocamento do conjunto na regularidade de distribuição de sementes de milho, montou-se um ensaio no delineamento inteiramente casualizado, em parcelas subdivididas com esquema fatorial de tratamentos 2 x 2 x 5, sendo dois tipos de sistemas de aquisições de dados microcontrolados (sensores infravermelho em paralelo e um sensor infravermelho difuso), dois discos dosadores de sementes de milho (rampado e normal) e cinco velocidades de semeadura (3,0; 4,0; 5,0; 6,0; e 8,0 km h<sup>-1</sup>), em três repetições, totalizando 60 parcelas.

Para que os sistemas de aquisições de dados microcontrolados realizasse o monitoramento da passagem das sementes pelo tubo condutor de sementes na linha de semeadura, foram utilizados microcontroladores do projeto Arduino e sensores infravermelhos. A percepção por meio da reflexão do sensor difuso ou a interrupção do feixe de luz entre o emissor e o receptor infravermelho gerou um sinal para o microcontrolador quando da passagem da semente. Estes dados foram repassados a um computador que registrou o número de sementes e o tempo de queda para posterior análise. Para realização do ensaio o sistema de distribuição de sementes foi regulado para a cultura do milho com 7 sementes por metro e um espaçamento de 0,143 metros entre sementes. Os discos dosadores horizontais perfurados no simulador de linha de semeadura foram os discos horizontais normais e rampados para sementes de milho classificadas.

O sistema de aquisição de dados com sensor difuso foi montado com um sensor da marca Metaltex, tipo difuso com campo de captura de até 40 centímetros. Já o microcontrolado com sensores infravermelho em paralelo, foi montado utilizando emissores e receptores de Infravermelho. Foram montados quatro conjuntos com emissores e receptores em forma circular dentro do duto de passagem da semente. A montagem do conjunto de sensor infravermelho difuso e sensores infravermelhos em paralelo estão descritos no diagrama esquemático unifilar, conforme Figura 1.

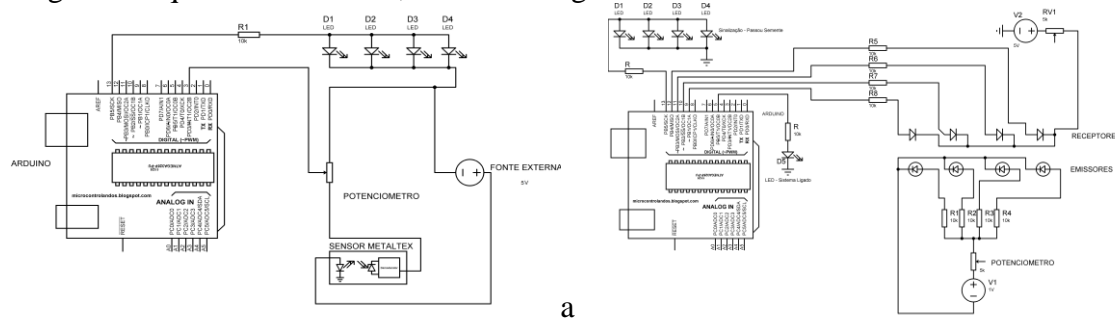


FIGURA 1 - Diagrama esquemático do sistema de aquisição de dados microcontrolados: a – para sensor infravermelho difuso e b – para sensores infravermelhos em paralelo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As menores velocidades e a maior apresentaram um menor número de sementes múltiplas, mesmo sendo iguais estatisticamente, a maior velocidade foi a que apresentou menor número de sementes múltiplas, isso possivelmente ocorreu devido esta velocidade ter caído um menor número de sementes. Velocidades acima de  $5 \text{ km h}^{-1}$  apresentam redução da produtividade da cultura do milho, que sempre ocorre devido um menor número de sementes por metro linear. Nesta velocidade o sistema de disco possui uma dificuldade, já confirmada por Modolo et al. (2004) no enchimento dos furos dos discos com as sementes. Desta forma, o que se pode observar é que a dificuldade no enchimento do disco aumenta o espaçamento entre sementes, reduzindo assim o número de sementes múltiplas.

