

**PROPOSTA DE AUTOMAÇÃO DE EQUIPAMENTO PARA PRODUÇÃO DE
MASSAS PARA CONFEITARIA EM UMA COZINHA INDUSTRIAL NA
CIDADE DE CAMPINAS - SP**

***AUTOMATION PROPOSAL OF EQUIPMENT FOR DOUGH PRODUCTION
FOR CONFECTIONERY IN AN INDUSTRIAL KITCHEN IN CAMPINAS -
BRAZIL***

Gabriel Akira Kanda¹

Lucas Antonio Alves De Godoi ²

RESUMO

A automação tem sido cada vez mais importante para o desenvolvimento das empresas. Nos últimos anos, tem se tornado uma ferramenta importante para aquelas que querem diminuir seus custos, coletar as informações e, por fim, melhorar a gestão dos recursos. Este trabalho tem por finalidade demonstrar, na prática, como a automação pode ser capaz de solucionar alguns gargalos presentes na produção; mesmo em se tratando de processos simples e de informações em tempo real para tornar as tomadas de decisão mais fáceis e rápidas. Para tanto, foi proposta a automação de partes do processo de uma máquina utilizada na produção de massas, principalmente nas etapas em que é necessária a atenção do operador no que diz respeito ao tempo de execução. Foi feita a simulação destas melhorias com o emprego de sensores de temperatura, chave fim de curso, sensor de nível de fluídos, válvula solenoide e um sinalizador sonoro. Ao todo, houve uma melhoria de 52% da produção. Portanto, foi concluído que é totalmente possível padronizar processos a partir da automação e simples medição do tempo, já que em posse das informações do tempo gasto em cada etapa, pode-se fazer a gestão para repeti-lo ou corrigi-lo.

Palavras-chave: Automação, Gestão da Produção, Sensor, CLP.

¹ Discente do curso de Engenharia Elétrica no Centro Universitário UNIFAFIBE de Bebedouro, SP. E-mail: gabriel.jrg@gmail.com

² Docente do curso de Engenharia Elétrica no Centro Universitário UNIFAFIBE de Bebedouro, SP. E-mail: profgodoi@gmail.com

ABSTRACT

Automation has been increasingly important for business development. In recent years, it has become an important tool for those who want to lower their costs, gather information and ultimately improve resource management. This work has been used to demonstrate, in practice, how automation may be able to solve some bottlenecks present in production; even when it comes to simple processes and real-time information to make decision captures easier and faster. For this purpose, it was proposed to automate parts of the process of a machine used in pasta production, especially at the stages where the operator's attention is required regarding the execution time. A change to these improvements has been made using temperature sensors, stroke switch, fluid level sensor, solenoid valve and a beep. In all, there was a 52% improvement in production. Therefore, it was concluded that it is totally possible to standardize processes from automation and simple execution of time, which already has information about the time spent in each step, can be done to repeat or correct management.

Keywords: Automation, Production Management, Sensor, PLC.

1 INTRODUÇÃO

Desde a revolução industrial em que se iniciou a organização da produção, o progresso feito em relação a otimização das atividades realizadas para obtenção do produto final tem se tornado de suma importância para o melhor aproveitamento dos recursos dispostos.

Diferentemente do que foi no passado, em que não se media os esforços para a máxima obtenção do lucro. A atual demanda por recursos naturais tem tornado a gestão dos insumos parte do processo para o faturamento das empresas.

Um dos grandes adventos desenvolvidos para a quantificação das variáveis das atividades produtivas foi a automação de processos. Com ela, foi possível definir o tempo que cada etapa da produção deve durar, medir o quanto cada uma delas interfere no tempo total e atuar ativamente para mudar eventos futuros devido à previsibilidade proporcionada.

A automação proporciona ao homem inúmeros benefícios, entre eles podemos destacar o fim da exposição de trabalhadores a atividades em que se colocava a vida em risco, além dos problemas de ergonomia causados pelas atividades repetitivas.

Podemos citar também que a produção em larga escala e a preços acessíveis, só foi possível graças à automação da produção. Destaca-se a questão da popularização da produção das vacinas e de antibióticos que aumentaram e muito a expectativa de vida do homem no último século. (Pode-se dizer o mesmo dos sabonetes e produtos de higiene em geral). É através dela também que se podem processar grandes quantidades de alimentos para torna-los mais duráveis, e disponibilizá-los a um preço acessível.

Este trabalho tem como proposta estudar a automatização de algumas etapas do processo de fabricação de massas utilizadas na composição de produtos de confeitaria e de implementar localmente sensores, atuadores e um controlador lógico programável com a finalidade de quantificar as variáveis de tempo e apresentar os dados de forma a proporcionar a intervenção para otimizar o processo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Produtos de Confeitaria

Em Brasil (1978), os produtos de confeitaria são aqueles feitos a partir do cozimento de massas preparadas com farinhas, amidos entre outras substancias alimentícias, doces ou salgadas, com recheio ou sem recheio. Consta que os produtos são designados pelo nome popular consagrado, ou de acordo com a substância que o caracteriza. No caso da coxinha, ela é descrita como um produto feito de massa cozida, à base de farinha de trigo, leite, ovos, caldo de carne de frango e temperos; a massa é recheada com carne desfiada de frango, banhada em ovos crus e farinha de rosca para então ser frita.

2.2. Automação

A palavra automação tem sua origem no latim (*automatus*) e faz referência a tudo aquilo que se move por si. Em resumo, a automação é aplicação das tecnologias mecânicas, elétricas e eletrônicas e as aplicações da tecnologia da informação com o objetivo de melhorar os processos, aumentar a produção, diminuir gastos e os riscos laborais. (CAMPANA; OPLUSTIL, 2011)

Segundo Silva et al. (2018), o estudo dos conceitos de automação é cada vez mais necessário para as empresas preocupadas em melhorar sua produtividade e tem se tornado cada vez mais tema de discussão para investimentos entre os tomadores de decisão, pois ela proporciona um aumento de produção sem que haja a necessidade de aumentar o custo com mão de obra além de diminuir os riscos ergonômicos.

