

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA**

**PAULO FERNANDO ESCOBAR PAIM**

**Protótipo de baixo custo para contagem de sementes**

**Itaqui**

**2016**

## **Protótipo de baixo custo para contagem de sementes**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Pampa, campus Itaqui, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientador: Cristiano Galafassi

**Itaqui**

**2016**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

P331p Paim, Paulo Fernando Escobar

Protótipo de baixo custo para  
contagem de sementes / Paulo Fernando  
Escobar Paim.

25 p.

Trabalho de Conclusão de  
Curso (Graduação) -- Universidade Federal  
do Pampa, INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA, 2016.

"Orientação: Cristiano Galafassi".

1. Desenvolvimento de dispositivos  
eletrônicos para agricultura de  
precisão. I. Título.

Dedico este trabalho de conclusão de curso a minha família e amigos que me proporcionam  
força e motivação para alcançar meus objetivos.

## **AGRADECIMENTOS**

Deixo meu agradecimentos para todos aqueles que me apoiaram nessa jornada, em especial minha família que sempre fez tudo para que os meus objetivos se tornassem alcançáveis.

Agradeço a minha companheira Juliana Oliveira de Carvalho que esteve ao meu lado nesta jornada sempre me incentivando e dando os melhores conselhos.

Aos meus amigos que também me ajudaram de várias formas, especialmente Carlos Romani, Mateus Gomes, Ricieri Morelato, João Gabriel Nogueira e Rodrigo Pasa.

Aos meu professores que sempre me deram a melhor orientação e ensino possível.

Agradeço também aos técnicos e terceirizados da Unipampa, pois sempre foram atenciosos e prestativos, em especial o Paulo Roberto Muller Amorim Junior.

Ao grupo de pesquisa GPSIM.

Em especial aos professores e amigos Cristiano Galafassi, Virnei Silva Moreira, Rogério Vargas e Alexandre Russini.

## RESUMO

A contadora de sementes, tanto a de bancada como acoplada a máquinas agrícolas de precisão, vem sendo amplamente utilizada na agricultura para a otimização do tempo operacional e qualidade do trabalho. Este equipamento é comumente encontrado no mercado com preços elevados dificultando sua aquisição por pesquisadores e produtores. O objetivo deste trabalho foi desenvolver e avaliar um protótipo de baixo custo para contagem de grãos e sementes para bancada de laboratório. A montagem do protótipo foi realizada com um mecanismo dosador, um motor elétrico, um disco alveolado, um Arduino Uno, um resistor dependente de luz e um diodo emissor de luz. Para os testes com o protótipo utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema bifatorial composto por três grupos definidos em função do número de sementes (500, 1000 e 1500 sementes testadas), três velocidades de distribuição 17, 21 e 32 sementes  $s^{-1}$ , com 40 repetições. Foi avaliado o desempenho do protótipo na contagem de sementes em distintas velocidades. O protótipo da contadora de bancada apresentou uma moderada variabilidade do número de sementes contadas dentro dos nove testes e uma alta precisão na contagem de sementes nas velocidades de 17 e 21 sementes  $s^{-1}$  até 1500 sementes testadas. Portanto, o protótipo pode ser construído e utilizado como uma ferramenta de baixo custo para aumentar a eficiência operacional, principalmente em pesquisas.

Palavras-chave: Contadora, Arduino, grãos, sementes, embarcado.

## ABSTRACT

The seed accountant, both the bench and coupled to precision agricultural machines, has been widely used in agriculture to optimize the uptime and quality of work. This equipment is commonly found in the market with high prices hindering its acquisition by researchers and producers. The aim of this study was to develop and evaluate a low-cost prototype for grain count / seed laboratory bench. The assembly of the prototype was performed with a metering mechanism, an electric motor, a perforated disk with ramp, an Arduino Uno, a light dependent resistor and a light emitting diode. For tests with the prototype was used a completely randomized design (CRD) in a two-way factorial scheme composed of three groups defined according to the number of seeds (500, 1000 and 1500 seeds tested), three delivery rates 17, 21 and 32 seeds s<sup>-1</sup>, with 40 repetitions. The prototype performance was evaluated in the seed counts at different speeds. The prototype of the bench accountant presented moderate variability in the number of seeds counted in the nine tests and high precision in seed count at speeds 17 and 21 s<sup>-1</sup> to 1500 seeds tested. Therefore, the prototype can be built and used as a low-cost tool to increase operational efficiency, especially in research.

Keywords: Accountant, Arduino, grains, seeds, onboard.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Estatística descritiva para o número de sementes contadas nos testes com número de sementes e velocidades distintas. ....	18
Tabela 2. Valores médios do número de sementes contados nos testes com número de sementes e velocidades distintas. ....	22

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Leitura realizada pelo sensor antes da passagem da semente pela luz emitida pelo LED. .....	13
Figura 2. Leitura realizada pelo sensor no início da passagem da semente pela luz emitida pelo LED. ....	14
Figura 3. Leitura realizada pelo sensor no final da passagem da semente pela luz emitida pelo LED. ....	15
Figura 4. Dispersão do número de sementes contadas em relação à média nos testes com 500, 1000 e 1500 sementes nas velocidades de 17, 21 e 32 sementes s <sup>-1</sup> . ....	20



## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	11
2 OJETIVO .....	12
2.1 Objetivo geral .....	12
2.2 Objetivos específicos .....	12
3 JUSTIFICATIVA .....	12
4 PROTÓTIPO DE CONTADORA DE SEMENTES DE BAIXO CUSTO .....	13
5 MATERIAL E MÉTODOS .....	16
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	17
6 CONCLUSÕES.....	22
7 REFERÊNCIAS.....	24

## 1 INTRODUÇÃO

Um dos problemas encontrados na elaboração de experimentos na área da robótica (mecânica/elétrica) é a complexidade no desenvolvimento de novos protótipos, a qual exige organização, infraestrutura e tempo para desenvolvê-la. Uma das formas de contornar este problema é utilizando plataformas de desenvolvimento, as quais são baseadas em microcontroladores que possibilitam uma rápida prototipagem. Estes microcontroladores são constituídos por microprocessadores programáveis que executam funções específicas, como controlar máquinas e diferentes automações (CAVALCANTI *et al.*, 2011).

O Arduino é uma plataforma que foi construída para promover a interação física entre o ambiente e o computador utilizando dispositivos eletrônicos de forma simples (ARDUINO, 2016). Uma das vantagens de se utilizar uma plataforma de desenvolvimento, como o Arduino, é a capacidade de controlar dispositivos, receber, tratar e armazenar dados através de uma interface programável, além de realizar diversas modificações ao longo do desenvolvimento de experimentos de diferentes áreas do conhecimento (ARAÚJO *et al.*, 2012).

Existem diversas plataformas construídas para microcontroladores no mercado, mas o Arduino tem se destacado no cenário mundial pela facilidade de programação, versatilidade e baixo custo. A plataforma já foi utilizada em diversos estudos envolvendo aquisição de dados (SOUZA *et al.*, 2011), sistemas de análise de fluxo (KAMOGAWA & MIRANDA, 2013), soluções tecnológicas para pesquisa de dados atmosféricos (MOREIRA *et al.*, 2014), sensores de temperatura (AMORIM *et al.*, 2015), monitoramento e diagnósticos de veículos (MONTEIRO & BEZERRA, 2015) e monitoramento de consumo de energia elétrica (RAMOS & ANDRADE, 2016).

Na área agrícola o uso de equipamentos eletrônicos como computadores e inúmeros programas tem sido usados para diminuir o tempo de trabalho e aumentar a precisão dos experimentos,

adquirindo, manejando e processando grande quantidade de dados. Os microprocessadores aplicados a estes equipamentos são capazes de operar em altas velocidades, com uma memória expressiva, armazenando um grande banco de dados. Alguns sensores também são utilizados como instrumentos que transmitem impulsos elétricos em respostas a estímulos físicos como a pressão, magnetismo, calor, luz, movimento e som (COELHO, 2005).

A maioria dos equipamentos que utilizam tecnologia avançada (máquinas de precisão) apresentam preços elevados por causa dos investimentos e tempo do seu desenvolvimento, o que dificulta a aquisição destes produtos por alguns consumidores, produtores e pesquisadores. Um exemplo são os sistemas para contagem de grãos ou sementes embarcados em máquinas agrícolas existentes no mercado, a qual pode vir acoplada em semeadoras visando atender os princípios da agricultura de precisão (AP) ou também em equipamentos de bancada, comumente usados em laboratórios de análises de sementes.

A necessidade da realização em laboratórios da mensuração do número de sementes geralmente é usada em pesquisas que envolvam produtividade de sementes e avaliação de determinados caracteres de plantas. Muitas vezes, para facilitar o processo de contagem, utiliza-se o método de determinação do tamanho médio de uma amostra de sementes através da pesagem de um número conhecido de sementes. A contagem destas sementes é um processo demorado que exige bastante atenção, a qual consome tempo e está sujeita a erros. Atualmente são poucos os estudos sobre técnicas de contagens de sementes e alguns encontrados têm como referência o trabalho realizado por CARLOW (1947). Também não são encontrados estudos publicados acerca da montagem de uma contadora de sementes devido a patentes e comercialização das mesmas.

## **2 OBJETIVO**

### **2.1 Objetivo geral**

O objetivo geral deste estudo é desenvolver e avaliar um protótipo de baixo custo para contagem de sementes para bancada.

### **2.2 Objetivos específicos**

Dentre os objetivos específicos pode-se citar:

- a) Desenvolver um protótipo de contadoras de sementes de baixo custo eficiente e que apresente precisão na contagem;
- b) Integrar o protótipo de contadora a um mecanismo dosador para fins de testes de bancada;
- c) Comparar o desempenho do protótipo da contadora de sementes em três velocidades (17, 21 e 32 sementes por segundo) a fim de relacionar com a velocidade de plantio em campo.
- d) Determinar em quais condições o protótipo apresenta maior precisão.

## **3 JUSTIFICATIVA**

Embora exista no mercado uma grande quantidade de contadora de sementes, o custo de aquisição é relativamente elevado e não é permitido criar um dispositivo com características muito semelhantes, pois são patenteados.

