



APLICAÇÃO DE UM SISTEMA ROBÓTICO AUTOMATIZADO NA AMOSTRAGEM DE GRÃOS

N. C. Sousa¹, A. M. B. Silva¹, L. Rogério Júnior¹, G. H. Alves¹.

¹ UNIUBE – Universidade de Uberaba

RESUMO – A amostragem de grão visa a aquisição de uma quantidade representativa de uma remessa de grãos com a finalidade de adequação de um lote com condições necessárias ao seu armazenamento e/ou distribuição, a posteriori. A amostra deve apresentar características bem pariguais ao lote que representa, posto que a porção recolhida é muito pequena em referência ao lote inteiro. Dessa forma, um procedimento padronizado de coleta se torna bastante benquisto, por evitar uma coleta manual, ao sabor do humor ou vontade de um operador. Dentro dessa perspectiva, o presente trabalho apresenta a ideia de tornar automatizada a amostragem realizada em unidades armazenadoras de grãos, por meio da criação do protótipo de um Amostrador Robótico de Grãos (ARG) e o desenvolvimento de um sistema supervisorio para a operação deste processo. A conclusão obtida é que o protótipo do mecanismo desenvolvido efetivamente realiza a amostragem de grãos de forma automatizada garantindo uma operação ágil, segura e precisa.

Palavras Chave - Armazenamento de grãos, Controle e Automação, Robótica e Sistema Supervisorio, Protótipo.

1. INTRODUÇÃO

A robótica constitui um ramo multidisciplinar do conhecimento humano, envolvendo principalmente a mecânica, a elétrica, a eletrônica e a programação. Com o surgimento da computação moderna foi possível integrar estes conhecimentos, aplicando a robótica em aplicações industriais, e conseqüentemente tornando processos mais rápidos, confiáveis e com resultados mais precisos (Mataric, 2014). A automação de processos oferece outros inúmeros benefícios como: maior operabilidade, proteção e segurança de operadores, padronização de produtos, redução de mão de obra, entre outros de acordo com Craic (2013). E avaliando as vantagens do ponto de vista operacional dos recursos automação, pode-se verificar que a operação dos equipamentos passa a ser por meio do computador, isolando quase que por completo o contato do operador com o equipamento em funcionamento, reduzindo assim, ou eliminando por completo, a possibilidade de ocorrer algum tipo de acidente. A Classificação de grãos que é uma das etapas mais importantes em um estabelecimento de Armazenamento de grãos ou Fábricas de Rações, nada mais é que a separação de um certo produto em grupos de acordo com sua classe, tipo, tamanho, variedade e qualidade. Munido destas informações consegue-se obter uma padronização, assegurando ao

Uberaba, 29 e 30 de Novembro de 2019



comprador a aquisição do produto com segurança. Para obter a finalização deste processo se faz necessária a realização da amostragem dos produtos assim que os grãos são recepcionados. Este processo, denominado de pré-amostragem, é necessário para determinar o teor de umidade e impurezas do produto com a finalidade de se decidir sobre seu destino visando necessidade de limpeza, secagem ou armazenamento imediato.

A amostragem de grãos tem como principal função a obtenção de uma porção que represente o lote de grãos, a fim de selecionar e adequar o lote às condições necessárias para sua distribuição e de acordo com Odicino (2015), essa amostra deve possuir características muito similares ao lote em que está representando, já que a quantidade retirada é muito pequena em relação ao lote inteiro. Magalhães (2019), afirma que os profissionais que realizam este serviço devem ter honestidade e idoneidade, competência técnica, pois a qualificação adequada será referente ao seu desempenho. Dessa forma, um procedimento padronizado de coleta se torna bastante desejável, por evitar uma coleta manual ao sabor da honestidade, idoneidade, humor, vontade, competência ou comportamento ético de um operador. Dentro dessa perspectiva, com o estudo de técnicas de robótica, microcontroladores, eletrônica, controle de processos, e o desenvolvimento um protótipo e de um sistema supervisor para a operação deste processo do Amostrador Robótico de Grãos, o objetivo do presente trabalho é apresentar uma proposta de tornar automatizada a amostragem realizada em unidades armazenadoras de grãos.