Para Ros (2017), os investimentos em automação se pagam com a economia na contratação de mão-de-obra, no aumento da produção e em uma maior competitividade do produto final no mercado.

Eisenberg et al. (2003), diz que um dos grandes avanços que a humanidade pode fazer a partir da segunda metade do século XX foi a adoção da informática nos contextos econômicos, com destaque para a indústria e no comércio. Considera que atualmente, já não se é possível a atuação de médias e grandes empresas, sem fazer o uso da automação. Para ele, os processos de operação e manutenção, que antes eram realizados por humanos, agora já são realizados por máquinas automáticas, o que eleva a condição humana a operador e supervisor desses equipamentos.

Já para Oliveira (2017), a automação remonta a época da revolução industrial. Nesta época, utilizava-se as máquinas a vapor e a evolução tecnológica feita na eletrônica apenas tornou-a mais acessível.

Desde o início da industrialização, sempre foi desejo de controlar os processos industriais. A automação ocupou toda a economia global e cada vez mais se faz presente no cotidiano da vida humana, é uma forma de expandir a capacidade do homem. (GUTIERREZ; PAN, 2008)

2.2.1. Controlador Lógico Programável

Segundo a norma 6113-1, os controladores lógicos programáveis (CLP) são equipamentos dotados de *hardware e software* destinados aos processos e ambientes industriais. São dotadas de uma interface de sensores e atuadores, que permite a entrada de sinais que serão processados, além de possibilitar a tomada de ações por meio da saída de comandos para atuadores; possuem a função de comunicação com outras unidades CLP e outros dispositivos; podem carregar a função interface homem máquina, para que possam ser feitos ajustes e intervenções por parte do operador; podem ser programados, testados e ter suas configurações salvas e documentadas (COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE, 2003).

A norma 1131-3, diz que existem cinco formas de programação para CPL. São elas: *Instruction list, Structured text, Funcion block diagram, Ladder diagram e Sequential funcion chart*. (JOHN; TIEGELKAMP, 2001)

2.2.2. Sistema de Supervisório

Nos processos de manufatura automatizados, temos os sistemas de supervisão conhecidos como SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*). Ele coleta e processa dados dos mais variados dispositivos empregados durante o processo e disponibiliza em um interface homem-máquina (IHM), possibilita assim de forma rápida, ações corretivas quase que imediatamente. (ANTUNES; POSHDAR, 2018)

2.3. Controle de Processos

Para Gutierrez e Pan (2008), podem-se classificar os sistemas de controle de processos em três tipos:

- a) *Discretos*: aqueles em que os produtos podem ser contados e medidos em unidades inteiras.
- b) *Bateladas*: referente aos processos que tem um período de tempo de execução determinado e faz-se o dimensionamento de quantidades de matéria prima.

- c) *Contínuos*: tipo de sistema de controle em que as variáveis são monitoradas de forma ininterrupta.

Segundo Fogliatto e Ribeiro (2009 apud FERREIRA, 2017), com a globalização da economia e o fácil acesso à tecnologia, tem se tornado cada vez mais importante melhorar a eficiência de seus sistemas produtivos, diminuindo custos, fazendo melhor uso de seus recursos e conseqüentemente aumentando sua eficiência.

Para tanto, tem-se feito a implementação da metodologia OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) para verificação e mensuração do desempenho global de equipamentos, bem como das perdas que afetam o mesmo. (FERREIRA, 2017).

Há um grande número de empresas que utilizam a OEE como indicador de produtividade e apesar de existirem diversas metodologias de cálculos, todas levam a valores muito parecidos. (MARTINS; LAUGENI, 2015)

2.3.1. Sistemas Integrados de Gestão

Segundo Martins e Laugeni (2005), estamos passando pela era da informação, o que faz com que as empresas utilizem cada vez mais o recurso da tecnologia da informação em seu modelo de gestão, empregando de forma mais intensa computadores para o processamento de dados, redes de comunicação e automação de processos produtivos, com o objetivo de se obterem informações das operações o mais rápido possível.

Para Keller (1995 apud MARTINS e LAUGENI, 2005), ERP (*Enterprise Resource Planning*) é um modelo de gestão que utiliza os sistemas de informação para integrar os processos de negócio de uma empresa, automatizá-los e disponibilizar a informação para auxiliar na tomada de decisões.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este projeto consiste em propor as devidas modificações em uma máquina de produção de massas da marca Bralyx, modelo HOTMIXER 35.

Figura 1. Bralyx Modelo HOTMIXER 35

Fonte: Própria Autoria

Esta máquina executa um processo dividido em várias etapas que necessita de várias intervenções manuais, muitas vezes que não podem ser acompanhadas em tempo integral pelo operador, uma vez que ele utiliza o tempo entre as intervenções para realizar outras atividades.

3.1. Materiais

Para este trabalho, utilizam-se os seguintes itens da tabela abaixo:

Tabela 1. Materiais Empregados.

| Tipo | Quantidade | Modelo |
|---------------------------|------------|---|
| Sensor de Nível Tipo Bóia | 2 | Sensor de Nível LA36M-40 |
| Sensor de Temperatura | 2 | Sensor de Temperatura Infravermelho IR MIX90615 Slim |
| Botoeira | 2 | Chave seletora |
| Sensor de Posicionamento | 1 | Chave Fim de Curso |
| Botão | 2 | Botão de Comando |
| Válvula para Água | 1 | Válvula Solenóide 24 V |
| Alarme Sonoro | 1 | Alarme 220 V |
| CLP | 1 | S7 – 1200 |

| | | |
|---------------------------|---|-------------------------------------|
| Microcontrolador | 2 | Arduino Uno R3 |
| Módulo de Entrada e Saída | 1 | Universal Remote Profibus XM-210 DP |
| Software de Programação | 1 | TIA Portal V14 |
| Software de Supervisório | 1 | Indusoft V8 |

Fonte: Própria Autoria.

