



DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE SUPERVISÃO E AQUISIÇÃO DE DADOS INDUSTRIAIS USANDO O PROTOCOLO DE COMUNICAÇÃO OPC

Resumo: *O presente trabalho aborda o desenvolvimento de um sistema de supervisão e aquisição de dados industriais focando na interoperabilidade de dados utilizando o protocolo de comunicação industrial OPC. Este sistema possibilita visualização assertiva de dados e foi testado em CLPs Siemens e Rockwell, embora possa ser implementados para outros CLPs. É de baixo custo, de fácil utilização e fornece apoio à decisão por meio da visualização das informações da linha de produção. O sistema utiliza os frameworks Node-Red e Grafana, bem como os softwares MySQL e Power BI, tendo um microcomputador (Linux) como servidor. A aquisição de dados ocorre no Node-Red, que os envia ao MySQL, que fornece informações ao Grafana e Power BI. O Grafana mostra as informações para a alta gerência, corpo técnico e operacional da indústria, que observa o comportamento das máquinas em Dashboards. Os gestores de campo observam o comportamento histórico das linhas de produção pelo Power BI para auxílio à tomada de decisão acerca das manutenções nas máquinas monitoradas. Os softwares e hardware utilizados no sistema de aquisição são livres e de fácil utilização o que pode ser usado para o ensino e desenvolvimento na formação de engenheiros na área industrial em tema tão atual como é indústria 4.0.*

Palavras-chave: *Protocolo OPC; Interoperabilidade; Aquisição de Dados; Análise de Dados.*

1 INTRODUÇÃO

No contexto tradicional da automação industrial, o controle das plantas fabris toma decisões de forma autônoma, tendo como fundamento os dados de processo, provenientes de diversos dispositivos sensores. Convencionalmente, tais sistemas de automação funcionam de maneira central, com interconexões dependentes muitas vezes de protocolos proprietários e de baixa interoperabilidade, fato que contrasta com as mais novas tecnologias de rede e integração de dados. A mais nova indústria 4.0 surge juntamente aos mais novos *Data Warehouses*, responsáveis pela integração de dados de diversas fontes no processo de fabricação (GLASSEY; INMOM; WELCH, 1999).



Além disso, aliada ao crescimento exponencial da integração de dados, a ciência de dados (*Data Science* - DS) surgiu buscando maneiras de analisar os dados e gerar resultados por meio da previsão e antecipação de movimentos e comportamentos do mercado e processos. Assim, baseada em mensagens inteligentes, sensores, aplicativos e nas mais novas tecnologias de integração e análise de dados, como as *Internet of Things* (IoT) e *Business Intelligence*, a DS vem revolucionando o mercado, tornando seu uso mandatório a qualquer empresa que deseja tornar-se sustentável diante de um mercado tão competitivo (FREITAS, 2018).

Porém, diante do cenário de automação fabril brasileira, contando muitas vezes com fábricas antigas e de baixo investimento, a integração de dados tornou-se um desafio, pois trata-se de plantas com arquiteturas de rede primitiva, estrutura simplificada, maquinário antigo e de difícil atualização e até mesmo baixa capacitação para uma possível readequação às tecnologias citadas (FIESP, 2018). A situação se agrava mais se a planta fabril conta com dispositivos de automação de diferentes fabricantes, que, apesar de apresentarem compatibilidade ao protocolo OPC, possuem drivers de comunicação proprietários, portanto, não integráveis. Tal situação é responsável por criar diversas "ilhas" na planta fabril, com vários supervisórios, IHMs (Interfaces Homem-Máquina) e CLPs (Controladores Lógico Programáveis) diferentes, descentralizando a gestão e operação das áreas fabris e obrigando a indústria a recorrer a licenças caras e expiráveis para adquirir os softwares de integração, que são pouco personalizáveis e específicos aos modelos dos dispositivos em questão.

Desse modo, levando-se em consideração a compatibilidade ao protocolo OPC dos dispositivos industriais e o exposto anteriormente, este trabalho apresenta um sistema de supervisão e aquisição de dados industriais utilizando o protocolo de comunicação OPC, baseado em *softwares* e *frameworks* gratuitos e escaláveis, com hardware de baixo custo e de fácil instalação e adaptação.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Na seção seguinte, será apresentada uma breve explicação do protocolo OPC, bem como dos *softwares* e *frameworks* utilizados e suas funções.