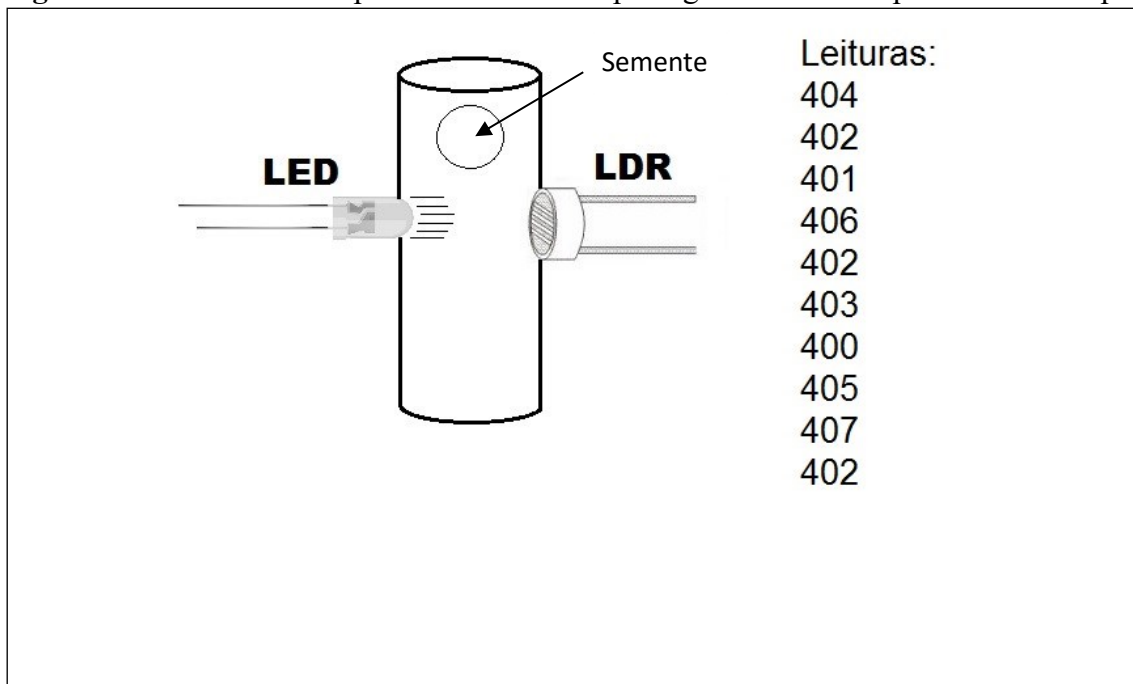
O desenvolvimento de um protótipo capaz de contar sementes de baixo custo com precisão e rapidez permitirá que a comunidade científica e ou produtores obtenham dados que são essenciais para pesquisas como avaliação da produtividade de sementes, avaliação de caracteres de plantas entre outras pesquisas relacionadas a análise de sementes de forma mais rápida, e sem dispender de altos valores para aquisição de um contador de sementes comercial.

#### 4 PROTÓTIPO DE CONTADORA DE SEMENTES DE BAIXO CUSTO

O funcionamento do protótipo tem como principais características o uso de elementos de baixo custo, como o diodo emissor de luz (LED) e o resistor dependente de luz (LDR), estes, que em conjunto e com a ajuda de um algoritmo, consegue captar as interferências causadas pelas sementes entre o LED e o LDR dentro do duto condutor do protótipo.

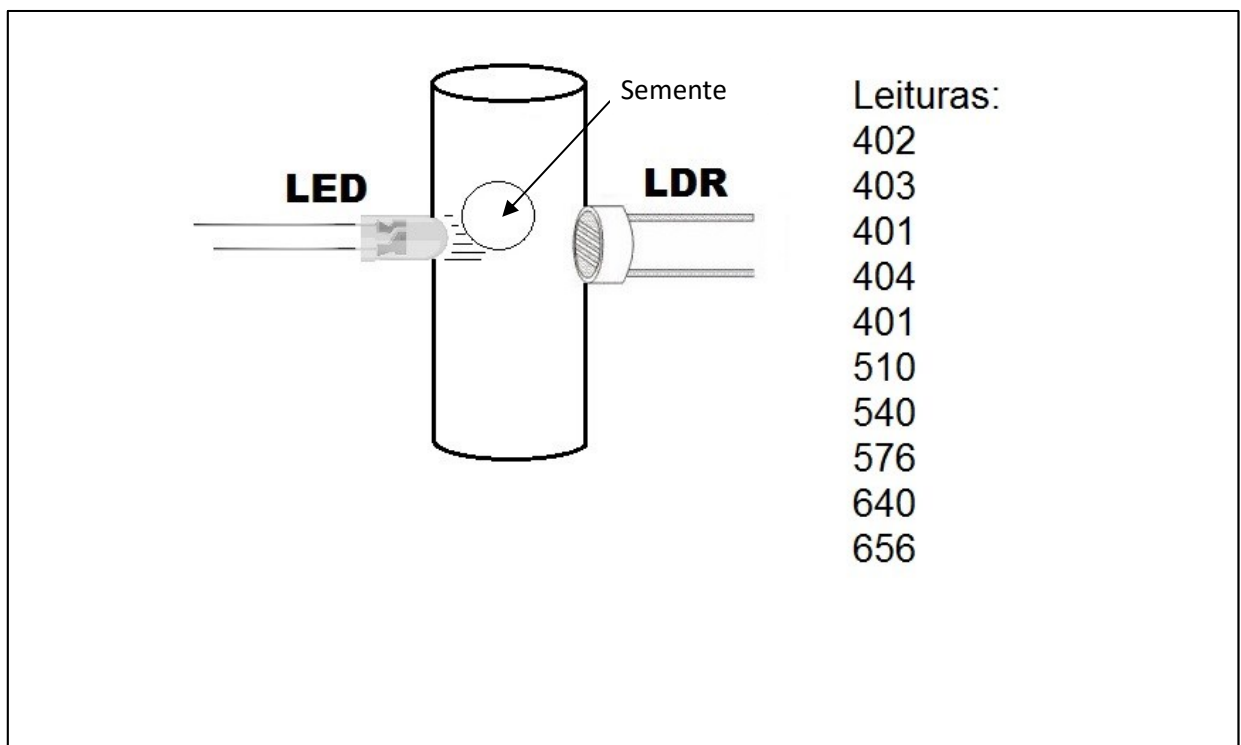
Para realização dos experimentos utilizou-se sementes de soja, de tamanho padronizado de acordo com o diâmetro dos furos do disco alveolado. O protótipo de contadora de sementes utiliza um aparato eletrônico constituído por um Arduino Uno, que tem a função de processar os dados obtidos pelos sensores, um resistor dependente de luz (LDR) posicionado em frente a um diodo emissor de luz (LED) e um mostrador digital para exibir a quantidade total de sementes contadas. Vale ressaltar que além dos componentes eletrônicos, para que o protótipo funcione adequadamente, é necessário um algoritmo, desenvolvido em linguagem *Processing*, específica para Arduino.

