

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**ISABELLE REGINA ORESTES
THAIANI MENEGHESSO NICOLETI**

**UTILIZAÇÃO DO OEE PARA AVALIAÇÃO DE MELHORIAS DE
PADRONIZAÇÃO NO PROCESSO: ESTUDO DE CASO NA
INDÚSTRIA QUÍMICA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PONTA GROSSA

2019

**ISABELLE REGINA ORESTES
THAIANI MENEGHESSO NICOLETI**



**UTILIZAÇÃO DO OEE PARA AVALIAÇÃO DE MELHORIAS DE
PADRONIZAÇÃO NO PROCESSO: ESTUDO DE CASO NA
INDÚSTRIA QUÍMICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção, do Departamento de Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Juan Carlos Claros Garcia

PONTA GROSSA

2019

	<p>Ministério da Educação UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ CÂMPUS PONTA GROSSA Departamento Acadêmico de Engenharia de Produção</p>	 UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
---	---	---

TERMO DE APROVAÇÃO DE TCC

UTILIZAÇÃO DO OEE PARA AVALIAÇÃO DE MELHORIAS DE PADRONIZAÇÃO
NO PROCESSO: ESTUDO DE CASO NA INDÚSTRIA QUÍMICA

por

ISABELLE REGINA ORESTES
THAIANI MENEGHESSO NICOLETI

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 04 de julho de 2019 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Juan Carlos Claros Garcia
Prof. Orientador

Prof. Dr. Cassiano Moro Piekarski
Membro titular

Prof. Dr. Fabio Jose Ceron Branco
Membro titular

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus, por ter nos sustentado e nos dado forças durante essa jornada.

Aos nossos familiares e amigos que sempre estiveram presentes, nos incentivando e nos apoiando em todos os momentos, em especial aos nossos pais, Sandra, Paulo, Vilma e Jorge.

Ao Ricardo do Amaral Saito e ao João Gabriel Campos Souza, nossos companheiros por todo apoio, carinho e principalmente por estarem presentes em mais uma etapa que finaliza em nossas vidas.

Aos docentes do curso de Engenharia de Produção, que colaboraram com nossa formação acadêmica e nosso crescimento profissional, em especial ao nosso orientador Juan Carlos Claros Garcia, que foi responsável pela elaboração desse trabalho, agradecemos profundamente por toda paciência e dedicação.

Aos docentes Cassiano Moro Piekarski e Fabio Jose Ceron Branco, que disponibilizaram a participar desta etapa da nossa graduação e pelas contribuições durante o período do curso.

A todos que contribuíram diretamente ou indiretamente para a realização deste trabalho e que fizeram parte de nossas formações.

RESUMO

ORESTES, Isabelle Regina; NICOLETI, Thaiany Meneghesso. **Utilização do OEE para avaliação de melhoria no processo padronizado**: estudo de caso em uma indústria química. 2019. 80 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia de Produção) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2019.

O estudo de caso teve como objetivo analisar as modificações de uma linha de produção de uma empresa fabricante de resinas através da padronização. Dessa forma, foi analisado o processo produtivo das resinas da família alquílica à base de solvente, que são produzidas individualmente em três reatores idênticos. Para análise da linha de produção foi realizado a comparação dos processos antes e após a padronização das operações, utilizando a ferramenta OEE. Inicialmente, foram coletados os dados: tempo de produção, tempo e motivos de parada de cada reator e qualidade da resina. Após a coleta dos dados, foi realizado o cálculo do OEE na situação atual e avaliados os principais pontos indicados pelo OEE como motivos da ineficiência da produtividade. Assim, depois da consideração dos motivos e discussão dos problemas, foi criado um padrão para o processo da resina estudada com o intuito de aprovar a padronização do processo produtivo com sua implementação na indústria e novas análises do OEE foram realizadas para comparação. Os resultados indicaram uma melhoria na qualidade, redução da variabilidade do produto, melhoria da gestão da produção, aumento da performance dos equipamentos, otimização do processo e conseqüentemente aumento da produtividade e redução dos custos.

Palavras-chave: Eficiência Global do Equipamento (OEE). Padronização. Processo Produtivo. Resina.

ABSTRACT

ORESTES, Isabelle Regina; NICOLETI, Thaiany Meneghesso. **OEE application to evaluate the improvement of the standardized process:** study in a chemical industry. 2019. 80 p. Undergraduate thesis (Graduation in Production Engineering) – Federal University of Technology – Paraná. Ponta Grossa, 2019.

The study case had the objective of analyzing modifications in a manufacturing line of a resins company, through standardization. Thus, the manufacturing process of solvent-based alkyd resins which are produced individually in three identical reactors was made using OEE tool. Initially, these data were collected: production time, time and reasons of each reactor stops and resin quality. After data collect, OEE was calculated in current situation and the main topics pointed out by OEE as reasons of productivity inefficiency were analyzed. Therefore, after discussion of problems and analysis of reasons, a standard was created for the resin process with the purpose of approving the standardization of the production process with its implementation in the industry and new analyzes of the OEE were carried out for comparison. The results indicated a quality improvement, reduction of product variability, improvement of manufacturing management, optimization of productive process, improvement of equipment performance and consequently increase of productivity and cost reduction.

Keywords: Overall Equipment Effectiveness (OEE). Standardization. Manufacturing Process. Resin.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Processos de <i>input e output</i>	16
Figura 2 - Tipos de processo de manufatura.....	17
Figura 3 - Eficiência Global do Equipamento (OEE)	30
Figura 4 - Seis grandes perdas relacionadas ao OEE	30
Figura 5 - Esquema do Reator de Retromistura.....	35
Figura 6 - Etapas do processo produtivo das resinas alquídicas	36
Figura 7 - Fluxograma do estudo de caso.....	37
Figura 8 - Elementos de cálculo para o OEE	50
Figura 9 - Análise comparativa de fevereiro no Equipamento 1	53
Figura 10 - Análise comparativa de janeiro no Equipamento 2	56
Figura 11 - Análise comparativa de abril no Equipamento 3	58

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Porcentagem dos produtos <i>offspect</i> antes e após a padronização	49
Gráfico 2 - Análise comparativa mensal do OEE no Equipamento 1	52
Gráfico 3 - Análise comparativa mensal do OEE no Equipamento 2	55
Gráfico 4 - Análise comparativa mensal do OEE no Equipamento 3	57

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Método das quatro etapas.....	26
Quadro 2 - Cruzamento das palavras-chave.....	41
Quadro 3 - Modificações na etapa de alcoólise.....	44
Quadro 4 - Modificações na etapa de esterificação	45
Quadro 5 - Modificações na etapa de avanço da reação	46
Quadro 6 - Modificações na etapa de ajuste	47
Quadro 7 - Tempos padrões de produção e o percentual de redução	48
Quadro 8 - Período antes e após a padronização no Equipamento 1	52
Quadro 9 - Período antes e após a padronização no Equipamento 2.....	55
Quadro 10 - Período antes e após a padronização no Equipamento 3	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Índice do OEE global.....	31
--------------------------------------	----

LISTA DE SIGLAS

OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
TPM	Manutenção Produtiva Total

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 PROBLEMA	13
1.2 OBJETIVO GERAL	13
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
1.4 JUSTIFICATIVA	14
1.5 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 PROCESSO DE PRODUÇÃO	16
2.1.1 Tipos de Processo.....	17
2.1.1.1 Processos de Projeto	18
2.1.1.2 Processos por Tarefa (<i>Jobbing</i>)	19
2.1.1.3 Processos em Lotes ou Bateladas	20
2.1.1.4 Processos de Produção em Massa ou Linha	21
2.1.1.5 Processos Contínuos	22
2.2 PADRONIZAÇÃO DE PROCESSOS	23
2.2.1 Padronização na Manufatura	25
2.2.1.1 Definição do Padrão.....	25
2.2.1.2 Comunicação por Padrão.....	26
2.2.1.3 Adesão ao Padrão.....	27
2.2.1.4 Melhoria do Padrão	27
2.3 EFICIÊNCIA GLOBAL DO EQUIPAMENTO	28
3 METODOLOGIA	33
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	33
3.1.1 Quanto à sua natureza.....	33
3.1.2 Quanto aos seus objetivos	33
3.1.3 Quanto à sua abordagem.....	33
3.1.4 Quanto aos métodos	34
3.2 DESCRIÇÃO DO AMBIENTE DE COLETA DE DADOS.....	34
3.3 PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS	36
3.3.1 Calcular o OEE atual	38
3.3.2 Padronização dos processos de produção.....	39
3.3.3 Calcular o OEE após a padronização.....	40
3.3.4 Comparação do OEE do processo antes e após a padronização	40
3.4 METODOLOGIA PARA A CONSTRUÇÃO DO REFERENCIAL TEÓRICO.....	41
4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS	42
4.1 SITUAÇÃO ANTERIOR À PADRONIZAÇÃO.....	42
4.2 PADRONIZAÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO.....	43
4.2.1 Alcoólise	44

4.2.2 Esterificação.....	44
4.2.3 Avanço	45
4.2.4 Ajuste	47
4.4 APLICAÇÃO DA FERRAMENTA OEE ANTES E APÓS O PROCESSO DE PADRONIZAÇÃO.....	50
4.4.1 Aplicação do OEE no Equipamento 1	51
4.4.2 Aplicação do OEE no Equipamento 2	55
4.4.3 Aplicação do OEE no Equipamento 3	57
5 CONCLUSÃO	60
REFERÊNCIAS.....	62
APÊNDICE A - Resultado do OEE nos equipamentos	65

1 INTRODUÇÃO

O competitivo cenário das empresas e os fatores como qualidade, prazo e custo são importantes para obter vantagem perante a concorrência, no entanto, a ausência de eficiência no meio produtivo pode causar a perda de clientes e levá-los a procurarem a solução para atenderem as suas necessidades em seus concorrentes. Para Isatto (2000), um importante motivo que acarreta o baixo desempenho dos processos está relacionado aos problemas na gestão, que ocorrem por um padrão de um sistema de produção.

O processo de produção determina um conjunto de operações que transformam *inputs* (informações e materiais) em *outputs* (produtos ou serviços). O processo de fabricação valoriza a produção com enfoque no produto, com o intuito de gerar produtos competitivos e que sejam aptos a atender as necessidades dos clientes. Para que isso ocorra, é imprescindível a utilização das pesquisas de mercado que verificam as necessidades de mudança de algum produto, a fim de que o mesmo possa vir a atender as expectativas dos consumidores.

De acordo com Teixeira (2014), a padronização tem sido vista como um importante instrumento para a melhoria da qualidade e do desempenho de processos produtivos. Os novos custos fazem com que as empresas prorroguem a adesão dessas novas práticas de padronização, entretanto à medida em que o mercado que a empresa atua torna-se mais competitivo, essas práticas são fundamentais. Após a inclusão das práticas de padronização nos processos, verifica-se uma redução nos custos das operações, que frequentemente são mais elevados que os custos do novo sistema.

O indicador *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) é uma ferramenta que possibilita avaliar os resultados das empresas e quês quantidade estão deixando de lucrar por não utilizarem a capacidade total de seus equipamentos. Este indicador consiste no cálculo dos índices de desempenho, disponibilidade e qualidade. O desempenho determina o ritmo produtivo do equipamento, enquanto que a disponibilidade são as horas programadas dos equipamentos em um intervalo e a qualidade analisa quantos produtos conformes e não conformes foram produzidos (SANTOS; MARCELO; SILVA, 2016).

O processo de padronização utiliza uma metodologia eficiente, que tem como seu principal objetivo produzir sem perdas. A padronização visa o máximo desempenho de seus colaboradores em suas atividades através da repetição dos movimentos e das operações. O índice OEE é utilizado para quantificar a eficiência dos equipamentos usados nas linhas de produção, possibilitando desta forma identificar áreas que precisam de mudanças, assim como constituir o *benchmark* para avaliar as melhorias realizadas nos equipamentos. Visto que a padronização melhora a qualidade e o desempenho dos processos, por conseguinte também afeta o índice OEE.

A utilização eficiente da capacidade produtiva, aumenta a disponibilidade de produção, proporciona uma melhor gestão da produção, possibilita entregas no prazo e conseqüentemente melhor credibilidade da empresa perante seus clientes. Diante deste cenário, será realizado um estudo que verifique os ganhos que a padronização dos processos pode trazer ao índice OEE aplicado em uma linha de produção de resinas.

1.1 PROBLEMA

Com o avanço das ferramentas da qualidade, as empresas estão buscando aumentar a qualidade, reduzir o tempo ocioso e alcançar um alto padrão de eficiência em sua produção. Tendo em vista que a padronização dos processos pode afetar o índice OEE, este trabalho parte do seguinte problema de pesquisa: “Quais são os ganhos que a padronização de um processo pode proporcionar ao índice OEE em uma linha de produção de resinas?”.

