



# SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS E CONTROLE PID DISCRETO: INTEGRAÇÃO ENTRE LABVIEW E ARDUINO VIA LINX

RAMON OLIVEIRA BORGES DOS SANTOS | [ramonobs98@gmail.com](mailto:ramonobs98@gmail.com)

RENANN PEREIRA GAMA | [renann.gama@hotmail.com](mailto:renann.gama@hotmail.com)

CÉSAR AUGUSTO BOTURA | [cabotura@gmail.com](mailto:cabotura@gmail.com)

## RESUMO

No contexto da Indústria 4.0, a automação e a padronização de processos produtivos exigem o desenvolvimento de sistemas eficientes e de baixo custo para a medição e o controle de variáveis físicas. Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema robusto de aquisição de dados e monitoramento de temperatura e luminosidade em tempo real, integrado a uma malha fechada de controle proporcional integral derivativo (PID) discreto. A metodologia consistiu na integração de hardware e software por meio da plataforma Arduino (utilizando a placa BlackBoard UNO R3) e do ambiente de programação gráfica LabVIEW, viabilizada pela biblioteca de código aberto LINX (MakerHub). O sistema utilizou sensores de temperatura LM35 para o monitoramento do ambiente controlado e externo, além de um fotoresistor (LDR) para mensurar a luminosidade emitida por uma lâmpada incandescente de 100 W, que atuou como elemento de carga resistiva. Os ensaios de laboratório resultaram na coleta de aproximadamente 20.000 pontos de dados armazenados com precisão. O sistema demonstrou estabilidade, erro ínfimo em relação ao *set point* estabelecido e alta confiabilidade processual, consolidando-se como uma alternativa viável e de código aberto (*open-source*) para aplicações em cenários de pesquisa acadêmica e ambientes industriais.

**Palavras-chave:** Aquisição de Dados. LabVIEW. Arduino. Controle PID.

## ABSTRACT

In the context of Industry 4.0, the automation and standardization of production processes require the development of efficient and low-cost systems to measure and control physical variables. This paper presents the development of a robust real-time data acquisition and monitoring system for temperature and luminosity, integrated into a discrete proportional-integral-derivative (PID) closed-loop control system. The methodology consisted of hardware and software integration using the Arduino platform (specifically the BlackBoard UNO R3 board) and the LabVIEW graphical programming environment, enabled by the open-source LINX library (MakerHub). The system utilized LM35 temperature sensors to monitor both the controlled and external environments, along with a photoresistor (LDR) to measure the luminosity emitted by a 100 W incandescent lamp, which acted as a resistive load element. Laboratory testing resulted in the collection of approximately 20,000 precisely stored data points. The system demonstrated stability, a negligible error margin relative to the established set point, and high process reliability, establishing itself as a viable, open-source alternative for academic research and industrial applications.

**Keywords:** Data Acquisition. LabVIEW. Arduino. PID Control.

## 1. INTRODUÇÃO

As revoluções industriais, como são chamadas, não acontecem frequentemente. Desde o início da humanidade, havia quatro revoluções industriais, sendo a mais recente a quarta identificada como tal. Os outros três foram identificados apenas quando eles já haviam ocorrido, enquanto o quarto está cheio desenvolvimento. É fundamental para todos que trabalham tanto em como em qualquer ramo de atividade, conhecendo esse processo e para se preparar para o futuro que já começou. (CUNHA, et al. 2020)

A sociedade vive um período de conhecimento e progresso tecnológico de uma maneira assustadora, e isso momento pode ser explicado pelo aumento da institucionalidade capacidades na educação através das universidades e internet, oferecida à sociedade de uma maneira nunca antes vista pela população brasileira. (CARNEIRO, et al. 2019)

Essa inovação no ambiente industrial pode impactar diversos aspectos, incentivando o ambiente de relacionamento entre funcionários e empresas, pois é sempre usado e usado facilmente quando necessário, ou o tempo é um fator relevante na processo industrial e indústria 4.0. Desde esse parâmetro, um ótimo exemplo é o uso de RFID em peças, ferramentas e máquinas usadas de uma maneira mais fácil de localizar ou produto ou lote permitido, em alguns casos em lotes grandes rastreados via GPS. (CUNHA, et al. 2020)

Em meio ao surgimento de tantas tecnologias e a um crescimento desenfreado das necessidades industriais e comerciais, soluções são constantemente desenvolvidas e aplicadas nos mais diversos ramos de negócios a fim de proporcionar um aumento nos índices de venda e produção. (RANDI & BALDO, 2019)

Com isso mostra-se necessário aplicação e utilização de automatização e sistemas de aquisição de dados, visando aplicar e melhorias no processo fabril. Um software amplamente utilizado para controle e aquisição de dados na engenharia é o software LabView. Na engenharia é necessário que cada vez mais os processos sejam controlados e padronizados, assim é possível atingir metas de requisitos mundiais, com isso a empresa adquiri confiabilidade e excelência em seus processos industriais.

