



Universidade Federal do Paraná
Programa de Pós-Graduação Lato Sensu
Engenharia Industrial 4.0



Richard Alves

**PROPOSTA DE DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DE
DASHBOARD OPERACIONAL PARA GESTÃO À VISTA**

**CURITIBA
2022**

Richard Alves

**PROPOSTA DE DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DE
DASHBOARD OPERACIONAL PARA GESTÃO À VISTA**

Monografia apresentada como resultado parcial à obtenção do grau de Especialista em Engenharia Industrial 4.0. Curso de Pós-graduação Lato Sensu, Setor de Tecnologia, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Pablo Deivid Valle

**CURITIBA
2022**

RESUMO

A indústria 4.0 traz o conceito de digitalização industrial, abordada nesse trabalho através de monitoramento de variáveis de processo em tempo real. Tempos de paradas e produção total só eram vistos em relatórios de turno, relatórios com inputs manuais que dificultam o rastreamento de tempos de parada, e o retardo nessas informações não auxiliavam na gestão dos ativos. Com os status de operação extraídos de forma transparente do PLC e movido para tela gráfica através do Node-Red, traz ganhos na gestão a vista do processo, deixando a toma de decisão mais assertiva. Nos primeiros meses de implementação do projeto, obteve-se os melhores resultados produtivos da companhia, portanto, valida muito bem o andamento do projeto e abre um leque de novas áreas para se aderir.

Palavras-chave: Dashboard. Node-Red. PLC. Gerenciamento. Tomada de Decisão.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA1 – EVOLUÇÃO DA INDÚSTRIA.....	8
FIGURA2 – PIRÂMIDE DA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL.....	11
FIGURA 3 - CLP	12
FIGURA 4 - APLICAÇÃO NODE-RED.....	13
FIGURA 5 – DASHBOARD DE PRODUÇÃO.....	14
FIGURA 6 – TELA TEMPO DE STATUS.	15
FIGURA 7 – TELA ITC's.	15
FIGURA 8 – TELA DE INDICADORES.	16

CONTEÚDO

1. INTRODUÇÃO	5
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO.....	5
1.2. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA	5
1.3. JUSTIFICATIVA.....	5
1.4. HIPÓTESE	6
1.5. OBJETIVO	6
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
2.1. Indústria 4.0	7
2.1.1. Revolução Industrial.....	7
2.1.2. Transformação Digital	8
2.1.3. Pilares da Digitalização.....	9
2.2. Automação Industrial	10
2.2.1. CLP	11
2.2.2. Node-Red.....	12
3. METODOLOGIA.....	14
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
5. CONCLUSÕES	18
5.1. Sugestões de trabalhos futuros	18
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19

1. INTRODUÇÃO

Esse trabalho apresenta os benefícios ao processo fabril de fertilizantes, através do uso de ferramentas que se enquadram na indústria 4.0, com digitalização de variáveis no Node-Red.

A transformação digital na indústria, que traz um enfoque na otimização de processos, integrando diferentes ferramentas que a tecnologia proporciona.

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A quarta revolução industrial, como também é denominada a indústria 4.0, tem como principal objetivo tornar os processos mais autônomos e eficientes, com cada vez menos interação humana. Para isso, dispõem de uso de tecnologias cada vez mais avançada tendo como base a automação industrial e sensores inteligentes. Entretanto é importante salientar que para que isso ocorra da forma esperada, necessita que todas as etapas interagem entre si, e tornem o sistema produtivo mais eficiente e descentralizado.

1.2. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Em meio a dificuldade em gerar e visualizar informações para gestão da produção e manutenção de uma fábrica de fertilizantes, notou-se a oportunidade de trazer de forma gráfica e clara dados consistentes e online do processo.

Tratar paradas e variações do processo é o grande desafio da maioria das empresas, grande ou médio porte, pois muitas vezes esses dados são feitos de forma manual, ocorrendo assim erros de digitação e manipulação de dados.

Na empresa onde foi aplicado o trabalho tinha-se muita dificuldade para monitorar o processo, por se tratar de uma planta de fertilizantes, variações de processos e performance dos ativos precisavam ser estudados com mais afinco.