1.2 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral desse trabalho é aplicar a ferramenta OEE para avaliar as melhorias proporcionadas pela padronização em uma linha de produção de resinas, em uma empresa multinacional localizada na cidade de Ponta Grossa – PR.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Avaliar o desempenho da linha composta pelos equipamentos responsáveis pela fabricação do grupo de resinas, que terão alterações em seu processo produtivo.
- b) Propor melhorias no processo por meio da padronização.
- c) Avaliar o desempenho da linha após a padronização.
- d) Comparar o desempenho da linha antes e depois da padronização.

1.4 JUSTIFICATIVA

O mercado é competitivo, assim, diferentes empresas de produtos da mesma categoria vão ter uma competitividade natural no mercado. Segundo Ohmae (1988), para que a empresa apresente vantagem competitiva, ela deve focar em seus produtos, ou seja, seu planejamento estratégico deve estar voltado aos projetos e administração da produção para que se alcance a maior eficácia possível e mantenha-se vantagem competitiva perante a concorrência. Para que se obtenham pontos de ação e falhas do processo produtivo é de extrema importância que se entenda a situação da empresa no momento atual e quais são suas devidas falhas que impedem o processo de manter maior produtividade.

O medidor de eficiência utilizado será o OEE pois ele analisa os índices de desempenho do processo, disponibilidade dos equipamentos utilizados e qualidade dos produtos; mostra também os pontos de falha em que se deve ter mais cautela e possibilita encontrar soluções para uma melhoria contínua. Este indicador pode trazer inúmeros benefícios financeiros para a empresa. Poucos pontos percentuais em cada um dos fatores podem aumentar o lucro líquido de 20% a 30% com corte de gastos, aumento da produtividade e eficiência dos equipamentos, redução de paradas não planejadas e auxilia na tomada de decisão estratégica da empresa (HEDMAN; SUBRAMANIYAN; ALMSTRÖM, 2016).

Para Jagusiak-Kocik (2014), em uma empresa moderna os funcionários realizam suas tarefas seguindo certas regras. A execução de uma tarefa sempre foi um problema, até o surgimento da padronização. Segundo a autora, a padronização é o método mais eficiente e seguro para realizar uma tarefa específica. Um processo

produtivo padronizado traz inúmeras vantagens à empresa e ao produto como: minimizar a oscilação da qualidade do produto, redução em tempos de ajustes do produto em processo, redução de retrabalho e refugo, melhoria na qualidade do produto e maior confiabilidade no mercado.

Deve-se ressaltar que a análise e apontamento de problemas do processo produtivo que incluam falhas são de extrema importância para que a empresa trabalhe com uma melhoria contínua. Ao fazer um apontamento das falhas dentro de uma empresa e solucioná-las, os ganhos obtidos vão além do ambiente industrial, eles representam vantagem competitiva no mercado e maior lucratividade, pontos-chave para a engenharia de produção. Visto que o OEE contribui para a identificação de falhas no processo e que a padronização contribui com melhoramento dos índices da qualidade, que por sua vez está relacionada ao OEE, com isso verifica-se a relevância dos estudos voltados para este tema e para a pesquisa acadêmica.

1.5 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa delimita-se em uma empresa do setor químico, que fica localizada no Estado do Paraná, na cidade de Ponta Grossa. A empresa escolhida trata-se de uma empresa de grande porte. O estudo se limita à indústria química, especificamente em uma linha de produção de resinas.

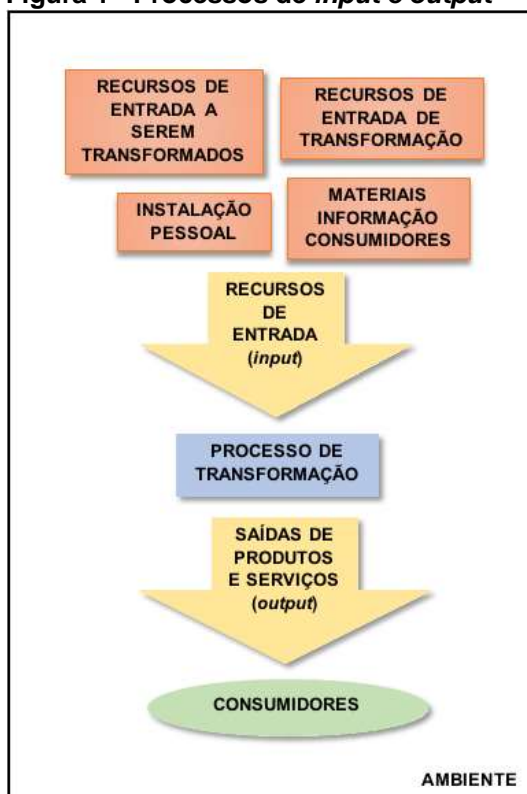
2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, serão apresentados os conceitos pertinentes a este trabalho os quais serão condensados em três tópicos principais: Processo de Produção, Padronização de Processos e Eficiência Global do Equipamento.

2.1 PROCESSO DE PRODUÇÃO

Segundo Chiavenato (2014), para produzir com eficácia é fundamental determinar um sistema de fabricação mais apropriado ao produto ou serviço, que quer dizer procurar os meios mais apropriados para produzir um produto ou realizar um serviço. O sistema de produção é a forma que a organização compõe sua estrutura e desempenha suas operações de produção, seguindo uma coerência em todas as fases do processo produtivo, desde o instante no qual as matérias-primas e os insumos saem do almoxarifado até a chegada no depósito como produto finalizado. A Figura 1, exibe o modelo de transformação, geralmente, utilizado para representar a estrutura da produção.

Figura 1 - Processos de *input* e *output*



Fonte: Adaptado de Slack, Chambers e Johnston (2009)

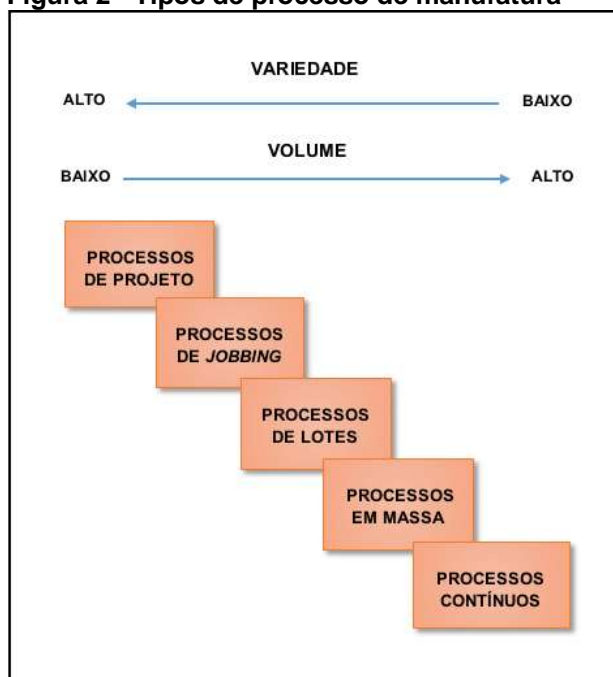
As entradas (*inputs*) de um sistema, podem ser de recursos a serem transformados ou de transformação, instalação, pessoal, materiais, informação, consumidores, isto é, qualquer recurso que mantenha o sistema. As saídas (*outputs*) representam os resultados de um sistema de transformação.

Os produtos e serviços são gerados através das operações, por meio da transformação de entradas em saídas, que recebe o nome de processo de transformação. A produção contém um conjunto de *recursos de input* (entradas) utilizado para modificar algo ou para ser modificado em *outputs de bens e serviços* (saídas). Mesmo que as operações consigam ser vistas de acordo com esse modelo *input-transformação-output*, algumas se diferem em seus *inputs* e *outputs* (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009). Serão apresentados os principais tipos de processos de manufatura.

2.1.1 Tipos de Processo

A posição volume-variedade define o projeto e abordagem geral para administrar suas atividades. Os tipos de processos ocorrem por meio da abordagem geral, que visam designar e determinar os processos. A Figura 2, mostra os tipos de processos para descrever diferentes posições de volume-variedade.

Figura 2 - Tipos de processo de manufatura



Fonte: Adaptado de Slack, Chambers e Johnston (2009)

As operações de manufatura e serviços possuem relação direta com a variedade e o volume do produto ou serviço prestado. Os tipos de processo de uma indústria sofrem alterações de acordo com suas características de variedade e volume. Operações com baixa variedade apresentam um alto volume e vice-versa, sendo assim, esta relação sempre será inversamente proporcional. Algumas definições são por vezes utilizadas para detectar os tipos de processos, independentemente de serem processos de manufatura ou de serviço, havendo qualquer variância nas definições utilizadas (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

Segundo Krajewski, Ritzman e Malhotra (2012), escolha de processo é a forma de compor o processo organizando seus recursos em volta de si mesmo ou em volta dos produtos. Organizar em volta do processo quer dizer que todos os equipamentos estão juntos e realizam algum tipo de transformação caso necessário. Organizar em volta do produto quer dizer agrupar todas as máquinas e os diferentes tipos de recursos humanos fundamentais para um determinado produto e produzir somente ele.

2.1.1.1 Processos de Projeto

Os processos de projeto utilizam produtos geralmente customizados. O intervalo de tempo para criar um produto ou um serviço é algo relativamente longo. Portanto, um baixo volume juntamente com uma alta variedade são particularidades do processo de projeto. As práticas envolvidas na realização do produto podem ser instáveis e mal estabelecidas, ocasionalmente passando por alterações ao longo do processo de produção (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

O mapa de processo é complexo, pois cada recurso de *output* é relativamente grande, de acordo com a ocorrência de diversas atividades ao mesmo tempo, as atividades em alguns processos normalmente envolvem decisões de acordo com o entendimento profissional (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

Os processos de projeto têm em sua estrutura que cada atividade tem início e fim precisamente definidos, o período de tempo entre o começo de diferentes atividades é relativamente longo e os processos que fazem o produto certamente serão organizados de maneira adequada (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

Exemplos dos processos de projeto incluem construção de navios, construção civil, produtos de grande porte e móveis planejados.

2.1.1.2 Processos por Tarefa (*Jobbing*)

O processo por tarefa é uma produção de pequenos lotes, uma alta variedade de produtos, com diversos seguimentos de etapas em um processo produtivo, normalmente está relacionada aos arranjos físicos por processo, em que as ferramentas são agrupadas por processo, para possibilitar que os fluxos sigam qualquer sequência que venha a ser eventualmente obrigatória; não ocorre ligação entre as estruturas produtivas. Geralmente os colaboradores ficam com a função de fabricar o produto inteiro, necessitando serem multifuncionais (CORRÊA; CORRÊA, 2013).

Os processos de *jobbing* também são constituídos pela alta variedade e os baixos volumes. Nos processos de projeto cada produto possui recursos exclusivos, enquanto que nos processos de *jobbing* cada produto necessita dividir os recursos entre outros. Os recursos de produção preparam um conjunto de produtos e ainda que todos os produtos necessitem dos mesmos cuidados, suas necessidades específicas não serão as mesmas (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

De acordo com Krajewski, Ritzman e Malhotra (2012), um processo por tarefa gera a flexibilidade fundamental para fabricar uma variedade de produtos em quantidades consideráveis, com certa complexidade e uma mudança nas etapas executadas. As ferramentas e a mão-de-obra são flexíveis devido à grande variedade de tarefas; a diferenciação é alta e o volume pequeno, independente do produto.

Os processos de *jobbing* fabricam mercadorias em uma quantidade maior e de medida menor que os processos de projeto, assim como acontece nos processos de projeto, o nível de repetição é baixo. Por justificativas semelhantes, o mapa de processo em um processo de *jobbing* será complexo, assim como nos processos de projeto. No entanto, os processos de *jobbing* normalmente fabricam itens menores e mesmo que às vezes necessitem de alguma habilidade, geralmente, os processos envolvem um menor número de situações inesperadas (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

Para Krajewski, Ritzman e Malhotra (2012), as indústrias que trabalham com processos de *jobbing* fazem os produtos somente sob encomenda e não os fabricam com antecedência. As necessidades dos clientes não são conhecidas e o período entre pedidos similares do mesmo cliente é inesperado. Esse processo organiza os seus recursos em volta de si mesmo, os funcionários e os equipamentos de determinada função são posicionados em um mesmo espaço. Como a diferenciação é alta e a maior parte das tarefas possui etapas com sequências distintas, essa alternativa de processo gera movimentos flexíveis ao longo das operações, ao invés de um fluxo em linha.

Desta forma, se comparado os mapas de processo entre o de projeto e o *jobbing*, o último seria considerado o menos complexo (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009). Exemplos de processos de *jobbing* incluem engenheiros especializados, restauradores de móveis, alfaiates que trabalham por encomenda e os mestres ferramenteiros.

2.1.1.3 Processos em Lotes ou Bateladas

Segundo Krajewski, Ritzman e Malhotra (2012), o processo em lote é considerado o mais comum entre as opções de processo, conhecido também como *lote pequeno* e *lote grande*. O processo em lote se diferencia do processo por tarefa em relação a variedade, quantidade e volume. A principal diferença é que os volumes são maiores, pois os mesmos produtos ou itens parecidos que estão no lote são fabricados várias vezes. Alguns dos elementos que compõem o produto final podem ser produzidos com antecedência.

