

## SISTEMA DE MONITORAMENTO DE LINHA DE PRODUÇÃO

Igor Vieira Lima<sup>1</sup>  
Kaique Franco Jarussi<sup>1</sup>  
Annete Faesarella<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Aluno do Curso de Engenharia Elétrica, Universidade São Francisco; Campus Itatiba

<sup>2</sup>Professora Orientadora: Curso de Engenharia Elétrica, Universidade São Francisco; Campus Itatiba.

### Resumo.

Na empresa em estudo, foi observado uma grande quantidade de atuações técnicas nas máquinas, que impactavam diretamente na disponibilidade da linha de produção para montagem de peças, diminuindo diretamente a produtividade e o indicador mais observado na indústria, o OEE (Índice Operacional Global). O sistema de gestão atual das linhas de produção é o Andon, que auxilia na atualização dos técnicos com o *status* das máquinas e operações de montagem, porém com análises, viu-se necessário uma melhoria desse sistema, atuando diretamente na gestão de solicitação de suporte técnico reduzindo o período de transação de informações, entre solicitante e suporte, tornando o sistema Andon mais eficiente e centralizado. Como melhoria, foi criada uma central de monitoramento onde mostra o *status* de todas as máquinas e bancadas das operações, também sendo possível visualizar o suporte solicitado especificando qual área, sejam elas (qualidade, logística, processo e manutenção). Como protótipo, foi utilizado o ESP32, por sua facilidade e versatilidade no projeto, como um módulo *Wi-fi*, para comunicação da linha com a central de monitoramento. Conforme analisado, os resultados esperados indicam um aumento de produtividade, além de agilizar o trabalho da mão-de-obra especializada, disponibilizando para outras atividades, aumento do indicador OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), que é o indicador mais importante, utilizado na indústria para medir a eficiência de uma linha de produção.

**Palavras-chave:** Andon, OEE, Arduino, ESP32, melhoria.

### 1. Introdução

Atualmente na quarta revolução industrial é incluso dentro das empresas, tecnologias e automatizações, que aceleram o processo de produção, garantindo cada vez mais a qualidade e controle do que é produzido. Para assegurar total controle da manufatura envolvida na linha, precisa-se de um sistema robusto de monitoramento, sendo deles, os mais utilizados atualmente, com recursos com IoT (*internet of things*).

Um dos indicadores mais observados em uma linha de produção é o OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) que demonstra a eficiência de uma máquina, mediante a produção programada para ela. Algo que é comum acontecer, é a atuação de manutenção preventiva ou corretiva, ou até mesmo atuação de *setups* para utilização do equipamento para outros produtos. A eficácia e agilidade destes atendimentos é essencial, para assim disponibilizar o maior tempo possível do equipamento à linha de produção. Muitas empresas, visam e exigem sistemas que agilizem o atendimento e tenham monitoramento constante destes equipamentos, o principal deles, é o Sistema Andon.

Kamada, (2008) define que o sistema Andon é uma ferramenta de gestão visual, normalmente utilizando lâmpadas, sejam elas em uma central de gestão, ou como sinaleiros posicionados nas estações de trabalho, estes devem indicar o *status* de uma linha de produção. Tendo como objetivo melhorar a produtividade em uma empresa, agilizando os chamados de manutenção e *setup*, reduzindo bruscamente o tempo de chamadas, alavancando o OEE, que será o medidor que mostrará os resultados expressivo do projeto.

Os principais problemas que dificultam a entrada no mundo da indústria 4.0, normalmente é a falta de exigência dos clientes, alto custo na aplicação da tecnologia e limitação técnica nacional. Como incentivo e busca de produtos de maior qualidade, as grandes montadoras de automóveis estão exigindo diversos sistemas de monitoramento e controle que englobam a indústria 4.0, sendo eles requisitos iniciais para atender a lista de possíveis fornecedores, ou seja, é necessário inovar.

O alto custo e falta de informação técnica, impedem o desenvolvimento da tecnologia no Brasil, visto isto como foco, desenvolver um sistema de controle de interface – suporte de linha de produção, com baixo custo e desenvolvimento caseiro, que possa agilizar os serviços prestados a linha de produção, melhorando o medidor OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), que apresentará o resultado com maior precisão.

Quando é visto o lado vantajoso do projeto, é possível enxergar facilmente os principais benefícios do mesmo para a empresa que o aplicar. O maior desafio é convencer os responsáveis pela produtividade e lucratividade que esse projeto pode sim melhorar esses dois aspectos de maneira considerável, já que a maior perda está justamente na parada de máquina e tempo de comunicação da produção com o suporte técnico.

Inicialmente, foi feita uma pesquisa, visando o entendimento da atual situação de uma linha de montagem, mais precisamente uma linha de montagem de ar condicionado para carros, enxergando assim o que já foi aplicado anteriormente. Contendo todas as informações da linha de produção, inicia-se o desenvolvimento de um projeto, fundamentado em um *software* para aplicação em *hardware*, com o objetivo de minimizar as paradas.

## **2. Referencial Teórico**

### **2.1 - Indústria 4.0**

Segundo Sacomano et al. (2018) quando se trata da Indústria, a base existente de automação informatizada e uma visão de negócios voltada à transformação digital fez nascer o conceito de Indústria 4.0, cujo nome veio de um projeto da indústria alemã, denominado *Plattform Industrie 4.0* (Plataforma Indústria 4.0), lançado em 2011, na Feira de Hannover.

A partir da Alemanha, o conceito de Indústria 4.0 foi sendo cada vez mais desenvolvido em outros países e, atualmente, tornou-se uma tendência universal. Algumas empresas já operam com 100% de sua produção fabricada no modelo de Indústria 4.0 e contam com um pequeno número de profissionais altamente qualificados. (ALMEIRA, 2019)

De acordo com Almeida (2019) o acompanhamento e a análise dos dados da produção em tempo real garantem maior assertividade na tomada de decisões, o que permitirá que o processo produtivo atenda às necessidades do cliente final.

### **2.2 - Internet of things (IoT)**

Enquanto na internet convencional os agentes emissor e receptor da comunicação são seres humanos, na IoT emissor e/ou receptor são coisas, ou seja, objetos que utilizam a internet como um canal de comunicação. (SACOMANO et al., 2018)

Franco (2019) conta que se um ativo industrial quebra, toda a produção é afetada e acaba tendo um custo elevado. Se esses ativos industriais estão conectados e podem ser monitorados através do IoT os problemas são resolvidos antes que eles aconteçam, os benefícios são enormes. Os alertas podem ser configurados, os ativos podem ser mantidos de forma preditiva, o monitoramento e o diagnóstico em tempo real tornam-se possíveis.

Almeira (2019) complementa que para a área industrial, a IoT possibilita a tomada de decisões por parte dos profissionais da Indústria 4.0. A mesma também permite que as máquinas e equipamentos dos mais variados tipos coletem em tempo real dados dos ambientes que os cercam, por meio de sensores, microprocessadores, *tags* e outras tecnologias relacionadas.