1.3. JUSTIFICATIVA

Com a aplicação do projeto foram obtidos excelentes insights referentes a melhorias na gestão operacional e de ativos, pois foi possível verificar tempos por

minuto de parada de cada linha de produção. E por se tratar de uma fábrica de produção de fertilizantes, os índices técnicos precisam estar dentro do padrão de qualidade esperado.

1.4. HIPÓTESE

Dentre as alternativas de mercado, têm-se softwares de alto valor monetário, e alguns deles sendo licenças anuais, que precisam estar dentro do custo da empresa.

Nos supervisórios de operação também é possível ter a visão do processo, embora seja de uma forma mais operacional e pouco gerencial. Para isso ser possível o usuário precisa estar na mesma rede, que seria a de automação.

Empresas com servidores que englobam duas ou mais redes, podem facilitar a visualização através da rede corporativa.

1.5. OBJETIVO

Este projeto tem por finalidade dar apoio aos gestores quanto a tomada decisão de forma assertiva, melhorando o rastreamento de paradas e tratando lacunas abertas durante o processo produtivo, se tornando mais eficiente e autônomo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Softwares de gestão surgiram logo após a chegada dos computadores grande porte, os mainframes, na década de 40, porém foram integrados em empresas mais efetivamente nas décadas posteriores 50 e 60. Iniciou pela área da contabilidade, derivando para demais áreas produtivas na sequência, com análise de custos de inventário, assim como planejamento e controle.

O Sistema MES (Sistema para Execução na Manufatura) é um dos mais recentes softwares, que surgiu no início dos anos 90, e tem como principal função rastrear todas as etapas do produto dentro do processo. Este veio para alavancar o planejamento estratégico e mais assertivo da empresa, sendo a interface entre o chão de fábrica à gestão. Tendo como premissa controlar e monitor os processos na indústria fabril, angariando máxima eficiência e redução de custos.

2.1. Indústria 4.0

A indústria 4.0 traz a junção entre automação e tecnologia da informação, como base, como também toda a inovação tecnológica ligada a esse tema. Com objetivo principal ligado ao desenvolvimento da manufatura.

Com os avanços na automação está cada vez mais comum máquinas autônomas e os robôs presentes na indústria. A indústria automobilística está a frente nesse quesito, lá a robótica está bem integrada aos processos de fabricação, que trazem vários benefícios dispostos com seus algoritmos altamente desenvolvidos para desempenhar as funções mais complexas.

Teve início na Alemanha, mais especificamente em Hannover em feira, onde foi apresentada a ideia, ali nasceu a busca por fábricas inteligentes, onde equipamentos e máquinas façam autoajustes independentemente, usando como referência a base de dados.

2.1.1. Revolução Industrial

No decorrer da história as revoluções industriais trouxeram grandes mudanças no cenário industrial, sendo um grande marco no desenvolvimento do setor. O nome é dado por serem alterações radicais em suas respectivas épocas.

A primeira revolução registrada, ocorreu em meados do século 18, nesse período o ganho expressivo foi no surgimento das máquinas a vapor junto com a ferrovia, trazendo grandes avanços na parte logística, que era feito por tração animal anteriormente.

Durante o final do século 19 e início do 20, aconteceu a segunda revolução, nessa o surgimento da energia elétrica foi o responsável pela mudança que impactou a época. A energia atrelada a linha de produção elaborada por Henry Ford, possibilitou a linha de produção em grande escala.

