



**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS  
UNIDADE ARAXÁ**

**JOSÉ MARIA DE MELO**

**DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA SUPERVISÓRIO COM BASE NA  
NORMA ISA 101 PARA A PLANTA DEMOKIT-SMAR**

**ARAXÁ-MG**

**2023**

**JOSÉ MARIA DE MELO**

**DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA SUPERVISÓRIO COM BASE NA  
NORMA ISA 101 PARA A PLANTA DEMOKIT-SMAR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - Unidade Araxá, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Automação Industrial.

Orientador: Prof. Dr. Frederico Duarte Fagundes

**ARAXÁ-MG**

**2023**

**JOSÉ MARIA DE MELO**

**DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA SUPERVISÓRIO COM BASE NA  
NORMA ISA 101 PARA A PLANTA DEMOKIT-SMAR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - Unidade Araxá,  
como requisito parcial para obtenção do grau de  
Bacharel em Engenharia de Automação Industrial

Araxá, 07 de julho de 2023.

**BANCA AVALIADORA**

---

Presidente e Orientador(a): Dr. Frederico Duarte Fagundes  
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - Unidade Araxá

---

Membro Titular: Dra. Aline Fernanda Bianco Mattioli  
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - Unidade Araxá

---

Membro Titular: Me. Alexandre Dias Linhares  
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - Unidade Araxá

## RESUMO

A utilização de sistemas supervisórios atualmente está muito difundida graças à evolução dos computadores pessoais, essa popularização tornou muito viável sua utilização nas indústrias. Com a crescente demanda da automatização industrial, os controladores lógicos programáveis se tornaram peças chave para a automação. Inicialmente, em sua aplicação não havia uma padronização na implementação das lógicas utilizadas, o que começou a gerar problemas devido a pequena preocupação em documentar os procedimentos e lógicas utilizadas. Além disso, com o grande aumento das atividades e processos nas fábricas, essa falta de documentação tornou-se complicada, pois muitas vezes gerava a perda de trabalhos anteriores e acarretava retrabalho tendo como consequência o aumento dos custos. Por conta disso, foi criada a norma IEC61131, sendo uma referência internacional na programação de controladores industriais. A realização do trabalho obedeceu a critérios estabelecidos pela norma, tendo como objetivo de estabelecer a comunicação e também implementar uma tela de supervisório para a planta Demokit-Smar, que está localizada no CEFET-MG campus Araxá. Foi feito o estudo inicial da planta e a identificação dos componentes da mesma, em seguida a planta foi ligada dando início aos trabalhos de configuração da comunicação e a instalação dos *softwares* necessários para seu funcionamento. Com os dados coletados, deu-se início ao processo de criação da tela de supervisão, que seria responsável por exibir os resultados obtidos. Durante essa etapa, foram realizadas intensas pesquisas tanto na internet quanto no próprio site da Smar, com o intuito de obter informações relevantes e alcançar o objetivo desejado. Além de atingir o objetivo proposto, esse trabalho também abre portas para os próximos estudantes que irão trabalhar com esse equipamento. O conhecimento adquirido foi documentado e servirá como ponto de partida para futuros trabalhos. Dessa forma, o estudo não apenas contribui para a implementação bem-sucedida da tela de supervisão, mas também para o avanço contínuo e o aprimoramento do conhecimento na utilização da planta.

**Palavras-chave:** SMAR. DEMOKIT. SUPERVISÓRIO. COMUNICAÇÃO. DISPOSITIVOS.

## **ABSTRACT**

The utilization of supervisory systems is widely spread today, thanks to the evolution of personal computers, making their use in industries highly viable. With the increasing demand for industrial automation, programmable logic controllers (PLCs) have become key components for automation. Initially, there was a lack of standardization in the implementation of logic, which led to problems due to the limited concern for documenting procedures and used logics. Furthermore, with the significant increase in activities and processes in factories, this lack of documentation became problematic, often resulting in the loss of previous work and leading to rework and increased costs. As a result, the IEC 61131 standard was created, being first published in 1992, and it is the primary international reference for manufacturing and programming industrial controllers. This work followed the criteria established by the standard, aiming to establish communication and implement a supervisory screen for the Demokit-Smar plant located at CEFET-MG, Araxá campus. An initial study of the plant was conducted to identify its components, and then the necessary connections were made to initiate the configuration of communication and installation of required software. With the collected data, the process of creating the supervisory screen, responsible for displaying the obtained results, was initiated. Intensive research was conducted both on the internet and on the Smar website to gather relevant information and achieve the desired objective. In addition to achieving the proposed goal, this work will also pave the way for future students who will work with this equipment. The acquired knowledge will be documented and serve as a starting point for future projects, thus, the study not only contributes to the successful implementation of the supervisory screen but also to the continuous advancement and improvement of knowledge in use of the plant.

**Keywords :** SMAR. DEMOKIT. SUPERVISORY.COMMUNICATION. DEVICES.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Sistema supervisorio (SCADA) e IHM (HMI, em inglês).....	18
Figura 2 - LD301D.....	22
Figura 3 - LD301M .....	23
Figura 4 - TT301.....	24
Figura 5 – Termo resistência ligada ao TT 301 .....	25
Figura 6 - Racks da Demokit.....	26
Figura 7 - Maleta do Demokit .....	26
Figura 8 - Logo System302 Smar.....	27
Figura 9 - Foto da tela Aveva .....	27
Figura 10 - Bomba de ar manual danificada.....	30
Figura 11 - Imagem do erro de Hardware .....	31
Figura 12 - System 302 executando no computador.....	32
Figura 13 – Imagem da tela LogicView .....	33
Figura 14 - Tela Inicial com variáveis de temperatura e pressão .....	34
Figura 15 - Gráfico de tendências das variáveis .....	34

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CEFET/MG	Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais
ISA	<i>International Society of Automation</i>
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronic Engineers</i>
MAI	<i>Multiple Analog Input</i>
MAO	<i>Multiple Analog Output</i>
CLP	Controlador Lógico Programável
IHM	Interface Homem-Máquina
OPC	<i>Open Platform Communications</i>
COM	<i>Component Object Model</i>
DCOM	<i>Distributed Componente Object Model</i>
UA	<i>Unified Architecture</i>
SCADA	<i>Supervisory Control And Data Acquisition</i>
ANSI	<i>American National Standards Institute</i>

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>12</b>
2.1 CLPs e Diagrama Ladder .....	12
2.2 Comunicações de Plataforma Aberta (OPC) .....	14
2.3 Sistemas Supervisórios .....	15
2.4 Norma ISA101 .....	18
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>21</b>
3.1 Planta Demokit-Smar .....	22
3.1.1 <i>Software</i> .....	27
3.2 Testes e validação da Proposta.....	28
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>30</b>
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	<b>35</b>
<b>6 REFERÊNCIAS</b> .....	<b>36</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O ser humano, desde seus primórdios, sempre buscou formas de melhorar suas capacidades de sobrevivência e facilitar seu trabalho, sendo um exemplo disso a descoberta do fogo e a criação da roda. Ao longo da história, a busca incessante por avanços tecnológicos tem impulsionado grandes descobertas e invenções que têm o propósito de melhorar a qualidade de vida. Um exemplo marcante dessa evolução ocorreu durante a primeira Revolução Industrial. Segundo Ribeiro (2013), foi por meio do aperfeiçoamento realizado por James Watts na máquina a vapor, originalmente criada por Thomas Newcomen em 1698, que a produção de bens passou a ser realizada em larga escala, substituindo assim o trabalho artesanal. Isso promoveu os primeiros conceitos de automação, ou seja, mínima interferência humana na produção por meio de mecanismos que controlam os processos. A automação industrial teve um grande avanço nas últimas décadas e continuará sua expansão em grande escala (ROGGIA, 2016).

Alguns dos objetivos da automação é aumentar a eficiência, a produtividade e a qualidade dos processos industriais. A introdução de máquinas e sistemas automatizados controlados por computadores revolucionou a forma como as tarefas manuais e repetitivas eram realizadas. Essa mudança permitiu a otimização do processo produtivo e a utilização eficiente dos recursos disponíveis, resultando na redução de erros e na maximização da produção (NATALE, 2007).