Quando unido com o sistema Andon, o IoT possibilitará a visualização em tempo real da situação das máquinas da planta, o que trará benefícios imensuráveis ao longo prazo, já que a comunicação não se torna um problema, e sim a solução.

### 2.3 - Sistema Andon

Eng Process (2017) Conta que o sistema Andon foi desenvolvido por Sakichi Toyoda, fundador da Toyota. Sakichi, que ao observar sua vó trabalhar em uma máquina de tear elétrica notou que se um fio se partisse, todo material na máquina seria desperdiçado, até que alguém notasse o problema e parasse a produção, assim unindo a capacidade humana de detecção da falha e a autonomia de parar o processo, foi desenvolvido a ideia do Sistema Andon.

Kamada (2008) Define que o sistema Andon é uma ferramenta de gestão visual, normalmente utilizando lâmpadas, sejam elas em uma central de gestão, ou como sinaleiros posicionados nas estações de trabalho, estes devem indicar o *status* de produção de uma estação de trabalho.

Figura 01 – Sinaleiro utilizado normalmente nas bancadas



Todo esse sistema tem como objetivo, manter a operação dentro do *Takt Time* (tempo disponível da produção, mediante a demanda de mercado), utilizando todos os recursos, desperdiçando o mínimo possível.

Atualmente tem-se como desafio na empresa, agilizar o atendimento nas máquinas, com um time reduzido, então como solução é interessante ter um sistema de administração da linha de montagem, solicitando o devido suporte, para situações adversas e otimizando ao máximo o tempo hábil do time.

## 2.4 - OEE

Segundo Silveira (2012) o OEE (*Operational Global Effectiveness*), é o principal indicador utilizado para medir uma eficiência global. O OEE tem como objetivo medir, a frequência que o equipamento está disponível para operar; o quão rápido está produzindo estas peças e a qualidade, ou seja, quantas peças se produz, sem que ocorram falhas ou refugos.

Silveira (2012) exemplifica que um mundo ideal, a produtividade deveria ser de 100% de eficiência, tendo produtividade máxima e garantindo a qualidade do produto, mas na prática isso é muito difícil de acontecer. Por conta disso, é necessário ter um monitoramento constante, ferramentas como o OEE são muito úteis para assegurar onde e como estes indicadores podem ser melhorados.

Silveira (2012) Conta que este indicador reflete eventos de parada de produção, como quebra de equipamentos, falta de materiais ou embalagens, tempo de *setup* de máquinas e absenteísmo, resumindo todas as paradas indesejadas. Reforçando, paradas como manutenção preventiva, implementação de melhorias, onde são “perdas” previstas, não são contabilizadas no OEE.

Silveira (2012) Finaliza dizendo que mundialmente as empresas possuem uma meta padrão para esse indicador o *World class* OEE, é de 85%. Este é o medidor encontrado nas melhores empresas do mundo, o restante apresenta um valor de 60%, sendo assim é possível aumentar a eficiência em 25%, utilizando os mesmos recursos e equipamentos.

O OEE é o principal medidor, dos resultados da implementação do sistema Andon, pois como explicado, ele mostra o impacto de paradas de linha na produtividade e o benefício de um atendimento rápido e eficiente impacta nesse medidor.

Segundo Iannone e Nenni (2013), o OEE pode ser prejudicado pelo que é chamado *Six Big Losses*, que são situações adversas que prejudicam diretamente na produtividade, sendo elas:

- *Pane*: Parada crítica não planejada de uma máquina, essa situação se resume a ação de uma manutenção corretiva.

- *Setup e ajuste*: o tempo de *setup* e ajuste é crítico no OEE, apesar de serem paradas de curto período, são as mais frequentes, e quando somadas ao fim de uma produção são as que mais impactarão na performance do OEE.

- *Pequenas paradas e redução de ciclo de trabalho*: são situações adversas e as mais difíceis de monitorar, normalmente se devem ao desgaste mecânico, troca de sensores, *bugs* no *software* e falta de material na linha, não são frequentes, porém necessitam atenção.

- *Quebra de qualidade e perda de rendimento*: Esta área está dedicada principalmente aos rejeitos na montagem, sejam eles de fornecedores secundários, ou de submontagem na própria linha de produção. Muitos dos problemas internos de montagem, são ligados a *setup* e ajustes de máquinas, para atender requisitos da qualidade.

O gráfico da figura 2, exemplifica bem o reflexo destas paradas em uma linha de produção:

Figura 02 – Gráfico de perdas



Fonte: ( <http://lekexcel.com.br/control-de-oe.html>)

Sempre que há uma parada que tange o *Six Big Losses*, é importante que o problema que causou a parada seja resolvido o mais rápido possível, para retomada de produção. Todavia, um grande fator que passa despercebido na maioria das empresas é a agilidade do suporte em atender a linha de produção.

### 3. Metodologia

#### 3.1 - Processo produtivo

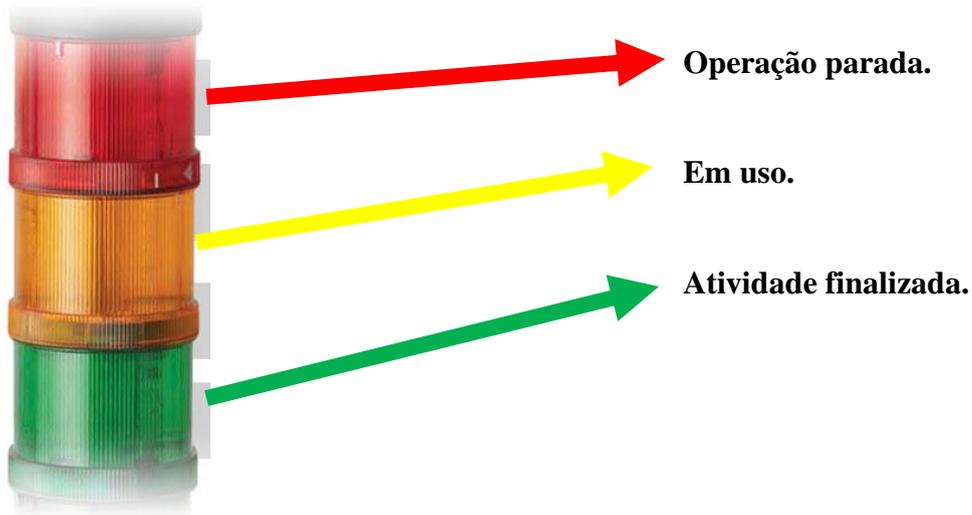
A construção de um sistema Andon foi atribuída ao estudo efetuado previamente e observou-se o impacto do mesmo na indústria atual e as suas inovações, bem como adaptações a diversos processos, além das novas tecnologias, que veem com a forte influência da indústria 4.0.

