



UNIDADE DE ENSINO SUPERIOR DE FEIRA DE SANTANA
TAINARA PAPA COSTA

IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA INFORMATIZADO PARA PLANEJAMENTO E
CONTROLE DE PARADAS DE MÁQUINAS NUMA EMPRESA DE TREFILAÇÃO
DE AÇO.

Feira de Santana
2021

Tainara Papa Costa

Implantação de sistema informatizado para planejamento e controle de paradas de máquinas numa empresa de trefilação de aço.

Trabalho de conclusão de curso da Unidade de Ensino Superior de Feira de Santana, como requisito para obtenção do título em Bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Me. Robert Santos Corbacho

Feira de Santana
2021

TAINARA PAPA COSTA

**IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA INFORMATIZADO PARA PLANEJAMENTO E
CONTROLE DE PARADAS DE MÁQUINAS NUMA EMPRESA DE TREFILAÇÃO
DE AÇO.**

Feira de Santana, dia/mês/ano

Banca Examinadora:

Prof. Mestre

Unidade De Ensino Superior De Feira De Santana
Robert Santos Corbacho

Prof. Mestre

Unidade De Ensino Superior De Feira De Santana
Ana Paula Gonçalves Dias

Prof. Mestre

Unidade De Ensino Superior De Feira De Santana
Leonardo Firmo de Almeida

RESUMO

O trabalho trata-se da implantação de um sistema informatizado para planejamento e controle de paradas de máquinas numa empresa de trefilação de aço, sendo um estudo de caso. No período a qual foi realizado o estudo, vive-se a pandemia do Covid-19, impulsionando uma inovação na esfera de análise dados, por conta da restrição social a empresa em estudo teve problemas em com relação nas suas coletas de informação. Neste contexto, foi proposto a utilização de um coletor de dados informatizado, no qual passava-se as informações de forma simultânea para o sistema, diminuindo as interferências humanas, e aumentando a confiabilidade do processo. O objetivo foi comprovar a efetividade do sistema implementado, através da análise, identificação, quantificação das horas de paradas por período e a indisponibilidade em relação a produção. Para isto, foi apurado dados por meio de relatórios do sistema da empresa entre o período de janeiro de 2020 a janeiro 2021. Com a implementação do recurso foi apresentado a diminuição de horas não apuradas, mostrando a efetividade do sistema.

Palavras-chave: Coletor de dados. OEE. Trefilar. Industria. Covid-19

ABSTRACT

The work is about the implementation of a computerized system for planning and controlling machinery shutdowns in a steel drawing company, being a case study. The Covid-19 pandemic was happening during the time in which the study was conducted, therefore, driving an innovation in the sphere of data analysis. Due to social constraints, the company under study had information collection problems. In this context, the use of a computerized data collector was proposed, in which the information was transferred simultaneously to the system, reducing human interference, and increasing the reliability of the process. The objective was to prove the effectiveness of the implemented system, through the analysis, identification, quantification of the hours of downtime per period and the unavailability in relation to production. For this, data was calculated through company system reports from January 2020 to January 2021. With the implementation of the resource, the reduction of hours not calculated was presented, showing the effectiveness of the system.

Keywords: Data collector. OEE Wire drawing. Industry. Covid-19

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Linha do tempo da revolução industrial	12
Figura 2 – Charlie Chaplin em linha de montagem	14
Figura 3 – Modelo de formulário de apontamento	16
Figura 4 – Benefícios do coletor de dados eletrônico	17
Figura 5 – Processos de Conformação Mecânica	20
Figura 6 – Regiões do processo de trefilação	21
Figura 7 – Processo de trefilação	22
Figura 8 – Trefilação sem deslizamento	23
Figura 9 – Trefilação com deslizamento	23
Figura 10 - Coletor de dados Motorola modelo MC 9090	26
Figura 11 - Quantidade de paradas por motivos – janeiro a março/2020	28
Figura 12 - Quantidade de paradas por motivos - setembro/2020	29
Figura 13 - Quantidade de paradas por motivos - outubro/2020 a janeiro/2021	29
Figura 14- Tempo de parada por tipo de lançamento (Manual) – janeiro a março/2020	32
Figura 15 - Tempo de parada por tipo de lançamento (Manual) - setembro/2020	33
Figura 16 - Tempo de parada por tipo de lançamento (Manual) - Outubro/2020 a Janeiro/2021	34
Figura 17 - Tempo de parada por tipo de lançamento (Coletor) - Outubro/2020, a Janeiro/2021	35
Figura 18 - Meta de produção (t), produção(t) por horas não apuradas – Máquina X12	36
Figura 19 - Meta de produção (t), produção(t) por horas não apuradas – Máquina X13	37
Figura 20 - Meta de produção (t), produção(t) por horas não apuradas – Máquina X14	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AR	Arrebentamento
MA	Manutenção
OUT	Outros
TP	Troca de programa
TS	Troca de sabão
AD	Administrativa
PT	Pré-teste/ Desempeno/ Regulagens
EM	Embaraçamento
LI	Limpeza
REG	Regulagens
FM	Falta de material
FOP	Falta de OP (Ordem de Produção)
AB	Abastecimento

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	OBJETIVOS	11
2.1	Objetivo geral	11
2.2	Objetivos específicos	11
3	REVISÃO DE LITERATURA	12
3.1	Revolução industrial e evolução do trabalhador	12
3.1.1	Primeira revolução industrial	12
3.1.2	Segunda revolução industrial	13
3.1.3	Terceira revolução industrial	14
3.1.4	Quarta revolução industrial	15
3.2	Covid-19 e seu impacto no setor industrial	15
3.3	Coletor de Dados	16
3.4	OEE	17
3.5	Conformação mecânica	19
3.6	Trefilação	20
4	METODOLOGIA	25
4.1	Ferramentas e recursos utilizados	25
4.2	Fases de testes	26
5	RESULTADO E DISCUSSÃO	28
5.1	Identificação e quantificação dos tipos de paradas	28
5.2	Contabilização de tempo de parada	31
5.3	Verificação das horas não apuradas	36
6	CONCLUSÃO	39
	REFERÊNCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

O setor industrial constantemente acompanha a evolução da sociedade, foram tantas transformações que o mundo contempla da 4º revolução. O rápido, o eficiente e o dinâmico tornaram-se necessário e quesito de preferência para atender a necessidade do mercado (COSTA, 2018; SARUKAI; ZUCHI, 2018).

A pandemia do COVID-19 no início de 2020, impulsionou uma inovação no mercado de trabalho, por conta da restrição social a comunicação. A troca de dados precisou ser mais efetiva, e os sistemas tecnológicos que eram obsoletos tornaram-se frequentes no cotidiano, assim como a crescente procura de tecnologias mais eficientes, que atendessem a versatilidade e a demanda do consumidor (LAMB, 2020).

Em algumas indústrias por exemplo utilizavam um sistema manual de coleta de paradas, com isso impedia um levantamento histórico ou uma projeção eficaz. Surgindo assim, a imprescindibilidade de um método mais eficiente, que mitiga parte das adversidades demonstradas no período pandêmico, como a redução de disponibilidade do quadro operacional e um acesso remoto de informação. Com isso, se faz primordial um meio com maior tecnologia, resultando em dados confiáveis e dinâmicos.

Neste contexto, a pesquisa apresenta a implantação de um sistema informatizado para planejamento e controle de paradas de máquinas numa empresa de trefilação de aço, na qual identificou-se que o sistema antigo não comportava a necessidade do período atual. Com a realização da implantação deste sistema espera-se obter a análise, a identificação e a quantificação dos tipos de paradas, assim como as horas de paradas por período, e as horas de indisponibilidade em relação à produtividade. Obtido esses dados e de forma precisa, é estabelecido a confiabilidade de informação, permitindo a empresa uma melhor análise da situação e possibilitando uma maior assertividade nas tomadas de decisões, a modo que futuramente obtenha uma perspectiva confiável dos equipamentos e processos.

De forma direta essa inovação contempla OEE (Overall Equipment Effectiveness), ou eficiência global dos equipamentos, por ao longo prazo poder propiciar ganhos também na qualidade, redução de custos e retrabalho de produção, sendo este sistema uma das principais técnicas para análise do desempenho de produção (OLIVEIRA; HEMOSILLA; SILVA, 2012).

Este trabalho contém na revisão de literatura a evolução industrial até o período onde está situado, assim como as informações detalhadas sobre o processo de trefilação de aço e o coletor, componente utilizado para a implantação do sistema. Posteriormente, têm-se o método que a implantação ocorreu no processo produtivo, os resultados e os desdobramentos por meio deste projeto.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Comprovar a efetividade da implementação de coletores de dados informatizado em uma empresa de trefilação de aço.

2.2 Objetivos específicos

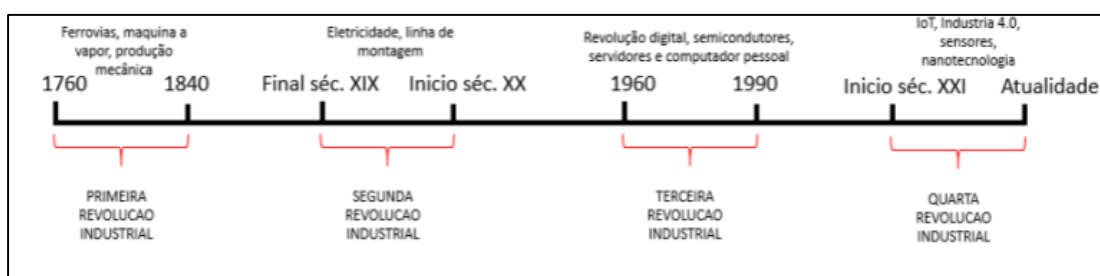
- Analisar, identificar e quantificar as horas de paradas por período
- Analisar, identificar e quantificar os motivos paradas por período
- Verificar as horas não apuradas

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Revolução industrial e evolução do trabalhador

O mundo é movido por transformações, e elas estão presentes em todos os âmbitos da vida, e na indústria não seria diferente, assim como seu impacto. Entre todas estas transformações uma coisa mudou: a forma de trabalho. As grandes mudanças que impactaram o mundo, e consequentemente o homem, foram a 1ª, 2ª e 3ª revolução industrial, apresentando-se cronologicamente na figura 1. No presente momento vive-se a 4ª revolução industrial, também chamada pela comunidade científica como revolução 4.0 (COSTA, 2018; SARUKAI; ZUCHI, 2018).

Figura 1: Linha do tempo da revolução industrial



Adaptado de SCHWAB (2016, p.15-16)

3.1.1 Primeira revolução industrial

A primeira revolução industrial aconteceu na Inglaterra, no século XVIII, extinguindo aos poucos o sistema feudal - modelo baseado em servidão e manufatura, o qual os servos trabalhavam para os senhores de terras, o detentor das ferramentas de trabalho e da propriedade. Sendo um sistema lento e com produção abaixo da demanda (LIMA; NETO, 2017; MIRANDA, 2012).

O crescimento populacional levou o aumento de demanda por produtos, mas a ausência de tecnologia impossibilitava a produção em maior escala, sendo então a manufatura uma atividade limitadora. Mas houve uma quebra de perspectiva com a invenção do motor a vapor de James Watt (MIRANDA, 2012).

A tecnologia do motor impactou aquela era, fazendo assim a produção ser mais rápida e eficiente, inicializando ali a industrialização. A primeira empresa a adquirir a

inovação foi a indústria têxtil, a partir de então, outros segmentos seguiram a tendência, tornando o mercado mais competitivo e o trabalhador colocado uma aquisição da empresa (LIMA; NETO, 2017; MIRANDA, 2012)

Segundo Miranda (2012), o trabalhador, assim como sua força física, tornou-se uma matéria-prima da empresa, sem direitos e apenas deveres, sendo um ser submisso e ativo de fácil substituição da empresa. E a busca pela tecnologia tornou-se continua levando ao ser humano a novas descobertas, e inicializando outra revolução.