2. AMOSTRAGEM DE GRÃOS AUTOMATIZADA

A amostragem de grãos visa à aquisição de uma quinhão que represente o lote de grãos, a fim de selecionar e adequar às condições necessárias para sua distribuição e/ou armazenamento. Essa amostra deve possuir características muito semelhantes ao lote em que está representando, já que a quantidade retirada é muito pequena em relação ao lote inteiro.

Dessa forma, o objetivo da amostragem é a obtenção de uma porção representativa do lote de grãos, destinada a indicar sua natureza, qualidade e tipo. Essa amostra deverá ter características similares, em todos os aspectos, às características médias do lote da qual foi retirada, pois a quantidade de grãos a ser analisada é, em geral, muito pequena em relação ao tamanho do lote que supõe representar (Odicino, 2015.).

Atualmente nas indústrias, a coleta das amostras é realizada manualmente, quando o colaborador coleta a amostra subindo sobre o lote ou empregando equipamentos pneumáticos quando a carga é estacionada as proximidades do equipamento. As amostras devem ser colhidas ao acaso respeitando os esquemas de amostragem de forma que atinjam os terços superiores e inferiores além do meio da carga (Odicino, 2015). Além da forma correta de amostragem, deve ser considerado também o tamanho do vagão ou do caminhão a ser amostrado, uma vez que de acordo com seu comprimento aumenta-se a quantidade de amostras a serem coletadas conforme



ilustrado na Figura 1. Para estruturas com até 15 toneladas são necessários 5 pontos de amostras, para estruturas entre 15 e 30 toneladas esse número cresce para oito amostras e entre 30 e 50 toneladas, o número amostra deve alcançar o patamar 11 pontos. Deve ser retirada uma quantidade mínima de 2kg por ponto de amostragem e distância entre cada ponto não devendo ser superior a 2 metros.

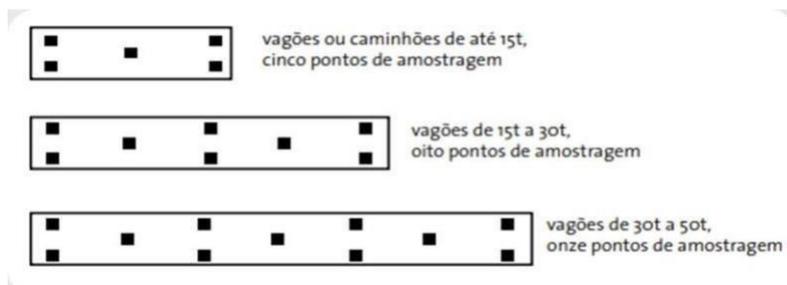


Figura 1 - Quantidade de amostras coletadas

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Nessa seção são apresentados os seguintes itens: a descrição da estruturação do sistema de controle, o tipo de alimentação dos sistemas, o tipo de sistema de sucção, o desenvolvimento da lógica de controle e sistema supervisorio para o trabalho que foi desenvolvido no período de fevereiro a junho e de julho a outubro de 2019.

3.1 Descrição da Estruturação do Sistema de Controle

O ARG é composto de cinco servos motores de alto torque que realizam a movimentação das articulações do braço: base, ombro, cotovelo e punho. Dois servos motores são utilizados no ombro para obtenção de melhor torque, devido ser o ombro a parte responsável pela sustentação das demais. O controle de cada servo é realizado pelo controlador *Arduino* e um *Shield*. Além da constituição física do Amostrador, ele também possui um sistema para a sucção dos grãos e um sensor ultrassônico para segurança. Isto garante que o equipamento não entre em funcionamento na presença de algum colaborador, executando os comandos no sistema supervisorio, que envia as informações, por meio do protocolo de comunicação serial USB para o controlador executando e enviando comandos para os servomotores e sistema de sucção.

Para a sustentação dos servos motores é necessário o desenvolvimento de peças que representam as partes do braço robótico. Para o desenvolvimento delas é utilizado um software de desenho técnico com ferramentas de desenvolvimento 3D (AutoCAD 2017), para melhor detalhamento e resultados mais precisos. Com os desenhos técnicos em mãos (figura 3), as peças posteriormente são cortadas em material acrílico preto com 4mm de espessura. A peça correspondente à base rotativa acomoda o servo da base, possuindo um furo onde o eixo do servo motor é parafusado. O ombro aloja os dois servos do ombro, que são parafusados no eixo do servo



1, a parte inferior do braço 1 e a parte inferior do braço 2, no outro servo. A parte superior do braço 1, por sua vez, é parafusada no eixo do servo que representa o cotovelo. Por sua vez, a parte superior do braço 2 é parafusada diretamente no antebraço 2, sendo possível a movimentação nesse ponto graças a um rolamento que é a ele acoplado. O antebraço 1, instalase os servos correspondentes ao cotovelo e punho. O punho é parafusado ao eixo do seu respectivo servo de um lado e do outro lado parafusado diretamente ao antebraço 2. O punho também possui um furo central que serve de encaixe para a mangueira do sistema de sucção.