Figura 2. Exemplos de componentes empregados



Fonte: Própria Autoria

3.1.1. Microcontrolador

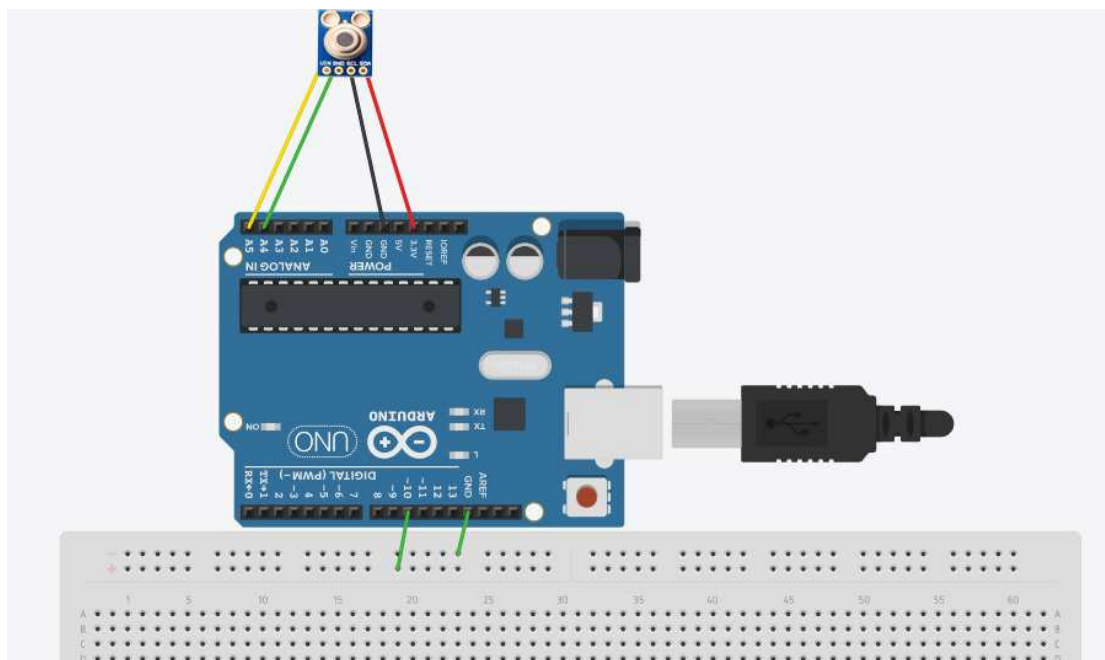
Segundo Arduino (2019), a plataforma Arduino é o principal sistema de *hardware* e *software* de código aberto do mundo. Oferece uma grande variedade de ferramentas e documentações de consulta.

Esta plataforma foi utilizada neste projeto com a finalidade de servir como uma interface entre o sensor de temperatura infravermelho e o CLP fazendo a leitura da temperatura e transformando-a em uma referência de tensão que varia de 0 a 5 volts. O modelo escolhido foi o UNO R3.

Para Melexis (2013), o MLX90615 é termômetro infravermelho que faz mensurações sem contato com uma resolução de até 0,02 C°. Tem capacidade de

medir temperaturas na faixa que vai de -40 C° à 115 C° . Este sensor não é robusto o suficiente para uma aplicação definitiva, porém se equipara a forma mais correta de se fazer a medições sem contato físico, por se tratar da produção de alimentos.

Figura 3. Montagem do sensor de temperatura com o Arduino



Fonte: Própria Autoria

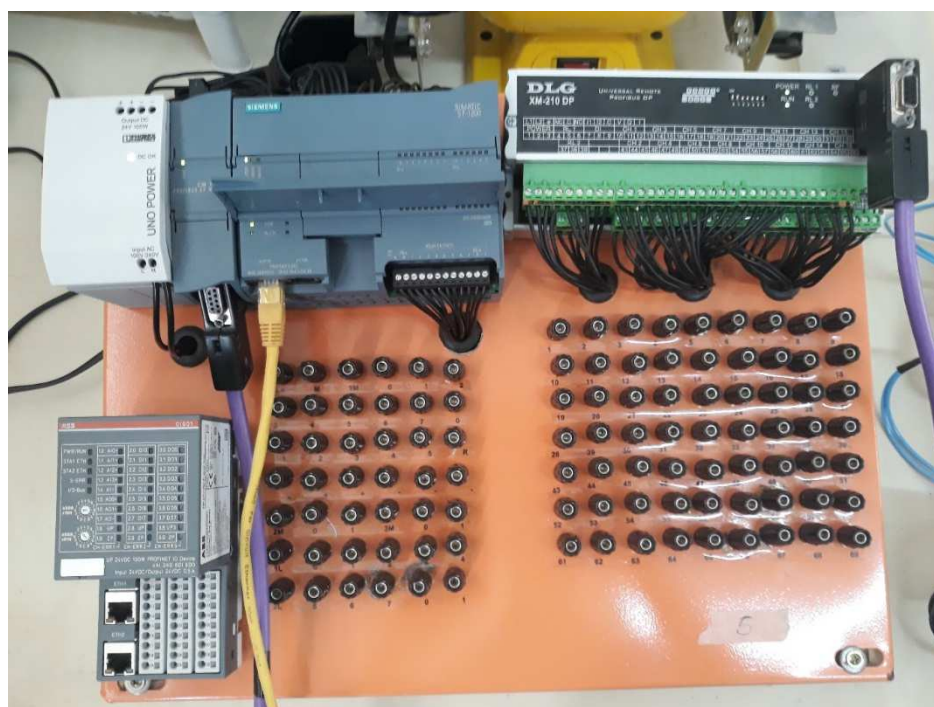
3.1.2. CLP, Módulos de Entradas e Saídas

Neste trabalho foi usado o CLP S7 – 1200 da *Siemens CPU 1215C*. Ele possui 125 Kbytes de memória de trabalho, 14 entradas e 10 saídas digitais, 2 entradas e duas saídas analógicas e duas portas de comunicação Ethernet PROFINET.