3.1.2 Segunda revolução industrial

A segunda revolução industrial destaca-se pela continuidade de desenvolvimentos de novas tecnologias, e a busca elevada por lucros. Como consequência, no século XIX, criaram inovações como a energia elétrica, novos meios de transportes, a conversão do ferro para o aço, a ampliação das indústrias químicas e entre outros setores, direcionaram seu foco nas tecnologias e a crescente sobre o capitalismo. Diante a gama de invenções, era necessário um novo sistema que comportasse a demanda da época, logo então o Fordismo (PIAIA; COSTA; WILLERS, 2013; SARUKAI; ZUCHI, 2018).

Com o objetivo de sistematizar a produção capitalista, o aumento de lucros, redução de perdas, e o elevado uso de tecnologias está o Fordismo, criado por Henry Ford, tornou-se conhecido e empregado mundialmente. E em relação a 1º revolução industrial, onde tinha-se ligações com o feudalismo, o novo emprega a indústria maior agilidade e tecnologia (SARUKAI; ZUCHI, 2018).

O fordismo designa o trabalhador único e responsável por apenas uma atividade laboral, sendo solicitado um serviço especializado. O filme Tempos Modernos com Chaplin (1936) faz crítica a este período, faz-se claro na figura 1, demonstrando o momento da história onde há um controle pelo sistema sobre as operações físicas e alienação ideológica.

Figura 2 – Charlie Chaplin em linha de montagem



Fonte: Tempos modernos de Chaplin (1936)

De acordo o autor Neto (2017), a ruptura deste modo de atividade a qual está inserido o trabalhador acontece na 3ª revolução industrial, momento que dá continuidade a busca por novas tecnologias.

3.1.3 Terceira revolução industrial

A terceira revolução industrial dá entrada a era da informação, a utilização do meio virtual, início das tecnologias na área de robótica, inovação na área da produção e consumo, incluindo uma alta versatilidade e multiplicidade. Ocorrendo a partir da década de 1940, o impacto trouxe alteração nos setores sociais, econômicos e políticos, e diante a prospecção do período surgiu o modelo Toyota de produção (CONTREIRAS, 2015; LIMA; NETO, 2017; SARUKAI; ZUCHI, 2018).

O Toyotismo está voltado à produção dinâmica, monitorada e controlada, e mão de obra especializada. Segundo Neto (2017), o trabalhador robotizado torna-se inútil para o sistema, é preciso um trabalhador multifuncional, treinado e qualificado, e proativo, tais atributos foram requisitados para otimizar a qualidade e produtividade.

A intensa modernização, o surgimento de novas necessidades, a contínua transformação do sistema, faz com a 3ª revolução industrial não comporte mais essas mudanças, e a partir de 2012 surge uma nova revolução (LIMA; NETO, 2017; SARUKAI; ZUCHI, 2018).

3.1.4 Quarta revolução industrial

A sociedade está na quarta revolução industrial tendendo a deixar o mercado mais rígido, criterioso, sendo conhecida pelo avanço singular na nanotecnologia. Aparelhos multifuncionais, alta velocidade, dimensões menores e excelente capacidade fazem parte da nanotecnologia, e esta ciência afetará em principalmente na industrial, no aumento da confiabilidade e automação das máquinas (CONTREIRAS, 2015; LIMA, 2017).

Para implantação e execução na indústria, de acordo com Sakurai (2018) e Prieb (2015) são necessários: IOT (internet of things - internet das coisas), segurança cibernética, Big data Analytics, banco de dados em nuvens, robótica avançada, inteligência artificial e novas tecnologias de materiais. Tais pontos garantem maior versatilidade, segurança de sistema e informações, redução de custos, rapidez e maior confiabilidade.

3.2 Covid-19 e seu impacto no setor industrial

Um dos elementos que está a impulsionar atualmente a revolução 4.0 é a pandemia do Covid-19, a doença causada pelo vírus SARS-CoV-2 fez com a população mundial muda-se o estilo de vida e forma de trabalho. Como forma de contenção do vírus a sociedade teve-se que entrar em quarentena, isolamento social e até o fechamento de fronteiras (LAMB, 2020; ESTEVÃO, 2020; NETO, 2020).

Com essa crise sanitária veio uma série de dificuldades para o setor industrial, principalmente na área de comunicação. Empresas que não tinham ou que não optaram pelo desenvolvimento de tecnologias voltadas a comunicação, entre elas a análise de dados, sofreram e sofrem muito problemas, pois conforme citado anteriormente o Covid-19 modelou a forma de trabalho, e o modo presencial de trabalho tornou-se em alguns casos inviáveis (FILHO; CARMONA, 2020).

Dado o exposto, as transformações científicas dos últimos tempos fizeram com que a indústria tivesse um suporte nesse período, deixando-se evidente que investir em tecnologia é um método de sobrevivência no mercado. Demandando a partir de então que as organizações desenvolvessem uma nova formação trabalho e aprimoramento ou desenvolvimento de novas tecnologias (MARCATO *et al.*; 2020; LAMB, 2020).

3.3 Coletor de Dados

Em consequência das transformações da área industrial, e elevada concorrência de mercado se faz imprescindível o processamento e a análise de dados de forma simultânea, saber usufruir dos dados gerados por uma máquina ou linha é um dos pontos da Indústria 4.0, e também fator estratégico para as empresas. A coleta, o armazenamento e a conversão dos dados devem ser confiáveis, para isso é necessário a redução de variáveis que possam interferir na confiabilidade das informações (SILVA, 2018; SBABO, 2021).

Ainda com os resquícios do período da segunda revolução industrial muitas indústrias coletam seus dados fabris em papéis ou planilhas, frequentemente, feitos pelo funcionário da área ou demais profissionais capacitados, são conhecidos também como relatório de apontamento (FORTUNATO, 2011; THOMÉ, 2015), modelo pode ser observado na figura 3.

Figura 3 – Modelo de formulário de apontamento

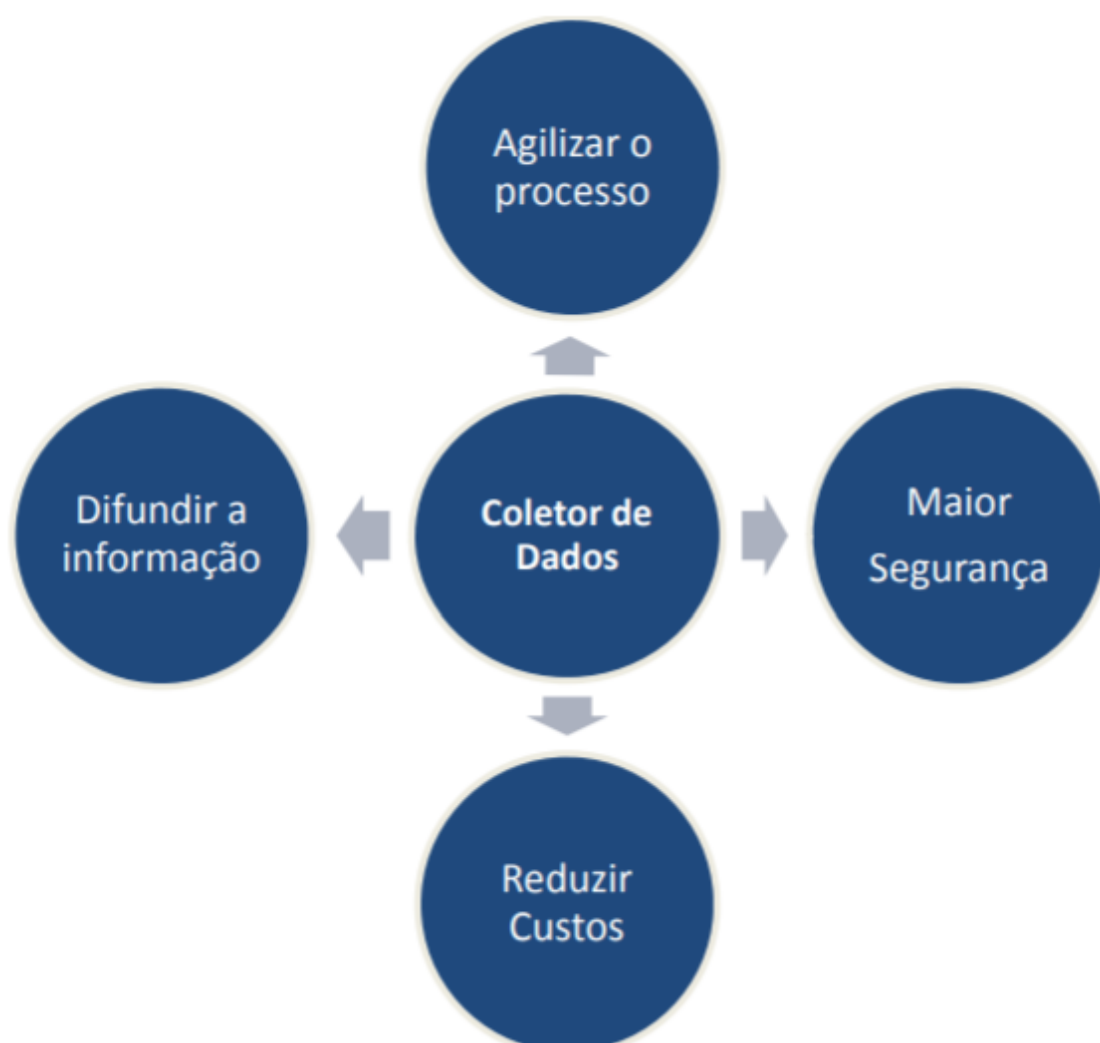
Sequência		Ordem de Serviço	Período de Produção	Ano Agrícola	Fazenda	Sector	Talhão	Centro de Custo	Operação	Veículo	Valor Unitário	Total Horas	Quantidade
1													
2													
3													
4													
5													
Funcionário				Sequência	Quantidade	Quantidade 1	Quantidade 2	Sequência	Quantidade	Quantidade 1	Quantidade 2	Sequência	
GILMAR VICENTE DE BARROS				11523									
JOÃO DE JESUS SOUZA				18231									
JOAQUIM FELIX DE BRITO				14101									
JOSÉ CARLOS VITOR DA SILVA				14279									
MARIA NONE DA SILVA MATOR				15141									
MARIA MATILDE DE FREITAS				17021									

FONTE: TOTVS (2019).

Ao utilizar o coletor de dados eletrônico obtêm-se vantagens significativas, de acordo com Bento et. Al (2012) e Tavares (2019) é previsto a diminuição de gastos, tempo, aumento da confiabilidade. A diminuição da intervenção do homem e aumento

do uso do componente levam aos atributos ditos anteriormente, pois reduz-se as falhas e o ocorrências de retrabalhos. Sendo aplicada de forma eficaz o instrumento transforma-se em uma ferramenta de controle da produtividade, eficiência e planejamento estratégico, a figura 4 esclarece os benefícios do elemento.

Figura 4 – Benefícios do coletor de dados eletrônico



Fonte: Bento (2013)

3.4 OEE

Busso e Miyake (2012) afirmam que a alta competitividade do mercado têm exigido cada vez mais das empresas manufatureiras produtos de qualidade, com

rapidez, flexibilidade e baixo investimento financeiro. Desta forma, é importante basear a gestão estratégica nos recursos de produção.

Ou seja, tomar as decisões partindo da visão das variáveis envolvidas na manufatura. Assim foi proposto o conceito de *Overall Equipment Effectiveness* (OEE): um indicador que proporciona uma visão mais holística da manufatura (NAKAJIMA, 1989), tendo como variáveis o desempenho, a qualidade e a disponibilidade.