3.2 Alimentação dos Sistemas

O desenvolvimento de uma placa de alimentação para realizar o controle dos servo motores é necessário, pois sua alimentação deve ser separada da alimentação do controlador. Isso se deve ao fato de que os servomotores consomem corrente elétrica superior ao valor que pode ser suportado pelo controlador. Para o suprimento dos motores é necessário utilizar uma fonte de $5V_{CC}$ com capacidade de corrente de 5A, enquanto o controlador suporta apenas uma corrente máxima de 1A, e é alimentado com $12V_{CC}$. Um dos pontos de atenção do projeto é alimentação dos servomotores e do sistema de sucção, por serem sistemas que exigem corrente elétrica maior que o controlador suporta e consegue fornecer. Por isso necessitam de uma alimentação externa. Com os cálculos de consumo de corrente das cargas (servomotores e motor do sistema de sucção), foi obtido um consumo total de 10 A. Fez-se necessário então, o uso de uma fonte de alimentação que forneça 12A de corrente elétrica, comum para os dois sistemas. Dessa forma, foi decidido utilizar uma fonte chaveada de $12V_{CC}$ de tensão e 15A.

Levando em consideração de que os servomotores e o sistema de sucção apresentam tensões de alimentação diferentes, sendo os servos alimentados por $5V_{CC}$ e consumindo 5 A, e o sistema de sucção alimentado por $12V_{CC}$ e consumindo 5A, estabelece-se uma impossibilidade de conexão. A solução encontrada foi a utilização de um circuito conversor DC/DC do tipo StepDown e que utiliza o circuito integrado regulador de tensão LM2596. O conversor recebe a tensão de $12V_{CC}$ da fonte de alimentação e ajusta a tensão de saída para $5V_{CC}$ adequando assim, a tensão de alimentação para os servo motores. Três circuitos conversores são utilizados em paralelo com a fonte alimentação, fazendo uma melhor distribuição dos circuitos, uma vez que cada circuito conversor suporta no máximo 3A de corrente e opera com pouca dissipação de calor com 2A. Sendo assim, o sistema fica distribuído da seguinte forma: os dois servomotores do ombro são conectados no primeiro conversor, os servomotores do punho e da base conectados no segundo conversor e o servomotor do cotovelo no último conversor de tensão. Já o sistema de sucção, é conectado também em paralelo com a fonte de alimentação. Assim todos os problemas de alimentação são sanados.

3.3 Sistema de Sucção

O sistema de sucção é acionado com um motor aplicado também a aspiradores de pó. Ele é adequado para a aplicação do presente projeto porque contém: caixa de proteção do



motor, filtro de pano para impedir a passagem de grãos, recipiente de armazenagem de grãos e mangueira de sucção, como mostra a Figura 2. Ao ser acionado pelo controlador o motor entra em rotação e uma hélice acoplada ao eixo do motor começa a girar e puxar o ar, gerando um vácuo no recipiente de amostragem. O recipiente mediante a mangueira de sucção começa a puxar o ar que está de fora e a mangueira acoplada ao punho, começa a sugar os grãos devido ao vácuo gerado pela ação do motor. No projeto foram usados os pinos digitais com saídas PWM 5, 6, 9 e 10 para controle dos servomotores, os pinos digitais 13 e 14 para o sensor ultrassônico e o pino 4 para o motor do sistema de sucção.



Figura 2 - Partes do Sistema de Sucção.