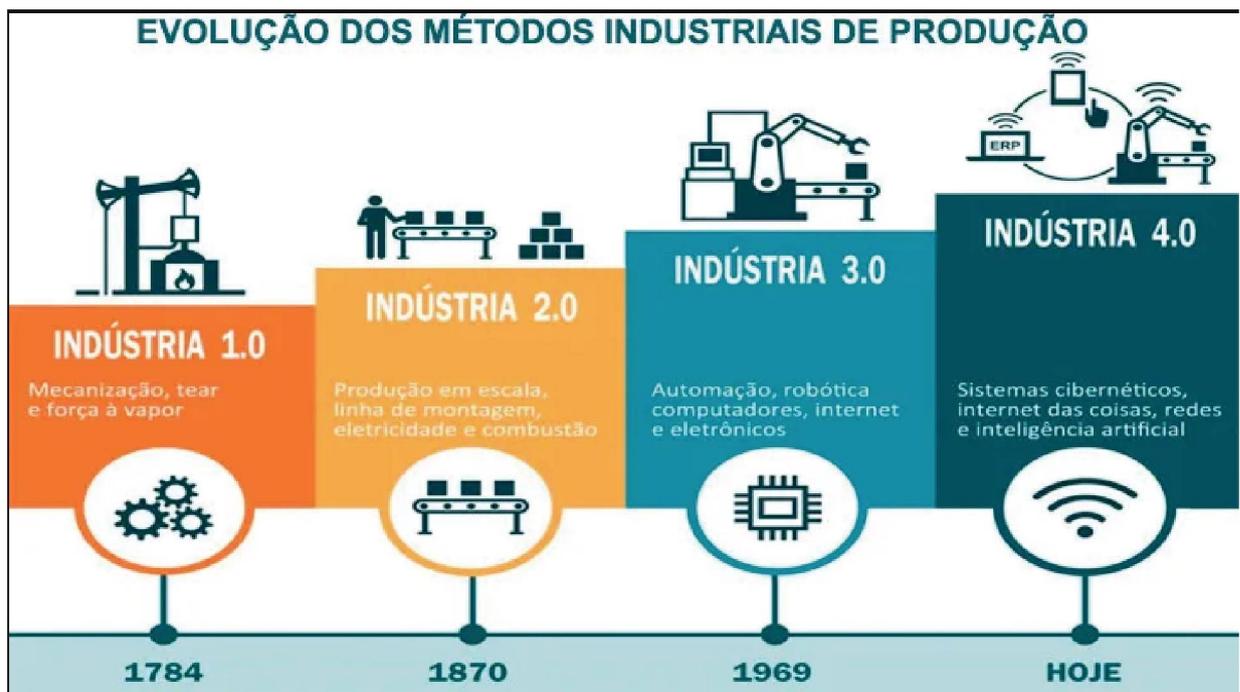
A terceira veio junto com a informática, acesso a internet, e os computadores a pessoas físicas com tudo que era disponibilizado em plataformas digitais, o que trouxe a modernização em trabalhos e serviços da indústria.

Em crises e dificuldades em cada uma dessas épocas trouxeram a necessidade de mudanças, isso incitou essas revoluções. Na atualidade a quarta

revolução ou Revolução Internet industrial está em andamento, nela foram adicionados a aplicação de tecnologias como a Computação em Nuvem (Cloud), Big Data, Inteligência Artificial e Internet das Coisas (IOT).

Em todas essas etapas houve a busca por melhorias de condições e aumento de produtividade, e com isso as máquinas vieram dividindo espaço com o homem, tornando-se cada vez mais imprescindíveis para uma indústria de alta performance e produtividade. Essa evolução é ilustrada na FIGURA 1.

FIGURA1 – EVOLUÇÃO DA INDÚSTRIA.



FONTE: GROSVENOR (2016).

2.1.2. Transformação Digital

A Digitalização mudou a leitura da linguagem humana, o jeito de disseminar conhecimento e também como mantê-lo. O que mostrava profundo conhecimento e

respeito da sociedade eram os oradores que usavam boas palavras e bem-ditas. Logo evoluiu para a palavra impressa como novo modelo de comunicação.

Em um novo formato recente com prioridade a documentos e registros digitais, criando uma nova sociedade. Com essa transformação é possível assinar documentos de forma digital, substituindo a forma convencional. Governo também já está se adaptando a nova tendência.

Com a Digitalização surgiu a chamada Sociedade 4.0, onde todas as organizações são administradas através de dados digitais, se enquadrando os seguintes setores: saúde, educação, mobilidade, segurança e a indústria. Utilizando novas tecnologias ligando ao modo 4.0.