A empresa no qual está sendo fundamentado o estudo de caso, atua no ramo automotivo. Focado no setor de climatização, a planta do Brasil produz a caixa de ar e as mangueiras para transporte de fluidos de resfriamento do carro. Tendo dois produtos com montagens e fabricações tão distintas, a empresa conta com máquinas variadas, sendo elas injetoras, máquinas de corte, dobradeiras, prensas, soldas e diversas bancadas de montagem com peculiaridades individuais. Na figura 4 há um melhor detalhamento da planta em si.

Na empresa citada, foi observado uma enorme perda de produtividade, mediante *setups*, manutenção não programadas, abastecimento de materiais e quebra de qualidade dos produtos.

Por conta desses fatores e por requisitos de clientes, foi necessário aprimorar o sistema Andon existente. Atualmente o que se possui é uma torre de iluminação com três cores, que apresentam as seguintes informações, como mostrado na figura 3.

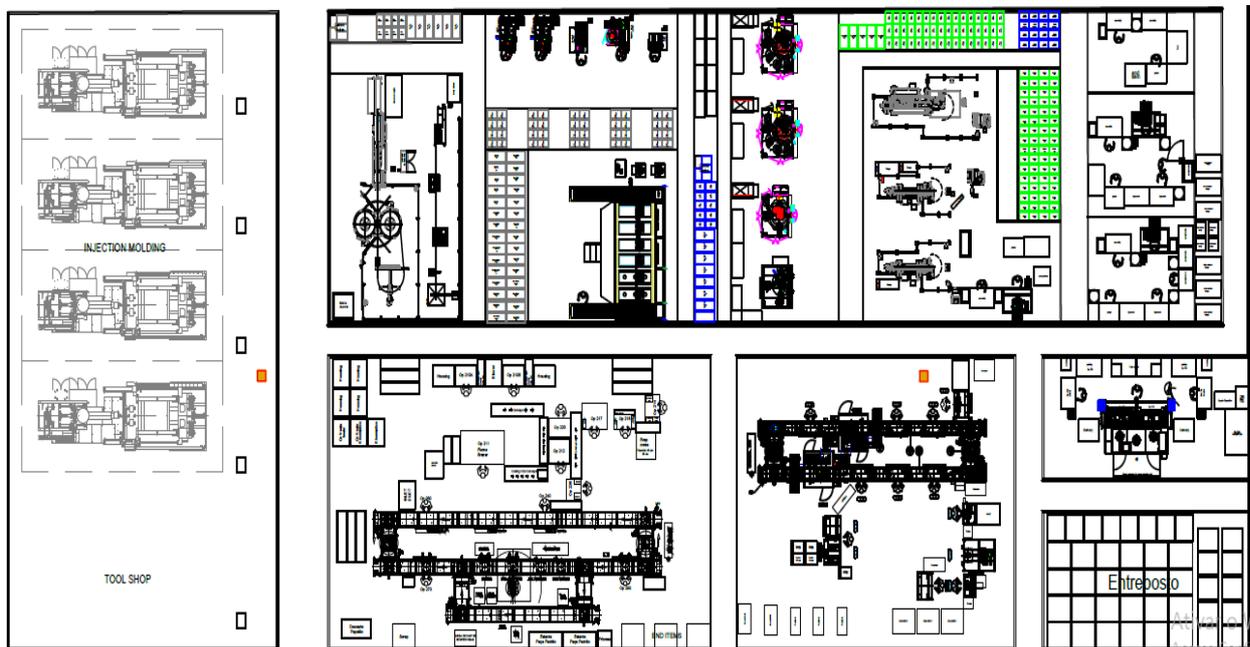
Figura 3 – Configuração da iluminação do sistema Andon



Fonte: ( <http://andon.com.br/andon-kanban-para-esteiras-e-flowracks/>)

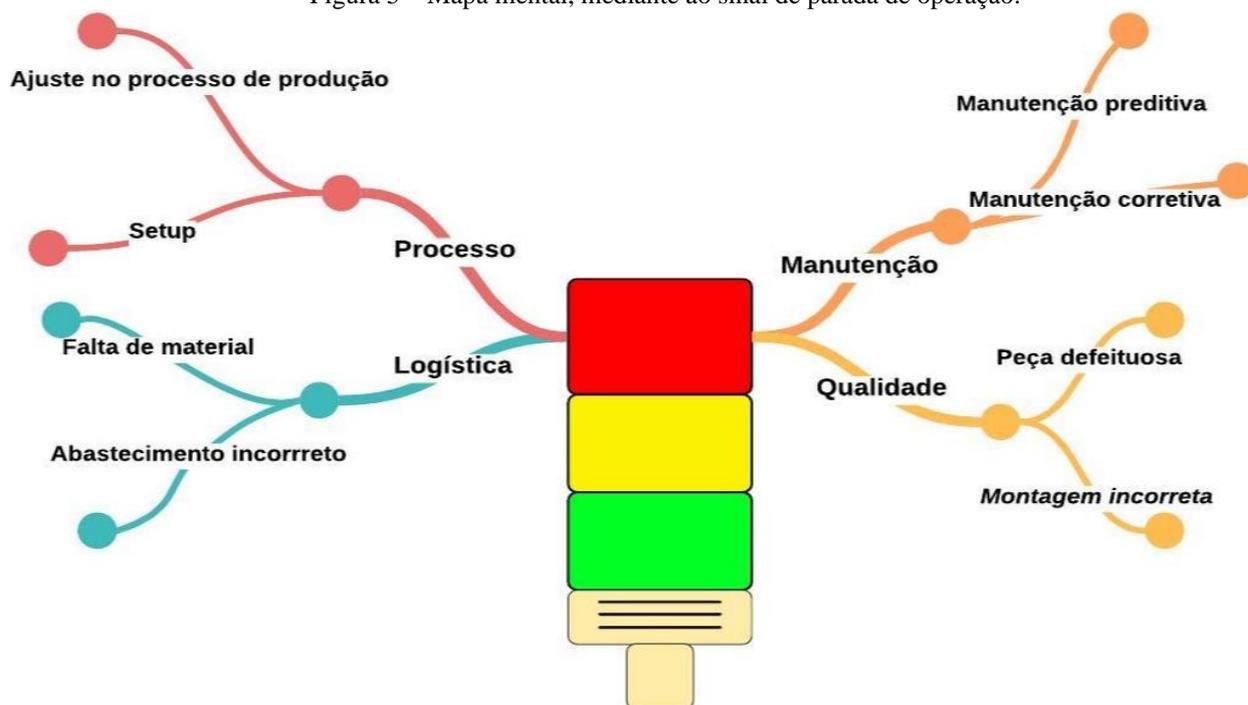
Apesar destas informações o sistema atual na empresa não é eficaz. A grande quantidade de operações e bancadas torna quase impossível a visualização do *status* da operação no meio da linha. Na figura 4, esta apresentada o layout da linha.

Figura 4 – Layout da linha da linha de produção.