O módulo de entradas e saídas é o modelo XM210DP da DLG Automação. Possui 16 canais configuráveis para receber níveis lógicos entre 0 e 10 volts; correntes de 4 a 24 mA; dois relés e uma entrada digital. Tem a possibilidade de trabalhar com leitura de frequência de sinais, níveis de tensão e sensores de temperatura.

Para realizar a comunicação entre o CLP e o módulo de entradas e saídas foi empregado o protocolo de comunicação PROFIBUS-DP juntamente com o módulo mestre de comunicação CM 1243-5 da *Siemens*, o padrão de conexão utilizado foi o D-Sub de 9 pinos (RS 485).

Figura 4. CLP Siemens S7 – 1200 e Universal Remote Profibus XM-210 DP



Fonte: Própria Autoria

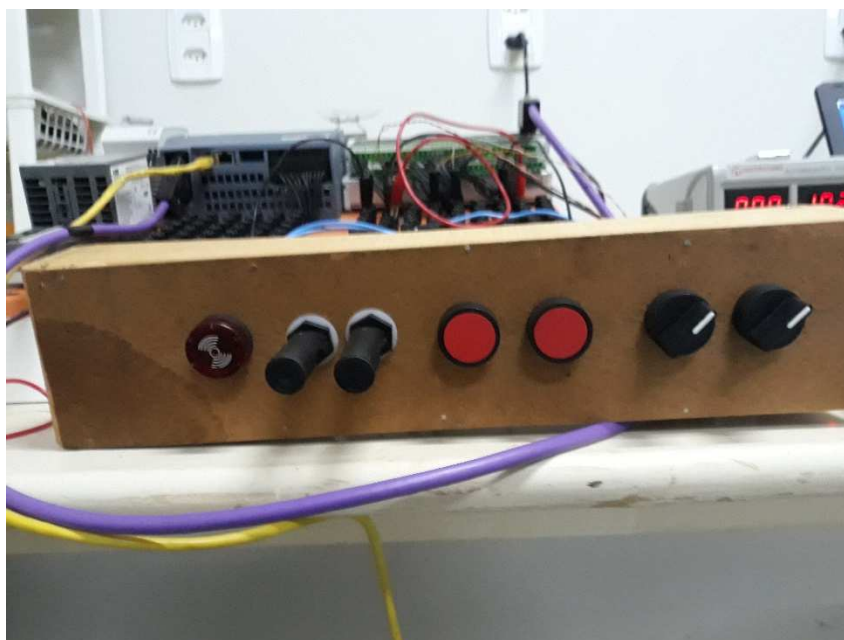
3.2. Montagem do Simulador

Em um primeiro momento, toda a lógica da programação foi testada no simulador da *Siemens*, chamado *PLCSIM*. Após esta etapa, o código *ladder* foi finalmente carregado no PLC S7 – 1200.

Todos os botões, botoeiras, chaves de nível e o alarme, foram fixados em um pequeno painel de madeira, as conexões foram padronizadas para o pino de encaixe rápido de 4mm.

A chave de fim de curso e, e a válvula solenoide foram mantidos separados. Já os dois sensores de temperatura, foram montados em uma *protoboard*.

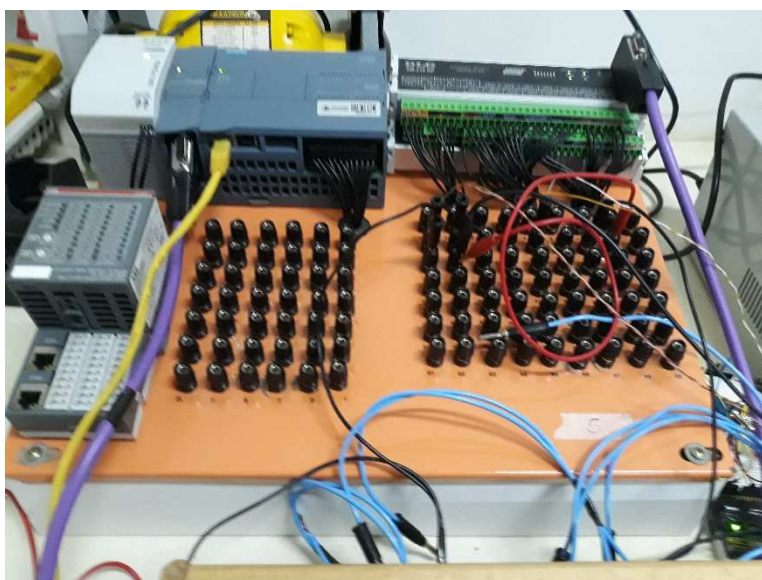
Figura 5. Vista frontal do painel



Fonte: Própria Autoria

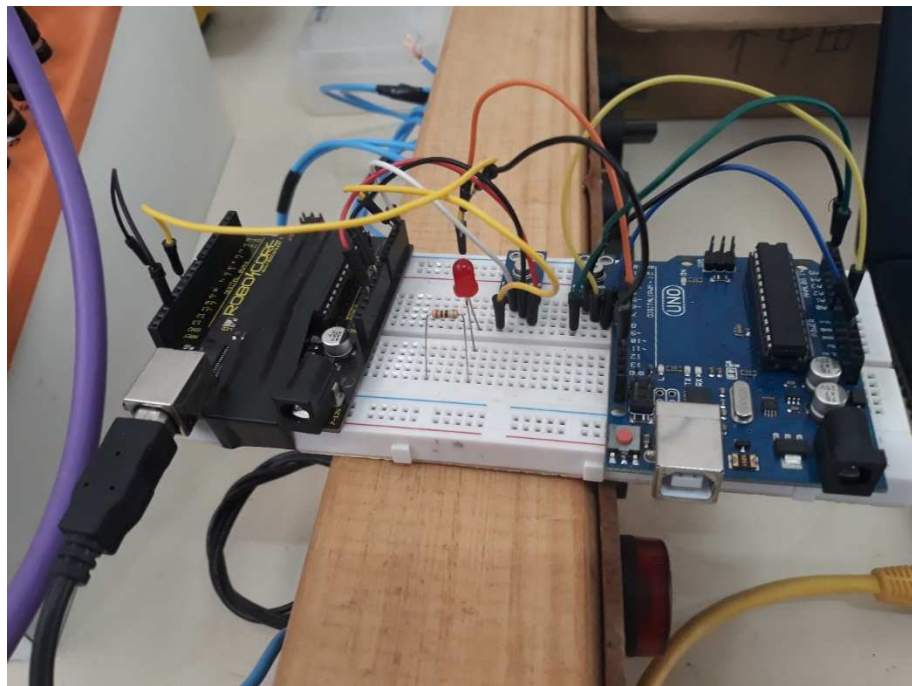
O CPL e o módulo de entradas e saídas foram fixados em um único conjunto com todos os terminais padronizados em bornes de 4mm.