Também um fator importante é a diminuição significativa dos custos de produção e mão de obra, resultando em economia para as empresas. A melhoria da qualidade dos produtos proporciona uma satisfação ainda maior dos clientes, ao passo que permite que as empresas sejam mais flexíveis e ágeis na resposta às mudanças na demanda do mercado. Essa capacidade de adaptação e de oferecer produtos de alta qualidade é essencial para garantir a competitividade e o sucesso empresarial (MORAES; CASTRUCCI, 2007).

Várias tendências e mudanças estão ocorrendo hoje na automação industrial devido ao grande avanço tecnológico e podemos destacar algumas áreas como:

- Internet das coisas industrial (IIoT);
- A Robótica Industrial;
- A Inteligência Artificial (AI);

- A Manufatura Aditiva (Impressão 3D);
- A Realidade Virtual e Aumentada (RV e RA).

A integração de tecnologias e a busca por sistemas cada vez mais inteligentes, conectados e eficientes estão impulsionando de maneira constante a evolução da automação industrial, promovendo assim a transformação das indústrias em todo o mundo. Essa tendência está impulsionando a otimização dos processos produtivos, aumentando a produtividade e a eficiência das operações industriais. A automação industrial é fundamental para impulsionar a competitividade e o desenvolvimento das empresas, permitindo uma maior agilidade, precisão e capacidade de adaptação às demandas do mercado global (GALLOWAY; HANCKE, 2013).

A indústria de automação conta com uma série de desenvolvedores líderes no mercado, tais como a Rockwell, Siemens, Schneider, Omron, entre outros. Essas empresas estão constantemente criando inovações tanto em software quanto em hardware, o que resulta em melhorias significativas na produção, redução de custos e aumento da segurança nos processos industriais.

Um exemplo relevante nesse setor é a empresa SMAR, que se destaca como um grande desenvolvedor de controladores. Através do seu sistema System302, a SMAR oferece uma solução abrangente de automação em diversos níveis. Esse sistema digital é o resultado de décadas de trabalho da empresa e consiste em um portfólio abrangente de hardware, software e serviços. Com o System302, os usuários podem implementar soluções que permitem a transformação e o aprimoramento do desempenho das plantas industriais (SMAR, 2022).

Entre as soluções da SMAR, um exemplo notável é a planta didática Demokit-Smar, tendo um exemplar desse *kit* no laboratório de automação e controle do CEFET-MG, Campus Araxá. Esses *kits* proporcionam aos alunos experiências práticas, permitindo o aprendizado sobre automação industrial de forma interativa e envolvente. O Demokit-Smar é uma ferramenta valiosa para o ensino e a formação de futuros profissionais na área de automação, capacitando-os com as habilidades necessárias para enfrentar os desafios do setor industrial.

Entretanto, a planta em questão estava sem uso no laboratório. Com isso, o presente trabalho teve como material principal essa planta didática, visando buscar

soluções para possíveis problemas e deficiências presentes, a fim de colocá-la em funcionamento.

O trabalho iniciou com o estudo minucioso dos componentes da planta e a busca de informações técnicas junto à empresa fornecedora, identificando possíveis deficiências tanto em equipamentos quanto em software. Além disso, foi realizada a configuração da rede de comunicação disponível para garantir a integração adequada dos sistemas. Em seguida, foi acessado o software LogicView para desenvolver uma lógica básica com dois blocos de função, um bloco de MAI (*Multiple Analog Input*) e um bloco de *Multiple Analog Output* (MAO), para o acesso das *tags* dos instrumentos disponíveis na planta.

Por fim, o trabalho buscou criar uma Interface Homem Máquina (IHM) para a planta, seguindo as diretrizes da norma ISA (*International Standards Association*) 101. Essa tela de supervisão padronizada demonstrou a capacidade da planta didática em integrar sistemas de forma eficiente e apresentou as vantagens de desenvolver interfaces de supervisão que seguem padrões estabelecidos. Essa abordagem padronizada permite uma melhor compreensão e operação da planta, aumentando a eficiência e a segurança dos processos.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

A implementação de softwares e a escolha de hardwares para plantas industriais, assim como para plantas didáticas, é um passo muito importante para um projeto eficiente. A escolha correta ajuda na mitigação de falhas, tanto de equipamentos quanto de operação. As lógicas de controle e as interfaces desenvolvidas devem ser amigáveis e estar dentro dos padrões de institutos reconhecidos, como a ISA (*International Society of Automation*), a IEC (*International Electrotechnical Commission*) e a IEEE (*Institute of Electrical and Electronic Engineers*). A calibração e configuração dos instrumentos deve ser feita com o máximo cuidado para evitar paradas e defeitos oriundos de má operação (FIALHO, 2002; FRANCHI; CAMARGO, 2008; NATALE, 2007).

A planta didática Demokit-Smar oferece condições para, em ambiente de laboratório, criar lógicas de controle e interfaces de supervisão, bem como calibração e configurações da mesma forma que seriam aplicadas em ambiente industrial. O sistema da Smar é o System302, que inclui os softwares integrados para o desenvolvimento de um sistema automatizado de controle de processos (SMAR, 2020). Nas próximas seções são apresentados conceitos de controladores lógicos programáveis, comunicações de plataforma aberta, sistemas supervisórios e a norma ISA 101, que são conceitos essenciais em um sistema de automação e controle industrial e a base para desenvolvimento desse trabalho de conclusão de curso.

### 2.1 CLPs e Diagrama Ladder

O Controlador Lógico Programável (CLP) pode ser definido como um computador industrial, responsável pela sequência lógica, temporização e contagem aplicadas no controle de processos. O CLP também realiza lógica aritmética, manipulação de dados e comunicação em rede. É um equipamento essencial para o controle automatizado das atividades da planta industrial (FRANCHI; CAMARGO, 2008; SILVA, 2016)

O CLP é projetado para receber informações de sensores e dispositivos de entrada, processar esses dados de acordo com um programa pré-determinado e, em

seguida, acionar dispositivos de saída, como motores, válvulas, atuadores e outros equipamentos, para executar as ações desejadas no processo controlado.

O CLP pode ser definido como um computador industrial, responsável pela sequência lógica, temporização e contagem. O CLP também realiza lógica aritmética, manipulação de dados e comunicação em rede. É um essencial para o controle automatizado das atividades da planta industrial (FRANCHI; CAMARGO, 2008; SILVA, 2016)

As interfaces de modelos de entrada e saída (I/O) são componentes essenciais nos sistemas de controle de automação industrial, especialmente nos CLPs. Essas interfaces permitem a conexão dos dispositivos de entrada, como sensores e interruptores, e dos dispositivos de saída, como atuadores e relés, ao CLP. Os CLPs podem ter versões compactas ou modulares (FRANCHI; CAMARGO, 2008; GEORGINI, 2006).

CLPs compactos são unidades integradas que possuem uma quantidade fixa de entradas e saídas em um único módulo. Geralmente, esses modelos são projetados para aplicações com requisitos de I/O menores ou para espaços limitados, pois ocupam menos espaço físico. Eles são convenientes e fáceis de instalar, pois todas as conexões são feitas diretamente no módulo compacto (FRANCHI; CAMARGO, 2008; GEORGINI, 2006).

As interfaces de I/O modulares são compostas por módulos individuais que podem ser conectados em conjunto para atender às necessidades específicas de I/O de um sistema. Cada módulo possui um número determinado de entradas e saídas e pode ser encaixado em um *rack* ou base, permitindo a expansão ou a substituição dos módulos conforme necessário. Esses modelos oferecem maior flexibilidade, pois permitem a personalização e a escalabilidade do sistema de I/O de acordo com as demandas da aplicação (FRANCHI; CAMARGO, 2008; GEORGINI, 2006).