O aumento dos requisitos mundiais para produtos aprimorados, associado à crescente concorrência entre empresas no mercado global faz os mesmos processos de busca que garantem custos mais baixos aliados para alta produtividade e produtos de alta qualidade para setores industriais. (BOAVENTURA *et al.*, 2021) (GAMA & RIBEIRO, 2015)

A empresa ao atingir determinados padrões mundiais de qualidade, poderá exportar seus produtos para outros países e garantindo um lucro maior, aumentando seu capital e ganhando mais influência no mercado onde atua. Porém é necessário investimento em tecnologia principalmente de aquisição de dados e automação, e que os responsáveis pelo processo industrial devem compreender a fundo o processo de fabricação a qual estão inseridos.

Quando as empresas buscam observar seu sistema produtivo, a fim de enxergar possibilidades, percebem o potencial de oportunidades lucrativas existentes mediante a inserção de inovações tecnológicas. (CAMPOS; WETLER; FERNANDES, 2019)

Reiterando com o trabalho de Campos, Wetler e Fernandes (2019), pode-se ressaltar a importância da empresa e seus colaboradores conhecerem seus processos produtivos, e juntamente com a empresa, apresentando o interesse de mudança em seu layout, aderindo mais tecnologia ao seu sistema produtivo como um todo, isso vai ocorrer uma melhora significativa nos lucros obtidos pela empresa. Uma das maneiras mais simples de inserir essas inovações tecnológicas, são em investimento em automação industrial, sistemas de controles e principalmente um sistema robusto de aquisição de dados, pois assim o gestor responsável poderá mensurar o que a sua linha de produção apresenta como resultados, assim garantindo apontamentos precisos e atuais para tomadas de decisões futuras.

O aumento das exigências mundiais por melhores produtos e a crescente competição entre empresas no mercado globalizado aumenta a busca por processos que garantam menores custos aliados a grande produtividade e produto de alta qualidade. (SANTOS *et al.*, 2021) (GIROTO *et al.*, 2020) (GAMA, 2018)

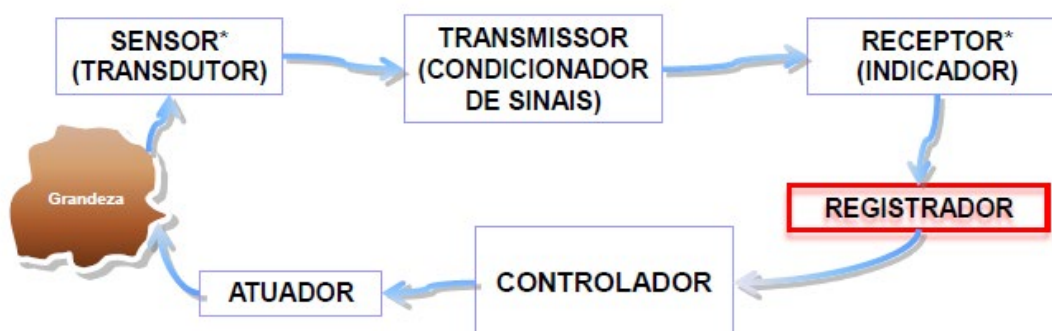
Melhorias constantes nesse campo de pesquisa para engenharia é extremamente relevante, garantindo assim a consolidação do conhecimento científico na comunidade de engenharia industrial, e consolidando o desenvolvimento industrial especialmente das indústrias brasileiras que estão em

constantes atualizações para se adequar à nova era industrial a indústria 4.0.

Um sistema de aquisição de dados é um setor imprescindível em qualquer empresa, esse sistema tem a responsabilidade de monitoramento dos dados gerados no processo. Essas variáveis de controle podem ser diversificadas sendo elas por exemplo: temperatura, pressão, velocidade, força, posição, corrente e tensão elétrica.

Monitorar esses dados é de extrema relevância para o processo industrial, garantindo a qualidade do produto final. A aquisição de dados é uma grande aliada conjunta do sistema de controle. Segundo Santos *et al.* (2021), o sistema de controle tem por capacidade atuar no sistema industrial de maneira a garantir a variável de processo próxima ao set point, onde o sistema de controle recebe esses dados através do sistema de aquisição de dados. Na figura 1 pode ser observado um exemplo de sistema de controle e aquisição de dados em malha fechada.

**Figura 1 | Sensor de Temperatura LM35**



Fonte: Autores, 2019.

Na figura 1 o quesito e receptor registrador é apresentado como o sistema de aquisição de dados, pois ele indica os valores em uma tela de computador e faz o registro dos arquivos, antes de enviar os dados de monitoramento da variável de processo.

O LabView consiste em dois componentes principais: o painel frontal e o diagrama de blocos; além disso, também contém uma biblioteca abrangente para coleta, análise, apresentação e armazenamento de dados.