Os sistemas de aquisições de dados microcontrolados com infravermelhos foram afetados pelo tipo de disco utilizado, conforme a Tabela 1. Esta influência pode ser atribuída ao fato de que quando a semente é liberada pelo disco, esta deve estar bem alojada dentro do mesmo, permitindo que se solte facilmente das paredes do furo do disco e que esta desça livremente pelo duto para que possa ser depositada adequadamente no solo, como descrito por Reis et al. (2006). Se o disco não encher seus furos uniformemente e a semente rebater várias vezes nas paredes do tubo condutor ou houver uma proximidade muito grande entre as sementes, haverá maior dificuldade do sistema de aquisição de dados em conseguir fazer a leitura da semente passando pelo duto. Ainda assim, os sensores apresentaram eficiência na

leitura do espaçamento entre sementes para o disco rampado de 87,6% e para disco tradicional uma eficiência de 82,7 %, valores considerados muito elevados devido a dificuldade de leitura.

O estudo dos discos dosadores dentro dos sensores não foram apresentados por serem pouco compreensível à interferência dos discos nos sensores, possivelmente a interação foi significativa devido à interferência da velocidade do conjunto. Os sensores dentro dos diferentes tipos de discos erraram

TABELA 1 - Influência da leitura dos sistemas de aquisições de dados e tipo de disco utilizado nos números de espaçamentos múltiplos, falhos e erro do espaçamento do sensor, no comprimento útil da correia transportadora do protótipo de linha de semeadura. **Reading the influence of data acquisition systems and disc type used in multiple numbers spacing, flawed and error sensor spacing, the effective length of the conveyor belt of the seeding line prototype.**

Discos	Espaçamentos múltiplos	Espaçamento Falhos	Erro do Sistema
Disco rampado	4,60 b	4,00 b	0,0177 b
Disco tradicional	7,40 a	5,66 a	0,0248 a

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 5\%$ ).

A leitura dos sistemas de aquisições de dados microcontrolados sofreu influência da velocidade no espaçamento falho entre sementes. O espaçamento falho significa que entre uma semente e outra houve um espaçamento superior a 50% ao esperado entre as sementes ABNT (1994), conforme mostrado na Tabela 2.

TABELA 2 - Influência da leitura dos sistemas de aquisições de dados microcontrolados e a velocidade do conjunto de semeadura no número de espaçamentos múltiplos, no comprimento útil da correia transportadora. **Influence of the microcontroller reading of data acquisition systems and sowing set speed in number of multiple spacings , the effective length of the conveyor belt.**

Velocidades $\text{km h}^{-1}$	3	4	5	6	8
Esp. múltiplos	4,00 b	3,66 b	4,50 b	5,16 ab	6,83 a

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 5\%$ ).

Os dados acima evidenciam que o processo de semeadura com discos horizontais em velocidade acima de  $5 \text{ km h}^{-1}$  causa o aumento de espaçamento múltiplo entre as sementes, corroborando Garcia et. al. (2006). Conseqüentemente, isto pode gerar uma redução na produtividade devido as plantas estarem mais próximas e aumentar a competição entre elas.

Para a determinação da eficiência dos sistemas de aquisições na quantificação do número de sementes, elas foram contadas pelo sistema e foi feita a contagem manual. O valor obtido foi comparado com a quantidade de sementes de milho que foram lidas pelo sistema de aquisição de dados microcontrolados, os dados são apresentados na Tabela 3. O sistema de aquisição de dados microcontrolados com sensor infravermelho difuso conseguiu detectar um percentual médio de 96,23% de sementes que passaram pelo sistema.

TABELA 3 - Eficiência do sistema de aquisição de dados microcontrolados com sensor infravermelho difuso na contagem realizada pelo sensor e a contagem realizada manualmente para sementes de milho, no comprimento total da correia transportadora. **Efficiency of the microcontroller data acquisition system with diffuse infrared sensor in the counting performed by the sensor and manually counting performed in maize , the total length of the conveyor belt.**

Discos	Contagem Realizada pelo Sensor	Contagem Manual	%
Disco rampado	488	498	97,99
Disco tradicional	535	565	94,69
Total	1023	1063	96,23

A eficiência do sistema de aquisição de dados microcontrolados com sensores infravermelhos em paralelo em relação à contagem realizada manualmente está apresentada na Tabela 4. O valor obtido foi comparado à quantidade de sementes de milho que foram lidas pelo sistema de aquisição de dados microcontrolados com sensores infravermelhos em paralelo. O sistema de coleta de dados com sistema de aquisição de dados microcontrolados com quatro sensores infravermelhos em paralelo conseguiu detectar um percentual médio nos diferentes tipos de discos de 95,14% das sementes que passaram pelo duto condutor. O sistema de aquisição de dados microcontrolados com quatro sensores infravermelhos em paralelo se mostrou eficiente tendo como ressalva o processo demorado de calibração do mesmo.