Com a grande demanda de uso dos CLPs, fez-se necessária a criação de normas para regulamentar e padronizar tanto o software quanto o hardware. Com relação à falta de normas: “Do ponto de vista das empresas usuárias, é claramente um desperdício de dinheiro e de recursos humanos, já que as habilidades desenvolvidas por seus funcionários na utilização de um determinado tipo de CLP não

podem ser reaproveitadas quando da sua substituição por outro tipo ou fabricante.” (FRANCHI; CAMARGO, 2008, p. 96).

A IEC 61131-3 foi a norma criada por um grupo de trabalho na IEC. O grupo visou a uniformização de procedimentos de diversas fabricantes de CLPs. A IEC 61131-3 é a terceira parte da família IEC 61131, que consiste em (FRANCHI, CAMARGO, 2008; IEC, 2003):

- Visão Geral;
- Hardware;
- Linguagens de Programação;
- Diretrizes do Usuário;
- Comunicação.

Segunda a IEC (2003), as linguagens de programação dos CLPs são divididas em:

- Lista de instruções;
- Texto estruturado;
- Diagrama Ladder;
- Diagrama de blocos funcionais;
- Sequenciamento Gráfico de Funções.

Dentre as linguagens padronizadas citadas anteriormente, o Diagrama Ladder é a mais difundida. O diagrama Ladder é uma linguagem de programação de CLPs oriunda dos diagramas elétricos usados pelos engenheiros eletricitas, o que ajudou a substituir os antigos painéis de relé que eram usados para construção da lógica de programação. Essa linguagem consiste em utilizar símbolos representando as entradas, as saídas e os blocos funcionais para construir a lógica do processo (FRANCHI; CAMARGO, 2008).

## **2.2 Comunicações de Plataforma Aberta (OPC)**

*Open Platform Communications* (OPC), ou comunicação de plataforma aberta, é um conjunto de padrões e especificações que facilitam a comunicação entre

sistemas de automação industrial. Ele possibilita a interoperabilidade entre diferentes softwares e dispositivos. Esses padrões definem um protocolo único para esses diferentes dispositivos de modo que a troca de dados seja padronizada e resulte em um sistema homogêneo na fábrica (BRANQUINHO, 2014; OPC FOUNDATION, 2023; ROQUE, 2014).

Existem dois componentes principais de OPC, o mais antigo OPC *Classic* e o OPC *Unified Architecture* (UA). A versão *Classic* é baseada em tecnologias *Component Object Model* (COM) e *Distributed Component Object Model* (DCOM) da Microsoft, que são sistemas independentes de plataforma que permite a interação entre objetos. Já o OPC-UA, uma versão mais atualizada, utiliza de tecnologias e serviços web para fornecer a interoperabilidade desejada (OPC FOUNDATION, 2023).

O OPC-UA, além de ser mais atualizado que a sua versão clássica, ainda possui algumas vantagens sobre ela, como a possibilidade de comunicação não só com CLPs, mas com diversos dispositivos. Além disso, OPC-UA tem uma topologia mais simplificada, proporciona maior escalabilidade do sistema, possui recursos de redundância, além de possuir mais possibilidades de configurações para se adequar à solução necessária para o sistema (OPC FOUNDATION, 2023).

Com o OPC (seja na versão UA ou *Classic*) é possível criar uma comunicação entre o sistema de controle e o sistema de supervisão de forma padronizada, independente da rede industrial instalada no chão de fábrica. Assim, há facilidade no projeto e manutenção de ambos na indústria, aumentando a eficiência na produção, melhorando a qualidade do monitoramento de dados e reduzindo custos (OPC FOUNDATION, 2023).

### **2.3 Sistemas Supervisórios**

Sistemas supervisórios, também conhecidos como sistemas de supervisão e controle ou ainda pela sigla em inglês SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*), são softwares que desempenham um papel fundamental no monitoramento, no controle e na supervisão de processos industriais. Esses sistemas são projetados para coletar dados em tempo real de dispositivos e sensores

distribuídos em uma planta industrial e apresentar essas informações de forma visual e compreensível para os operadores e supervisores. A utilização desses sistemas possibilita configurar alarmes, gerar relatórios automaticamente e, principalmente, desenvolver interfaces para controle e monitoramento do processo (MORAES, 2016).

De acordo com Ferreira (2011), o desenvolvimento de um sistema supervisório passa por etapas essenciais, tais como o entendimento do processo, a identificação das variáveis do processo, o planejamento da base de dados, o planejamento de alarmes, o desenho de telas, o uso de gráficos de tendências, o planejamento do sistema de segurança e a adoção de padrões industriais de desenvolvimento.

Os sistemas supervisórios permitem a visualização e o controle de parâmetros e variáveis do processo, como temperatura, pressão, fluxo, nível, entre outros. Além disso, eles podem gerar alarmes e alertas em caso de condições anormais ou fora dos limites predefinidos, permitindo uma resposta rápida e eficiente para evitar problemas ou falhas. São compostos por diferentes componentes e funcionam de maneira integrada para monitorar, controlar e supervisionar os processos industriais (BOYER, 1999; ROQUE, 2014).

Os sistemas supervisórios começaram a ser usados nas últimas décadas do século 20, abrindo um grande universo de possibilidades, tornando as plantas mais eficientes e confiáveis. Devido a aquisição de dados em tempo real, as indústrias começaram a usar relatórios e ferramentas gerenciais que vinham do sistema de supervisão. Por conta disso, existem várias empresas no mercado com destaque nessa área (MOTT, 2012).

Temos abaixo alguns exemplos de empresas fornecedoras de softwares para sistemas supervisórios:

- Elixir, desenvolvedora do ElixirSCADA;
- Rockwell Automation, desenvolvedora do FactoryTalk View;
- General Electric, desenvolvedora do iFIX;
- InduSoft, desenvolvedora do Indusoft Web Studio;
- Smar, desenvolvedora do ProcessView;
- Siemens, desenvolvedora do SIMATIC Wincc.

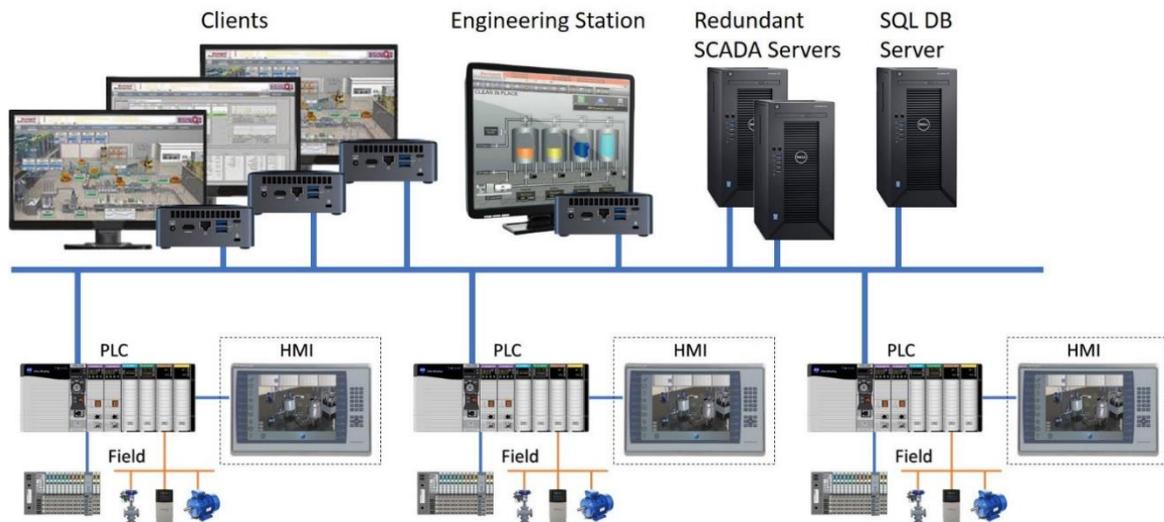
Uma das vantagens dos sistemas supervisórios é a análise de tendências. Esse processo envolve a avaliação e interpretação de dados históricos para identificar padrões, direções ou comportamentos recorrentes ao longo do tempo. Por meio da coleta, organização e análise de dados, é possível identificar tendências, flutuações ou mudanças significativas em um determinado fenômeno ou conjunto de dados (BOYER, 1999; ROQUE, 2014).