Os processos em lotes são semelhantes aos processos de *jobbing*, porém os processos em lotes não possuem o mesmo nível de variedade dos processos de *jobbing*. Sempre que o processo em lote fabrica um produto, será fabricado mais que um item (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

Para Krajewski, Ritzman e Malhotra (2012), uma outra diferença é que é disponibilizada uma faixa menor de produtos, além do que, as saídas de produção são utilizadas em quantidades maiores em relação aos processos por tarefa. Depois que um lote de um determinado produto for processado, sua produção será

substituída por um outro lote seguinte; ocasionalmente, o primeiro produto será produzido novamente.

De maneira inversa, os processos em lotes podem se repetir caso os lotes sejam grandes e os produtos estejam ligados a operação. Através dessa razão, o processo em lotes pode ser fundamentado em variedade e níveis de quantidade (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

O processo em lotes é semelhante ao processo por tarefa em relação ao seu arranjo físico que deve ser realizado por processo devido ao alto grau de versatilidade ainda requisitada, entretanto já ocorre uma especialização dos colaboradores aos equipamentos, o que significa que os funcionários não vão ficar responsáveis por todas as partes do processo, como no processo por tarefa. Além disso ocorre uma economia de escala (CORRÊA; CORRÊA, 2013).

De acordo com Krajewski, Ritzman e Malhotra (2012), esse tipo de processo possui volumes médios, entretanto apresenta uma grande variedade de processos para assegurar um processo diferente para cada produto. A sequência do processo é flexível e não possui uma ordem padronizada de etapas na indústria, todavia, alguns itens do processo possuem um movimento em linha.

Deste modo, cada operação possui etapas que se repetem enquanto o lote é processado, o tamanho do lote deve ser composto por apenas dois ou três produtos; nessa situação o processo em lotes seria um pouco diferente do *jobbing*, principalmente se o lote for um produto completamente inovador (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009). Exemplos de processos em lote incluem a manufatura da maior parte das peças de conjuntos montados em massa, como automóveis, a produção de alguns alimentos congelados e a manufatura de máquinas-ferramentas.

2.1.1.4 Processos de Produção em Massa ou Linha

O processo em linha é a produção de peças discretas, passando de um posto de trabalho a outro posto de trabalho, com uma taxa estabelecida. Os postos de trabalho são dispostos de maneira a seguir uma sequência de fases de um processo produtivo de um determinado produto, obviamente, isso só tem significado no

momento em que os produtos são feitos em grande escala (CORRÊA; CORRÊA, 2013).

Os processos de produção em massa fabricam bens com variedade limitada e um alto volume de produção. Uma indústria de automóveis, produz uma ampla variedade de produtos e assim como todas as operações em massa, as atividades são previstas e repetitivas (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

Segundo Krajewski, Ritzman e Malhotra (2012), o processo em linha encontra-se entre os métodos em lote e contínuo; a quantidade de produção é alta e os produtos são padronizados, possibilitando que os recursos sejam organizados em volta dos produtos. Nos fluxos de linha a variação é pequena, assim como o estoque entre as etapas do processo. Cada etapa exerce várias vezes o mesmo processo, com pequena diferença nos produtos produzidos; os ferramentais de produção e os materiais são personalizados. Exemplos de processos de produção em massa incluem fábrica de aparelhos de televisão, fábrica de automóveis e a maior parte dos processos de alimentos.

2.1.1.5 Processos Contínuos

Os processos contínuos operam em volumes maiores que os processos de produção em massa, no entanto possuem uma variedade mais baixa. Geralmente, operam em intervalos de tempo mais longos. Os produtos são dependentes e produzidos em fluxo contínuo; os processos contínuos estão relacionados a tecnologias constantes e recursos elevados (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

De acordo com Krajewski, Ritzman e Malhotra (2012), um processo de fluxo contínuo possui produção padronizada em grande quantidade e um fluxo de linha sem flexibilidade; a variação do método de fabricação é irrelevante. O processo depende do capital e o seu funcionamento (24 horas por dia) maximizam sua utilização e evitam custos causados pela ociosidade.

O processo em fluxo contínuo é uma metodologia similar à produção em linha, possui seus equipamentos organizados de acordo com a sequência de fases de um processo produtivo que um determinado produto necessita. Os equipamentos são

ligados uns nos outros, geralmente por correias transportadoras ou tubagem, gerando baixas quantidades de armazenamento em processo (CORRÊA; CORRÊA, 2013).

Para Krajewski, Ritzman e Malhotra (2012), o processo de fluxo contínuo se difere do processo de linha em relação aos seus materiais, que podem ser não-diferenciados ou discretos; onde fluem ao longo do processo sem interrupção, até que o lote inteiro seja finalizado. Em contrapartida, os processos de linha podem ter início ou serem parados a qualquer momento, mesmo que o lote não tenha sido finalizado. As demandas de produção não estão ligadas de maneira direta as exigências dos clientes, como ocorre nos processos por tarefa. Os produtos padronizados são produzidos com antecedência e guardados em estoque até que seja solicitado por algum cliente. Exemplos de processos contínuos incluem centrais elétricas, siderúrgicas, algumas fábricas de papel e refinarias petroquímicas.

2.2 PADRONIZAÇÃO DE PROCESSOS

Segundo Míkva et al. (2016), a padronização é uma das ferramentas que podem ser utilizadas na melhoria contínua de uma empresa. O trabalho padronizado é um dos mais importantes, no entanto, uma das ferramentas menos usadas. Com a padronização as empresas podem reduzir os custos e garantir um ambiente seguro de trabalho aos seus colaboradores. A implementação correta das normas evita defeitos na produção e, simultaneamente previne que os outros erros possam surgir.

A padronização colabora com a gestão do conhecimento da organização, visto que todas as informações precisam estar disponíveis e com fácil acesso para todos. Além de proporcionar conteúdo para obtenção de aprendizagem e conhecimento, auxilia como uma ferramenta essencial na divulgação das regras, regulamentos, operações e desempenho das atividades que favorecem a qualidade das atividades realizadas (VARASQUIN; VIEIRA; BALBINOTTI, 2015).

Para Lima (2011), a padronização é uma das principais ferramentas que garantem “uma boa percepção dos clientes em relação aos produtos oferecidos”. A eliminação de variação nos processos de uma empresa pode ser alcançada com a implantação de rotinas de trabalho. No momento em que uma empresa decide adotar práticas de padronização nos processos, isso inclui novos custos como: a admissão

de profissionais especialistas em elaborar e organizar sistemas, bem como administrar toda a cadeia de produção.

As rotinas devem ser dinâmicas e não estáticas, isso permite uma quantidade acumulada de informações que melhoram a eficiência na produção. Essa quantidade acumulada de informações pode ser chamada de aprendizagem, ou seja, “um processo no qual a repetição e a experimentação fazem com que, ao longo do tempo, as tarefas sejam efetuadas de forma mais rápida e melhor, e que as novas oportunidades operacionais sejam efetivamente experimentadas” (TIGRE, 2006).

Assim que uma empresa determina uma rotina de trabalho, começa a operar de maneira mais independente, isto é, não precisa de uma hierarquia inflexível, visto que os funcionários possuem suas funções definidas, conseguindo adquirir iniciativa e resolver com facilidade algumas situações que possam aparecer. Esse tipo de método começa a ser pré-requisito nas empresas de pequeno e grande porte (LIMA, 2011).

De acordo com Míkva et al. (2016), as empresas que apresentam processos produtivos padronizados terão aumento na segurança do ambiente de trabalho, redução de variações e correção de produtos, funcionários aptos a trabalhar no processo através de treinamentos, maior facilidade e clareza em identificar novos problemas.

Em empresas de médio porte é difícil garantir a qualidade dos processos e dos produtos por meio da inspeção visual, em virtude da sua grande produção interna. Desta forma, a instalação de um equipamento automatizado por meio da padronização dos produtos e processos torna-se um mecanismo eficiente na redução dos custos (LIMA, 2011).

É fundamental que a padronização faça parte do cotidiano da empresa, direcionando todas as etapas da produção e evitando possíveis falhas. A padronização determina que todos os envolvidos no processo necessitem de uma visão completa das operações. Desta forma, os participantes do processo de padronização vão obter uma perspectiva de suas habilidades e suas necessidades para realizar determinada tarefa ou para resolver algum problema (VARASQUIN; VIEIRA; BALBINOTTI, 2015).

Nos diversos processos produtivos existentes, padronização é a palavra-chave para aumento de produtividade e efetivação de lucros. As organizações

conseguem atender às expectativas do mercado consumidor, otimizam a utilização dos recursos disponíveis, possuem controle e gerenciamento do processo, reduzem custos, estão atentas às novas tecnologias e ferramentas disponíveis no segmento em que atuam e buscam a qualidade de seus produtos e serviços (CHAVES; CAMPELLO, 2016).

O objetivo da padronização dos processos é diminuir a variabilidade desde que a flexibilidade não seja prejudicada, isto é, os produtos precisam responder as expectativas dos clientes com uma qualidade e custos reduzidos. Os procedimentos da padronização são essenciais para que uma empresa se mantenha competitiva no mercado, visto que sua atuação influencia nos prazos de entrega, na satisfação dos clientes e nos custos de produção (LIMA, 2011).

2.2.1 Padronização na Manufatura

Segundo *Productivity Press Development Team* (2002), a padronização de um processo é dividida em quatro etapas; que serão descritas a seguir:

1. Definir o padrão;
2. Comunicar o padrão;
3. Estabelecer a adesão ao padrão;
4. Proporcionar a melhoria contínua do padrão.

A padronização é uma atividade que estabelece e utiliza padrões. Serão descritas as quatro etapas do processo de padronização, que possibilitam uma visão ampla da empresa e uma correlação entre os setores, proporcionando uma melhoria contínua.

2.2.1.1 Definição do Padrão

De acordo Hino (2005), a definição dos padrões ocorre com o auxílio de métodos científicos organizados, desde que a opção de melhor prática seja testada através de etapas de experimento.

Treville e Antonakis (2005), afirmam que a participação do operário na implementação do método é importante por dois motivos:

1. Conforme os operários executam a tarefa, mais conhecimento prático adquirem;
2. O conhecimento prático faz com que o operário sinta-se importante no desenvolvimento do método, motivando sua participação.

Para Hino (2005), o apoio da gerência é importante para que os seus subordinados tenham motivação para buscarem novas ideias que resultem na execução de uma determinada tarefa. Para que isso ocorra é necessário existir tolerância caso o sucesso não ocorra naquele mesmo instante.

2.2.1.2 Comunicação por Padrão

Segundo Hino (2005), a comunicação acontece quando a pessoa que recebeu a informação compreende o que lhe foi explicado. A comunicação é algo difícil de ser colocado em prática, com o intuito de que isso ocorra com maior facilidade, os documentos são fundamentais. O Quadro 1, apresenta o método das quatro etapas.

Quadro 1 - Método das quatro etapas

Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4
Preparar o Aprendiz	Apresentar a Operação	Verificar o Desempenho	Acompanhar
Promover a adaptação do aprendiz	Informar, apresentar e demonstrar cada uma das principais etapas da atividade, uma de cada vez	Pedir ao aprendiz que tente executar a atividade, corrigindo os erros cometidos	Delegar uma tarefa ao aprendiz
Informar o nome da atividade	Informar, apresentar e demonstrar cada uma das principais etapas da atividade, informando os pontos-chave	Pedir ao aprendiz que tente executar a atividade novamente, ao mesmo tempo que explica as etapas principais	Indicar a pessoa que ele poderá pedir ajuda
Descobrir o que ele já sabe sobre a atividade	Informar, apresentar e demonstrar cada uma das principais etapas da atividade, com os pontos-chave e as justificativas para cada um desses pontos	Pedir ao aprendiz que tente executar a atividade novamente, ao mesmo tempo que explica os pontos-chave	Verificar o progresso do aprendiz com frequência
Estimular o interesse em aprender a atividade	Instruir o aprendiz pacientemente e com clareza	Pedir ao aprendiz que tente executar a atividade novamente, ao mesmo tempo que explica as justificativas para cada um desses pontos	Encorajar o aprendiz a perguntar
Posicionar o aprendiz na posição correta para aprender	Não apresentar mais conteúdo que o aprendiz possa absorver	Repetir até que o aprendiz tenha aprendido	Reduzir as orientações gradualmente

Fonte: Adaptado de Liker e Meier (2008)

O método de treinamento na Toyota conhecido também como método das quatro etapas, baseia-se em: preparar o aprendiz, apresentar a operação, verificar o desempenho e acompanhar (LIKER; MEIER, 2008).

Um dos pontos importantes na comunicação do padrão é o uso da planilha de trabalho padronizado. Essa planilha possui informações sobre padrão e garante a função de comunicar os operários (MONDEN, 2011).

Hino (2005), faz referência aos procedimentos documentados como os “padrões de trabalho”, que registram o melhor método para realização da atividade até que um outro ainda melhor seja implantado, visando a melhoria contínua. Os procedimentos devem proporcionar um entendimento claro das metas a serem atingidas e responder as perguntas como “O que fazer?” e “Onde deve ser feito?”.