TABELA 4 - Eficiência do sistema de aquisição de dados microcontrolados com sensores infravermelhos em paralelo em relação à contagem realizada manualmente, no comprimento total da correia transportadora. **Efficiency of the microcontroller data acquisition system with infrared sensors in parallel relation to the counting performed manually , the full length of the conveyor belt.**

Discos	Contagem Realizada pelo Sensor	Contagem Manual	%
Disco rampado	464	480	96,66
Disco tradicional	594	632	93,98
Total	1058	1112	95,14

Os sistemas de aquisições de dados foram programados para utilizar os valores de velocidade, monitorou o tempo entre quedas entre sementes, calculando assim a distância entre as sementes de milho. Logo após, a distância entre as sementes foi conferida manualmente e as comparações destes dois resultados permitiam que fosse determinado o erro de distância entre o estimado pelo sensor e o real. O sistema com sensor difuso teve um erro médio de 2,06 centímetros entre sementes ou 85,6% de acerto e o sistema de aquisição de dados microcontrolados com sensores infravermelhos em paralelo teve o erro médio de 1,58 centímetros ou 85,6% de acerto. A maior precisão do sistema de aquisição de dados com sensores infravermelhos em paralelo pode ser explicada pelo arranjo de quatro sensores que trabalham em paralelo. A percepção do momento de passagem da semente mostrou-se mais eficaz.

## CONCLUSÕES

Os sistemas de aquisições foram eficientes na percepção das sementes de milho, determinando a distância entre as sementes, onde o sensor infravermelho em paralelo apresentou menor erro.

O sistema de aquisição de dados microcontrolados com sensor infravermelho difuso detectou um percentual médio de 96,23% de sementes, já o com sensores infravermelhos em paralelo detectou 95,14% de sementes.

Os sensores apresentaram eficiência na leitura do espaçamento entre sementes para o disco rampado de 87,6% e para disco tradicional uma eficiência de 82,7 %.

O disco para semeadura rampado apresentou uma eficiência 3% superior ao disco normal para sementes de milho.

## REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, Projeto de Norma 04: 015.06 -004. **Semeadora de precisão - ensaio de laboratório - método de ensaio**. Rio de Janeiro, RJ, 1994, p. 7.

GARCIA, L. C.; JASPER, R.; JASPER, M.; FORNARI, A. J.; BLUM, J. Influência da velocidade de operação na semeadura do milho. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 520-527, 2006.

KURACHI, S. A. H.; COSTA, J. A. S.; BERNARDI, J. A.; SILVEIRA, G. M. da; COELHO, J. L. D. **Avaliação Tecnológica: Resultados de Ensaio de Mecanismos Dosadores de Sementes de Semeadoras-adubadoras de precisão**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1993. 47 p.

MODOLO, A. J.; SILVA, S. L.; SILVEIRA, J. C. M.; MERCANTE, E. Avaliação do desempenho de duas semeadoras-adubadoras de precisão em diferentes velocidades. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.12, n.3, p.563-7, 2004.

REIS, E. F.; SHAEFER, C. E. G. R.; FERNANDES, H. C.; NAIME, J. M.; ARAÚJO, E. F. Densidade do solo no ambiente solo-semente e velocidade de emergência em sistema de semeadura de milho. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v.30, n.5, p.777-785, 2006.

SCHIMANDEIRO, A.; WEIRICH NETO, P.H.; GIMENEZ, L.M.; COLET, M.J.;GARBUIO, P.W. Distribuição longitudinal de plantas de milho (*Zeamays L.*) na região dos Campos Gerais, Paraná. **Ciência Rural**, v.36, p.977-980, 2006.

SANGOI, L.; SCHMITT, A.; VIEIRA, J.; PICOLI JR. G. J.; SOUZA, C. A.; CASA, R. T.; SCHENATTO, D. E.; GIORDANI, W.; BONIATTI, C. M.; MACHADO, G. C.; HORN, D. Variabilidade na distribuição espacial de plantas na linha e rendimento de grãos de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.11, p. 268-277, 2012.

SILVEIRA, P. R; SANTOS, W. E. **Automação – Automação e Controle Discreto**. São Paulo: Editora Erica, 2007.