2.1.3. Pilares da Digitalização

- **Manufatura Aditiva:** Consiste em construir peças através de modelos digitalizados. Esse conceito acelera as etapas da industrialização, as linhas de fabricação e na reposição de peças;
- **Realidade Aumentada:** Através de óculos, tablets ou celular é possível visualizar imagens digitais em 3D, isso melhora as condições para o time operacional, manutenção e gestão de ativos. Traz também benefícios na área de prototipagem.
- **Robôs Autônomos:** Cada vez mais com capacidade de propor soluções através de variáveis, com autonomia mantém o processo com alta produção, barateando o sistema produtivo, pois não tem intervenção humana.
- **Big Data:** Resolução de problemas através de aquisição de dados, função maior do Big Data é além de armazenar essa colheita, é tratar e interpretar esse grande volume dados.
- **Computação em Nuvem:** Ambiente virtual tercerizado onde é possível reunir grande volume de dados em nuvem. Sendo possível o acesso com uso de memória das máquina através da rede.

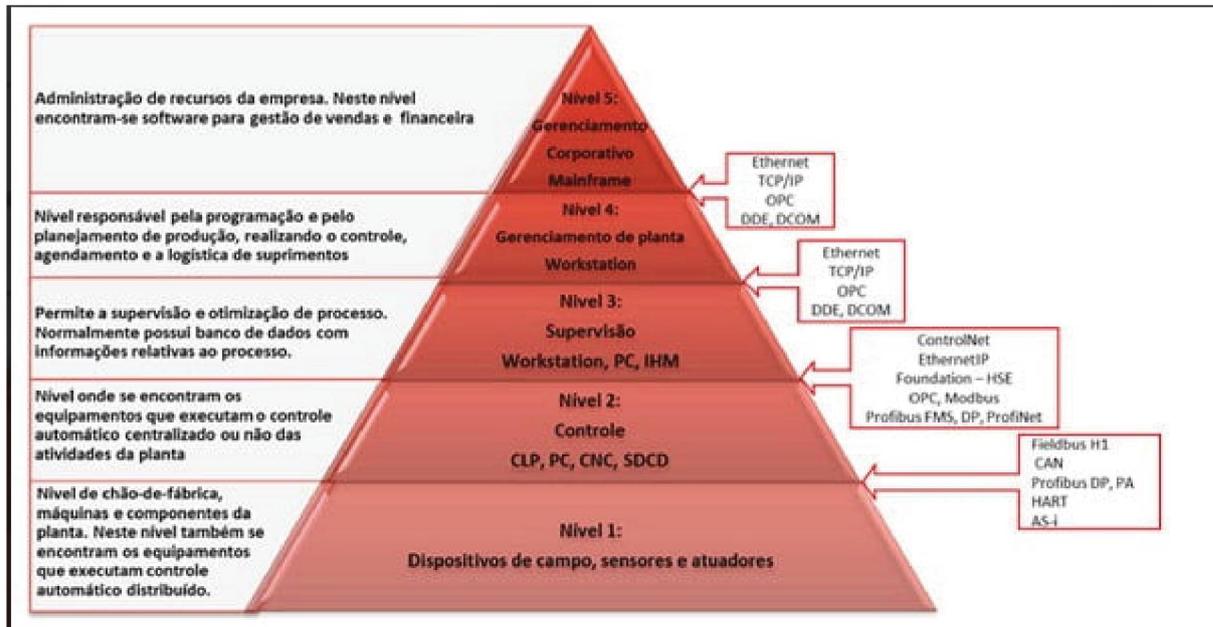
- **Cibersegurança:** Essa ferramenta tem a função de proteger dados e ataques maliciosos, de hackers e malwares. Dados de grandes empresas são altamente sigilosos, tornando essa função de proteção primordial para o ambiente virtual.
- **Integração de Sistemas:** Com a integração de sistemas é possível ter as informações centralizadas e mais acessível, evitando erros nas atividades de: linha de produção, finanças, controle de estoque, gestão de projetos.
- **Internet das Coisas (IoT):** A Internet das Coisas utiliza vários tipos de devices e possibilita a leitura em tempo real. Sendo possível o controle e monitoramento de máquinas e ambientes diferentes.
- **Simulação Digital:** Com esse recurso de simulação é possível realizar testes funcionais até com equipamentos industriais de forma virtual. Tendo maior desempenho na execução do projeto final, otimizando a manutenção e teste de campo.