Matematicamente, Hansen (2006) define a OEE como:

$$OEE = P \times D \times Q \quad (1)$$

Sendo P o desempenho, D a disponibilidade e Q, qualidade, onde:

$$P = \frac{\text{Tempo de Ciclo Teórico}}{\text{Tempo de Ciclo Real}} \quad (2)$$

$$D = \frac{\text{Tempo disponível real}}{\text{Tempo disponível teórico}} \quad (3)$$

$$Q = \frac{\text{Total de peças produzidas em conformidade}}{\text{Total de peças produzidas}} \quad (4)$$

É importante destacar que o tempo disponível real se dá pela diferença entre o tempo total disponível e as paradas, planejadas e não planejadas, e o teórico, a diferença entre o tempo total disponível e as paradas planejadas. Enquanto as peças produzidas em conformidade são a diferença do total de peças produzidas pelas peças que precisaram de refugo e retrabalho (Hansen; 2006).

A OEE além de agregar para melhoria continua dos processos, ela também resultar em na redução de custos, na qualidade processual, na maior assertividade nas tomadas de decisões e utilização de recursos. De tal forma, se emprega de forma eficiente, reduz os custos, retrabalhos e agregar no valor final do produto (BENTO, 2012).

A partir do desenvolvimento dessa ferramenta as perdas que não eram quantificadas passam a ser, há uma visão mais retratadas do processo, possibilitando identificar os melhores itens para análises e melhorias, a fim de melhorar na produtividade fabril (BENTO, 2012; NEGRO *et al*, 2020).

3.5 Conformação mecânica

Dieter (1981) atribui a relevância e grande utilização dos metais à sua facilidade de serem conformados em formas úteis, como barras, tubos e chapas. O autor define ainda estas formas uteis de utilização de duas maneiras:

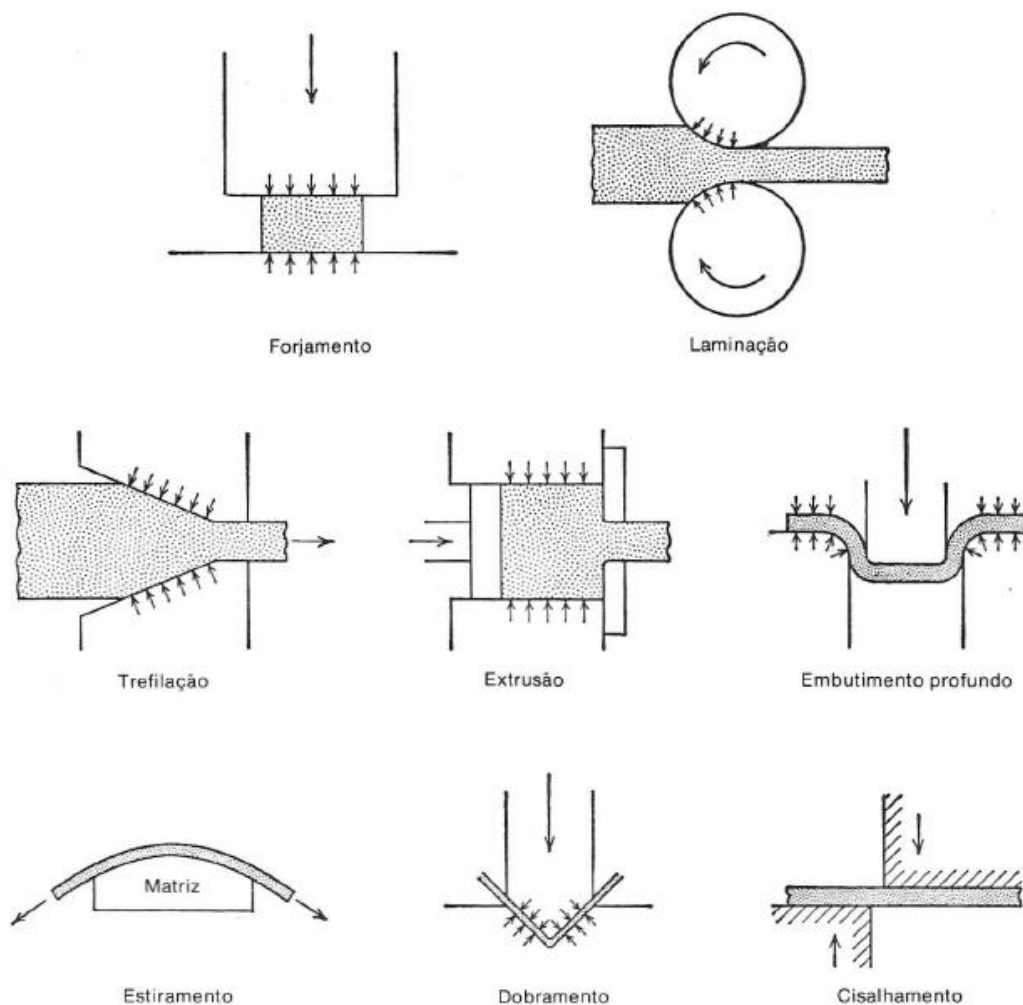
1. Processos de deformação plástica, onde são conservados volume e massa do material conformado.
2. Processos de usinagem, que se trata da retirada de material para dar conformidade à peça que se deseja obter.

Além disto, os processos de conformação mecânica podem ser classificados de acordo com a temperatura de trabalho, sendo à frio quando esta é menor do que a temperatura de recristalização da peça. Ou seja, quando a temperatura de trabalho é menor do que aquela necessária para modificar a estrutura cristalina do material. Podem ser ainda considerado um processo morno, onde a temperatura de trabalho é igual à de recristalização, e à quente, quando o material é submetido a temperaturas maiores que a de recristalização (Nascimento, 2020; Paris, 2016).

Dentre os processos de fabricação mais comuns, destacam-se:

1. Forjamento, onde Braga (2005) define como um processo onde a peça é submetida a forças de compressão aplicadas através de várias matrizes.
2. Laminação, onde a peça é submetida à passagem entre dois cilindros que giram continuamente em sentidos opostos, proporcionando uma redução da sua seção transversal (SOUZA, 2012).
3. Extrusão, onde a peça conformada é submetida a uma passagem em uma matriz pela força de compressão de uma prensa hidráulica (SOUZA, 2011). A figura 5 ilustra alguns destes diversos processos.

Figura 5 – Processos de Conformação Mecânica



Fonte: Dieter (1981).

Há alguns outros processos de fabricação que são comumente utilizados na indústria e a escolha deles depende da aplicação e propriedades mecânicas desejadas (COSTA *et al*, 2017, SIQUEIRA, 2012).

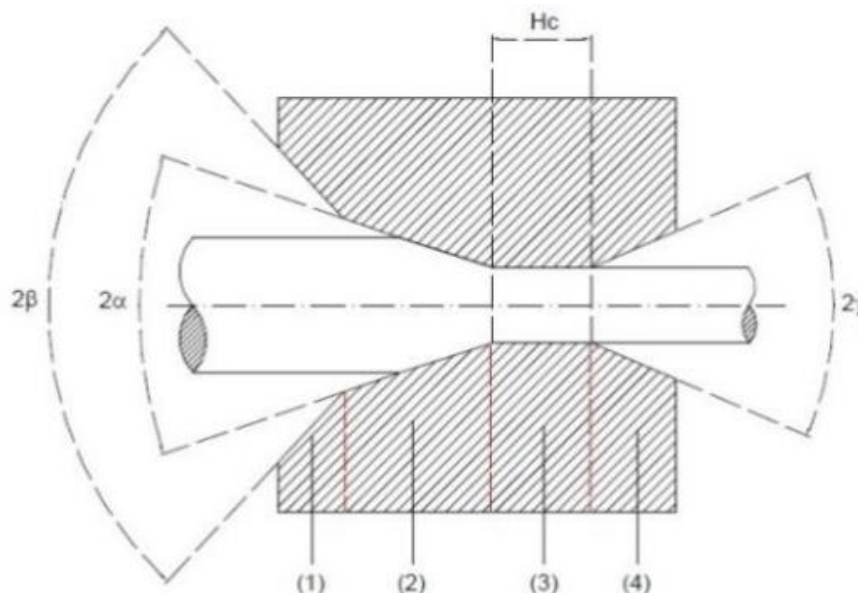
3.6 Trefilação

O processo de trefilação ocorre pela redução do diâmetro, ou espessura, de barras para confecção de tubos e fios, geralmente. Para isto, o material é submetido a uma força de tração que o obriga a passar por uma matriz, conforme demonstrado na figura 6 proporcionando ainda, um aumento do comprimento do material. A trefilação pode ocorrer com múltiplos passes ou passe único (DIETER, 1981).

Quando o processo exige uma redução relativamente sutil, pode ser feito em um único passe na matriz. Em casos onde o produto final exige uma redução muito

grande, ocorre em múltiplos passes, onde o material trefilado será submetido a matrizes sequenciais com diâmetros cada vez menores (SOUZA, 2011; SOUZA, 2017).

Figura 6 – Regiões do processo de trefilação

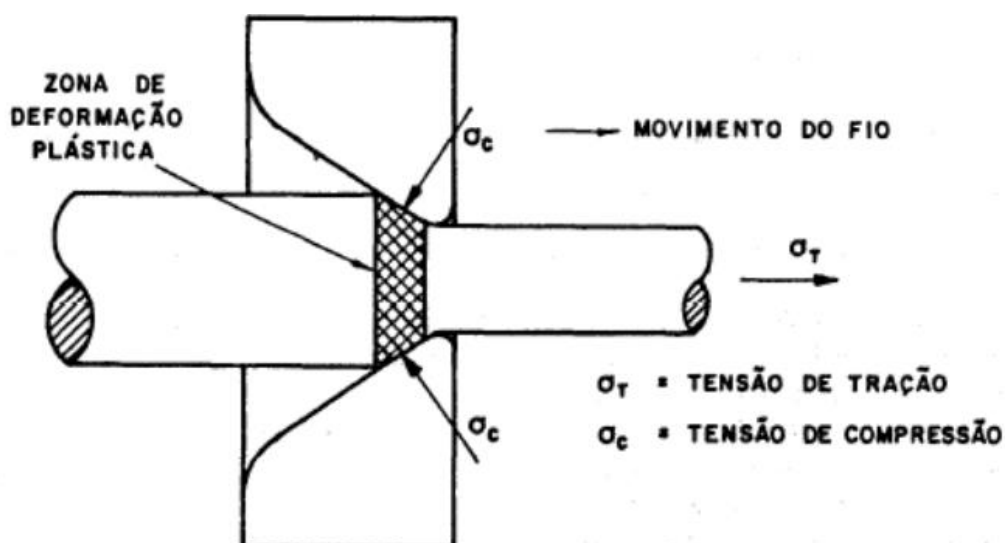


Fonte: Menezes et al. (2017)

Menezes et al. (2017) define a região (1) como região de entrada, com ângulo 2β maior que o ângulo de trefilação para ajudar no manuseio e lubrificação durante o processo. Em (2), temos uma região também convergente, cujo ângulo de trefilação 2α garante a redução da seção para o diâmetro desejado. A região (3) serve de apoio e estabilização e (4), uma região divergente com ângulo oposto (2γ) ao de trefilação cujo objetivo é facilitar a visualização e manuseio durante o processo.

Souza (2011) destaca como as vantagens do processo de trefilação, o bom acabamento superficial e a precisão dimensional quando comparada com outros processos de fabricação, além de melhorias nas propriedades do material, como resistência mecânica. O autor menciona ainda que, com a alta competitividade do mercado atual, os fenômenos envolvidos nos processos de fabricação precisam ser intimamente conhecidos, à fim de propor melhorias, evitando o desperdício de matéria-prima e energia. Durante o processo, o material fica submetido a tensões de compressão e de tração (figura 7).

