



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA

VITOR ROCHA GOUVEIA

**ANÁLISE DA CONTRIBUIÇÃO DOS ÍNDICES DA METODOLOGIA OVERALL
EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) NO PROCESSO DE INJEÇÃO EM UMA
INDÚSTRIA DE TERMOPLÁSTICO.**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

JOÃO PESSOA

2022

VITOR ROCHA GOUVEIA

**ANÁLISE DA CONTRIBUIÇÃO DOS ÍNDICES DA METODOLOGIA OVERALL
EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) NO PROCESSO DE INJEÇÃO EM UMA
INDÚSTRIA DE TERMOPLÁSTICO.**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação
apresentado à Coordenação do curso de
Engenharia de Produção Mecânica da
Universidade Federal da Paraíba para o título de
**Bacharel em Engenharia de Produção
Mecânica.**

Orientador: Profº. Me. Jailson Ribeiro de Oliveira.

João Pessoa – PB

2022

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

G719a Gouveia, Vitor Rocha.

ANÁLISE DA CONTRIBUIÇÃO DOS ÍNDICES DA METODOLOGIA
OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) NO PROCESSO DE
INJEÇÃO EM UMA INDÚSTRIA DE TERMOPLÁSTICO. / Vitor
Rocha Gouveia. - João Pessoa, 2022.
68 f. : il.

Orientação: Jailson Ribeiro de Oliveira.
Monografia (Graduação) - UFPB/CT/BSCT.

1. Overall Equipment Effectiveness. 2. Processo
Produtivo. 3. Produtividade. 4. Indústria de
Termoplástico. 5. Injeção. I. Oliveira, Jailson Ribeiro
de. II. Título.

UFPB/CT

CDU 621(043.2)

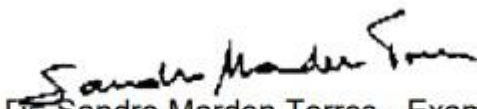
VITOR ROCHA GOUVEIA

**ANÁLISE DA CONTRIBUIÇÃO DOS ÍNDICES DA METODOLOGIA OVERALL
EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) NO PROCESSO DE INJEÇÃO EM UMA
INDÚSTRIA DE TERMOPLÁSTICO.**

Trabalho de Conclusão de Curso defendido em **03/06/2022**, em cerimônia de defesa pública, na plataforma google meet, sob o endereço (<https://meet.google.com/jgy-xfiy-wtr>), obtendo o conceito **APROVADO**, sob avaliação da banca examinadora a seguir:

Prof. Me. Jailson Ribeiro de Oliveira - Orientador
Departamento de Engenharia de Produção / CT / UFPB


Prof. Dr. Jonas Alves Paiva - Examinador
Departamento de Engenharia de Produção / CT / UFPB


Prof. Dr. Sandro Marden Torres - Examinador
Departamento de Engenharia Mecânica / CT / UFPB

João Pessoa
2022

Dedico esse trabalho de Conclusão de curso a Deus e aos meus pais e irmãos que me acompanharam durante toda essa jornada.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por permitir ter saúde e me dar forças e disposição para superar todas as dificuldades durante toda jornada acadêmica.

Aos meus pais, que desde sempre estão ao meu lado, me educando, me ajudando a traçar meu caminho, bem como dando suporte para que pudesse chegar até aqui.

Às minhas irmãs, que são minhas parceiras, e que sempre me ajudam nas adversidades.

Aos meus amigos de longas datas, Magno, Elan, Gabriel, Bruno, Luiz e Rodolfo, por estarem ao meu lado em todos os momentos, compartilhando angústias, dúvidas e alegrias.

Aos meus amigos de faculdade que começaram comigo essa jornada, em especial Marcos, Douglas, Reiane, Heron, Moisés, Lucas, Leandro e Thallison. Bem como àqueles que estiveram comigo nessa reta final me apoiando e fazendo com que acreditasse que seria possível, em especial Amanda, Rafael, July e Victor.

Aos meus amigos, Lucas, Rafaela, Jéssica, Camila e Gustavo, que apesar do pouco tempo de convivência, estão sempre comigo, compartilhando momentos especiais e felizes.

Ao meu orientador professor Jailson, por todos os ensinamentos acadêmicos, profissionais e pessoais, além do suporte, dedicação e comprometimento no desenvolvimento da pesquisa.

À esta Universidade, e seu corpo docente, que tanto somaram no meu desenvolvimento profissional como pessoal.

E à empresa que serviu como objeto de estudo desse trabalho, permitindo a análise do método proposto.

*“Viver é enfrentar um problema atrás do outro.
O modo como você o encara é que faz a diferença.”*

Benjamin Franklin

GOUVEIA, Vitor Rocha. **Análise da contribuição dos índices da metodologia overall equipment effectiveness (OEE) no processo de injeção em uma indústria de termoplástico**. 2022. 68f. Monografia (Bacharelado em Engenharia de Produção Mecânica). UFPB/CT, Campus I, João Pessoa – PB.

RESUMO

A competitividade das empresas no mercado global tem aumentado cada vez mais ao passar dos anos, esse acirramento provoca uma pressão competitiva, que direciona às empresas a reduzir desperdícios e aumentar a produtividade e, consequentemente, reduzir seus custos na tentativa de aumentar suas margens de lucro. O presente trabalho **objetiva analisar a contribuição dos índices da metodologia Overall Equipment Effectiveness (OEE) no processo de injeção em uma Indústria de termoplástico**, visando identificar a partir dos dados e informações gerados, elaborar proposta de melhoria da gestão. Foi desenvolvido um estudo de caso descritivo-exploratório, em uma empresa do ramo de utensílios plásticos domésticos no mercado há mais de 15 anos. Esta engloba vários processos da cadeia produtiva do termoplástico, desde o processo de recebimento do material, passando pela separação e moagem, posteriormente percorrendo a extrusão, seguindo para injeção e depois a expedição e logística. O processo de injeção foi o objeto de estudo dessa pesquisa, considerado a etapa determinante na moldagem dos produtos, sendo fabricados produtos em 11 injetoras de alto padrão e *performance*. Os dados foram coletados por meio de pesquisa documental e observação participante referente a um ano de pesquisa, sendo tratados de modo quantitativo através da mensuração dos índices de disponibilidade, eficiência e qualidade para determinação do OEE. Para atender os objetivos dessa pesquisa foram observados a carga máquina da injetora, as paradas programadas e não programadas para se obter a disponibilidade. Posteriormente foram mensurados o tempo de ciclo em peças por hora e a quantidade de peças produzidas que juntamente com dados mensurados no índice de disponibilidade obteve-se o índice de eficiência. Após, com a quantidade de peças produzidas e peças defeituosas calculou-se o índice de qualidade. A partir desses índices obteve-se a determinação do OEE. Finalmente com o OEE definido pôde ser feita uma análise crítica do processo em questão e concluiu-se que o método OEE expôs as perdas e desperdícios no processo. A proposta de melhoria é a implementação do modelo por pessoas profissionais, realizar uma densa análise de causa por meio de parcerias entre os setores e estudar a possibilidade de um programa de Total Productive Maintenance (TPM), que aumentaria a confiabilidade do processo produtivo, gerencial e do negócio como um todo.

Palavras-Chave: *Overall Equipment Effectiveness*, Processo Produtivo, Produtividade, Indústria de Termoplástico, Injeção.

GOUVEIA, Vitor Rocha. Analysis of the contribution of the indices of the overall equipment effectiveness methodology (OEE) in the injection process in a thermoplastic industry. 2022. 68f. Bachelor's thesis (Bachelor's degree in Mechanical Production Engineering). UFPB/CT, Campus I, João Pessoa – PB.

ABSTRACT

The competitiveness of companies in the global market has increased more and more over the years, this intensification causes competitive pressure, which directs companies to reduce waste and increase productivity and consequently reduce their costs in an attempt to increase their profit margins. The present work aims to analyze the contribution of the indices of the Overall Equipment Effectiveness (OEE) methodology in the injection process in a thermoplastic industry to identify from the data and information generated, prepare a proposal to improve management. A descriptive-exploratory case study was developed in a company in the field of household plastic utensils in the market for more than 15 years. This encompasses several processes of the thermoplastic production chain, from the process of receiving the material, through separation and grinding, later going through the extrusion, going to injection and then shipping and logistics. The injection process was the object of study of this research, considered the determining step in the molding of products, being manufactured products in 11 injectors of high standard and performance. Data were collected through documentary research and participant observation for one year of research, being treated quantitatively by measuring the rates of availability, efficiency and quality for determination of the OEE. To meet the objectives of this research, the machine load of the injector, the scheduled and unscheduled stops to obtain availability were observed. Subsequently, the cycle time in parts per hour and the quantity of parts produced were measured, which together with data measured in the availability index obtained the efficiency index. After that, with the quantity of parts produced and defective parts, the quality index was calculated. From these indexes, the OEE was determined. Finally, with the OEE defined, a critical analysis of the process in question could be made and it was concluded that the OEE method exposed the losses and waste in the process. The proposal for improvement is the implementation of the model by professional people, perform a dense cause analysis through partnerships between sectors and study the possibility of a Total Productive Maintenance (TPM) program, which would increase the reliability of the production, management process and the business as a whole

Keywords: Overall Equipment Effectiveness, Production Process, Productivity, Thermoplastic Industry, Injection.

LISTA DE SIGLAS

ABIPLAST	Associação Brasileira da Indústria do Plástico
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
JIPM	<i>Japan Institute of Plant Maintenance</i>
STP	Sistema Toyota de Produção
SGA	<i>Small Group Activity</i>
PEBD	Polietileno de baixa densidade
PEAD	Polietileno de alta densidade
PP	Polipropileno
PE	Polietileno
PVC	Polivinil clorado
PS	Poliestireno
ABS	Acrilonitrila butadieno estireno
PET	Polietileno tereftalato
PBT	Polibutileno tereftalato
PUR	Poliuretano
PCP	Planejamento e Controle da Produção
6M ambiente	Máquina, Mão de obra, Matéria-prima, Método, Medição e Meio
PDCA	<i>Plan, Do, Check, Act</i>
MASP	Método de Análise e Soluções de Problemas
OPT	<i>Optimized Production Technology</i>

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Empresas nas indústrias do setor plástico	20
Figura 2 – Empregos na indústria do setor plástico em mil empregos	21
Figura 3 – Elementos do sistema de produção	25
Figura 4 – Perdas mensuradas pelo OEE	31
Figura 5 – Injetora Haitian	38
Figura 6 – Organograma geral da empresa	40
Figura 7 – Organograma setorial da injeção	41
Figura 8 – Procedimentos da Pesquisa	43
Figura 9 – Cadeira Camboinha	49
Figura 10 – Cadeira Tabatinga	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Fórmulas para obtenção dos índices que compõe o OEE	32
Tabela 2 – Classificação do resultado do OEE	32
Tabela 3 – Peças vendidas e faturamento por produto – Nov/2020 a Out/2021	49
Tabela 4 – Avaliação do índice de disponibilidade da injetora 07	52
Tabela 5 – Paradas não programadas do mês de dezembro de 2020 da injetora 07	53
Tabela 6 – Paradas não programadas do mês de março de 2021 da injetora 07	53
Tabela 7 – Paradas não programadas do mês de junho de 2021 da injetora 07	54
Tabela 8 – Avaliação do índice de eficiência da injetora 07	54
Tabela 9 – Avaliação do índice de qualidade da injetora 07	56
Tabela 10 – Determinação do índice OEE da injetora 07	57

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Níveis diferentes de decisões sobre capacidade produtiva	36
Quadro 2 – Variáveis da Pesquisa	45

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Peças vendidas por produto – Nov/2020 a Out/2021	50
Gráfico 2 – Faturamento (R\$ x mil) por produto – Nov/2020 a Out/2021	50
Gráfico 3 – Índice de disponibilidade da injetora 07	52
Gráfico 4 – Índice de eficiência da injetora 07	55
Gráfico 5 – Índice de qualidade da injetora 07	56
Gráfico 6 – Índice OEE da injetora 07	57

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 DELIMITAÇÃO DO TEMA E DO PROBLEMA	16
1.2 OBJETIVOS	19
1.2.1 Geral	19
1.2.2 Específicos	20
1.3 JUSTIFICATIVAS	20
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	24
2.1 CONFIABILIDADE DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO	24
2.1.1 Sistema de Produção	24
2.1.2 Perdas e desperdícios	26
2.1.3 Manutenção Produtiva Total	28
2.2 EFICIÊNCIA GLOBAL DO EQUIPAMENTO	30
2.3 GESTÃO DA CAPACIDADE E DEMANDA	33
2.4 INDÚSTRIA DE TERMOPLÁSTICO – EXTRATO ANALÍTICO DO PROCESSO DE INJEÇÃO	36
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	39
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	39
3.2 CAMPO DE PESQUISA	39
3.3 SUJEITOS DA PESQUISA	42
3.4 PROCEDIMENTOS DA PESQUISA	43
3.5 VARIÁVEIS DA PESQUISA	45
3.6 COLETA E TRATAMENTO DE DADOS	46
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	48
4.1 MENSURAÇÃO DOS ÍNDICES UTILIZAÇÃO/DISPONIBILIDADE	51
4.2 MENSURAÇÃO DOS ÍNDICES DE EFICIÊNCIA	54
4.3 MENSURAÇÃO DOS ÍNDICES DE QUALIDADE	55
4.4 DETERMINAÇÃO DO OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS	56

4.5 PROPOSTA DE MELHORIA DA GESTÃO E AVALIAÇÃO DO OEE DO PROCESSO DE INJEÇÃO NA EMPRESA OBJETO DE ESTUDO	57
5 CONCLUSÃO	60
5.1 RECOMENDAÇÕES PARA A EMPRESA	60
5.2 LIMITAÇÕES DA PESQUISA	61
5.3 SUGESTÕES DE PESQUISA FUTURAS	61
REFERÊNCIAS	63
ANEXO 1	66
ANEXO 2	67

1. INTRODUÇÃO

1.1 DELIMITAÇÃO DO TEMA E DO PROBLEMA

Nos últimos anos a competição entre as empresas tem aumentado nos mercados internacional e nacional. Esse acirramento dá origem a uma “pressão competitiva” que direciona às empresas para a busca de mais eficiência nas suas operações e nos processos de gestão. Trata-se de fenômeno observado de modo marcante em Indústrias como a automotiva, a siderúrgica, a têxtil e de confecções, a eletroeletrônica, a de bens de consumo duráveis e a de transformados plásticos, entre outras (ANTUNES et al., 2008).

Os autores acima citados ainda constataam que historicamente foi nesses ramos industriais que se percebeu de modo mais claro a necessidade de desenvolver com regularidade novos produtos, cada vez mais complexos e com maior grau de diversificação. Em virtude dessa situação geral, que ao longo do tempo passou sistematicamente a impactar outros tipos de Indústrias, as empresas foram compelidas a trabalhar simultaneamente várias dimensões da competição: custos, qualidade, tempo, flexibilidade e inovação.

A prosperidade mundial da Indústria do plástico iniciou após a 2ª Guerra Mundial. No princípio era utilizado o carvão como matéria-prima. Apenas em meados dos anos 50 aconteceu a substituição por petróleo. A vantagem desta substituição estava em que se poderia aproveitar racionalmente aquela parcela do refino, até aquela época sem valor, que no craqueamento (*to crack* = quebrar) do petróleo era utilizada como produto secundário. O forte crescimento da produção de plásticos foi parcialmente freado durante a crise do petróleo de 1973. Todavia este material apresenta até hoje um desenvolvimento dinâmico acima da média (MICHAELI et al, 1995).

No mundo atual, os materiais plásticos estão ganhando cada vez mais espaço na fabricação de peças e produtos técnicos antes produzidos com outras classes de materiais.

Filho (2014) afirma que no início do século XX ocorreu uma expansão nos novos tipos de materiais denominados plásticos, que gradativamente foram cada vez mais sendo utilizados na produção dos mais variados objetos. Sua versatilidade é tamanha que, desde então, eles vêm provocando mudanças nos hábitos de consumo,

e por decorrência, no estilo de vida das pessoas. Uma das características decisivas, responsáveis pelo grande desenvolvimento do uso do plástico, é a econômica, pois é possível fabricar os mais diferentes artigos e utensílios de plástico com custo reduzido, portanto mais acessíveis à população.

O Brasil possui diferenças sociais significativas, as quais apresentam grande concentração de renda, mas não se pode negar que o desenvolvimento tecnológico acelerado que estamos vivenciando, principalmente nos últimos cinquenta anos, tem propiciado às camadas menos favorecidas da população o acesso a bens de consumo que anteriormente eram de uso exclusivo de pequenas elites econômicas. Um dos responsáveis por esta revolução que vem transformando a maneira de se viver é, inegavelmente, o plástico. O avanço das novas tecnologias empurrou o crescimento e expandiram a criação de variados objetos e equipamentos fabricados com este material, como, por exemplo: utensílios domésticos, brinquedos, peças automotivas, peças de equipamentos eletrônicos, calçados, embalagens, pisos, revestimentos e, até mesmo, próteses que substituem partes de nossos corpos (PIATTI; RODRIGUES, 2005).