2.2. Automação Industrial

A automação industrial ganhou maior destaque a partir da segunda metade do século XVIII, na Inglaterra. Porém desde o princípio o homem busca soluções que auxiliem nas suas atividades, força mecânica substituindo a força humana. Iniciando com dispositivos simples e semiautomáticos, usados em sistemas de produção artesanal e agrário que vinham migrando para o sistema industrial. Porém no início do século XX, veio migrar totalmente ao sistema automático.

A busca por maior produtividade acelerou o processo de inovações tecnológicas voltada a melhor performance. Com máquinas de maior porte, tendo como resultado mais agilidade e precisão. A energia a vapor também foi diferencial nessa época. FIGURA 2 mostra a divisão da pirâmide da automação industrial.

FIGURA2 – PIRÂMIDE DA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL.



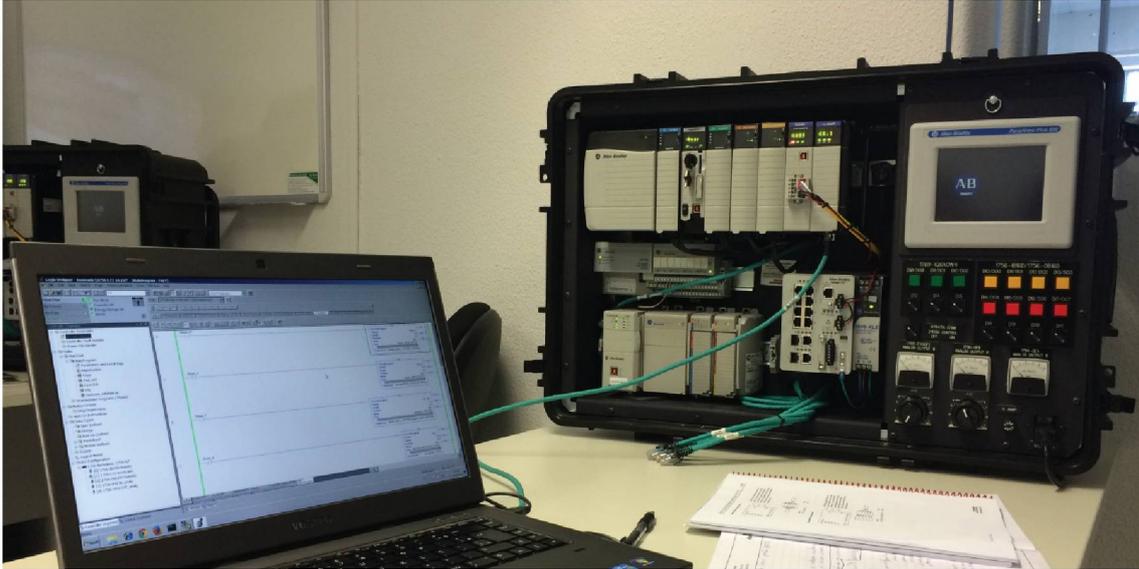
FONTE: CONTROLE DE PROCESSOS (2021).

2.2.1. CLP

O CLP (Controlador Lógico Programável) iniciou nos Estados Unidos na década de 60 buscando mudar o conceito de acionamento, que eram até então somente com painéis de relés (elétricos). O CLP possuiu uma CPU semelhante a um computador, porém mais robusto para suportar a indústria, com cartões de interface entre si e os equipamentos de campo. O CLP trabalha não só com funções lógicas, como por exemplo, tipo 'E' e 'OU', mas também, com malhas de controle (PID) em sinais analógicos.