2.1 Protocolo OPC

Lançado em 1998 com o objetivo de unificar a comunicação dos diferentes dispositivos industriais no mercado da época, o protocolo OPC, ou Open Platform Communications, possibilitou as primeiras integrações e intercomunicações entre os dispositivos fabris. Desse modo, a automação passou a contar com a inserção da computação, na forma de servidores e mainframes, responsáveis pelo surgimento dos primeiros sistemas SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), Historiadores (armazenagem temporal de dados) e MES (Manufacturing Execution System) (GONÇALVES, 2012).

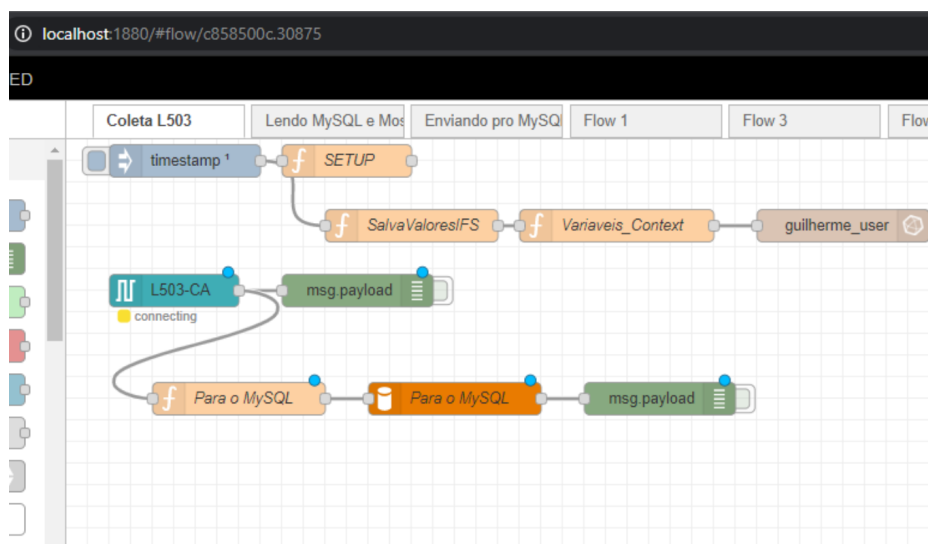
As possibilidades e recursos do protocolo OPC foram responsáveis pela rápida popularização deste, auxiliando a gestão, operação e supervisão dos processos industriais.

Atualmente, sistemas SCADA, IHM, controle de processo distribuído e de gestão de processos devem suportar as interfaces OPC. OPC é o único padrão universalmente aceito, possibilitando a habilidade de troca de dados entre diferentes sistemas de automação industrial durante o processo de manufatura e na indústria de processo. (MAHNKE; LEITNER; DAMM, 2009, p.1, tradução nossa).

2.2 Node-Red

Framework criado pela empresa IBM com base na linguagem node.js (interpretador Javascript) focado em Internet das Coisas (IoT). Com grande capacidade de personalização e uma comunidade aberta e código aberto, o *Node-Red* dispõe de diversos pacotes (*packages*) e *plugins*, possibilitando a integração de dados a diferentes aplicações, como as APIs Google Vision, Facebook, Twitter, *Web Services*, como o AWS (*Amazon Web Services*) e a *Google Cloud Platform* ou até mesmo realizar o pré-tratamento dos dados mediante a realização de operações básicas em Javascript, como soma, subtração, concatenação de vetores de vetores e matrizes, entre outros. A capacidade de integração do *Node-Red* torna possível, por exemplo, a integração de uma rede de sensores domésticos simples microcontrolados a um banco de dados de um grande *Data Center*. Uma das grandes vantagens do *Node-Red* é também sua facilidade de programação e prototipação, pois este possui uma interface intuitiva, trabalhando por meio de fluxos de dados, sendo acessível remotamente via contêiner via navegador, podendo ser vista na Figura 1 (GARDAŠEVIĆ; LEKIĆ, 2018).