Para Filho (2014), o material plástico possui outra vantagem: ele pode ser reciclado. Desta forma o consumo de matéria-prima é reduzido e o resíduo pode retornar ao fluxo do processo produtivo, fazendo com que o ciclo produtivo seja renovado. Ainda, há a reciclagem que pode utilizar o resíduo pós-consumo, aquele resultante do consumo das famílias, bem como outro que pode aproveitar o resíduo industrial, aproveitando das rebarbas e das aparas que sobram da produção.

Segundo a Associação Brasileira da Indústria do Plástico (ABIPLAST, 2020), a produção de plásticos no mundo em 2019 foi de 385,4 milhões de toneladas de transformados e 368,9 milhões de toneladas de resinas termoplásticas. Em 2019, segundo a pesquisa, o primeiro lugar em produção de resinas e termoformados foi a China com um quantitativo de 114,1 milhões de toneladas de resinas e 141,2 milhões de toneladas de transformados. Quando comparado ao Brasil, que produz cerca de 8,2 milhões de toneladas de resinas e 7,1 milhões de transformados, percebemos o quanto o setor plástico brasileiro tem a crescer. Ainda segundo a pesquisa, o setor no Brasil é composto por 10.891 empresas, e responsável pela geração de 326.759 empregos diretos, possui um faturamento de 90,8 Bilhões de reais e uma produção física de 7,3 milhões de toneladas. Além disso, a cada 1 milhão de reais adicional no

setor termoplástico são gerados 29 novos empregos, aumento de 3,35 milhões na produção total da economia, além do aumento de 1,3 milhão no PIB brasileiro.

A Paraíba está em 13º lugar na geração de empregos do setor plástico, com um total de 2694 empregos diretos, o que corresponde a 0,8% do quantitativo geral de empregos do setor plástico no Brasil (ABIPLAST, 2020).

Nessa pesquisa, usando o procedimento de estudo de caso, a empresa objeto de estudo é uma unidade produtiva fabricante de utilidades plásticas domésticas, que atua nas regiões Nordeste, Sudeste e Norte do Brasil, estando há mais de 15 anos no mercado. Para acompanhar os desafios do mercado, a empresa busca alinhar as dimensões eficiência, qualidade e confiabilidade, de modo a balizar demanda, recursos e capacidades alinhadas às medidas sistêmicas de desempenho.

O sistema de produção da empresa é em lotes, com fluxo de processo desde o recebimento de reciclados, a separação dos tipos de materiais (polipropileno e polietileno), passando pela moagem, extrusão e finalmente sendo moldado nas máquinas injetoras, apresentando variedade de programação e de moldes, tendo como consequência ocorrências de paradas e de setup, seja de máquinas, moldes, produtos e operacionais – O que acarreta desperdícios como refugos e retrabalhos, além da perda de produtividade e elevado índice de paradas.

Overall Equipment Effectiveness (OEE) significa Eficiência Global do Equipamento, que é um indicador do rendimento dos equipamentos que considera tanto os aspectos de produtividade, quanto os de qualidade envolvidos no processo, pôde-se verificar como ocorrem as principais perdas na utilização da capacidade e propor melhorias para aumentar a produtividade, contribuindo com a filosofia do TPM – Manutenção Produtiva Total (AZEVEDO, 2004).

Nakajima (1989) diz que a maior parte dos custos de produção total estão relacionadas às perdas durante o processo produtivo, e que o uso do OEE ajuda a revelar quais são esses custos ocultos. Santos e Silva (2013) afirmam, ainda, que o OEE é um sistema de detecção das perdas.

Ao se tratar de perdas, Chiaradia (2004) diz que a identificação no processo produtivo compõe o principal elemento para o cálculo do OEE. Nakajima (1988), então, dividiu essas perdas em seis: perdas por quebra do equipamento, por Setup e regulagem, por pequenas paradas e ociosidade, por queda de velocidade, perdas por refugo ou retrabalho e perda por queda no rendimento. Perdas que estão divididas de

forma que uma ou mais estão ligadas a um dos índices que compõe o indicador OEE, a saber: Disponibilidade, Performance e Qualidade.

O OEE é então obtido por meio do cálculo do produto desses três índices (NAKAJIMA, 1989). Andrade e Scherer (2009) dizem que a disponibilidade evidencia o tempo em que o equipamento está realmente disponível para produção, já a performance demonstra se a máquina trabalha de acordo com as informações especificadas e, a qualidade aponta a quantidade de peças ótimas que o equipamento produz quando comparadas aos requisitos específicos de qualidade.

Andrade e Scherer (2009) ainda afirmam que para o cálculo do índice de disponibilidade, leva-se em conta o tempo em que o equipamento está disponível para a produção e o tempo que ele efetivamente produz, contabilizando as paradas planejadas e não planejadas. Já para o cálculo do segundo índice, o de Performance, leva-se em conta o ciclo real de produção e o ciclo ideal do equipamento que possibilita analisar a velocidade de produção e perdas por pequenas paradas. O cálculo do terceiro e último índice, o de Qualidade, consideram-se o total de peças produzidas subtraindo-se as peças ruins sobre o total de peças produzidas. Após o cálculo dos índices mostrados acima, é possível calcular o OEE por meio da seguinte multiplicação: Índice Disponibilidade X Índice Performance X Índice Qualidade.

Mediante o contexto apresentado, faz-se necessário analisar como a utilização dos índices da metodologia OEE contribui para o processo de injeção em uma Indústria de termoplástico?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Geral

Analisar a contribuição dos índices da metodologia *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* no processo de injeção em uma Indústria de termoplástico.

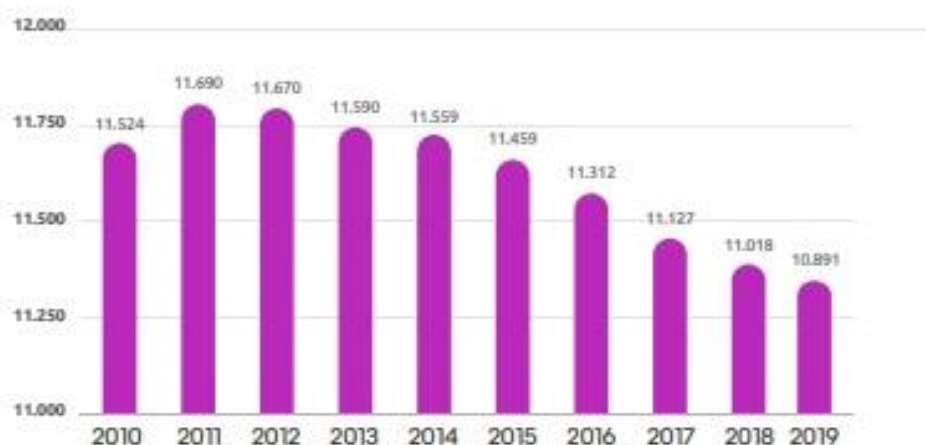
1.2.2 Específicos

- Levantar a situação das atividades, máquinas e ocorrências de paradas, visando a mensuração do **índice de utilização/disponibilidade** no processo de injeção;
- Classificar e quantificar as ocorrências de paradas, visando a mensuração do **índice de eficiência/performance**;
- Quantificar a produção expedida, visando a mensuração **do índice de qualidade**;
- Calcular o índice de produtividade, visando a determinação do **Overall Equipment Effectiveness** do setor de injeção;
- A partir dos dados e informações gerados, elaborar **proposta de melhoria da gestão e avaliação da OEE** do processo de injeção da empresa objeto de estudo.

1.3 JUSTIFICATIVAS

Segundo dados da ABIPLAST (2020), o mercado do setor plástico apresentou um total de 10.891 empresas distribuídas por todo o Brasil (Figura 1). Em geral, é formado por micro e pequenas empresas em faturamento totalizando 76%, o que é reflexo de uma elevada taxa de empreendedorismo no setor e pela presença de empresas de caráter familiar. As de médio e grandes portes totalizam 24% de empresas, que estabelecem o crescimento tecnológico do setor.

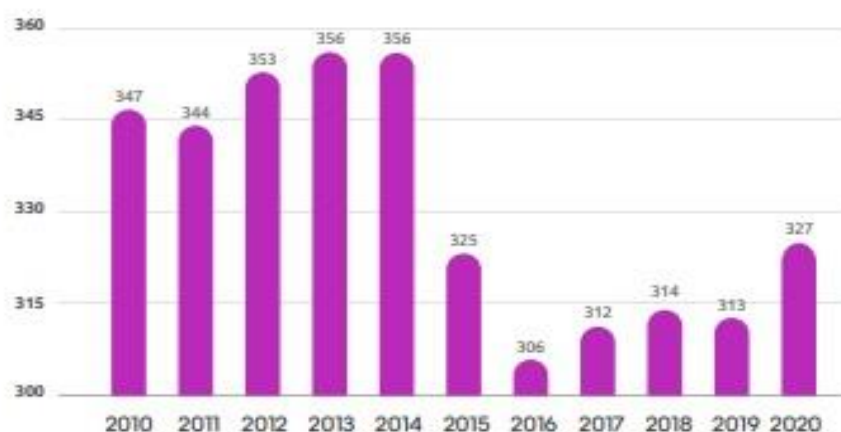
Figura 1 – Empresas nas indústrias do setor plástico



Fonte – ABIPLAST 2020

O setor de transformados plásticos brasileiro é o terceiro maior empregador da indústria de transformação, ficando atrás dos setores de confecção de vestuário e acessórios e abate e fabricação de carnes, totalizando mais de 327 mil empregos.

Figura 2 – Empregos na indústria do setor plástico em mil empregos



Fonte – ABIPLAST 2020

As indústrias do setor plástico e as organizações como um todo na incansável busca por melhores posições em um mercado globalizado e competitivo procuram produzir mais, utilizando menos recursos e consequentemente com um menor custo, e também, concentrar esforços na redução das perdas em seus processos. Os clientes e suas crescentes demandas obrigam as organizações a ajustarem, aperfeiçoarem e desenvolverem maior competitividade por meio de inovações em suas operações. Essa adaptação, muitas das vezes, baseia-se no uso de padrões e conceitos que, de modo geral, são geridos e mantidos de forma desordenada, o que certamente causam resultados indesejáveis, principalmente em seus processos produtivos.

Para oferecer aos consumidores produtos de qualidade a preços justos e acessíveis, as empresas buscam reduzir os seus custos de produção. A filosofia do Sistema Toyota de Produção defende a minimização dos gastos, por meio da eliminação de perdas e desperdícios. Tal redução ocorre com a implementação de ações de melhoria no sistema de produção, mas, para implementar ações de melhoria, a gerência precisa de dados confiáveis do sistema produtivo para identificar qual local necessita de melhorias.

A indústria do presente estudo sofre grande pressão para reduzir desperdícios e aumentar a produtividade e, consequentemente, reduzir seus custos na tentativa de

aumentar suas margens de lucro. Esta pressão é nítida no setor plástico, principalmente em função do poder das grandes empresas do setor, cujas negociações se dão em grande escala. Uma grande quantidade de perdas e desperdícios pode representar uma redução no faturamento da empresa a cada ano. Neste contexto, é fundamental que a indústria em questão conheça plenamente a sua capacidade e possa atender seus clientes com prazo, qualidade e preço acessível.

Diante da preocupação em promover uma gestão mais eficiente para a indústria em questão, uma área do conhecimento que pode contribuir com isso é a Gestão da capacidade juntamente com o cálculo do OEE (*Overall Equipment Effectiveness* – Eficiência Global do Equipamento). Esta área representa grande importância para a manutenção de boa qualidade dos serviços e produtos oferecidos por uma empresa, e possibilita a produção com maior eficiência, reduzindo custo e tempo de produção. De acordo com Corrêa & Corrêa (2012), uma gestão da capacidade de produção ideal atende à demanda em perfeita sintonia com a capacidade instalada. Uma capacidade muito maior que a demanda pode gerar os seguintes fatores: redução de preços, como forma de aumentar a demanda; subutilização da força de trabalho e ou do espaço físico; geração de estoque em excesso; aumentar a carteira de produtos ou serviços oferecidos que são menos lucrativos. A capacidade produtiva contribui na tomada de decisões para o planejamento, já que entrega as informações necessárias sobre as limitações do sistema.

Como consequência, uma gestão ineficiente da capacidade de produção pode gerar um mal planejamento de produção, e, conseqüentemente, uma diminuição da qualidade dos produtos e/ou serviços prestados (SLACK *et al*, 2006).

Nesse contexto, frente à complexidade do sistema, apenas a constatação de indicadores e informações nacionais, de maneira generalizada, não são capazes de demonstrar a realidade da empresa em questão, sendo proposta uma análise da influência do *Overall Equipment Effectiveness* na produtividade do setor de injeção, com o intuito de apresentar o impacto econômico que esse modelo de gestão pode resultar, assim como indicar a ociosidade e os desperdícios existentes.

Visando a redução de perdas e desperdício na empresa, a aplicação do *Overall Equipment Effectiveness*, busca possibilitar a obtenção de ganhos de produtividade, financeiros e operacionais, justificando grande relevância ao estudo, já que o ambiente fabril e competitivo da atualidade se encontra sempre em busca do equilíbrio e da melhoria desses três fatores.

Isso acontece devido à conexão dos desperdícios com os fatores mencionados. O primeiro, os ganhos de produtividade, se justificam pelo fato de que quanto maiores os percentuais de desperdícios, menores são os índices de produtividade e eficiência do processo. Na empresa, a instabilidade presente acaba resultando em maiores prazos de entrega e menor flexibilidade dos processos. O segundo, os ganhos financeiros, representam um dos fatores mais importantes, pois os desperdícios impactam negativamente e consideravelmente nos lucros de toda e qualquer empresa. O último, porém, não menos importante, os ganhos operacionais, devem implicar na utilização dos recursos produtivos de maneira efetiva, evitando sempre o retrabalho e a utilização ineficiente dos meios de produção disponíveis.

Além das oportunidades de melhorias para a empresa em estudo, o desenvolvimento do trabalho também possui relevância para minha formação como Engenheiro de Produção Mecânica, visto que no transcorrer do mesmo pode se utilizar ferramentas e conceitos da engenharia de produção bem como colocar em prática os ensinamentos adquiridos durante a graduação, que vem a ofertar experiências importantes para o crescimento, visão e aprendizado.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 CONFIABILIDADE DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO

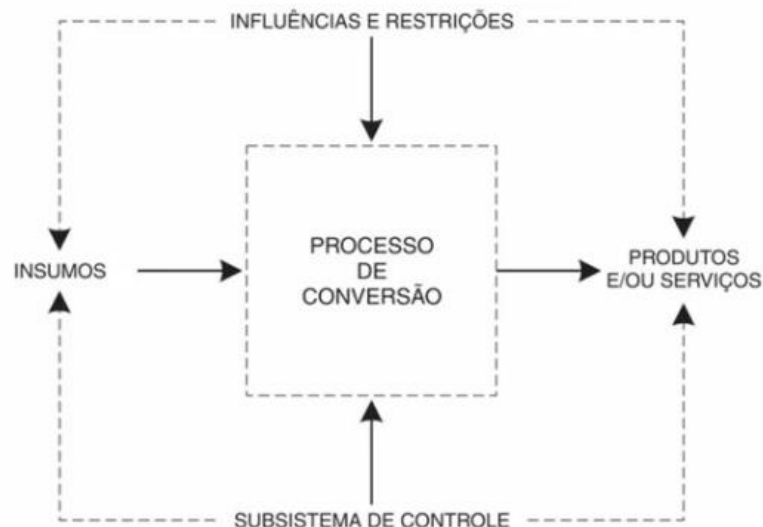
2.1.1 Sistema de Produção

Moreira (2012) define “sistema de produção” como o conjunto de atividades e operações interrelacionadas envolvidas na produção de bens (caso de indústrias) ou serviços. O sistema de produção é uma entidade abstrata, porém extremamente útil para dar uma ideia de totalidade, que é conveniente para a apresentação de inúmeros conceitos que serão discutidos ao longo deste livro.

Distinguem-se no sistema de produção alguns elementos constituintes fundamentais. São eles os insumos, o processo de criação ou conversão, os produtos ou serviços e o subsistema de controle (Figura 3).

Os insumos são os recursos a serem transformados diretamente em produtos, como as matérias-primas, e mais os recursos que movem o sistema, como a mão-de-obra, o capital, as máquinas e equipamentos, as instalações, o conhecimento técnico dos processos etc.

