



***Vending Machine* como um misturador e dosador automático: foco no mercado de eletrodoméstico e pequenas indústrias**

Izabela T. A. Cunha¹

Centro Universitário Newton Paiva, Buritis, MG
Ana Carolina Aquino

Resumo

Máquinas automáticas estão presentes em todos os setores da sociedade, contudo nem sempre seu valor é acessível. Com isso, existe a necessidade de manter a qualidade e a padronização e ao mesmo tempo reduzir o custo da máquina, tornando-a viável a mais parcelas da sociedade. No presente estudo, será analisado o processo de padronização e redução de custo de uma máquina no formato *Vending Machine* como misturador e dosador de líquidos. A proposta é uma máquina controlada por uma placa de arduino conectada à válvulas solenoides que farão a dosagem e o controle através do PID, de maneira que o produto final é o resultado de uma mistura entre diferentes tipos de líquidos.

Palavras-chave: controlador por arduino, máquina automática, misturador e dosador, válvula solenoide, *vending machine*.

Introdução: Tendo em vista a necessidade atual de produzir mais, em menos tempo e de maneira mais eficiente, a automatização dos processos se torna essencial. Essa necessidade não se aplica só ao meio industrial e comercial, mas no meio doméstico também se observa a tendência em ganhar mais tempo nas tarefas do dia a dia, como a utilização de máquinas de café em cápsulas. Já existem diversos tipos de máquinas capazes de misturar, medir e controlar a vazão de vários líquidos, mas o valor e a acessibilidade destas está distante do consumidor comum e das pequenas empresas. Devido à necessidade de tornar essa tecnologia mais acessível e viável surgiu a preocupação em atender o mercado com um produto que pudesse oferecer a mesma vantagem em termos de eficiência e comodidade e que ao mesmo tempo pudesse ser economicamente competitivo, ou seja, mais barato.

Vending Machines são máquinas automáticas que fornecem diferentes tipos de produtos, desde bebidas como café até guarda-chuva. Devido a sua praticidade e rapidez estão cada vez mais comuns nas residências e em locais de trabalho. Com a revolução industrial e a globalização, a sociedade passou a ter mais processos a realizar e conseqüentemente menos tempo para as tarefas diárias, como por exemplo, a alimentação. Com isso, as *Vending Machines* começaram a crescer e a se desenvolver

¹ Graduanda em Engenharia de controle e automação, Graduada em comunicação social, pós graduada em gestão de negócios. izabela.tac@gmail.com



cada vez mais, já que permitem ter o alimento pronto em instantes (SUREK A. C., MIZOKOSHI L. L., Freitas T. S., 2019).

No contexto doméstico, dentro da área de estudo, existem exemplos das máquinas de café em cápsulas, que permitem ao usuário programar uma quantidade específica ou usar a quantidade pré-programada pelo fabricante (RODRIGUES D. A, 2018.). “A maioria das *Vending Machines* é importada e os interessados devem buscar os distribuidores que oferecem formas de contratação de dois tipos: na primeira, o distribuidor fornece os insumos em consignação e na segunda é o contratante o responsável por abastecer as máquinas” (GONÇALVES V., 2020).

Já no contexto industrial, o controle de níveis consiste na capacidade de análise e planejamento de tanques de armazenamento ou no controle de processos permanentes que envolvem volumes líquidos, sólidos ou gases, de acumulações, amortecimento, mistura ou dosagem. Para o presente estudo foi usado como base, também, os sistemas de dosagem industriais, que tem como função principal manipular as matérias-primas para produzir produtos. São sistemas automatizados e precisos que definem, através de uma programação, a quantidade de líquido a ser bombeado (no caso específico deste estudo) para os tanques (SILVEIRA C.B. 2020).

O dispositivo proposto tem o objetivo de reduzir o custo e padronizar um processo de mistura de pelo menos três componentes líquidos, possibilitando a previsão da quantidade exata a ser consumida através da comparação da quantidade extraída do tanque com a quantidade que foi colocada inicialmente.