Para garantir seu processo as indústrias precisavam de um sistema que fosse confiável e trouxesse recursos para suas diversas operações. O CLP substituiu os painéis com botões que acionavam relés e operações manuais com contato direto do operador. Hoje, existem interfaces entre o operador e o CLP, chamada de IHM (Interface Homem Máquina), o qual permite que o operador tome ações e determine parâmetros importantes para o processo apenas com um clique do mouse, ou então, funciona com uma programação definida que inicia apenas com o pulso de um botão, por exemplo. Como blocos de sequência e o uso de PID, que faz o controle junto a variáveis de processos. Na FIGURA 3 ilustra uma aplicação com o uso do CLP.

FIGURA 3 – CLP.



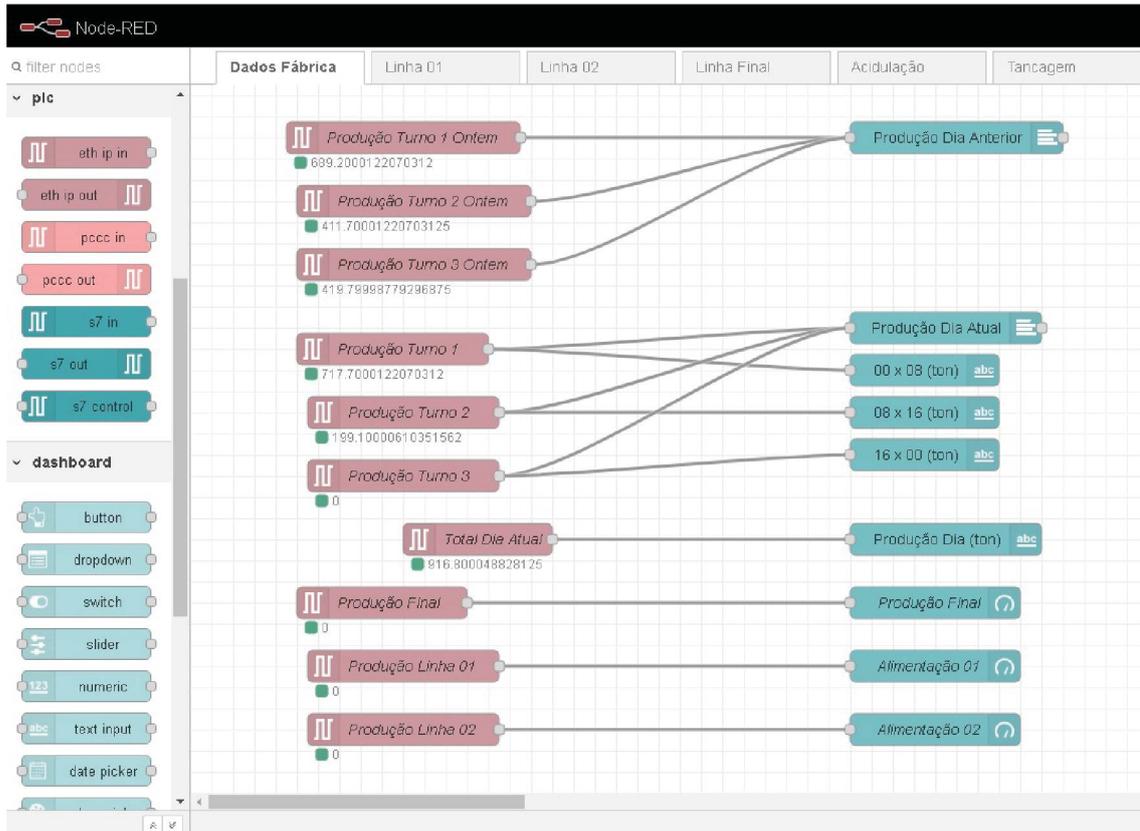
FONTE: O AUTOR (2021)

2.2.2. Node-Red

O Node-Red é uma ferramenta open source, criado para conectar de forma mais simples e um único ambiente, dispositivos de IoT, tendo atualizações importantes na sequência, onde foram incorporados hardwares APIs e web services. Os Nodes, como são chamados ou nós, é possível ler arquivos .CSV, executar eventos http, tcp, websocket, Twitter, mqtt, Telegram entre outros. É compatível com todos os navegadores, edição de forma simples através desses. Conexões de fluxos usando os nodes do palette, sendo seu maior benefício as conversões de variáveis em diversos tipos de protocolos diferentes, com a instalação de um palette correspondente a necessidade.