O processo de conversão, em manufatura, muda o formato das matérias-primas ou muda a composição e a forma dos recursos. Em serviços, não há propriamente transformação: o serviço é criado. Em serviços, diferentemente da manufatura, a tecnologia é mais baseada em conhecimento (know-how) do que em equipamentos. Comparativamente, dizemos que, em geral, as atividades de serviços são mais intensivas em mão-de-obra (pessoal), enquanto as atividades industriais são mais intensivas em máquinas e equipamentos (capital físico).

Figura 3 – Elementos do sistema de produção

Fonte: MOREIRA (2012)

O sistema de controle é a designação genérica que se dá ao conjunto de atividades que visa assegurar que programações sejam cumpridas, que padrões sejam obedecidos, que os recursos estejam sendo usados de forma eficaz e que a qualidade desejada seja obtida. O sistema de controle, pois, promove a monitoração dos três elementos do sistema de produção.

O sistema de produção não funciona no vazio, isoladamente. Ele sofre influências, de dentro e de fora da empresa, que podem afetar seu desempenho. Em outras palavras, ele sofre a influência de um ambiente externo e de um ambiente interno.

A classificação dos sistemas de produção, principalmente em função do fluxo do produto, reveste-se de grande utilidade na classificação de uma grande variedade de técnicas de planejamento e gestão da produção. É assim possível discriminar grupos de técnicas e outras ferramentas gerenciais em função do particular tipo de sistema, possibilidade essa que racionaliza a apresentação didática. Tradicionalmente, os sistemas de produção são agrupados em três grandes categorias:

- sistemas de produção contínua ou de fluxo em linha;
- sistemas de produção por lotes ou por encomenda (fluxo intermitente);
- sistemas de produção para grandes projetos sem repetição.

Na empresa objeto de estudo, a produção é feita em lotes, pois ao término da fabricação do lote de um produto, outros tomam o seu lugar nas máquinas. O produto original só voltará a ser feito depois de algum tempo, caracterizando-se assim uma produção intermitente de cada um dos produtos. Quando os clientes apresentam seus próprios projetos de produto, devendo a empresa fabricá-lo segundo essas especificações, temos a chamada produção intermitente por encomenda.

2.1.2 Perdas e desperdícios

Azevedo (2004) fala que nas avaliações realizadas pelos consultores do Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) e em diversas empresas, foi estabelecido que cada fábrica deve procurar identificar e atacar as principais perdas dos equipamentos conforme indicado pelos componentes do OEE (Overall Equipment Effectiveness). A estratégia utilizada é atacar cada Grande Perda individualmente com o objetivo de maximizar o OEE. Este índice é a medida que permite a supervisão da fábrica avaliar o processo global das melhorias implantadas. A identificação das perdas principais e sua análise é a ferramenta utilizada na fábrica para melhorar sistematicamente o rendimento. Como tal, a fábrica deve procurar medir e entender as perdas e atacar as causas raízes de cada uma. As Grandes Perdas são medidas porque elas são um desperdício. Toda vez que um equipamento não produz uma peça com qualidade acarreta numa perda de tempo.

Para melhorar ou reduzir perdas de tempo, deve-se rastrear todas as perdas. Rastreando e documentando as perdas pode-se focalizar a atenção em caminhos para reduções. Quando passos de melhoria são implementados, consegue-se medir o sucesso ou fracasso.

Melhorando ou reduzindo estes desperdícios pode-se conseguir um retorno financeiro imediato na melhoria da eficiência do equipamento através de melhor qualidade e produtividade.

Documentando estas melhorias que reduzem desperdícios, pode-se aplicar os mesmos passos em equipamentos similares. Estas melhorias devem ser transferidas para os equipamentos existentes e para novas máquinas que estejam sendo projetadas e construídas.

O Sistema Toyota de Produção (STP) listou sete possíveis desperdícios que podem ocorrer em um processo e estes podem ser aplicados em inúmeros tipos de operações diferentes.

Segundo Shingo (2017), os sete tipos de perdas são:

Superprodução: está ligado ao fato de produzir além da necessidade para o processo seguinte, considerado pela Toyota a maior fonte de desperdício em um processo. Cada etapa do processo deve produzir exatamente o que é exigido pelo processo seguinte atendendo à demanda real. A produção em quantidade ou ritmo maior que o necessário acarreta a utilização desnecessária de recursos, gerando estoques, deslocamentos etc., absorvendo a capacidade que deveria ser utilizada para fazer o esperado pelo cliente;

Tempo de Espera: Eficiência do homem e eficiência do equipamento são medidas comuns utilizadas para avaliar os tempos de espera de máquinas e mão-de-obra, respectivamente. Para o sistema *lean* o ideal é que todos os processos sigam um fluxo contínuo e entreguem de forma rápida e sem interrupção o produto ao cliente. Este desperdício ocorre quando alguma etapa do processo não consegue ao fluxo do processo, ou seja, não supre a necessidade do cliente resultando na redução da eficiência da próxima etapa;

Transporte: Caracteriza-se pela movimentação de materiais dentro do processo que não agregam valor;

Processo: São tidas como perdas por processamento, operações que não agregam valor ao processo. São etapas que são executadas em uma atividade, mas que poderiam ser eliminadas que não causariam perdas, mas sim, otimização no processo;

Estoque: Segundo Picchi (2017), se o que é produzido não é consumido – seja pelo consumidor final, seja pelo processo seguinte numa cadeia produtiva – temos estoques, um dos principais indicadores de um sistema com problemas. O custo financeiro de capital parado e não vendido é o desperdício mais evidente e pode retardar a detecção de defeitos, gerando retrabalhos em grandes lotes;

Movimentação: Segundo Picchi (2017), movimentos de pessoas sem necessidade também são desperdícios: consomem tempo que não está sendo usado para produzir ou criar valor. O ideal é que todo o movimento de um trabalhador seja usado para produzir, para criar valor;

Defeitos: O ideal, num processo produtivo, é produzir certo “da primeira vez”. Pois assim, é claro, não será preciso produzir de novo. O sétimo desperdício, identificado por Ohno, é um dos que mais ocorrem nas organizações tradicionais: gastar tempo, gente e recursos para refazer, corrigir ou retrabalhar o que foi feito de forma errada. Isso envolve uma série de desperdícios típicos de processos produtivos cheios de falhas: necessidades de inspeções, manejos de refugos etc. Os exemplos são muitos e diversificados. Vão depender do tipo de empresa, do produto, do serviço, mas os desperdícios mais comuns são esses (PICCHI, 2017).

2.1.3 Manutenção Produtiva Total

De acordo com Hartmann (1992), a Manutenção Produtiva Total combina a prática americana de Manutenção preventiva com os conceitos japoneses de Controle de Qualidade Total e total envolvimento dos empregados. O resultado é um sistema inovador para acompanhamento e manutenção de equipamentos que otimiza a eficiência, elimina quebras, e promove a manutenção autônoma do operador nas atividades diárias. O TPM amplia a responsabilidade da manutenção e operadores que não mais devem simplesmente manter seus equipamentos trabalhando sem interrupções, mas devem também aumentar e otimizar sua performance (melhoria mensurada pelo indicador OEE - Overall Equipment Effectiveness) utilizando o conceito de “Quebra Zero” (inclui Zero Paradas de Máquinas, Zero Desperdício, Zero Acidentes e Zero Defeitos de Qualidade) em máquinas e equipamentos.

Ainda segundo Hartmann (1992), o TPM integra 5 elementos (pilares) em um processo de melhoria contínua que utiliza o potencial das pessoas de todos os níveis de uma organização. São os cinco pilares:

- Atividades de Pequenos Grupos (Small Group Activities - SGA)

O primeiro pilar, Atividades de Pequenos Grupos, é o que estabelece o elo entre todos os outros elementos. Uma vez que as atividades de pequenos grupos estejam em andamento, o próprio grupo providenciará melhorias e informações aos demais elementos. As atividades de pequenos grupos são descritas em Sete Passos:

- Limpar e inspecionar;
- Procedimentos de lubrificação, Segurança no Trabalho e Limpeza;

- Eliminar fontes de contaminação;
- Treinamento e inspeção geral;
- Atividades de Pequenos Grupos – Inspeção e Procedimentos;
- Organização e Housekeeping do local de trabalho;
- Gerenciamento dos equipamentos pelos Pequenos Grupos.

- Administração de novos equipamentos

O segundo pilar do TPM é a administração de novos equipamentos. Este é um processo que minimiza os custos dos equipamentos durante seu ciclo de vida ainda na fase de projeto. A administração de novos equipamentos impede a repetição dos erros existentes nas máquinas e equipamentos existentes através do feedback dos Pequenos Grupos.

- Realização da Manutenção Planejada

O terceiro pilar do TPM é realizar manutenção planejada. O TPM busca concentrar as atividades no pessoal especializado em um nível avançado de tarefas como, por exemplo, na manutenção preditiva. Além das atividades relacionadas à manutenção preventiva e preditiva, este pessoal deverá passar o conhecimento técnico dos equipamentos aos operadores e fornecer dados técnicos aos engenheiros para melhoria da confiabilidade e manutenibilidade dos equipamentos e outras melhorias da tecnologia de manutenção.

- Treinamento em Operações e Manutenção

O quarto pilar do TPM é o Treinamento em Operações e Manutenção. O treinamento no TPM é fundamental e fornece a cada empregado o aumento de conhecimento necessário para melhor desempenhar suas tarefas. As necessidades adicionais de treinamento serão definidas pelos próprios Pequenos Grupos no decorrer de suas atividades.

- Melhorar a eficácia dos Equipamentos

Melhorar a eficácia do equipamento significa continuamente melhorar e maximizar o valor do capital ativo da organização e este é o objetivo do quinto pilar do TPM. Para maximizar este valor, o equipamento deve ser operacional e estar disponível para operar, produzir produtos de qualidade e em volume suficiente.

A forma de manutenção convencional está focalizada nas quebras inesperadas e significantes, assim como nos defeitos visíveis dos equipamentos. O TPM enfatiza as pequenas quebras e perdas de velocidade causadas por defeitos latentes. Identificar estes defeitos latentes é o primeiro e mais difícil passo na eliminação das quebras e para isto, o equipamento deve ser inspecionado a intervalos regulares e as ações de manutenção corretiva devem ser tomadas assim que detectadas pela inspeção.

Segundo Nakajima (1988), a melhoria na eficácia dos equipamentos pode ser medida através do Overall Equipment Effectiveness - OEE que utiliza a classificação das Sete Grandes Perdas na priorização dos problemas a serem solucionados.

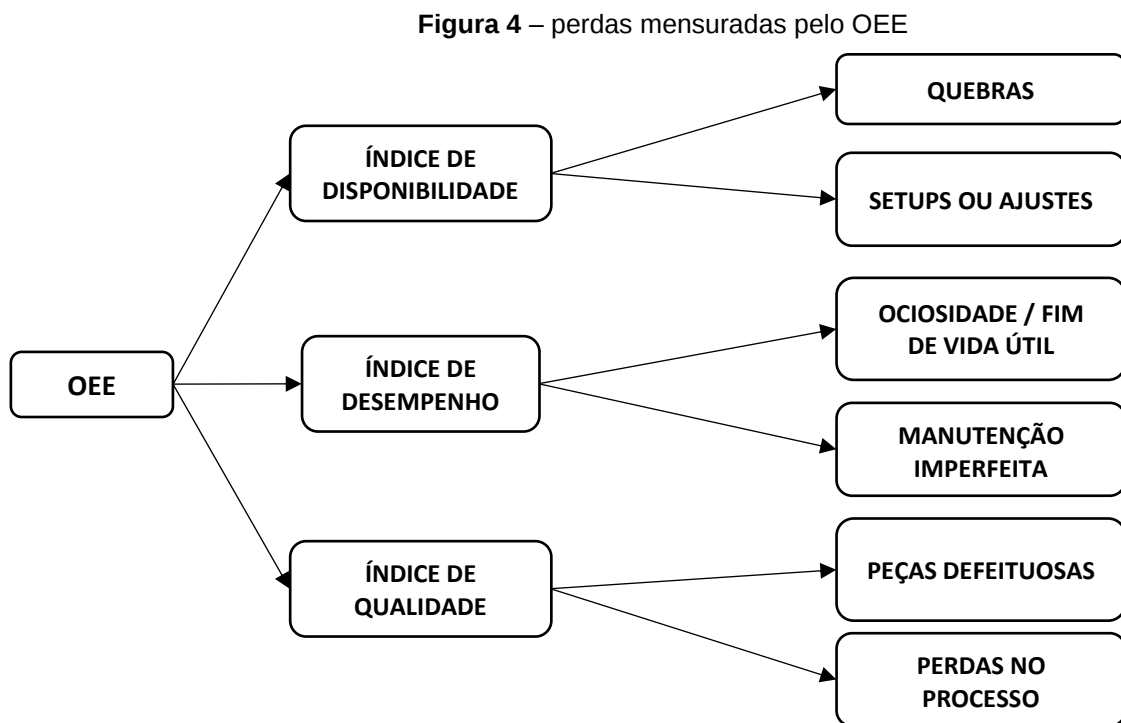
2.2 EFICIÊNCIA GLOBAL DO EQUIPAMENTO

Conhecido também como Eficiência Total do Equipamento ou Máquina, o OEE foi criado por Seiichi Nakagima e é uma das principais partes do TPM (Manutenção Produtiva Total). Hansen (2006) afirma que a maioria dos custos de produção está relacionada às perdas no processo produtivo e às despesas indiretas e ocultas, com isso o OEE auxilia a identificar tais custos que estão ocultos. Segundo o mesmo autor, o indicador OEE é obtido por meio de três medidas de simples rastreabilidade: a disponibilidade, o desempenho e a qualidade. Cardoso (2013) afirma que este indicador passou ser a melhor forma para medir o desempenho global dos equipamentos ou máquinas de uma organização. De acordo com Garza-Reyes et al. (2010), o OEE é uma medição quantitativa que não é usada apenas para controlar e monitorar a produtividade dos equipamentos da linha de produção, mas também é usado como indicador e condutor do processo de desempenho e indutor de processos de melhorias.

O OEE é mensurado a partir da estratificação das três grandes perdas que são elas:

- Perdas de disponibilidade: paradas por falhas nos equipamentos e realização de *setup* e ajustes;
- Perdas de desempenho: paradas de curta duração ou suspensão do funcionamento dos equipamentos devido as anomalias e velocidade reduzida dos equipamentos ocasionada por anormalidades que influenciam nos tempos de ciclo;
- Perdas de qualidade: retrabalhos ou produção com defeitos e perdas ocasionadas pelos ajustes para estabilizar a produção (HANSEN, 2006; JONSSON, LESSHAMMAR, 1999).

A Figura 3 mostra essas 6 perdas separadamente:



Fonte: Adaptado de Busso e Miyake (2012, p. 208).

Busso e Miyake (2013) afirmam que o OEE pode ser calculado por meio da equação **(1)**:

$$OEE = Disponibilidade \times Desempenho \times Qualidade(1)$$

Para chegar a este valor final, é preciso estabelecer os valores de cada índice que compõe o OEE como mostra a Tabela 1.

Tabela 1 – Fórmulas para obtenção dos índices que compõe o OEE

	Fórmulas	Descrição	Fórmula final
--	----------	-----------	---------------

Disponibilidade	TTD=nº de dias x 24 horas	TTD = Tempo teórico disponível: tempo o qual a fábrica está disponível para produção em horas no mês.		$D = \frac{TP - PNP}{TP} \times 100$
	TP= TTD-PP	TP = Tempo planejado (tempo de carga).		
		TRD = TP - PNP	PP = Paradas programadas: manutenção preventiva ou programada, treinamentos, reuniões, refeições, etc.	
	TRD = Tempo real disponível = tempo que de fato houve produção.			
Performance		PNP = Paradas não programadas: falta de energia, manutenção, etc.		$P = \frac{PProd}{TS \times TRD} \times 100$
		PProd = Peças produzidas = Quantidade de peças que a fábrica consegue produzir em um determinado período em um dado equipamento.		
		TS = Tempo <i>standard</i> = Peças por hora: quantidade de peças que um dado equipamento produz em uma hora ou em um minuto.		
Qualidade		PRef = Peças refugadas: produtos falhos sem recuperação. Ocorre devido a falha de um operador, material ou equipamento.	PD = Peças defeituosas	$Q = \frac{PProd - PRef - PRet}{PProd} \times 100$
		PRet = Peças retrabalhadas: peças defeituosas passíveis de recuperação		$Q = \frac{PProd - PD}{PProd} \times 100$

Fonte: Adaptado de Valdomiro e Paulista (2017)

Para analisar os dados encontrados, Hansen (2006) classifica o OEE de acordo com os percentuais descritos na Tabela 2.