Figura 1 – Interface de programação Node-Red



Fonte: Do próprio autor, 2020

2.3 Grafana

Framework de código aberto para a visualização de dados por meio da criação de *Dashboards* dinâmicos e interativos. Por meio de visualização em contêiner, oferece possibilidade de visualização de dados utilizando muitas representações gráficas de maneira remota, com suporte e integração a vários *softwares* de bancos de dados, como o *MySQL*, *InfluxDB*, entre outros. Desse modo, desde que o dispositivo esteja na mesma rede do servidor, é possível visualizar os gráficos em qualquer dispositivo com suporte a navegador de internet, que pode ser um *smartphone*, por exemplo. A Figura 2 ilustra um exemplo de *Dashboard* Grafana.

Figura 2 – *Dashboard* Grafana



Fonte: Grafana Labs, 2020.

2.4 MySQL

MySQL é um software de banco de dados em código aberto que utiliza a linguagem SQL (*Structured Query Language*) com facilidade de operações autônomas utilizando a linguagem PHP. O MySQL possui bons algoritmos de compressão e baixo consumo de memória e processamento, possibilitando o trabalho com microcomputadores. No que concerne à confiabilidade, grandes corporações, como NASA, HP, Google e Cisco estão entre os clientes do MySQL, representado pela Oracle Corporation, atual dona do software.

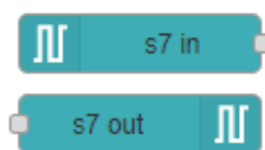
2.5 Power BI

Microsoft Power BI é um software de Business Intelligence criado para facilitar a visualização e tratamento de dados em larga escala, capaz de simplificar e muitos dados, fornecendo insights, capazes de oferecer apoio à decisão acerca de processos e fenômenos baseada em seus dados.

3 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

O projeto é uma implementação baseada nas comunicações Siemens S7-Comm e Rockwell EtherNet/IP, protocolo OPC e nas APIs nodeS7, node-red-contrib-s7 e node-red-contrib-opc-da, envolvendo a integração e aquisição de dados de CLPs dos fabricantes Siemens e Rockwell. Por uma questão de proteção à criação e propriedade industrial da empresa que disponibilizou a sua planta para a pesquisa e testes, apenas a parte relativa à comunicação Siemens foi permitida à visualização e explanação, pois trata-se de um projeto livre e aberto da empresa Smart-Tech. O algoritmo de comunicação Siemens foi simplificado em apenas dois nós Node-Red, como visto na Figura 3.

Figura 3 – Nós do algoritmo Node-Red



Fonte: Smart-Tech, 2020

Os dois nós serão explanados a seguir.

- S7 in – Nó de leitura do projeto. Retorna os valores de leitura de acordo com a configuração. Trabalha num sistema de cadastro de CLPs e variáveis para leitura (Itens OPC). A configuração e cadastro dos CLPs será vista adiante;
- S7 out – Nó de escrita no CLP, realizando escrita e retornando ao console do programa acerca do sucedimento da operação.

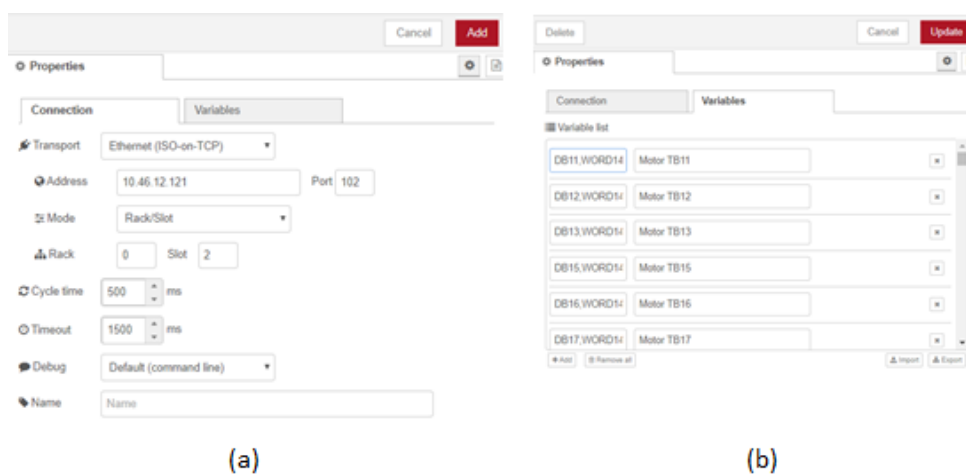
3.1 Configuração do Algoritmo Siemens

Como visto anteriormente, o algoritmo possui diversas configurações para que funcione corretamente. Estas serão explanadas a seguir.