A elaboração de modelos de escala real é o mecanismo que pode ser usado para informar aos operários o padrão adotado. A escala real “é um recurso que pode ser utilizado para comunicar o padrão aos operários” (SANTOS; FORMOSO; TOOKEY, 2002).

2.2.1.3 Adesão ao Padrão

A distribuição dos *inputs* necessita causar uma redução da variabilidade e permitir o controle da quantidade de produção. A estabilidade básica está relacionada na confiança dos processos e na redução da variabilidade, possui relação com a capacidade de produção, padronização e com a eliminação de estoque (BULHÕES, 2006).

Segundo Yoshida (2010), “até que um padrão seja definido e exista adesão do mesmo, deve haver maior folga na disponibilização de recursos”. Posteriormente a adesão ao padrão, ocorre uma estabilidade na sequência dos processos e possibilidades melhores na distribuição dos recursos.

2.2.1.4 Melhoria do Padrão

Para Hino (2005), uma ferramenta utilizada na melhoria do padrão é o “plano para solução de problema”, que exhibe todas as informações a respeito do problema e

a análise dessas informações será desempenhada por grupos interdisciplinares que vão considerar as melhores opções para a solução do problema.

Ohno (1997), classifica as perdas em sete grupos:

1. Perda por superprodução: produção ocorre antes da demanda de produtos;
2. Perda por espera: ocorre quando um operário acaba o seu ciclo de produção e fica esperando o término da operação total;
3. Perda por transporte: o transporte de um produto ou material é definido como uma atividade que não agrega valor;
4. Perda no processamento: desperdícios nos processos produtivos que podem ser eliminados;
5. Perda por fabricação de produtos defeituosos: corresponde a produção de produtos que apresentam características de qualidade fora da especificação ou padrão estabelecido, e como resultado não satisfazem os requisitos de utilização;
6. Perda por movimentação: representa os movimentos desnecessários realizados pelos operários na execução de uma operação;
7. Perda por estoque: ocorre na manutenção de estoques de matéria-prima, material em processamento e produtos acabados.

A redução das perdas baseia-se em verificar as atividades praticadas no processo produtivo e realizar correções nas atividades que não agregam valor, no entanto, nas atividades que agregam valor é necessário realizar melhorias (CORRÊA; CORRÊA, 2013).

2.3 EFICIÊNCIA GLOBAL DO EQUIPAMENTO

O indicador de Eficiência Global do Equipamento (OEE) que vem do inglês *Overall Equipment Effectiveness* é uma ferramenta desenvolvida pelo Seiichi Nakajima, que vem sendo utilizada por diversas companhias de produção em série com resultados significativos (HEDMAN; SUBRAMANIYAN; ALMSTRÖM, 2016). O OEE é o método de medição de performance que integra três características:

1. Desempenho: a performance da máquina aponta o quanto ela pode produzir sendo que se a produção for inferior ao definido seu índice de

desempenho será abaixo de 100%. A medição do desempenho pode ser feita de forma manual com o operador lançando os dados em uma planilha para posteriores relatórios ou de forma automática com dados coletados em tempo real para que os gestores possam ver as variações do OEE em tempo real.

2. Disponibilidade: refere-se ao tempo em que o equipamento estava trabalhando, considerando as paradas planejadas (domingos, feriados, manutenção preventiva, tempo planejado para treinamentos, reuniões, eventos e palestras. Caso o equipamento se torne indisponível por algum problema inesperado, o indicador de disponibilidade não será mais que 100%.
3. Qualidade: O terceiro índice que compõe o OEE é a qualidade do produto. O refugo é uma medida de quantos produtos com defeito estão sendo produzidos, e é possível obter essa informação por uma análise do próprio operador sobre peças boas e ruins, ou por testes de produto na própria linha. Outra forma de medição de qualidade é a análise de amostragem por lote, nesse caso a medição não é em tempo real.

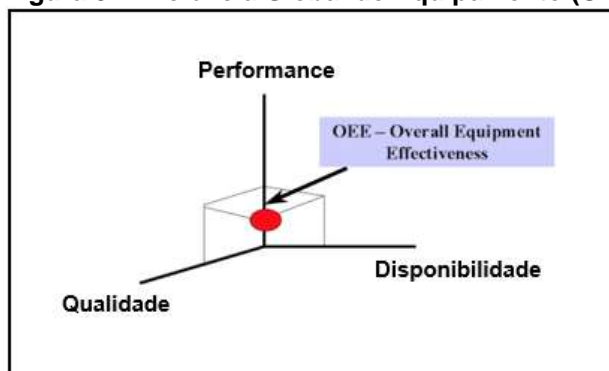
A medida OEE é utilizada como uma avaliação para monitorar a performance da produção e também pode ser empregada como um indicador de melhoria. O OEE pode ser considerado um subconjunto da produtividade, pois além de auxiliar na melhoria contínua, ele tem aptidão para ser utilizado no monitoramento e no controle das atividades, aumentando o desempenho da produção (ANDERSSON; BELLGRAN, 2015).

Sendo assim, o OEE é o produto dos três índices especificados acima, obtendo-se, assim, um valor percentual que quanto mais próximo a 100% mostrará como está a gestão de cada um dos elementos que compõem a produção, o desempenho dos mesmos e mostra pontos de falha do processo (HEDMAN; SUBRAMANIYAN; ALMSTRÖM, 2016).

O indicador OEE é capaz de medir os resultados que surgem com a metodologia TPM (*Total Productive Maintenance*), cuja a finalidade é alcançar uma produção enxuta, sem desperdícios e buscando eliminar todas as operações que não agregam valor ao produto para obter-se o menor custo do produto. O OEE está

agregado a melhoria contínua, elemento-chave e essencial na engenharia de produção (BELOHLAVEK, 2006). A Figura 3, exibe os três índices relacionados ao OEE.

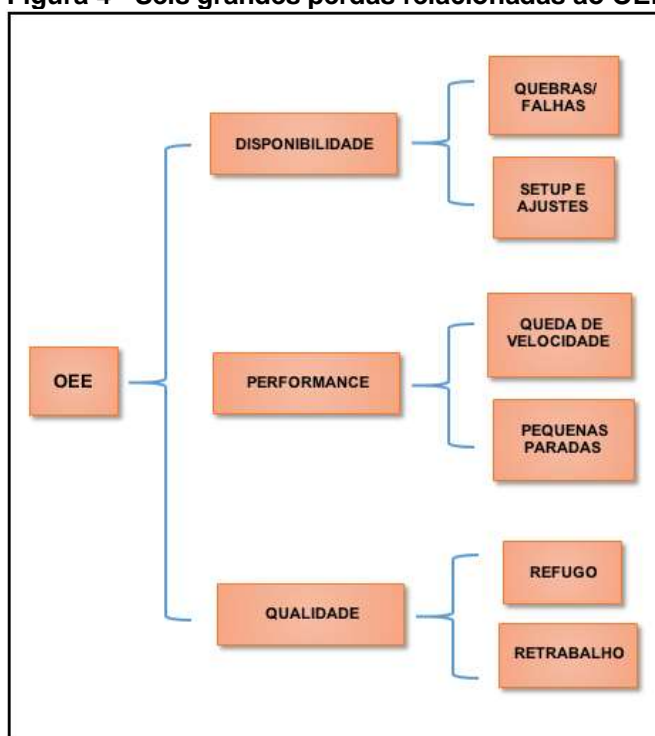
Figura 3 - Eficiência Global do Equipamento (OEE)



Fonte: Belohlavek (2006)

Uma das melhores formas para otimizar a utilização dos equipamentos constitui em indicar as perdas (NAKAJIMA, 1989). Existem seis perdas que estão diretamente ligados a produtividade, são elas: quebra ou falha de equipamentos, troca de ferramentas (*setup*), diminuição da velocidade, pequenas paradas, refugo e retrabalho. A Figura 4, mostra as perdas relacionadas ao indicador OEE.

Figura 4 - Seis grandes perdas relacionadas ao OEE



Fonte: Adaptado de Santos e Santos (2007)

Nos casos dos processos contínuos e da produção em massa é essencial garantir uma alta disponibilidade e segurança nos equipamentos. Embora a medição do OEE “seja uma prática de gestão industrial com crescente difusão, indicadores alternativos ao mesmo tempo tem sido recomendados na literatura para tratar da avaliação do desempenho em um nível global dos sistemas de produção” (BUSSO; MIYAKE, 2013).

Para Esmaeel et al. (2017), o OEE é um indicador eficaz para identificar perdas durante o processo produtivo. Além disso, ele é útil para otimização de desempenho da capacidade existente, redução de custos, aumento da conscientização sobre perdas e usos indevidos de bens utilizados no processo produtivo, melhora da vida-útil dos equipamentos com monitoramento e programação de manutenções preventivas e possibilita adiar ou excluir possíveis investimentos de capital, gerando economia para a empresa.

De acordo com Gamberini et al. (2017), o indicador OEE pode ser usado na avaliação da eficiência dos sistemas de produção. A ferramenta OEE é empregada também para monitorar o tempo das operações, identificar possíveis melhorias, avaliar o desempenho dos recursos e comparar situações, considerando cenários diferentes.

O OEE classe mundial é o padrão considerado ideal para as empresas, no entanto cada empresa possui um objetivo diferente. Esse padrão é usado para comparar o OEE alcançado pela empresa (SINGH; RASTOGI; SHARMA, 2013). A Tabela 1, apresenta o índice do OEE global:

Tabela 1 - Índice do OEE global

Fatores	OEE Global (%)
Desempenho	90,0
Disponibilidade	95,0
Qualidade	99,9
OEE	85

Fonte: Adaptado de Singh, Rastogi e Sharma (2013)

Para que a ferramenta OEE seja eficiente dentro do ambiente industrial permitindo maior controle do processo e apontamento de problemas que proporcionem uma melhoria contínua, a organização deve estar disposta a ser transparente no ambiente de produção, realizar mudanças, ter organização e controle

dos processos, ter colaboradores aptos para trabalharem no processo e possibilitar possíveis discussões para que melhorias sejam implementadas (BELOHLAVEK, 2006).

3 METODOLOGIA

Segundo Prodanov e Freitas (2013), a metodologia de pesquisa consiste em avaliar e descrever métodos e técnicas de pesquisa que viabilizem a coleta e o processamento da informação com o intuito de analisar e solucionar os problemas de investigação. Este capítulo relata as etapas que serão seguidas para análise do processo e obtenção de resultados.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa pode ser classificada quanto à sua natureza, seus objetivos, suas abordagens e seus métodos.

3.1.1 Quanto à sua natureza

Essa pesquisa pode ser classificada como aplicada, pois tem como objetivo gerar conhecimentos para aplicações práticas dirigidas à solução de problemas e melhorias de processos produtivos.

3.1.2 Quanto aos seus objetivos

A pesquisa pode ser classificada como explicativa, pois seu propósito é identificar os fatores que determinam as falhas durante processo produtivo reduzindo os aspectos analisados: disponibilidade, performance e qualidade.

3.1.3 Quanto à sua abordagem

Essa pesquisa pode ser classificada como quantitativa. Para Mello et al. (2012), na pesquisa quantitativa todas as coisas podem ser quantificáveis, isto é, expressam em números ideias e informações a fim de analisá-las e classificá-las. Para a elaboração da análise e discussão de resultados, a pesquisa foi classificada como quantitativa.

3.1.4 Quanto aos métodos

A pesquisa pode ser classificada como um estudo de caso, foram apontados fatores que influenciavam no processo produtivo, que posteriormente, foram realizadas análises e observações dos efeitos provocados. Segundo Turrioni e Mello (2012), um estudo de caso requer um estudo intenso e detalhado de um ou poucos objetos que possibilitem um vasto e aprofundado conhecimento.

3.2 DESCRIÇÃO DO AMBIENTE DE COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi realizada em uma empresa produtora de resinas, localizada em Ponta Grossa. O portfólio da empresa é composto por resinas a base de água e solvente, que são destinadas aos setores: automotivos, plásticos, arquitetônicos, metais e de proteção; resinas fenoladas desenvolvidas para os setores: automotivos, embalagens, tinta de impressão, latas, aplicações de borracha; resinas em pó utilizadas nos setores: moveleiro, autopeças, resinas e de utensílios, que possuem secagem via raios UV.

