

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL**  
**UNIDADE UNIVERSITÁRIA PORTO ALEGRE**  
**CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL**

**FELIPE HAACK**

**SISTEMA AUTÔNOMO DE COLETA DE INFORMAÇÕES DE PRODUÇÃO**

**PORTO ALEGRE**  
**2020**

**FELIPE HAACK**

**SISTEMA AUTÔNOMO DE COLETA DE INFORMAÇÕES DE PRODUÇÃO**

Monografia apresentada à disciplina de Trabalho de Conclusão como requisito parcial para obtenção do grau de Tecnólogo em Automação Industrial, na Universidade Estadual do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof. Dr. João Alvarez Peixoto.

**PORTO ALEGRE**

**2020**

**FELIPE HAACK**

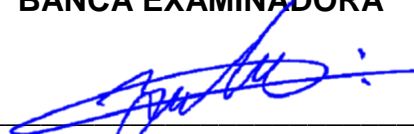
**SISTEMA AUTÔNOMO DE COLETA DE INFORMAÇÕES DE PRODUÇÃO.**

Monografia apresentada à disciplina de Trabalho de Conclusão como requisito parcial para obtenção do grau de Tecnólogo em Automação Industrial, na Universidade Estadual do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof. Dr. João Alvarez Peixoto.


Aprovado em: 21 / 08 / 2020

**BANCA EXAMINADORA**



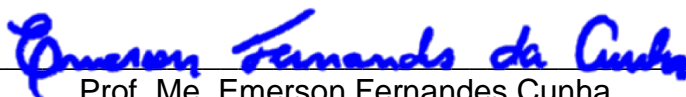
---

Orientador: Prof. Dr. João Alvarez Peixoto  
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul – UERGS



---

Prof. Dr. Miguel Afonso Sellitto  
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul – UERGS



---

Prof. Me. Emerson Fernandes Cunha  
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul – UERGS

**PORTO ALEGRE**

**2020**

*Dedico este trabalho a Deus que nos criou com o dom de aprender e replicar nossos conhecimentos.*

## **AGRADECIMENTOS**

*Agradeço primeiramente a Deus que nos criou com o dom de aprender e replicar nossos conhecimentos.*

*Agradeço meus pais, Nina e Onar que sempre me apoiaram e que sempre foram compreensivos neste meu desejo de concluir uma faculdade.*

*A minha Esposa Luana que em todos os momentos esteve do meu lado, dividindo sua vida e sempre me inspirando com as suas conquistas, buscar as minhas.*

*A minha filha Olívia que sempre me recebe com um sorriso, minha inspiração e motivação diária, me dando forças para ser um exemplo.*

*Aos meus colegas de curso, que tanto contribuíram para solução de dúvidas e que juntos possamos fazer um mundo melhor.*

*Agradeço também Ademir José de Lima, meu gerente na empresa Freios Control, sempre incentivando a busca de conhecimento e ajudando com disponibilidade de horários.*

## RESUMO

Tomadas de decisões na indústria são de suma importância para saúde financeira de uma empresa, decisões essas baseadas em uma enorme quantidade de informações coletadas em diversos setores. Dentre essas informações, algumas das mais impactantes são de produtos produzidos e disponibilidade de máquinas. Esses dados normalmente são coletados de forma manual, podendo apresentar erros de coleta, atraso na disponibilidade de informação, omissão de dados, entre outros problemas. Estes problemas podem gerar índices não confiáveis diminuindo o desempenho de medidas tomadas pelo poder decisório na indústria. Neste trabalho será desenvolvido o Sistema Autônomo de Coleta de Informações de Produção, que será capaz de coletar os dados de produção e informar para as áreas de apoio o status da máquina, caso a mesma esteja disponível ou indisponível para a produção. Será apresentado nesse trabalho os métodos utilizados e suas aplicações, apresentando que automação não só de máquinas ou linhas produtivas são importantes para a indústria, mas automação da coleta e divulgação de informações são de suma importância.

**Palavras-chaves:** Coleta de dados. Produção. Automação industrial.

## **ABSTRACT**

*Decision making in the industry is of paramount importance to a company's financial health, decisions based on an enormous amount of information collected in various sectors. Among this information, some of the most impactful are products produced and availability of machines. These data are usually collected manually, and may present collection errors, delay in the availability of information, omission of data, among other problems. These problems can generate unreliable indices, reducing the performance of measures taken by the decision-making power in the industry. In this work, the Autonomous Production Information Collection System will be developed, which will be able to collect production data and inform the support areas of the machine status, in case it is available or unavailable for production. In this work, the methods used and their applications will be presented, showing that automation not only of machines or productive lines are important for the industry, but automation of the collection and dissemination of information is of paramount importance.*

**Keywords:** *Data collect. Production. Industrial automation.*

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – <i>Software</i> Elipse. ....	14
Figura 2 – Placa de desenvolvimento Arduino. ....	16
Figura 3 – Módulos auxiliares Arduino. ....	16
Figura 4 – <i>Shield</i> acoplado em uma placa Arduino. ....	17
Figura 5 – Estrutura de rede Modbus. ....	17
Figura 6 – Coletor de dados automático. ....	19
Figura 7 – Relacionamento entre OEE e seus índices e perdas. ....	20
Figura 8 – Fluxograma do sistema manual de coleta de dados. ....	22
Figura 9 – Fluxograma do sistema proposto de coleta de dados. ....	23
Figura 10 – Ligação da placa arduino. ....	24
Figura 11 – Gráfico de produção. ....	25
Figura 12 – Protótipo utilizando arduino. ....	26
Figura 13 – SACIP (Máquina indisponível).....	27
Figura 14 – SACIP (Contagem de ciclos).....	27
Figura 15 – SACIP (Meta). ....	28
Figura 16 – Gráfico de produção.....	28
Figura 17 – Banco de dados Access. ....	29



## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1- Comparação da coleta manual e sistema desenvolvido. ....	30
--	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

UERSGS	Universidade Estadual do Rio Grande do Sul
SACIP	Sistema Autônomo de Coleta de Informações de Produção
OEE	Eficiência Global de Equipamentos
IHM	Interface Homem Máquina
CLP	Controle Lógico Programável
LED	Diodo Emissor de Luz
SCADA	<i>Supervisory Control And Data Acquisition</i> (Sistema Supervisório de Aquisição e Controle de Dados)
IDE	<i>Integrated Development Environment</i> (Ambiente de Desenvolvimento Integrado)
USB	<i>Universal Serial Bus</i> (Barramento de Acesso Universal)

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
1.1 PROBLEMÁTICA .....	12
1.2 HIPÓTESE.....	12
1.3 OBJETIVOS .....	13
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>14</b>
2.1 FUNDAMENTAÇÕES TEÓRICAS.....	14
2.1.1 <i>Software</i> Eclipse .....	14
2.1.2 Microcontrolador Arduino .....	15
2.1.3 Comunicação Modbus .....	17
2.2 PESQUISAS RELACIONADAS .....	18
2.2.1 Utilização da tecnologia de coletor de dados em centros de usinagem na indústria automobilística. ....	18
2.2.2 Utilização do indicador de eficiência global de equipamentos na gestão e melhoria contínua dos equipamentos: um estudo de caso na indústria automobilística. ....	19
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>21</b>
3.1 TIPOS DE PESQUISA .....	21
3.2 UNIVERSOS DE ABRANGÊNCIA DA PESQUISA.....	21
3.3 MÉTODOS APLICADOS.....	22
<b>4 RESULTADOS .....</b>	<b>26</b>
<b>5 ANÁLISE .....</b>	<b>30</b>
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>32</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>34</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Todos os dias, para a correta tomada de decisões dentro de uma empresa, se faz necessário o aumento no número de informações em relação à produção e controle dos processos.