Mesmo que a torre esteja visível, ela não demonstra com clareza o que se passa na linha de produção, em uma situação em que a luz vermelha esteja acesa, indica que há uma urgência na linha e a operação está parada, porém não deixa claro o que está acontecendo especificamente, o diagrama da figura 5 abaixo demonstra o leque de possibilidades:

Figura 5 – Mapa mental, mediante ao sinal de parada de operação.



Conforme mostra o mapa mental, da figura 5, existem quatro áreas principais que são responsáveis por dar suporte a linha de produção, porém a luz vermelha do Andon não indica qual é o problema e não filtra qual profissional seria o mais adequado para o serviço. O tempo perdido até que alguém chegue até a operação, analise a situação e tenha o consenso de como resolver a situação ou se deve solicitar o auxílio de outro profissional é expressivo, cerca de 10 – 15 minutos perdidos, somente para iniciar a ação na operação. Estes 10 minutos impactam diretamente na *performance* do OEE, reduzindo o tempo hábil da produção.

Na empresa onde está sendo fundamentado o estudo, a duração de um *setup* ou ajuste rotineiro é de 10 à 15 minutos, porém o tempo que se perde entre a solicitação do serviço e o atendimento do suporte é de 10 minutos. Para melhor entendimento do reflexo na produção será utilizado o OEE, segue cálculo indicado na equação 1:

**Equação 1** – Equação do OEE. (Fonte: GUPTA et al., 2012).

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo total de operação}}{\text{Tempo total disponível para operação}} \quad (1)$$

Considerando:

Tempo total de operação: 60 minutos – 15 minutos (manut. ou *setup*) – 10 minutos (espera).  
 Tempo total disponível para operação: 60 minutos.

**Equação 2** – Cálculo OEE, voltado a Disponibilidade

$$\text{Disponibilidade} = \frac{35 \text{ minutos}}{60 \text{ minutos}} \times 100 = 58,3\% \quad (2)$$

Analisando a situação atual, o OEE se resume em 58,3 % de disponibilidade da operação para produção, nessa hora analisada individualmente.

Com um sistema Andon eficiente, com dados mais visíveis e acessíveis por todos, além de especificar qual a situação adversa que está acontecendo na operação, o tempo de espera será reduzido em 5 minutos, com isso será recalculado o OEE. Considerando:  
 Tempo total de operação: 60 minutos – 15 minutos (manut. ou *setup*) – 5 minutos (espera).

Equação 3 – Cálculo OEE com sistema Andon eficiente.

$$\text{Disponibilidade} = \frac{40 \text{ minutos}}{60 \text{ minutos}} \times 100 = 66,6\% \quad (3)$$

Comparando ambos resultados, a disponibilidade da linha aumenta em 8,3 %, um valor representativo, ainda mais em uma linha de produção em que não há espaço para perdas.

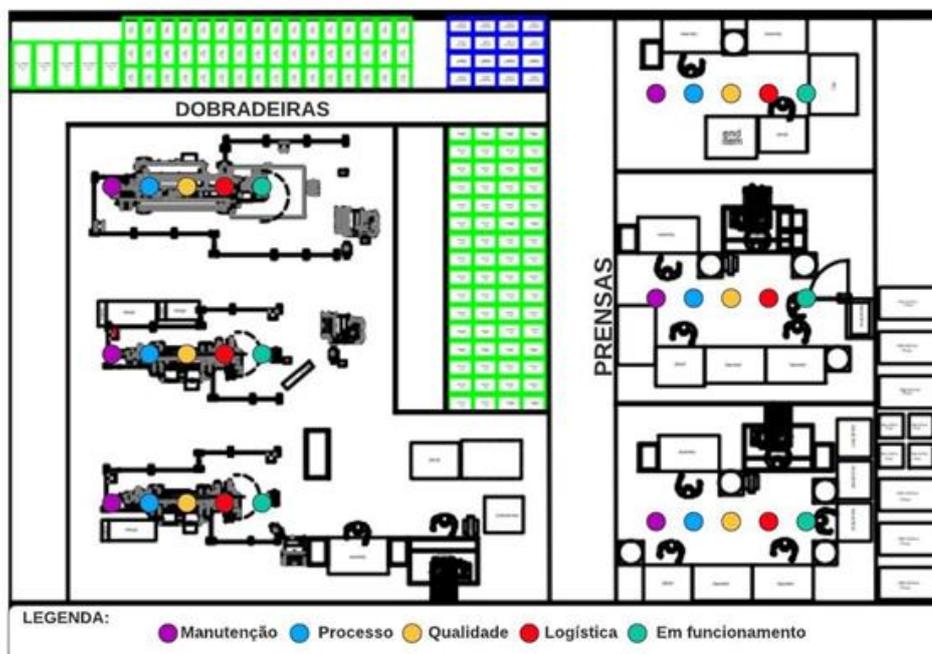
### 3.2 - Protótipo

Com a análise completa e os dados em mãos, viu-se a necessidade de um *upgrade* no sistema Andon atual, tendo como foco alguns objetivos principais como:

- Tornar o *status* das operações mais visível para a equipe de suporte técnico.
- Melhorar a comunicação da linha com o suporte técnico, tornando mais específico a descrição do problema.
- Dar agilidade no atendimento da linha de produção.
- Melhorar o medidor OEE, referente à Disponibilidade.

Para tornar o sistema Andon mais eficiente, foi criado um painel que representa a planta da empresa com o *status* das operações, como uma central de monitoramento, conforme figura 6:

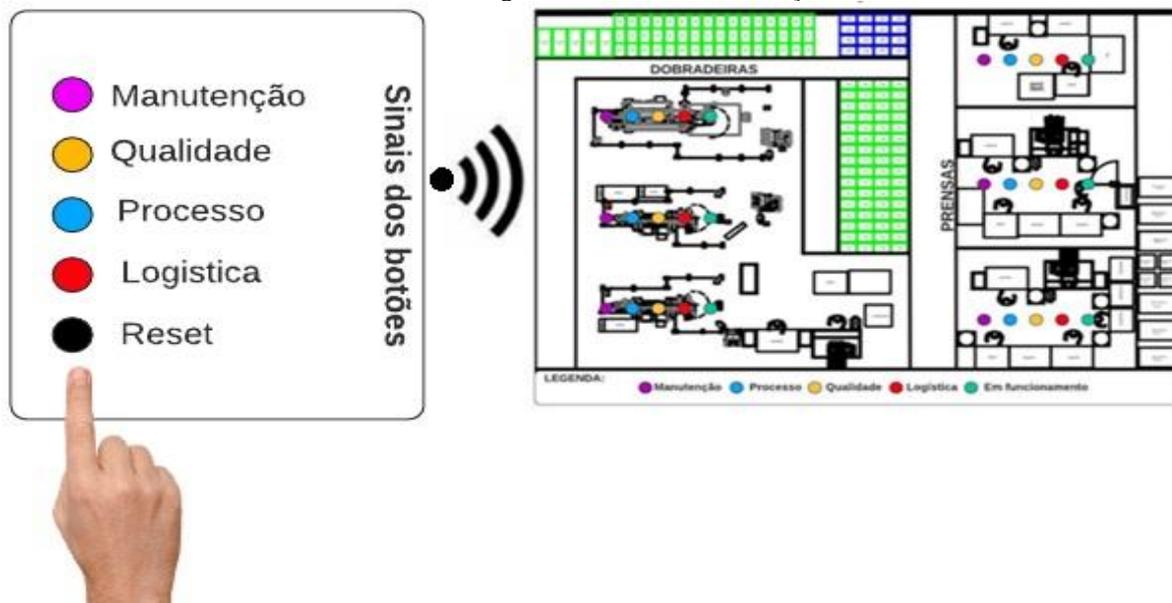
Figura 06 – Central de monitoramento



Este painel, centralizará todas as informações do funcionamento e máquinas operantes, bem como seus respectivos *status* de produção, tornando prática e mais chamativa a solicitação de uma assistência.