O software LabView é uma linguagem de programação por blocos, por ser uma linguagem acessível o é amplamente utilizado na indústria, e ganhou cada vez mais espaço quando a comunidade que trabalha com aquisição de dados observou sua robustez e eficiência em ambiente fabril e com processamento de informações dos dados de monitoramento de uma planta industrial. (MAGEED; EL-RIFAIE, 2013)

O LabView é usado como a linguagem de desenvolvimento. É um sistema de desenvolvimento rápido e fornece ferramentas de documentação úteis que podem ser usadas no desenvolvimento do documento de design. O documento de estrutura do programa na base da hierarquia do LabView Virtual Instruments (VI), design do módulo (VI), convenções de codificação do LabView e ferramentas. Lab-View. (NATIONAL INSTRUMENTS, 2003)

Possui alto desempenho, baixo custo de desenvolvimento, mais confiabilidade e flexibilidade. O LabView é um software de uso geral para instrumentação virtual. No LabView, a manutenção e reconfiguração dos instrumentos criados são significativamente fáceis e custos baixos. (NANDAGOPAL; MAHESWARI; KANNAN, 2016)

Este trabalho teve como proposta primordial, a ideia inicial conceitual foi desenvolver um sistema de aquisição de dados de temperatura em graus Celsius, também foi possível incluir um fotoresistor para que fosse possível medir a luminosidade da do atuador sendo controlado pelo sistema de controle. As leituras dessas grandezas foram possíveis pois realizou –se a integração entre arduino e software LabView utilizado para realizar o monitoramento dessa grandeza a ser adquirida pelo hardware.

Foi desenvolvido um sistema de aquisição de dados de temperatura para fazendo a unção entre software e hardware, utilizou-se o arduino uno para que através da programação desenvolvida no IDE arduino, fosse possível adquirir os dados de temperatura e realizar o sistema de controle pid discreto utilizando arduino, sendo possível realizar um controle da temperatura mais exata e não excedendo o valor de medição especificado pelo sensor de temperatura Lm35.

A importância de trabalhos dessa natureza demonstra os resultados do conhecimento interdisciplinar em soluções de engenharia sob demanda atual na apresentação de alternativas viáveis que podem ser melhoradas pesquisas futuras e na criação de produtos. (CARMO; CABETTE; GOMES, 2020)

## 2. OBJETIVOS

- Realizar um sistema de aquisição de dados, para grandeza de temperatura em graus Celsius.
- Utilizar LabView e arduino para determinado projeto.

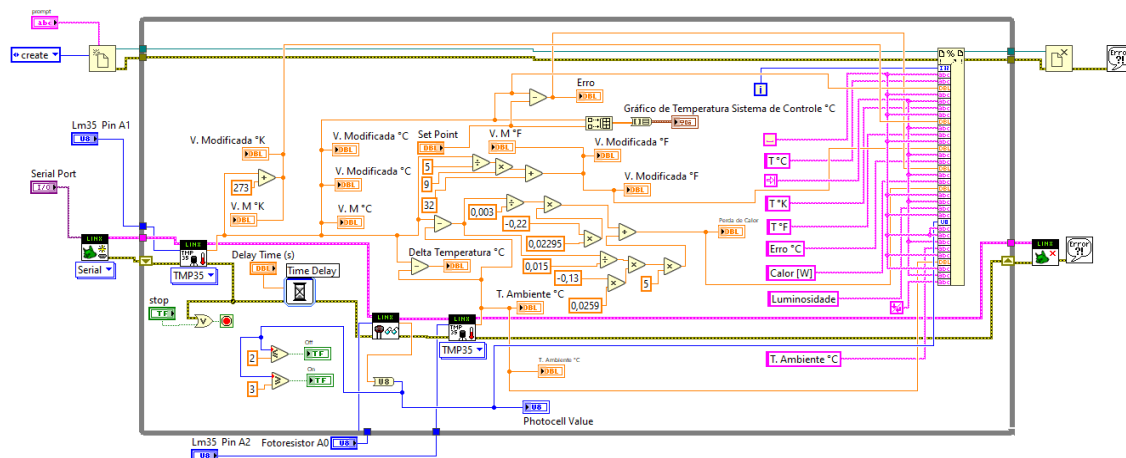
## 3. METODOLOGIA

A metodologia utilizada foi a inserção da biblioteca Linx para Labview, essa biblioteca consegue realizar conexão entre arduino e Labview de maneira mais simplificada. Foram utilizados três sensores Im35, o primeiro foi integrado ao um outro arduino uno semelhante ao da figura 4, sua função era fornecer dados para o sistema de controle, assim o sistema de controle vai manter a temperatura estável. O segundo sensor Im35 foi utilizado no interior da caixa de madeira para realizar a medição dos dados e enviar os dados correspondentes ao arduino integrado ao software Labview. O terceiro sensor Im35, foi utilizado para medir a temperatura fora do ambiente controlado, assim fornecendo dados de temperatura ao sistema de aquisição de dados realizar os cálculos necessários para saber o quanto o ambiente controlado está perdendo de calor para o ambiente, vale salientar que o segundo e terceiro sensor estavam conectados ao mesmo arduino uno.