Entre esses dados, alguns dos mais relevantes são: tempo de fabricação; quantidades de insumos consumidos por peças; quantidade de operadores por célula e/ou linha e demais gastos que acabam por incorporar o valor final do produto.

De acordo com HANSEN (2002) uma boa coleta de dados é a chave requerida para o completo sucesso da estratégia da OEE (Eficiência Global de Equipamentos). Pois o sucesso de várias fábricas é afetado enormemente por como a acuracidade das informações são coletadas e analisadas eficientemente.

Atualmente várias indústrias realizam a coleta de dados de forma manual, por funcionários de diferentes setores, podendo ocasionar erros de coleta, omissão de dados, entre outras falhas. Essas falhas de coleta podem gerar falsos índices, equivocando decisões pela equipe de gerenciamento, podendo resultar em perda de tempo, qualidade, além de diminuir significativamente os ganhos de uma empresa.

“Em muitos setores, existe uma resistência contra a coleta de dados por parte dos operadores e capatazes. Para ter sucesso na coleta de dados, é necessário encontrar um método de consumo de menos tempo que também seja preciso” (LJUNGBERG, 1998, p. 495-507).

Devido o avanço da tecnologia e do grande número de empresas focadas em automação industrial, existem diversos tipos de sistemas de monitoramento de produção disponíveis no mercado brasileiro. No entanto, em sua grande maioria, esses sistemas são focados em controle de paradas em linhas de produção ou de máquinas. Monitorando falta de insumos, eficácia de operadores, paradas por manutenção ou *setup*.

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema automatizado de coleta de dados em tempo real para máquinas industriais, apresentando dados específicos em uma tela gerencial à pessoa que administra o sistema produtivo.

## 1.1 PROBLEMÁTICA

Na indústria o detalhamento de coleta de dados, de modo manual, baseia-se em máquina parada e quantidade de produtos produzidos no final de turnos, porém nesse método a análise fica pouco abrangente, não apresentando um resultado eficiente, já que se torna difícil analisar ocorrências dentro de um turno que pode variar de 4 a 8 horas. Exemplo são operadores aumentarem velocidade de máquinas para compensar pequenas quebras de produção por motivos diversos.

De acordo com Ljungberg(1998), quando os operadores preenchem o formulário, o sistema nem sempre está funcionando com precisão. Isto porque o formulário geralmente é projetado por alguém que não entende a complexidade das perdas de produção, além disto, o procedimento de preenchimento na maioria dos casos não é fácil o suficiente para o operador. Em muitos casos, os dados não são compilados e analisados. Quando o operador fica ciente disso, a motivação do preenchimento do formulário diminui consideravelmente.

Diante disto, todos os índices que são gerados com a coleta de dados manual podem deixar dúvidas sobre sua veracidade, diminuindo a segurança e convicção na tomada de decisões.

“Um tópico é o problema da coleta de dados, que não foi tratado suficientemente na literatura. A maioria das empresas possui algum sistema para coletar dados sobre distúrbios de máquinas. Geralmente, os sistemas de manutenção administrativa registram o tempo de reparo, que não é o mesmo que o tempo de parada. Além disso, existem livros de registro em que os operadores registram grandes paradas. Nenhum desses dois sistemas de coleta de dados fornece, na maioria dos casos, uma imagem adequada e abrangente das perdas e seus motivos” (LJUNGBERG, 1998, p. 495-507).

## 1.2 HIPÓTESE

Um sistema autônomo capaz de coletar dados de produção em um sistema de manufatura pode trazer as informações mais fidedignas de como uma fábrica está operando, seja no monitoramento de sua capacidade produtiva, na falha de equipamentos ou no rastreamento de lotes de produção. Conhecer o que ocorre no campo fabril no momento que os fatos ocorrem, sem a interferência direta do operador, se

apresenta como uma hipótese para solucionar o problema apontado por este trabalho.

### 1.3 OBJETIVOS

Objetivo geral deste trabalho é desenvolver um sistema automatizado, capaz de coletar dados de produção, tais como: Número de peças produzidas; Tempo e motivo de máquina parada; Banco de dados para armazenagem de dados coletados; Gerador de gráfico e; Aviso de máquina parada para as equipes de apoio e/ou gerência. Posteriormente, todos os dados são apresentados em uma tela gerencial à pessoa que administra o sistema produtivo.

Para atingir esta meta, objetivos específicos são propostos, de forma a reger as atividades, sendo eles:

- a) Selecionar os meios de coleta e apresentação de dados de produção que mais correlacionam-se com o contexto do problema proposto;
- b) Construir um protótipo funcional de sistema de aquisição de dados de máquinas, que deverá captar os dados das variáveis da máquina e enviar para o sistema supervisão;
- c) Editar um sistema supervisão capaz de comunicar-se com o protótipo, a fim de receber os dados relativos à produção, apresentando tais dados em uma tela gerencial;
- d) Validar o protótipo funcional em uma situação fabril simulada.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para melhor compreensão deste estudo, o mesmo foi dividido em duas partes. Sendo a primeira parte fundamentação teórica, onde estão relacionados tecnologias e conceitos que são imprescindíveis ao entendimento deste trabalho. E na segunda parte serão apresentadas pesquisas relacionadas sobre o tema abordado neste estudo, apresentando técnicas e resultados obtidos.

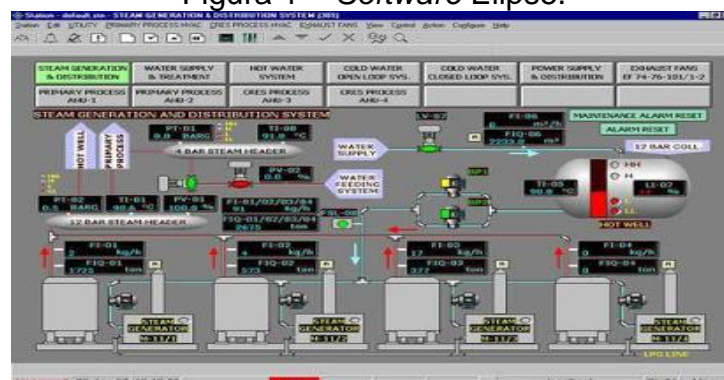
### 2.1 FUNDAMENTAÇÕES TEÓRICAS

Nos itens a seguir estão relacionados alguns dos tópicos principais para a busca da solução do problema proposto neste trabalho, sendo eles o uso do *software* Elipse SCADA que será usado para controle do sistema, o microcontrolador Arduino que servirá de porta de sinais para o sistema e a comunicação *Modbus* usado para comunicação entre os dois.