**Figura 1.** Leitura realizada pelo sensor antes da passagem da semente pela luz emitida pelo LED.



A Figura 1 mostra que no momento antes da passagem da semente entre o LED e o LDR há uma leitura constante sendo realizada, essa leitura tem um valor adimensional variável (0 à 1023) dependendo da luminosidade do ambiente, logo, o algoritmo foi desenvolvido para efetuar a calibração quando o protótipo é ligado ou reiniciado, tornando esse valor conhecido. Embora se tenha o conhecimento desse valor de leitura sem interferência das sementes, há pequenos ruídos nos sinais devido a variações na frequência de luminosidade do LED. Esses pequenos ruídos são filtrados no algoritmo fazendo com que não seja significativo no processo de contagem das sementes.

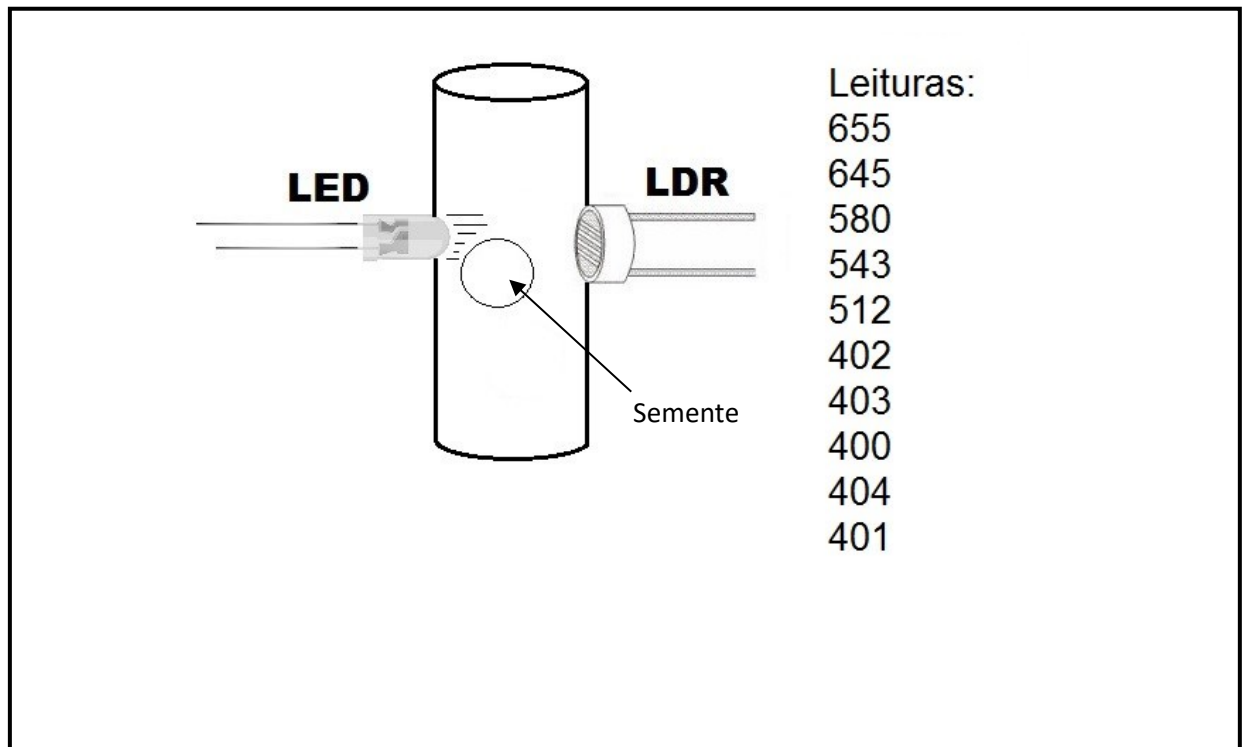
**Figura 2.** Leitura realizada pelo sensor no início da passagem da semente pela luz emitida pelo LED.