Conforme foi mostrado na figura 5, a torre com lâmpadas não torna nada eficiente a informação sobre o problema ocorrido na linha de produção, sendo assim como objetivo, será implementado uma série de botoeiras na operação, que terá como função solicitar o suporte técnico específico, se houver necessidade. Dentre eles, qualidade, manutenção, processo e logística. O acionamento será refletido na central de monitoramento, conforme figura 7.

Figura 7 – Interface de interação.



O alarme na central de monitoramento ficará acionado até que a ordem de serviço seja concluída, isto será informado ao pressionar o botão *RESET*.

Para fins demonstrativos foi usado no projeto o ESP32, por ser mais acessível ao grupo e apresentar resultados satisfatórios para a análise. O mesmo servirá de meio intermediário entre os sinais provenientes da máquina para os técnicos responsáveis.

Teixeira (2019) Diz que soluções IoT – *Internet of Things* – têm sido desenvolvidas há muito tempo utilizando diversos tipos de módulos, muitas vezes com um sistema WiFi externo a placa de controle. Principal característica é o seu poder de comunicação wireless, WiFi ou Bluetooth, já integrado à placa. Figura 8 demonstra o ESP32.

Figura 8 – Módulo Wifi ESP32.

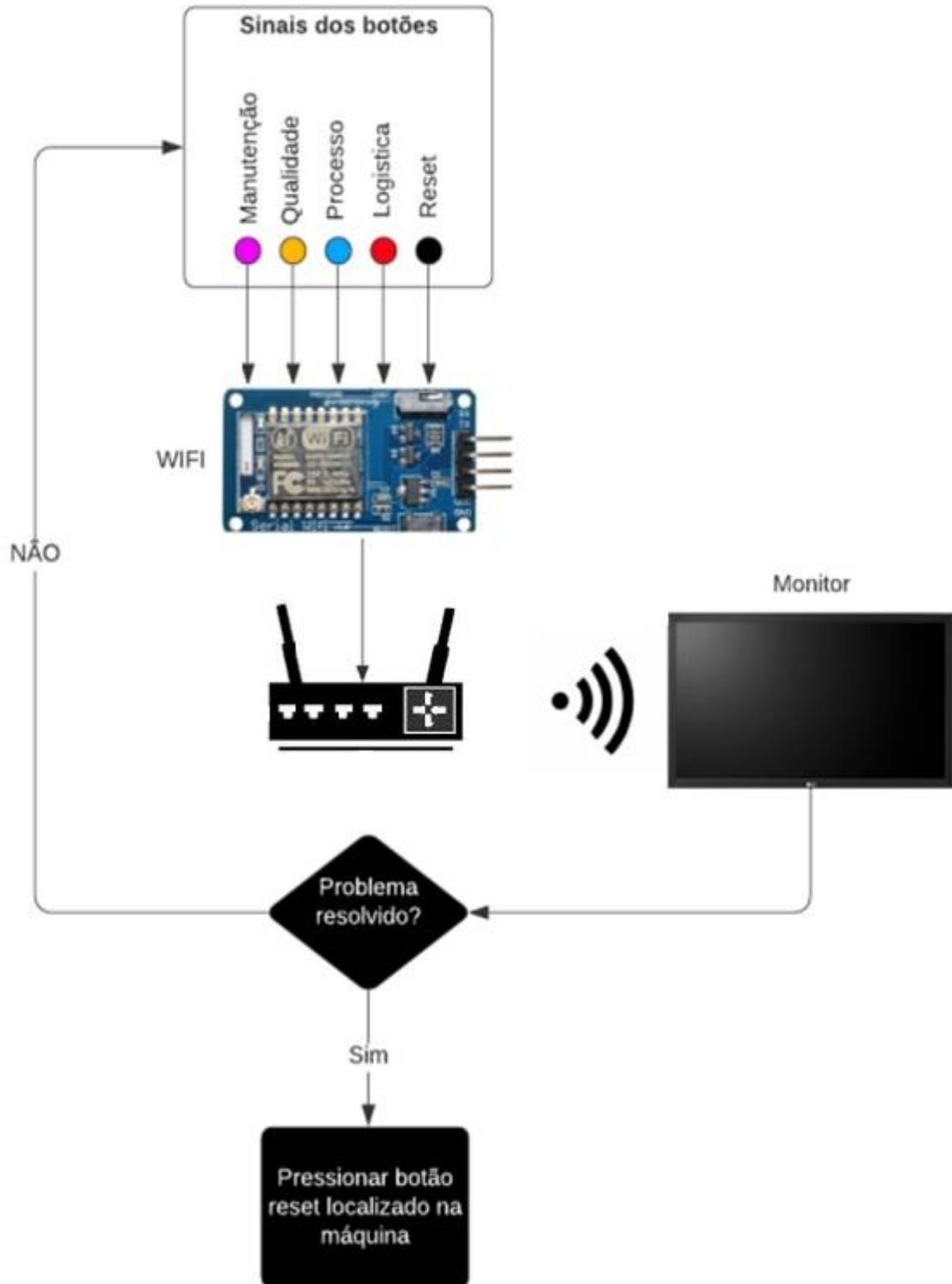


Fonte: <https://www.filipeflop.com/produto/modulo-wifi-esp32-bluetooth/>

Teixeira (2019) Cita que através do ESP32 existe a facilidade de realizarmos o projeto de Automação com apenas um módulo que é o próprio Microcontrolador e nos preocupamos

neste caso, apenas com o código, que não necessita de linguagens extras de comunicação. Levando em consideração o controle do sistema Andon, foi adicionado ao *hardware*, um *shield wi-fi* para que tenha o envio de dados remotamente, sem haver a necessidade de cabeamento. A figura 9 mostra o fluxograma de funcionamento.

Figura 9. Fluxograma Demonstrativo do protótipo montado.