3.4 Desenvolvimento da lógica de controle e sistema supervisorio

O controlador utilizado no projeto é o Arduino UNO, que utiliza como o microcontrolador o chip Atmega 328 da família AVR. Sua alimentação é de 5VCC e o download do código é realizado via cabo USB (Universal Serial Bus), podendo também ser alimentado por uma fonte de até 12VCC. O Arduino UNO possui seis entradas analógicas e quatorze entradas/saídas digitais, sendo os pinos 3, 5, 6, 9, 10 e 11, saídas digitais com PWM. Mais informações sobre o controlador podem ser encontrados no site de endereço: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>. O Arduino possui um ambiente de desenvolvimento de lógica aberto e gratuito, denominada IDE Arduino. Na IDE encontra-se escrita a lógica a ser enviada para o controlador. Nela são realizadas as principais funções de controle dos servomotores, responsáveis pela orientação e posicionamento do Amostrador no espaço e as funções que estabelecem a comunicação serial com o Sistema Supervisorio, além das funções de modo automático e modo manual. O Sistema Supervisorio é o responsável por acionar tanto as funções dos modos de operação e também as funções de posicionamento. Para o controle preciso e posicionamento correto dos servo motores é necessário o desenvolvimento de funções que façam o controle de forma suave dos servomotores, impedindo que o ARG opere com solavancos e de forma destrutiva. A lógica contém os comandos que acionam o sistema de sucção: o controlador aciona um módulo relé, que por sua vez liga o motor do sistema de sucção e as funções que garantem o funcionamento do sensor ultrassônico: o controlador calcula a distância que o objeto está e de acordo com as comparações impostas, mantém o funcionamento ou desativa completamente a operação.

Para o desenvolvimento do Sistema Supervisorio é utilizado um software com um ambiente de programação que disponibiliza várias linguagens para a criação de várias aplicações. As principais linguagens encontradas nele são: C, C++, C#, Visual Basic, etc. O software ainda conta com várias funções e formas prontas, como: botões, caixas de texto, painéis gráficos,



painéis numéricos, sendo necessário apenas adequar essas formas e funções para a aplicação desenvolvida.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados mostrados referem-se aos tópicos propostos para a obtenção do protótipo do ARG e seu sistema de controle.

4.1 Peças do Amostrador Robótico de Grãos

As peças do ARG (figura 3) são classificadas em partes como: ombro (1), braço1 (2), braço2 (3), antebraço1 (4), antebraço2 (5) e punho (6). A peça da base rotativa foi montada utilizando uma peça quadrada de polipropileno preto, com as dimensões de 13mm x 12,5mm. Todas as peças foram montadas manualmente, utilizando parafusos e porcas para realizar a fixação entre as partes, obtendo o resultado mostrado na Figura 4.



montado.

Figura 3 - Peças do suporte dos Servo-motores.



Figura 4 - ARG

4.2 Placa de Alimentação para Servo-Motores e Sistemas

Os servomotores foram fixados nas peças e conectados na placa de alimentação, responsável pela junção dos três circuitos dos servos. Os circuitos dos servos motores foram separados da seguinte forma:

- Circuito 1: servos do ombro;
- Circuito 2: servos da base e do punho (BP);
- Circuito 3: servo do cotovelo (CT);

O servomotor responsável pelo movimento do cotovelo foi colocado em um circuito separado, por apresentar um consumo maior de corrente, e gerar por um maior esforço para realizar o movimento, sendo isolado para não sobrecarregar o conversor de tensão de seu circuito. Na Figura 5 é apresentado o layout da placa de circuito impresso da placa de alimentação, que foi construída utilizando o software de simulações de desenvolvimento de placas, Proteus 8, do fabricante Labcenters Electronics. Na Figura 6 pode-se visualizar a placa de alimentação após ter sido



confeccionada e receber a montagem dos terminais e conetores. A placa de alimentação dos servos motores recebe tensão dos conversores choppers que são alimentados pela fonte de 12V e 15A, reduzindo essa tensão para 5V, sendo a alimentação da placa dos servomotores, como mostra a Figura 7.