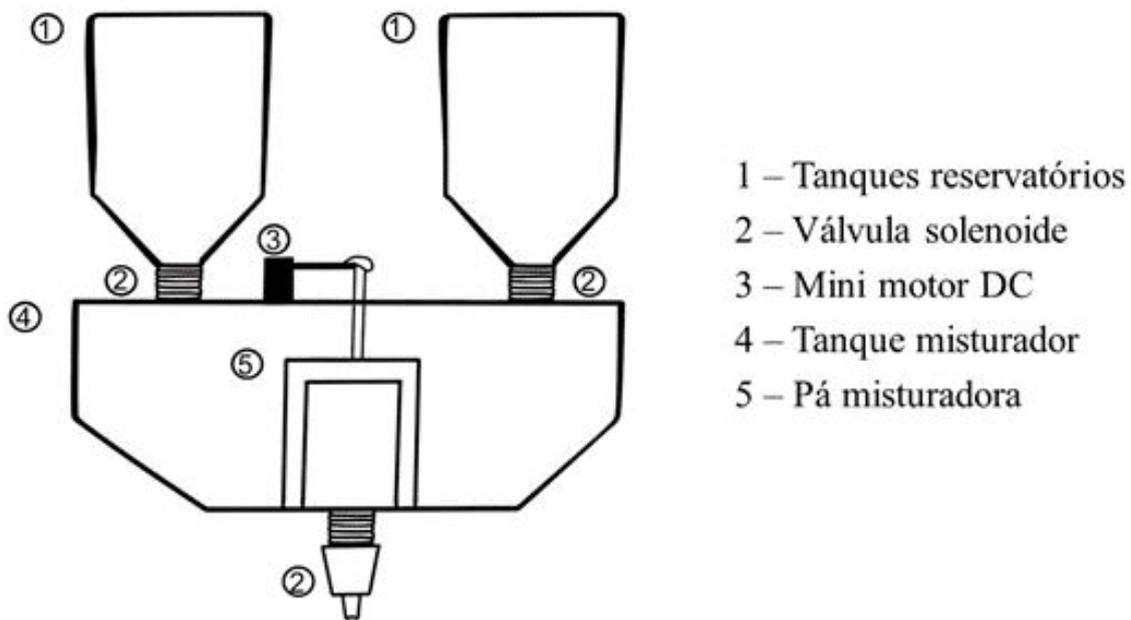
O desenvolvimento dessa máquina visa aperfeiçoar o mercado de *Vending Machines*, eletrodomésticos e pequenas máquinas industriais focadas em misturadores e dosadores automáticos, controlar a vazão versus tempo de líquido liberado pela válvula e medir a proporção de cada insumo. Para a interface homem máquina, o objetivo é desenvolver um software que permita que o usuário controle manualmente a quantidade a ser misturada de cada líquido.

Metodologia: O protótipo foi pensado seguindo o modelo do projeto da planta SMAR PD3, na qual o tanque de mistura recebe duas vazões de água provenientes do tanque reservatório. A primeira vazão é bombeada para o tanque de aquecimento, podendo ser regulada. A água é aquecida e segue para o tanque de mistura. A segunda vazão é bombeada diretamente para o tanque de mistura (GOMES N. C., NICACIO J. V. e TÔRRES A. G., 2017).

No dispositivo proposto ilustrado na Figura 1, o líquido será colocado manualmente nos tanques reservatórios. Estes estão ligados a um tanque maior que realizará a mistura dos líquidos. A vazão dos tanques reservatórios para o tanque maior será controlado por uma placa arduino que controlará uma válvula solenoide em cada bico do tanque. No tanque maior existe uma pá misturadora controlada por um mini motor DC (*Direct Current*), também controlada pelo arduino, que começa a girar assim que a solenoide for ativada. No fundo do tanque maior, existe uma outra válvula solenoide que será acionada quando o controle de vazão dos outros dois tanques for finalizado, ao mesmo

tempo a pá misturadora encerrará seu funcionamento. O usuário poderá controlar a quantidade de líquido pela vazão através de um programa mostrado em um *display*. No *software*, o usuário coloca a quantidade de líquido a ser misturado em mililitros, depois seleciona nas barras a quantidade em porcentagem a ser adicionada de cada líquido, representado na Figura 2. O controle será feito em função da vazão e do tempo de abertura da válvula.