Na Figura 2, é representado o início da passagem da semente entre o LED e o LDR, caracterizando assim, a interferência percebida pelo LDR em função da falta de luminosidade causada pela semente naquele momento. O protótipo é capaz de realizar de quatro a dez leituras por semente. Os valores lidos, como são dependentes da intensidade luminosa incidida no LDR,

umentam gradativamente conforme o grão passa pelos dois componentes, quando o valor de leitura ultrapassa o limiar (que determina até onde o grão não deve ser contado) ele é contado e na sequência, quando o valor lido sai desse limiar (indicando que os valores estão diminuindo, vide Figura 3) o grão não pode ser contado novamente. Com isso, é possível determinar quando um grão começa a passar pelas leituras e quando ele termina, mesmo quando há sementes que passam muito próximas uma da outra.

**Figura 3.** Leitura realizada pelo sensor no final da passagem da semente pela luz emitida pelo LED.



Na Figura 3, é possível visualizar o final da passagem da semente pelo LDR e pelo LED, neste momento as leituras, após atingirem o limiar estipulado, fazem com que o protótipo não conte novamente a semente e ao mesmo tempo, se tiver outra semente próxima à semente que está passando só será contada quando o limiar for atingido novamente, o que ocorre somente quando o grão está totalmente na frente do LED.

## 5 MATERIAL E MÉTODOS

O desenvolvimento do protótipo foi realizado na Universidade Federal do Pampa – Campus Itaqui, no Laboratório de Sistemas Inteligentes e Modelagem (LabSIM), localizado no município de Itaqui, Rio Grande do Sul.

Neste protótipo foi utilizado um mecanismo dosador de precisão que equipa máquinas semeadoras utilizadas para implantação de culturas, constituída por transmissão por meio de engrenagens, sendo utilizada como fonte propulsora um motor elétrico que suporta até 12V DC, onde a rotação foi controlada por variação da voltagem, possibilitando imprimir inúmeras velocidades do mecanismo dosador por meio de um potenciômetro. O disco alveolado utilizado possui 90 furos, permitindo a liberação de noventa sementes por volta de disco. O valor compreendido na montagem da contadora paira em torno de 10% do valor de uma contadora comercial que tem 99,5% de precisão. Na experimentação foram utilizadas três voltagens (7, 9 e 12 volts), a qual permite a distribuição de sementes na velocidade 17, 21 e 32 sementes por segundo (aqui denotaremos sementes por segundo como sementes  $s^{-1}$ ).

O experimento foi realizado utilizando um delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema bifatorial composto por três grupos definidos em função do número de sementes (500, 1000 e 1500 sementes), três velocidades de distribuição 17, 21 32 sementes  $s^{-1}$ , com 40 repetições, totalizando 360 observações.

A partir da análise estatística foram calculados os valores mínimo e máximo, a média, mediana, variância, desvio padrão (DP), coeficiente de variação (CV) e erro padrão (EP). Os dados foram submetidos ao teste de Tukey, a 5% de probabilidade, o qual permite à comparação de médias, especificando quais tratamentos diferem estatisticamente dos outros (SOUSA et al., 2012).



Para a escolha das melhores velocidades empregadas na contadora sementes de bancada em função do número de sementes testados, foram utilizados os seguintes critérios: menores coeficientes de variação entre cada velocidade e número de sementes testados, menores coeficientes de variação entre as médias e significância maior do que 0,05. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio Microsoft Office Excel®, do software Statistica 12.0® (STATSOFT, 2015) e software SigmaPlot®.

## **6 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A partir dos dados coletados, pode-se inferir que o número de sementes testado (ST) nas distintas velocidades, apresentou uma pequena amplitude (diferença entre os valores mínimo e máximo) do número de sementes contadas ( $494 \leq 500 \text{ ST} \leq 502$ ,  $992 \leq 1000 \text{ ST} \leq 1002$ ,  $1494 \leq 1500 \text{ ST} \leq 1503$ ). Os valores de média do número de sementes contadas são similares ao número de sementes utilizadas para os testes (Tabela 1). Dias *et al.* (2009), observaram, que o aumento da velocidade de trabalho dentro de certos limites não reduziu significativamente as densidades finais de semeadura, corroborando com os resultados encontrados. Estes valores observados apresentaram homogeneidade dentro de cada teste nas três velocidades (17, 21 e 32 sementes s<sup>-1</sup>), justificando a baixa variância e desvio padrão, como pode ser observado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Estatística descritiva para o número de sementes contadas nos testes com número de sementes e velocidades distintas.

Velocidade	Mínimo	Máximo	Mediana	Média	Variância	DP	CV(%)	EP
Teste com 500 sementes								
17 sementes/s	496	501	500	499,60	1,02	1,01	0,20	0,16
21 sementes/s	498	501	500	499,60	0,91	0,96	0,19	0,15
32 sementes/s	494	502	499	499,13	2,37	1,54	0,31	0,24
Teste com 1000 sementes								
17 sementes/s	998	1001	1000	999,90	0,30	0,55	0,05	0,09
21 sementes/s	998	1001	1000	999,70	0,78	0,88	0,09	0,14
32 sementes/s	992	1002	998	997,55	4,51	2,12	0,21	0,34
Teste com 1500 sementes								
17 sementes/s	1497	1502	1500	1499,65	1,82	1,35	0,09	0,21
21 sementes/s	1494	1503	1500	1499,58	2,40	1,55	0,10	0,25
32 sementes/s	1494	1500	1498	1497,85	3,21	1,79	0,12	0,28