Figura 7 – Processo de trefilação



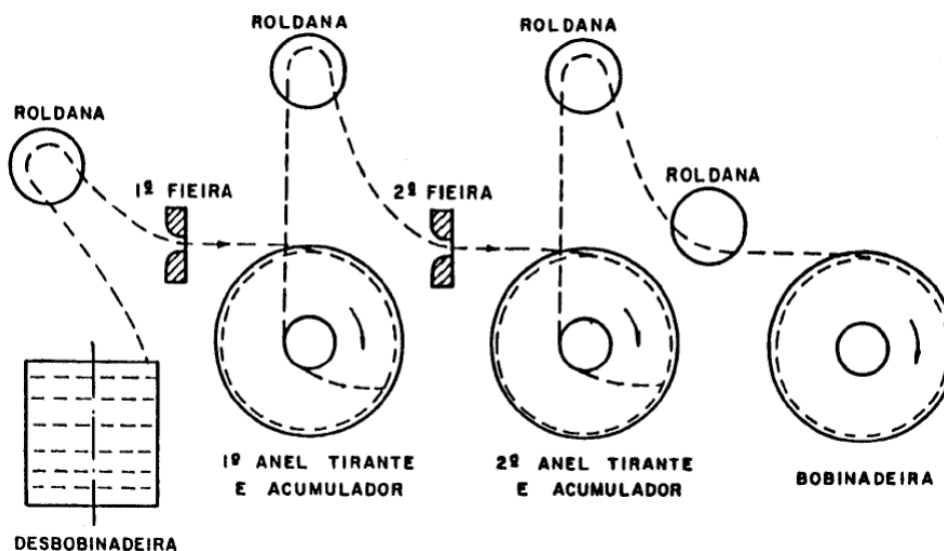
Fonte: Anael Krelling (2013).

Um dos problemas desse tipo de processo, são as tensões residuais. Souza (2011) e Só (2015) afirmam ainda que o sistema de tensões residuais precisa estar em equilíbrio, sendo que o valor máximo, em módulo, que este sistema pode assumir, é o limite do escoamento do material. Assim, geralmente, é necessário algum tipo de tratamento térmico para aliviar as tensões residuais no material.

Rodrigues (2013) classifica a máquina de trefilar em dois tipos básicos:

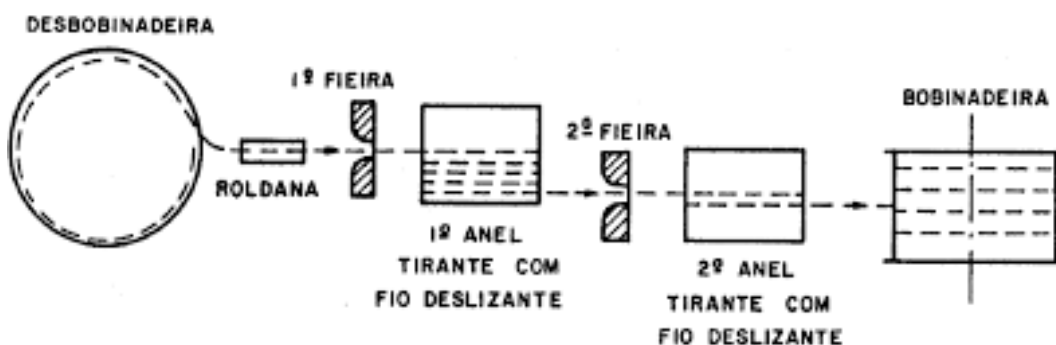
1. Sem deslizamento: onde o fio passa por uma fiação e depois, é acumulado em um anel tirante antes de passar pela fiação seguinte. O processo pode ser feito várias vezes até atingir o diâmetro desejado e só então, é enrolado em uma bobina. O processo está ilustrado na figura 8.
2. Com deslizamento: neste caso, o fio sai da desbobinadeira, passa pela fiação e é armazenado pelo anel tirante cuja força será função do atrito necessário para manter o fio tracionado, conforme demonstrado na figura 9. Este processo é utilizado para produção de fios cujo diâmetro desejado é muito pequeno.

Figura 8 – Trefilação sem deslizamento



Fonte: Anael Krelling (2013).

Figura 9 – Trefilação com deslizamento



Fonte: Anael Krelling (2013).

Diante ao exposto é a força da máquina de trefila que faz com que o aço atravesse a fieira. Com isto, se estabelece uma relação que quanto maior é área de redução, maior a força necessária, coexistindo com a limitações da máquina, a fieira e até o tipo de aço a ser trefilado. No geral, é estabelecido um limiar entre 30% a 35% sobre a redução de área por passe de trefilação (BERTOLDI, 2015; COSTA, 2017).

Por tanto, o processo de trefilação trata-se de um processo de compressão direta, uma reação realizada pela ferramenta, a fieira, enquanto o material, o aço, sofre efeito da força de tração. E o atrito ocasionado entre ela influi diretamente nas cargas para a conformação, por consequência afeta no ciclo de vida da fieira, ressalta-se que o

desgaste no componente faz parte da interação dos agentes químicos, físicos e mecânicos ao qual está exposto (BERTOLDI, 2015; COSTA, 2017).

4 METODOLOGIA

Esta pesquisa trata-se de um estudo de caso, onde há o aprofundamento do objeto de estudo, análise de dados em uma indústria metalúrgica, através de um estudo comparativo entre o sistema atual de controle de paradas de máquinas e o sistema proposto. No qual o objetivo geral é a descrição do processo de análise de dados, onde testou-se sua eficácia e confiabilidade referente aos tipos de paradas e respectivos tempos. tempo de parada de máquinas.

O trabalho perpassa pela revisão literária, que tange o início da revolução industrial até o até os dias atuais, que propõe ao homem uma constante mudança, e nessas inquietudes se traz a tecnologia, intrínseca na vida humana. Neste cenário o estudo de caso desdobra-se na aplicação de um coletor de dados em um ambiente fabril e seus resultados.

O espaço de pesquisa ocorre em uma de trefilação de aço juntamente com os trabalhadores da mesma. Neste ambiente foi requerido o uso do coletor de dados, o sistema SAP (Systeme, Anwendungen und Produkte in der Datenverarbeitung), e a utilização de planilhas para o tratamento desses dados.

4.1 Ferramentas e recursos utilizados

Para o levantamento dos principais tipos de paradas realizou-se uma pesquisa com os operadores e avaliação de dados passados, as averiguações com os operadores foi feita através de vídeo chamadas pelo programa Microsoft Teams e as informações pelo banco de dados existentes no SAP, sistema utilizado pela empresa para o processo de entrada, saída e tratamento de dados, as quais foram obtidas no período janeiro de 2020 a janeiro de 2021 em três máquinas.

Essa investigação foi subdividida em dois períodos, do período de janeiro de 2020 a setembro 2020- método manual de parada de máquinas, e por fim, de setembro de 2020 a janeiro de 2021- com o coletor de dados.

Utilizou-se um coletor de dados Motorola modelo MC 9090, conforme apresentado na figura 10, para realizar a leitura de dados conforme uma tabela que determinava os mais típicos tipos de paradas, e uma placa para indicação de parada ou não. A confecção dos códigos de barras foi feita através do site <https://www.barcode->

generator.de/V2/pt/index.jsp, e por fim a análise de dados feita através do Microsoft Excel.

Figura 10 - Coletor de dados Motorola modelo MC 9090



Fonte: autor

A utilização do coletor foi realizada por 3 operadores, como trabalhavam em regime de turno e com os contratempos do COVID-19, a forma de capacitação foi através da metodologia de missão de um, caracterizando-se pelo processo onde o ensinamento é repasso do gestor para o operador, e do operador para outro operador; posteriormente a etapa de acompanhamento da fase teste pelo gestor da área.

4.2 Fases de testes

A partir do primeiro operador capacitado foi iniciado os testes, seguindo os seguintes passos:

- 1º quando uma máquina havia parado ele ia até a placa de motivos de parada, apontava o sensor para o código correspondente a máquina parada
- 2º retornava para máquina e solucionava o problema;

3º após reativar a máquina o operador apontava o coletor para o código correspondente a máquina parada de máquina e depois apontava o código referente ao motivo de parada.

O processo referente ao operador e coletor de dados era executado em frações de segundos, e quanto mais utilizado o coletor os operadores criavam confiança com o instrumento. O mesmo acompanhamento de teste foi realizado pelos demais operadores.

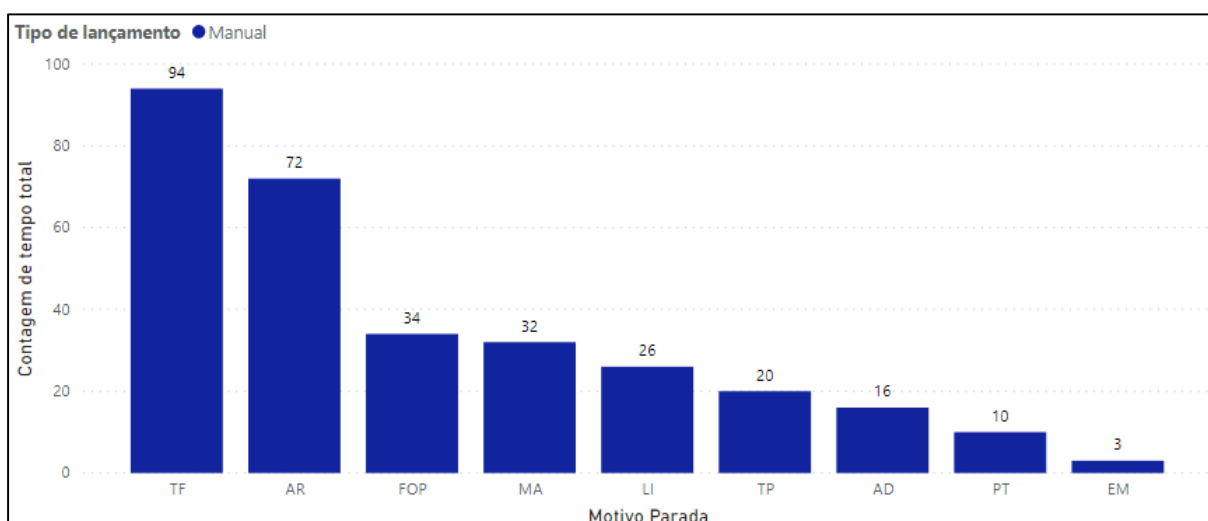
5 RESULTADO E DISCUSSÃO

A aplicação do coletor de dados na indústria de foco de estudo possibilitou a análise, identificação e quantificação dos tipos de paradas, assim como as horas de paradas por período, e as horas não apuradas em relação à produtividade.

5.1 Identificação e quantificação dos tipos de paradas.

A indústria de estudo utilizava o processo de coletas de dados de modo manual, a parada era registrada por um operador e posteriormente informada no sistema por um estagiário. No período de análise correspondente aos meses de janeiro, fevereiro e março de 2020 nos quais foram utilizado o lançamento de parada manual tem-se os seguintes dados conforme a figura 11.