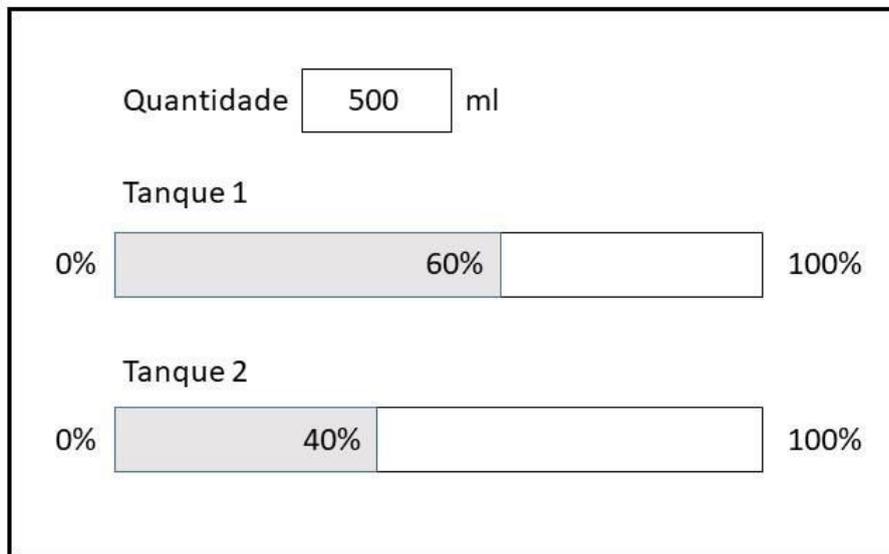
FIGURA 1: Esquema da máquina.



Fonte: a autora

A Figura 2 representa um esquema da interface do software que permite a conexão homem-máquina. O programa controla a quantidade de líquido total e que será extraído de cada tanque, no qual 100% é a quantidade máxima e 0% não há liberação do insumo. No exemplo representado pela figura 2, o usuário deseja extrair 500 ml de insumo, no qual 60% será do tanque 1 e 40% do tanque 2.

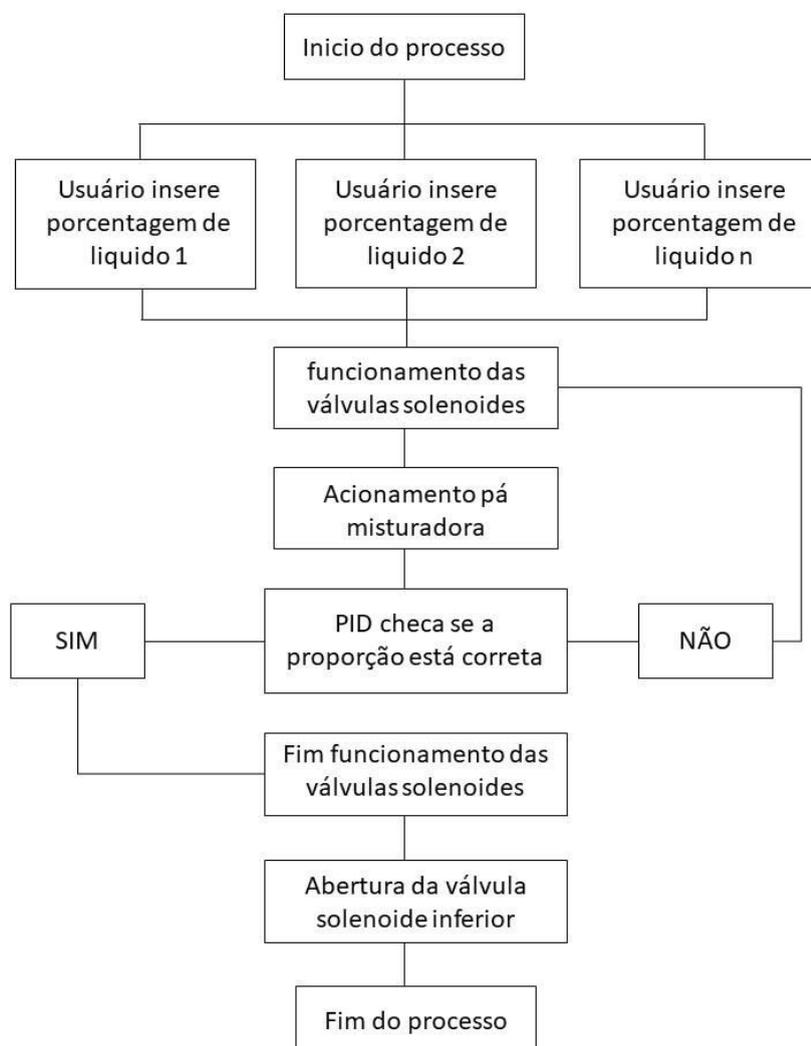
FIGURA 2: Interface do *software*.