Figura 6. CLP e módulo de entrada e saída



Fonte: Própria Autoria

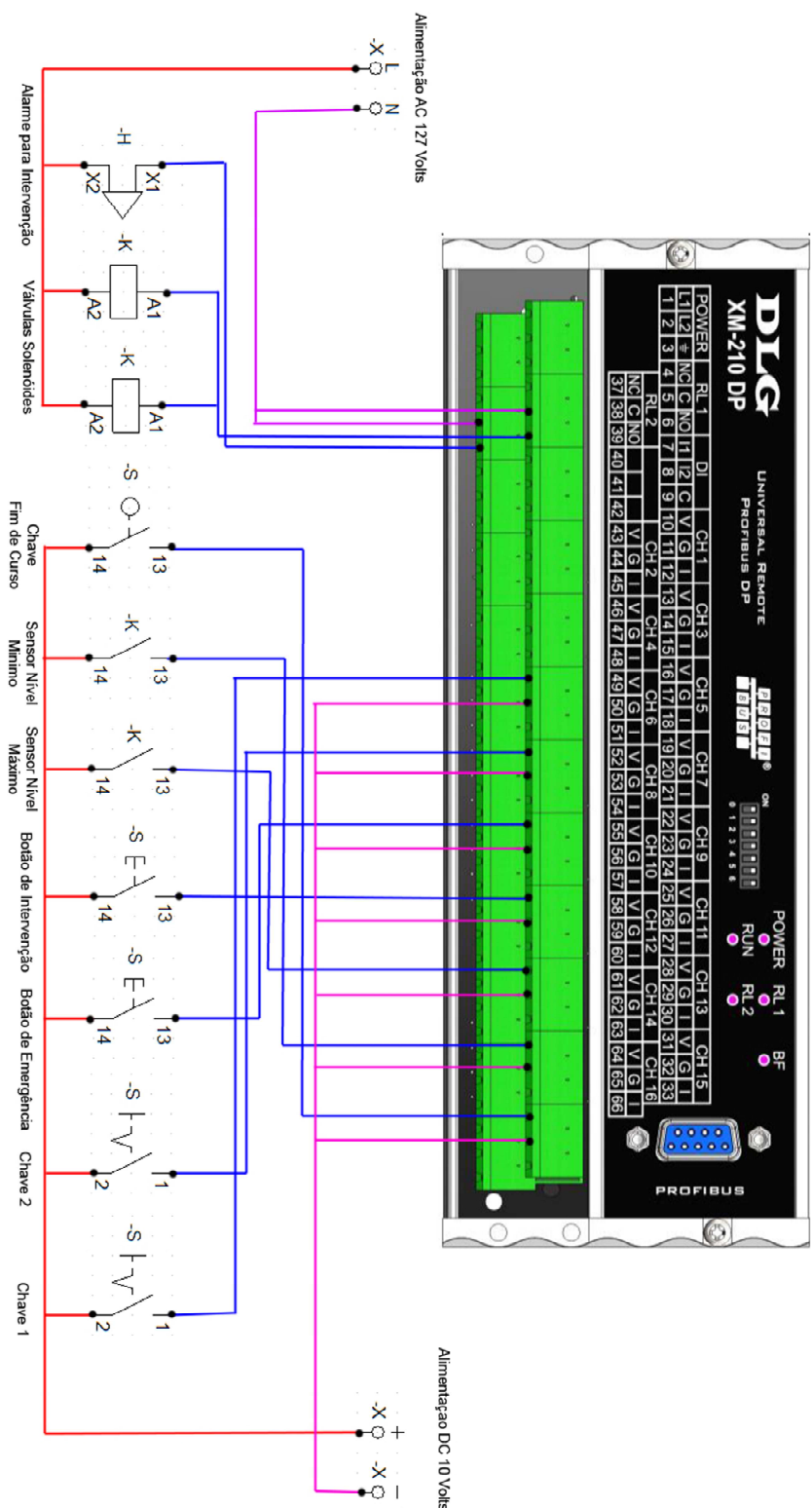
Figura 7. Montagem dos sensores de temperatura



Fonte: Própria Autoria

Na figura 8, podemos ver o diagrama de circuito, os canais 1 e 3 foram reservados para receber o sinal PWM que provem do microcontrolador Arduino.