Tabela 2 – Classificação do resultado do OEE

Percentual	Classificação	Observação
$X < 65\%$	Inaceitável	O processo deverá sofrer mudanças urgentes
$65\% < X < 75\%$	Bom	
$75\% < X < 85\%$	Muito bom	Com potencial de ação mundial
$X > 85\%$	Excelente	Considera-se o processo equivalente ao de uma empresa de nível mundial.

Fonte: Adaptado de Hansen (2006)

O cálculo do OEE, segundo Hansen (2006), é feito multiplicando os 3 índices de máquinas, linhas e células que são: Disponibilidade, Desempenho e Qualidade. Antes de se efetuar esses cálculos, é primordial fazer a escolha do equipamento ou máquina a ser monitorado pelo OEE, o que de um modo geral recai sobre o processo considerado mais crítico para a empresa. O cuidado que se deve tomar nesta etapa refere-se à confiabilidade do processo de coleta dos dados, o que poderá inviabilizar o uso do indicador.

O OEE é um medidor de desempenho que serve para monitorar e controlar o andamento do processo. Oliveira (2011) destaca que os índices do referido indicador são essenciais porque facilitam a descoberta de problemas no andamento do processo e permitem melhorar análise dos dados. Com os problemas descobertos, as

melhorias propostas por um plano de ação serão estudadas, discutidas e trarão ganhos para a empresa.

2.3 GESTÃO DA CAPACIDADE E DEMANDA

De acordo com Slack *et al.* (2018), a primeira tarefa da gestão da capacidade é compreender a natureza da demanda. As principais questões são: Qual é a demanda geral por um produto ou serviço durante certo período de tempo? Quanto varia a demanda? Os requisitos totais e/ou as mudanças na demanda são fáceis ou difíceis de prever? Em dado período de tempo, quanto a demanda muda, e qual será a precisão provável da previsão? Embora a previsão da demanda seja geralmente responsabilidade das funções de vendas e/ou de marketing, é um insumo muito importante para a decisão de gestão da capacidade e, assim, é de interesse dos gerentes de produção. Afinal, sem uma estimativa da demanda futura não é possível planejar efetivamente para futuros eventos, apenas reagir a eles. Assim, é importante entender a base e a razão dessas previsões da demanda.

Segundo Slack *et al.* (2013), capacidade é a produção que uma operação (ou um único processo) pode entregar numa unidade de tempo definida. Ela reflete uma habilidade para suprir, no sentido quantitativo. O gerenciamento da capacidade é a atividade que lida com o descompasso entre a demanda sobre uma operação e sua habilidade para suprir.

Slack *et al.* (2018) ainda afirma que gestão da capacidade física é a atividade de compreender a natureza da demanda por produtos e serviços, planejando e controlando a capacidade, de modo eficaz, a curto, médio e longo prazos. Tudo isso deverá ser feito conciliando as demandas concorrentes de satisfação do cliente e eficiência de recursos.

Em contrapartida, Moreira (2012) diz que chamamos de capacidade a quantidade máxima de produtos e serviços que podem ser produzidos em uma unidade produtiva, em um dado intervalo de tempo. Por unidade produtiva entendemos tanto uma fábrica como um departamento, um armazém, uma loja, um posto de atendimento médico, uma simples máquina ou posto de trabalho etc.

Para Slack *et al.* (2018), as decisões tomadas pelos gerentes de produção ao elaborar seus planos de capacidade afetarão vários aspectos do desempenho:

- os custos serão afetados pelo equilíbrio entre capacidade e demanda. Níveis de capacidade superior à demanda podem significar subutilização da capacidade e, assim, custos unitários elevados;
- As receitas também serão afetadas pelo equilíbrio entre capacidade e demanda, mas de modo oposto. Níveis de capacidade iguais ou superiores à demanda em qualquer ponto do tempo assegurarão que toda a demanda seja satisfeita e nenhuma receita perdida;
- O capital de giro será afetado se uma operação decidir acumular estoque de produtos acabados antecipadamente à demanda. Isso pode permitir que a demanda seja satisfeita, mas a organização terá que financiar o estoque até ele ser vendido;
- A qualidade dos bens ou serviços pode ser afetada por um plano de capacidade que envolva grandes flutuações em seus níveis ao contratar, por exemplo, funcionários temporários. Os novos funcionários e a interrupção da rotina de trabalho da operação podem aumentar a probabilidade de se cometerem erros;
- A rapidez da resposta à demanda do cliente pode ser aumentada pelo acúmulo de estoque (permitindo que os clientes sejam satisfeitos diretamente a partir do estoque em vez de terem que esperar pela fabricação dos itens) ou por provisão deliberada de excesso de capacidade para evitar filas;
- A confiabilidade do suprimento também será afetada pela proximidade dos níveis de demanda em relação à capacidade. Quanto mais próxima a demanda estiver da capacidade máxima de produção, menos condições terá a operação de enfrentar quaisquer interrupções inesperadas e menos confiáveis serão suas entregas de bens e serviços;
- A flexibilidade, especialmente a flexibilidade de volume, será aumentada pelo excesso de capacidade. Se a demanda e a capacidade estiverem equilibradas, a operação não será capaz de responder a qualquer aumento inesperado da demanda.

Corrêa & Corrêa (2017) afirmam que a capacidade, portanto, deve ser vista como um potencial, um volume máximo possível de ser obtido, e não deve, assim, ser confundida com os níveis de saída que a operação está produzindo em certo momento do tempo. Esse volume de saídas produtivas pode estar mais perto ou mais longe do potencial produtivo (da capacidade) da unidade, e essa relação entre o potencial e a

parcela desse potencial que está sendo de fato utilizado pode ser um indicador de quão boa é a utilização da capacidade produtiva.

As decisões envolvidas na gestão de capacidade produtiva são diferentes, conforme as “inércias decisórias” envolvidas. É evidente, por exemplo, que as decisões sobre capacidade não são exclusivamente estratégicas, requerendo grande antecedência. Há também decisões do dia a dia, numa operação, que requerem antecedência muito menor. Pense, por exemplo, num gerente de operações que necessita de capacidade extra de, digamos, 10% esta semana – ele pode decidir obter esse adicional de capacidade via horas extras. Se esse for o caso, o gerente levará não mais do que algumas horas, em certas situações, para estar operando a unidade em horas extras. Isso nos leva a observar que as decisões sobre capacidade são múltiplas e uma forma útil de entender essa multiplicidade é classificar as decisões sobre capacidade exatamente em termos de qual é sua inércia – ou, em outras palavras, em termos de quanto tempo levam as decisões sobre capacidade para tomar efeito. O Quadro 1 ilustra a ideia.

O Quadro 1 é meramente ilustrativo, porque os diferentes níveis de decisões sobre capacidade variarão conforme o tipo e a natureza das operações envolvidas.

As decisões sobre capacidade normalmente incluem as seguintes atividades:

- avaliação da capacidade existente;
- previsões de necessidades futuras de capacidade;
- identificação de diferentes formas de alterar a capacidade a curto, médio e longo prazos;
- identificação de diferentes formas de alterar a demanda;
- avaliação do impacto da decisão a respeito de capacidade sobre o desempenho da operação;
- avaliação econômica, operacional e tecnológica de alternativas de incrementar capacidade;
- seleção de alternativas para a obtenção de capacidade adicional.

Quadro 1 – Níveis diferentes de decisões sobre capacidade produtiva

Inércia	Horizonte	Questões principais	Nível decisório	Decisões típicas
---------	-----------	---------------------	-----------------	------------------

Longa	Meses/Anos	Que nível global de capacidade necessitamos ao longo do horizonte?	Estratégico/Decisão	Novas unidades de operações Expansões de unidades; Aquisição/alteração de tecnologia de processo.
		Que nível global de capacidade necessitamos ao longo do horizonte?		
Média	Semanas/Meses	Devemos utilizar produção nivelada ou acompanhar a demanda com a produção?	Tático/Média gerência	Turnos de trabalho ao longo do horizonte; Terceirização de capacidade Dimensionamento de pessoal; Aquisição: recursos de porte menor.
		Que composto de funcionários próprios e de terceiros usar para atender a flutuações de demanda?		
Pequena	Horas/Dias/Semanas	Que recursos alocar para que tarefas?	Operacional	Alocação de pessoal entre setores; Horas extras; Alocação de pessoal no tempo Controle de entrada e saída de fluxo por recurso.
		Como acomodar flutuações de demanda no curtíssimo prazo?		

Fonte: Adaptado de Corrêa & Corrêa (2017).

2.4 INDÚSTRIA DE TERMOPLÁSTICO – EXTRATO ANALÍTICO DO PROCESSO DE INJEÇÃO

Para Almeida (2014), os materiais poliméricos têm sido utilizados nas mais diversas áreas e aplicações. Indústrias de embalagens, de brinquedos, de produtos médico hospitalares, da construção civil, de automóveis e do setor aeroespacial utilizam esses materiais em novas aplicações ou em substituição a outros por sua maior facilidade de moldagem, leveza e custo. Isto se deve à estrutura semicristalina ou amorfa dos polímeros.

Cada produto das áreas citadas acima tem propriedades necessárias que devem ser atendidas para sua finalidade. Como exemplo, pode-se citar a questão da transparência para as embalagens, flexibilidade e leveza para brinquedos, capacidade

de esterilização para produtos hospitalares, diminuição de custos e leveza para construção civil e automóveis, dentre outras áreas.

Ainda citando esses produtos, outra questão fundamental a ser tratada é o número de unidades produzidas para atendimento à demanda de mercado. Embalagens são feitas em número extremamente superior aos automóveis, bem como os brinquedos são produzidos em quantidade muito maior que tubos, conexões, caixas d'água e outros produtos para a construção civil.

Assim sendo, faz-se necessário utilizar diferentes técnicas de processamento para obter os produtos desejados mediante o que se especifica no projeto do produto: as propriedades em conjunto com a produção necessária para atendimento da demanda de mercado. Dessa forma, um copo descartável pode ser injetado ou termoformado, dependendo de sua aplicação e de suas propriedades. Um filme pode ser produzido por meio de extrusão plana ou extrusão tubular. Uma chapa de plástico pode ser feita por extrusão ou por calandragem. Uma caixa d'água pode ser feita por injeção ou por rotomoldagem.

Levando em consideração as técnicas de processamento de termoplásticos da empresa objeto de estudo, faremos uma análise do processo de injeção.

A moldagem por injeção é uma das técnicas de processamento de termoplásticos mais utilizadas atualmente. Por meio dela tem-se a possibilidade transformar os mais variados polímeros, tais como, PEBD, PEAD, PP, PVC, PS, ABS, Nylon, Poliacetal, PET, PBT, PUR, em peças, desde as mais simples até as complexas, atendendo uma grande variedade de indústrias ligadas às áreas automobilísticas, brinquedos, embalagens, eletrodomésticos, farmacêutica, dentre inúmeras outras.

Esta técnica surgiu ao redor de 1880 por meio da injetora inventada por Willoughby Smith. Mais tarde, em 1900, Hyatt criou a injetora mais usada até os dias atuais, cuja plastificação do termoplástico é feita com uma rosca recíproca.

Com o passar do tempo e a necessidade por parte da indústria de diversificar os produtos obtidos pela técnica de injeção, a capacidade de injeção aumentou e as exigentes condições do mercado impuseram a fabricação de peças com melhores propriedades e acabamento. De peças com no máximo 100-200 g, para peças com até 30-40 kg em máquinas com sistema de preplastificação para ajudar no ciclo de moldagem. Atualmente corre-se também para produzir peças com tamanhos extremamente reduzidos, não chegando a 1g de material injetado por peça.

O processo de injeção (Figura 5), consiste basicamente em amolecer o polímero no cilindro aquecido e, através da alta pressão do pistão, injetar o material para dentro da cavidade de um molde relativamente mais frio, onde o polímero amolece e permanece em sua forma desejada.

Figura 5 – Injetora Haitian



Fonte – Disponibilizado pela empresa objeto de estudo.

Entretanto este processo não é tão simples como parece, pois durante seu desenvolvimento podem ocorrer transformações químicas (degradação, formação de subprodutos etc.), ou físicas (orientação molecular, linhas de solda etc.).

Geralmente, as variações químicas são indesejáveis. Tenta-se diminuir esses problemas através de regulagens na máquina. Dentre as transformações físicas, algumas podem ser muito vantajosas, mas outras não. Dependendo do caso, elimina-se ou não essas transformações.

Assim como a máquina de injeção e o sistema do molde podem influenciar a qualidade do moldado final, outros fatores, além desses, também são muito influentes nesse quesito, tais como material e ambiente.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo apresenta os procedimentos metodológicos empregados no decorrer da elaboração deste trabalho, caracterizando a pesquisa, o campo pesquisado, os sujeitos, os procedimentos, as variáveis pesquisadas, a coleta e o tratamento dos dados.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A classificação desta pesquisa foi realizada com base na definição de Silva e Menezes (2005), que classificam a pesquisa científica através de quatro pontos de vista: da natureza, da forma da abordagem, quanto aos objetivos, e quanto aos procedimentos técnicos.

Quanto à NATUREZA, a pesquisa pode ser classificada como **aplicada**, pois os resultados alcançados têm a finalidade de solucionar problemas práticos que foram encontrados no local do estudo.

Quanto à FORMA DE ABORDAGEM, é classificada como **quantitativa**, já que seu estudo de levantamento de dados é feito de forma estatística descritiva simples, utilizando-se de cálculos de médias ponderadas e aritméticas.

Quanto aos OBJETIVOS, é avaliada como **exploratória** e **descritiva**, devido a necessidade de consulta e entrevistas com os funcionários responsáveis pelas atividades analisadas e por também ser feito, durante a pesquisa, a caracterização das atividades e dos fenômenos observados.

Quanto aos PROCEDIMENTOS TÉCNICOS, a pesquisa é definida como um **estudo de caso, e documental**. É um estudo de caso já que busca entender os acontecimentos de alguns fenômenos em um único objeto, com a finalidade de detalhar este, e é documental já que se utiliza de histórico dos serviços realizados na empresa, sendo a fonte destes dados primária.

3.2 CAMPO DE PESQUISA

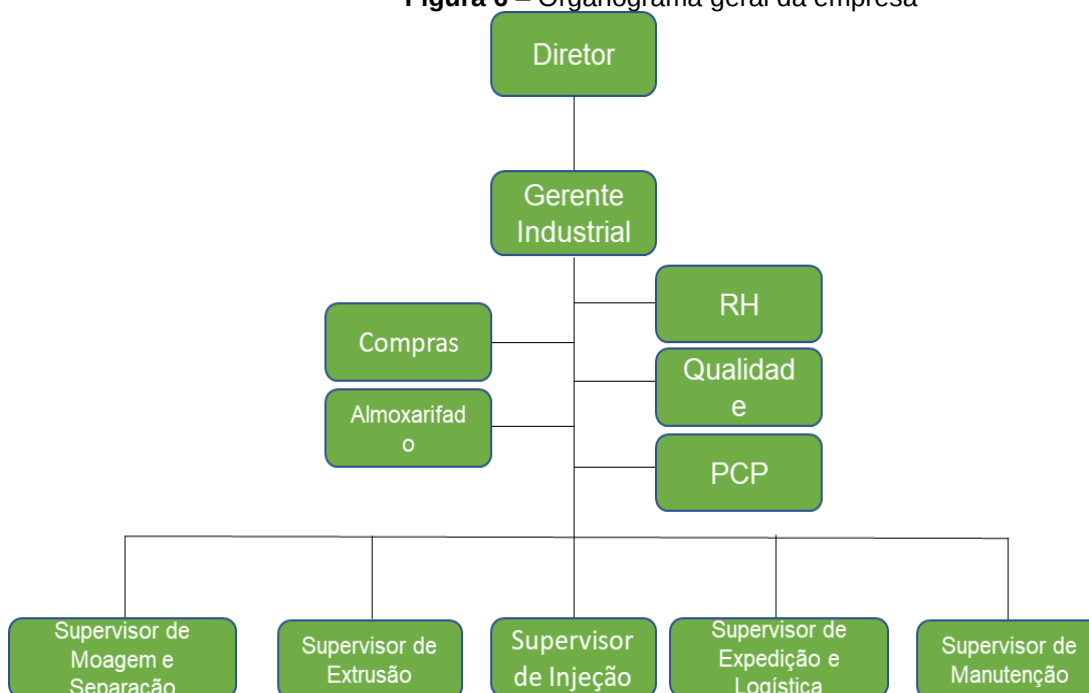
A pesquisa foi realizada em uma empresa que atua no RAMO de **utensílios plásticos domésticos** na cidade de João Pessoa - PB, é uma Indústria genuinamente paraibana, referência no Nordeste do Brasil na reciclagem de materiais plásticos. Trata-se de uma empresa que atua nas regiões Norte, Nordeste e Sudeste do Brasil. Fundada em 2005, a empresa objeto de estudo é uma empresa de médio porte,

consolidada no mercado, com uma produção mensal de mais de **350.000 unidades plásticas em** polipropileno (PP) e polietileno (PE), que a partir de procedimentos contínuos de desenvolvimento, com uso de **máquinas** de última geração, **injetoras** de alto padrão e materiais de alta qualidade se tornou uma das principais empresas do ramo.