Outra característica marcante é a versatilidade de desenvolvimento em ambientes de qualquer Sistema Operacional. Porém, para devida instalação é preciso acrescentar um pacote de módulos e também o Node.js. A FIGURA 4 representada as tratativas desenvolvidas na aplicação do Node-Red.

FIGURA 4 – APLICAÇÃO NODE-RED.



FONTE: O AUTOR (2021)

3. METODOLOGIA

O trabalho iniciou tendo em vista a melhora na tomada de decisão, com dados em tempo real e confiáveis ajudam na tomada de decisão mais assertiva. Em reuniões de análise de causas de paradas, era notável que havia a necessidade de uma gestão a vista que trouxesse informações importantes do processo.

Primeiro passo foi identificar quais os principais equipamentos que seriam importantes mostrar o status em uma tela dinâmica, sendo assim os escolhidos para iniciar foram os status das balanças integradoras da planta, com essa visualização era possível notar o comportamento da unidade.

FIGURA 5 – DASHBOARD DE PRODUÇÃO.



FONTE: O AUTOR (2021)

Segundo passo foi dividir os status em 4 situações possíveis, sendo eles: Full, Parcial, Vazio e Parado. Para que isso fosse possível, foi preciso tratar variáveis condicionais na lógica do PLC. Onde foram atrelados além do fluxo em ton/h das balanças, as correntes elétricas de equipamentos na linha de produção. Realizando o cálculo em minutos, ou seja, a cada mudança de status iniciasse um timer onde era contabilizado o tempo em minutos, e mostrando esse número no dashboard criado. Na FIGURA 6 exemplifica os valores em minutos de cada status.

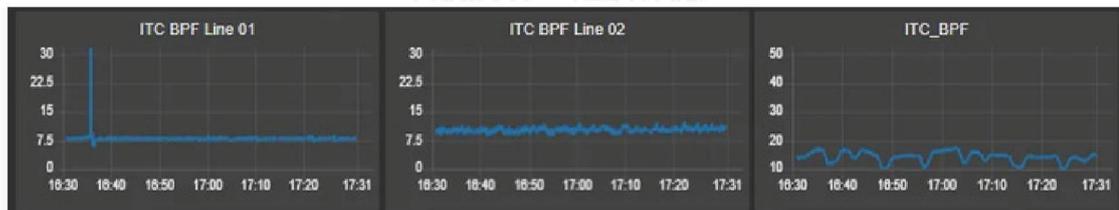
FIGURA 6 – TELA TEMPO DE STATUS.

Full (min)	<input checked="" type="checkbox"/>	363	365	90	Full	<input checked="" type="checkbox"/>	357	339	90	Full	<input checked="" type="checkbox"/>	320	354	90
Parcial	<input type="checkbox"/>	1	67	0	Parcial	<input type="checkbox"/>	27	139	0	Parcial	<input type="checkbox"/>	81	124	0
Vazio	<input type="checkbox"/>	32	40	0	Vazio	<input type="checkbox"/>	12	1	0	Vazio	<input type="checkbox"/>	3	1	0
Parado	<input type="checkbox"/>	83	6	0	Parado	<input type="checkbox"/>	82	0	0	Parado	<input type="checkbox"/>	74	0	0

FONTE: O AUTOR (2021)

Outro passo importante foi a criação dos tags que mostravam como estavam os índices técnicos (ITCs) em tempo real da planta. Outra vez foi calculado internamente no PLC, trabalhando com os dados de consumo e produção e assim obtendo o ITC real, simultaneamente a mudança desse valor mostra ao gestor como está gastos de insumos na sua produção, tendo em vista que essa variável fica disposta em gráfico chart que faz uma amostra de tempo determinado. Logo abaixo a FIGURA 7 apresenta o gráfico em chart dos valores dos ITCs dentro daquele intervalo de tempo.

FIGURA 7 – TELA ITCs.