Por meio de tecnologias de comunicação padronizadas, como OPC, esses sistemas podem ser integrados a outros sistemas empresariais de gerenciamento e planejamento, permitindo uma visão mais integrada e abrangente das operações. Essas vantagens resultam em uma maior otimização da produção e em um controle estratégico embasado para os gestores, contribuindo para o alcance dos resultados esperados pela empresa (ROQUE, 2014; OPC FOUNDATION, 2023).

Dentro do sistema supervisório, as interfaces são identificadas pela sigla IHM (Interface Humano-Máquina), que compreendem a parte visual e interativa do sistema. A IHM pode tanto ser implementada em um hardware dedicado, que nesse caso é conhecido na indústria pelo nome IHM, quanto em computadores em salas de controle. No segundo caso, a IHM é uma, entre possíveis outras aplicações do sistema supervisório. Tanto aplicações quanto hardwares de IHM permitem que operadores controlem e monitorem o processo em tempo real, contribuindo para a eficiência, segurança e controle dos processos industriais (ISA, 2019; ROQUE, 2014). As duas diferentes formas de interfaces são ilustradas na Figura 1.

Os hardwares de IHM podem variar amplamente, desde painéis digitais de controle em usinas, até botões e mostradores analógicos. Elas são comumente utilizadas no chão de fábrica, um ambiente frequentemente caracterizado por restrições de segurança e processos insalubres. Sendo assim, os *hardwares* de IHM são construídos de forma extremamente robusta, capazes de suportar condições adversas, como poeira, umidade, temperatura, entre outros. Esse *hardware* possui um *software* proprietário para programação e sua tela geralmente é de cristal líquido (BOYER, 1999; ROQUE, 2014).

**Figura 1 – Sistema supervisorio (SCADA) e IHM (HMI, em inglês)**



Fonte: PLCynergy, 2023.

O propósito da IHM é fornecer informações visuais ao operador. Portanto, na definição das necessidades de operação de uma IHM, é fundamental considerar as seguintes etapas: detecção, diagnóstico, resposta e valoração. Essas etapas visam assegurar a capacidade da IHM em identificar eventos, diagnosticar problemas, fornecer respostas adequadas e avaliar a importância das informações apresentadas (ISA, 2019).

O desenvolvimento de interfaces veio evoluindo ao longo dos anos. Inicialmente havia pouca preocupação com a segurança na implementação do projeto e a padronização das interfaces. Com o passar do tempo, foram surgindo normas para essas padronizações, sendo uma das mais relevantes a ISA (*International Society of Automation*) 101 (ISA, 2019).

## 2.4 Norma ISA101

A norma ISA 101 é um documento que reúne conhecimento e experiências de diversos profissionais ao redor do mundo sobre melhores práticas relacionadas às IHM. Essa norma foi aprovada em 2015 e tem o objetivo de padronizar o processo de criação e desenvolvimento de interfaces, baseado em conceitos de ergonomia e eficiência visual. A norma é homologada pela ANSI (*American National Standards Institute*) ([www.ansi.org](http://www.ansi.org)), órgão de regulamentação de normas dos Estados Unidos,

por isso é referenciada por ANSI/ISA-101.01:2015 (BRASIL LOGIC SISTEMAS, 2022).

Sua versão mais atual é 101.02:2019, e ela traz um guia essencial para o projeto, construção, operação e manutenção de IHM. Projetos seguindo as recomendações da ISA 101 são controlados de forma segura, efetiva e eficiente, independentemente das condições de operação. A norma abrange uma série de aspectos importantes, como o desempenho e treinamento do usuário, interação e gerenciamento de sistemas de IHM, estrutura e estilo de tela, ergonomia e fatores humanos. Ao seguir as diretrizes dessa norma, os projetistas e operadores podem criar IHMs que sejam mais intuitivas, confiáveis e facilitadoras da tomada de decisão. Citada como referência por Rodrigues (2017), a ISA 101 desempenha um papel fundamental na garantia da qualidade e segurança dos sistemas de automação industrial.

Dentre as recomendações da ISA 101, estão o uso de cores e contraste nas telas de IHM, levando em consideração a legibilidade e a clareza das informações apresentadas. Cores adequadas podem facilitar a identificação rápida de estados, alarmes e níveis de prioridade. O excesso de cores e uso de cores fortes podem causar poluição visual, tirando a atenção dos operadores da IHM. A norma recomenda cores neutras, com isso boa parte das telas dos projetos que seguem a norma optam por uma escala de cinza. Também há a recomendação de padronização, com o uso de cores consistentes e bem documentadas através de um guia de estilo. Dados em tempo real em condições normais são mostrados em cores mais frias, como verde e azul, de modo a passarem a informação de maneira mais suave (ISA, 2019).

A norma também traz recomendações sobre alarmes, que devem ser mais chamativos e de cores intensas, diferenciando os alarmes de todos os demais objetos na tela. Sobre os objetos, a norma também recomenda a padronização de símbolos e ícones, visando facilidade de reconhecimento e compreensão. Isso ajuda a evitar ambiguidades e reduzir a curva de aprendizado do operador (ISA, 2019).

Ainda sobre cores e padronização, outro item importante em uma IHM e com recomendações da ISA 101 são as tendências. As tendências com cores adequadas e padronizadas informam o histórico do processo e dão condições de comparar a

situação atual com situações anteriores, permitindo um ajuste rápido que pode prevenir falhas (ISA, 2019).

A ISA 101 também traz recomendações na organização hierárquica das telas. Essa organização deve ser simples, evitando desenvolver telas para mostrar acessórios que não sejam essenciais. A navegação entre telas deve ser em uma sequência lógica do processo (ISA, 2019). A norma ISA 101 sugere quatro níveis hierárquicos entre as telas, que são:

- Primeiro Nível: Consciência situacional geral, que é onde se tem a visão geral do processo. O operador consegue ver as situações anormais através dos alarmes destacados.
- Segundo Nível: Visão mais detalhada. Nesse nível há uma divisão em subprocessos, com maiores detalhes do que o Nível 1. Deve-se incluir as informações e também os controles para executar tarefas específicas nos processos de chamadas no Nível 1.
- Terceiro Nível: Detalhe de equipamentos. Um detalhamento específico de um equipamento mostrado no Nível 2, como uma bomba ou uma válvula, desde que esse detalhamento seja justificável. O nível 3 pode incluir tendências que mostram os valores do processo ao qual o equipamento está relacionado, e também incluir informações de diagnósticos e intertravamentos.
- Quarto nível: É onde os diagnósticos são informados através de uma janela pop-up. O nível 4 traz informações detalhadas e claras sobre as falhas, possivelmente indicando uma solução eficiente do problema.

### 3 METODOLOGIA

A metodologia adotada para a realização deste trabalho envolveu uma revisão bibliográfica sobre automação, sistemas supervisórios, norma ISA 101 e os conceitos relacionados à planta Demokit-Smar. Essa revisão teve como objetivo embasar o trabalho e fornecer as condições para a implementação do sistema supervisório.

Após essa etapa, foi realizado um estudo prévio detalhado sobre a planta Demokit-Smar, buscando compreender o seu funcionamento, características técnicas e os dispositivos presentes. Para isso, foram consultados manuais e informações fornecidas pela empresa SMAR. Esse estudo foi importante para definir a abordagem adotada na implementação do sistema supervisório. Os recursos físicos da planta didática Demokit-Smar são descritos na seção 3.1.

A abordagem envolveu a utilização do System302, que é a plataforma de desenvolvimento de soluções de automação da Smar. De acordo com a empresa, o System302 é capaz de executar comunicações e lógicas de controle contínuo e discreto, além de oferecer módulos de Software projetados para otimizar as operações industriais (SMAR, 2022).