DP: Desvio Padrão; CV: Coeficiente de Variação; EP: Erro Padrão;

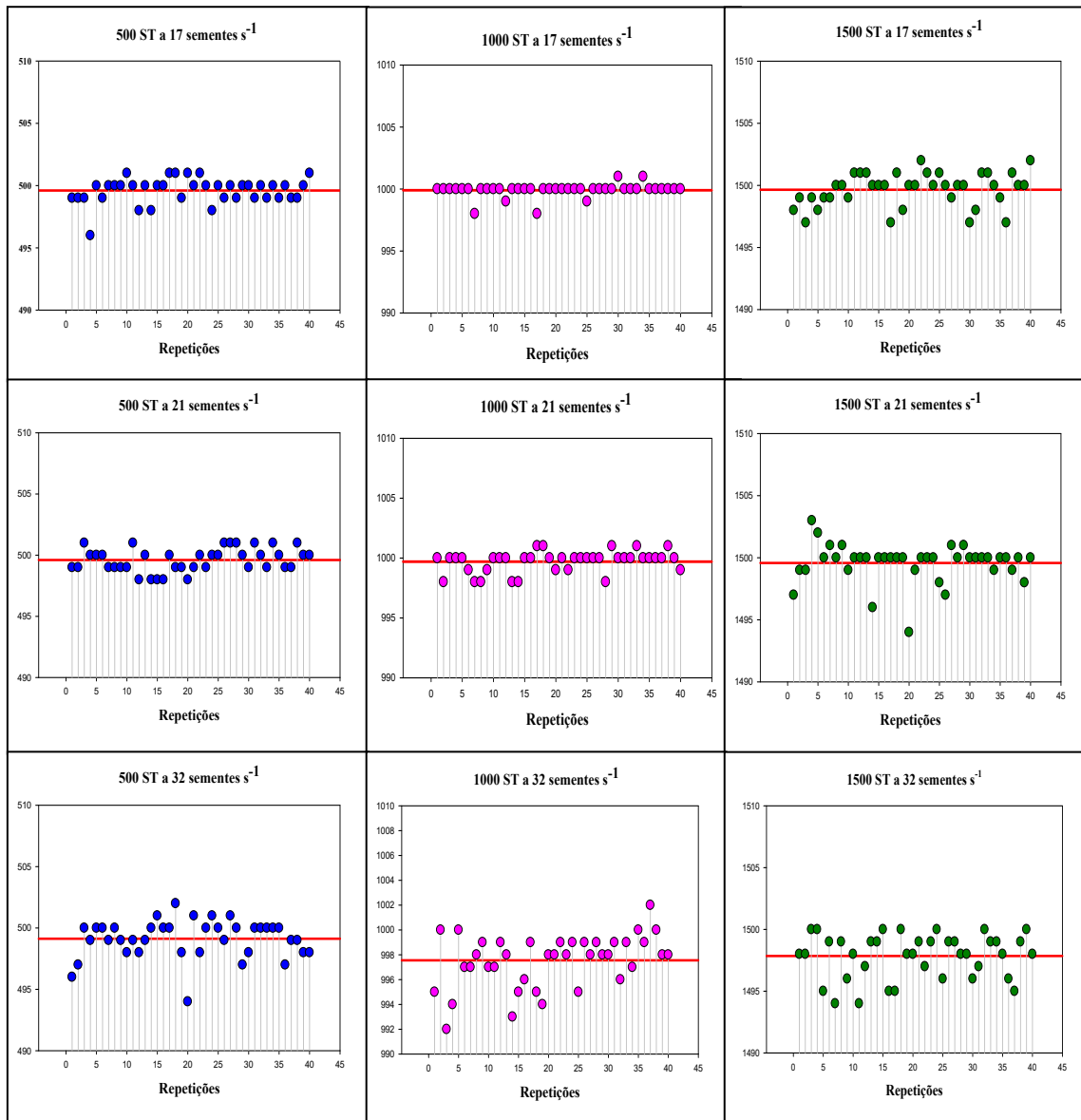
O coeficiente de variação representa a variabilidade dos dados em relação a média e é utilizado na avaliação da precisão do método ou experimento empregado, nos quais as médias devem ser semelhantes (CARGNELUTTI FILHO & STORCK, 2007). Segundo critérios adotados por Pimentel & Gomes (1999), o coeficiente de variação pode ser classificado como: baixo ( $CV < 10\%$ ), médio ( $10\% \geq CV \leq 20\%$ ) e alto ( $CV > 20\%$ ). Conforme a Tabela 1, o CV nas três velocidades oscilou entre 0,05% (1000 ST na velocidade de 17 sementes $s^{-1}$ ) e 0,31% (500 ST na velocidade de 32 sementes  $s^{-1}$ ), o que sugere uma baixa variabilidade do número de sementes contadas dentro dos nove testes e uma alta precisão na contagem de até 1500 sementes nas três velocidades.

Observa-se uma diminuição no CV a medida que aumenta a velocidade do disco alveolado, imprimindo maior velocidade tangencial, para todas as quantidades de sementes testadas. Conforme Jasper *et al.* (2009), com o aumento da velocidade tangencial do disco varia a densidade de sementes, sendo assim, o aumento da densidade de sementes pode influenciar na distribuição.

