

# SISTEMA DE SINCRONISMO ENTRE A COLHEDORA DE CANA-DE-AÇÚCAR E O TRANSBORDO

RODRIGO FERNANDO GALZERANO BALDO<sup>1</sup>, DOMINGOS GUILHERME P. CERRI<sup>2</sup>,  
PAULO S. GRAZIANO MAGALHÃES<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Eletricista, Aluno de Mestrado, FEAGRI/UNICAMP, Campinas/SP, Fone: (19) 3788-1053, e-mail: rfgbaldo@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Engenheiro Agrícola, Doutor, FEAGRI/UNICAMP, Campinas/SP

<sup>3</sup> Engenheiro Agrícola, Prof. Doutor, FEAGRI/UNICAMP, Campinas/SP

XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola  
31 de julho a 4 de agosto de 2006 - João Pessoa - PB

**RESUMO:** Um dos problemas encontrados na colheita mecanizada da cana-de-açúcar é a falta de sincronismo entre a colhedora e o transbordo, ocasionando perdas tanto de material como de tempo. A presente pesquisa tem por objetivo desenvolver um sistema capaz sincronizar através de uma comunicação sem fio a esteira transportadora de cana-de-açúcar da colhedora com o transbordo que a acompanha. O sistema desenvolvido permite que a colhedora identifique a presença do transbordo e acione a esteira transportadora. A comunicação entre elas dos dados referentes à velocidade, início e fim de colheita se dá através de radio frequência. Dois sensores de ultra-som, acoplados ao elevador e um microprocessador gerenciam tais informações gerando uma correta sincronia entre as máquinas. O sistema foi testado em laboratório e em campo cumprindo corretamente a sua função de manter as duas máquinas em sincronia, indicando e alertando aos operadores as suas posições relativas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ultra-som, agricultura de precisão, colhedora.

## SYSTEM OF SYNCHRONISM BETWEEN SUGARCANE HARVESTER AND INFIELD WAGON

**ABSTRACT:** One of the problems found in the automated crop of the sugarcane is the lack of synchronism between the harvester and the infield wagon, causing product and time losses. The objective of the present research is to develop a system capable to synchronize the sugarcane harvester elevator with the infield wagon. The communication between the equipments is wireless. The developed system allows the harvester to identify the presence of the infield wagon and control the hydraulic motor of the elevator, turning it on/off. Data transfer informing the speed, beginning and end of harvesting is on radio frequency. Two ultrasound sensor, coupled on the elevator and a microprocessor, manage such information generating a correct synchronization among the implements. The system was tested at laboratory and in field, executing its function correctly, maintaining the two machines in synchronization, indicating and alerting to the operators their relative positions.

**KEYWORDS:** Ultrasound, infield wagon, harvester.

**INTRODUÇÃO:** A etapa da colheita da cana-de-açúcar pode ser considerada como uma das mais importantes dentro do ciclo operacional da cana, pois dela depende a qualidade do produto entregue a usina. Alguns trabalhos científicos já foram apresentados com o intuito de avaliar as perdas de matéria prima presentes na colhedora mecanizada (FURLANI NETO, 1991; NEVES et al., 2003), porém nenhum destes trabalhos reporta ou quantifica a perda que ocorre durante a colheita devido a falta de sincronismo entre a colhedora e o veículo de carregamento do material colhido. Estas perdas podem ser classificadas de duas maneiras. A primeira está relacionada com a quantidade de rebolos de cana-de-açúcar lançados ao solo quando o elevador da colhedora não está posicionado dentro dos limites do transbordo, ou ainda, quando há uma transição de uma caçamba para outra. Já a segunda refere-se à perda operacional da colheita, pois ao perder o sincronismo a colheita tem que ser paralisada para que as duas máquinas se alinhem novamente. Este alinhamento é realizado visualmente pelo operador da