Figura 11 - Quantidade de paradas por motivos – janeiro a março/2020

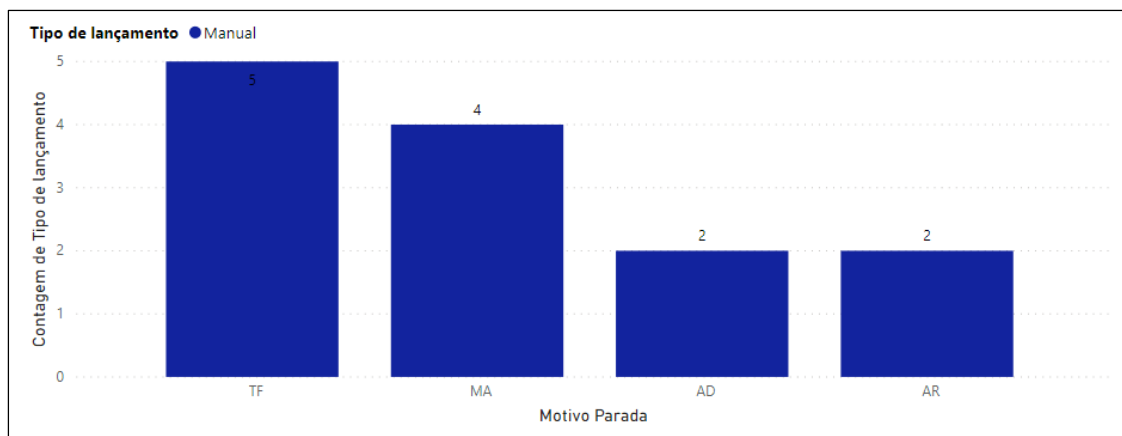


Fonte: Autor.

No período entre os meses de março à agosto de 2020 não foi possível coletar essas informações, por conta da pandemia do covid-2019 houve a restrição dos estagiários na indústria e a redução do quadro de operadores, impossibilitando a execução do lançamento de paradas manuais.

A partir de setembro de 2020 foi retornado vagarosamente a coleta de dados manuais, devido aos impactos citados no parágrafo anterior. Na figura apresenta os dados referente a coleta do mês do 1º mês de retorno do lançamento de manual.

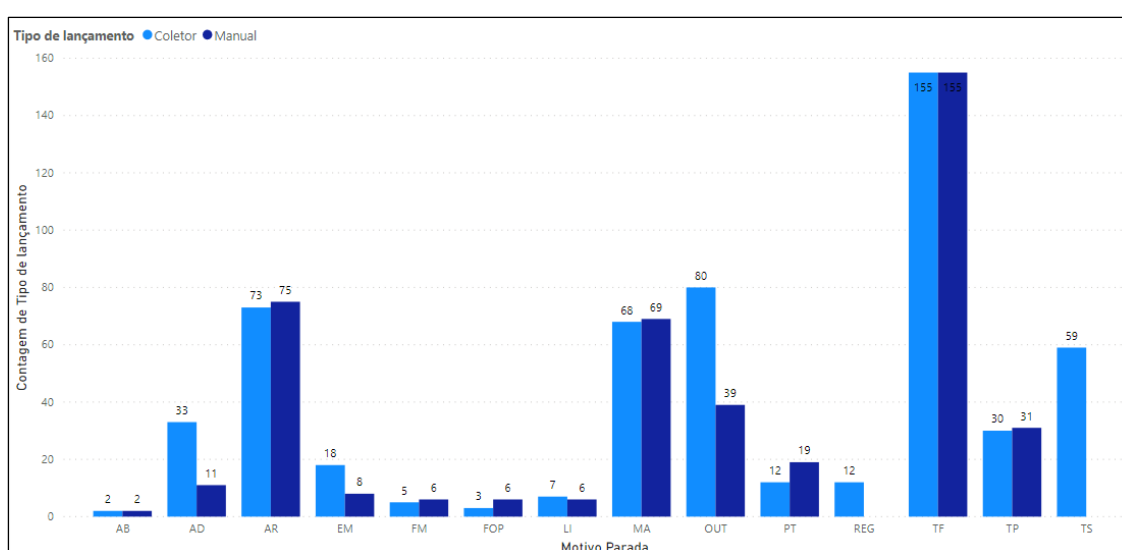
Figura 12 - Quantidade de paradas por motivos - setembro/2020



Fonte: Autor.

Juntamente com método antigo de coleta de dados foi iniciado, no mês de outro de 2020 o lançamento de dados via coletor, sendo encontrado obtido no período de outubro de 2020 as informações de acordo a figura 12.

Figura 13 - Quantidade de paradas por motivos - outubro/2020 a janeiro/2021



Fonte: Autor.

As paradas pertinentes ao processo produtivo da empresa em estudo são:

TF - Troca de matrizes de trefilação, o processo em que o operador troca a fieira em ocorrência do desgaste.

AR - Arrebentamento, durante o processo pode ocorrer que o fio máquina, matéria prima do processo de trefilação, haja o rompimento fazendo com que o operador necessite de realizar a troca ou o ajuste do mesmo.

MA – Manutenção, essa parada é realizada pelo setor da manutenção fabril, visando na melhoria ou reparo da máquina, podendo ser manutenção: preventiva, preditiva e corretiva.

OUT – Outros, quando o operador não identifica o motivo de parada.

TP – Troca de programação, realiza-se quando programador de programação solicita a utilização de outro fio máquina, na maioria das vezes um material com bitola diferente.

TS – Troca de lubrificante, utilizado no processo de limpeza o sabão necessita ser reabastecido para que haja eficácia no procedimento.

AD – Administrativo, essa parada é solicitada pela área administrativa para causas diversas, como apresentação da máquina ou treinamento.

PT – Pré-teste, utilizada quando há uma nova técnica, equipamento ou material.

EM – Embaraçamento, ocorre após o fio-máquina emaranhar na máquina de trefilar ou carretel.

LI – Limpeza, procedimento para limpeza da máquina, retirando todos resíduos pertinentes ao processo.

REG – Regulagem, ajuste de técnico de regulação do equipamento.

FM – Falta de material, quando há carência de matéria prima ou componente intrínseco ao processo.

FOP – Falta de Ordem de Produção, quando não demanda externa já que a empresa em questão não trabalha com estoque de produtos acabados.

AB – Abastecimento, quando é necessário realimentar a máquina com o insumo.

Fazendo a comparação entre a figura 11, a figura 12 e a figura 13 pode ser observado a diferença entre a quantidade de motivos de paradas. No processo manual foram relatadas as paradas TF, AR, FOP, MA, LI, TP, AD, PT e EM, acrescentando-se no método via coletor as paradas OUT, TS, REG, FM, FOP e AB. Essa diferença se deu pois no processo manual as paradas eram tabeladas restringindo-as, fazendo com que muitos intervalos fossem ignorados ou alocados erroneamente.

Na figura 12 nota-se a redução dos tipos paradas pois foi período de retorno de lançamento de dados após seis meses de interrupção devido a pandemia do COVID-19.

Analisando a quantidade de lançamento de paradas observou-se um padrão nos principais motivos de interrupção sendo os três principais, em ordem crescente, do manual TF, AR e FOP e via coletor TF, OUT e AR. Isso pode ser justificado pois a fieira é principal componente do processo de conformação mecânica de trefilar, sofrendo assim grandes esforços desgastando-a. E a presença de OUT pode representar a falta de conhecimento técnico do operador em relação a máquina ou categoria da parada.

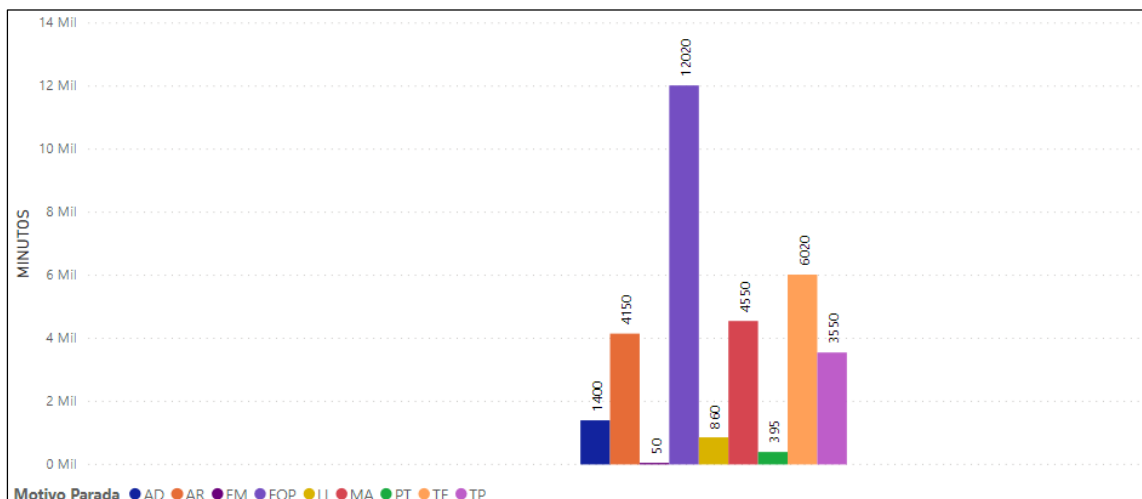
Ainda na figura 13, pode-se a comparar o total de paradas registradas sendo que foram realização 427 paradas de forma manuais e 557 paradas registradas com o coletor. Dentre o total de paradas registradas de forma manual 338 pertencem aos quatro principais motivadores, em contrapartida foram lançadas 376 paradas via coletor para os principais motivadores. Observando o aumento de registros dessas notificações a partir da implementação do coletor.

5.2 Contabilização de tempo de parada

Um dos principais enfoques é também análise tempo de parada, pois a partir disso consegue-se determinar as falhas que causam maior impacto na disponibilidade da máquina.

Nos lançamentos de dados manualmente identifica-se um apontamento que interferia na análise, a determinação do tempo de parada era baseada em uma estimativa pelo operador, por conhecimento geral do funcionamento da máquina o operador já tinha um tempo preestabelecido por tipo de parada. Em função disso a análise foi subdividida em período e tipos de lançamentos conforme a figura 4 e figura 5, figura 6 referentes aos lançamentos manuais e a figura 7 referente ao lançamento via coletor de dados.

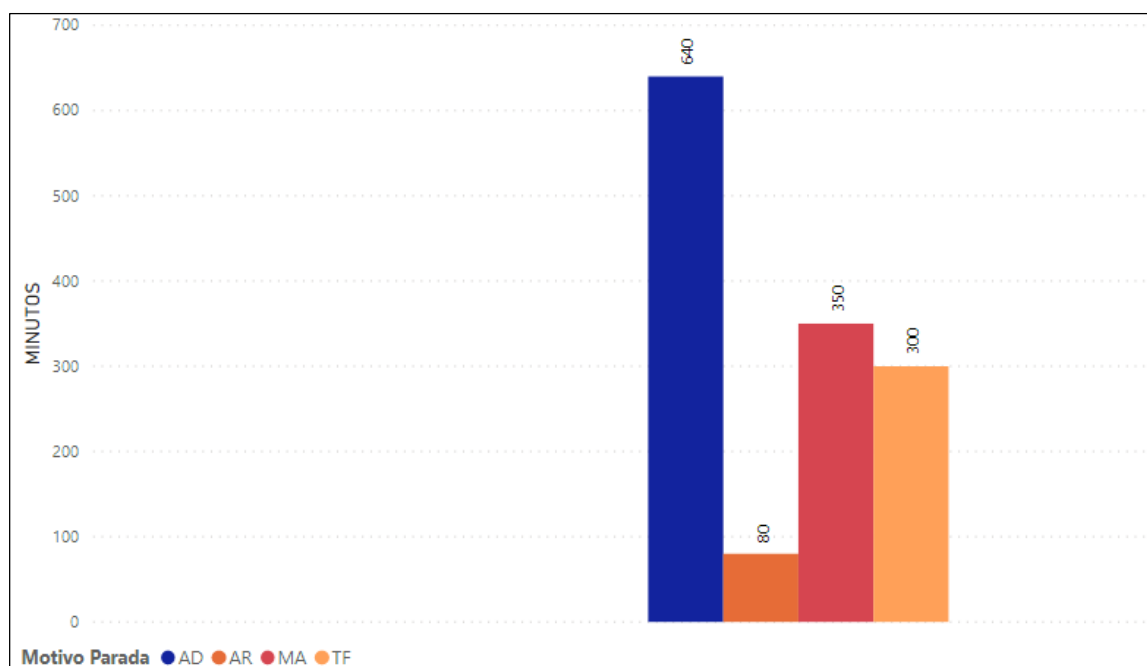
Figura 14- Tempo de parada por tipo de lançamento (Manual) – janeiro a março/2020



Fonte: Autor.