Em relação ao número de sementes testado, o teste com 500 sementes apresentou um menor CV na velocidade de 21 sementes  $s^{-1}$  (0,19%), enquanto nos testes com 1000 e 1500 sementes os menores valores foram encontrados na velocidade de 17 sementes  $s^{-1}$ . (0,05% e 0,09%, respectivamente). Já o maior CV nos três testes com diferentes números de sementes foi observado na velocidade de 32 sementes  $s^{-1}$ . Logo, o sistema de contagem apresentou-se mais preciso quando utilizado para a contagem de sementes nas menores velocidades, como em 17 e 21 sementes  $s^{-1}$ . Esta diferença entre os distintos coeficientes de variação encontrados nos testes com 500, 1000, 1500 sementes também pode ser explicada pela velocidade com que as sementes saem do disco alveolado da contadora de bancada e que passam pelo condutor, onde são lidos. Quanto mais rápida for a velocidade utilizada, maior é frequência de sementes passando no condutor, assim como a probabilidade de que essas sementes possam se sobrepor ou ricochetejar contra as paredes do condutor, dificultando assim a leitura dos mesmos e induzindo a um erro na contagem e da precisão do equipamento.

A distribuição do número de sementes contadas em cada um dos testes realizados teste, pode ser visualizada na Figura 4. Comparando as velocidades de distribuição de sementes utilizadas para cada teste, à velocidade que apresentou uma maior frequência dos dados em torno da média foi a de 17 sementes  $s^{-1}$  para 1000 sementes testadas, seguidas por 500 e 1500 sementes testadas.

**Figura 4.** Dispersão do número de sementes contadas em relação à média nos testes com 500, 1000 e 1500 sementes nas velocidades de 17, 21 e 32 sementes  $s^{-1}$ .



ST: número de sementes testadas; Linha vermelha: média; Pontos: número de sementes contadas em cada repetição;

Nas velocidades de 21 e 32 sementes  $s^{-1}$  ocorreu uma maior oscilação do número de sementes contadas, apresentando pontos mais distantes da média nas contagens de 1500 sementes testadas e subsequentes 1000 e 500. Entretanto, cabe ressaltar que, de acordo com os resultados obtidos, o incremento observado no desvio e erro padrão é relativamente pequeno, pois mesmo que tenha ocorrido a variação nas contagens de sementes de uma repetição para outra, a diferença entre elas interfere pouco na precisão da contagem nestas respectivas velocidades, estando de acordo ao

encontrado por Dias *et al.* (2009), os mesmos observaram elevação nos desvios médios com o aumento da velocidade de semeadura. Este efeito também foi observado por Teixeira *et al.* (2013), ao avaliarem a distribuição longitudinal de sementes de feijão, mencionando que com o aumento da velocidade do disco, menor é o tempo disponível para a entrada das sementes nos orifícios existentes nas placas dos disco, o que aumenta o número de sementes não distribuídas, e mais precisamente neste trabalho, sementes não contadas pelo sensor.

Segundo Mikhail & Ackermann (1976), a dispersão da distribuição de uma amostra é um indicador da precisão, enfatizando-se desta forma o comportamento do coeficiente de variação. A partir disso, pode-se inferir que a contadora de bancada apresentou desempenho satisfatório na contagem para as quantidades de sementes e nas três velocidades de distribuição.

A média de sementes contadas nas três velocidades (17, 21 e 32 sementes  $s^{-1}$ ) utilizando-se 500 sementes testadas é de 499,44 sementes contados e uma variação de contagem entre as médias de 0,24% (Tabela 2). Nos testes com 1000 e 1500 sementes a média é de 999,05 e 1499,02 sementes consecutivamente, enquanto a variação de contagem entre as médias são de 0,14% e 0,11% respectivamente. Os testes realizados com maior número de sementes apresentaram menor instabilidade se comparados com o teste de 500 sementes. Então, pode-se afirmar, que quanto maior for o número de sementes utilizadas menor será o coeficiente de variação e maior será a precisão de contagem.

**Tabela 2.** Valores médios do número de sementes contadas nos testes com número de sementes e velocidades distintas.

Velocidade (sementes/seg)	Médias		
	500 ST	1000 ST	1500 ST
17	499,60 a	999,90 a	1499,65 a
21	499,60 a	999,70 a	1499,57 a
32	499,13 a	997,55 b	1497,85 b
CV (%)	0,24	0,14	0,11
Média geral	499,44	999,05	1499,02

ST: Sementes Testadas; CV: Coeficiente de variação; Teste de Tukey a 5% de probabilidade; a: não significativo; b: significativo;

Considerando todos os testes, observou-se um elevado número de resultados que não apresentaram diferença estatística significativa. Nas 500 sementes testadas não ocorreu diferença estatística significativa entre as três velocidades avaliadas. Já os testes com 1000 e 1500 sementes, não se observou diferença significativa entre as médias com velocidades de 17 e 21 sementes  $s^{-1}$ , no entanto estas mesmas velocidades diferiram estatisticamente ( $P < 0,05$ ) da velocidade de 32 sementes  $s^{-1}$ . Deste modo, a contadora de bancada apresentou melhor desempenho na mensuração de sementes nas velocidades de 17 e 21 sementes  $s^{-1}$  com maior número de sementes, por apontar menores escores de coeficientes de variação entre as médias do número de sementes contadas e por não diferirem estatisticamente.