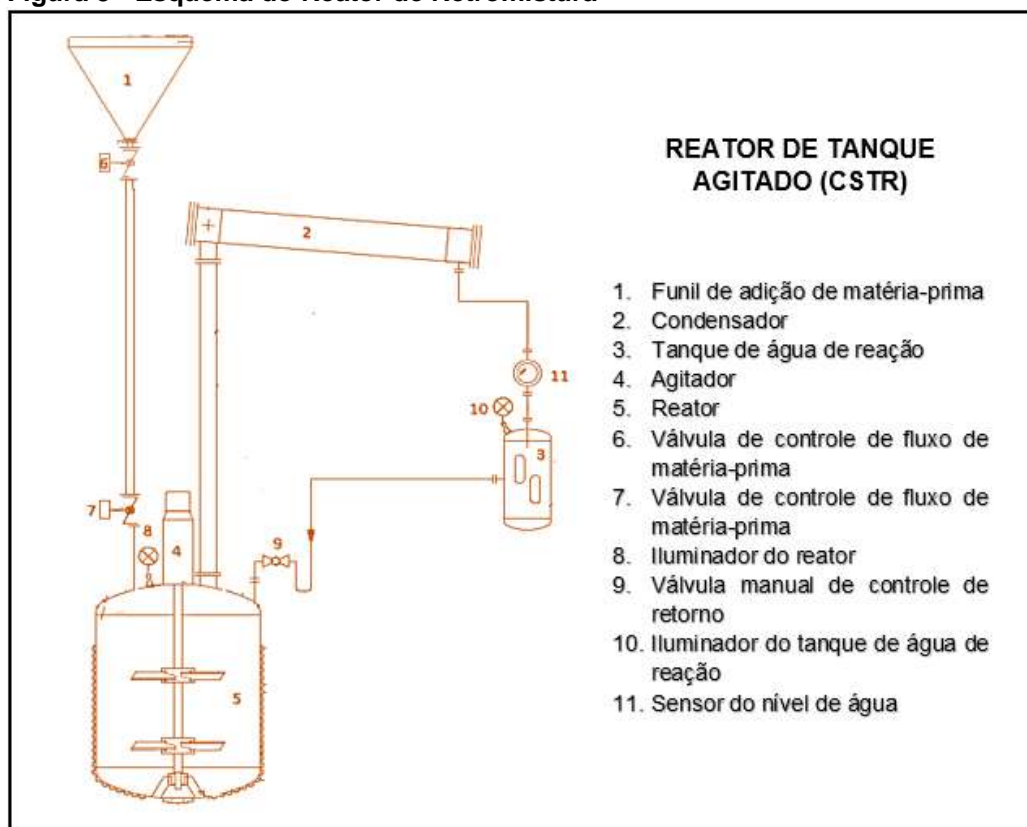
No estudo de caso, o processo produtivo analisado foi o de resinas alquídicas a base de solvente, que são fabricadas em três reatores idênticos. O processo de fabricação ocorre individualmente em cada reator e ao término de cada processo obtém-se um produto final. Este tipo de resina melhora as propriedades físico-química dos óleos utilizados na fabricação de tintas, como: redução do tempo de secagem, redução do amarelamento e aumento da resistência às intempéries (FAZENDA, 2009).

As resinas alquídicas a base de solvente são um tipo de polímero formado através de reações, que apresentam a incorporação de solvente durante uma das etapas do processo de fabricação chamada alcoólise, sendo este primordial para determinar características da resina, evitando a evaporação e perda de constituintes voláteis do processo que irão influenciar na performance do produto final (FAZENDA, 2009).

As transformações das matérias-primas em produto acabado acontecem nos reatores chamados Reatores Contínuos de Tanque Agitado (CSTR) ou Reatores de Retromisturas. Este tipo de reator é utilizado para reações de fase líquida no qual o

equipamento opera em regime estacionário, mantendo a temperatura interna, concentração e velocidade da reação constantes, o que garante homogeneização total das matérias-primas inseridas no equipamento e a reação química total dos *inputs* para originar o produto final. A Figura 5, exibe o Reator Contínuo de Tanque Agitado (CSTR).

Figura 5 - Esquema do Reator de Retromistura



Fonte: Autoria própria

As matérias-primas são adicionadas pelo funil de adição e o controle da vazão de *inputs* para o reator é realizado através das válvulas de controle de fluxo. O agitador é responsável pela oscilação e mistura dos produtos. Durante as reações que ocorrem com as matérias-primas, existe a formação de água que deve ser eliminada do processo. Devido à temperatura de controle da reação a água passa para o estágio de ebulição, onde posteriormente, é arrastada para o condensador se transformando em água no estado líquido e em sequência, é depositada no tanque de água de reação.

As reações químicas responsáveis pela transformação das matérias-primas em produtos acabados são as reações denominadas alcoólise e poliesterificação, sendo ambas reações de fusão. A alcoólise ocorre sob temperatura determinada e

tem-se a reação das matérias-primas: óleo de soja, glicerina, pentaeritriol, hidróxido de lítio e toluol. Após a reação completa da fase de alcoólise, são adicionadas outras matérias-primas e o processo de produção passa para o estágio de poliesterificação. Nesta fase os materiais inseridos no vaso são: polietileno tereftalato e aguarrás mineral. A Figura 6, mostra as etapas do processo produtivo das resinas alquídicas a base de solvente.

Figura 6 - Etapas do processo produtivo das resinas alquídicas



Fonte: Autoria própria

Durante a poliesterificação controla-se os fatores chave para eficiência do produto final que são: temperatura, acidez, viscosidade e quantidade de água oriunda de reações. Com a desenvoltura da reação, o processo segue na etapa definida como avanço da reação em que serão analisados os fatores: viscosidade, cor e acidez do produto. Nesta etapa, toda matéria-prima foi completamente reagida e obtém-se o produto final. Caso necessário, correções serão realizadas para se alcançar a resina com as características físico-químicas adequadas.

3.3 PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS

O processo produtivo de resinas foi operacionalizado pelo controle da quantidade de matéria-prima, monitoramento de temperatura e pressão do reator.

Cada tipo de resina apresenta uma ficha de operação que descreve cada etapa do processo e o que deve ser realizado.

A produção da resina é parcialmente manual e automatizada, utiliza-se um *software* para controle de temperatura, pressão, agitação do reator e abertura das válvulas. O carregamento de matéria-prima, a coleta de amostra de processo e a inspeção dos reatores são desempenhados por colaboradores que atuam em campo, denominados operadores de campo. A Figura 7, apresenta o fluxograma do estudo de caso.

Figura 7 - Fluxograma do estudo de caso



Fonte: Autoria própria

O controle de todo processo é realizado pelos operadores, denominados operadores de controle, que são responsáveis por coordenar o *software* e ministrar os colaboradores em campo. Assim, os operadores de sala e campo seguem o passo a passo da ficha de operação para produção da resina.

Durante o processo produtivo, os operadores relatam todas as etapas da fabricação do produto, incluindo a qualidade da resina, cor, pH, viscosidade e o tempo de espera. Os motivos responsáveis pelo tempo de espera do produto, que tem como consequência o atraso planejado são: ociosidade, falta de matéria-prima, tempo de limpeza do reator e a manutenção corretiva, preventiva ou preditiva.

Todos os dados da produção são registrados através de um *software* ERP e armazenados em um banco de dados para consulta e análise. A coleta foi oriunda dos dados registrados no sistema e posteriormente utilizados para o cálculo do OEE.

As informações necessárias de cada reator foram coletadas no banco de dados para análise, e se referem a todos os lotes de produtos fabricados e aos motivos que impediram maior desempenho, disponibilidade e qualidade do processo. Após a coleta das informações, o estudo de caso foi realizado em quatro etapas.

3.3.1 Calcular o OEE atual

Para análise do desempenho do processo produtivo de cada reator foi utilizado o indicador OEE. Na linha de produção de resinas alquídicas, foram coletadas as informações mensais dos três reatores, incluindo tempos de parada, qualidade dos lotes de resina e tempo de produção de cada lote de resina.

Utilizando a ferramenta Excel, foi realizada uma planilha apontando o tempo disponível para produção, a produtividade e a qualidade da resina, e assim, a análise através do indicador OEE pôde ser realizada. Com os resultados do OEE, puderam ser encontrados os principais erros e dificuldades do equipamento para que sejam propostas melhorias viáveis.

Os dados analisados foram:

- Disponibilidade: Para calcular a disponibilidade de cada reator, foram contabilizados todos os tempos de paradas não planejadas e o tempo total programado de produtividade (incluindo paradas planejadas). Após a obtenção dos dados, pôde-se calcular a disponibilidade pelo quociente da Equação 1:

$$\text{Disponibilidade (\%)} = \frac{\text{Tempo programado para a produção de todos os lotes de resina}}{\text{Tempo de operação disponível para produção de todos os lotes de resina}} \quad (1)$$

- Performance: O cálculo da performance de cada reator é efetuado pela razão entre do tempo real para produção e o tempo programado para produção da resina. Através da Equação 2, pôde-se calcular a performance de cada reator:

$$Performance (\%) = \frac{\text{Tempo real da produção de todos os lotes de resina}}{\text{Tempo programado para a produção de todos os lotes de resina}} \quad (2)$$

- Qualidade: O cálculo da qualidade foi exercido pela razão entre a quantidade das resinas que se enquadram nos padrões da qualidade (resinas conformes) produzidas no reator e o total de resinas fabricadas no mesmo equipamento. Após a obtenção dos dados, pôde-se calcular a qualidade pelo quociente da Equação 3:

$$Qualidade (\%) = \frac{\text{Tempo de produção de todos os lotes de resinas conformes}}{\text{Tempo real da produção de todos os lotes de resina}} \quad (3)$$

- OEE: O cálculo do OEE foi realizado através da multiplicação das três variáveis. O cálculo foi realizado mensalmente para análise, correção e implementação de novas melhorias. Após a obtenção dos três resultados, pôde-se calcular o OEE pela Equação 4:

$$OEE = Disponibilidade \times Performance \times Qualidade \quad (4)$$

A equação do OEE analisa completamente a eficiência, pois não considera o custo e o lucro para comparar a matéria-prima e o processo (SHERWIN, 2000).

3.3.2 Padronização dos processos de produção

A padronização da produção é uma das principais ferramentas de redução de custo e melhoria da qualidade. Segundo Míkva et al (2016), a padronização é o somatório de ações de todos os setores relacionados à produção e medidas que levam a unificação racional de soluções recorrentes, ela define as melhores práticas que devem ser implementadas no trabalho.

Nesta etapa, foi analisado os processos de produção das resinas da família alquídica, que são produzidas em três reatores. As resinas alquídicas diferenciam-se pelo teor de óleo utilizado, definido como comprimento de óleo, que determina a aplicação da resina nos diferentes tipos de tintas, vernizes e esmaltes. De acordo com

o teor de óleo, obtém-se resinas curtas, médias, longas ou muito longas (FAZENDA, 2009).

Todos os procedimentos, incluindo quantidade das matérias-primas para produção, tempo de produção, tempo da reação de cada etapa, análise de amostras em cada etapa e análise da resina final são reportados pelo operador de sala, responsável por acompanhar o processo.

Os dados da produção de cada resina foram coletados e analisados. Após análise e discussão com os membros do setor de laboratório de Pesquisa e Desenvolvimento, foram elencados pontos que devem sofrer alterações e como cada etapa do processo deve ocorrer. Este padrão foi aprovado pela gerência, testado pelo laboratório e implementado na fábrica. Todos os operadores receberam o treinamento necessário para operar o processo corretamente.

3.3.3 Calcular o OEE após a padronização

Após aprovada a implementação da padronização do processo produtivo, os apontamentos sobre conformidade da resina, tempo de parada, motivos de paradas e tempo de produção foram mantidos com a incorporação dos novos padrões. Assim foi possível um novo cálculo do OEE de cada reator, realizado mensalmente com os mesmos procedimentos elencados no item 3.3.1.

3.3.4 Comparação do OEE do processo antes e após a padronização

A padronização é considerada o elemento base para a melhoria contínua em um processo. Permitindo que a disciplina e o controle atinjam parâmetros além do processo produtivo, ela também irá se associar a cultura da empresa. Assim, a padronização oferecerá melhores resultados em todos os setores que incluem o processo como redução de variabilidade, redução de erros cometidos pelo operador durante o processo, melhoria na produtividade e qualidade das resinas.

Para comprovar as melhorias obtidas após padronização do grupo de resinas, foi realizada uma comparação entre o indicador OEE realizado antes e após implementação de padrões na produção, juntamente com a análise de outros

problemas e/ou dificuldades do processo que puderam ser resolvidos a fim de ser realizada uma melhoria contínua no processo.

3.4 METODOLOGIA PARA A CONSTRUÇÃO DO REFERENCIAL TEÓRICO

Para o aprofundamento sobre o tema abordado, realizou-se pesquisas nas seguintes bases de dados: *Science Direct* e *SciELO*. Essas bases disponibilizam artigos confiáveis e relevantes a pesquisa. Procurou-se artigos que foram publicados a partir de 2013. A busca nas bases foi realizada através do cruzamento das palavras-chave. O Quadro 2, mostra a combinação das palavras-chave, que foi realizada em inglês da seguinte maneira.