Também foi incluso um fotoresistor para que fosse medido a luminosidade emitida pelo atuador do sistema de controle, o atuador utilizado foi uma lâmpada incandescente de 100 W de potência. O atuador se mostrou muito eficiente como no trabalho publicado por (BIMESTRE; JAEGER; SANTOS; DAVILA, 2020)

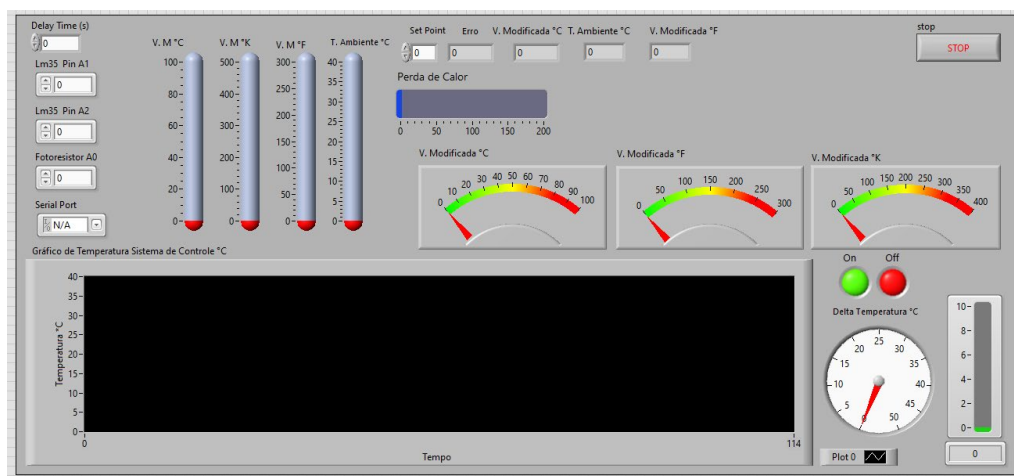
### 3.1 ESQUEMA DA PROGRAMAÇÃO NO LABVIEW

Figura 2 | Programação Desenvolvida no LabView



Fonte: Autores, 2019.

**Figura 3 | Front Painel Lab View**



Fonte: Autores, 2019

### 3.2 MAKERHUB LINX BIBLIOTECA LABVIEW

O LINX é um projeto de código aberto desenvolvido pela Digilent e foi projetado para facilitar o desenvolvimento de aplicativos incorporados usando o LabVIEW. O LINX inclui bibliotecas para mais de 30 dos sensores embarcados mais comuns encontrados em diversos projetos, além de APIs independentes de hardware para acessar periféricos do arduino como portas digitais e analógica, sinais PWM, I2C, SPI e UART.

A comunicação entre Arduino e computador pode ser realizada por USB / Serial, Ethernet ou Wi-Fi ou implantando VIs para rodar no BeagleBone Black ou Raspberry Pi 2/3, o LINX e o LabVIEW facilitam a visualização dos dados com os quais você está trabalhando, tornando um código depurando e com uma extrema facilidade de criar aplicativos incorporados avançados, na figura 4 pode ser observado a Vi Linx.

**Figura 3 | Vi Linx**



Fonte: Autores, 2019.

### 3.3 MICROCONTROLADOR ARDUINO

O Arduino faz parte do conceito de hardware e software livre e está aberto para uso e contribuição de toda sociedade. O conceito Arduino surgiu na Itália, em 2005, com o objetivo de criar um dispositivo para ser utilizado em projetos construídos de uma forma mais barata que outros sistemas disponíveis no mercado. O Arduino foi projetado com a finalidade de ser de fácil entendimento, programação e aplicação. (SANTOS, 2015)

Pode-se designar o arduino simplesmente como uma peça de Hardware ou um Software de desenvolvimento, porém vai muito além. Devido ao sucesso alcançado ao longo do tempo, existe uma enorme comunidade de pesquisadores e cientistas que usam essa tecnologia em seus projetos, por serem acessíveis financeiramente, com fácil aquisição de materiais e sensores, aplicada em diversos projetos. Em algumas situações podem ser desenvolvidas placas controladoras de forma independente sem a necessidade de adquirir uma no mercado nacional e internacional. (BIMESTRE; JAEGER; SANTOS; DAVILA, 2020)

Os componentes utilizados com arduino permitem a construção de sistemas que percebem a realidade e responde com ações físicas desejadas. Ele é baseado em uma placa microcontrolada, com acessos de entrada e saída, e trabalha com bibliotecas desenvolvidas com funções para simplificar sua programação. (SANTOS, 2015)

Nesse projeto foi utilizado a BlackBoard UNO R3 como pode ser observado na figura 4, é uma placa compatível com a placa Arduino UNO R3 produzida pela empresa Arduino. A placa BlackBord UNO R3 foi fabricada pela RoboCore uma empresa brasileira de tecnologia, como isso a maior parte do projeto está utilizando tecnologia totalmente nacional. Essa placa utiliza o microcontrolador Amega328 com suporte de entrada/saída embutido, a linguagem utilizada na programação foi a linguagem própria da arduino que tem origem e semelhança nas linguagens C/C++.