Seu mix de produtos é bem variado e estão divididos em três categorias: LIMPEZA, tais como baldes, bacias, lixeiras e cestos de diversos tamanhos; MÓVEIS, como mesas, poltronas, cadeiras e banquetas; E ORGANIZADORES, como cabides, caixas, cesta de auto serviço e potes.

Atualmente a empresa tem um total de 82 funcionários, distribuídos entre os setores administrativo, produtivo, manutenção e de expedição e logística. A figura 6 apresenta o organograma geral da empresa, uma ferramenta que nos auxilia na estruturação dos negócios, tornando os processos e funções desempenhadas pelos funcionários mais claros.

Figura 6 – Organograma geral da empresa

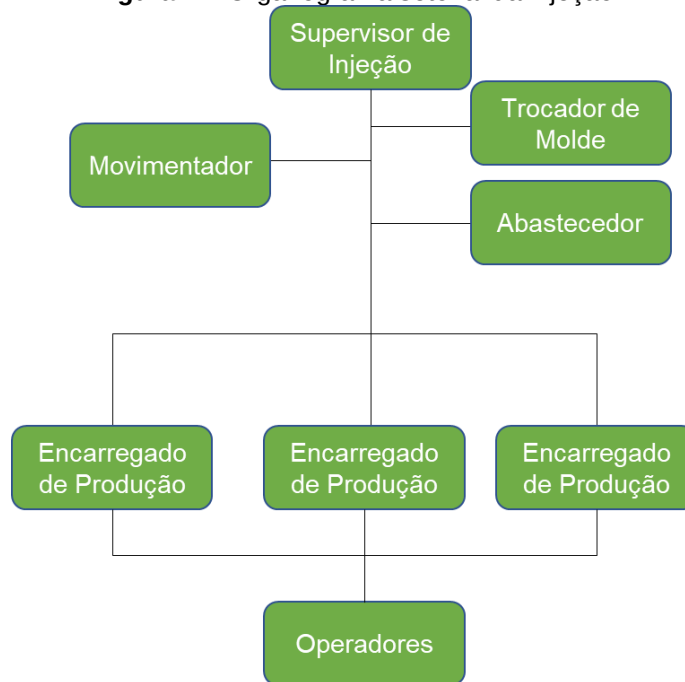


Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

O SETOR em que foi realizado o estudo foi o de **injeção**, na qual possui onze máquinas injetoras de alto padrão, responsável por injetar a matéria-prima em moldes, concebendo assim, o produto final. Este setor possui 24 funcionários. Entre eles, são:

01 supervisor, 03 encarregados de produção, 01 trocador de molde, 01 abastecedor, 01 movimentador e 17 operadores, que está representado no organograma setorial (Figura 7).

Figura 7 – Organograma setorial da injeção



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Os serviços são demandados pelos clientes da empresa diretamente para o setor de expedição e logística. A partir da demanda recebida, é repassado a necessidade de produção para o setor de PCP e para a gerência, que a partir daí vai se desenvolver a programação da produção. Com o programa em mãos, o setor de produção entra em ação para cumprir com o programa.

Os funcionários que atuam no setor de produção, além de buscar cumprir o programa estabelecido pelo PCP, tentam realizar o planejamento de forma otimizada: o supervisor define os objetivos de desempenho e prazos, sempre observando o planejamento da empresa, como também monitora a produtividade dos funcionários a fim de oferecer *feedbacks* construtivos; os encarregados de produção prepara e ajusta as máquinas, acompanha e fiscaliza os serviços da equipe, verificando o desempenho e controlando a utilização e manutenção de equipamentos e materiais; o trocador de molde, como o próprio nome já diz, troca os moldes das injetoras, que na maioria das vezes são realizados fora de turno; o abastecedor busca a matéria prima extrusada e encaminha até as injetoras; o movimentador organiza e encaminha

o produto final para o setor de expedição e logística; por fim e não menos importante, os operadores atua na operação, preparação e ajustes finais das máquinas, a fim de cumprir todo o planejamento da forma mais eficiente.

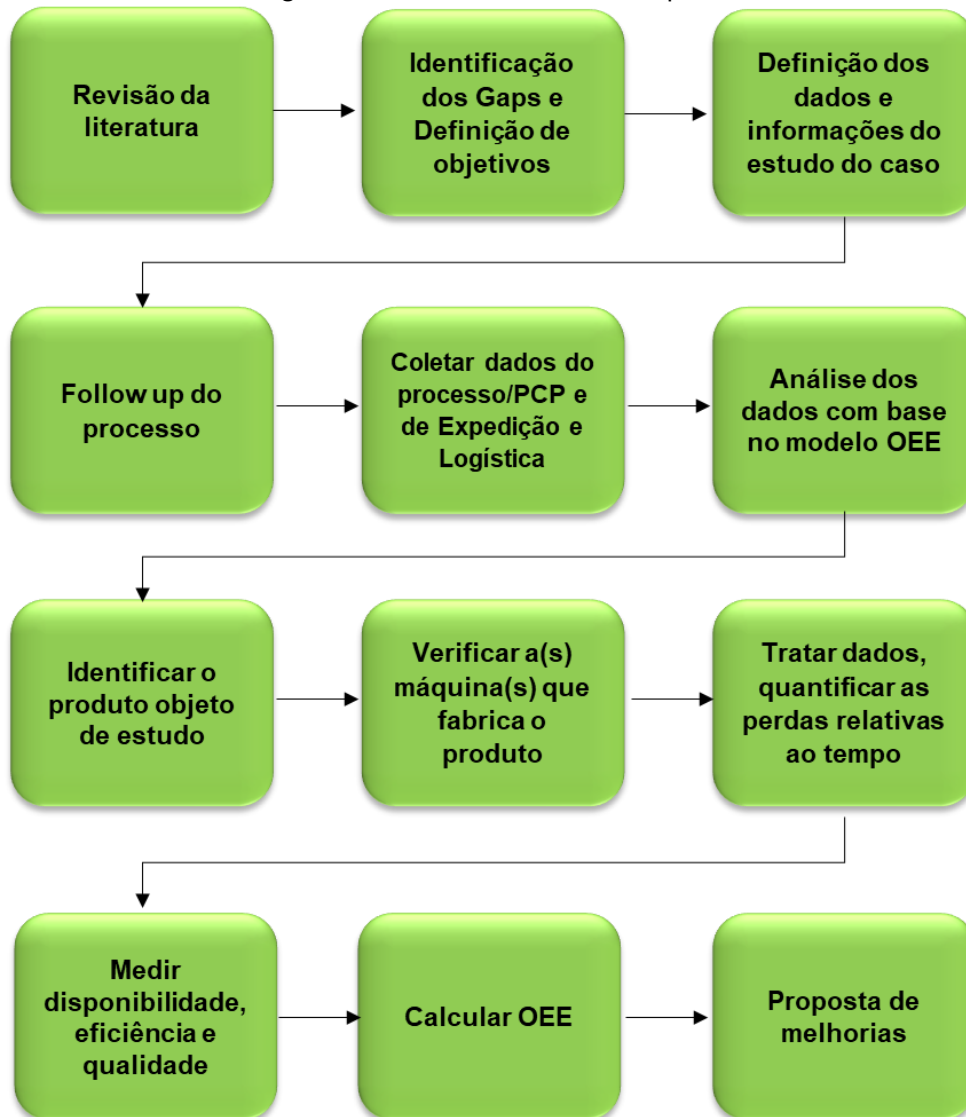
3.3 SUJEITOS DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada com vários profissionais que atuam diretamente no processo objeto desse estudo, conforme a seguir:

- O Gerente Industrial, com mais de 10 anos de experiência na empresa, que tem formação em automação industrial e gestão;
- A supervisora de PCP, com mais de 3 anos de experiência na empresa e possui formação em engenharia e gestão;
- O supervisor de Produção, com mais de 7 anos de experiência na empresa e possui além de formação em administração, passagem por outros setores da empresa como o setor de manutenção;
- O supervisor de Expedição e Logística, com mais de 5 anos de experiência na empresa e possui formação em logística e gestão;
- Alguns operadores com anos na função dentro da empresa e pessoas envolvidas com conhecimento para a contribuição dessa pesquisa.

3.4 PROCEDIMENTOS DA PESQUISA

Os procedimentos da pesquisa são descritos abaixo, na Figura 8:

Figura 8 – Procedimentos da Pesquisa.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

A primeira fase deste estudo engloba a pesquisa para o referencial teórico. Essa serviu como suporte para o andamento da pesquisa, com o objetivo de entender, através da literatura, o tema principal deste estudo e todos os outros que o compreende, tentar prever as dificuldades que poderiam existir, formular melhor as etapas que seriam necessárias, e buscar ferramentas para aplicar o estudo.

Em seguida, foi realizada a identificação dos *gaps* e definiu-se os objetivos, bem como os dados e informações da pesquisa. Posteriormente, acompanhou-se o processo de maneira dedicada ao estudo de caso.

Logo depois, realizou-se a coleta de dados. Inicialmente, esta foi realizada no sistema de informações gerenciais da empresa, nas planilhas de composição, de

carga máquina, tabela de capacidade e tabela de listagem de motivos de paradas/manutenção disponibilizados pelo setor de PCP.

Nessa coleta, foi possível a obtenção de alguns dados, como: tempo teórico disponível, paradas programadas, paradas não programadas, quantidade de peças produzidas, quantidade de peças produzidas defeituosas, carga máquina, tempo de ciclo, peças por hora. **Os dados para as análises foram coletados durante o período de novembro de 2020 a outubro de 2021, totalizando doze meses.** Ainda na coleta de dados, procurou-se obter informações a nível estratégico com a supervisora de PCP, o supervisor de Produção e o supervisor de Expedição e Logística.

Como a pesquisa foi realizada *in loco*, não foi necessário nenhum tipo de entrevista estruturada, utilizou-se apenas conversas informais para obter informações mais confiáveis e sanar algumas dúvidas.

Após a coleta de dados, eles passaram por análise. Vendo ainda a necessidade de levantar mais informações sobre o processo, entrou-se em contato mais uma vez com a supervisão de PCP e de Expedição e Logística, que disponibilizou relatório de vendas e faturamento do intervalo de tempo da pesquisa, onde foi possível verificar os produtos com maior representatividade de vendas e faturamento.

Em seguida, identificou-se o produto objeto de estudo, bem como a(s) máquina(s) injetora(s) onde ele é produzido.

Após todos os dados terem sido coletados, foram levantadas e quantificadas todas as possíveis perdas relativas ao tempo, classificando-as em programadas ou não programadas. Na quantificação das perdas foram consideradas as planilhas do sistema de informação gerencial referentes a cada mês e que são classificadas de acordo com a tabela de listagem de motivos de parada/manutenção (Anexo 1).

Em seguida, por meio de aplicação das fórmulas descritas em referencial teórico, foram medidos os indicadores de disponibilidade, eficiência, qualidade. Calculou-se o OEE, e por fim, foram feitas as propostas de melhorias.

3.5 VARIÁVEIS DA PESQUISA

Segundo Cervo e Bervian (1996), as variáveis de uma pesquisa são aqueles aspectos, propriedades ou fatores, reais ou potencialmente mensuráveis através dos valores que assumem, e são discerníveis em um objeto de estudo.

A definição das variáveis de uma pesquisa possui uma grande importância, auxiliando no alcance dos objetivos específicos propostos, como se vê, descritas no Quadro 2.

Quadro 2 – Variáveis da Pesquisa

Objetivo	Categoria de análise	Vetor de investigação	Fonte	Instrumento de coleta
Levantar a situação das atividades, máquinas e ocorrências de paradas, visando a mensuração do índice de utilização/disponibilidade no processo de injeção;	Disponibilidade do processo de injeção	Tempo disponível de máquina Paradas Classificação das paradas	Hansen (2006) Jonsson e Lesshammar (1999) Busso e Miyake (2012 e 2013) Valdomiro e Paulista (2017) Andrade e Scherer (2009)	Pesquisa Documental Entrevista não estruturada Observação participante
Classificar e quantificar as ocorrências de paradas, visando a mensuração do índice de eficiência/performance ;	Eficiência do processo de injeção	Quantidade produzida Peças por hora Tempo real disponível	Hansen (2006) Jonsson e Lesshammar (1999) Busso e Miyake (2012 e 2013) Valdomiro e Paulista (2017) Andrade e Scherer (2009)	Pesquisa Documental Entrevista não estruturada Observação participante
Quantificar a produção expedida, visando a mensuração do índice de qualidade ;	Qualidade do processo de injeção	Quantidade produzida Peças defeituosas	Hansen (2006) Jonsson e Lesshammar (1999) Busso e Miyake (2012 e 2013) Valdomiro e Paulista (2017) Andrade e Scherer (2009)	Pesquisa Documental Entrevista não estruturada Observação participante
Calcular o índice de produtividade, visando a determinação do Overall Equipment Effectiveness do setor de injeção;	OEE do setor de injeção	Índice de Disponibilidade Índice de Eficiência Índice de Qualidade	Nakajima (1988 e 1989) Garza-Reyes et al. (2010) Cardoso (2013) Oliveira (2011) Hansen (2006) Jonsson e Lesshammar (1999) Busso e Miyake (2012 e 2013) Valdomiro e Paulista (2017) Andrade e Scherer (2009)	Pesquisa Documental Entrevista não estruturada Observação participante

A partir dos dados e informações gerados, elaborar proposta de melhoria da gestão e avaliação da OEE do processo de injeção da empresa objeto de estudo.	Elaboração de proposta de melhoria da gestão e avaliação da OEE do processo de injeção	Análise dos dados de disponibilidade, eficiência, qualidade e OEE	Azevedo (2004) Shingo (2017) Picchi (2017) Hartmann (1992)	Pesquisa Documental Entrevista não estruturada Observação participante
---	--	---	---	--

Fonte: Adaptado de Oliveira (2005).

3.6 COLETA E TRATAMENTO DE DADOS

Para realização desta pesquisa foram coletados dados primários, a exemplo de documentos, informações dos sistemas, planilhas mensais, como também entrevistas não estruturadas com participantes diretos citados acima nos sujeitos da pesquisa, os quais permitiram ao pesquisador uma maior liberdade para obtenção dos dados. Para esta investigação, fez-se uso do instrumento de coleta de dados observação direta participante.

Uma vez que o autor pertenceu ao quadro da organização, atuando de maneira efetiva junto ao setor de manutenção da empresa. A observação direta participante, que se caracteriza pelo longo processo do pesquisador em se inserir na real situação a ser vivenciada e com base em análises documentais poder captar e compreender o contexto no qual o sujeito da pesquisa está inserido e quais são os fatores externos e internos que influenciam o fenômeno observado. A observação participante tem como vantagem a integração total do pesquisador junto com os pesquisados e isso dá um suporte para a análise dos fatos. Esta atuação permitiu ao autor uma visão global, com foco no processo de injeção.

Além deste procedimento, realizou-se a coleta de dados secundários, por meio da pesquisa bibliográfica junto à literatura pertinente ao tema.

O tratamento dos dados deu-se através da compilação das informações obtidas com relevância para suprir os objetivos do trabalho. Com uso de metodologias de cunho quantitativo, de modo a estruturar a nossa base de dados foi feita a dedução e análise dos resultados obtidos.

O processo de tratamento dos dados consistiu em baixar os dados necessários do sistema de informação gerencial da empresa, bem como as planilhas e relatórios necessários nos arquivos do PCP e da Expedição e Logística, organizá-los sistemicamente com o auxílio de planilhas do *software* Excel.

Os dados de vendas foram organizados em tabela do *Microsoft Excel®*, onde os produtos foram dispostos em linha e sua classificação quanto a peças vendidas, faturamento e porcentagem de venda e faturamento foram dispostos em coluna, assim facilitando a elaboração dos gráficos de Pareto. Já os dados de paradas foram organizados com um auxílio de uma tabela dinâmica do Excel, onde foi possível separar as horas das paradas programadas e não programadas.

Os dados de carga máquina foram dispostos em sequência de análise do período estudado, estruturados em uma planilha no Excel, que utilizando-se de operações matemáticas (Subtração, Divisão, Soma) e estatística descritiva simples (Média, Porcentagem), aplicando as fórmulas descritas no referencial teórico, juntamente com os dados de paradas programadas e paradas não programadas, obteve-se o tempo de carga e tempo real disponível. A partir dessas informações calculou-se a variável **DISPONIBILIDADE**.