Quadro 2 - Cruzamento das palavras-chave

Primeira Palavra-Chave	Operador Booleano	Segunda Palavra-Chave
<i>Standardization</i>	"AND"	<i>Productive Process</i>
<i>Standardization</i>	"AND"	<i>Manufacturing Process</i>
<i>Standardization</i>	"AND"	<i>Improvement in Production</i>
<i>Standardization</i>	"AND"	OEE
<i>Productive Process</i>	"AND"	<i>Manufacturing Process</i>
<i>Productive Process</i>	"AND"	<i>Improvement in Production</i>
<i>Productive Process</i>	"AND"	OEE
<i>Manufacturing Process</i>	"AND"	<i>Improvement in Production</i>
<i>Manufacturing Process</i>	"AND"	OEE
<i>Improvement in Production</i>	"AND"	OEE

Fonte: Autoria própria

Os artigos escolhidos foram selecionados primeiramente por seus títulos e depois por seus resumos. Essa análise foi realizada através da leitura dos artigos selecionados. Foi utilizado na pesquisa algumas teses, dissertações, trabalhos de conclusão de curso e livros.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Este capítulo descreve a análise dos resultados encontrados de acordo com os procedimentos metodológicos. Na seção 4.1 são apresentados os motivos que estimularam a padronização dos processos e a situação do local. Na seção 4.2 tem-se a apresentação das alterações realizadas no processo produtivo para padronização do grupo de resinas analisadas. Na seção 4.3 são apresentadas as melhorias do processo após suas padronizações. Na seção 4.4 tem-se os resultados encontrados pela aplicação da ferramenta OEE.

4.1 SITUAÇÃO ANTERIOR À PADRONIZAÇÃO

Anteriormente à padronização, os descritivos de processos produtivos não apresentavam as quantidades exatas das matérias-primas necessárias para fabricação de um lote do produto. Como consequência, havia a necessidade da realização de várias correções durante a fabricação para que o produto atingisse as características físico-química desejadas e se enquadrasse dentro das especificações de qualidade.

As correções influenciam na variação das quantidades de matéria-prima utilizadas em cada lote e na necessidade de monitorar o processo com maior repetitividade de análise de amostras. Deste modo, tem-se como resultado, o aumento do tempo de produção de cada lote e a redução da produtividade da empresa.

Além das correções terem aspecto negativo no aumento do tempo de produção, elas também influenciam no aumento da variabilidade do produto e na incerteza de se obter o produto final dentro dos parâmetros previstos de qualidade. As causas da não conformidade de produtos provenientes de falhas por correções sem sucesso são: cor, aspecto e viscosidade.

Devido às incertezas oriundas dos processos produtivos não apresentarem 100% de confiabilidade, foi necessário reavaliar os descritivos de processos, modificá-los e testá-los a fim de obter-se uma sequência lógica e precisa para fabricação dos produtos.

4.2 PADRONIZAÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO

Ao analisar o processo produtivo de uma linha de resinas, foi detectado a ausência de padrões durante as etapas do processo, visto que os mesmos eram realizados de acordo com histórico percebido ao longo dos anos. A ausência de especificações definidas resultou em oscilações dos padrões de qualidade determinados pela conformidade do produto.

A inexistência de diretrizes, atrelada a falta de conhecimento embasado dos colaboradores que atuam diretamente na produção e apresentam conhecimento empírico do processo, foi caracterizada como um dos motivos dos valores dos tempos de produção excederem o tempo denominado como ideal, bem como, a alta variabilidade do processo, caracterizando oscilações na qualidade.

Ao descobrir o déficit do setor produtivo da empresa, foram realizadas análises do histórico de produção juntamente com os conhecimentos técnicos dos produtos pelo setor de laboratório de Pesquisa e Desenvolvimento para implantação de modelos no processo produtivo. Entretanto, a implantação da padronização pode apresentar algumas desvantagens para a empresa, pois apresenta um trabalho rotineiro, provocando uma forte resistência em seguir o mesmo padrão. Um outro problema está relacionado a falta de incentivo dos funcionários que executam a tarefa, visto que não desenvolvem suas habilidades, tornando-os frequentemente insatisfeitos.

No entanto, os padrões foram definidos para reduzir correções, simplificar o processo de produção e seus descritivos, diminuir variabilidade no processo, eliminar e/ou limitar ajustes durante o processo e minimizar análises durante a evolução do processo. Após determinar todos os estágios da padronização do processo, os colaboradores diretamente ligados ao setor da manufatura foram treinados evitando desvios de produção e ações fora das exigências estabelecidas.

As melhorias com a implementação da padronização dos procedimentos são refletidas na otimização da linha de produção e melhoria da qualidade dos lotes de produção, concretizando a otimização dos procedimentos a partir da análise por meio da ferramenta OEE. Serão descritas as melhorias realizadas por meio da padronização em cada etapa do processo de fabricação dos produtos analisados. As

fases correspondem aos processos de reações químicas das matérias-primas, para obtenção do produto final.

4.2.1 Alcoólise

Na etapa denominada alcóólise, acontecem reações químicas dos produtos inseridos no reator, com a temperatura estipulada. Anteriormente à padronização desta fase, o controle da mesma era realizado por análise do processo através de retirada de amostras, porém, não havia tempo pré determinado para retirada de amostras analisadas, o que dificultava a certificação do processo estar avançando da maneira adequada. O Quadro 3, exhibe as mudanças na etapa de alcoólise.

Quadro 3 - Modificações na etapa de alcoólise

ALCOÓLISE	
Antes da Padronização	Após a Padronização
Controle realizado pela retirada de amostras em intervalo de tempo aleatório	Controle realizado pela retirada de apenas uma amostra após 60 minutos

Fonte: Autoria própria

Após testes realizados em laboratório e análises do histórico de processos produtivos, certificou-se que o período para reação completa da alcóólise é de 60 minutos. Então este tempo foi introduzido como padrão e somente após 60 minutos ocorre a retirada de amostra do processo para análise.

Assim, há maior confiabilidade nos resultados oriundos de análise do laboratório para garantir que o processo está ocorrendo de forma adequada e, em caso de discrepâncias do resultado esperado, tomar as medidas corretas de acordo com os resultados.

4.2.2 Esterificação

Durante a etapa denominada esterificação, novas reações químicas ocorrem com a introdução das matérias-primas: breu, solvente e polietileno tereftalato no reator. Nesta etapa o fator temperatura é uma condição de extrema importância, pois

a dissolução completa do polietileno tereftalato é crucial para que o produto seja finalizado dentro das especificações definidas.

Esta fase do processo era controlada apenas por análises através da retirada de amostras. As coletas de amostras não tinham intervalos pré-definidos, o que dificultava a certeza da real situação do processo, aumentavam o risco do processo perder as características físico-química desejadas naquela etapa e elevavam o tempo de produção devido à espera pelos resultados das análises para que o colaborador responsável pelo controle da produção desse continuidade ao processo produtivo. O Quadro 4, mostra as mudanças na etapa de esterificação.

Quadro 4 - Modificações na etapa de esterificação

ESTERIFICAÇÃO	
Antes da Padronização	Após a Padronização
Temperatura mínima não definida	Temperatura mínima definida de 250 °C
Análise do processo pela retirada de amostras sem intervalos de tempo pré-definidos	Coleta e análise de amostra após 60 minutos de processo

Fonte: Autoria própria

Com a introdução de padrões, foi definido que a temperatura mínima para esta etapa é de 250°C e que o intervalo de tempo de reação após a inserção de toda matéria-prima no reator é de 60 minutos. Estes dois fatores garantem a dissolução total do polietileno tereftalato e do breu. Após os 60 minutos, uma amostra deve ser coletada para análise do processo e controle da água resultante de reações secundárias, da viscosidade do produto em processo e acidez do mesmo.

As modificações realizadas irão melhorar a robustez do produto final, permitir o controle exato das reações que estão ocorrendo no intervalo de tempo desta etapa, padronizar a relação viscosidade/acidez aumentando a repetitividade e consequentemente a padronização do processo.

4.2.3 Avanço

Na etapa do avanço dos processos, os fatores controlados e analisados são: viscosidade, cor e acidez do produto. Anteriormente às modificações implementadas,

a viscosidade e acidez do processo eram controladas apenas por análise da amostra retirada no final do processo, o que gerava vulnerabilidade na excelência do processo. Após as alterações realizadas, tais fatores passaram a ser controlados pela temperatura e redução no intervalo aceitável da relação acidez e viscosidade.

A temperatura foi reduzida em 20%, assim, as reações ocorrem mais lentamente, o que permite maior controle do processo e possibilita a realização de correções sem a ocorrência de irreversibilidade do processo. A redução do intervalo definido como dentro do especificado para a relação de viscosidade e acidez permite que menos amostras sejam retiradas e analisadas, diminuindo o tempo de processo e melhora a aplicação da resina no seu uso como produto final. O Quadro 5, apresenta as mudanças na etapa de avanço da reação.

Quadro 5 - Modificações na etapa de avanço da reação

AVANÇO DA REAÇÃO	
Antes da Padronização	Após a Padronização
Controle de viscosidade e acidez na última amostra do processo	Controle de viscosidade e acidez pela temperatura e redução do intervalo dos dois parâmetros
Temperatura impossibilitava correções do processo	Redução de 10% da temperatura para controle do processo
Cor do produto analisado em todas as amostras do processo	Cor do produto analisado na primeira e última amostra do processo

Fonte: Autoria própria

A cor do produto era controlada pela análise em todas as amostras retiradas durante o avanço da reação, elevando o tempo de análise de cada amostra e aumentando o tempo da produção, pois a continuidade do processo só ocorre após resultados de análise. Com as alterações do processo, não há necessidade de análise da cor da resina em todas as amostras e este fator só será certificado na primeira e última amostra da etapa de avanço da reação.

As alterações implementadas nesta etapa, irão eliminar correções do processo, reduzir perdas de produto por não conformidade, otimizar o controle do processo e promover padrões de produção.

4.2.4 Ajuste

A etapa de ajuste é definida como a última etapa do processo e nesta fase são realizadas as adequações necessárias para que o produto final esteja dentro dos padrões de qualidade estabelecidos. O Quadro 6, exibe as mudanças realizadas na fase de ajuste.

Quadro 6 - Modificações na etapa de ajuste

AJUSTE	
Antes da Padronização	Após a Padronização
Análise de amostras e necessidade de correção do processo	Análise de amostras e ausência de correções do produto
Obtenção do produto final com correções e maior tempo de produção	Obtenção do produto final sem correções e menor tempo de produção

Fonte: Autoria própria

Antes da padronização esta etapa era comumente realizada, pois não haviam padrões exatos de processos e o produto final necessitava de ajustes frequentes. Após a padronização, as quantidades de matéria-prima inseridas durante todo o processo produtivo se tornaram exatas e precisas, reduzindo a necessidade de ajuste dos processos. Após esta fase, o produto pode ser filtrado e envasado.

4.3 ANÁLISE APÓS A PADRONIZAÇÃO DO PROCESSO

Os novos descritivos de processos foram implementados na empresa e após análise de seis meses, verificou-se que houve redução média no tempo padrão de processo das resinas modificadas em aproximadamente 5,3% em relação aos valores anteriores às mudanças do processo.

O tempo padrão significa o tempo necessário para fabricação de um lote de cada produto nos reatores analisados. A redução do tempo padrão refletiu no aumento da produtividade da empresa. As alterações resultaram em melhorias do processo e redução da quantidade de produtos fora do especificado. O Quadro 7, elenca os produtos da família de resinas alquílicas fabricadas nos três reatores analisados

juntamente com os tempos padrões anteriores e posteriores à padronização dos processos e o percentual de redução.