Caso a empresa resolva aplicar a ideia, essa transmissão de informações a respeito do *status* da linha de produção pode ser feita de diversas maneiras, sendo uma das mais seguras o envio pela rede (*ethernet*). Existem controladores (CLPs) que se conectam à rede e além de transmitir, também controla, qualquer sinal que venha de sensores e botões.

O Controlador Lógico Programável (CLP) – pode ser definido como um dispositivo de estado sólido, um computador industrial, capaz realizar manipulação de dados e comunicação em rede. É um equipamento que realiza o controle automatizado das atividades da planta, tendo como principal função reduzir os números de outros elementos eletrônicos. (SILVA, 2018).

Segundo Silva (2018) o CLP lê os estados de cada uma das entradas e verifica se alguma foi acionada. Essa varredura, ou *scan*, geralmente dura microssegundos, o que é muito importante na indústria, em que o tempo é considerado um fator extremamente crítico, analisando então se as máquinas paradas ou não e qual o motivo da parada (qualidade, manutenção, processo e logística). A figura 10 mostra o controlador lógico programável (CLP)

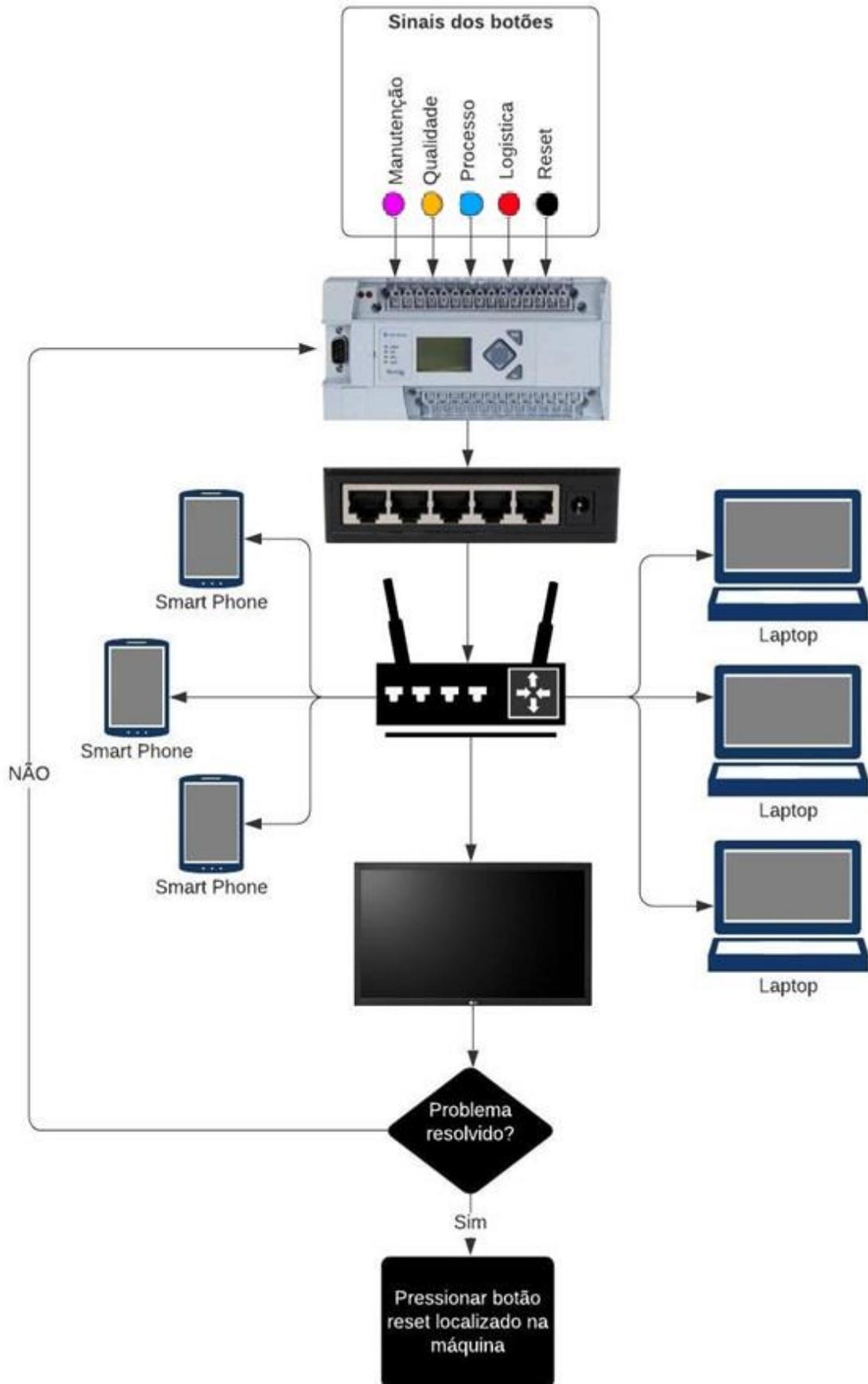
Figura 10 – CLP.



Fonte: <https://www.citisystems.com.br/allen-bradley-clp/>

Uma grande vantagem em usar o CLP para o controle do sistema Andon é que o controlador já está presente em muitas máquinas devido a sua flexibilidade no controle envolvendo automação industrial. Então basicamente, só é preciso aumentar a programação do mesmo e implementar um roteador para transmissão via celulares, *laptop* e possíveis pulseiras vibratórias para que os técnicos fiquem atentos aos monitores sinalizadores. A figura 11, mostra o fluxograma de funcionamento do sistema, utilizando o CLP.

Figura 11. Fluxograma Demonstrativo do uso do CLP no sistema Andon.



#### 4. Resultados e discussões

Como forma definitiva do sistema Andon, foi feita uma conectividade com roteador, onde através de um *Web Server*, é possível acessar o *status* dos equipamentos mediante as chamadas das áreas que estão sendo solicitadas, conforme mostra figura 12.

Figura 12 – Sistema Andon via *Web Server*, sendo acessado por um dispositivo móvel



Através dessa *interface*, o usuário pode solicitar o auxílio para uma área determinada ou indicar um estado de emergência na operação. Com a solicitação feita, o sistema manda automaticamente uma mensagem via *Telegram* para um usuário previamente determinado no código fonte inserido no ESP32. Conforme mostra figura 13, foi solicitado assistência da

manutenção na máquina de solda e instantaneamente é enviado uma mensagem via “AndonTGBot”.

Figura 13 – Mensagem enviada via *Telegram* pelo ESP32



Todos as solicitações ficam armazenadas no histórico de conversa com o *bot*, conforme mostra figura 14, tendo informação de quando foi solicitado auxílio.

Figura 14 – Mensagens do “*bot*” Andon no histórico de conversar no Telegram.



Fonte: Retirada do aplicativo Telegram.

Para validar o resultado da implementação da central de monitoramento, a ferramenta utilizada é o OEE e ela representará de forma significativa o impacto do projeto.