Adicionalmente, o System302 apresenta recursos avançados de monitoramento e diagnóstico, possibilitando uma análise em tempo real do desempenho da planta. Essa capacidade permite uma identificação ágil de possíveis problemas ou falhas, viabilizando a adoção de medidas corretivas de forma proativa. Como resultado, a eficiência operacional é maximizada, resultando na redução de custos e no aumento da disponibilidade dos sistemas (SMAR, 2022).

Um aspecto destacado do System302 é a sua escalabilidade. O sistema pode ser facilmente expandido e adaptado de acordo com as necessidades específicas de cada indústria e processo. A empresa Smar oferece suporte técnico especializado e está constantemente desenvolvendo novas funcionalidades para garantir que o System302 acompanhe as demandas e os avanços tecnológicos do setor industrial (SMAR, 2022).

Para o desenvolvimento do sistema supervisório, utilizou-se uma combinação do System302 com o software Aveva Indusoft. Essa implantação envolveu testes de conectividade e verificação de compatibilidade, descritos na seção 3.2.

### 3.1 Planta Demokit-Smar

O Demokit-Smar é um kit da Smar que tem como finalidade possibilitar a aquisição de conhecimentos práticos para aplicações de controle industrial. Esses conhecimentos envolvem programação e calibração de instrumentos. É possível também a simulação de situações encontradas no chão de fábrica, como erros de medição e falhas de equipamentos. A maleta do *kit* pode ser visualizada na Figura 6. O *kit* conta com uma mídia em DVD contendo os manuais referentes aos equipamentos. Os transmissores e periféricos presentes são:

- Um Transmissor inteligente de pressão diferencial LD301D com alimentação 4 a 20 mA e comunicação Hart: Dispositivo utilizado na automação industrial para medir e transmitir informações sobre a diferença de pressão entre dois pontos em um sistema. Ele possui recursos avançados de comunicação e alimentação elétrica para fornecer dados precisos e permitir a integração com sistemas de controle e monitoramento (SMAR, 2022). O transmissor LD301D é mostrado na Figura 2.

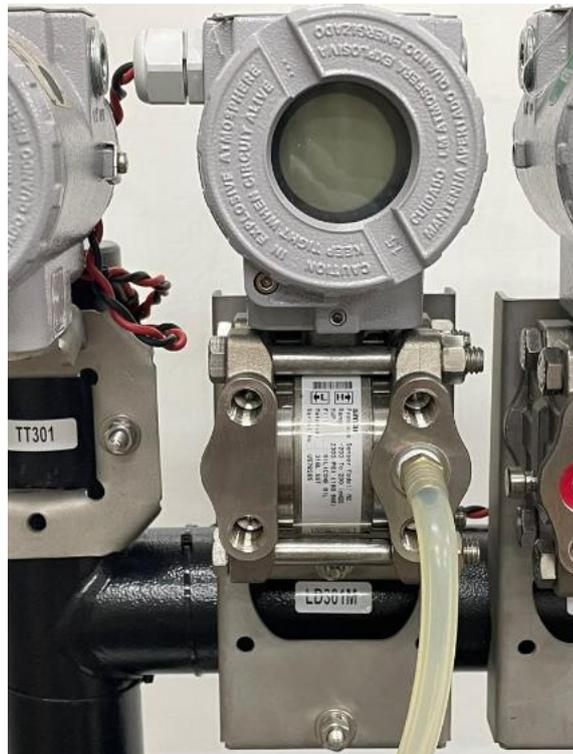
**Figura 2 - LD301D**



Fonte: Própria autoria

- Um transmissor inteligente de pressão LD301M com alimentação 4 a 20 mA e comunicação Hart: Esse transmissor é capaz de fornecer medições precisas de pressão e também permite a transmissão de dados adicionais, como informações de diagnóstico, configuração e calibração do dispositivo. Ao contrário do LD301D, que compara dois pontos de pressão, o LD301M fornece uma medição de pressão com relação à pressão atmosférica. Além disso, ele pode ser integrado aos sistemas de controle e monitoramento, permitindo um controle mais eficiente dos processos industriais (SMAR, 2022). O transmissor LD301M é mostrado na Figura 3.

**Figura 3 - LD301M**



Fonte: Própria autoria

- Bomba pneumática manual: A planta utilizada possui duas bombas ligadas aos transmissores de pressão. Tais bombas são utilizadas para simular a pressão pneumática de forma manual. Entretanto, uma dessas bombas, especificamente a que está conectada ao LD301M, está danificada, portanto não é possível simular variações de pressão no LD301M.

- Um Transmissor Indicador de Temperatura TT301, com alimentação 4 a 20mA e comunicação Hart: Esse transmissor pode transmitir dados de temperatura vindos de um transdutor externo, além de informações de diagnóstico. Também permite configuração e calibração digitais. A comunicação HART permite a integração do transmissor com outros dispositivos e sistemas de controle, permitindo um monitoramento e controle mais eficientes da temperatura nos processos industriais. O TT301 é mostrado na Figura 4.

**Figura 4 - TT301**



Fonte: Própria autoria

- Um Simulador de Termo resistência: Dispositivo utilizado na planta didática para simular o comportamento de uma termo resistência, também conhecida como termistor. Ele é usado principalmente para calibrar e testar instrumentos de medição, registrado e transmissão de temperatura. A termo resistência é mostrada na Figura 5.

**Figura 5 – Termo resistência ligada ao TT 301**



Fonte: Própria autoria

Além dos itens acima, o kit também conta com:

- Cabos de Interligação
- Chave Magnética 14
- Cabos de Alimentação

Com relação ao sistema de controle, o kit conta com dois racks, sendo o rack zero (0) e o rack um (1), e cada rack possui 4 slots. No rack 0, slot 0, está acoplada a fonte de alimentação DF50, responsável por fornecer 24VDC para a CPU e os módulos. No slot 1 está o DF75, que é a CPU do controlador da planta. O cartão DF44 está no slot 2, que possui 1 Grupo de 8 entradas analógicas tensão/corrente com resistores Shunt internos. O cartão DF46 está no slot 3, que possui 1 Grupo de 4 saídas analógicas.

Quanto aos slots do rack 1, no slot 2 está acoplado a cartão DF20, que simula 8 entradas discretas através do uso de chaves. No slot 3 está o cartão DF28, que possui 2 Grupos de 8 Saídas à relé Normalmente Abertas (NA), sem Proteção Resistor-Capacitor (RC). Os slots 0 e 1 estão vazios. Na Figura 6 podemos ver o Rack 0 na parte superior e o Rack 1 na parte inferior. A Figura 7 mostra a maleta onde a planta didática fica guardada.

**Figura 6 - Racks da Demokit**

Fonte: Própria autoria

**Figura 7 - Maleta do Demokit**

Fonte: Própria autoria

### 3.1.1 Software

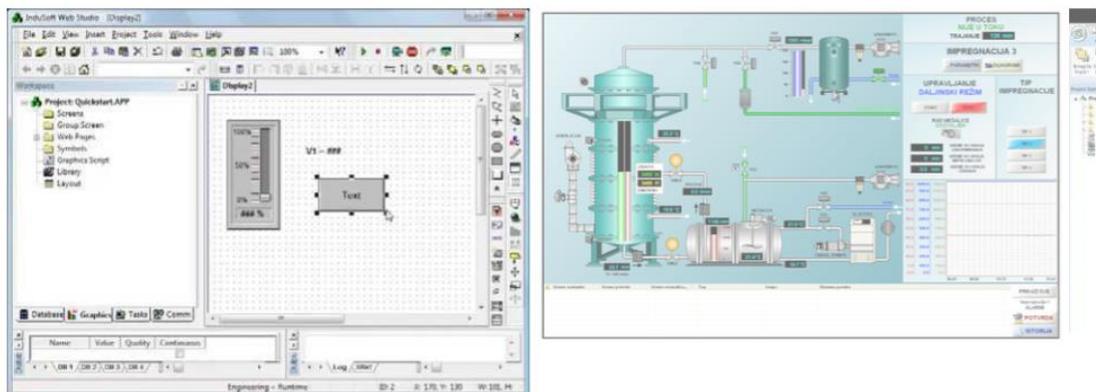
O *software* de programação e configuração que acompanha o Demokit-Smar é o System302, que sua logo é mostrada na Figura 8. Já o software de supervisão que foi usado foi o Indusoft Web Studio, que em versões mais recentes é chamado de Aveva Edge, fornecido pela empresa Aveva (AVEVA GROUP LIMITED, 2021-2023). O Indusoft é uma ferramenta que permite projetar aplicativos que podem ser implementados em várias plataformas. Além disso, oferece soluções IHM e SCADA com foco na interoperabilidade, mobilidade e portabilidade, podendo ser implementada em computadores pessoais. Tal ferramenta permite desenvolver telas de sinóticos, registros gráficos, tratamento de alarmes e o desenvolvimento de trabalhos didáticos. É possível visualizar como ela se parece na Figura 9.