#### 2.1.1 Software Elipse

O *software* Elipse é uma consagrada ferramenta SCADA para monitoramento e controle de processos, oferecendo escalabilidade e constante evolução para diversos tipos de aplicações, desde simples interfaces HMI até complexos centros de operação em tempo real. Por ser um *software* totalmente orientado para a operação em rede e para aplicações distribuídas, oferece em novo e avançado modelo de objetos, uma poderosa interface gráfica. A Figura 1 mostra um exemplo de tela do programa.

Figura 1 – Software Elipse.



Fonte: Elipse (2020).

Este *software* também permite a comunicação com centenas de dispositivos de controle e aquisição de dados. As informações podem ser manipuladas de diversas formas, incluindo o desenvolvimento de poderosas interfaces gráficas tanto no PC em rede local quanto via *Internet*, além do gerenciamento de alarmes, armazenamento em bancos de dados, troca de informações entre outros *softwares* e componentes, e criação de relatórios.

Os primeiros sistemas SCADA, basicamente telemétricos, permitiam informar periodicamente o estado corrente do processo industrial, monitorando sinais representativos de medidas e estados de dispositivos através de um painel de lâmpadas e indicadores, sem que houvesse qualquer interface aplicacional com o operador.

Atualmente, os sistemas de automação industrial utilizam tecnologias de computação e comunicação para automatizar a monitoração e controle dos processos industriais, efetuando coleta de dados em ambientes complexos, eventualmente dispersos geograficamente, e a respectiva apresentação de modo amigável para o operador, com recursos gráficos elaborados e conteúdo multimídia.

Para permitir isso, os sistemas SCADA identificam os *tags*, que são todas as variáveis numéricas ou alfanuméricas envolvidas na aplicação, podendo executar funções computacionais (operações matemáticas, lógicas, com vetores ou *strings*, entre outros), ou representar pontos de entrada/saída de dados do processo que está sendo controlado. Neste caso, correspondem às variáveis do processo real (ex: temperatura, nível, vazão entre outros), comportando-se como a ligação entre o controlador e o sistema. É com base nos valores dos *tags* que os dados coletados são apresentados ao usuário.

Os sistemas SCADA podem também verificar condições de alarmes, identificadas quando o valor do *tag* ultrapassa uma faixa ou condição pré-estabelecida, sendo possível programar a gravação de registros em banco de dados, ativação de som, mensagem, mudança de cores, envio de mensagem por *pager*, e-mail, *mobile phones*, entre outros.

### **2.1.2 Microcontrolador Arduino**

Arduino é uma placa composta por um microcontrolador Atmel, circuitos de



entrada/saída e que se pode ser facilmente conectada à um computador e programada via IDE (*Integrated Development Environment*, ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado) utilizando uma linguagem baseada em C/C++, sem a necessidade de equipamentos extras além de um cabo USB (McROBERTS, 2011). A Figura 2 apresenta uma placa de desenvolvimento Arduino.

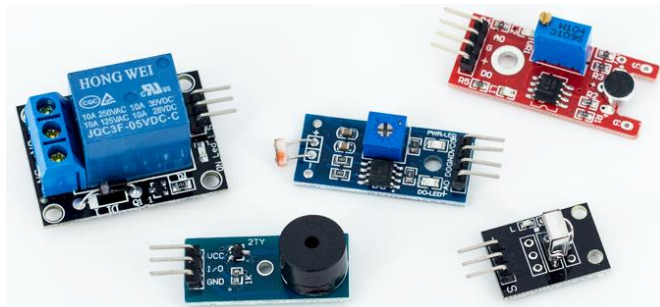
Figura 2 – Placa de desenvolvimento Arduino.



Fonte: Arduino (2020).

O Arduino possui uma vasta gama de sensores e componentes disponíveis em módulos, que são pequenas placas que contêm os sensores e outros componentes auxiliares como resistores, capacitores e diodos emissores de luz (LEDs). A Figura 3 apresenta alguns dos módulos auxiliares para os microcontroladores Arduino.

Figura 3 – Módulos auxiliares Arduino.



Fonte: Arduino (2020).

Existem também os chamados *Shields*, que são placas acopladas no Arduino para expandir suas funcionalidades. Ao mesmo tempo em que permite o acesso a uma rede ou até mesmo à *internet*, mantendo os demais pinos disponíveis para

utilização, por exemplo, utilizando os pinos para receber dados de temperatura e umidade de um ambiente, e consultando esses dados de qualquer lugar do planeta. A Figura 4 apresenta um modelo de *Shield*.

Figura 4 – *Shield* acoplado em uma placa Arduino.



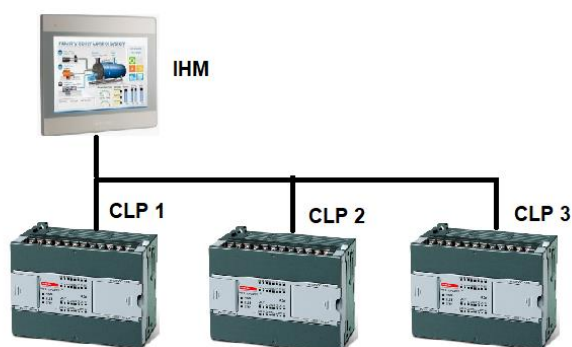
Fonte: Arduino (2020).

### 2.1.3 Comunicação Modbus

A comunicação Modbus é um protocolo de comunicação da camada de aplicação e pode utilizar o RS-232, RS-485 ou *Ethernet* como meios físicos. O protocolo possui comandos para envio de dados discretos (entradas e saídas digitais) ou numéricos (entradas e saídas analógicas).

O protocolo especifica que o modelo de comunicação é do tipo mestre-escravo. Assim o escravo não inicia nenhum tipo de comunicação no meio físico enquanto não tiver sido requisitado pelo mestre. A Figura 5 apresenta um exemplo de rede Modbus com um mestre (IHM) e três escravos (CLP). Em cada ciclo de comunicação, o IHM lê e escreve valores em cada um dos escravos.

Figura 5 – Estrutura de rede Modbus.



Fonte: Autor (2020).

## 2.2 PESQUISAS RELACIONADAS

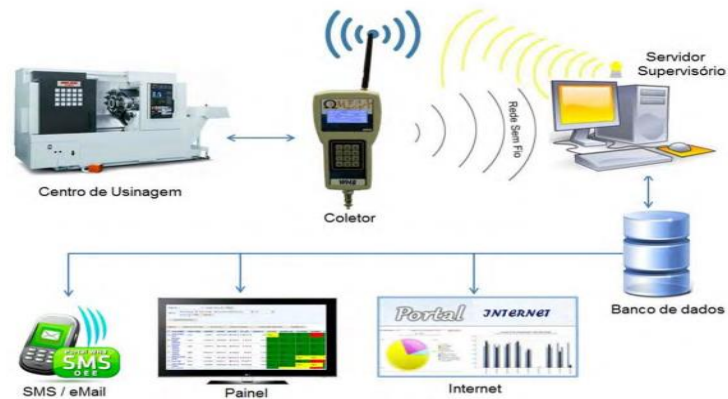
Muitos artigos científicos abordam o uso de dados coletados manualmente e automaticamente em produção, porém em sua grande maioria esse assunto é somente um tópico, se aprofundando no tratamento desses dados ao invés da coleta de dados por si só. O erro de coletas manuais e automáticas sempre é causa de discursão nestes artigos científicos, já que por falta de acuracidade decisões equivocadas podem ser tomadas. Nos próximos itens é apresentado um artigo científico sobre a diferença de coleta de dados manuais e automática e outro sobre tratamento desses dados, comprovando a importância desse estudo.