Atualmente a máquina conformadora de tubos (SSL) é a que possui mais atuações técnicas (*setups* e ajustes). Conforme mostrado na figura 15, foi levantado os dados durante a semana do dia 29/06/2020 para estudo da aplicação.

Figura 15 - Gráfico demonstrativo de atuações no SSL



Como demonstra tabela abaixo, foi monitorado durante a semana do dia 29/06/2020 as atuações técnicas no SSL, arquivando a quantidade de *setups*, ajustes e o tempo de suporte para o equipamento:

Tabela 01 – OEE (Disponibilidade) – Sem central de monitoramento

**OEE (Disponibilidade)**

Dias	Tempo de produção (min)	Quantidade de atuações	Tempo de parada (min)	OEE	Tempo disponível de produção (min)	Quantidade de peças produzidas
29/jun	1320	8	200	85%	1120	5600
30/jun	1320	10	250	81%	1070	5350
01/jul	1320	7	175	87%	1145	5725
02/jul	1320	8	200	85%	1120	5600
03/jul	1320	9	225	83%	1095	5475

Com o objetivo de reduzir as perdas derivadas do *Six Big Losses*, a implementação do sistema Andon, visa agilizar o atendimento a linha de produção, através de uma central de monitoramento.

Mantendo a análise na mesma máquina, foi realizado a previsão do impacto do sistema proposto na agilidade do atendimento técnico à linha de produção, como mostrado na tabela 2:

Tabela 02 – OEE (Disponibilidade) – Com central de monitoramento

### OEE (Disponibilidade)

Dias	Tempo de produção (min)	Quantidade de atuações	Tempo de parada (min)	OEE	Tempo disponível de produção (min)	Quantidade de peças produzidas
29/jun	1320	8	160	88%	1160	5800
30/jun	1320	10	200	85%	1120	5600
01/jul	1320	7	140	89%	1180	5900
02/jul	1320	8	160	88%	1160	5800
03/jul	1320	9	180	86%	1140	5700

Como apresentado na tabela 2, houve uma melhora significativa no OEE. O *World Class* OEE, define como meta global 85%, objetivo do qual as empresas devem almejar e alcançar. Conforme foi demonstrado na tabela 1, no dia 30/6/2020 o OEE foi de 81%, abaixo do objetivo esperado, porém analisando a tabela 2, com a aplicação do sistema Andon, o OEE subiu para 85%, alcançando a meta da corporativa.

Além disso, pode-se notar na tabela 3 uma diferença expressiva na quantidade de peças produzidas.

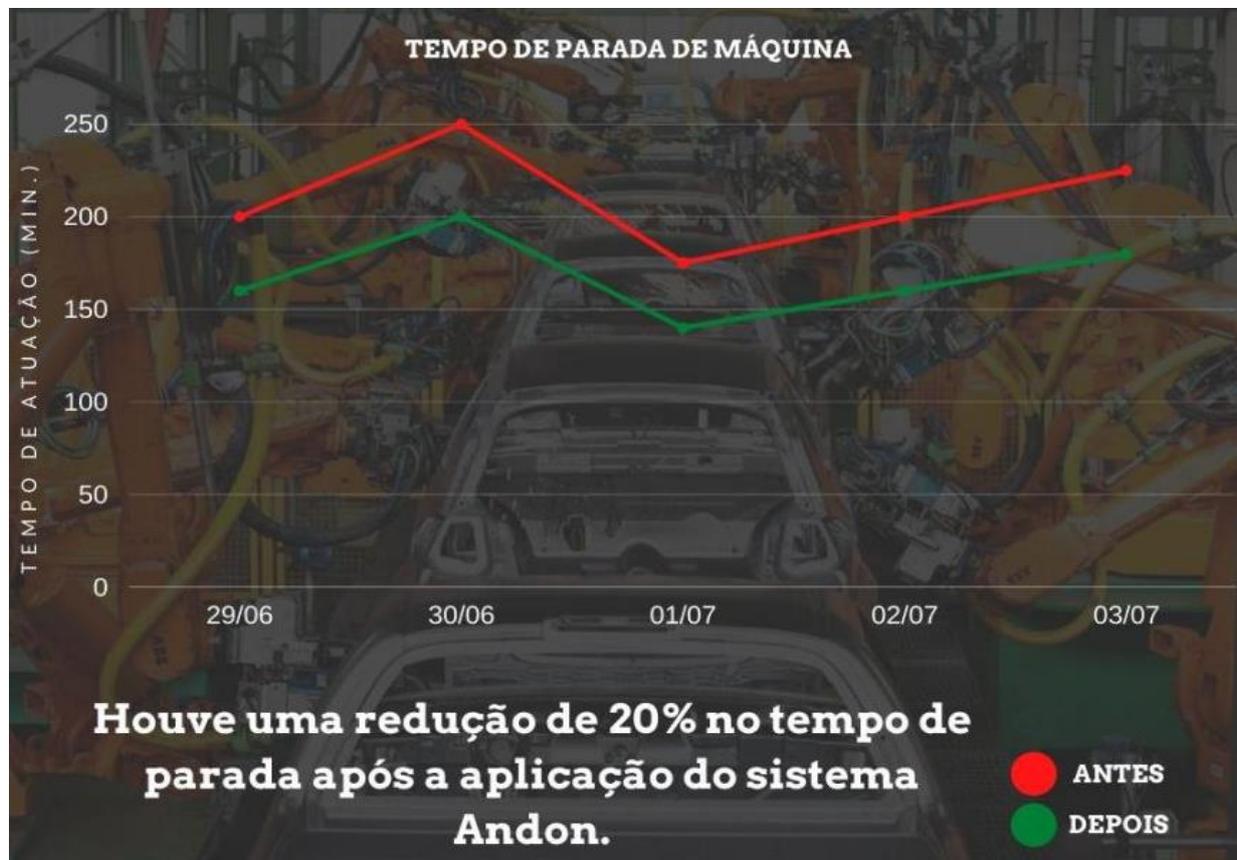
Tabela 03 – Relação de peças produzidas

	Quantidade de peças produzidas	Quantidade de peças produzidas (Sistema Andon)	Varição de peças
29/jun	5.600	5.800	200
30/jun	5.350	5.600	250
01/jul	5.725	5.900	175
02/jul	5.600	5.800	200
03/jul	5.475	5.700	225
<b>Total</b>	27.750	28.800	1.050

Com a implementação do novo sistema, durante uma semana de trabalho, houve um ganho de 1.050 peças, aumentando a produtividade. Essas peças adicionais podem poupar a empresa de eventuais solicitações de carga horária adicional.

O tempo do *setup* será reduzido consideravelmente, conforme mostrado na figura 16, liberando tempo adicional dos técnicos de manutenção e processo, para atender outras máquinas e trabalhar em melhorias.

Figura 16 – Tempo de parada de máquina



Finalizando, houve uma redução de 20% no tempo de parada, por atuações técnicas, implicando em uma melhora considerável da produtividade e disponibilização da mão-de-obra técnica para outras atividades, como em áreas muito menosprezadas no que tange à melhoria contínua, que sempre auxilia no ganho de *performance*, redução de custos (otimização de produção, redução de mão-de-obra operacional, automatização).