FONTE: O AUTOR (2021)

Por fim foram KPIs com informações oriundas do monitoramento online de tags listadas anteriormente, dados de disponibilidade, performance e OEE, estão a vista ao gestor. Sempre estão dispostos no dashboard os valores referentes ao dia atual, ou seja, iniciou às 0:00 hrs e vai até às 23:59 hrs. Valores importantes para leitura a gestão diária por parte gerencial, assim como auxiliar ao time de planejamento sobre os indicadores online da planta. FIGURA 8

FIGURA 8 – TELA DE INDICADORES.



FONTE: O AUTOR (2021)

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante os testes de aplicação inicial, tiveram alguns ajustes necessários junto a liderança da área de processos, e com essa sinergia entre manutenção, controle, processos e gerenciamento, com isso os resultados foram ficando cada vez melhor.

Nas primeiras telas havia somente status de correntes elétricas de equipamentos primordiais para o sistema, na sequência do projeto foram acrescentados outros dados de processo, como: vazão de balanças, status das linhas de produção, carga atual dos silos de alimentação. Os índices técnicos (chamados ITC's) também foram adicionados devido a importância no custo do produto final, através do gráfico chart foi possível notar as variações durante a produção e com isso deixa o produto mais caro.

Esse projeto servirá também como base para o software de analytics e inteligência artificial, que será aplicado na unidade no primeiro mês do ano 2022. Nessa nova fase serão incorporadas novas funções ao sistema, com os dados já configurados será possível prever dados de variáveis de saída, e também qual tag de entrada tem maior influência no processo, mostrando o score das variáveis.

5. CONCLUSÕES

Portanto com a consolidação desse projeto, os resultados foram expressivos, com ganhos na produtividade dos equipamentos e melhoria na performance. Como consequência recordes diários e mensal foram batidos.

5.1. Sugestões de trabalhos futuros

Durante a análise e discussão dos resultados surgiram alguns questionamentos que não puderam ser confirmados neste trabalho, mas que serviram para apontar sugestões para a continuidade dos estudos. Essas sugestões são listadas na sequência:

- Para seguir caminhando rumo a uma fábrica inteligente, sensores inteligentes como câmera para monitorar online da granulometria do produto já estão sendo adquiridos para melhorar a quantidade e qualidade dos dados;
- Melhorar a leitura de campo dos sensores de temperatura e pressão diferencial para otimizar o consumo de insumos da planta, e ter mais economia e sustentabilidade;
- Na parte de softwares foi proposto também a aquisição de um sistema de gestão, onde será possível com o módulo de Analytics prever valores de laboratório, antecipar falhas de máquinas;
- Conforme a confiabilidade do programa aumentar, incrementar inputs para controlar o processo automaticamente, com isso esperasse ter valores ideais de qualidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Automação Industrial. **O que é Automação Industrial?** Disponível em: < <https://www.automacaoindustrial.info/o-que-e-automacao-industrial/> >. Acesso em: 01/11/2021.

De Souza, P. H. M.; Junior, S. J. C.; Neto, G. G. D.; **INDÚSTRIA 4.0: CONTRIBUIÇÕES PARA SETOR PRODUTIVO MODERNO.** In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, XXXVII, 2017, Joinville-SC. **A Engenharia de Produção e as novas tecnologias produtivas: indústria 4.0, manufatura aditiva e outras abordagens avançadas de produção.**

FlowTech. **História do MES.** Disponível em: < História do MES - Manufacturing Execution System | Flow >. Acesso em: 08/11/2021.

Gustavo Bacchin. **Transformação Digital na Indústria.** Disponível em: < <https://censurazero.com.br/artigo-transformacao-digital-na-industria-e-possivel-e-ja-esta-acontecendo/> >. Acesso em: 08/01/2022.

IBM. **Node-Red.** Disponível em: < Plataforma de código baixo: Node-RED, uma ferramenta de desenvolvimento visual de código aberto e de baixo código – IBM Developer >. Acesso em: 10/12/2021.

WAGO Brasil. **DIGITALIZAÇÃO INDUSTRIAL: SOLUÇÕES PARA A INDÚSTRIA 4.0.** Disponível em: < <https://www.wago.com/br/digitalizacao> >. Acesso em: 13/10/2021.