Figura 8. Diagrama de circuito



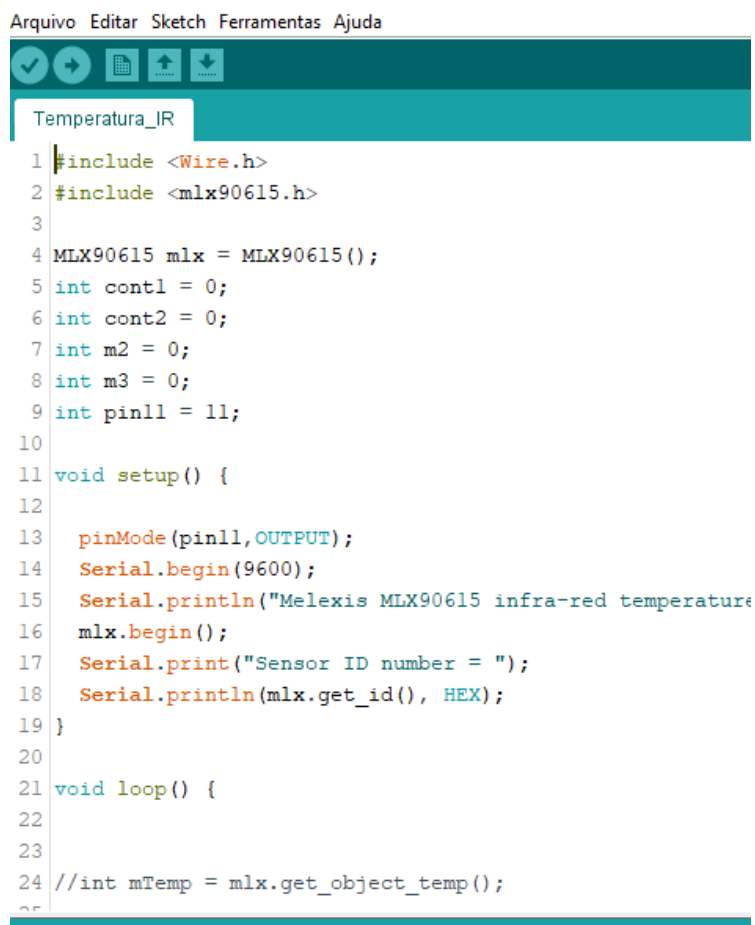
Fonte: Própria Autoria

3.3. Softwares Utilizados

Para realizar a programação da lógica do sensor de temperatura com Arduino, foi utilizado o *software* Arduino IDE. O desenvolvimento da tela de supervisor e a programação do CLP, foram usados os *softwares* Indusoft e TIA Portal, respectivamente.

O Arduino IDE utiliza a linguagem de programação chamada de texto estruturado (*structured text*, em inglês), já o TIA Portal utiliza a linguagem *Ladder*.

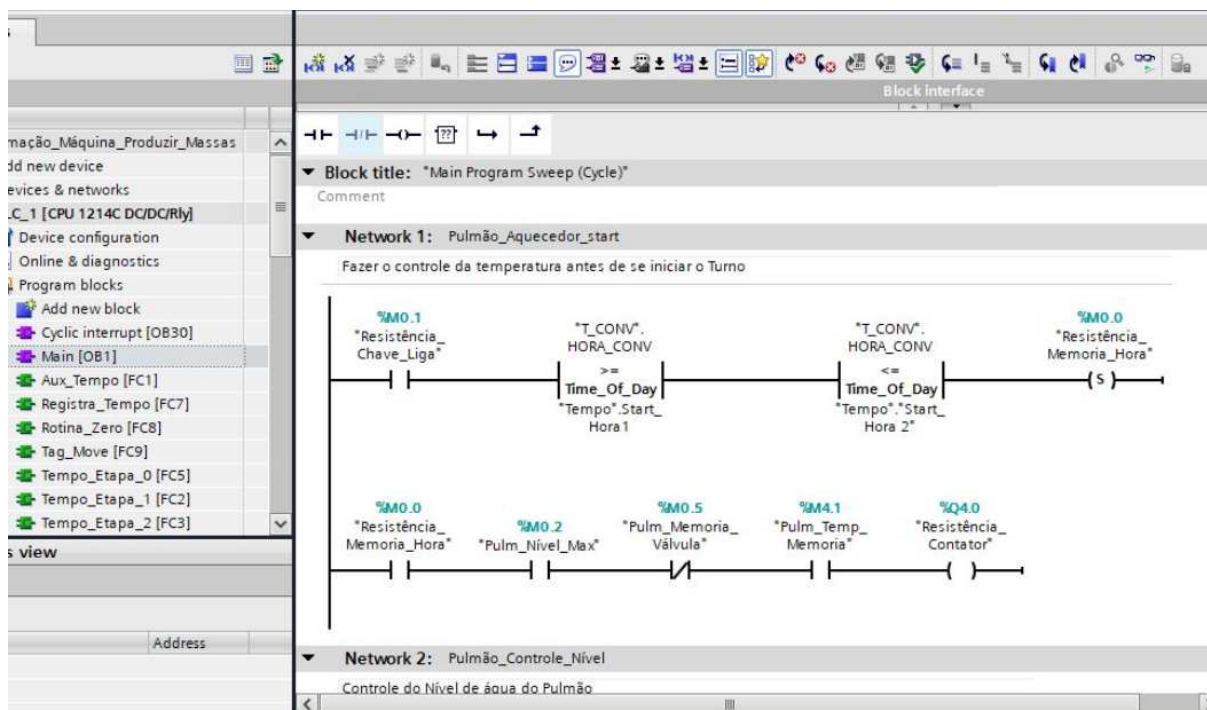
Figura 9. Arduino IDE e a linguagem texto estruturado.



```
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda
Temperatura_IR
1 #include <Wire.h>
2 #include <mlx90615.h>
3
4 MLX90615 mlx = MLX90615();
5 int cont1 = 0;
6 int cont2 = 0;
7 int m2 = 0;
8 int m3 = 0;
9 int pin11 = 11;
10
11 void setup() {
12
13   pinMode(pin11, OUTPUT);
14   Serial.begin(9600);
15   Serial.println("Melexis MLX90615 infra-red temperature");
16   mlx.begin();
17   Serial.print("Sensor ID number = ");
18   Serial.println(mlx.get_id(), HEX);
19 }
20
21 void loop() {
22
23
24 //int mTemp = mlx.get_object_temp();
25
```