3.1.1 Cadastro do CLP

A configuração inicial é voltada ao cadastro do CLP que fornecerá os dados. Para isso, há a interface de cadastro de CLPs (Figura 4a), que referencia o CLP pelo seu endereço de IP e possibilita a nomeação deste. Além disso, esta mesma interface oferece uma aba de cadastro de variáveis (Figura 4b), onde se coloca o endereço da variável em questão no formato Siemens e o nome dela.

Figura 4 – Interface para cadastro de CLP



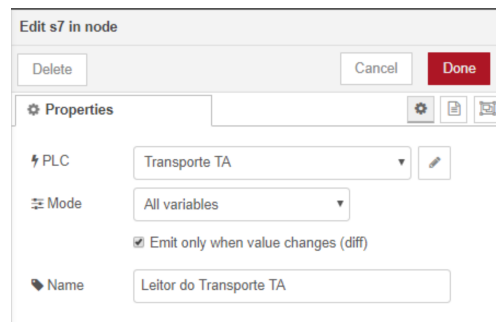
Fonte: Do próprio autor, 2020

Além disso, a interface ilustrada na Figura 4a permite também algumas parametrizações iniciais importantes, como tempo para a varredura de informações, para o caso de comunicações síncronas, e tempo de *timeout*, ambos em milissegundos.

3.1.2 Configuração dos Nós S7 in e S7 out

A API também dispõe de interface para configuração dos nós de Leitura e Escrita (S7in e S7out), como visto na Figura 5.

Figura 5 – Interface para configuração dos nós de Escrita e Leitura



Fonte: Do próprio autor, 2020

Na tela ilustrada na Figura 5, é possível escolher, por meio de lista suspensa, a qual dos PLCs cadastrados o nó irá se referir, além da escolha de alguns modos para leitura das variáveis cadastradas no CLP em questão:

- *All Variables*: Lê todas as variáveis cadastradas e as disponibiliza na forma de um objeto Javascript;
- *Single Variable*: Lê os dados de apenas uma variável, que é escolhida entre uma lista suspensa;
- *All Variables, one per Message*: Assim como o modo *All Variables*, realiza a leitura de todas as variáveis cadastradas, porém enviando na forma de uma sequência de valores individuais separados (para facilitar a aquisição por meio da separação do objeto Javascript).

Além disso, o campo “*Emit only when value changes*”, se marcado, torna a comunicação assíncrona.

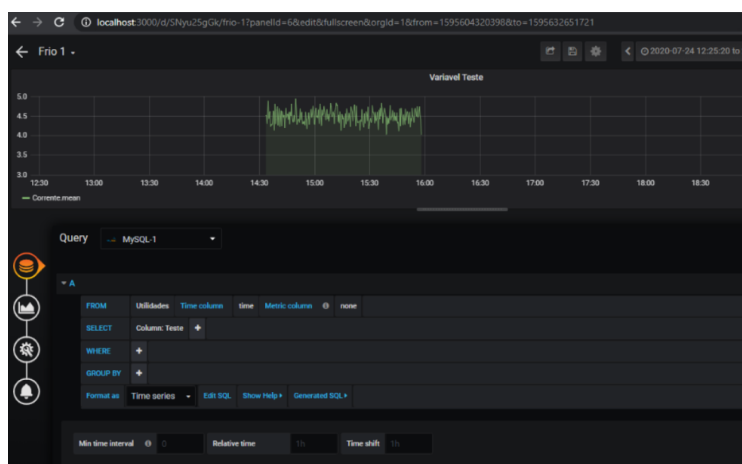
3.2 Configuração do Banco de Dados

O banco de dados *MySQL* foi configurado de maneira simples utilizando-se o pacote de ferramentas para criação de aplicações web dinâmicas LAMP, que é um acrônimo para Linux, Apache, *MySQL* e PHP. Dessa forma, por meio da linguagem PHP utilizando-se o *framework phpMyAdmin*, foi possível criar e configurar o banco de dados do projeto.