Com o tempo real disponível, a quantidade de peças produzidas coletadas na planilha de composição e o ciclo em peças por hora (Anexo 2), aplicando a fórmula, operações matemáticas do *software* e a estatística descritiva simples, calculou-se a variável **PERFORMANCE**.

Ainda utilizando a planilha de composição obteve-se os dados de peças defeituosas que associado aos dados de quantidade peças produzidas e aplicando a fórmula descrita na bibliografia, empregando os mesmos métodos que as outras variáveis, foi capaz de calcular a variável **QUALIDADE**.

Por fim, tendo ordenados as informações de disponibilidade, performance e qualidade e aplicando a fórmula, obteve-se o valor do **OEE**.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A empresa objeto de estudo atua na cadeia produtiva de **termoplástico** no ramo de **utensílios plásticos domésticos**. É uma indústria na qual todo o ciclo de produção é realizado dentro da empresa. Seu **processo** começa no **recebimento do material** reciclado dos seus fornecedores, passando pela **separação** por cor e tipo de polímero (polipropileno e polietileno), partindo para a **moagem**, onde o material

será moído, lavado e secado, em seguida o material moído passa pelo processo de **extrusão**, na qual o material é basicamente forçado por uma matriz para que a mesma saia de forma contínua, comumente chamado de “macarrão”, que logo passará por um granulador que transformará o material contínuo em grânulos, por fim, o material granulado segue para o setor de **injeção**, onde será realizada a mistura e injeção do material plástico, dando origem ao produto final desejado, que estando conforme padrões das normas seguidas pela empresa, seguirá para a **expedição e logística**.

Dada o fluxo geral do processo, incluindo as variáveis **suprimentos** (fornecedores, reciclados, polímeros, entre outros), **produção** (produtos, ciclo, capacidade, moldes, entre outros), **manutenção** (tipos, paradas, tempos, entre outros) e **logística** (expedição), e considerando que a injeção é a etapa determinante na moldagem dos produtos, e que cada produto é designado para produção de acordo com o tamanho do seu **molde** associado ao **modelo da injetora** que vai acomodar o molde em seu interior, sendo **fabricados produtos** em 11 injetoras de **alto padrão e performance**.

Considerando a diversificação do portfólio de produtos da empresa, desenvolvendo diversos segmentos (cadeira, que se subdivide em A, B e C; mesa X; poltrona, que se subdivide em A, B, C e D) de produtos, estabeleceu-se a coleta de dados para gerar informações, a nível estratégico, com os **setores de PCP, Expedição e Logística** para saber os produtos de maior importância com base nos **critérios de vendas e faturamento**, tendo como período-base o intervalo de novembro de 2020 a outubro de 2021.

Com o levantamento de dados disponibilizados pela empresa no período estudado, verificou-se que a empresa em questão vendeu 1.092.902 unidades dos mais diversos produtos fabricados, apresentando um faturamento de R\$ 16.910.836,50. Os produtos apontados pela empresa representam 21% das peças vendidas e 38% do faturamento neste intervalo de tempo (Tabela 3), justificando assim a informação dada por colaboradores da empresa.

Tabela 3 – Peças vendidas e faturamento por produto – Nov/2020 a Out/2021

Produto	Peças vendidas (un)	Valor Total (R\$)	% Peças	% Valor
Poltrona A	46.710	1.216.047,83	4,27	7,19
Poltrona B	10.600	306.276,13	0,97	1,81
Poltrona C	1.874	53.317,48	0,17	0,32
Poltrona D	0	0	0,00	0,00

Mesa X	43.057	1.897.457,27	3,94	11,22
Cadeira A	105.517	2.417.159,07	9,65	14,29
Cadeira B	0	0	0,00	0,00
Cadeira C	21.948	478.474,84	2,01	2,83
Produtos selecionados	229.706	6.368.732,62	21,02	37,66
Outros produtos	863.196	10.542.103,88	78,98	62,34
Todos Produtos	1.092.902	16.910.836,50	100,00	100,00

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Portanto, para um estudo mais assertivo, o presente trabalho teve foco apenas em um produto específico: a Cadeira A (Figura 9), pois possui a maior relevância (valor, porcentagem, peças vendidas) e representatividade dentre esses produtos informados.

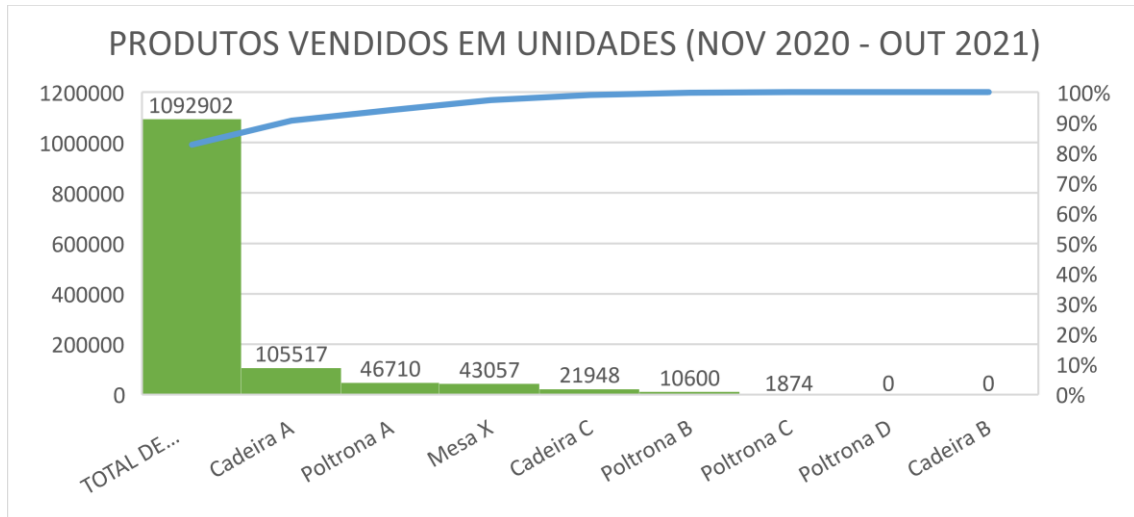
Figura 9 – Cadeira A



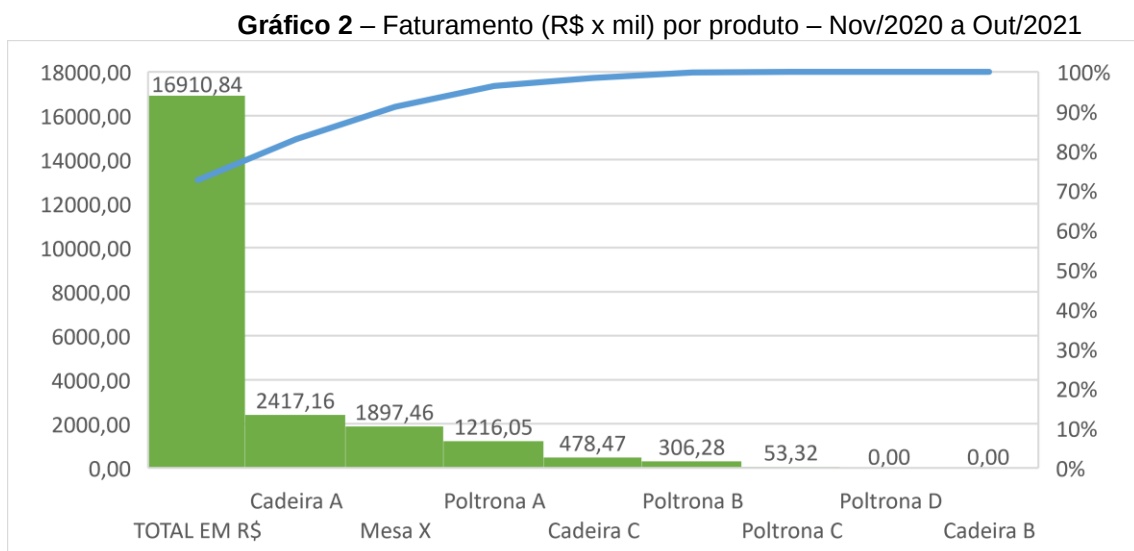
Fonte: Disponibilizado pela empresa objeto de estudo.

Em um universo de aproximadamente 100 produtos, o produto em questão teve 9,65% do total de vendas no período, além de representar 14,29% do faturamento no mesmo intervalo de tempo (Gráfico 1 e 2).

Gráfico 1 – Peças vendidas por produto – Nov/2020 a Out/2021



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Considerando que o produto foco do estudo foi confeccionado exclusivamente na **Injetora 07** no período de análise, tomou-se como referência os cálculos descritos na teoria estudada, as análises de paradas, a quantidade de peças produzidas, peças defeituosas, peças por hora e a carga máquina da injetora em questão. Considerando que na referida máquina, em meses aleatórios também se produziu peças da Cadeira C (Figura 10), com menor relevância e representatividade de vendas e faturamento.

Figura 10 – Cadeira C



Fonte: Disponibilizado pela empresa objeto de estudo.

4.1 MENSURAÇÃO DOS ÍNDICES DE UTILIZAÇÃO/DISPONIBILIDADE

Primeiramente, foram analisados os dados coletados para estruturação do índice de utilização/disponibilidade.

A Tabela 4 mostra o arranjo de tais dados para a **Injetora 07**. Que durante uma análise de 12 meses apresenta horas teóricas trabalhadas variadas, obtendo uma média de **206,06** horas por mês trabalhadas. Essa variação ocorre devido ao fato da variabilidade da demanda e suprimentos, onde teve meses que houve a necessidade de se trabalhar em horário comercial, acarretando numa jornada de trabalho em torno de 8 horas por dia, como também teve meses que a jornada de trabalho foi em volta de 18,6 horas por dia dividida em dois turnos, além da quantidade de dias úteis por cada mês variar.

As paradas programadas expõem uma média de 12,72 horas e nota-se que no mês de agosto de 2021 apresenta 25,47 horas, totalizando o maior número de horas de paradas programadas e o mês de fevereiro de 2021 2,43 horas, com o menor número de horas de paradas programadas. Essa variação ocorre devido a ter meses em que se teve manutenção preventiva e em outros não, bem como alguns meses foi

necessário fazer troca de cor e troca de molde, sendo assim não se tem um padrão no tempo de parada programada.

Continuando a análise, as paradas não programadas obtiveram uma média de 81,75 horas, destacando um maior número de horas para o mês de março de 2021 com 128,47 horas e o menor para o mês de setembro de 2021 com 40,04 horas de paradas não programadas.

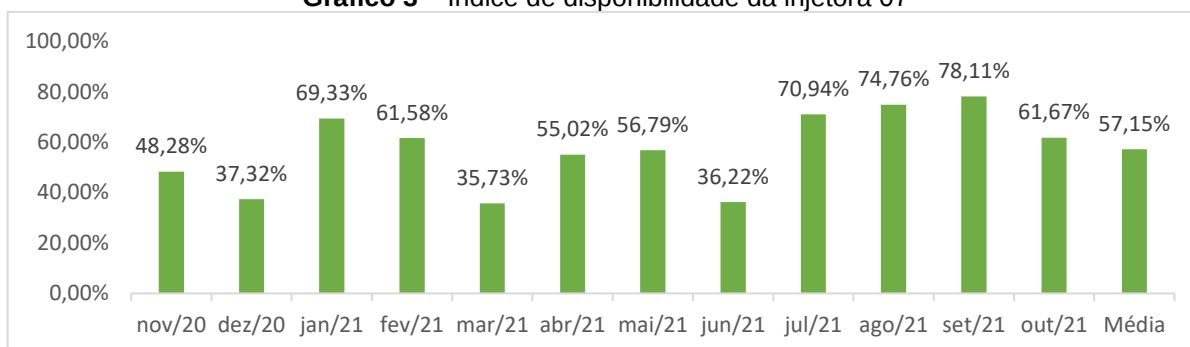
Tabela 4 – Avaliação do índice de disponibilidade da injetora 07

Injetora 07	Nov/20	Dez/20	Jan/21	Fev/21	Mar/21	Abr/21	Mai/21	Jun/21	Jul/21	Ago/21	Set/21	Out/21	Média
Tempo Teórico disponível (h/mês)	194,8	174,2	284,2	278,2	206,2	200,2	193,06	202,72	183,4	212,52	193,2	150	206,06
Paradas Programadas (h/mês)	23,27	13,52	16,21	2,43	6,31	17,15	7,61	15,63	8,71	25,47	10,28	6,1	12,72
Tempo de carga (h/mês)	171,53	160,68	267,99	275,77	199,89	183,05	185,45	187,09	174,69	187,05	182,92	143,9	193,33
Paradas Não Programadas (h/mês)	88,71	100,71	82,18	105,96	128,47	82,34	80,13	119,33	50,76	47,21	40,04	55,16	81,75
Tempo Real Disponível (h/mês)	82,82	59,97	185,81	169,81	71,42	100,71	105,32	67,76	123,93	139,84	142,88	88,74	111,58
Disponibilidade	48,28%	37,32%	69,33%	61,58%	35,73%	55,02%	56,79%	36,22%	70,94%	74,76%	78,11%	61,67%	57,15%

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Após realizar a análise dos dados coletados, obteve-se os índices de disponibilidade da injetora 07 para cada mês (Gráfico 3). Verifica-se uma grande variabilidade nos valores dos índices ao longo dos meses estudados e identificou-se que a disponibilidade média foi de 57,15%, isto nos mostra que precisa haver mudanças no processo com urgência.

Gráfico 3 – Índice de disponibilidade da injetora 07



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Com isso, nota-se que os meses com piores índices são o de dezembro de 2020, março e junho de 2021, que possuem respectivamente, 37,32%, 35,73% e 36,22% de disponibilidade. Isso ocorre pelo seguinte fato, nos meses citados acima a

parada não programada teve os maiores números de horas comparado aos outros meses.

A Tabela 5 mostra os motivos das paradas não programadas do mês de dezembro de 2020 e verifica-se que apesar do número de ocorrências de Motivo não Declarado ser o maior, foi a Falta de Material Extrusado que obteve o maior tempo de horas paradas. Tendo que destacar também o Desentupimento de Bico que ocasionou 11,22 horas de parada de máquina em 36 ocorrências.

Tabela 5 – Paradas não programadas do mês de dezembro de 2020 da injetora 07

	Soma de Tempo Total(h)	Soma de Número De Ocorrências	Soma de Tempo Médio(h)
Manutenção	4,30	6,00	1,43
Manutenção Elétrica	1,40	2,00	0,70
Manutenção Hidráulica	2,91	4,00	0,73
Parada	85,19	95,00	5,78
Aquecimento de Máquina	1,20	5,00	0,24
Falta de Material Extrusado	78,92	15,00	5,26
Motivo não Declarado	2,61	54,00	0,05
Parada para Manutenção	0,77	9,00	0,09
Regulagens Diversas	1,70	12,00	0,14
Set Up	11,22	36,00	0,31
Desentupimento de Bico	11,22	36,00	0,31
Total Geral	100,71	137,00	7,51

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Na Tabela 6 estão os motivos das paradas não programadas do mês de março de 2021, onde se evidencia as 103,73 horas de parada de máquina por Falta de Material Extrusado. Tendo que levar em consideração também as paradas por Motivo não Declarado, Regulagens Diversas e Desentupimento de Bico que evidenciam um alto número de ocorrências.

Tabela 6 – Paradas não programadas do mês de março de 2021 da injetora 07

	Soma de Tempo Total(h)	Soma de Número De Ocorrências	Soma de Tempo Médio(h)
Manutenção	0,34	1,00	0,34
Manutenção Elétrica	0,34	1,00	0,34
Parada	120,73	116,00	10,09
Aquecimento de Máquina	1,37	2,00	0,68
Aquecimento de Material Extrusado	0,93	1,00	0,93
Falta de Material Extrusado	103,73	15,00	6,92
Motivo não Declarado	2,10	67,00	0,03
Parada para Manutenção	6,48	5,00	1,30

Regulagens Diversas	6,12	26,00	0,24
Set Up	7,40	36,00	0,21
Desentupimento de Bico	7,40	36,00	0,21
Total Geral	128,47	153,00	10,63

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

A tabela 7 exibe as paradas não programadas do mês de junho de 2021, na qual apresenta a Parada para Manutenção com 76,67 horas de parada de máquina em apenas 2 ocorrências. Precisando destacar novamente a Falta de Material Extrusado que obteve 39,09 horas de paralisação da máquina.