Fonte: a autora

A Figura 3 representa o fluxograma de funcionamento da máquina. O usuário pressiona um botão que inicia o programa, o *software* pede que o usuário estabeleça a quantidade de líquido desejado em mililitros e a porcentagem extraída de cada tanque. Após confirmar, as válvulas solenoides são acionadas através do arduino ao mesmo tempo que a pá misturadora será acionada também. Neste momento o controle PID faz a checagem se os níveis e as proporções estão corretos. Em caso negativo, as válvulas são acionadas novamente até que o PID acuse afirmativo para o nível e a proporção. Quando acusar afirmativo a pá misturadora para seu funcionamento juntamente com as válvulas solenoides superiores, conforme ilustrado na Figura 3. Nesse momento as válvulas solenoides inferiores passam a funcionar até o tanque misturador esvaziar.

FIGURA 3: Fluxograma de funcionamento da máquina.



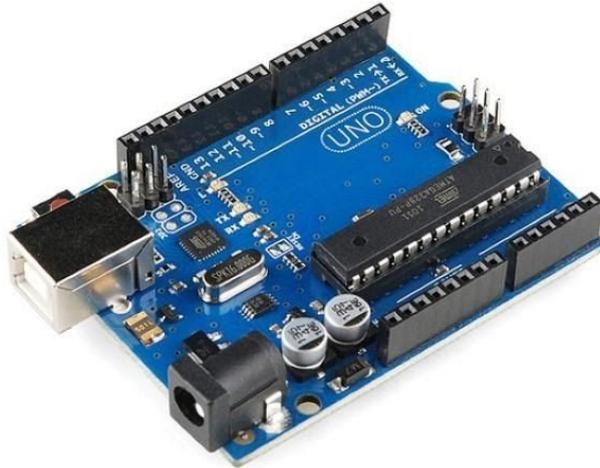
Fonte: a autora

O controle automático é peça fundamental no campo de estudo da engenharia. O controle de um componente é fator intrínseco em sistemas que envolvam a administração da temperatura, pressão, umidade, vazão, dentre outros (OGATA, 2010).

Como método de controle automático foi usado uma placa de arduino, representada na Figura 4, que permite a integração de diversos componentes de maneira mais simples que os componentes de eletrônica atuais. A placa pode funcionar através da sua própria interface ou em integração com outros aplicativos no computador (SOLDAFRIA, 2019). De acordo com (GOMES, P. C. T., 2015): “Arduino é um conjunto de ferramentas de prototipagem eletrônica *Open Source* que visa tornar mais fácil a criação de aparelhos eletrônicos”. A placa funciona na programação C/C++, que é a mesma linguagem utilizada para desenvolver o *software* que será responsável pela comunicação homem-máquina representado na figura 2.



FIGURA 4: Arduino.



Fonte: a autora

Os componentes integrados à placa serão as válvulas solenoide de cada tanque, um mini motor DC, como mostrado na Figura 5 e um *display*.

FIGURA 5: Mini motor DC.