**Figura 4 |** Placa Microcontroladora BlackBoard



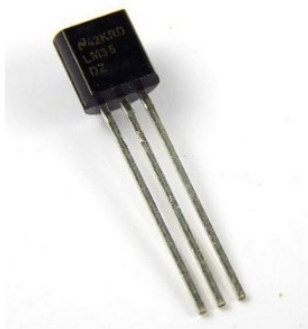
Fonte: RoboCore, 2019.

A placa Arduino Uno R3 é mais uma placa da plataforma Arduino que possui recursos bem interessantes para prototipagem e projetos mais elaborados. Baseada no microcontrolador ATmega328. Apresentando na sua forma mais comum 14 pinos de entradas e saídas digitais, dos quais 6 podem ser usados como saídas PWM, 6 entradas analógicas, um cristal oscilador de 16MHz, uma conexão USB, uma entrada de alimentação uma conexão ICSP.

### 3.4 SENSOR DE TEMPERATURA LM35

O LM35 é um sensor de temperatura de precisão em graus centígrados que consiste em um circuito integrado aparentando ser um transistor comum de encapsulamento TO-92 de 3 pinos, porém existem outras versões de encapsulamento, como a TO-220. Este sensor foi utilizado para medir a temperatura da lâmpada, sua faixa de trabalho está entre -40°C até 150°C, apresenta-se na figura 5 uma imagem do sensor utilizado.

**Figura 5 |** Sensor de Temperatura LM35



Fonte: UsinaInfo Eletrônica e Robótica, 2019.

### 3.5 LDR FOTORESISTOR

O **LDR** (Light Dependent Resistor) é um componente eletrônico cuja resistência varia em função da luminosidade que incide sobre o mesmo, o mesmo pode ser observado na figura 6. Este componente é sensível a luz e tem como finalidade limitar a passagem de corrente em um circuito.

**Figura 6 | LDR FotoResistor**



Fonte: UsinaInfo Eletrônica e Robótica, 2019.

O **LDR** ou **Fotoresistor**, é um tipo de resistor, porém variável. Quanto maior for a quantidade de luz que incide sobre o LDR menor será a resistência oferecida por ele e quanto menor a quantidade de luz sobre o mesmo maior será a resistência oferecida.

### **3.6 CONTROLE PID DISCRETO**

Método de controle de derivada integral proporcional (PID) (algoritmo) tem sido o método de controle mais popular, que é amplamente utilizado na engenharia de controle. De uma automação perspectiva, o PID é mais que suficiente para 99% de situações de controle. (ALIA; YOUNES; SUBAH, 2011)

Nesse projeto foi utilizado um segundo arduino semelhante com o que foi apresentado anteriormente, sua principal função foi realizar o controle Pid discreto de temperatura. Esse sistema de controle que foi utilizado, pode ser encontrado de maneira mais completa no trabalho de Bimestre, Jaeger, Santos e D'Avila (2020).

Ainda sobre uma breve explicação sobre o sistema de controle utilizado, uma argumentação sobre o projeto de sistema de controle foi reiterada nesse artigo. Sobre o sistema de controle pode ser compreendido como:

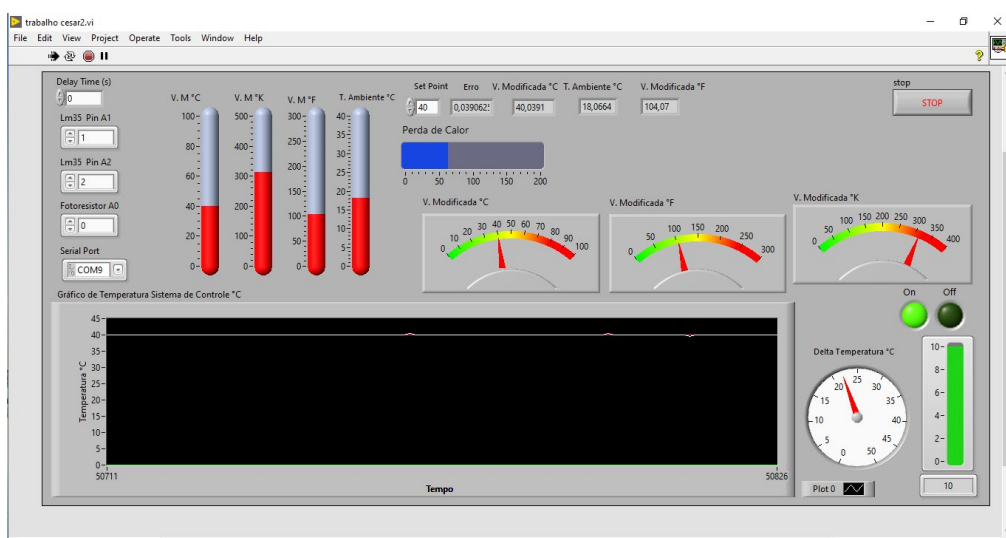
O projeto consiste no desenvolvimento de um sistema de controle PID discreto, controlando a temperatura de uma estufa aquecida por uma lâmpada incandescente. Integrando uma eletrônica embarcada simples e eficiente, foi possível desenvolver um modelo de função de transferência, aplicável em microcontroladores arduino. Podendo atuar em diversos projetos desse gênero, pois a lógica de programação não difere excessivamente dos demais projetos utilizando a função de transferência proposta. Os resultados obtidos foram relevantes, o sistema apresentou um erro relativamente ínfimo. O valor obtido

foi próximo do set point, mostrando que o sistema de controle desenvolvido é extremamente confiável e eficiente, se tratando de um projeto open source a programação será disponibilizada gratuitamente. (BIMESTRE; JAEGER; SANTOS; DAVILA, 2020)