## 6 CONCLUSÕES

O presente trabalho apresentou o desenvolvimento e a avaliação de um protótipo de contadora de sementes de baixo custo. A contadora que foi testada utilizando um Arduino, LED, LDR e um dosador de semeadeira foi testada utilizando um motor elétrico de 12V e se mostrou capaz de contar grandes quantidades de grãos com rapidez e precisão. O protótipo apresentou um desempenho satisfatório na contagem para as quantidades de sementes e nas três velocidades de distribuição. A maior precisão na contagem de sementes foi obtida nas velocidades de 17 e 21 sementes  $s^{-1}$  com maior número de sementes testadas. Viu-se também, que a contadora de mesa

desenvolvida com equipamentos de fácil acesso e baixo custo pode ser construída e utilizada para reduzir a margem de erro nos experimentos que exigem contagens manuais de sementes e grãos em grandes quantidades, assim otimizando este processo.

Com base nas conclusões deste trabalho, propicia-se a integração do protótipo desenvolvido com semeadeiras, assim, executando contagem e monitoramento das linhas (da própria semeadeira) em tempo real, impedindo perdas por entupimento e ou desregulagem da mesma.

## 7 REFERÊNCIAS

ARAÚJO, I. B. Q.; SOUTO, F. V.; COSTA JUNIOR, A. G. **Desenvolvimento de um protótipo de Automação Predial/Residencial utilizando a Plataforma de Prototipagem Eletrônica Arduino**. XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE), 2012. Disponível em: < <http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2012/artigos/103723.pdf>>. Acessado em: 07 de Junho de 2016.

AMORIM, H. S.; DIAS, M. A.; SOARES, V. Sensores digitais de temperatura com tecnologia *one-wire*: Um exemplo de aplicação didática na área de condução térmica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, n. 4, 4310, 2015.

**ARDUINO**. Disponível em: < <https://www.arduino.cc/>>. Acessado em: 07 de Junho, 2016.

CAVALCANTI, M. A.; TAVOLARO, C. R. C.; MOLISANI, E. Física com Arduino para iniciantes. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 4, 4503, 2011.

CARLOW, C. A. An electronic seed counter. **Journal of Agricultural Engineering Research**, 1968. p. 187-189.

COELHO, A. M. Agricultura de precisão: manejo da variabilidade espacial e temporal dos solos e da cultura. In: CURI, N.; MARQUES, J. J.; GUILHERME, L. R. G.; LIMA J. M.; ALVARES, V. V. H. (Ed.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. v. 3, p. 249-290.

DIAS, V. O.; ALONCO, A. S.; BAUMHARDT, U. B.; BONOTTO, G. J. Distribuição de sementes de milho e soja em função da velocidade e densidade de semeadura. **Ciência Rural**, v.39, n.6, p. 1721-1728, 2009.

KAMOGAWA, M. Y.; MIRANDA, J. C. Uso de hardware de código fonte aberto "Arduino" para acionamento de dispositivo solenoide em sistemas de análises em fluxo. **Química Nova**, v. 38, n. 8, p. 1232-1235, 2013.

FILHO CARGNELUTTI, A; STORCK, L. Estatísticas de avaliação da precisão experimental em ensaios de cultivares de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 1, p. 17-24, 2007.

JASPER R.; JUSTINO, A.; MORGADO C.B.; DYCK, R.; GARCIA L. C. Comparação de bancadas simuladoras do processo de semeadura em milho. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 29, n. 4, p. 623-629, 2009.

MIKHAIL, E.; ACKERMAN, F. **Observations and Least Squares**. University Press of America, 1976. 497 p.

MONTEIRO, D. S.; BIZERRA, D. S.; Sistema de monitoramento e diagnóstico de veículos com base na plataforma arduino. **Revista Cogitatem**, v.1, p.1-19, 2015.

MOREIRA, A. S. PORTELA, A. M.; SILVA, R. Uso da plataforma arduino no desenvolvimento de soluções tecnológicas para pesquisas de dados atmosféricos na Amazônia. **Revista Perspectiva Amazônia**, n. 3, p. 119-126, 2014.



PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 13.ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 468p.

RAMOS, M. C.; ANDRADE, V. S.; Desenvolvimento, construção e calibração de uma central de monitoramento de consumo de energia elétrica e de água utilizando o microcontrolador arduino. **Revista Produção e Desenvolvimento**, v. 2, n. 1, p. 39-50, 2016.

SOUZA, A. R.; PAIXÃO, A. C.; UZÊDA, D. D.; DIAS, M. A.; DUARTE, S.; AMORIM, A. S. A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.31, 1702, 2011.

SOUZA, C. A.; LIRA JUNIOR, L. A.; FERREIRA, R. L. C.; Avaliação de testes estatísticos de comparações múltiplas de médias. **Revista Ceres**, v. 59, n. 3, p. 350-354, 2012.

STATSOFT. **Statistica 12.0 Software**. Tucks: USA, 2015.

Teixeira, S. S.; Reis, A. V.; Machado, A. L. T. Longitudinal distribution of bean seeds in horizontal plate meter operating with one or two seed outlets. **Engenharia Agrícola**, v. 33, p. 569-574, 2013.