Quadro 7 - Tempos padrões de produção e o percentual de redução

Produto	Tempo padrão anterior (h)	Tempo padrão atual (h)	Percentual de redução (%)
1	38,0	36,7	3,4
2	34,9	33,0	5,4
3	33,1	22,5	32,0
4	17,6	17,1	2,8
5	36,0	34,0	5,6
6	21,1	20,3	3,8
7	32,8	32,1	2,1
8	35,2	31,9	9,4
9	31,1	30,0	3,5
10	34,8	34,4	1,1
11	32,4	32,0	1,2
12	28,8	28,0	2,8
13	46,2	45,4	1,7
14	45,4	42,9	5,5
15	38,5	38,0	1,3
16	42,5	42,1	0,9
17	40,9	40,2	1,7
18	23,8	23,2	2,5
19	36,9	35,2	4,6
20	42,4	40,4	4,7
21	40,4	37,6	6,9
22	46,4	39,8	14,2
23	24,5	23,9	2,4
24	38,2	35,7	6,5
25	49,6	46,0	7,3
Média	35,7	33,7	5,3

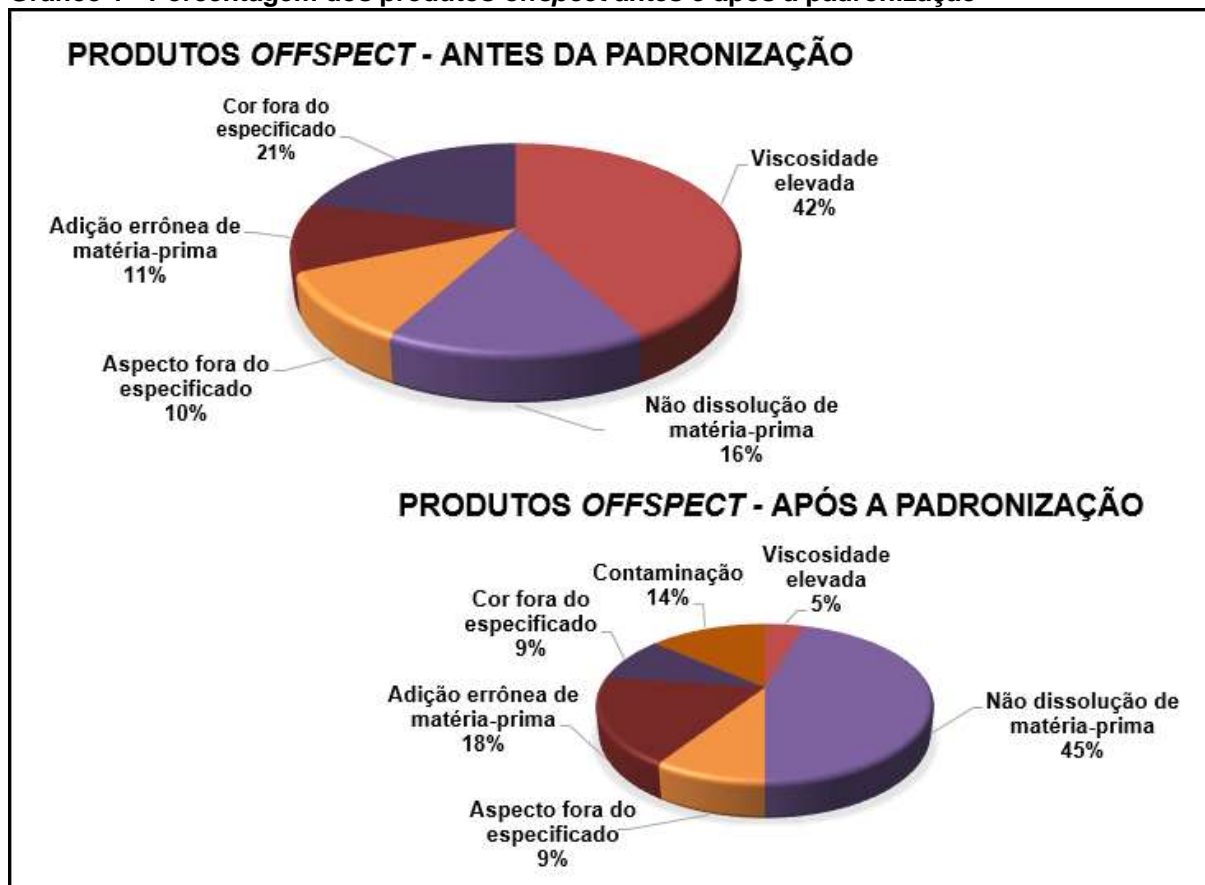
Fonte: Autoria própria

Anteriormente a padronização, a quantidade de resinas fabricadas fora do especificado representava 10% da produção total durante o intervalo de tempo analisado. Após a padronização, a porcentagem de produtos fora do especificado teve uma queda de 52,5%, o que corresponde a 5% da produção total.

A redução de produtos fora do especificado em decorrência de correções ineficientes durante o processo produtivo é reflexo da eficiência das modificações realizadas nos descritivos de processo e padronização dos mesmos. A melhoria contínua se tornou um fator de extrema importância para a empresa, que estará analisando e realizando testes para que as causas de não conformidades alcancem o

valor mínimo. O Gráfico 1, exibe a porcentagem de resinas fora do especificado antes e após a padronização.

Gráfico 1 - Porcentagem dos produtos *offspect* antes e após a padronização



Fonte: Autoria própria

Os três motivos de não conformidade de produtos oriundos de correções de processos com reverses (aspecto fora do especificado, cor fora do especificado e viscosidade elevada), tiveram melhorias significativas após a padronização. A standardização dos tempos e temperaturas para as fases de alcoólise e esterificação garantem que todas as reações químicas do processo ocorram por completo reduzindo as adversidades físico-química do produto final.

Com a redução de 20% da temperatura na fase de avanço, etapa responsável por controlar as principais características do produto final (acidez, cor e viscosidade), permitiu maior domínio do processo, evitando reações irreversíveis que têm como consequência produtos finais fora das especificações. O controle desta etapa atrelado às melhorias das fases anteriores permitem que a etapa de ajuste seja minimizada e que os problemas oriundos por falhas de processo reduzam expressivamente.

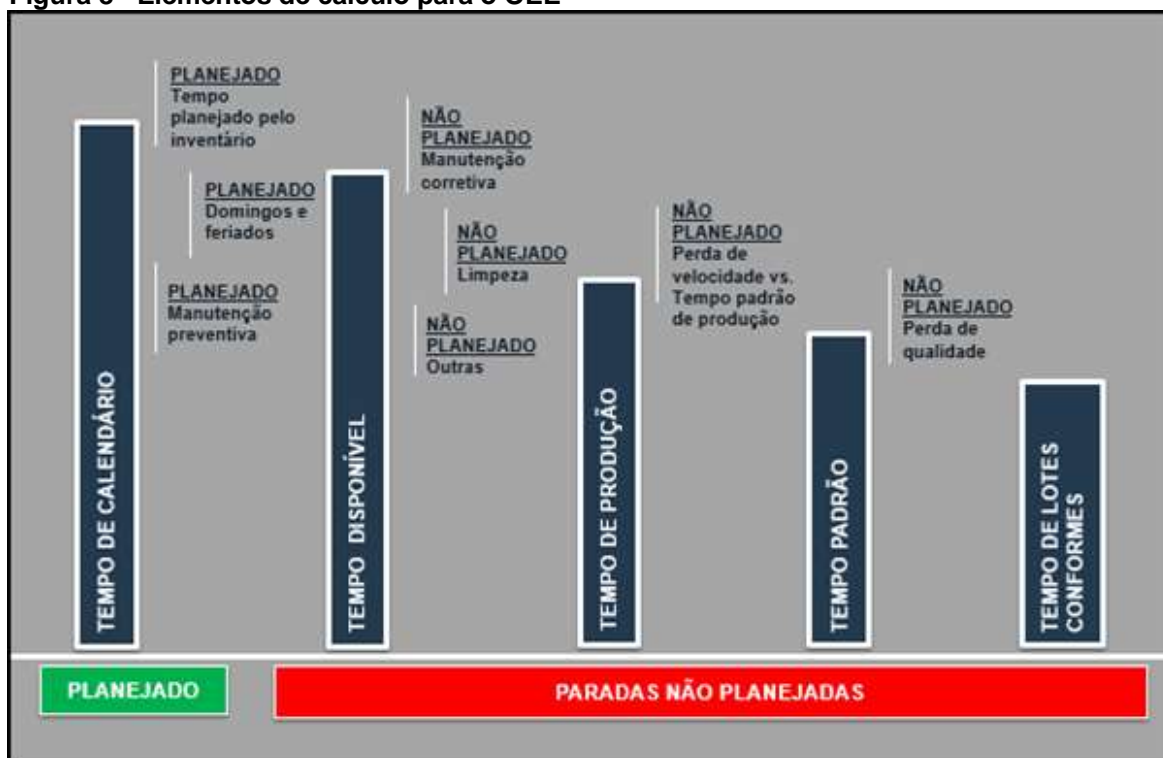
Os fatores responsáveis por produtos *offspect* que não estão diretamente relacionados ao modo de fabricação (adição errônea de matéria-prima, contaminação por fatores externos e não dissolução de matéria-prima), foram analisados separadamente para que melhorias fossem implementadas e a queda de produtos não conformes se eleve.

4.4 APLICAÇÃO DA FERRAMENTA OEE ANTES E APÓS O PROCESSO DE PADRONIZAÇÃO

Para aplicação da ferramenta OEE foram coletados dados mensais da produção de cada reator (Equipamento 1, 2 e 3), responsáveis pela fabricação da família de resinas que sofreram as alterações em seu processo produtivo.

O tempo de análise foi um período de cinco meses, que foi realizada de janeiro a maio de 2018 e posteriormente, foi repetido o mesmo processo de janeiro a maio de 2019. Os dados de tempo utilizados para o cálculo do OEE e o seu resultado encontram-se no Apêndice A. A Figura 8 expõe a estratificação dos elementos de tempo utilizados para o cálculo dos indicadores que compõe o OEE.

Figura 8 - Elementos de cálculo para o OEE



Fonte: Autoria própria

As informações obtidas, através do sistema ERP da empresa e utilizadas para realização dos cálculos dos fatores disponibilidade, performance e qualidade são:

- Tempo de Calendário: tempo teórico disponível do equipamento, que ocorre mensalmente, onde são desconsideradas as paradas planejadas pela empresa.
- Tempo Disponível: tempo do equipamento para produção. É o tempo de calendário com desconto das paradas programadas pela empresa. As paradas programadas são os intervalos de tempo em que o equipamento estará indisponível, porém a indisponibilidade do reator não é penalizada como tempo perdido. Os tipos de paradas planejadas são: domingos, feriados, tempo planejado pelo inventário (treinamentos, reuniões, eventos e palestras) e manutenção preventiva.
- Tempo de Produção: tempo efetivo que foi utilizado durante a produção de todos os lotes. É o tempo disponível com desconto de paradas não planejadas. As paradas não planejadas são: manutenção corretiva, limpeza e outras (falha de equipamento, decisão estratégica e falta de matéria-prima).
- Tempo Padrão: somatório do tempo programado (tempo padrão) para produção de cada lote, com total eficiência do equipamento.
- Tempo de Lotes Conformes: somatório do tempo total utilizado para fabricação dos lotes que estão dentro dos padrões de qualidade.

O pequeno intervalo de tempo de análise é oriundo da incorporação recente da ferramenta OEE, impossibilitando a coleta de dados retroativos para estudo e da implementação recente da padronização dos processos na planta da empresa.

4.4.1 Aplicação do OEE no Equipamento 1

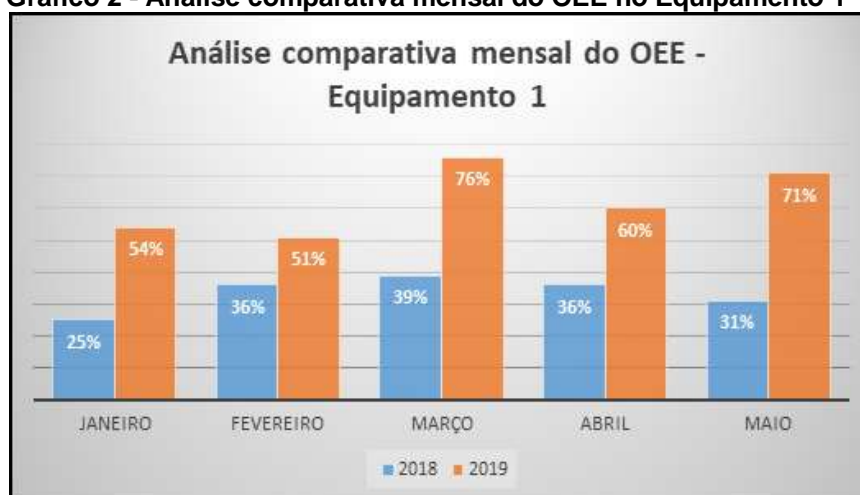
Com os dados da empresa, foram feitos os cálculos dos parâmetros: disponibilidade, performance e qualidade. Após o resultado, os indicadores foram multiplicados e assim, obteve-se o OEE mensal no Equipamento 1. A padronização dos processos produtivos foi responsável por melhorias diretas nos parâmetros de performance e qualidade. O Quadro 8, mostra a porcentagem dos indicadores encontrados no Equipamento 1.

Quadro 8 - Período antes e após a padronização no Equipamento 1

	Equipamento 1									
	Período Antes da Padronização (2018)					Período Após a Padronização (2019)				
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio
OEE (%)	25	36	39	36	31	54	51	76	60	71
Disponibilidade (%)	48	53	63	64	59	65	57	75	61	67
Performance (%)	78	82	79	69	74	82	100	101	97	106
Qualidade (%)	67	83	78	83	70	100	90	100	100	100

Fonte: Autoria própria

O OEE do Equipamento 1, apresentou uma melhoria de aproximadamente 29% ao mês se comparado ao mesmo período do ano anterior. O aumento do valor encontrado pela ferramenta é oriundo das melhorias ocorridas devido à padronização do processo produtivo. O Gráfico 2, relata os valores comparativos no mesmo período anual do OEE antes e após a padronização dos processos.

Gráfico 2 - Análise comparativa mensal do OEE no Equipamento 1

Fonte: Autoria própria

Com os processos padronizados, a quantidade de lotes conformes aumentou, em paralelo, obteve-se uma melhora na rapidez do processo de produção e mais produtos foram fabricados, otimizando a eficiência do equipamento.

O parâmetro disponibilidade não sofreu alterações significativas em nenhum dos equipamentos analisados, pois os fatores responsáveis pelas alterações dos dados são controlados por fatores externos à produção. Os períodos denominados para produção dependem do planejamento empresarial, no qual não sofrem alterações significativas mensalmente.