As quatro paradas que levaram mais tempo, em ordem crescente, foram AD, AR, EM e FOP. Em contrapartida, a figura 11 aponta como principais motivos as paradas TF, AR, FOP e MA, a parada EM foi menor utilizada neste período e a AD a terceira menor utilizada. A diferença entre as quantidades e o tempo de realização delas ocorreu por ser um período de maior ocorrência de treinamento e mudança de quadro operacional (paradas administrativas) que apesar de ser realizada em menor frequência leva-se mais tempo. O período de parada EM está relacionada a dificuldade de execução do procedimento, tornando-o o processo relativamente longo.

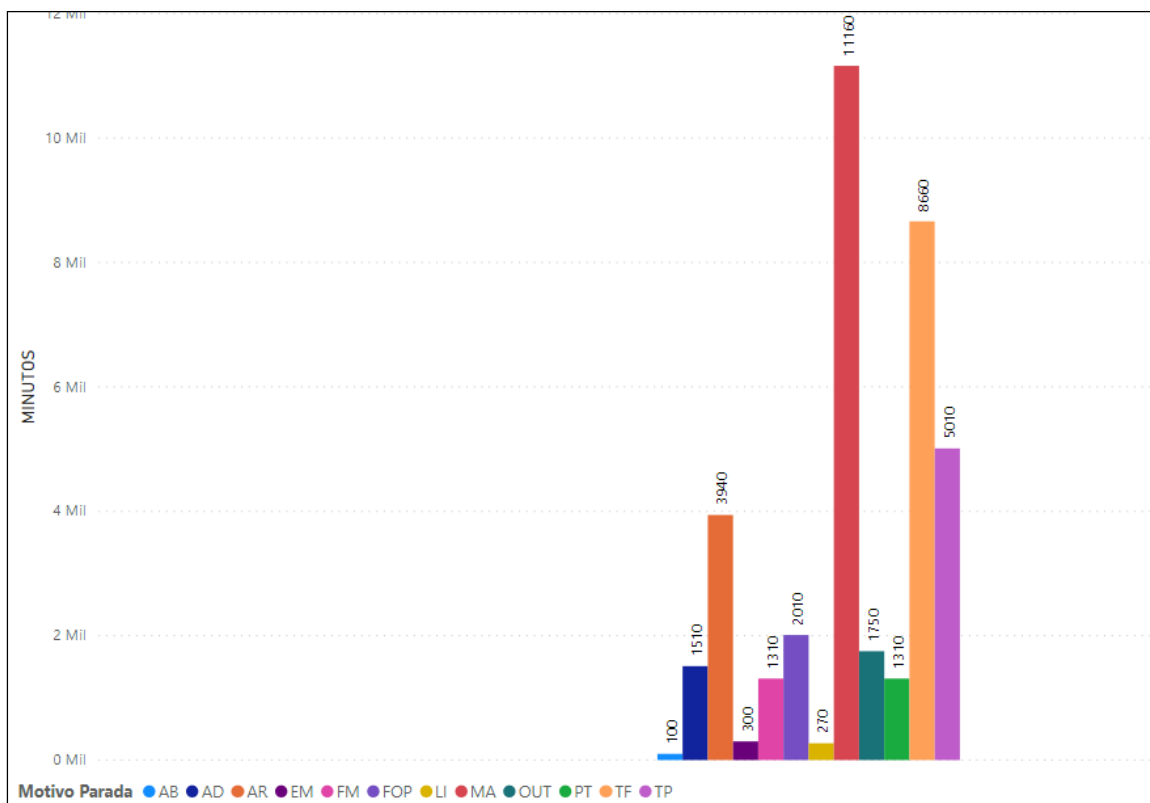
Figura 14 - Tempo de parada por tipo de lançamento (Manual) - setembro/2020



Fonte: Autor.

Em comparação a figura 12 o tempo de parada seguiu um padrão em relação figura 15, com a permanência da parada AD como maior motivo de pausa.

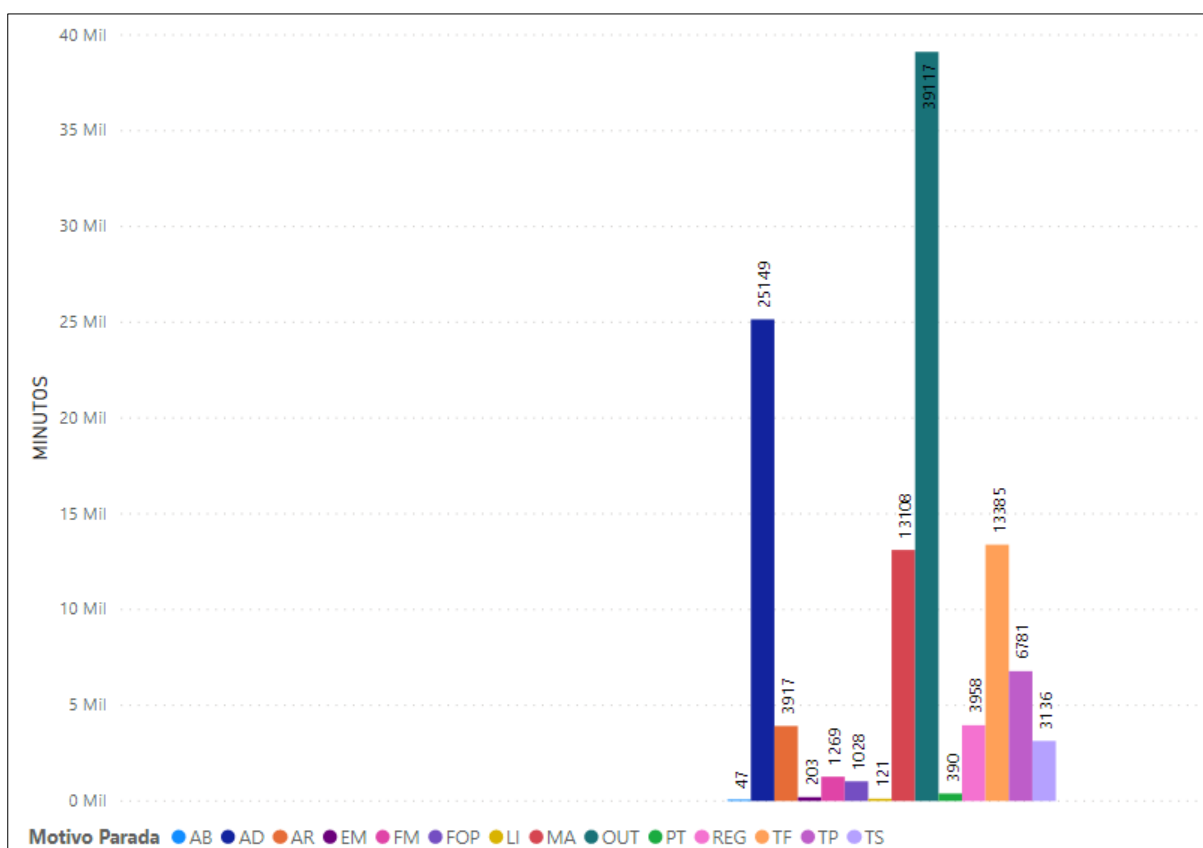
Figura 15 - Tempo de parada por tipo de lançamento (Manual) - Outubro/2020 a Janeiro/2021



Fonte: Autor.

Na figura acima houve mudanças com relação ao tempo gasto em cada tipo parada, passando o AD a ser a sétima maior parada, e o quatros primeiros motivos, em ordem crescente, sendo MA, TF, TP e AR. O período em questão houve redução de treinamentos em decorrência a pandemia do COVID-19, entretanto houve novas contratações e em alguns por conta de inexperiência acarretou no aumento dos índices relacionados a MA, TF e AR.

Figura 16 - Tempo de parada por tipo de lançamento (Coletor) - Outubro/2020, Novembro/2020, Dezembro/2020 e Janeiro/2021



Fonte: Autor.

No lançamento através do coletor as categorias que demandaram maior tempo foram OUT, AD, TF e MA, havendo uma discrepância de quantidade de tempo em relação se analisado com a figura 17.

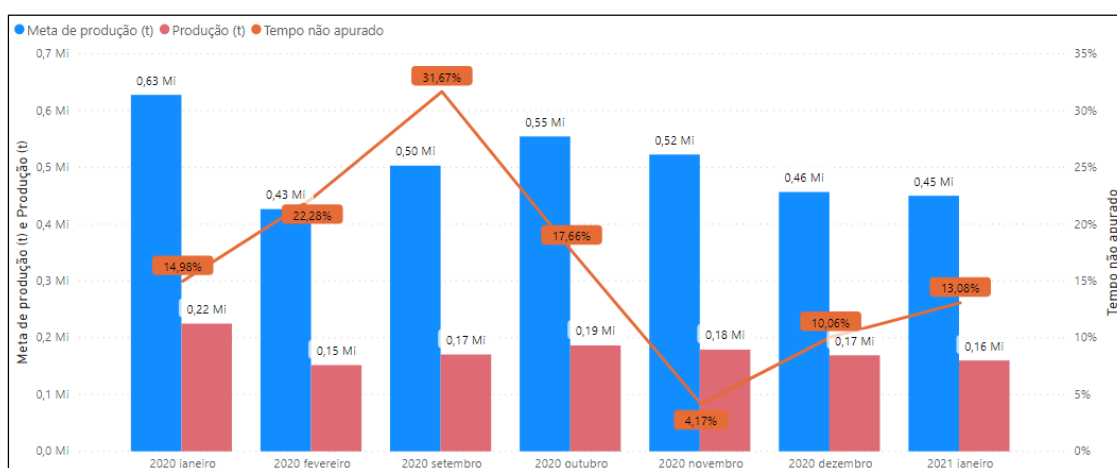
Analisando as figuras 16 e 17, as quais a coleta manual e via coletor foram realizadas simultaneamente, houve um total de 37330 minutos de paradas registradas de forma manual e 111609 minutos de paradas via coletor. Essa diferença de tempo pode ser ratificada pelo maior numero de registro via coletor bem como, por deixar de ser um tempo estimado pelo operador passando a ser contabilizando de forma automática. Esses dados, conforme já esperado, mostram que a automatização do sistema de coleta traz maior precisão no tempo gasto nessas paradas.

5.3 Verificação das horas não apuradas

As horas não apuradas representa a diferença entre as horas de produção e as horas de indisponibilidade, esse resultado quantifica as horas que não foram apresentadas no processo assim como a razão. Portanto sem essa informação a equipe gestora limita-se na verificação e propostas de melhorias no processo de produção fabril.

No estudo obteve-se dados relacionados a produção de aço trefilado em tonelada com as horas não apuradas nas máquinas de trefilar X12, X13 e X14, correspondentes as figuras 18, 19 e 20.