3.3 Configuração da Plataforma Gráfica

O Grafana tem um conector de integração ao *MySQL* na forma nativa, incluindo uma interface de teste da conexão, fato que facilitou a integração ao referido banco de dados. Desse modo, a configuração da Plataforma Gráfica limitou-se apenas à criação dos Dashboards dinâmicos. A Figura 6 ilustra a interface de criação de um gráfico no Grafana utilizando-se dados do servidor *MySQL*.

Figura 6 – Interface para criação de gráfico de linha no Grafana

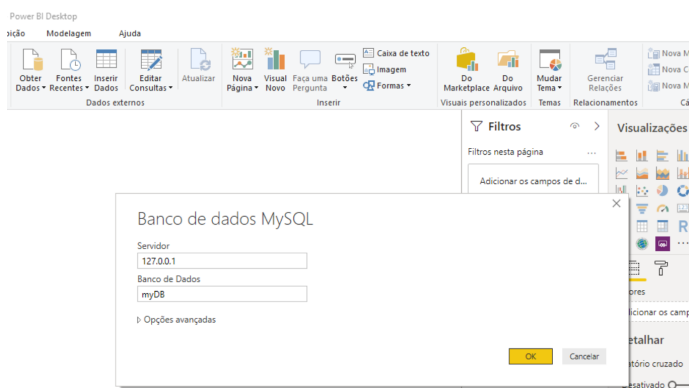


Fonte: Do próprio autor, 2020

3.4 Configuração do *Power BI*

Assim como o Grafana, o *Microsoft Power BI* também conta com um conector *MySQL* nativo. Sendo assim, indicando o endereço IP do servidor banco de dados, a porta destinada ao *MySQL* e as credenciais, caso o banco de dados tenha, é possível conectar o *MySQL* ao *Power BI*, como visto na Figura 7.

Figura 7 – Integração nativa do *Power BI* com o *MySQL*



Fonte: Arquivo Pessoal, 2020.

4 RESULTADOS OBTIDOS

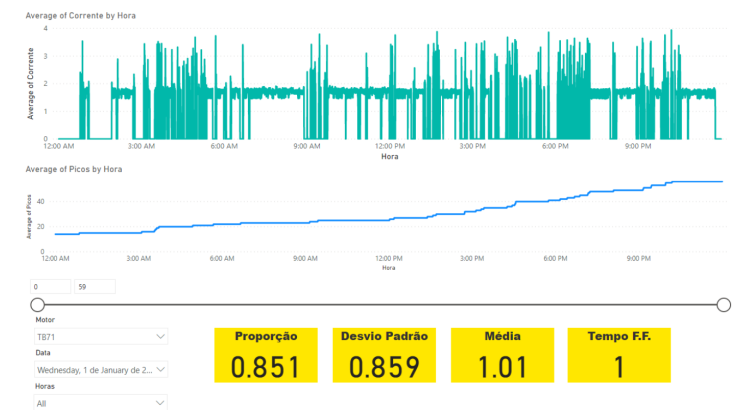
Os resultados do projeto são divididos em duas grandes aplicações: monitoramento online (Grafana) e sistema de apoio à decisão (*Power BI*).

4.1 Software de Apoio à Decisão

O sistema integrado ao *software* de apoio à decisão teve como aplicação inicial o mapeamento dos motores da linha de produção. Por meio deste, utilizando-se a técnica de análise de assinatura da corrente do motor (MCSA) e monitoramento de tensão, a equipe de gestão de manutenção elétrica da planta fabril pode analisar o comportamento de cada motor

mapeado na linha de produção, agindo preventivamente naqueles que apresentassem mais picos e também analisando a modulação da linha. O *Dashboard* pode ser visto na Figura 8.

Figura 8 – Software de apoio à decisão Microsoft *Power BI*: Dashboard de monitoramento histórico da corrente e picos por motor



Fonte: Arquivo Pessoal, 2020

O *Dashboard* no *Power BI* possibilita a análise temporal, para que a supervisão tome as decisões mais assertivas acerca dos equipamentos que estão em pior estado de funcionamento. Tratando os dados de maneira histórica e de posse das ferramentas poderosas do *Power BI*, é possível realizar análises mais assertivas.