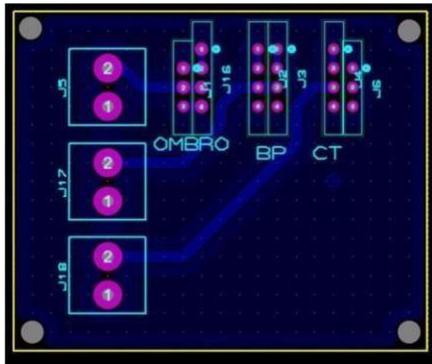


Figura 5 - Placa de Alimentação – Layout da PCI

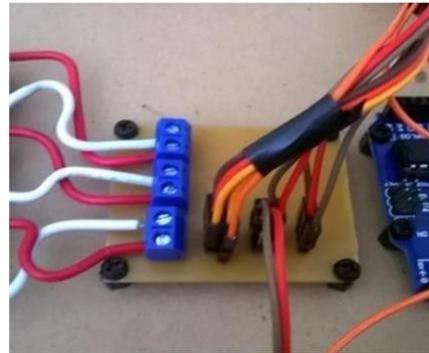


Figura 6 - Ligação dos servomotores

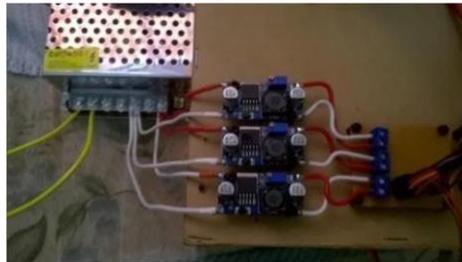


Figura 7 - Alimentação dos Sistemas.

Portanto, a estrutura geral de alimentação dos sistemas ficou da seguinte forma: a fonte de 12V, conectada na rede, alimenta os três conversores de tensão, que por sua vez alimentam a placa de alimentação, fornecendo tensão e corrente para a movimentação dos servomotores. A estrutura geral é mostrada na Figura 8. O controlador recebe alimentação do próprio cabo USB que faz conexão com o computador, onde se encontram o sistema supervisório e a IDE Arduino. O sensor ultrassônico de distância foi fixado na lateral esquerda do ARG, como mostra a figura 9, que recebe uma alimentação de 5V, de acordo com Thomsen (2019).

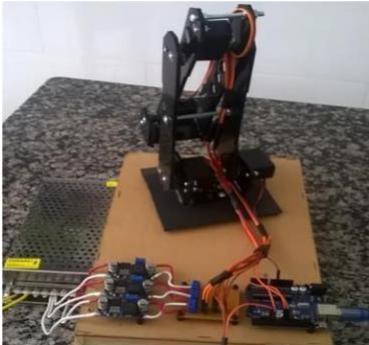


Figura 8 - Visão geral da alimentação dos sistemas



Figura 9 - Sensor Ultrassônico

4.3 Lógica de Controle

Inúmeros testes foram realizados com o protótipo do ARG, sendo definido uma posição inicial para o amostrador com o servomotor da base em 55° , os servos do ombro em 0° , o servo do cotovelo em 50° e o servo do punho na posição de 120° . O controlador realiza um acréscimo de 1° a cada 30 milissegundos, se o servo estiver entre 0 e 90° , até atingir os 90° . Se o servomotor estiver em uma posição menor ou igual a 180° e maior que 90° , realiza um decréscimo até atingir os 90° . Esse ângulo foi estabelecido mediante testes para a posicionamento correto do servomotor da base no ponto de amostragem A. A mesma estrutura de repetição foi utilizada para a movimentação dos outros servomotores do ARG, modificando em cada uma, somente o respectivo ângulo para cada servomotor atingir sua posição do ponto de amostragem A. Caso o sensor ultrassônico detecte um objeto a menos de 30 cm do ARG, ele desabilita a estrutura de repetição e preserva a posição em que os servomotores estão.

Para o controlador realizar a operação manual, foi desenvolvida uma função específica na lógica, operando da seguinte forma: quando o operador aperta o botão “Ponto A” do supervisório, o supervisório envia o caractere “A” para o controlador, por meio da porta de comunicação serial. Depois disso, o controlador verifica o caractere recebido e executa a função de movimentação respectiva para o ponto selecionado. Neste caso a função executada é a que posiciona o braço no ponto A. O mesmo ocorre para os outros pontos de amostragem [6]. Quando selecionado a operação automática, via botão de modo *Automático*, existente no supervisório, a lógica do supervisório envia o caractere “T” se a operação for com 5 pontos de amostragem, envia “U” se for com 8 pontos e envia “V” se com 11 pontos de amostragem. Dessa forma, o controlador direciona o ARG para cada ponto de amostragem em sequência, aguardando 1 segundo entre um ponto e outro.