Tabela 7 – Paradas não programadas do mês de junho de 2021 da injetora 07

	Soma de Tempo Total(h)	Soma de Número De Ocorrências	Soma de Tempo Médio(h)
Parada	117,78	55,00	42,41
Aquecimento de Máquina	0,04	1,00	0,04
Falta de Material Extrusado	39,09	10,00	3,91
Motivo não Declarado	0,62	28,00	0,02
Parada para Manutenção	76,67	2,00	38,34
Regulagens Diversas	1,36	14,00	0,10
Set Up	1,55	8,00	0,19
Desentupimento de Bico	1,55	8,00	0,19
Total Geral	119,33	63,00	42,60

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

4.2 MENSURAÇÃO DOS ÍNDICES DE EFICIÊNCIA

Nesse tópico foram analisados os dados coletados para estruturação do índice de eficiência.

A Tabela 8 exibe a disposição dos dados para a **Injetora 07**. Que a partir da quantidade produzida em cada mês, o tempo de ciclo em peças por hora e o tempo real disponível obtido na Tabela 4 do tópico do índice de disponibilidade, permitiu realizar os cálculos dos índices de eficiência.

Tabela 8 – Avaliação do índice de eficiência da injetora 07

INJETORA 07	Nov/20	Dez/20	Jan/21	Fev/21	Mar/21	Abr/21	Mai/21	Jun/21	Jul/21	Ago/21	Set/21	Out/21	Média
Quantidade Produzida (peças)	11.463	7.741	13.566	5.223	14.556	10.281	9.163	8.940	8.748	9.957	12.792	13.148	10.465
Peças por hora (pç/h)	204	204	204	204	204	204	204	204	204	204	204	204	204
Tempo Real Disponível (h)	82,82	59,97	185,81	169,81	71,42	100,71	105,32	67,76	123,93	139,84	142,88	88,74	111,58
Performance	67,85%	63,28%	35,49%	15,08%	100%	50,04%	42,65%	64,67%	34,60%	34,90%	43,89%	72,63%	45,97%

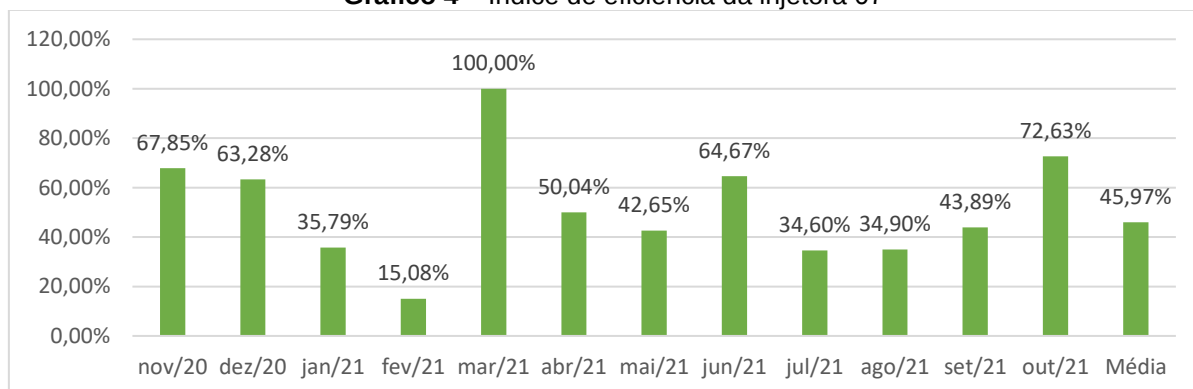
Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Após realizar a análise dos dados, verificou-se os índices de eficiência da injetora 07 (Gráfico 4). Constatou-se uma grande variação nos índices de eficiência com uma média de 45,97%. Meses como o de fevereiro de 2021 com tempo real disponível alto e baixa quantidade de peças produzidas, obtendo 15,08% de taxa de eficiência. Diferenciando de outros meses, como o mês de março 2021, que teve tempo real disponível baixo e alta quantidade de peças produzidas, com um índice de eficiência de 100%.

Há uma certa particularidade nessa pesquisa, pois utilizando o tempo de ciclo disponibilizado pela empresa objeto de estudo, 82 peças por hora (Anexo 2), obteve-se em 8 dos 12 meses índices acima dos 100%, contrariando o referencial apresentado, já que esse índice é considerado praticamente inatingível, devido a todas as intercorrências que existem em toda produção, sendo assim considerou-se o mês com maior índice de eficiência como 100%, e determinou-se um novo tempo de ciclo, obtendo uma produção de 204 peças por hora, que foi utilizado no cálculo para os outros meses.

Visto isso, contata-se que há irregularidades no processo ou na credibilidade dos dados coletados.

Gráfico 4 – Índice de eficiência da injetora 07



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

4.3 MENSURAÇÃO DOS ÍNDICES DE QUALIDADE

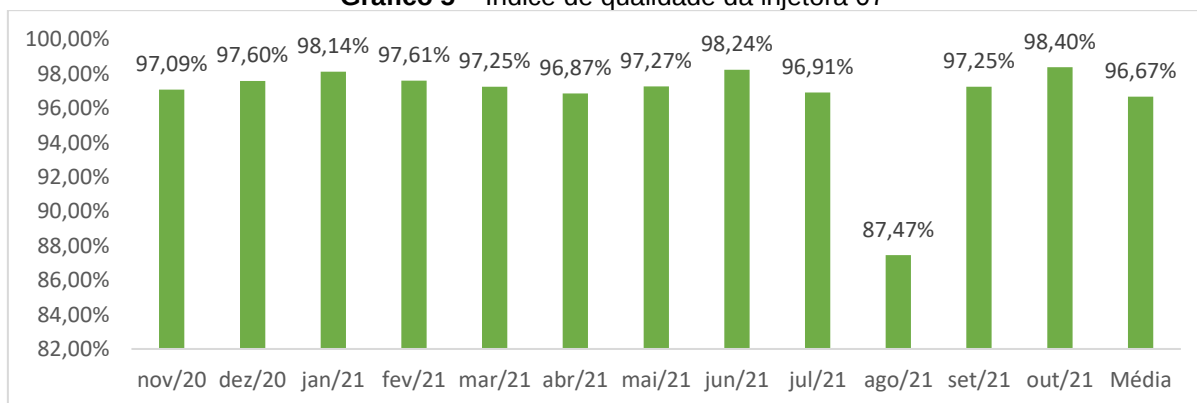
Por fim, foram analisados os dados para calcular o índice de qualidade. A Tabela 9 mostra a avaliação dos dados de quantidade de peças produzidas e peças defeituosas, na qual permitiu calcular os índices de qualidade.

Tabela 9 – Avaliação do índice de qualidade da injetora 07

Injetora 07	Nov/20	Dez/20	Jan/21	Fev/21	Mar/21	Abr/21	Mai/21	Jun/21	Jul/21	Ago/21	Set/21	Out/21	Média
Quantidade Produzidas (peças)	11.463	7.741	13.566	5.223	14.556	10.281	9.163	8.940	8.748	9.957	12.792	13.148	10.465
Quantidade Defeituosas (peças)	334	186	253	125	400	322	250	157	270	1248	352	211	342,33
Qualidade	97,09%	97,60%	98,14%	97,61%	97,25%	96,87%	97,27%	98,24%	96,91%	87,47%	97,25%	98,40%	96,67%

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Após a análise, constatou-se que houve pouca variação nos índices no período estudado da injetora 07 (Gráfico 5), apresentando uma média de 96,67%. A quantidade de peças produzidas a cada mês foi proporcional a quantidade de peças defeituosas, justificando a pouca variabilidade dos índices de qualidade, tendo que destacar o mês de agosto de 2021 que obteve um índice de 87,47%, ficando bem abaixo dos demais. Os meses com melhores índices foram janeiro, junho e outubro de 2021 com 98,14%, 98,24% e 98,40%, respectivamente. Apesar de apresentar índices constantes, verifica-se que há espaço para melhorias.

Gráfico 5 – Índice de qualidade da injetora 07

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

4.4 DETERMINAÇÃO DO OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS

Após obter-se os índices de disponibilidade, eficiência e qualidade, foi possível calcular e analisar os dados do OEE.

Na Tabela 10 observa-se que o OEE apresentou, em média, 25,40% para a fabricação de cadeiras na injetora 07, ou seja, a eficiência que a máquina está operando está abaixo de 65%, o que é considerado inaceitável e o processo deve ser modificado com urgência, baseado no modelo de Hansen (2006).

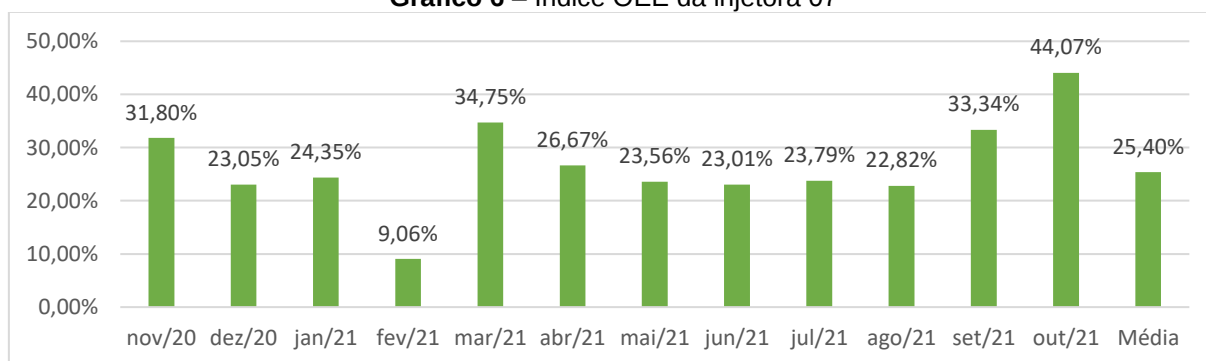
Tabela 10 – Determinação do índice OEE da injetora 07

Injetora 07	nov/20	dez/20	jan/21	fev/21	mar/21	abr/21	mai/21	jun/21	jul/21	ago/21	set/21	out/21	Média
OEE	31,80%	23,05%	24,35%	9,06%	34,75%	26,67%	23,56%	23,01%	23,79%	22,82%	33,34%	44,07%	25,40%

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Ao analisar os meses separadamente (Gráfico 6), conclui-se que há uma grande variação do índice OEE. Todos meses obtiveram índices muito baixo, considerado inaceitável, baseado no modelo de Hansen (2006).

No entanto, é necessário fazer uma análise bem minuciosa desses índices, pois os dados do índice de eficiência foram bem divergentes do que pode ser considerado real para uma pesquisa pertinente do OEE, bem como as grandes perdas relativas ao tempo de paradas não programadas, trazendo assim a possibilidade de um aumento ou diminuição no índice OEE, que pode vir a ser um valor distorcido.

Gráfico 6 – Índice OEE da injetora 07

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

4.5 PROPOSTA DE MELHORIA DA GESTÃO E AVALIAÇÃO DA OEE DO PROCESSO DE INJEÇÃO NA EMPRESA OBJETO DE ESTUDO.

Ao analisar os dados coletados de disponibilidade, eficiência e qualidade pode-se verificar necessidade de mudanças urgentes no processo produtivo para que se possa aumentar a eficiência no que diz respeito à produção de cadeiras. Estando o OEE em uma média de 25,40% é possível saber que a fábrica funciona abaixo do seu potencial, o que indica que ela poderia, também, aumentar seu número de clientes.

Foi observado um número considerável de paradas devido a problemas nas máquinas, o que vem a destacar o baixo nível de treinamento da mão-de-obra e a falta de uma política de manutenção eficiente. Além disso, falhas, anteriormente citadas, ocasionam perdas de tempo.

Uma das falhas que mais se destacou foi a parada de máquina por Falta de Material Extrusado, que mesmo levando em conta que nos primeiros meses da pesquisa vivenciava-se o auge da pandemia do coronavírus, onde o fornecimento da matéria prima estava bastante escasso, demonstra-se que a empresa objeto de estudo necessita realizar um melhor monitoramento da política de suprimentos de material. Outras falhas como Regulagens Diversas, Motivo não Declarado, Parada para Manutenção, Desentupimento de Bico, entre outros, deve-se agir de maneira dedicada a cada uma delas. O que reitera a necessidade de treinamento da mão de obra, bem como o melhor planejamento das ações de manutenção e a periodicidade delas. Evidenciando a necessidade de intensificar a frequência e a qualidade do monitoramento de produção/PCP, bem como a respectiva análise e tomada de decisão.

Outro ponto observado foi a irregularidade no índice de eficiência, que traz à tona problemas de ociosidade de colaboradores, pequenas paradas, inconformidades no processo, tempo de ciclagem desregulado, assim como possível inconsistência na alimentação de dados no sistema gerencial da empresa objeto de estudo.

Dessa forma, já que o OEE é um indicador não utilizado pela empresa, o primeiro passo para melhoria do processo é definir os encarregados pela implantação do indicador na empresa e todos os envolvidos, como nota-se o indicador abrange três grandes áreas no ambiente industrial, a Produção, a Qualidade e a Manutenção (Disponibilidade). Antes de tudo, os gestores responsáveis por cada área devem estar entendidos do que é o indicador, qual seu propósito e como cada um deles contribuirá para a obtenção do índice.

Deve-se também estabelecer como ocorrerá o lançamento de dados (Paradas, Produtos acabados, Refugos, Retrabalhos), como serão determinados os padrões de paradas, quem os registrará e como esses dados serão compilados para obtenção do resultado. Há dois meios de isso ocorrer, manualmente ou eletronicamente, a depender dos recursos disponíveis na organização.

No entanto, para empresa objeto de estudo indica-se o meio eletrônico, onde em cada linha de produção todos os dados já são absorvidos por uma tecnologia capaz de reportar ao sistema e lançar automaticamente as informações sobre os fatores e índice do OEE.

Com a definição de quem irá implantar e analisar o OEE, bem como será feito o apontamento dos dados, como também com o planejamento adequado de todo

processo, desde a compra dos suprimentos, passando pela gestão da manutenção, até a qualificação dos colaboradores, a empresa poderá colocar em prática e analisar de forma confiável os novos índices de Eficiência Global do Equipamento.

Em seguida, sugere-se, idealizar um plano de ação voltado para as principais falhas que estão reduzindo os resultados da empresa, utilizando algumas ferramentas da qualidade, como: *brainstorming*, diagrama 6M, PDCA e/ou MASP.

Além da contribuição na tomada de decisão, a aplicação do indicador na rotina da fábrica garante maior nível de serviço prestado ao cliente, pois foca no aumento do número de itens conformes (Qualidade), na confiabilidade do sistema (Disponibilidade) e na padronização dos processos e redução da falha operacional (Produção), levando à maior excelência e melhores resultados.

A redução do custo também é viabilizada, pois há uma diminuição no gasto despendido pela empresa com refugo e retrabalho e com ações de manutenção para corrigir as quebras/falhas mais frequentes. Todos esses benefícios levam ao aumento da produtividade, menor custo e consequentemente maior lucratividade, - Segundo Hansen (2001), a cada 1% do aumento do OEE tem-se um incremento médio de 3,5 a 7% na lucratividade.

O índice OEE também terá que ser apresentado para todos por meio da gestão à vista, evidenciando a relevância da busca pela excelência e demonstrando o resultado alcançado pela equipe. Infográficos podem ser utilizados para conscientizar a importância do apontamento e do que significa o indicador, despertando maior sentimento de colaboração em todos.

Outra proposta para a empresa, é a realização, por meio de parceria entre os setores, de uma densa análise de causas e estudar a possibilidade de um programa de *Total Productive Maintenance* (TPM). – O que aumentaria a confiabilidade do processo produtivo, gerencial e do negócio como um todo.

5 CONCLUSÃO

Esta pesquisa intitulada “Análise da contribuição dos índices da metodologia Overall Equipment Effectiveness (OEE) no processo de injeção em uma Indústria de termoplástico” teve como objetivo definir um método de análise onde fosse possível avaliar os índices disponibilidade, eficiência e qualidade de um processo chave na empresa, em prol da colaboração na redução do desperdício, perdas no processo, ociosidade, custos de produção e consequentemente ampliar a produtividade, qualidade, lucratividade, prazo e satisfação do cliente.

O método OEE possibilita à organização a identificar as perdas e desperdícios, para assim contribuir nos ganhos de produtividade, financeiro e operacional, isso se faz reduzindo o tempo de inatividade, minimizando o tempo de configuração e melhorando o desempenho do operador. Isto é, permite interrelacionar todos os setores da empresa por meio de um indicador, ajudando os gestores no controle dos recursos de suas áreas de negócios, assim como indica os cuidados que a equipe deve ter em busca do aumento da eficácia global da empresa.

Através dos índices do OEE, indicados na Tabela 10, após a aplicação da metodologia desenvolvida, percebe-se que a injetora 07, que foi objeto da análise, apresenta ineficiência ao longo dos meses estudados. Através do índice de *Overall Equipment Effectiveness* foi possível verificar erros, perdas e desperdícios, bem como o grande potencial de crescimento da empresa objeto de estudo.