#### 4. RESULTADOS

De acordo as figuras 7 e 8 foram possíveis observar os resultados preliminares do projeto. O gráfico vermelho representa o set point e o branco a temperatura medida em tempo real.

**Figura 7 | Tela Front Panel Labview**



Fonte: Autores, 2019.

**Figura 8 | Teste na prática**



Fonte: Autores, 2019.

Nas figuras 9 e 10 é apresentado os dados salvos do sistema de aquisição de dados, foram obtidos ao todo aproximadamente vinte mil valores de dados.

**Figura 9 | Dados de Temperaturas e Erros Salvas**

|                |                 |                 |                  |
|----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| T °C 40,039062 | T °K 313,039062 | T °F 104,070312 | Erro °C 0,039062 |
| T °C 40,039062 | T °K 313,039062 | T °F 104,070312 | Erro °C 0,039062 |
| T °C 40,039062 | T °K 313,039062 | T °F 104,070312 | Erro °C 0,039062 |
| T °C 40,039062 | T °K 313,039062 | T °F 104,070312 | Erro °C 0,039062 |
| T °C 40,039062 | T °K 313,039062 | T °F 104,070312 | Erro °C 0,039062 |
| T °C 40,039062 | T °K 313,039062 | T °F 104,070312 | Erro °C 0,039062 |
| T °C 40,039062 | T °K 313,039062 | T °F 104,070312 | Erro °C 0,039062 |
| T °C 40,039062 | T °K 313,039062 | T °F 104,070312 | Erro °C 0,039062 |
| T °C 40,039062 | T °K 313,039062 | T °F 104,070312 | Erro °C 0,039062 |
| T °C 40,039062 | T °K 313,039062 | T °F 104,070312 | Erro °C 0,039062 |
| T °C 40,039062 | T °K 313,039062 | T °F 104,070312 | Erro °C 0,039062 |
| T °C 40,039062 | T °K 313,039062 | T °F 104,070312 | Erro °C 0,039062 |
| T °C 40,039062 | T °K 313,039062 | T °F 104,070312 | Erro °C 0,039062 |
| T °C 40,039062 | T °K 313,039062 | T °F 104,070312 | Erro °C 0,039062 |
| T °C 40,039062 | T °K 313,039062 | T °F 104,070312 | Erro °C 0,039062 |
| T °C 40,039062 | T °K 313,039062 | T °F 104,070312 | Erro °C 0,039062 |

Fonte: Autores, 2019.

**Figura 10 | Dados de Luminosidades e Temperaturas Ambientes Salvas**

|                 |                          |
|-----------------|--------------------------|
| Luminosidade 17 | T. Ambiente °C 21,972656 |
| Luminosidade 17 | T. Ambiente °C 20,996094 |
| Luminosidade 17 | T. Ambiente °C 21,484375 |
| Luminosidade 17 | T. Ambiente °C 21,972656 |
| Luminosidade 17 | T. Ambiente °C 21,972656 |
| Luminosidade 17 | T. Ambiente °C 21,972656 |
| Luminosidade 17 | T. Ambiente °C 20,996094 |
| Luminosidade 17 | T. Ambiente °C 20,996094 |
| Luminosidade 17 | T. Ambiente °C 21,972656 |
| Luminosidade 17 | T. Ambiente °C 21,484375 |
| Luminosidade 17 | T. Ambiente °C 21,484375 |

Fonte: Autores, 2019.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos foram relevantes e precisos, esse projeto de controle e aquisição de dados temperatura pode ser utilizado em ambientes e condições diferentes ao que foi submetido, podendo ser utilizados com os mesmos equipamentos ou realizando algumas adequações no projeto, o projeto segue a linha de projeto open source com isso o projeto será disponibilizado a toda comunidade científica, podendo ser utilizado em diversos projetos, ficando à disposição do usuário para realizar alterações necessárias.

Como o controle está bem ajustado para o ambiente que foi utilizado, sendo possível adquirir os dados de maneira precisa, esse projeto da maneira que se encontra pode ser aplicado a temperaturas compatíveis com o sensor de temperatura Lm35, bastando alterar o valor da variável Set Point tanto no programa desenvolvido nesse trabalho, como a variável set point do controlador digital. A eletrônica embarcada, pode ser utilizada em outros projetos desse intuito, vale salientar que dependendo do projeto deverá realizar as alterações necessárias, para que possa tornar compatível com os métodos utilizados nesse trabalho.