**Figura 8 - Logo System302 Smar**



Fonte: Smar (2020)

**Figura 9 - Foto da tela Aveva**



Fonte: Aveva (2021-2023)

Em relação ao System302, o CEFET-MG possui a licença *hard-key* completa disponível para o sistema operacional Windows 7. Por conta disso, o sistema funciona apenas em sistemas operacionais Windows 7 e anteriores. A licença permite a implementação de lógicas compatíveis com plantas da empresa Smar. Essas lógicas foram feitas no System302, através dos softwares SysCon e LogicView. O Syscon, ou configurador de sistema, é um software capaz de fazer a configuração, manutenção e operação das plantas industriais com equipamentos Smar. O LogicView, é uma ferramenta padrão da norma IEC 61131-3, com funcionalidade para implantação de redes lógicas e intertravamento para controle de processos. Esta ferramenta é dedicada aos controladores da linha DFI302 (SMAR, 2022).

Através do System302, conseguimos utilizar comunicações de plataforma aberta OPC, que é o conjunto de padrões e especificações para comunicação industrial. A partir disso, podemos realizar uma troca de dados entre equipamentos de chão de fábrica e sistemas de controle (MICROSOFT, 2023).

O System302 conta com o ProcessView, um pacote de aplicações OPC, SCADA e IHM com conexão Web e escalonável. Ele é construído sob normas do padrão OPC que assegura a conectividade e interoperabilidade via OPC Plug-and-Play com os principais aplicativos, equipamentos e redes industriais (SMAR TECHNOLOGY COMPANY, 2022).

Uma observação importante é a respeito da licença do *software* do System302, disponível apenas para o Windows 7, o que a deixa desatualizada. Então a implementação da tela no ProcessView gerou dificuldades, pois o sistema operacional Windows 7 já não possui mais suporte da Microsoft. Além disso, o *software* não conta com as ferramentas mais atuais de implementação de acordo com a norma ISA101. Por conta disso, foi utilizado o Indusoft, que é um *software* mais atual e facilitou a implementação da norma. A troca do *software* foi possível graças ao servidor OPC que roda no System302.

### **3.2 Testes e validação da Proposta**

Nesta seção de metodologia, são descritas as etapas adotadas para a realização dos testes, após a definição dos equipamentos e *softwares* utilizados.

Inicialmente, procedeu-se a uma averiguação visual minuciosa do hardware da planta, a fim de verificar a presença e integridade de todos os componentes. Além disso, a planta foi devidamente conectada à rede elétrica para garantir seu funcionamento adequado e identificar possíveis danos.

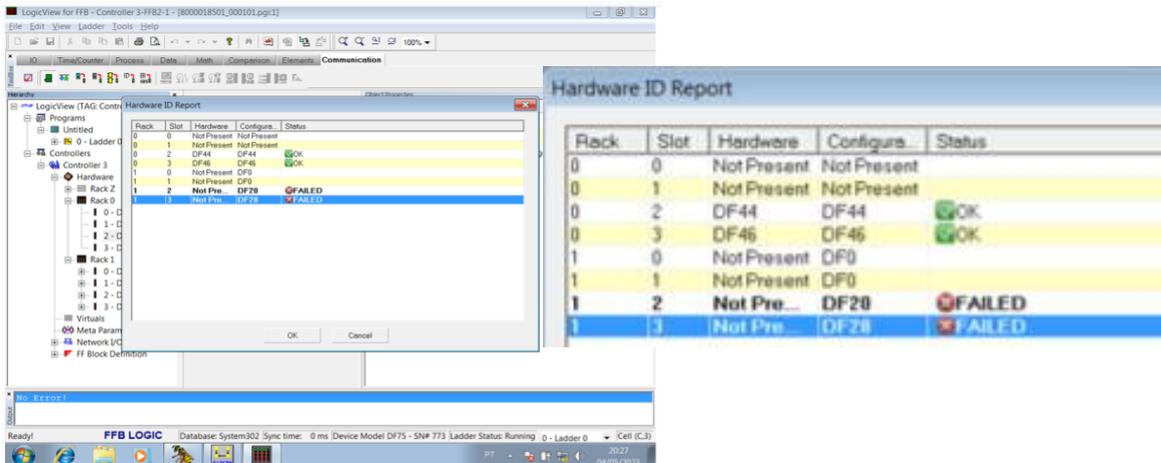
Em relação à comunicação em rede, optou-se pelo uso de um cabo de rede *high-speed Ethernet crossover*, eliminando a necessidade de um *switch* para a transmissão de dados. Seguindo o manual de configuração disponibilizado pela fabricante, também foram realizadas configurações de rede, tanto na CPU DF75 quanto no computador.

Em seguida, realizou-se a instalação do System302, que proporciona todas as ferramentas de *software* essenciais para a configuração, gerenciamento e manutenção de sistemas de controle e automação da Smar. Nesse sistema, é possível acessar o LogicView e o Syscon, onde a lógica de controle foi desenvolvida e a comunicação com o DF75 foi configurada, respectivamente.

Por fim, implementou-se uma tela IHM utilizando o Indusoft, uma plataforma que se destaca pela sua extensa biblioteca de símbolos, simplificando o desenvolvimento de aplicações e permitindo a visualização dos valores de entrada e dos equipamentos de pressão e temperatura da planta e os valores de saída do respectivo cartão (não há equipamentos atuadores conectados ao módulo de saídas da planta didática). A implementação foi feita seguindo as recomendações da norma ISA 101.



**Figura 11 - Imagem do erro de Hardware**

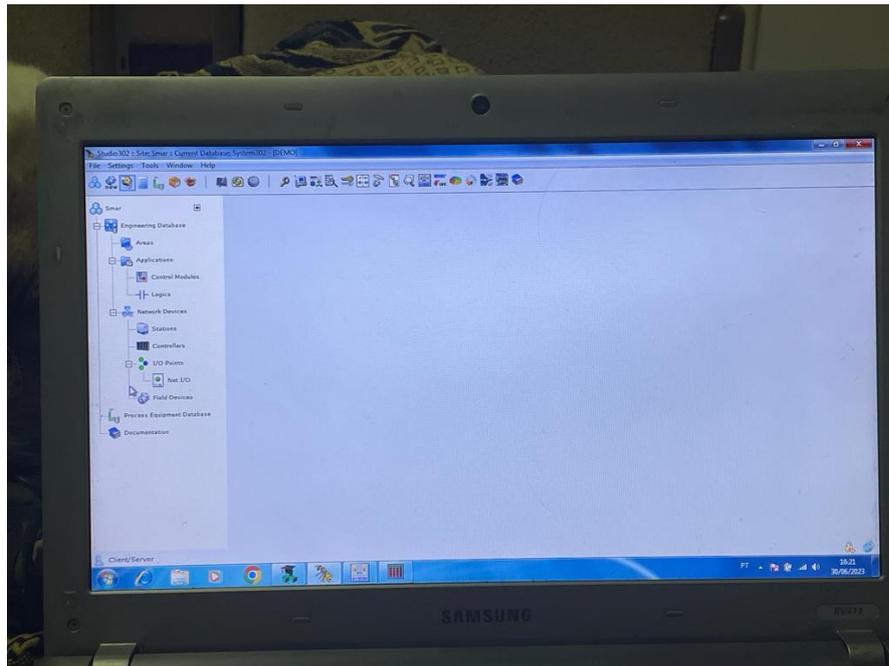


Fonte: Própria autoria

Após a verificação do hardware, foi iniciada a configuração da rede, configurando os IPs do computador e do CLP. Essas configurações foram feitas utilizando as configurações de rede do Windows para o computador, e o Syscon para o CLP. Isso foi possível através do uso dos manuais oferecidos no site da empresa, como o *System302 V7.3 Handbook – Troubleshoot*, e pelo contato com técnicos da SMAR que sanaram dúvidas das configurações.