5.1 RECOMENDAÇÕES PARA A EMPRESA

As observações realizadas durante o período de experiência profissional com observação participante na empresa foram fundamentais para entender a dinâmica do negócio e os principais processos, portanto, as ações de melhoria destacadas no tópico proposta de melhoria da gestão e avaliação da OEE do processo de injeção na empresa objeto de estudo são de grande relevância no que diz respeito a situação atual da empresa, tanto no que tange o modelo atual de gestão, quanto as práticas destacadas como principais causas para a eficiência abaixo do que uma empresa com potencial mundial exige.

Recomenda-se que a empresa tenha uma equipe especializada e competente para a implantação, estudo e análise do OEE, tendo em vista a aplicação da

metodologia não só em uma máquina ou setor, mas também na organização como todo.

Outra sugestão para a empresa, seria reavaliar a tabela de listagem de motivos de paradas/manutenção (Anexo 1), alguns motivos que estavam alocados de maneira equivocada, já foram reajustados, fruto das interações com os sujeitos da pesquisa com maior impacto nas decisões, a exemplo de produção/PCP, como, por exemplo, o Início de Turno que é um setup e estava designado como parada não programada, podendo acarretar a diminuição da disponibilidade da máquina.

5.2 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

Foram destacados os seguintes itens como limitadores da pesquisa:

I. Devido a pesquisa ter sido realizada durante a experiência profissional do autor, verificou-se que os dados coletados no sistema gerencial da empresa, bem como planilhas disponibilizadas pelo PCP apresentaram alguns dados inconsistentes, dificultando assim a análise de forma precisa;

II. Os terminais de apontamentos da empresa são obsoletos. A empresa que fabricou a ferramenta nem existe mais, como também não há disponibilidade de assistência técnica, portanto, quando se havia defeitos nos terminais, a própria manutenção da empresa que tentava sanar o problema, sendo assim isso pode acarretar erros de apontamento e dados inconsistentes como citado acima;

III. O intervalo de tempo de estudo se deu no auge da pandemia, isso dificultou bastante, pois não se conseguiu dimensionar a produção na sua forma mais plena. Pois havia crise no fornecimento de matéria prima, alto índice de absenteísmo, dificuldade no fornecimento de peças para a manutenção, dentre outros.

5.3 SUGESTÃO DE PESQUISAS FUTURAS

I. Percebe-se que há uma grande oportunidade no que diz respeito ao aprofundamento do estudo dessa pesquisa, tendo em vista que ela teve foco em apenas uma máquina e produto, podendo se estender para outros produtos, máquinas e setores;

II. Com as diversas limitações que essa pesquisa apresentou, desenvolver uma pesquisa usando o método *Optimized Production Technology* (OPT) seria de grande relevância, pois auxilia no aumento da rentabilidade e na redução dos desperdícios, a partir da identificação, gerenciamento e resolução dos recursos gargalo da empresa;

III. Há uma grande oportunidade também no aprofundamento do estudo do método MPT, tendo em vista que a Manutenção Produtiva Total aliada ao OEE reduz custos operacionais, otimiza o processo, elimina as pausas não planejadas, aumenta a motivação da equipe, expande o conhecimento e capital intelectual dos colaboradores e líderes, assim como intensifica o foco na gestão da qualidade total, impactando fornecedores, concorrentes, clientes e funcionários.

Referências

- ABIPLAST (2020). **Revista Perfil 2020** – Disponível em: <http://www.abiplast.org.br/publicacoes/perfil-2020/> . Acesso em: 21 de novembro de 2021.
- ALMEIDA, Gustavo.Spina.Gaudêncio. D. **Processo de Transformação - Conceitos, Características e Aplicações de Termoformagem e Rotomoldagem de Termoplásticos**. São Paulo: Editora Saraiva, 2014. 9788536520520. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536520520/>. Acesso em: 15 out. 2021.
- ANDRADE, J.; SCHERER, C. **Estudo de Caso da Aplicação do Indicador de Eficiência Global de Equipamentos (OEE) para Diagnóstico e Melhoria de Produtividade em uma Linha de Produção Automotiva**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 29., 2009, Salvador. Anais... Salvador:[s.n.],2009.
- ANTUNES, J. *et al.* **Sistemas de Produção**. Porto Alegre: Bookman, 2008. 9788577802494. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788577802494/>. Acesso em: 25 de agosto de 2021.
- AZEVEDO, Tiago Sono Alves de. **Planejamento da capacidade produtiva em uma indústria gráfica**. Orientador: Dario Ikuo Miyake. 2004. 115 f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia de Produção, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/directbitstream/237efa8b-b666-4b8c-97d6-3ac1ad20716a/Tiago%20Sono%20Alves%20de%20Azevedo%20TCC-PRO04.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2021.
- BUSSO, C. M.; MIYAKE, D. I. Análise da aplicação de indicadores alternativos ao Overall Equipment Effectiveness (OEE) na gestão do desempenho global de uma fábrica. **Production Journal**, v. 23, n. 2, p. 205- 225, 2013.
- CARDOSO, C. **OEE na prática. Gestão de produção com índice OEE**. Kitemes, 2013.
- CARDOSO, L. H.; GIL, C. S. E.; GOMES, R. R. M. Avaliação da eficiência global de máquinas (OEE) em uma indústria de elásticos. In: XXV SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, **Anais...**, Bauru, 2018.
- CERVO, Amado L; BERVIAN, Pedro A. **Metodologia científica**. 4. ed. São Paulo: Makron Books, 1996. 209 p.
- CHIARADIA, A. **Utilização do Indicador de Eficiência Global de Equipamentos na Gestão e Melhoria Contínua dos Equipamentos: Um Estudo de Caso na Indústria Automobilística**. 2004. 133 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em

Engenharia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Escola de Engenharia. Porto Alegre, 2004.

CORRÊA, Henrique L., CORRÊA, Carlos A. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 2. ed. 5. reimpr. São Paulo: Atlas, 2010.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. **Administração de Produção e Operações**, 4ª edição. São Paulo: Atlas, 2017. 9788597013153. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597013153/>. Acesso em: 30 mai. 2022.

FILHO, Nelson Ferreira. **A busca da normalidade**: a regulação dos processos de trabalho de máquinas injetoras de termoplásticos em uma indústria de telefones. 2014. Tese (Doutorado) – Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

GARZA-REYES, J. A. et al. Overall equipment effectiveness (OEE) and process capability (PC) measures: A relationship analysis. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 27, n. 1, pp. 48-62, 2010.

HANSEN, R.C. **Overall Equipment Effectiveness: A Powerful Production/maintenance Tool for Increased Profits**. *Industrial Press*, Ed.1, 2001.

HANSEN, R.C. **Eficiência global dos equipamentos – uma poderosa ferramenta de produção/manutenção para o aumento dos lucros**. Porto Alegre, Bookman, 2006.

HARTMANN, E. H. **Successfully installing TPM in a non-Japanese Plant**: Total Productive Maintenance. Pittsburgh: TPM Press Inc., 1992.

JONSSON, P.; LESSHAMMAR, M. Evaluation and improvement of manufacturing performance measurement systems – the role of OEE. **International Journal of Operations & Production Management**, Vol. 19, n.1 p. 55 – 78, 1999.

MICHAELI, W. et al. **Tecnologia dos plásticos**. São Paulo: Blucher, 1995. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788521217305/pageid/4>. Acesso em: 08 de novembro de 2021.

MOREIRA, Daniel. A. **Administração da Produção e Operações - 2ª Edição Revista e Ampliada**. São Paulo: Cengage Learning Brasil, 2012. 9788522110193. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522110193/>. Acesso em: 23 nov. 2021.

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

NAKAJIMA, S. **An introduction to TPM**. Portland: Productivity Press, 1988.

OLIVEIRA, Jailson Ribeiro de. **Estudo sobre as limitações dos sistemas de medição da produtividade numa unidade industrial do setor cervejeiro**. 31/03/2005. 281f. Dissertação do Mestrado em Engenharia de Produção – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 2005.

OLIVEIRA, R. P. D. **Planejamento Estratégico**. 29ª Edição. São Paulo: Atlas, 2011.

PIATTI, TÂNIA MARIA; RODRIGUES, REINALDO AUGUSTO FERREIRA. **Plásticos: características, usos, produção e impactos ambientais**. Maceió: EDUFAL, Série: (Conversando sobre ciências em Alagoas), 2005.

PICCHI, Flávio Augusto. 2017. Entenda os “7 desperdícios” que uma empresa pode ter. Disponível em: <https://www.lean.org.br/artigos/1131/entenda-os-%E2%80%9C7-desperdicios%E2%80%9D-que-uma-empresa-pode-ter.aspx>. Acesso em: 11/11/21.

SANTOS, Flavio Freire; SILVA, Vinicius Marcos; BRAGA, Washington Luis Moreira. **Proposta da utilização do OEE como ferramenta de tomada de decisões no setor sucroenergético**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 33. Anais... Salvador, 2013.

SILVA, E.L.; MENEZES, E.M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis, 2005.

SLACK, Nigel et al. **Administração da produção**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2007.

SLACK, N; ALISTAIR, BRANDON-JONES; ROBERT, JOHNSTON. **Administração da Produção**, 8ª edição. São Paulo: Grupo GEN, 2018. 9788597015386. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597015386/>. Acesso em: 23 nov. 2021.

SLACK, Nigel.; CHAMBERS, Stuart.; JOHNSTON, Robert.; BETTS, Alan. **Gerenciamento de Operações e de Processos**. Porto Alegre: Bookman, 2013. 9788565837934. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788565837934/>. Acesso em: 23 nov. 2021.

VALDOMIRO, J.; PAULISTA, P. Aplicação da metodologia TPM/OEE em processo de estampagem: um estudo de caso para melhoria da eficiência em uma prensa mecânica. In: ENEGEP, 37, 2017, Joinville, SC, Brasil, **Anais...**, Joinville: Abepro, 2017.

ANEXO 1

LISTAGEM DE MOTIVOS DE PARADA/MANUTENÇÃO

KNX - Listagem e Manutenção de Motivos de Parada/Manut.

Manutenção da Tabela [Motivos]								
<Inserir>	<Editar>	<Ativar/Desativar>	--	P08	Desentupimento de Bico	Setup	Não	
<Inserir>	<Editar>	<Ativar/Desativar>	--	P09	Troca de Molde	Setup	Sim	
<Inserir>	<Editar>	<Ativar/Desativar>	--	P11	Troca de Encosto	Setup	Sim	
<Inserir>	<Editar>	<Ativar/Desativar>	--	P12	Regulagem Diversas	Setup	Não	
<Inserir>	<Editar>	<Ativar/Desativar>	--	P17	Troca de Cor	Setup	Sim	
<Inserir>	<Editar>	<Ativar/Desativar>	--	P23	Troca de Material	Setup	Sim	
<Inserir>	<Editar>	<Ativar/Desativar>	--	P31	Teste de Material	Setup	Sim	
<Inserir>	<Editar>	<Ativar/Desativar>	--	P32	Regulagem de Máquina	Setup	Sim	
<Inserir>	<Editar>	<Ativar/Desativar>	--	P38	Início de Turno	Setup	Sim	
<Inserir>	<Editar>	<Ativar/Desativar>	--	P01	Ausência de Operador	Parada	Não	
<Inserir>	<Editar>	<Ativar/Desativar>	--	P02	Falta de Energia	Parada	Não	
<Inserir>	<Editar>	<Ativar/Desativar>	--	P03	Aquecimento de Máquina	Parada	Não	
<Inserir>	<Editar>	<Ativar/Desativar>	--	P04	Falta de Material Sucata	Parada	Não	
<Inserir>	<Editar>	<Ativar/Desativar>	--	P13	Reunião / Treinamento	Parada	Sim	
<Inserir>	<Editar>	<Ativar/Desativar>	--	P16	Parada Programada	Parada	Sim	
<Inserir>	<Editar>	<Ativar/Desativar>	--	P19	Limpeza de Máquina	Parada	Sim	
<Inserir>	<Editar>	<Ativar/Desativar>	--	P20	Parada para Refeição	Parada	Não	
<Inserir>	<Editar>	<Ativar/Desativar>	--	P21	Separação Material Sucata	Parada	Não	
<Inserir>	<Editar>	<Ativar/Desativar>	--	P24	Falta de Material Molde	Parada	Não	
<Inserir>	<Editar>	<Ativar/Desativar>	--	P25	Material Molhado	Parada	Não	
<Inserir>	<Editar>	<Ativar/Desativar>	--	P26	Aquecimento de Material Molde	Parada	Não	
<Inserir>	<Editar>	<Ativar/Desativar>	--	P27	Aquecimento de Material Extrusado	Parada	Não	
<Inserir>	<Editar>	<Ativar/Desativar>	--	P28	Falta de Material Virgem	Parada	Não	
<Inserir>	<Editar>	<Ativar/Desativar>	--	P29	Falta de Material Extrusado	Parada	Não	
<Inserir>	<Editar>	<Ativar/Desativar>	--	P30	Parada para Manutenção	Parada	Não	
<Inserir>	<Editar>	<Ativar/Desativar>	--	P37	Desentupimento da Máquina	Parada	Não	
<Inserir>	<Editar>	<Ativar/Desativar>	--	P40	Manutenção de Periféricos	Parada	Não	
<Inserir>	<Editar>	<Ativar/Desativar>	--	P05	Manutenção Mecânica	Manutenção	Não	
<Inserir>	<Editar>	<Ativar/Desativar>	--	P06	Manutenção Elétrica	Manutenção	Não	
<Inserir>	<Editar>	<Ativar/Desativar>	--	P07	Manutenção Hidráulica	Manutenção	Não	
<Inserir>	<Editar>	<Ativar/Desativar>	--	P10	Conserto de Molde	Manutenção	Não	
<Inserir>	<Editar>	<Ativar/Desativar>	--	P18	Manutenção Pneumática	Manutenção	Não	
<Inserir>	<Editar>	<Ativar/Desativar>	--	P22	Troca de Lâmina	Manutenção	Sim	
<Inserir>	<Editar>	<Ativar/Desativar>	--	P33	Conserto de Molde	Manutenção	Não	
<Inserir>	<Editar>	<Ativar/Desativar>	--	P34	Conserto do Aglutinador	Manutenção	Não	
<Inserir>	<Editar>	<Ativar/Desativar>	--	P35	Conserto do Picotador	Manutenção	Não	
<Inserir>	<Editar>	<Ativar/Desativar>	--	P36	Lubrificação	Manutenção	Sim	
<Inserir>	<Editar>	<Ativar/Desativar>	--	P38	Manutenção Preventiva	Manutenção	Sim	
<Inserir>	<Editar>	<Ativar/Desativar>	--	R1	Falha de Injeção	Rejeito	Não	
<Inserir>	<Editar>	<Ativar/Desativar>	--	R2	Peça Manchada	Rejeito	Não	
<Inserir>	<Editar>	<Ativar/Desativar>	--	R3	Parte Quebrada	Rejeito	Não	
<Inserir>	<Editar>	<Ativar/Desativar>	--	R4	Mat. Contaminado	Rejeito	Não	
<Inserir>	<Editar>	<Ativar/Desativar>	--	R5	Mancha D'Água	Rejeito		
<Inserir>	<Editar>	<Ativar/Desativar>	--	R6	Deformação	Rejeito		
<Inserir>	<Editar>	<Ativar/Desativar>	--	R7	PA para Soldão	Rejeito	Não	
<Inserir>	<Editar>	<Ativar/Desativar>	--	R8	Regulagem de Máquina	Rejeito	Não	
<Inserir>	<Editar>	<Ativar/Desativar>	--	64	Quantidade	Rejeito		

ANEXO 2
TABELA DE CICLOS – MÁQUINAS

IN7					
IN	PRODUTOS	PÇS/ HORA	Nº DE CAVIDADE	CICLO (s)	PESO (Kg)
02/03/04/07	CADEIRA CAMBOINHA	82	01	44	1,900
02/03/04/07	CADEIRA FORMOSA	82	01	44	1,900
02/03/04/07	CADEIRA TABATINGA	82	01	44	1,900
02/03/04/05/06/07	CESTO 60 L	75	01	48	1,665
02/03/04/05/07	LIXEIRA 50 L	57	01	63	2,050
02/03/04/07	MESA CABO BRANCO	41	01	88	3,750
02/03/04/05/06/07	MESINHA INFANTIL	64	01	56	2,200
02/03/04/05/06/07	POLTRONA INF. COQUEIRINHO	97	01	37	0,628
02/03/04/05/06/07	POLTRONA INF. PICÃOZINHO	97	01	37	0,628
02/03/04/07	POLTRONA JACUMÃ	64	01	56	2,360
02/03/04/07	POLTRONA MANAÍRA	60	01	60	2,490
02/03/04/07	POLTRONA TAMBABA	64	01	56	2,490
02/03/04/07	POLTRONA TAMBAÚ	55	01	65	2,490