O sistema de aquisição de dados é uma parte extremamente relevante nesse processo, pois o sistema de aquisição de dados será o responsável por coletar dados e acondicioná-los para receberem um tratamento nos dados para diversas utilizações futuras. O software de comunicação entre arduino e computador utilizou-se a biblioteca Linx do LabView desenvolvida pela MakerHub, os pesquisadores decidiram utilizar essa biblioteca pois sua interface apresenta uma simplicidade relevante, não apresentando muitas dificuldades durante o procedimento no qual foi submetido. O arduino uno apresentou uma excelente capacidade de processamento de informações, conseguindo processar ao mesmo tempo os dados gerados por diversos sensores que foram implementados no sistema para aquisição de dados. O sensor utilizado foi corretamente dimensionado pois sua faixa de temperatura de funcionamento, é compatível com a temperatura do ambiente de trabalho a ser submetido.

Ressalta-se que aquisição de dados está bem ajustada para o processo utilizado, foi possível adquirir dados de maneira precisa. Sendo os procedimentos de medições, realizados em um ambiente de testes em laboratório, controlados e supervisionados pelos, e atuador sendo uma lâmpada incandescente de 100W e valores pré-estabelecidos e observados pelos pesquisadores, sendo a mais notável delas a temperatura máxima admitida pelo sensor Lm35 para que não houvesse uma futura falha no sensor e começasse a apresentar uma não conformidade. Com os ensaios realizados e apresentados nesse artigo o sistema de aquisição de dados mostrou-se capaz de ser aplicado em ambiente industrial, onde utilizasse esse tipo de tecnologia em demasia.

## REFERÊNCIA

- ALIA, Mohammad A. K.; YOUNES, Tariq M.; SUBAH, Shibel Al. A Design of a PID Self-Tuning Controller Using LabVIEW. **Journal Of Software Engineering And Applications**, v. 04, n. 03, p. 161-171, 2011. Scientific Research Publishing. Doi: <http://dx.doi.org/10.4236/jsea.2011.43018>. Disponível em: <https://www.scirp.org/html/4303.html>. Acesso em: 26 maio 2020.
- BIMESTRE, T. A.; JAEGER, C. D.; SANTOS, R. O. B.; D'AVILA, L. S. DESENVOLVIMENTO DE UM CONTROLE DISCRETO PID DE TEMPERATURA PARA UMA CARGA RESISTIVA UTILIZANDO MÓDULO DIMMER E MICROCONTROLADOR ARDUINO. **Revista Sodebras**, v. 15, n. 170, p. 46-51, fev. 2020. Revista SODEBRAS. Doi: <http://dx.doi.org/10.29367/issn.1809-3957.15.2020.170.46>. Disponível em: <http://www.sodebras.com.br/edicoes/N170.pdf>. Acesso em: 11 maio 2020.
- BOAVENTURA, Giuliano A. S. *et al.* Feasibility of Prototyping the Jominy Test Device: corroborating for studies and preliminary results of the heating and data acquisition subsystems. **Journal Of Materials Science And Chemical Engineering**, [S.L.], v. 09, n. 03, p. 23-38, 2021. Scientific Research Publishing, Inc.. <http://dx.doi.org/10.4236/msce.2021.93003>.
- CAMPOS, A. F.; WETLER, J. P.; FERNANDES, S. C. A ECONOMIA VERDE NA INDÚSTRIA DO AÇO: UMA APLICAÇÃO (IM) POSSÍVEL?. **Revista Sodebras**, p.4-10, jun. 2019. Doi: <http://dx.doi.org/10.29367/issn.1809-3957.14.2019.162.4>. Disponível em: <http://www.sodebras.com.br/Eng/Revista/edicoes.php>. Acesso em: 05 abr. 2020.
- CARMO, T. A.; CABETTE, R. E. S.; GOMES, R. G. Prototype of robotic mechanical prosthesis of upper limb at low cost. **International Journal of Advanced Engineering Research And Science**, v. 7, n. 4, p. 22-26, 2020. Doi: <http://dx.doi.org/10.22161/ijaers.74.2>. Disponível em: <https://ijaers.com/detail/prototype-of-robotic-mechanical-prosthesis-of-upper-limb-at-low-cost/>. Acesso em: 11 maio 2020.
- CARNEIRO, L. A.; MARTINS, L. C.; LEAL JUNIOR, W. B.; BRITO, G. L. R.; BARBOSA, G. V.; ARAÚJO, H. X. Public Security and the Internet of Things: at the service of community policing.: at the Service of Community Policing. **International Journal of Advanced Engineering Research And Science**, v. 6, n. 6, p. 780-784, 2019. Doi: <http://dx.doi.org/10.22161/ijaers.6.6.91>.
- CUNHA, K. C. S. *et al.* The Reliability of Metrologia 4.0 Data in the Industrial Technological Scenario: How This can Impact the Forms of Dimensional Control in the Industry. **International Journal of Engineering and Applied Sciences**, Índia, v. 7, n. 4, p. 34-38, mai.2020. Doi: <https://dx.doi.org/10.31873/IJEAS.7.04.05>. Disponível em: <https://www.ijeas.org/the-reliability-of-metrologia-40-data-in-the-industrial-technological-scenario-how-this-can-impact-the-forms-of-dimensional-control-in-the-industry>. Acesso em: 11 mai. 2020.
- GAMA, R. P.; RIBEIRO, M. V. Effects of Cutting Fluid Application in the Performance of the Nimomic 80A Turning. **Key Engineering Materials**, v. 656-657, p.243-250, jul. 2015. Doi: <http://dx.doi.org/10.4028/www.scientific.net/kem.656-657.243>. Disponível em: <https://www.scientific.net/KEM.656-657.243>. Acesso em: 05 abr. 2020.
- GAMA, R.P. **Torneamento Da Super Liga Inconel 718 Com O Uso De Diferentes Condições De Lubrificação**. 2018. 210f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia do campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2018.
- GIROTO, Luís Gustavo Fortes Ferreira *et al.* Development and Financial Analysis for the Elaboration Jominy Test Device: conception of an engineering project from the point of view undergraduate students. **International Journal Of Advanced Engineering Research And Science**, [S.L.], v. 7, n. 6, p. 331-336, 2020. AI Publications. <http://dx.doi.org/10.22161/ijaers.76.41>.
- MAGEED, Hala M. Abdel; EL-RIFAIE, Ali M. Electrical Metrology Applications of LabVIEW Software. **Journal Of Software Engineering And Applications**, v. 06, n. 03, p. 113-120, 2013. Scientific Research Publishing. Doi: <http://dx.doi.org/10.4236/jsea.2013.63015>. Disponível em: <https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=29508>. Acesso em: 26 maio 2020.
- NANDAGOPAL, Dr. V.; MAHESWARI, Dr. V.; KANNAN, C. Newly Constructed Real Time ECG Monitoring System Using LabView. **Circuits And Systems**, v. 07, n. 13, p. 4227-4235, 2016. Scientific Research Publishing. Doi: <http://dx.doi.org/10.4236/cs.2016.713347>. Disponível em: <https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=72364>. Acesso em: 26 maio 2020.