### **2.2.1 Utilização da tecnologia de coletor de dados em centros de usinagem na indústria automobilística.**

Este artigo aborda como a inovação tecnológica aplicada na indústria automobilística pode garantir maior performance e também reduzir custos na manufatura de componentes automotivos. Para atingir esse objetivo aplicou-se a tecnologia de coletor de dados integrado aos centros de usinagem para fazer a gestão dos componentes produzidos em tempo real. A implementação desta tecnologia permitiu identificar gargalos, minimizar tempos de paradas, identificar defeito e eliminar custos na linha de produção além de permitir maior qualidade na informação gerada. Os resultados desta utilização maximizaram os processos produtivos e reduziram os tempos de máquina parada.

Este estudo identificou como problemática a coleta de dados de forma manual, onde os problemas de produção acabavam por ser relatados com dois ou três dias de atraso aos gestores, que somente então decidiam por um plano de ação. Esta ação era executada com atraso, ou seja, não se permitia a interferência em tempo real no processo para melhorar a eficiência da produtividade, com tempo de paradas para manutenção ou falha menores. A Figura 6 apresenta a imagem do sistema proposto.

Figura 6 – Coletor de dados automático.



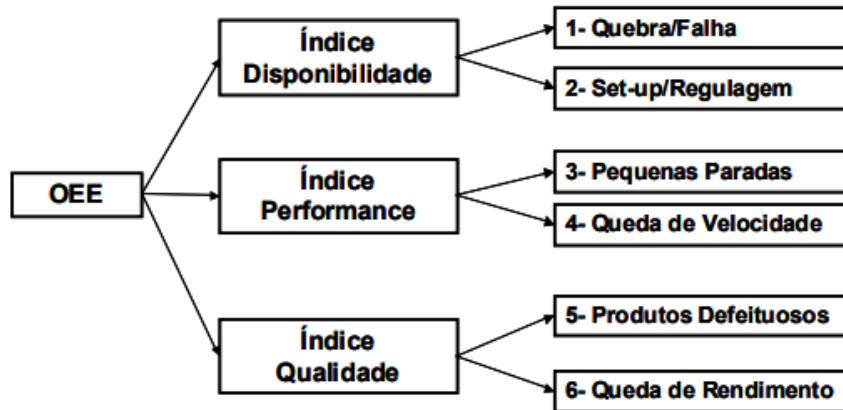
Fonte: Bento, Almeida e Santos (2013).

E como solução para esse problema, foi desenvolvido o coletor de dados automático onde um aparelho conectado ao centro de usinagem coletava em tempo real os dados de produção (BENTO; ALMEIDA; SANTOS, 2013).

### 2.2.2 Utilização do indicador de eficiência global de equipamentos na gestão e melhoria contínua dos equipamentos: um estudo de caso na indústria automobilística.

Este trabalho descreve e analisa a utilização do indicador de eficiência global de equipamentos como forma de gestão e melhoria contínua de equipamentos. Com base no estudo de caso desenvolvido em dois equipamentos, comprovou-se que os resultados obtidos nestes equipamentos apresentaram melhorias nos valores de OEE. Outro resultado percebido está relacionado à sistematização de reuniões de análise de OEE desenvolvidas por equipes multifuncionais difundindo, na empresa, uma cultura pela busca da causa raiz dos problemas. A Figura 7 apresenta a imagem com pontos importantes da OEE.

Figura 7 – Relacionamento entre OEE e seus índices e perdas.



Fonte: Chiaradia (2004).

Neste estudo são apresentados os métodos de coleta manual e automático de dados, nos quais se observa problema na acuracidade dos dados coletados, o que pode levar a tomadas de decisão erradas e ao não cumprimento dos objetivos planejados (CHIARADIA, 2004).

Por fim, um dos erros a ser corrigido para o sucesso do trabalho é exatamente o estudo desse trabalho, que é a coleta autônoma de dados em ambiente fabril.

### 3 METODOLOGIA

Neste trabalho é estudado como a coleta de dados de produção de forma automática e autônoma, podem valorizar o funcionamento de uma empresa independente do seu porte. O intuito da pesquisa é focado em quais os dados tem maior importância no meio fabril, levando em consideração quais delas afetam o poder decisório de uma empresa. Aprimorando o tempo, quantidade e qualidade de intervenções realizadas pelo gerenciamento das empresas.

Para comprovar a eficácia do estudo, será utilizada a prototipagem, que é a arte de transferir ideias no âmbito conceitual para a realidade. O protótipo será utilizado em um ambiente controlado e testará a veracidade dos dados coletados.

Utilizando um sistema supervisorio, os dados coletados serão apresentados por gráficos e tabelas, também deverá ser utilizado um banco de dados, para armazenar os dados coletados ao decorrer dos dias, gerando um histórico de eventos na linha automatizada.

#### 3.1 TIPOS DE PESQUISA

O método é um experimento de laboratório, buscando explicar o porquê das coisas, exprimindo o que convém ser feito, mas não quantificando valores e trocas simbólicas, pois os dados analisados são não métricos e se valem de diferentes abordagens.

Quanto ao procedimento será adotado o método experimental que para Gil (2007), consiste em determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto.

#### 3.2 UNIVERSOS DE ABRANGÊNCIA DA PESQUISA

O resultado deste trabalho poderá ser aplicado em qualquer linha de produção com ciclos repetitivos, máquinas com esse tipo de ciclos serão as ideais para o uso desse sistema, exigindo um grau mínimo de automação nessas

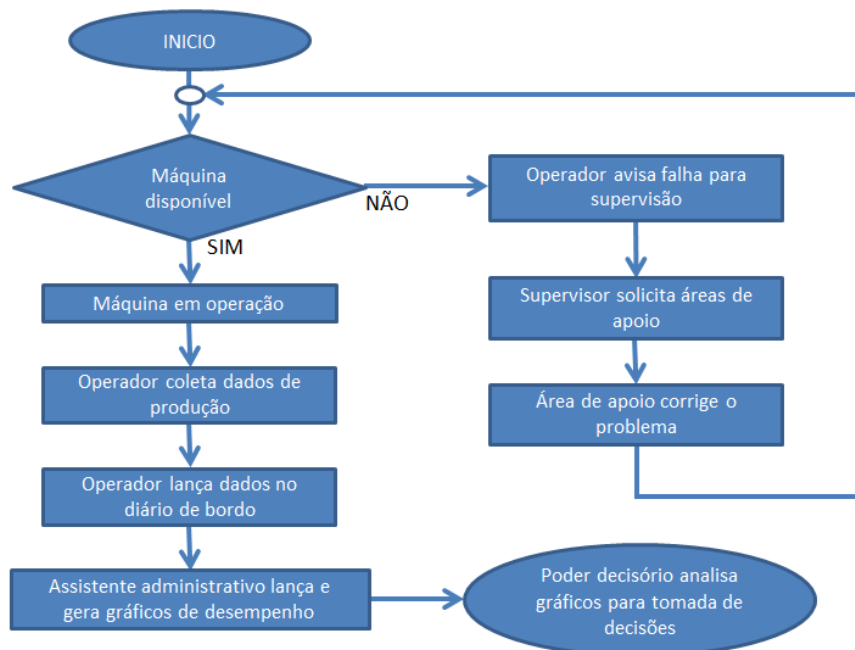
máquinas, já que poderão ser utilizados sinais já existentes em máquinas, como sensores ou sinais de botões.