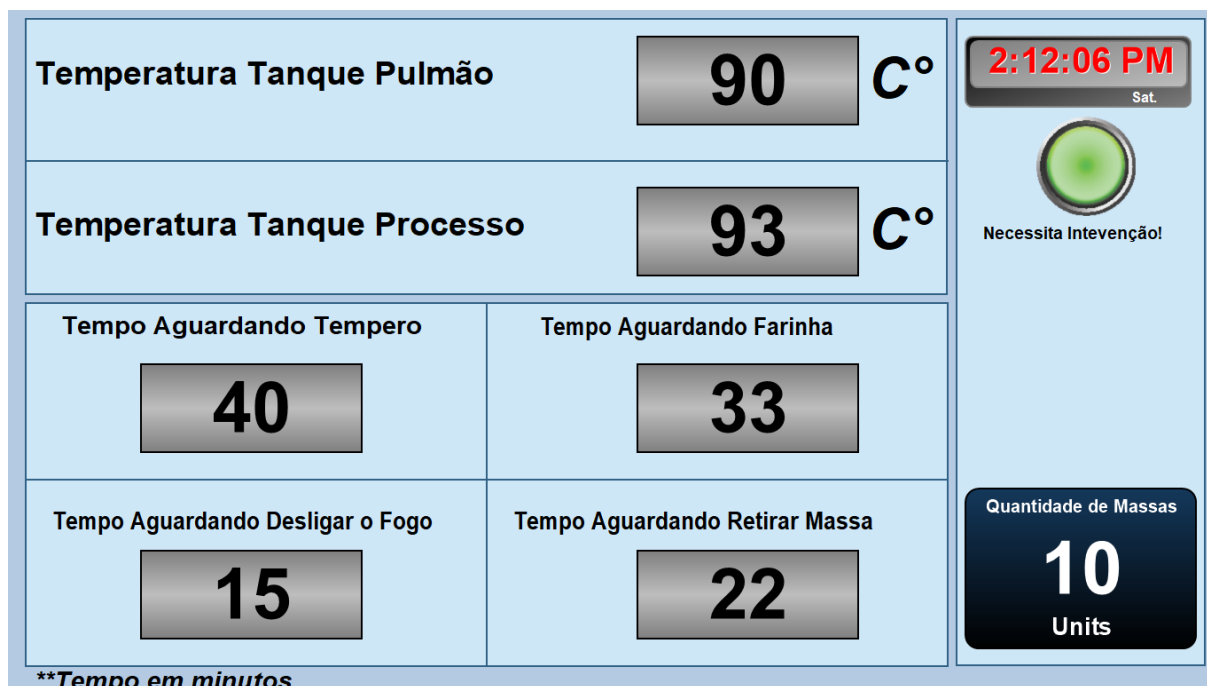
Fonte: Própria Autoria

Figura 10. Tia portal e a linguagem ladder.



Fonte: Própria Autoria

Figura 11. Supervisório desenvolvido com Indusoft.



. Fonte: Própria Autoria

3.4. Fluxograma de Funcionamento

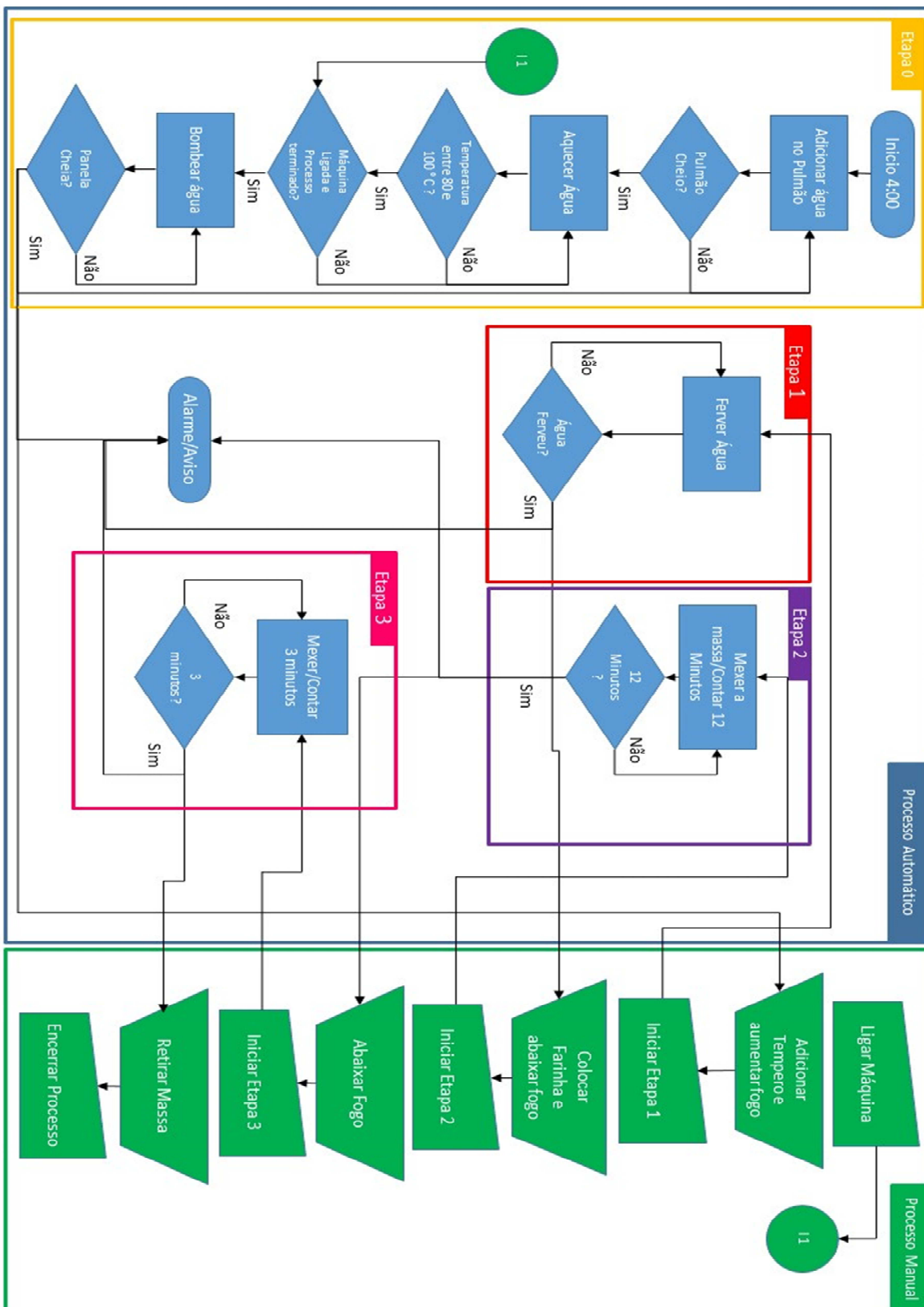
Para descrever o funcionamento do equipamento, após as melhorias propostas, foi desenvolvido um fluxograma (figura 11).