National Instruments, "LabVIEW Development Guide-lines," 2003.

RANDI, G. H.; BALDO, R. G. **ANÁLISE DAS TÉCNICAS E TECNOLOGIAS DE LOCALIZAÇÃO INDOOR**. *Revista Sodebras*, v. 14, n. 165, p.50-56, set. 2019. Doi: <http://dx.doi.org/10.29367/issn.1809-3957.14.2019.165.50>. Disponível em: <<http://www.sodebras.com.br/Eng/Revista/edicoes.php>>. Acesso em: 05 abr. 2020.

ROBOCORE. BlackBoard UNO R3. Disponível em: <<https://www.robocore.net/loja/arduino/arduino-blackboard>>. Acesso em: 26 abr. 2019.

SANTOS, Bruno Feu de Brito. Alimentador automático para animais utilizando Arduino. 2015. 51 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Elétrica) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2015. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/139072>>. Acesso em: 28 mar.2020.

SANTOS, Felipe Aurélio dos *et al.* COMPARATIVE ANALYSIS OF THE APPLICATION OF LUBRICANT COOLANT BY THE MQF TECHNIQUE IN THE FACE MILLING MACHINING PROCESS OF HARDENED D2 STEEL ALLOY / ANÁLISE COMPARATIVA DA APLICAÇÃO DE FLUÍDO LUBRI-REFRIGERANTE PELO MÉTODO MQL NO PROCESSO DE USINAGEM POR FRESAMENTO FRONTAL DO AÇO D2 ENDURECIDO. *Brazilian Journal Of Development*, v. 7, n. 1, p. 10349-10370, 2021. Brazilian Journal of Development. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv7n1-703>.

SANTOS, Ramon Oliveira Borges dos *et al.* APLICAÇÃO DO SISTEMA DE CONTROLE PID NO MOVIMENTO ROTACIONAL DO SUBSATÉLITE ARTIFICIAL DO SISTEMA TETHER ESPACIAL. *Revista Ciências Exatas*, v. 31, n. 1, p. 1-32, 21 jul. 2025. Fundação de Apoio a Pesquisa, Tecnologia e Inovacao. <http://dx.doi.org/10.69609/1516-2893.2025.v31.n1.a4006>.

USINAINFO ELETRÔNICA E ROBÓTICA. **Sensor de temperatura LM35 para Projetos**. Disponível em: < [https://www.usinainfo.com.br/sensor-de-temperaturaarduino/sensor-de-temperatura-lm35-para-projetos-3099.html?search\\_query=lm35&results=9](https://www.usinainfo.com.br/sensor-de-temperaturaarduino/sensor-de-temperatura-lm35-para-projetos-3099.html?search_query=lm35&results=9)>. Acesso em: 26 abr. 2019.