### 3.3 MÉTODOS APLICADOS

Será desenvolvido de forma que os métodos aplicados se somem para chegar ao resultado esperado, começando com o análise do fluxo de coleta manual, seguindo pela proposta do sistema autônomo de coleta de dados, o desenvolvimento do protótipo e desenvolvimento do *software* que supervisionará o funcionamento do sistema e apresentará os dados coletados.

Avaliação do fluxo de coleta de dados de modo manual apresentada abaixo na Figura 8, como fluxograma deve permitir um melhor entendimento das dificuldades enfrentadas pela utilização desse sistema.

Figura 8 – Fluxograma do sistema manual de coleta de dados.



Fonte: Autor (2020).

Analisando a Figura 8, perceber-se que além da dificuldade de coletar dados de produção com eficiência existe também um problema relacionado com a parada de máquina ou linha de produção, neste caso, além de preencher o diário de bordo formalizando o tempo de parada, o procedimento de avisar a área de apoio pode ser

ineficiente, já que aberturas de ordens de serviços e tempo de resposta podem variar dependendo do tamanho da empresa e da disponibilidade da equipe de apoio.

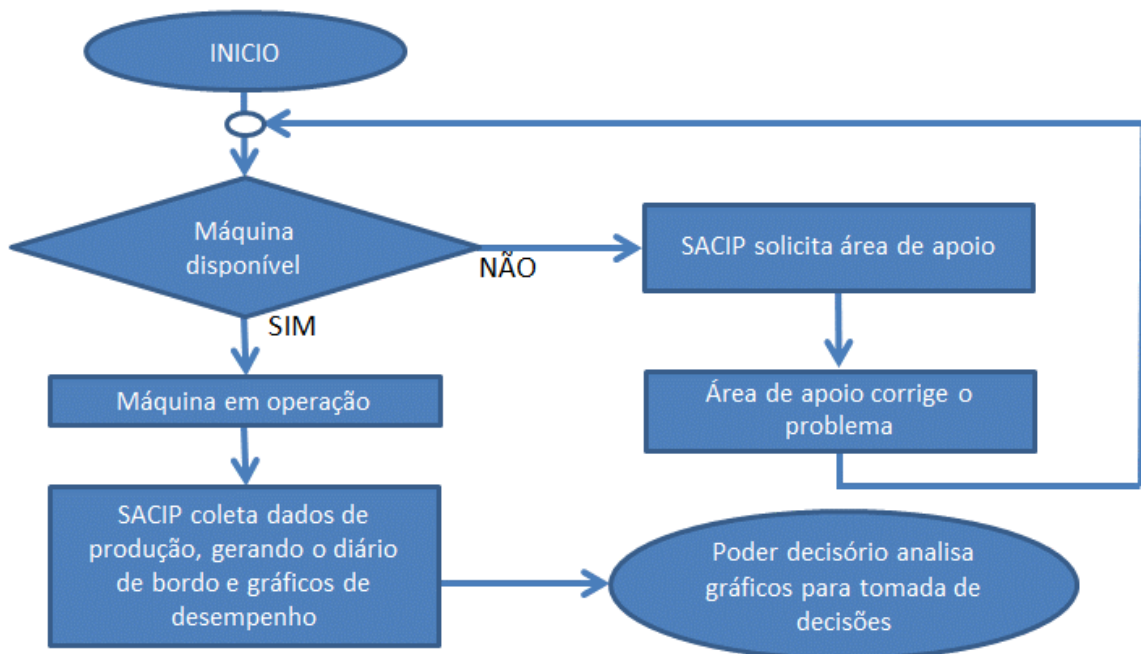
Com a coleta manual a apresentação dos dados para gerência da empresa acontece com no mínimo um turno de atraso, a coleta é realizada até o fim de um dos turnos e a confecção dos gráficos e tabelas somente no próximo turno, considerando o melhor cenário.

Sobre o controle de disponibilidade de linhas de produção ou máquinas, o tempo pode variar, conforme a acessibilidade dos supervisores e dos setores de apoio, levando em consideração o tempo de deslocamento físico entre os mesmos.

Analisando o fluxograma nota-se também que são envolvidos no mínimo cinco funcionários, cada indivíduo com um tempo de resposta que pode variar durante o turno.

Como proposta de solução, na Figura 9 está o fluxograma do SACIP (Sistema Autônomo de Coleta de Informações de Produção).

Figura 9 – Fluxograma do sistema proposto de coleta de dados.



Fonte: Autor (2020).

O sistema proposto apresenta a coleta de dados de forma autônoma, onde o SACIP (sistema autônomo de coleta de informações de produção) coleta os dados de produção diretamente de sinais da própria máquina ou linha de produção



enviando diretamente para o sistema supervisorio que faz o processamento desses sinais, gerando a apresentação de dados instantaneamente.

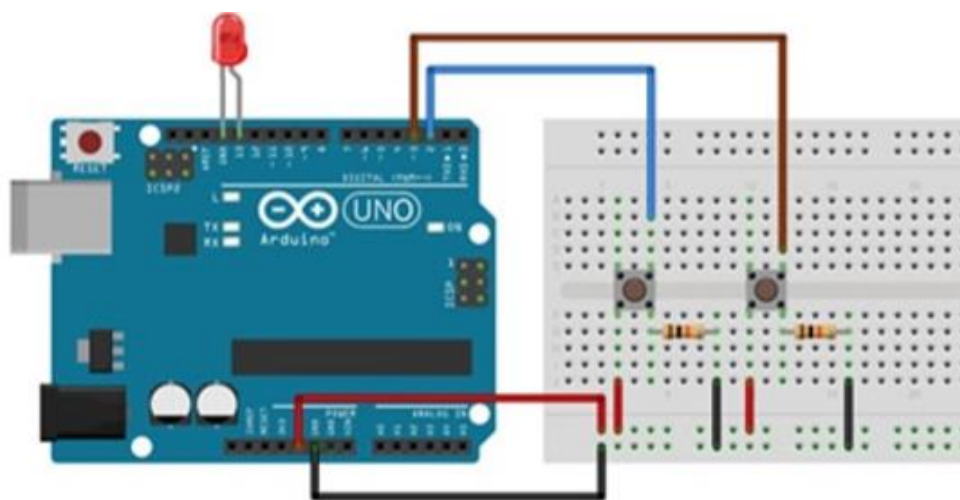
Caso ocorra algum defeito na máquina seja ela manutenção, *preset*, ferramentas ou outro motivo para parada, o próprio SACIP informará a área responsável pelo problema, avisando de forma dinâmica que a máquina monitorada está parada.