4.4 Sistema Supervisório

O sistema de supervisório foi nomeado como SARG (Supervisório do Amostrador Robótico de Grãos). Cinco telas do supervisório foram desenvolvidas. A tela de *carregamento* do



supervisório é apenas uma tela inicial, em qual, o usuário deve esperar alguns segundos para que o sistema esteja carregado, sendo posteriormente direcionado para a tela de “Login”.

Na tela de *Login*, como mostra a Figura 10, o operador deve inserir o nome do *usuário* que utiliza o supervisório e sua senha de acesso. Deve também selecionar o tipo de operação, selecionando se é com 5, 8 ou 11 pontos de amostragem. Em seguida deve-se apertar o botão “Login”. Se o usuário e senha estiverem de acordo com os usuários cadastrados, ele deve apertar o botão “Entrar” e é direcionado para a tela de acordo com o tipo de operação selecionada. Se o usuário e senha forem inválidos o supervisório informa por meio de um pop-up e não concede acesso as telas. Selecionado a operação com 5 pontos de amostragem e validado o usuário, o operador é direcionado para a tela *Operação 1* (Figura 11). Ele deve então selecionar a porta serial disponível e clicar no botão “Conectar”, estabelecendo assim a comunicação com o controlador.



Figura 10 - Tela de Login.

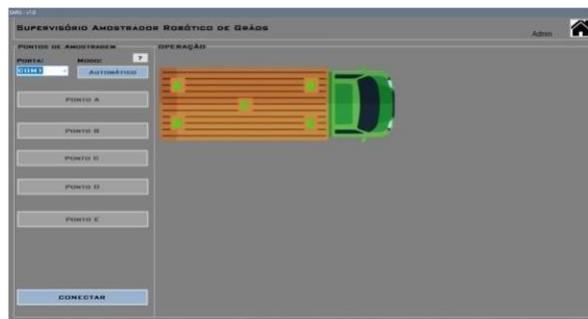


Figura 11 - Tela de operação 1.

Na tela de *Operação 1*, a operação manual conta com 5 botões representando os pontos de amostragem, descritos como: *Ponto A*, *Ponto B*, *Ponto C*, *Ponto D* e *Ponto E*. Clicando no botão *Ponto A*, o amostrador direciona-se para a posição corresponde, pré-estabelecida na lógica do controlador. Quando a posição selecionada for atingida, o controlador dá um feedback para o supervisório de forma visual. Os botões subsequentes funcionam da mesma forma. Quando a última posição for atingida o supervisório informa ao operador o fim da operação por intermédio de um pop-up e o amostrador se direciona para a posição inicial, aguardando uma nova operação. Caso o operador opte pela operação em modo automático, ele deve clicar no botão de modo *Automático*, assim o controlador realiza a operação de forma autônoma, retornando as informações de posição de forma visual, para cada ponto atingido.

A operação é visualizada ao lado dos botões de operação manual, por meio de um diagrama que contém os pontos de amostragem, representados pelas letras que vão de *A* até *E*, distribuídas de acordo com a forma correta de amostragem. As letras mudam de cor, passando da cor verde para vermelho, de acordo com o feedback da posição atingida. Selecionado a operação com 8 pontos de amostragem e validado o usuário, o operador é direcionado para a tela *Operação 2*, como mostra a



Figura 12. O mesmo ocorre ao optar pela *Operação 3*, onde o sistema conta com 11 pontos de amostragem, operando igualmente por meio da comunicação, operação, visualização e fechamento, como mostra a Figura 13. Por meio dos resultados atingidos, a operação de amostragem de grãos automatizada provou-se possível com a possibilidade de utilização e controle do protótipo do ARG desenvolvido. As etapas-chaves para o sucesso do projeto foram todas concluídas, sendo: montagem do ARG, alimentação dos sistemas, instalação do sistema de sucção, criação da lógica de controle e do sistema supervisor.

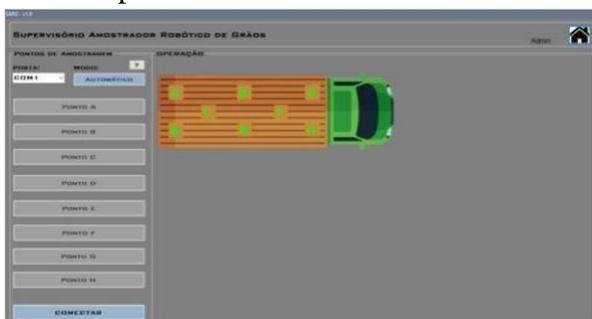


Figura 12 - Tela de operação 2.