## 5. Conclusão

A presente pesquisa realizada abordou uma questão muito valorizada no visto empresarial, o aumento da produção através da tecnologia. Foi observado que existia uma deficiência no processo de comunicação entre operador-técnico que infligia no tempo que a máquina ficava sem produzir, desnecessariamente.

O sistema atual se mostrou ineficaz quando além de ter inúmeras paradas para atuações técnicas, ainda havia uma perda significativa no tempo em que o operador procurava o líder, para assim o líder ter que decidir de qual departamento era o problema, para então ir em busca do suporte técnico.

A máquina que mais evidenciou paradas durante o levantamento de dados teve uma média de 210 minutos por dia, sendo considerado todo tempo em que o operador levou para sinalizar a parada até o técnico responsável liberar. Com o sistema do estudo apresentado, houve uma melhora de 20%, ou seja, passando de 210 para 168 minutos.

Na atualidade, todas as linhas de produção e suas máquinas tem um sistema de controle através de um CLP, fato esse que torna a aplicação do projeto flexível e de baixo custo, sendo que o gasto será somente em meras botoeiras para o operador sinalizar a parada diretamente ao departamento responsável.

A redução é claramente percebida quando é visto que houve em média uma variação de 200 peças por dia, chegando em 1050 peças por semana. Esse ganho representa um dia a mais de produção toda semana, ou seja, apenas aplicando o projeto, seria como se todos trabalhassem no sábado.

O sistema de controle de máquinas se mostra muito eficaz quando bem dimensionado, além de ser uma exigência de grandes montadoras, traz diversos benefícios para o setor produtivo. Além de todo o aumento numérico de peças produzidas, ainda deve ser levado em consideração o tempo de vida útil do equipamento que é ganhado reduzindo o tempo de atuações.

Houve a possibilidade da reformulação do processo atual, e o protótipo se mostrou excelente através da confirmação dos números da pesquisa com o produzido. A automação tornou possível a aplicação sem qualquer mudança física na linha de produção, confirmando assim, que sempre há um método de melhorar o que já existe sem ter um grande investimento.

## Referências Bibliográficas

Adamshuk, S.J.S.L.S. R. Automação e Instrumentação Industrial com Arduino - Teoria e Projetos.; Editora Saraiva, 06/2015.

de, A.P. S. Indústria 4.0 – Princípios básicos, aplicabilidade e implantação na área industrial; Editora Saraiva, 2019.

Eng Process. (2017). sistema-andon. Fonte: EngProcess automação Industrial. Disponível em: <https://engprocess.com.br/sistema-andon/>

FRANCO, W. Não é 1, nem 2, nem 3, então, o que é Indústria 4.0? Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/n%C3%A3o-%C3%A9-1-nem-2-3-ent%C3%A3o-o-que-ind%C3%BAstria-40-william-franco/>

Helena, S.J.B.G.R.F.B. S. Indústria 4.0: conceitos e fundamentos.; Editora Blucher, 2018.

IANNONE, R.; NEMMI, M. E. Managing OEE to Optimize Factory Performance. In: SCHIRALDI, M. (Ed.). Operations Management. Roma: IntechOpen, 2013. p 192-203.

KAMADA, (2008), artigo\_36.pdf. Fonte: Lean. Disponível em: [https://www.lean.org.br/comunidade/artigos/pdf/artigo\\_36.pdf](https://www.lean.org.br/comunidade/artigos/pdf/artigo_36.pdf)

Silveira, C. B. (2012). OEE, cálculo de eficiência da planta e integração de sistemas. Fonte: citisystems: [https://www.citisystems.com.br/oee-calculo-eficiencia-equipamentos-integracao-sistemas/#disqus\\_thread](https://www.citisystems.com.br/oee-calculo-eficiencia-equipamentos-integracao-sistemas/#disqus_thread)

da, S.E. A. *Introdução às linguagens de programação para CLP.*; Editora Blucher, 2018.

Teixeira, G. (2019). ESP32 TUTORIAL COM PRIMEIROS PASSOS. Disponível em: <https://www.usinainfo.com.br/blog/esp32-tutorial-com-primeiros-passos/>.

Teixeira, G. (2019). ESP32 WIFI: COMUNICAÇÃO COM A INTERNET. Disponível em: <https://www.usinainfo.com.br/blog/esp32-wifi-comunicacao-com-a-internet/>

Santos, S. (2020). Telegram: Control ESP32/ESP8266 Outputs (Arduino IDE). Disponível em: <https://randomnerdtutorials.com/telegram-control-esp32-esp8266-nodemcu-outputs/>

## Relatório de Plágio.

Relatório de plágio realizado com o auxílio do CopySpider, conforme mostra figura 14 abaixo:

Figura 14 – relatório de plágio CopySpider.

CopySpider Scholar

[Exportar relatório](#)
[Exportar relatório PDF](#)
Visualizar ▾
[Gerador de Referência Bibliográfica \(ABNT, Vancouver\)](#)

TG\_VER3.docx (16/07/2020):

Documentos candidatos

- [citisystems.com.br/o... \[1,59%\]](#)
- [produttare.com.br/bl... \[0,66%\]](#)
- [prodwin.com.br/pt/bl... \[0,44%\]](#)
- [oe.com.br/como-calc... \[0,41%\]](#)
- [blog.luz.vc/o-que-e/... \[0,27%\]](#)
- [olhardigital.com.br/... \[0,02%\]](#)
- [brainly.com.br/taref... \[0,01%\]](#)
- [download.cnet.com/Re... \[0%\]](#)

Arquivo de entrada: TG\_VER3.docx (3674 termos)

Arquivo encontrado	Visualizar	Total de termos	Termos comuns	Similaridade (%)	
<a href="#">citisystems.com.br/o...</a>	Visualizar	2068	90	1,59	
<a href="#">produttare.com.br/bl...</a>	Visualizar	2417	40	0,66	
<a href="#">prodwin.com.br/pt/bl...</a>	Visualizar	1473	23	0,44	
<a href="#">oe.com.br/como-calc...</a>	Visualizar	724	18	0,41	
<a href="#">blog.luz.vc/o-que-e/...</a>	Visualizar	1004	13	0,27	
<a href="#">olhardigital.com.br/...</a>	Visualizar	629	1	0,02	
<a href="#">brainly.com.br/taref...</a>	Visualizar	8975	2	0,01	
<a href="#">download.cnet.com/Re...</a>	Visualizar	517	0	0	
<a href="#">arquivo.wiki.br/proc...</a>	-	-	-	-	Parece que o documento foi removido do site ou nunca existiu. HTTP response code: 404
<a href="#">concursosnobrasil.co...</a>	-	-	-	-	Parece que o documento foi removido do site ou nunca existiu. HTTP response code: 404