Nos dois casos o tempo de resposta da ocorrência, seja ela, contagem de peças ou problema em máquina, é instantânea e poderão ser apresentadas em mais de uma tela, podendo ter painéis nas áreas de apoio e produção.

O protótipo será desenvolvido usando como base uma placa arduino, nela serão instalados dois *push button*, dois resistores e um LED, com duas entradas e uma saída digital, as funções das entradas serão, (contagem de peças, máquina indisponível ou disponível para produção) e uma saída que indicará quando a máquina está disponível.

A placa arduino terá a função de coletar os sinais da máquina a ser monitorada e enviar para o supervisorio, funcionando como uma porta de entrada e saída. Terá como via de comunicação o Modbus já citado nas referências. Na Figura 10 tem a imagem de como deverá ser a ligação da placa arduino.

Figura 10 – Ligação da placa arduino.



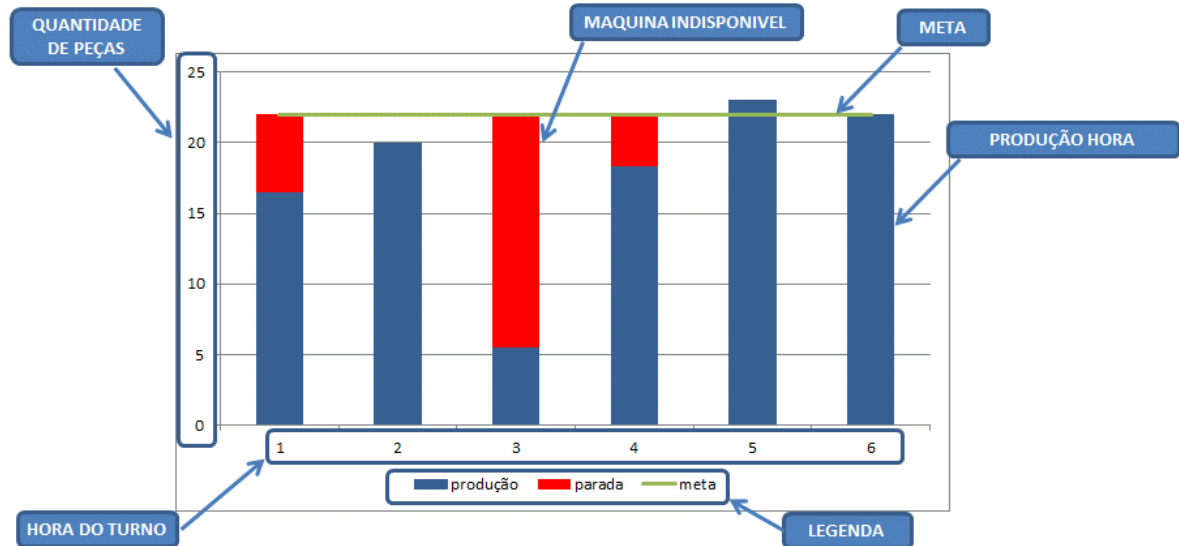
Fonte: Arduino (2020).

O sistema supervisorio será desenvolvido no *software* Eclipse, e deverá conter na sua tela principal um gráfico comparativo, aviso de máquina disponível ou

indisponível e valor de meta por hora.

Na tela principal umas das informações mais importantes serão o gráfico de produção, nela estarão dados como peças hora, tempo de paradas e eixo meta desejada. A Figura 11 ilustra o gráfico de produção.

Figura 11 – Gráfico de produção.



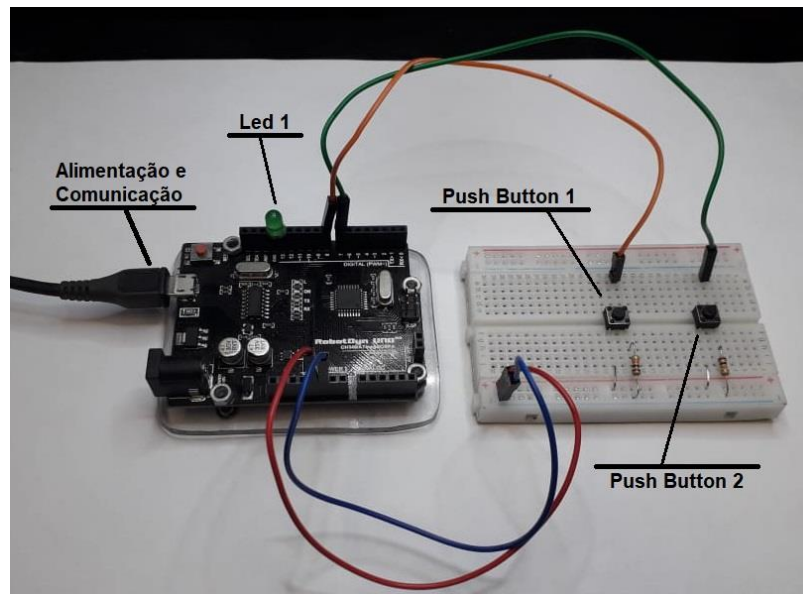
Fonte: Autor (2020).

O objetivo do gráfico é ser intuitivo, apresentando os resultados de produção de forma que facilite a interpretação numérica, o gráfico contabiliza peças fabricadas (cor azul) separadamente em cada hora do turno, em caso de parada o gráfico altera sua aparência (cor vermelha), indicando a parada da linha de produção. Ocorrendo normalmente a produção ele indicará as peças produzidas, sempre comparando os resultados com a meta estipulada, apresentando se a mesma foi atingida ou não.

## 4 RESULTADOS

Após montagem de componentes na placa arduino e desenvolvimento do *software* em Elipse foram testados as funcionalidades propostas por esse trabalho. A Figura 12 apresenta protótipo montado.

Figura 12 – Protótipo utilizando arduino.

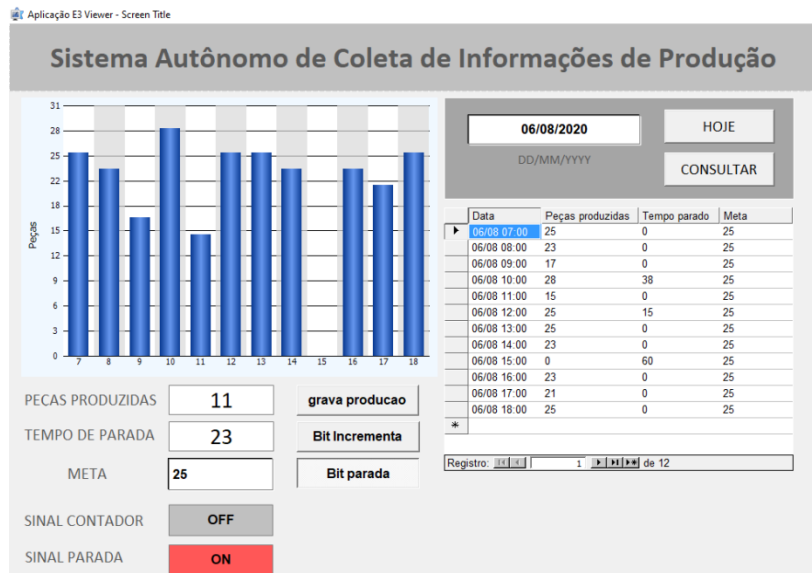


Fonte: Autor (2020).