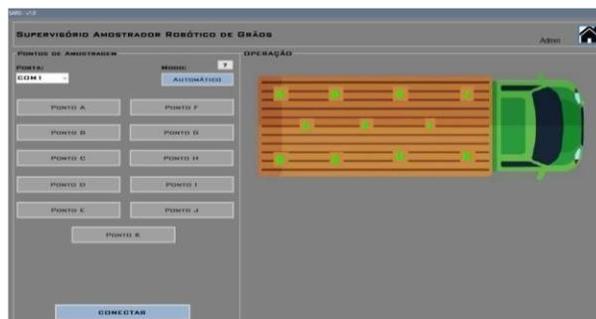


Figura 13 - Tela de Operação 3.

A Amostragem de grãos é um método importante e emergente com o qual os classificadores precisam aprender a lidar. Para incitar iniciativas de implementação do amostrador robótico, muitos estudos precisam ser desenvolvidos de modo a apresentar as vantagens e desafios da inserção de uma tecnologia. É muito fácil encontrar este processo de forma manual e oferecendo condições inseguras aos operadores em silos e fábricas de rações. Por isso este trabalho buscou a apresentar aplicações e desafios da utilização do amostrador.

Por meio da análise de trabalhos relacionados ao tema, este artigo buscou apresentar a agilidade e melhoria no processo de coleta de amostra de grãos, uma vez que a operação pode ser realizada de forma automática, mediante o sistema supervisor, sendo feita a coleta de grãos por tempo, o que demonstra uma velocidade maior relativa a amostragem manual. Os desafios apresentados na programação necessitam de uma criação de uma estrutura para tratar de forma eficaz algumas questões fundamentais para um funcionamento adequado e que não traga complicações durante a execução do processo. Proteção de dados e garantias de privacidade são necessárias para ganhar a confiança dos produtores/clientes.

É necessário frisar que, para implementação industrial do sistema proposto, seria necessário um dimensionamento adequado das estruturas físicas do ARG, sistema de sucção e suas alimentações, mas ainda sendo implementado o mesmo sistema supervisor e o mesmo controlador, garantindo o funcionamento do sistema da mesma forma que foi proposto neste trabalho.



5. CONCLUSÃO

Com o desenvolvimento do protótipo do ARG e os testes realizados ficou comprovada a efetividade da amostragem de grãos de forma automatizada, onde todas as etapas propostas para a validação do projeto se mostraram efetivas e precisas relacionadas a amostragem de forma manual. O mais relevante foi a aprendizagem e a busca por métodos que resolvessem os problemas encontrados ao longo da execução do projeto. É importante ressaltar que uma coleta mal realizada acarreta em um processo errado posteriormente, impossibilitando o manejo, estocagem e conservação dos grãos. Assim o amostrador robótico de grãos garante uma operação mais ágil, precisa e segura, com objetivo de tornar a amostragem de forma automática.

6. REFERÊNCIAS

A. Thomsen. *Como Conectar o Sensor Ultrassônico HC-SR04 ao Arduino*. Acedido em 20 de abril de 2019, em: <https://www.filipeflop.com/blog/sensor-ultrassonico-hc-sr04-ao-arduino/>.

A. P. Messina. *Como fazer Comunicação Serial entre um Software e o Arduino Uno*. Acedido em 25 de novembro de 2018 em: <https://www.tecdicas.com/45/como-fazer-comunicacaoserialeentreum-software-e-o-arduino-uno>.

J.J. Craig. *Robótica*. 3. Ed. São Paulo: Editora Pearson, 2013. 392p.

L. G. Q. Odínino. *Instruções para Amostragem de Grãos*. Brasília: CONAB, 2015. 29 p. (armazenagem). Acessado em 10 de fevereiro de 2019, em: <http://www.conab.gov.br>

Microsoft Corporation (2018). *Visual Studio*. Acedido em 25 de novembro de 2018, em: <https://visualstudio.microsoft.com/pt-br/?rr=https%3a%2f%2fwww.google.com.br%2f> M.J.

Mataric. *Introdução a robótica*. 1. Ed. São Paulo: Editora Unesp, 2014. 368p.