A partir disso, foram iniciadas as configurações do System302, porém como a licença está desatualizada, inicialmente, foi utilizada de uma máquina virtual com o Windows 7. A configuração necessária e a interface da máquina virtual foram consideradas insatisfatórias, então foi providenciado um computador pessoal com Windows 7, para instalação e configuração dos *softwares* (Figura 12).

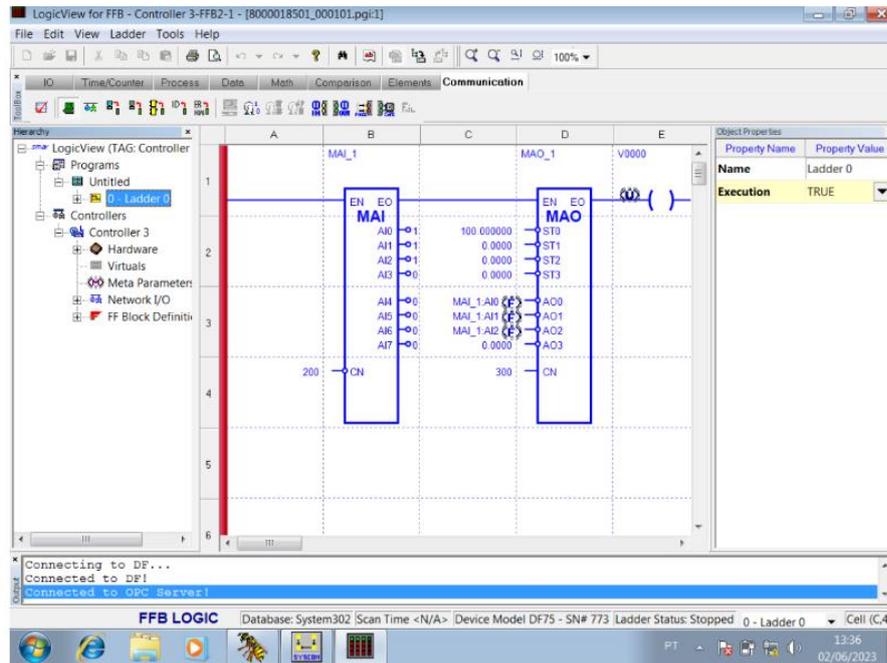
**Figura 12 - System 302 executando no computador**



Fonte: Própria autoria

No LogicView, mostrado na Figura 13, utilizamos a linguagem Ladder, e com ela foi feita a programação de dois blocos lógicos, MAI e MAO. Esses blocos são responsáveis pela leitura de entradas analógicas e de saídas analógicas respectivamente, conectadas fisicamente aos módulos do rack. Não foi desenvolvida nenhuma lógica de controle específica, apenas a leitura das variáveis, para disponibilização das *tags* via OPC.

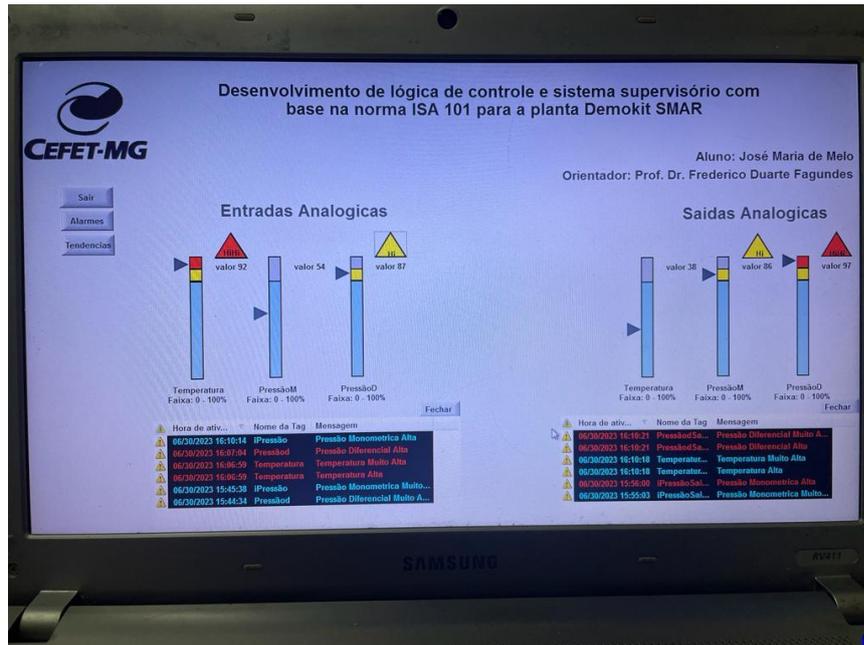
Figura 13 – Imagem da tela LogicView



Fonte: Própria autoria

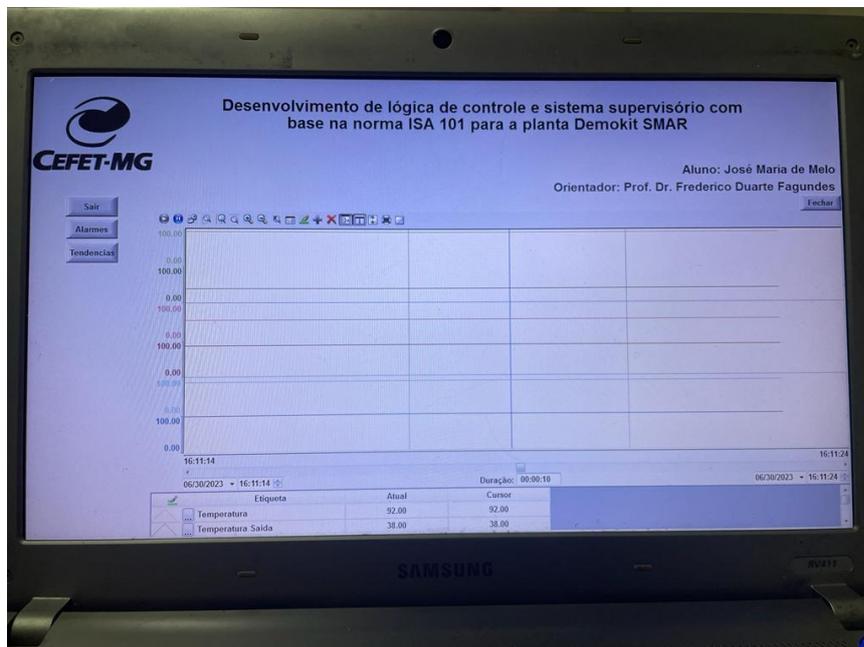
O próximo passo seria o uso do ProcessView, que é o *software* fornecido pela SMAR para desenvolvimento de tela de supervisor. A dificuldade no uso do ProcessView foi discutida na seção 3.1.1. Por conta dessa dificuldade, ficou decidido o uso do Indusoft, que já vinha sendo utilizado na disciplina de IHM e assim tornou seu uso mais viável. No Indusoft foi feita a implementação da tela e a comunicação através do OPC, com o intuito de mostrar as leituras dos dispositivos. A tela apresenta uma pequena simulação de um processo que acontece em um equipamento no chão de fábrica. O trabalho não consistiu em fazer nenhuma lógica de controle, somente apresentar as variáveis de entrada de temperatura e pressão. As figuras 14 e 15 ilustram o que foi realizado no Indusoft.