Nos testes realizados para simular um ambiente fabril, utilizou-se os *push button's* para representar os sinais de uma máquina em produção. Onde o sinal do *push button 1* corresponde ao status da máquina, informando ao supervisor se a mesma está disponível ou não para o operador. Em caso de indisponível uma mensagem em vermelho aparece na tela solicitando a intervenção da área de apoio. Neste momento o supervisor inicia uma contagem de tempo registrando o tempo de parada.

Na Figura 13 há uma imagem do supervisor com status de máquina indisponível para produção.

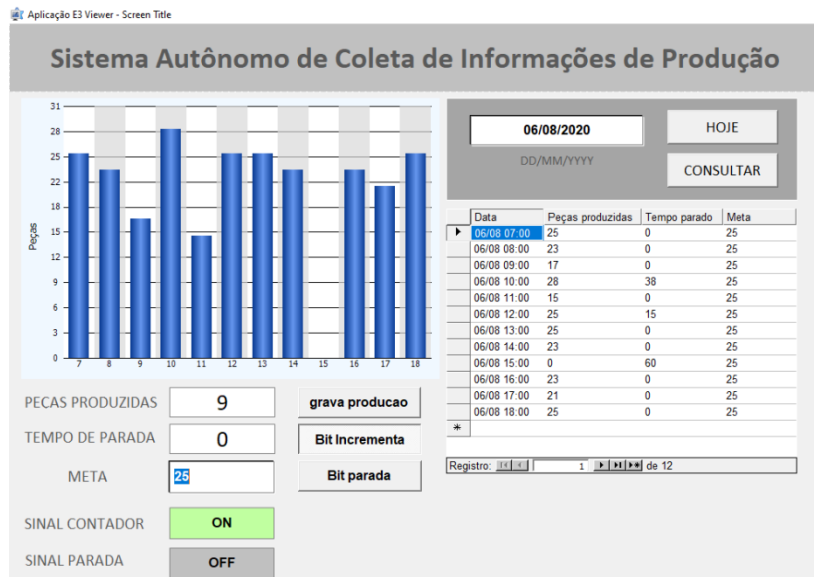
Figura 13 – SACIP (Máquina indisponível).



Fonte: Autor (2020).

Na simulação, o segundo *push button* ao ser pressionado envia um sinal para o supervisor que soma e apresenta na tela gerencial o total de ciclos concluídos, simulando assim o sinal enviado por uma máquina no final de cada ciclo. Na Figura 14 há a imagem do supervisor no momento da coleta de dados.

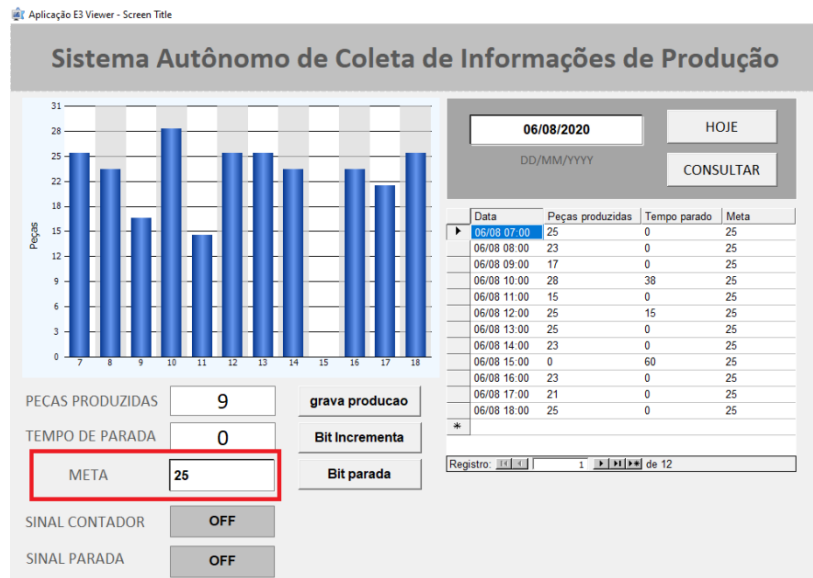
Figura 14 – SACIP (Contagem de ciclos).



Fonte: Autor (2020).

Na tela principal foi criado um campo onde deve ser informada a meta de produção por hora. Que servirá de base para comparar peças produzidas e peças que deixaram de ser produzidas seja por máquina parada ou ociosa, apresentada na Figura 15.

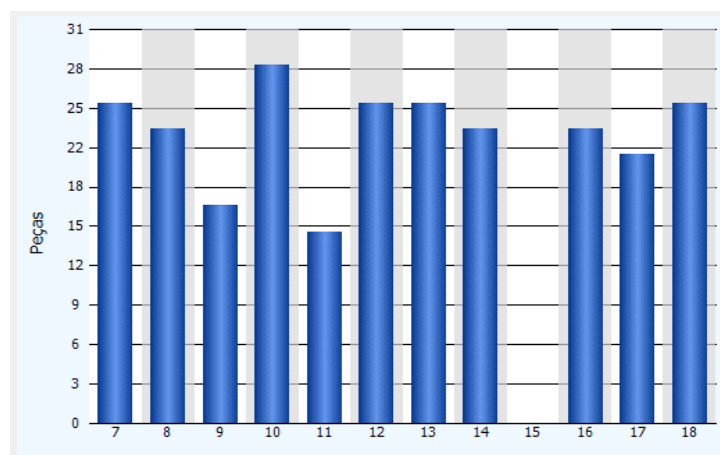
Figura 15 – SACIP (Meta).



Fonte: Autor (2020).

O gráfico apresenta a produção hora a hora, alterando a escala automaticamente conforme a meta informada. A Figura 16 apresenta a imagem do gráfico finalizado.

Figura 16 – Gráfico de produção.



Fonte: Autor (2020).

Além disso, foi projetado um banco de dados em Access para gravar os dados coletados permitindo assim a geração de relatórios com o histórico da máquina. Esses dados são gravados automaticamente no fim de cada hora. As informações armazenadas no banco de dados foram definidas por relevância apresentados nos trabalhos utilizados como base para esse estudo. Esses dados são: dia e hora da coleta de dados; peças produzidas entre uma coleta e outra; tempo de máquina indisponível e meta de produção. A Figura 17 apresenta o formato do banco de dados.

Figura 17 – Banco de dados Access.

E3TimeStamp	Producao	Producao_C	TempoPara	TempoPara	Meta	Meta_Quali
06/08/2020 11:00:00	15	192	0	192	25	192
06/08/2020 12:00:00	25	192	15	192	25	192
06/08/2020 13:00:00	25	192	0	192	25	192
06/08/2020 14:00:00	23	192	0	192	25	192
06/08/2020 15:00:00	0	192	60	192	25	192
06/08/2020 16:00:00	23	192	0	192	25	192
06/08/2020 17:00:00	21	192	0	192	25	192
06/08/2020 18:00:00	25	192	0	192	25	192
07/08/2020 13:50:43	0	192	0	192	0	192
07/08/2020 14:50:00	6	192	1	192	25	192
07/08/2020 15:50:00	21	192	3	192	25	192
07/08/2020 15:50:51	0	192	0	192	0	192

Fonte: Autor (2020).