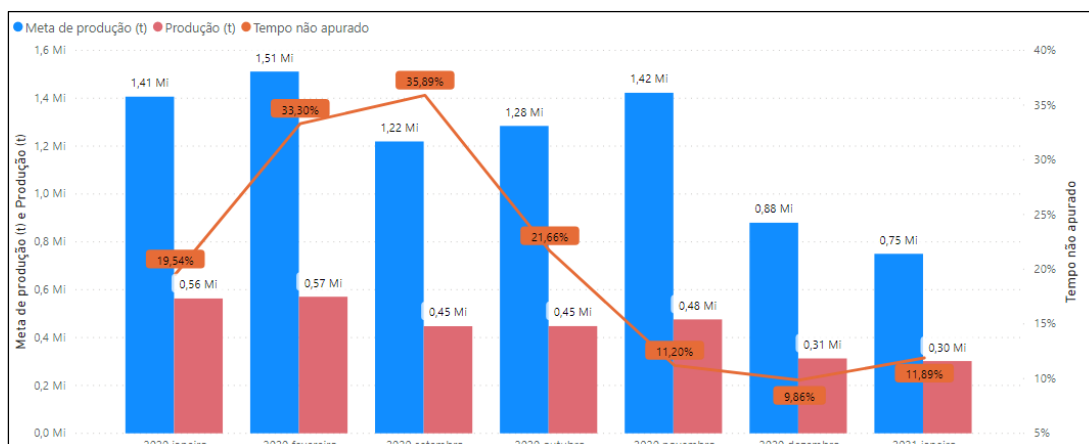
Figura 18 - Meta de produção (t), produção(t) por horas não apuradas – Máquina X12



Fonte: Autor.

Como é possível observar no figura 18, há o crescimento de horas não apuradas entre o período de janeiro, fevereiro e setembro de 2020, ocorre-se por conta do período estar com o método de coleta de dados manuais e o início da pandemia do Covid-19. A partir de outubro, mês referente ao início de capacitação e começo da coleta de informação via coletor, nota-se uma redução das horas não apuradas, sendo bem efetiva no mês de novembro, apesar da expectativa de decréscimo das horas não apuradas nos meses decorrentes houve uma falha no processo que impactou na apuração de dados. Tal falha ocorreu por conta da instabilidade da rede de internet na localização da máquina X12. Entretanto, quando analisado ao período de método de lançamento manual e via coletor, o novo método demonstra-se adequado pois houve uma redução de horas não apuradas.

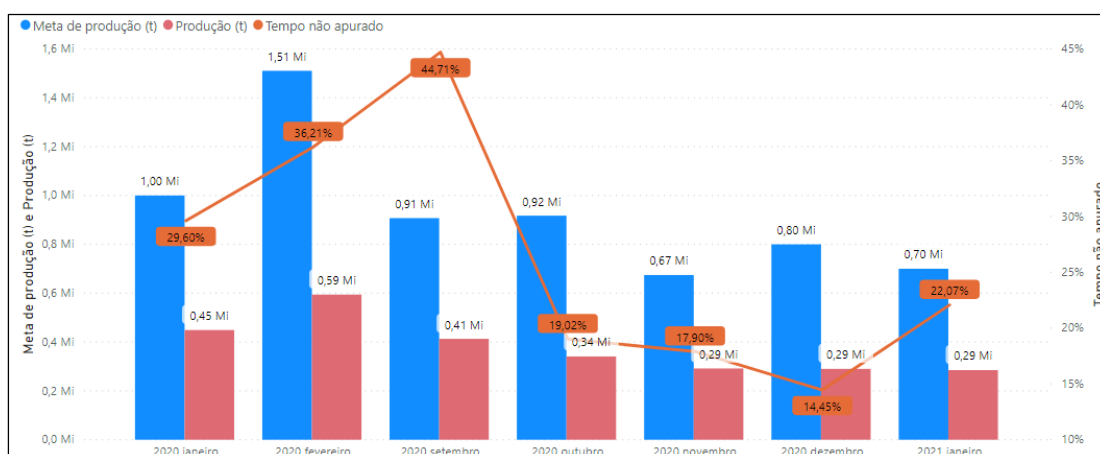
Figura 19 - Meta de produção (t), produção(t) por horas não apuradas –
Máquina X13



Fonte: Autor.

De modo semelhante a figura 18, a figura 19 segue a mesma tendência, mostrando novamente que no método manual de lançamento de dados apresenta as horas não-apuradas com maiores índices. Indiferente da máquina X12, não ocorreu a falha de conexão de rede, mesmo havendo um leve crescimento nos meses de dezembro 2020 e janeiro 2021 não foi considerado crítico pois a diferença foi corresponde a 2,01%, caso fosse superior a 3,0% seria necessária uma apuração.

Figura 7 - Meta de produção (t), produção(t) por horas não apuradas –
Máquina X14



Fonte: Autor.

Na figura 20, nota-se a mesma tendência dos figuras 18 e 19, havendo uma elevada divergência nos meses de dezembro de 2020 e 2021, obtendo um acréscimo

de 7,62%, justificado na chegada de um novo operador na maquina X14, a modo de evitar esse possível problema foi solicitado a inclusão desse procedimento na capacitação padrão da trefilaria máquina-X14 assim como as demais.

6 CONCLUSÃO

O projeto de pesquisa buscou comprovar a confiabilidade de dados de paradas de máquinas de trefilação de aço através do método de lançamento de dados via coletor.

Esse estudo em questão pode auxiliar outras empresas da área que buscam automatizar seus processos, pois o mesmo confirma a eficácia desse investimento.

Durante o processo de obtenção de dados as maiores limitações foi o cenário provocado pela pandemia do Covid-19, pois foi o período de instabilidade de muitas empresas. Por conta disso, ocasionou a redução do quadro operacional assim como mudanças repentinas, impossibilitando a análise de dados do período de março a agosto de 2020.

Conforme visto no projeto, há possibilidades de melhorias durante o período de implementação do processo de coleta de dados via coletor, como a inclusão no procedimento operacional padrão.

Através das análises foi constatado a alteração de quantidade de parada, mas não houve muita diferença entre os principais motivos de parada com a implementação do coletor, sendo eles TF, AR, MA, FOP e OUT os principais motivos. Sendo que o TF e Ar falhas interligadas, pois ambas fazem parte do processo, caso haja uma falha da fieira o fio-máquina fica sujeito há um arrebitamento, fazendo-se necessário ao sistema a substituição da fieira durante alguns períodos.

Contudo houve uma grande diferença entre o tempo gasto nessas paradas, aumentando a precisão desses valores, assim como as descrições deles. Durante o método de lançamento de parada manuais foi averiguado um tempo de 37.330 minutos no intervalo de 7 meses, enquanto no processo via coletor contabilizou-se 111.609 minutos no intervalo de 4 meses. A parada AD foi a que demandou mais tempo em ambos os métodos, justificando-se por conta das intempéries da pandemia além das atividades pontuais do setor administrativo.

A principal análise para avaliação da efetividade do método de coleta de dados via coletor foi análise de horas não apuradas. Apresentando uma grande diferença entre a coleta manual, à medida que a implementação da coleta via coletor se tornava efetiva no setor, foi possível identificar através da análise gráfica a diminuição das horas não apuradas. O principal mês que mostrou a confiabilidade do sistema foi em

janeiro de 2021, período a qual ocorreu apenas coleta via coletor, e quando comparado ao mês de janeiro de 2020 sempre apresentou menores índices.

Posto isto, com os dados obtidos e avaliados nesta pesquisa, pode-se comprovar que o processo de automação de coleta de dados se mostra eficiente para essa empresa foco do estudo.

REFERÊNCIAS

BENTO, Alexandre Rodizio *et al.* UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA DE COLETOR DE DADOS EM CENTROS DE USINAGEM NA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA¹. **68º CONGRESSO ANUAL ABM**, [s. l.], 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Alexandre-Bento-3/publication/337000543_UTILIZACAO_DA_TECNOLOGIA_DE_COLETOR_DE_DADOS_EM_CENTROS_DE_USINAGEM_NA_INDUSTRIA_AUTOMOBILISTICA/links/5dbeffab92851c8180288cd2/UTILIZACAO-DA-TECNOLOGIA-DE-COLETOR-DE-DADOS-EM-CENTROS-DE-USINAGEM-NA-INDUSTRIA-AUTOMOBILISTICA.pdf. Acesso em: 5 abr. 2021.

BENTO, Alexandre Rodizio. Utilização da Tecnologia OEE Como Ferramenta Para Monitorar Centros de Usinagem no Setor Automotivo. **IX Convibra Administração – Congresso Virtual Brasileiro de Administração**, [s. l.], 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/337000621_Utilizacao_da_Tecnologia_OEE_Como_Ferramenta_Para_Monitorar_Centros_de_Usinagem_no_Setor_Automotivo_U. Acesso em: 5 abr. 2021.

BERTOLDI, Evandro. ANÁLISE EXPERIMENTAL E TEÓRICA DO PROCESSO DE CONFORMAÇÃO MECÂNICA DE TREFILAÇÃO¹. **Salão de conhecimento 2015**, [S. l.], p. 1-6, 5 maio 2015.

BRAGA, Lincoln Ferreira. **Simulação Computacional por Elementos Finitos do Processo de Forjamento em Matriz Fechada de Rodas SAE 4140 de Utilização em Ponte Rolante**. 2005. Tese de Doutorado. PUC Minas.

BUSSO, Christianne Matias; MIYAKE, Dario Ikuo. Análise da aplicação de indicadores alternativos ao Overall Equipment Effectiveness (OEE) na gestão do desempenho global de uma fábrica. **Production**, [S.L.], v. 23, n. 2, p. 205-225, 2 out. 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-65132012005000068>. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-65132012005000068&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 21 abr. 2021.

CONTREIRAS, Pedro Augusto Rodrigues. **A Quarta Revolução Industrial: Um estudo de caso realizado na empresa Lix de Tecnologia**. REVISTA GESTÃO, INOVAÇÃO E NEGÓCIOS, [s. l.], v. 1, ed. 1, p. 79-97, 2015. Disponível em: <http://revistas2.unievangelica.edu.br/index.php/administracao/article/view/1307/1200%0A>. Acesso em: 6 out. 2020.

COSTA, Luana De Lucca de et al. INTERFACE PEÇA-FERRAMENTA NA CONFORMAÇÃO MECÂNICA: CONCEITOS REFERENTES AO ATRITO. **6º Seminário de Inovação e Tecnologia do IFSul**, [s. l.], novembro 2017. Disponível em: <http://www.cbcm-metalfforming.com/publicacoes/2017/INTERFACE%20PE%C3%87A-FERRAMENTA.pdf>. Acesso em: 5 abr. 2021.

COSTA, Rosário Couto. **Novas políticas de ensino superior para a quarta Revolução Industrial. Um lugar para as Humanidades Rosário**. XVII ENCONTRO NACIONAL DE SIOT: Emprego, Desenvolvimento e Coesão Social: Que perspectivas para a regulação económica e social?, [s. l.], p. 96-109, 2018. Disponível em: https://repositorio.iscte-iul.pt/bitstream/10071/16251/1/04_xvii_Rosário_Couto_Costa.pdf. Acesso em: 5 out. 2020.

DIETER, GEORGE E. Metalurgia Mecânica. 2ª edição. **Editora Guanabara Dois**, 1981.

ESTEVÃO, Amélia. COVID -19. **ACTA RADIOLÓGICA PORTUGUESA**, [S. l.], v. 32, n. 1, p. 5-6, 5 mar. 2020. DOI <https://doi.org/10.25748/arp.19800>. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/actaradiologica/article/view/19800>. Acesso em: 15 mar. 2021.

FILHO, Allan Kardec Duailibe Barros; CARMONA, Ronaldo Gomes. O MUNDO PÓS-COVID: RUPTURAS E CONTINUIDADES. NOTAS PROSPECTIVAS. **Revista Ciências Jurídicas e Sociais – IUR**, [s. l.], n. 1, ed. 1, p. 1-4, 2020. DOI 10.47595/2675-634X.2020v1i1p195-198. Disponível em: <https://revista.institutouniversitario.com.br/index.php/cjsiurj/article/view/16/13>. Acesso em: 22 mar. 2021.