Ele foi dividido em duas grandes partes. Os processos que necessitaram de intervenção humana, foram alocados em um grande quadro verde; os processos automáticos foram alocados em um grande quadro azul e dentro dele, foram subdivididas suas etapas de funcionamento.

Abaixo, pode-se observar um breve descritivo:

- a) *Etapa 0:* o processo se inicia automaticamente as 4 horas da manhã com a abertura da válvula de água e o pré-aquecimento com o uso de uma resistência elétrica. A transferência da água do pulmão só será feita para o tanque de processo, quando a máquina de processamento de massas de confeitaria for iniciada.
- b) *Etapa 1:* Após a transferência da água para o tanque, soa-se um alarme para que o operador ascenda o fogo e adicione tempero. Um sensor faz o monitoramento da temperatura até que ela ferva.
- c) *Etapa 2:* Assim que ferver a água, soa-se novamente o alarme para que operador adicione farinha e abaixe o fogo. Nesta etapa, inicia-se também a mistura dos ingredientes que é feita durante 12 minutos com o fogo baixo.
- d) *Etapa 3:* Após a contagem de 12 minutos, soa-se o alarme para que o operador desligue o fogo e então o misturador continua funcionando por mais 3 minutos. Ao final deste tempo, soa-se novamente o alarme para sinalizar o fim do processo.

Figura 11. Fluxograma de funcionamento



Fonte: Própria Autoria

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado deste trabalho foi a construção de um simulador para testar a possibilidade de integração de novos conceitos de automação em um produto que não dispunha de tecnologias avançadas para automação. Cada etapa do processo foi feita mediante consulta das necessidades do usuário final, pensando primeiramente na segurança do operador.

Foi constatado que é totalmente possível padronizar processos a partir da simples medição do tempo, já que em posse das informações do tempo gasto em cada etapa, pode-se fazer a gestão para repeti-lo ou corrigi-lo.

Sem as melhorias, levou um tempo estimado de 1 hora para se aquecer a primeira água e 20 minutos para se produzir cada batelada. Em um turno 8 horas, teríamos um total máximo de 21 bateladas, teoricamente possíveis.

Já com as melhorias, se levarmos em consideração que o aquecimento se iniciaria automaticamente antes do expediente, ou seja, não há mais necessidade de espera pelo pré-aquecimento da água e com o controle de tempo proposto de somente 15 minutos (desprezando-se o tempo de transferência de água entre os recipientes, nos dois casos) temos um total de 32 bateladas, teoricamente possíveis. Ao todo, seria uma melhoria de 52% da produção.

5 CONCLUSÃO

Pode-se concluir que a automação de partes do processo e apenas o controle do tempo de algumas outras etapas, traria resultados de melhora significativa da produção, porém, alguns componentes utilizados para este trabalho, por se tratarem de elementos de grande robustez, possuem alto valor de investimento.

Por tanto para se fazer uma implementação efetiva dos métodos propostos seria necessário realizar um estudo de viabilidade econômica visando o custo benefício dos investimentos nas tecnologias propostas.

REFERÊNCIAS

ARDUINO. **About Us**: 2019. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/Main/AboutUs>>. Acesso em: 30 out. 2019.

ANTUNES, Ricardo; POSHDAR, Mani. **Envision of an Integrated Information System for Project-Driven Production in Construction**. González, V.A. (ed.), Chennai, India, 2018. 26th Annual Conference of the International. Group for Lean Construction (IGLC).

BRASIL. **Resolução - CNNPA nº 12**, de 1978. [S. l.], 4 jul. 1978.

CAMPANA, Gustavo Aguiar; OPLUSTIL, Carmen Paz. Conceitos de automação na medicina laboratorial: revisão de literatura. J Bras Patol Med Lab, [S. l.], p. 119-127, 20 abr. 2011.

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE. **IEC 61131-1 Controladores Programáveis Segunda Edição 2003-05**. Suíça, p. 5. 2003.

EISENBERG, Florise Cristine et al. **Automação Supervisão e Controle de Processos. 2003**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado) - Universidade Tuiuti do Paraná, Curitiba, 2003.

FERREIRA, SIMONE GONÇALVES. **Implantação de um Processo de Melhoria de Produtividade por Meio da Metodologia OEE**. 2017. TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (Especialização) - UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, Ponta Grossa - PR, 2017.

GUTIERREZ, Regina Maria Vinhais; PAN, Simon Shi Koo. **Complexo Eletrônico: Automação do Controle Industrial**. In: BNDES SETORIAL, 2008, Rio de Janeiro. Automação Industrial [...]. Rio de Janeiro: [s. n.], 2008. E-book.

JOHN, Karl-Heinz; TIEGELKAMP, Michael. **IEC 1131-3: Programming Industrial Automation Systems**. Alemanha: Springer-Verlag, 2001.

MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando P. **Administração da Produção**. São Paulo: Saraiva, 2005.

MELEXIS. **MLX90615**: Infra Red Thermometer. 2013. Disponível em: <www.melexis.com>. Acesso em: 23 jun. 2019.

OLIVEIRA, Ricardo Rodrigues. **Uso do Microcontrolador ESP8266 para Automação Residencial**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

ROS, Arthur Silva. Escola de Engenharia de São Carlos. **Projeto de Automação Industrial em Linha de Produção de Alimentos**, São Carlos – SP, 2017.

SILVA, André Luiz Emmel et al. Revista GEINTEC. **Proposta de Automação Industrial em uma Empresa Fabricante de Borrachas Escolares**, Aracaju - SE, 2018. Disponível em: <http://www.revistageintec.net/index.php/revista>. Acesso em: 29 mar. 2019.

Recebido em 3/12/2019

Aprovado em 16/12/2019