## 5 ANÁLISE

O SACIP em simulação apresentou um ganho para o controle de produção, se confirmando como uma ferramenta que deverá facilitar a disponibilidade de informações para o poder decisório de uma empresa e será analisada por etapas, mantendo a sequência já apresentada em outros capítulos. Porém, antes de iniciar a análise das etapas será apresentado na Tabela 1 o comparativo do sistema de coleta manual de dados e o sistema desenvolvido.

Tabela 1- Comparação da coleta manual e sistema desenvolvido.

<b>Parâmetro de produção</b>	<b>Coleta Manual</b>	<b>SACIP</b>
Tempo de máquina disponível	Inexistente	Gráfico com indicação numérica
Peças produzidas	Anotação diária pelo operador	Dado indicado minuto a minuto
Tempo de máquina parada	Através dos pedidos de manutenção	Dado indicado minuto a minuto
Tempo de manutenção	Através dos pedidos de manutenção	Dado indicado minuto a minuto
Disponibilidade de dados coletados	24 horas	Dado indicado minuto a minuto
Erro de coleta de dados	Possibilidade existente	Possibilidade inexistente
Manipulação de dados	Possibilidade existente	Possibilidade inexistente
Erro no lançamento de dados	Possibilidade existente	Possibilidade inexistente

Fonte: Autor (2020)

A placa Arduino utilizada como porta de comunicação, se manteve estável em toda simulação, não apresentando nenhuma perda na coleta de dados, também se confirmou como uma ferramenta muito útil, sendo em sua tecnologia embarcada e no seu preço de mercado, tornando-se uma opção viável para instalação em larga escala na indústria.

O *software* desenvolvido no programa Eclipse realizou com exatidão todos os trabalhos pra que fora programado, sua representação gráfica apresentou um ótimo entendimento intuitivo. Como apresenta uma resposta dinâmica do status da fabrica simulada, apresentou a situação real atualizada a todo instante. Porem não alcançou todos os objetivos planejados, faltando o calculo de peças que deixaram de ser

produzidas, tanto por máquina indisponível ou ociosa, essa informação tornaria o sistema mais intuitivo, facilitando a análise de dados e agilizando a tomada de decisões para correção do problema.

O gráfico programado ficou diferente do planejado, apresentando somente a contagem de peças hora a hora, faltando à representação de máquina indisponível e linha de meta.

Por ultimo a utilização de um banco de dados foi eficiente, podendo ser utilizado para consultar dados de turnos anteriores, facilitando estudos de históricos e não dependendo de indivíduos para serem atualizados. A consulta pode ser realizada tanto via SACIP (Eclipse) ou diretamente no arquivo de banco de dados. Via SACIP ao ser realizado uma consulta o gráfico e a tabela apresentam os dados solicitados e Via Access os dados podem ser copiados e exportados para outros programas.

Com a utilização desse sistema, os gerenciamentos das empresas que utilizarem o método desenvolvido deverão ganhar em clareza e agilidade na divulgação de informação. Tendo um ganho nas tomadas de decisões.



## 6 CONCLUSÃO

Neste trabalho foi estudado o problema de veracidade na coleta manual de dados de produção, apresentando algumas dificuldades enfrentadas pelas empresas que utilizam esse método, como solução para essa problemática foi desenvolvido um sistema autônomo de coleta de informações de produção. O SACIP em todo o período de simulação alcançou a maioria dos resultados esperados, coletando tanto a produção a cada fim de ciclo quanto o status de disponível ou indisponível da máquina. Sua tela de apresentação facilitou a visualização dos dados coletados que por meio de um gráfico apresenta as peças produzidas de hora em hora, utilizando um banco de dados essas informações são arquivadas e disponíveis para futuras consultas.

No caso de simulação de falha de equipamentos, o SACIP também se apresentou eficiente, informando a área de apoio que a máquina está indisponível para o operador e contabilizando o tempo de máquina parada. Para o desenvolvimento desse trabalho foi definido somente a representação de máquina indisponível, porém no momento da implementação em situação real, deverá ser atualizado para as demais áreas de apoio, podendo ser inseridas tantas áreas que sejam necessárias.

O banco de dados em simulação correspondeu as funcionalidades esperadas, já que com ele os dados coletados são lançados instantaneamente, evitando erros tanto de coletas como na geração de relatórios e desafogando os indivíduos que em outrora eram responsáveis por essa tarefa.

Este estudo foi realizado em ambiente simulado e utilizou os conhecimentos adquiridos ao decorrer do Curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial, realizado na Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, tendo como matérias básicas: Eletrônica digital; Microprocessadores; Supervisórios; Metodologia científica; Economia para engenheiros entre outras matérias não citadas, mas de suma importância.

Após a validação desse trabalho junto à banca avaliadora o mesmo será apresentado à gerência da empresa Controil para implementação do SACIP em suas linhas de produção.

Como considerações finais para este estudo, há alguns novos tópicos a

serem estudados posteriormente, como a utilização de uma rede sem fio e o aumento da quantidade de máquina sendo supervisionadas, também pode ser elaborado um gerador de *performance*, utilizando o SACIP para geração de índices e gráficos mais elaborados baseados na OEE.

## REFERÊNCIAS

ARDUINO. **WHAT IS ARDUINO?**. 2020. Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>. Acesso em: 01 jul. 2020.

Bento, A. R; Almeida, C; Santos, M. V. **Utilização da tecnologia de coletor de dados em centros de usinagem na indústria automobilística**. In: 68º Congresso da ABM, 2013, São Paulo. p. 3462-3469. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/alexandrebento/utilizacao-da-tecnologia-de-coletor-de-dados-em-centros-de-usinagem-na-industria-automobilistica>. Acesso em 1 jun. 2020.

CHIARADIA, A, J. **Utilização do indicador de eficiência global de equipamentos na gestão e melhoria contínua dos equipamentos: um estudo de caso na indústria automobilística**. 2004. 133f. Dissertação (Mestrado em engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/4470>. Acesso em 10 jul. 2020.

ELIPSE. **Treinamentos**. 2020. Disponível em <https://www.elipse.com.br/treinamentos-busca/>. Acesso em: 01 jul. 2020.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

HANSEN, R. C. **Overall Equipment Effectiveness: A Powerful Production / Maintenance Tool for Increased Profits**. New York: Industrial Press, 2002.

LJUNGBERG, O. Measurement of overall equipment effectiveness as a basis for TPM activities. **International Journal of Operations & Production Management**. v. 18, n. 5, p. 495-507, Maio 1998. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/01443579810206334>. Acesso em 12 mai. 2020.

McROBERTS, M. **Arduino básico**. São Paulo: Novatec, 2011. Tradução Rafael Zanolli.

RIBEIRO, J. D. **Aplicação do índice de rendimento operacional Global (IROG) em uma linha de produção**. 2015. TCC UNIPAMPA.