Fonte: a autora

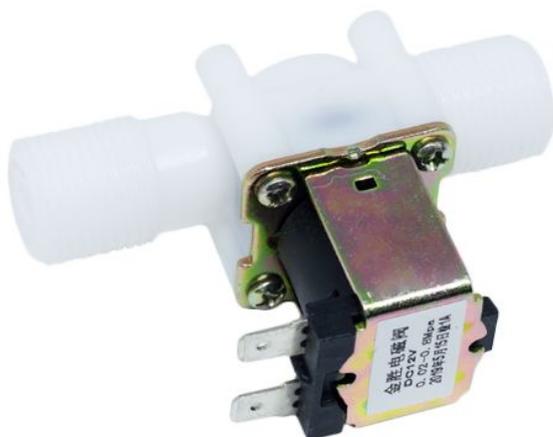
A vazão é uma das variáveis mais medidas nas indústrias e, em plantas de laboratórios, é a variável que mais se relaciona com o fluido e a geometria do duto. Com relação ao fluido, as variáveis de influência no processo de medição da vazão são a pressão, temperatura, densidade, umidade e viscosidade (THOMAZINI & ALBUQUERQUE,



2011). Por este motivo a máquina foi programada inicialmente para trabalhar com fluidos com densidade próxima à da água e com tanques que estejam acima do tanque misturador, fazendo uso da pressão. O controle de vazão do misturador será feito por tempo de abertura da válvula solenoide.

Uma válvula solenoide, como a da Figura 6, pode ser definida como uma combinação de duas unidades básicas funcionais: um solenoide com o seu respectivo núcleo e uma válvula contendo um orifício, no qual o disco de vedação é posicionado para interromper ou permitir a passagem de fluido. Sua abertura ou fechamento se dá pelo movimento do núcleo, que é atraído pelo solenoide quando a bobina é energizada. É comum encontrar a solenoide montada diretamente no corpo da válvula com seu núcleo, este possui livre movimento no interior de uma tubulação permanentemente selada, que, por sua vez, está introduzido na cavidade da bobina. Este tipo de construção permite uma montagem compacta e livre de vazamento (ASCOVAL, 2020).

FIGURA 6: Válvula solenoide 12V



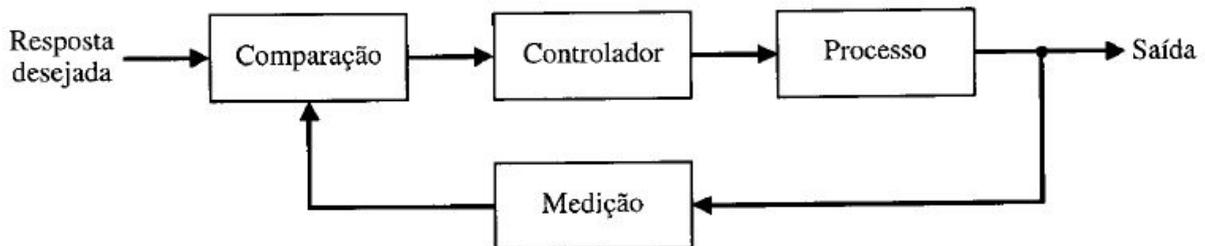
Fonte: a autora

O PID é um método de controle baseado na ação proporcional, integral e derivada. Nesse tipo de controle há uma menor interferência da variação do erro. A derivada antecipa o erro, a integral zera o erro e a proporcional minimiza. A combinação dessas três saídas faz com que a variação do erro de medição seja minimizada. Desta maneira o controlador PID integrado à saída das válvulas solenoides fará a medição exata da quantidade de líquido liberada em cada tanque (OGATA, 2003).

Sistemas de controle em malha fechada são sistemas nos quais a saída tem efeito na ação de controle, ou seja, usam da informação disponível na saída e comparam com o valor de entrada Set Point. Este é a resposta desejada para a saída processar a diferença entre ela e o Set Point, e usa desse resultado para uma ação de controle conforme pode-se observar na Figura 9 (OGATA, 2003). Diante disso, visando aumentar a precisão do controle e minimizar a ação de perturbações externas o sistema é em malha fechada.



FIGURA 9: Sistema de controle em malha fechada.



Fonte: (DORF e BISHOP, 2001, p. 2).