colhedora e do transbordo, por isso, demanda tempo e causa perda de eficiência operacional. Com o crescimento da demanda de cana-de-açúcar e a competitividade de preço dos produtos o setor agrícola esta buscando maior eficiência e melhor tecnologia para o campo investindo assim em equipamentos que proporcionam uma menor perda e conseqüentemente uma maior lucratividade. Esta pesquisa visou desenvolver um sistema eletrônico de sincronismo entre a colhedora e o transbordo através de comunicação sem fio. Para atingir tal objetivo este trabalho consistirá na adaptação de sensores de ultra-som na colhedora, no desenvolvimento do programa gerenciador, na confecção de uma interface homem-máquina para a interpretação lógica dos dados provenientes dos sensores e o desenvolvimento de uma comunicação sem fio entre as máquinas.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Para sincronizar corretamente a colhedora de cana-de-açúcar com o transbordo foram utilizados: a) dois sensores de ultra-som da marca Parallax para detectar a presença do transbordo; b) um transmissor e um receptor de rádio frequência operando na faixa de 433 MHz, para a transmissão do sinal entre as duas máquinas; c) dois microcontroladores PIC16F628, um está localizado no transbordo e o outro na colhedora, este último é responsável tanto pelas decisões de ligar/desligar a esteira, como pelo envio das informações de posicionamento relativo a interface da colhedora e ao segundo microcontrolador localizado no transbordo. Já este é responsável somente pela recepção das informações e pelo envio delas a interface do operador do transbordo.

Os sensores de ultra-som têm com característica fornecer a sua distância em relação a um anteparo. Foram instalados na extremidade do elevador da colhedora, medindo assim a sua distância em relação ao fundo do transbordo. Se a distância calculada for maior que 3,20 m, máximo valor entre a extremidade da esteira e o fundo do transbordo, o sistema indica ao operador que as máquinas estão desalinhadas e desliga o motor hidráulico que aciona a esteira da colhedora, garantindo desta forma que os rebolos de cana-de-açúcar não sejam lançados ao solo. Para verificar a eficiência destes sensores foram realizados testes em laboratório. Conectou-se o sensor em um microcomputador e através de anteparos, colocados em distâncias pré-determinadas, comparou-se as distâncias indicadas pelo sensor na tela do microcomputador aos valores reais dos anteparos. Para realização dos testes os anteparos foram colocados obedecendo ao cone de atuação fornecido pelo próprio fabricante do sensor ilustrado na Figura 1. As Figura 2 e 3 mostram a posição correta dos sensores fixados na colhedora.

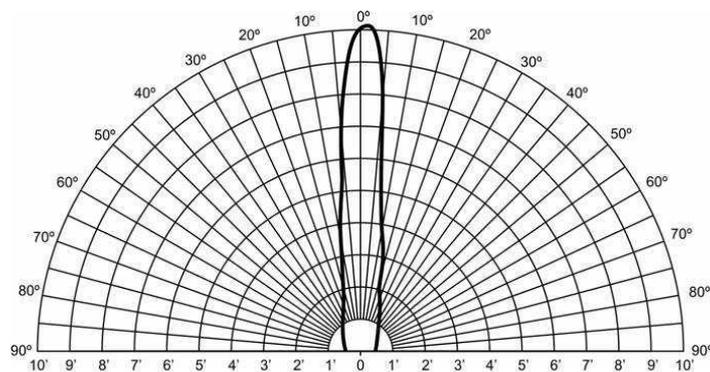


Figura 1 - Cone de atuação dos sensores de ultra-som Fonte: Parallax (2005)



Figura 2 – Ilustração dos sensores posicionados.

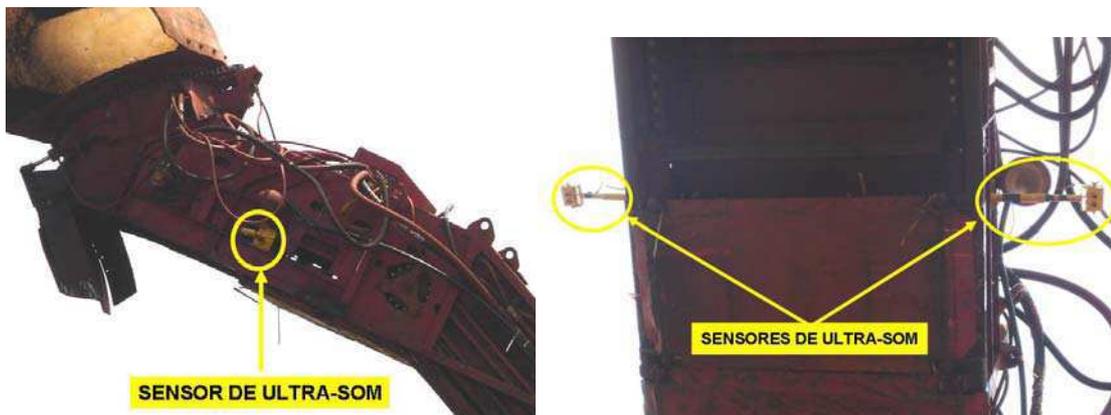
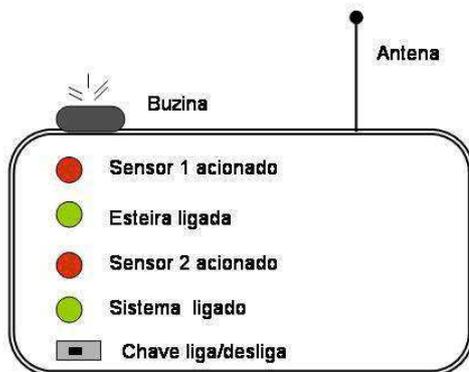