4.2 Monitoramento Gráfico Online

A segunda abordagem do projeto visa a simplificação dos dados dispostos na linha de produção. Por meio de um *Dashboard* intuitivo e simples, é possível que, ao mesmo tempo, diretores, gerentes, supervisores, técnicos e operadores saibam o que está acontecendo em tempo real na linha de produção, com informações personalizadas a cada aplicação, com a produção horária para a gerência, a eficiência de cada máquina para o supervisor, a corrente dos motores para o técnico electricista e a condição de operação da máquina, por exemplo. A Figura 9 ilustra um desses exemplos.

Figura 9 – Dashboard de supervisão de linha no Grafana para monitoramento da linha de produção



Fonte: Do próprio autor, 2020



5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresenta uma abordagem para acessar dados de campo em sistemas de automação industrial utilizando o *framework Node-Red* como integrador de um sistema composto por um algoritmo OPC para aquisição de dados, um banco de dados *MySQL* para armazenamento destes, uma aplicação gráfica (Grafana) e um software de *Business Intelligence (Power BI)*.

De um modo geral, utilizando-se conhecimento, *frameworks* e *softwares* gratuitos e de código aberto, bem como tecnologias de redes já existentes, como o *Wi-Fi* e *Ethernet*, foi possível desenvolver um algoritmo de comunicação baseado no protocolo OPC, capaz de obter informações *online* de CLPs *Siemens* e *Rockwell*. O *framework Node-Red* facilitou a configuração e operação do algoritmo, a integração ao *Power BI* e *Grafana* possibilitou a construção de gráficos e formas de visualização e análise com grande assertividade, sendo interpretados facilmente por pessoas de diversas qualificações: da operação às diretorias das fábricas.

REFERÊNCIAS

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – FIESP. FIESP identifica desafios da Indústria 4.0 no Brasil e apresenta propostas. **FIESP**, 2018. Disponível em: <<https://www.fiesp.com.br/sipigedesp/noticias/fiesp-identifica-desafios-da-industria-4-0-no-brasil-e-apresenta-propostas/>>. Acesso em: 03 junho 2020.

FREITAS, Amanda de Paiva Pereira. **ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA SOBRE INDÚSTRIA 4.0**. 2018. p.11. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

GARDAŠEVIĆ, G., LEKIĆ, M. **IoT sensor integration to Node-RED platform**. In: 2018 17th International Symposium INFOTEH-JAHORINA, East Sarajevo. *Anais...* Banja Luka, 21 mar. 2018, p. 1-5.

GONÇALVES, R. N. **Desenvolvimento de Servidores OPC DA, OPC UA e Wrappers para aplicação em Automação**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, p. 27, 2012.

INMOM, W. H., WELCH, J. D., GLASSEY, K. L. **Gerenciando Data Warehouse: Técnicas Práticas para Monitorar Operações de Performance, Administrar Dados e Ferramentas, Gerenciar Alterações e Crescimento**. 1ª Ed., São Paulo: Makron Books, 1999.

MAHNKE, Wolfgang; LEITNER, Stefan-Helmut; DAMM, Matthias. **OPC Unified Architecture**, Berlin: Springer - Verlag, 1ª Ed., 2009.



INSTRUCTIONS FOR PREPARATION AND SUBMISSION OF WORKS TO THE SCIENTIFIC COMMITTEE OF XLVI BRAZILIAN CONGRESS OF ENGINEERING EDUCATION

Abstract: *This work presents the development of a system for the supervision and acquisition of industrial data focusing on data interoperability using the industrial OPC communication protocol. It allows an assertive visualization of the data acquired from PLCs. The system is tested on Siemens and Rockwell PLCs, but it can be implemented on other PLCs. It is low cost, easy to use and supports decision making by viewing the online information on the production line. The system uses the Node-Red and Grafana framework, as well as the MySQL and Power BI software, having a microcomputer (Linux) as a server. The acquisition of data occurs in Node-Red, which sends it to MySQL, which provides information to Grafana and Power BI software. Grafana shows information to the top management, technical and operational staff of the industry, who observe the behavior of the production line from the machines on the Dashboards. Field managers observe the historical behavior the production lines using the Power BI software, which help them to make decisions about the maintenance on the monitored machines. The software and hardware used in the acquisition system are free and easy to use, which can be used for teaching and development in the training of engineers in the industrial area on a topic as current as industry 4.0.*

Keywords: *OPC Protocol; Interoperability; Data Collection; Data Analysis.*