Resultados e Discussão: com o objetivo de atender aos mercados de pequenas e médias indústrias e ao mercado doméstico, foi montado um protótipo acessível e de baixo custo. O projeto possibilita a mistura de dois ou mais tipos de líquidos com a densidade semelhante à da água, sendo controlado por uma placa arduino e válvulas solenoides. O controle da quantidade misturada foi feito por PID, por ser um método mais preciso. Diante disso, a máquina conta com controle de níveis personalizáveis pelo usuário e faz o controle automático da quantidade a ser misturada.

Considerações Finais: Os componentes da máquina não foram necessariamente os mais baratos, mas a partir da pesquisa de mercado com máquinas industriais com as funções semelhantes, foi possível constatar que o valor do dispositivo proposto foi de fato inferior e com a precisão e funcionalidade próxima a uma máquina industrial. Portanto, o objetivo de tornar a tecnologia mais barata e acessível foi alcançado.

Referências

ASCOVAL. (2020). **Catalogo Geral 31B**. Disponível em: <<http://coppi.com.br/download/ascoval/Catalogo-Completo31B.pdf>>. Acesso em: 10 de maio de 2020.

DORF, R. C., & Bishop, R. H. (2001). **Sistemas de Controle Moderno (8 ed.)**. LTC.
Gomes N. C., Nicacio J. V. e Tôrres A. G. (2017) Planta didática SMAR PD3: modelagem, Simulação e ajuste dos parâmetros do controlador de temperatura do tanque de mistura. The Journal of Engineering and Exact Sciences – JCEC.

Gomes, P. C. T. Entenda o que é Arduino e como funciona a sua aplicação! Disponível em: <<https://www.opservices.com.br/o-que-e-o-arduino/>>. Acesso em: 2 de maio de 2020.

GONÇALVES, V. **Vending Machine: 3 Motivos Que a Fazem um Negócio Rentável**. Disponível em: <<https://novonegocio.com.br/maquinas/vending-machines-negocio-rentavel/>>. Acesso em: 15 de maio de 2020.



OGATA, K. (2003). **Engenharia de Controle Moderno (4 ed.)**. (A. V. Tom Robbins, Ed.) Pearson Universidades.

OGATA, K. (2010). **Engenharia de Controle Moderno. 5ed.** São Paulo: Pearson.

SOLDAFARIA (2019) **O que é um Arduino, para que serve, como funciona, onde comprar?** Disponível em:

<https://www.soldafria.com.br/blog/o-que-e-um-arduino-para-que-serve-como-funciona-onde-comprar?gclid=CjwKCAjwh472BRAGEiwAvHVfGmEw2Myp9GzsncyWtid9sQuYfQU1eur3Cb7dIxvZ0NqOKs7cCJhCxoC3v8QAxD_BwE>. Acesso em: 7 de maio de 2020.

RIBEIRO, M. A. (2002). **Instrumentação (9 ed.)**. (T. T. Ltda, Ed.) Salvador.

Rodrigues D. A. Como funciona uma cafeteira em capsulas. Disponível em: <<https://super.abril.com.br/mundo-estranho/como-funciona-uma-cafeteira-de-capsulas/>>. Acesso em: 15 de maio de 2020.

SILVEIRA C. B. **Sistemas de Dosagem Industrial: O que são e como funcionam?** Disponível em:

<<https://www.citisystems.com.br/sistema-dosagem-quimica-industrial-automacao-software/>>. Acesso em: 7 de maio de 2020.

SUREK A. C., MIZOKOSHI L. L., Freitas T. S. Vending Machines, uma análise do mercado brasileiro, 2019. Disponível em:

<https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://revistafae.fae.edu/revistafae/article/download/403/287&ved=2ahUKEwjQpKXV_pLIAhURWqwKHa03BYoQFjADegQIBRAB&usg=AOvVaw20YoW9hW7AFDuPVpAKb7F6>. Acesso em: 9 de outubro de 2019.

THOMAZINI, D. Albuquerque, P. U. B. (2011). **Sensores Fundamentos e Aplicações. 8. ed.** Pedro Urbano Braga: [s.n.].