Figura 14 - Tela Inicial com variáveis de temperatura e pressão



Fonte: Própria autoria

Figura 15 - Gráfico de tendências das variáveis



Fonte: Própria autoria

## 5 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos em sua maioria foram satisfatórios, mesmo a planta possuindo algumas limitações de *software*. Destaca-se a limitação da licença que o CEFET-MG possui, que é uma licença desatualizada. Portanto, a disponibilidade de recursos foi menor. Daí, a justificativa para o uso de outro software para implementação da tela de supervisão. Mas devido ao servidor OPC depender da licença, ainda assim foi necessário o uso do sistema operacional desatualizado, o Windows 7, que não possui mais suporte da Microsoft.

Apesar das limitações mencionadas, conseguimos alcançar os objetivos propostos. Essa conquista é significativa, pois demonstra a eficácia do trabalho realizado. Além disso, é importante ressaltar que esse projeto será valioso para os novos alunos do curso de Engenharia de Automação Industrial. Através dele, os estudantes terão a oportunidade de compreender o funcionamento dessa planta que simula situações reais da indústria.

Ao vivenciar esse ambiente simulado, os alunos poderão adquirir um conhecimento prático e aplicado, o que lhes permitirá desenvolver habilidades e competências essenciais para a área. Eles terão a chance de identificar possíveis desafios, buscar novas soluções e propor melhorias para otimizar os processos industriais.

Além disso, essa experiência prática contribuirá para uma formação mais completa e preparará os alunos para enfrentar os desafios do setor de automação industrial. Eles poderão aplicar o conhecimento adquirido em projetos futuros, implementando soluções eficientes e inovadoras que impulsionarão o progresso e a produtividade da indústria.

Portanto, é necessário buscar atualizações e acompanhar as tendências tecnológicas para garantir o desenvolvimento contínuo e aprimoramento das práticas no campo da Engenharia de Automação Industrial. A utilização de softwares atualizados e a compreensão das limitações e desafios relacionados às licenças são essenciais para otimizar os processos e alcançar resultados cada vez mais satisfatórios.

## 6 REFERÊNCIAS

AVEVA. [S. I.], 2021-2023. Disponível em: <https://www.aveva.com/pt-br/products/edge/#resources>. Acesso em: 1 jun. 2023.

AVEVA GROUP LIMITED. Aveva. **Aveva**, Cambridge, 2021-2023. Disponível em: <https://www.aveva.com/pt-br/products/edge/>.

BOYER, Stuart A. **Supervisory control and data acquisition**. ISA, 1999.

BRANQUINHO, Marcelo Ayres. **Segurança de automação industrial e SCADA**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. 253 p.

BRASIL LOGIC SISTEMAS. Brasil Logic. Brasil Logic, 2022. Disponível em: <http://www.blsistemas.com.br/regulamentando-a-interface-homem-maquina-conheca-a-isa-101/>. Acesso em: 08 dez. 2022.

FERREIRA, Henrique Coutinho. Desenvolvimento de um Sistema Supervisório para a Planta de Nível do Laboratório de Automação. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Automação Industrial) - CEFET-MG, [S. I.], 2011.

FIALHO, Arivelto Bustamante. **Instrumentação industrial: conceitos, aplicações e análises**. Saraiva Educação SA, 2002.

FRANCHI, Claiton Moro; CAMARGO, Valter Luís Arlindo de. **Controladores lógicos programáveis: sistemas discretos**. Saraiva Educação SA, 2008.

GALLOWAY, B.; HANCKE, G. P. Introduction to industrial control networks. **IEEE Communications Surveys & Tutorials**, v. 15, n. 2, p. 860-880, 2013.

GEORGINI, Marcelo. **Automação aplicada: descrição e implementação de sistemas sequenciais com PLCs**. 9. ed. São Paulo: Érica, 2006. 236 p.

IEC. **Programmable controllers Part 3: Programming languages**. S. I.: IEC, 2003.

ISA. **ISA-TR101.02-2019: HMI Usability and Performance**. S. I.: ANSI/ISA, 2019.

NATALE, Ferdinando. **Automação Industrial**. 9. ed. São Paulo: Érica, 2007.

NOLLI, C. R. et al,2012. AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL APLICADA NO SYSTEM302-SMAR®.

MICROSOFT. **O que é o OPC Publisher?**, 2023. Disponível em: <https://learn.microsoft.com/pt-br/azure/industrial-iot/overview-what-is-opc-publisher>. Acesso em: 28 Junho 2023.

MORAES, Cícero Couto de; CASTRUCCHI, Plínio. **Engenharia de automação industrial: hardware e software**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

MOTT, Anderson. Automação Industrial. Automação Industrial, 2012. ISSN <https://www.automacaoindustrial.info/o-que-e-area-classificada-atmosfera-explosiva/>. Disponível em: <Automação Industrial>. Acesso em: 07 dez. 2022.

MORAES, Arthur Souza. Desenvolvimento de Sistema Supervisório Didático para Controle de Inversor de Frequência Acionado Motor de Indução Trifásico. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso superior de engenharia elétrica) - FACULDADE INTEGRADAS DE CARATINGA, [S. I.], 2016.

OLIVEIRA, L. M. et al. Utilização de uma planta didática smar para complementação do ensino de engenharia de controle e automação. In: Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, Belém, PA. 2012.

OPC FOUNDATION. **What is OPC?** S. I.: OPC Foundation, 2023. Disponível em: <https://opcfoundation.org/about/what-is-opc/>. Acesso em: 13 jun. 2023.

PLCynergy. **HMI Vs SCADA: The Difference Between HMI And SCADA**. S. I.: PLCynergy, 2023. Disponível em: <https://plcynergy.com/hmi-vs-scada/>. Acesso em: 13 jun. 2023.

RIBEIRO, Daniel. James Watt. **Revista Ciência Elementar** , Porto, 31 Dezembro 2013.

RODRIGUES, Ana C. ISA Boas Práticas. ISA Boas Práticas, 2017. Disponível em: <[https://isasp.org.br/wp-content/uploads/2020/01/ISA\\_boas-praticas\\_SCADAPIMS-2017.pdf](https://isasp.org.br/wp-content/uploads/2020/01/ISA_boas-praticas_SCADAPIMS-2017.pdf)>. Acesso em: 08 dez. 2022.

ROGGIA , Leandro; FUENTES, Rodrigo. Automação Industrial. [S. I.]: E-Tec Brasil, 2016.

ROQUE, Luiz Alberto Oliveira Lima. **Automação de processos com linguagem ladder e sistemas supervisórios**. Grupo Gen-LTC, 2014.

SENSORWEB. SCADABR. SCADABR, 2017. Disponível em: <<http://www.scadabr.com.br/index.php/sobre/>>. Acesso em: 01 dez. 2022.

SMAR. **DFI302: Manual do usuário**. S. I.: Smar, 2020.

SMAR. Demokit - HART. Smar Technology Company, 2022. Disponível em: <<https://www.smar.com/pt/produto/demokit-hart-controlador-multi-loop-montado-em-maleta#download-produtos>>. Acesso em: 12 mar. 2022.

SMAR TECHNOLOGY COMPANY. Smar Technology Company. Nova Smar, 2022. Disponível em: <<https://www.smar.com/pt/system302>>. Acesso em: 07 dez. 2022.



**CÓPIA DO TRABALHO Nº 127/2023 - DELMAX (11.57.05)**

**(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)**

**(Assinado digitalmente em 13/07/2023 15:37 )**

**FREDERICO DUARTE FAGUNDES**  
PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO  
DELMAX (11.57.05)  
Matrícula: ###071#5

Visualize o documento original em <https://sig.cefetmg.br/documentos/> informando seu número: 127, ano: 2023, tipo:  
**CÓPIA DO TRABALHO**, data de emissão: 13/07/2023 e o código de verificação: **adc9ab6443**