Figura 3 - Vista lateral e vista inferior dos sensores instalados na esteira

Para o gerenciamento correto das decisões a serem tomadas sobre a posição da máquina em relação à outra foram desenvolvidos dois programas em *Assembler*, um para a colhedora e o outro para o transbordo. Estes programas foram gravados no microcontrolador PIC16F628 com o auxílio do software *MPLab7.20*.

A interface homem-máquina localizado na cabine da colhedora e na cabine do trator do transbordo funciona através de “leds” como mostrado na Figura 4a. Quando o “led” vermelho do sensor ultra-som 1 ou 2 estiver acionado indicará que o transbordo esta fora de posição. O “led” verde, quando aceso, representa a esteira ligada. O “led” acima da chave indica sistema ligado. A Figura 4b apresenta uma foto da interface já montada para os testes em campo.



(a)



(b)

Figura 4 - Interface homem-máquina: a) Ilustração ; b) Foto

Os testes para verificação do sistema foram realizados na Usina São João Açúcar e Álcool em Araras - SP da seguinte forma: depois de instalado os sensores na colhedora e as interfaces homem-máquina, verificou-se a sensibilidade do ultra-som em relação à presença do transbordo e verificou-se também se todos os sinais transmitidos pelo módulo da colhedora foram identificados pelo módulo do transbordo.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Os testes realizados com os sensores de ultra-som em laboratório geraram a Tabela 1 onde se pode verificar os valores das distâncias e dos tempos medidas pelos sensores e os valores reais dos anteparos.

Tabela 1 – Distância medida pelo sensor

Distância (m)	Tempo em decimal ( $\mu$ s)	Distância medida pelo sensor (m)	Erro (m)
0,20	1072	0,19	0,01
0,50	3320	0,54	0,04
1,00	7312	1,02	0,02
1,50	9608	1,55	0,05
2,00	12160	2,07	0,07
2,50	14744	2,53	0,03
3,00	17016	2,93	0,07
3,60	20880	3,59	0,01

Pode se observar que as distâncias reais do anteparo e as distâncias medidas pelos sensores, têm uma diferença máxima de 0,07 m.

Nos primeiros testes de campo os sensores identificaram corretamente a presença do transbordo e também consistentemente sinalizaram que os mesmos saiam da sua área de alcance. Em alguns casos os sensores demoravam até 1 segundo para identificar a saída. Isso ocorre porque, dependendo da inclinação do elevador, os sensores captam partes externas do transbordo e os considera que o mesmo esta posicionado corretamente. Em relação aos testes de transmissão de sinal verificou-se que todos os sinais enviados pela colhedora foram captados corretamente pelo transbordo com um alcance máximo de 10 metros.

**CONCLUSÕES:** Por meio dos testes realizados em campo pode-se concluir que o sistema é eficiente quando se trata de alertar a presença ou não do transbordo diminuindo a perda de material e de tempo. Porém, necessita ainda de aprimoramentos para se transformar em um sistema totalmente automático.

#### REFERÊNCIAS:

FURLANI NETO V. L.. Perdas no campo pelo sistema de corte mecanizado com canas inteiras amontoadas. In: SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL CONGRESSO, 2., Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro, 1991. p. 547-556.

NEVES, J. L. M.; Avaliação de perdas invisíveis em colhedoras de cana-de-açúcar picada e alternativas para sua redução. 223 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, Campinas, 2003.

PARALLAX, 2005: “[http://www.parallax.com/detail.asp?product\\_id=28015](http://www.parallax.com/detail.asp?product_id=28015)”, acessado em agosto 2005.