FORTUNATO, Fernando Aparecido Pacheco da Silva. Levantamento de perdas e desperdícios dos sistemas produtivos por meio da utilização dos coletores de dados. **Exacta**, [s. l.], v. 9, ed. 2, 2011. DOI 10.5585/Exacta.v9i2.2672. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/810/81021138006.pdf>. Acesso em: 8 mar. 2021.

HANSEN, Robert C. **Eficiência Global dos Equipamentos**: uma poderosa ferramenta de produção/manutenção para o aumento dos lucros. Porto Alegre: Bookman, 2006.

LIMA, Elaine Carvalho de. Revolução Industrial: considerações sobre o pioneirismo industrial inglês. **Revista Espaço Acadêmico**, [s. l.], v. 17, n. 194, julho 2017. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/EspacoAcademico/article/view/32912>. Acesso em: 5 abr. 2021.

LIMA, ELAINE CARVALHO DE; NETO, CALISTO ROCHA DE OLIVEIRA. **Revolução Industrial: considerações sobre o pioneirismo industrial inglês. Revista Espaço Acadêmico**, [s. l.], ano 2017, v. 17, n. 194, julho 2017. Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/EspacoAcademico/article/view/32912/19746>. Acesso em: 9 nov. 2020.

MARCATO , Marília Bassetti *et al.* Impactos da COVID-19 na indústria de transformação do Brasil. **Texto para Discussão 019**, [s. l.], 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Thiago-Miguez/publication/346004428_Impactos_da_COVID-19_na_industria_de_transformacao_do_Brasil/links/5fb5382c92851c2994e42e98/Impactos-da-COVID-19-na-industria-de-transformacao-do-Brasil.pdf. Acesso em: 16 mar. 2021.

MENEZES, Mateus Sotelo *et al.* ANÁLISE DE UMA FERRAMENTA DE TREFILAÇÃO A FRIO ATRAVÉS DO MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS. **O 7º Seminário de Trefilação: Arames, Barras e Tubos de Metais Ferrosos e Não Ferrosos**, [s. l.], 30 jul. 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Juliana-Zottis/publication/320115502_ANALISE_DE_UMA_FERRAMENTA_DE_TREFILACAO_A_FRIO_ATRAVES_DO_METODO_DE_ELEMENTOS_FINITOS/links/59ef061a4585152de64db65a/ANALISE-DE-UMA-FERRAMENTA-DE-TREFILACAO-A-FRIO-ATRAVES-DO-METODO-DE-ELEMENTOS-FINITOS.pdf. Acesso em: 12 abr. 2021.

MIRANDA, Fernando Silveira Melo Plentz. **A Mudança do Paradigma Econômico, a Revolução Industrial e a Positivização do Direito do Trabalho**. Revista Eletrônica Direito, Justiça e Cidadania, [s. l.], ano 2012, v. 3, ed. 1, 2012. Disponível em: <http://docs.uninove.br/artefac/publicacoes/pdf/v3-n1-2012/Fer1.pdf%0A>. Acesso em: 3 nov. 2020.

NAKAJIMA, S. **Introdução ao TPM**. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educacionais, 1989.

NASCIMENTO, Valdivânia Albuquerque do. ESTUDOS SOBRE OS PROCESSOS DE CONFORMAÇÃO MECÂNICA DOS METAIS. **ANÁLISE SOBRE OS ESTUDOS DE ENGENHARIA DE MATERIAIS**, [s. l.], 2020. DOI 10.36926/editorainovar-978-65-86212-00-6. Disponível em: https://editorainovar.com.br/_files/200000413-38a1e38a20/Livro%20-%20An%C3%A1lise%20sobre%20os%20estudos%20de%20engenharia%20de%20materiais-0.pdf#page=20. Acesso em: 7 mar. 2021

NEGRO, Jonas Caetano *et al.* A FERRAMENTA OEE COMO AUXÍLIO PARA MELHORIAS EM UMA INDÚSTRIA DE AUTOPEÇAS: ESTUDO DE CASO. **Revista Prospectus**, [s. l.], v. 2, n. 2, agosto 2020. Disponível em: <http://www.prospectus.fatecitapira.edu.br/index.php/pgt/article/view/46/36>. Acesso em: 11 maio 2021.

NETO, Célio Pereira Oliveira. **TRABALHO EM AMBIENTE VIRTUAL: causas, efeitos e conformação** DOUTORADO. 2017. 238 f. Tese (DOUTOR em Direito do Trabalho) - Pontifícia Universidade Católica de São Pau, [S. l.], 2017. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/20883>. Acesso em: 9 nov. 2020.

NETO, Ricardo Borges Gama. Boletim de conjuntura. **IMPACTOS DA COVID-19 SOBRE A ECONOMIA MUNDIAL**, [s. l.], v. 2, ed. 5, p. 1-17, maio 2020. DOI <http://doi.org/10.5281/zenodo.3786698>. Disponível em: <https://revista.ufrr.br/boca/article/view/RicardoBorges/2935>. Acesso em: 17 mar. 2021.

O FUTURO do Trabalho Pós-Pandemia de COVID-19: Reflexões sobre os Impactos da Inteligência Artificial, Ciência e Educação. **O Futuro do Trabalho Pós-Pandemia de COVID-19: Reflexões sobre os Impactos da Inteligência Artificial, Ciência e Educaçã**, [s. l.], 5 ago. 2020. DOI <https://orcid.org/0000-0003-1571-165X>. Disponível em: https://metricas.usp.br/wp-content/uploads/2020/07/MétricasUSP-final09Jul2020-LAMB.LC_.pdf. Acesso em: 12 abr. 2021.

PARIS, Alaércio de. Overall Equipment Effectiveness - OEE: necessário, mas não suficiente: uma análise integrando o OEE e a Data Envelopment Analysis - DEA. **Repositório Digital da Biblioteca da Unisinos**, [S. l.], p. 1-195, 11 fev. 2016.

Disponível em:
http://repositorio.jesuita.org.br/bitstream/handle/UNISINOS/6036/Ala%c3%a9rcio%20de%20Paris_.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 12 abr. 2021.

PIAIA, T. (2013). **QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL E A PROTEÇÃO DO INDIVÍDUO NA SOCIEDADE DIGITAL: DESAFIOS PARA O DIREITO**. Revista Paradigma, Ribeirão Preto-SP, a. XXIV, v. 28, n. 1, p.122-140, Jan/Abr. 2019, 53(9), 1689–1699. <http://revistas.unaerp.br/paradigma/article/view/1444/1287>. Acesso: 8 nov.2020

PRIEB, Sérgio. A CLASSE TRABALHADORA DIANTE DA TERCEIRA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL. **UNICAMP**, [s. l.], 2015. Disponível em: https://www.unicamp.br/cemarx/anais_v_coloquio_arquivos/arquivos/comunicacoes/gt4/sessao1/Sergio_Prieb.pdf. Acesso em: 12 abr. 2021.

RODRIGUES, Alessandro Rogerio de Moraes. **Melhoria no processo de trefilação de cobre**: estudo de caso na indústria metalúrgica. 2013. 30 f. Monografia (Especialização) - Curso de Mba Gestão da Qualidade, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1884/39377>. Acesso em: 11 abr. 2021.

SAKURAI, Ruudi; ZUCHI, Jederson Donizete. **AS REVOLUÇÕES INDUSTRIAIS ATÉ A INDÚSTRIA 4.0**. Revista Interface Tecnológica, [s. l.], v. 15, ed. 2, p. 480-491, 2018. DOI [10.31510/infa.v15i2.386](https://doi.org/10.31510/infa.v15i2.386). Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/index.php/interfacetecnologica/article/view/386>. Acesso em: 3 nov. 2020.

SBABO, Cristiano. Desenvolvimento de um Data Logger para acompanhamento de variáveis de processo. **SCIENTIA CUM INDUSTRIA**, [s. l.], v. 8, n. 2, p. 57-64, 2020. DOI <http://dx.doi.org/10.18226/23185279.v8iss2p57>. Disponível em: <http://ucs.br/etc/revistas/index.php/scientiacumindustria/article/view/8334>. Acesso em: 12 abr. 2021.

SILVA, Jonathas Eduardo Galante. Coleta e Conversão de Dados Industriais para Sistemas Informatizados utilizando o conceito de Indústria 4.0. **Revista SISUNIFAFIBE**, [s. l.], ed. 1, 2018. Disponível em: <https://www.unifafibe.com.br/revistasonline/arquivos/revistasisunifafibe/sumario/55/07112018200323.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2021.

SILVEIRA, Cristiano Bertulucci. Indústria 4.0: O que é, e como ela vai impactar o mundo. In: **Citisystems**. [S. l.], 17 set. 2020. Disponível em: <https://www.citisystems.com.br/industria-4-0/>. Acesso em: 5 set. 2020.

SIQUEIRA, Audrey Rodrigues De. IMPLEMENTAÇÃO DO OEE (OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS) EM MÁQUINAS DE LAMINAÇÃO A FRIO. **Repositório Institucional UNESP**, [s. l.], 24 fev. 2012. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/139067/000865342.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 5 abr. 2021.

SOUZA, Aline Gonçalves de. **Estudo do Efeito do Processamento Termomecânico nas Propriedades Mecânicas do Aço SAE 1045**. 2012. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Engenharia de Materiais) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

SOUZA, Tomaz Fantin De. METODOLOGIA DE OTIMIZAÇÃO DE FIEIRAS DE TREFILAÇÃO VISANDO A REDUÇÃO DE TENSÕES RESIDUAIS NO MATERIAL TREFILADO ATRAVÉS DE SIMULAÇÃO NUMÉRICA E SUA VALIDAÇÃO EXPERIMENTAL. **UFRGS**, [s. l.], 2017. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/163908/001025738.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 5 abr. 2021.

SOUZA, Tomaz Fantin de. **Simulações Computacionais para Análise e Minimização das Tensões Residuais no Processo de Trefilação**. 2011. 68 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Minas, Metalúrgia e Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/49058>. Acesso em: 11 abr. 2021.

TAVARES, Juliano. A CONFERÊNCIA NA PRODUÇÃO COM COLETOR DE DADOS. **UNISUL**, [s. l.], 2019. Disponível em: <http://www.cbcm-metalforming.com/publicacoes/2017/INTERFACE%20PE%C3%87A-FERRAMENTA.pdf>. Acesso em: 5 abr. 2021.

SÓ, RAILSON DE ARAÚJO. TREFILAÇÃO: melhorias na eficiência do processo de trefilação em fios de cobre. **UNIS**, [s. l.], 1 nov. 2015. Disponível em: <http://repositorio.unis.edu.br/bitstream/prefix/1632/1/Railson%20de%20Ara%c3%baio%20S%c3%b3%20155958.pdf>. Acesso em: 5 abr. 2021.

TEMPOS Modernos. Direção: Charlie Chaplin. Produção: Charlie Chaplin. Roteiro: Charlie Chaplin. Nova York: [s. n.], 1936. Disponível em: <https://youtu.be/GLeDdzGUTq0>. Acesso em: 9 nov. 2020.

THOMÉ, Guilherme Dos Santos. PROJETO E APLICAÇÃO DE UM SISTEMA DE COLETA DE DADOS EM TEMPO REAL PARA INDÚSTRIA. **UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL – UCS CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA – CCET**, [s. l.], 2015. Disponível em: <https://repositorio.ucs.br/xmlui/bitstream/handle/11338/2257/TCC%20Guilherme%20dos%20Santos%20Thom%c3%a9.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 5 abr. 2021.

TOTVS, Agro Multicultivo. [Sem título] 2019. -. Disponível em: <https://tdn.totvs.com/pages/releaseview.action?pageld=240291673>. Acesso em: 12 abr. 2021.