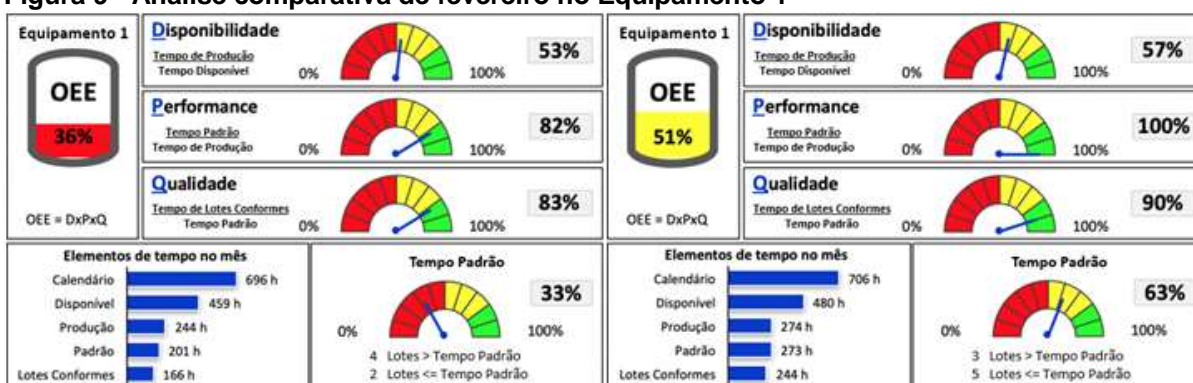
O indicador performance exibiu uma melhoria média de 20,8% ao mês após a implementação da padronização. Ao definir todas as etapas do processo produtivo,

tempo de reação de cada estágio, temperatura de cada fase do processo, foi possível reduzir as variações e conseqüentemente, verificou-se uma redução no tempo de produção e uma melhora da performance produtiva do equipamento.

O parâmetro qualidade mostrou um aumento médio de 21,8% ao mês após executar o processo produtivo padronizado. Nos meses anteriores à padronização, a qualidade dos lotes produzidos apresentava elevadas oscilações, decorrentes da falta de definições exatas de cada etapa. Com a padronização as reações ocorrem de maneira eficiente e possibilitam a aprovação de lotes dentro dos padrões de especificação.

Para maior detalhamento dos parâmetros que compõem o OEE e seu subsequente cálculo, será realizada a comparação dos resultados obtidos no mês de fevereiro de 2018 (anteriormente à padronização) e fevereiro de 2019 (posterior à padronização). A Figura 9, exibe a comparação de fevereiro de 2018 com fevereiro de 2019 no Equipamento 1.

Figura 9 - Análise comparativa de fevereiro no Equipamento 1



Fonte: Autoria própria

O tempo de calendário para ambos é o tempo total que em teoria o equipamento estaria disponível para produção no mês, ele é definido como o somatório do tempo mensal, desconsiderando as paradas planejadas. Como observado na Figura 9, o valor para ambos são aproximadamente iguais, visto que a comparação é realizada no mesmo mês em anos diferentes.

O tempo disponível é o tempo de calendário com os descontos de paradas planejadas no mês. Assim, seu valor pode oscilar de acordo com a programação de paradas planejadas da empresa, que são fatores indiretos à produção. Ao analisar a Figura 9, pode-se observar que o tempo disponível para fevereiro de 2019 é maior que fevereiro de 2018, porém nenhuma afirmação sobre melhoria do tempo pode ser

confirmada com a padronização dos processos. Ao segregar-se o tempo disponível, ele será igual ao somatório do tempo de produção e paradas não planejadas.

O tempo de produção é o tempo utilizado para fabricação de todos os lotes produzidos no mês. Ao se comparar os meses de fevereiro em anos distintos, observa-se que o tempo de produção teve uma melhoria de 12,3%, ou seja, foi utilizado maior parte do tempo disponível dos equipamentos para produção após a padronização. Como reflexo, têm-se o aumento de 33,3% do número de lotes fabricados em fevereiro de 2019 (8 lotes) quando equiparado a fevereiro de 2018 (6 lotes) e uma melhora no tempo de fabricação. Em fevereiro de 2018, apenas 33% dos lotes foram produzidos abaixo ou no tempo definido como padrão, em 2019, essa porcentagem passa para 63% de lotes que foram fabricados abaixo ou no tempo denominado padrão.

O tempo padrão é o somatório do tempo total que deveria ser utilizado para a produção dos lotes, caso os mesmos fossem produzidos dentro do tempo padrão definido ao produto fabricado. Esse elemento de tempo é utilizado como base para análise da situação mensal de produção. Quanto mais próximo o valor do tempo de produção for do tempo padrão, conclui-se que os produtos estão sendo fabricados no ritmo produtivo esperado, isto é, seus processos de fabricação estão corretos e atendem o planejado pela empresa.

Em caso de produção com o tempo inferior ao tempo padrão, o valor do parâmetro performance poderá ser maior que 100%, pois a produção atingiu a velocidade acima do esperado utilizando o tempo padrão como base para os cálculos, sendo esse, consequência do alcance de uma maior produtividade e melhor desempenho do equipamento. Ao se confrontar os meses de fevereiro nos anos analisados, pode-se verificar um aumento de 22% na velocidade de fabricação dos lotes, tal melhoria é consequência das modificações implementadas no processo de fabricação das resinas com a padronização.

O tempo de lotes conformes é o tempo utilizado para fabricação de todos os lotes que estão caracterizados dentro dos padrões definidos de qualidade. Esse elemento relata as melhorias na qualidade dos produtos fabricados. Ao se confrontar os dois períodos analisados, o tempo utilizado para lotes conformes corresponde a 68% em 2018, já em 2019 este valor corresponde a 89,1% do tempo de produção. Conclui-se que as alterações oriundas da padronização dos processos refletiram em um aumento de 30,9% da qualidade dos lotes fabricados.

4.4.2 Aplicação do OEE no Equipamento 2

Os indicadores disponibilidade, performance e qualidade foram calculados para obtenção do OEE. Como mencionado no Equipamento 1, o parâmetro disponibilidade não sofreu variações ao longo dos períodos analisados, pois os fatores que o influenciam são programados pelo setor de planejamento estratégico da indústria. O Quadro 9, apresenta a porcentagem dos indicadores encontrados no Equipamento 2.

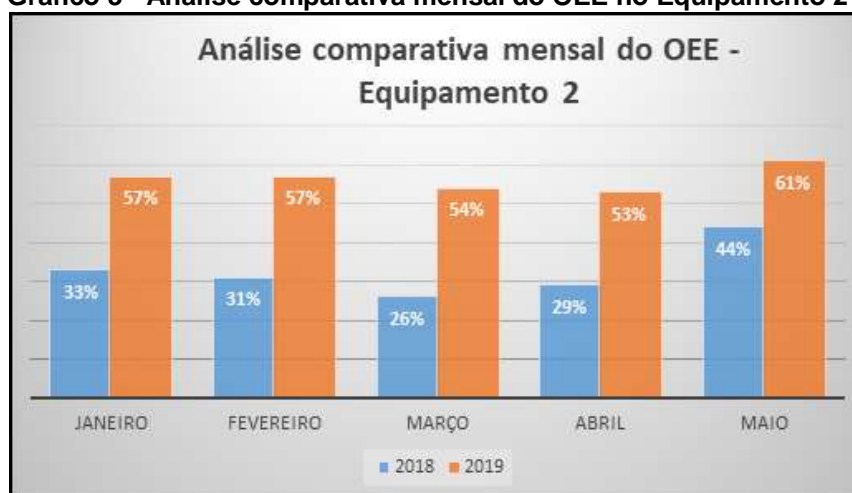
Quadro 9 - Período antes e após a padronização no Equipamento 2

	Equipamento 2									
	Período Antes da Padronização (2018)					Período Após a Padronização (2019)				
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio
OEE (%)	33	31	26	29	44	57	57	54	53	61
Disponibilidade (%)	56	56	67	54	61	64	75	63	52	63
Performance (%)	76	81	67	65	82	100	85	95	103	97
Qualidade (%)	76	69	59	84	87	89	89	90	100	100

Fonte: Autoria própria

No Equipamento 2, o valor do OEE após a padronização dos processos, obteve em média, uma melhoria de 23,8% ao mês como pode ser visto no Gráfico 3, ao se comparar os valores alcançados no período de janeiro a maio de 2018 e janeiro a maio de 2019.

Gráfico 3 - Análise comparativa mensal do OEE no Equipamento 2



Fonte: Autoria própria

A performance do Equipamento 2 apresentou uma melhora de 21,8% ao mês após implantação dos padrões nos processos produtivos. O equipamento produziu

quase 22% a mais do que seu rendimento anteriormente à padronização, com tempos padronizados.

A qualidade mostrou uma melhoria média de 18,6% ao mês, comprovando a eficácia de padronizar os processos produtivos na empresa. A conformidade dos lotes atrelada à otimização da performance do equipamento comprovou que a padronização dos processos produtivos é de extrema importância para a boa performance do equipamento. Como resultado a empresa apresentou uma melhora em sua produção e uma otimização no processo de fabricação das resinas.

A Figura 10, mostra a comparação dos resultados obtidos com o OEE em janeiro de 2018 e 2019. Ao considerar o tempo de produção de ambos os meses, observa-se o aumento de 16%, assim, em janeiro de 2019 foi utilizado maior parte do tempo disponível para produção em comparação ao mesmo período do ano anterior.

Figura 10 - Análise comparativa de janeiro no Equipamento 2



Fonte: Autoria própria

A quantidade de lotes produzidos teve alteração de 37,5% e a velocidade de produção um aumento em 10%, fato resultante das modificações do processo produtivo. Os lotes que foram produzidos dentro dos tempos definidos como padrão de acordo com o produto em janeiro de 2018 correspondem a 50%, para o mesmo período em 2019, os lotes produzidos com tempo inferior ou igual ao tempo padrão representam 55% da produção total no mês.

As melhorias oriundas das alterações realizadas no processo de padronização são evidentes no elemento qualidade conforme análise dos meses confrontados. Em janeiro 2019, grande parte do tempo de produção foi utilizado para fabricação de lotes conformes, o que reflete em 89% de qualidade na fabricação total. No mês de janeiro 2018, o tempo utilizado para produção de lotes dentro das especificações de qualidade corresponde a 58% do tempo efetivo de produção, o que

representa uma qualidade de 76% dos lotes fabricados no mês. Pode-se constatar que todas as alterações dos processos produtivos foram eficazes e estão reproduzidas no OEE.

4.4.3 Aplicação do OEE no Equipamento 3

Com o objetivo de alcançar o OEE, calculou-se os três fatores que moldam o indicador: disponibilidade, performance e qualidade. Dessa forma, o Quadro 10 abaixo expõe a comparação de cinco períodos anteriores à aplicação do OEE no Equipamento 3 e cinco períodos posteriores à aplicação do mesmo.

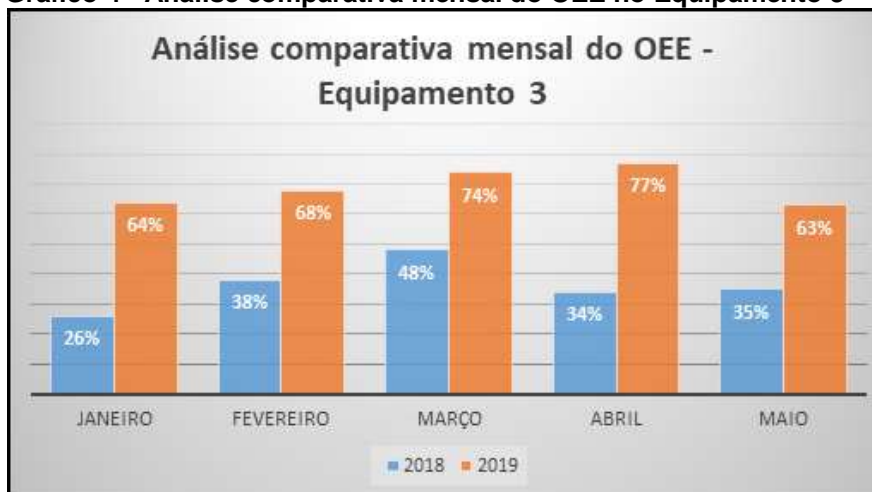
Quadro 10 - Período antes e após a padronização no Equipamento 3

	Equipamento 3									
	Período Antes da Padronização (2018)					Período Após a Padronização (2019)				
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio
OEE (%)	26	38	48	34	35	64	68	74	77	63
Disponibilidade (%)	60	66	88	65	63	80	61	74	74	60
Performance (%)	81	78	80	75	82	88	112	99	108	105
Qualidade (%)	53	73	67	70	68	91	100	100	96	100

Fonte: Autoria própria

De forma geral, o valor médio do OEE foi aprimorado em 33% ao mês, o que é refletido no melhoramento dos parâmetros performance e qualidade. O Gráfico 4, representa as melhorias dos valores obtidos do OEE para o período analisado nos anos distintos.

Gráfico 4 - Análise comparativa mensal do OEE no Equipamento 3



Fonte: Autoria própria

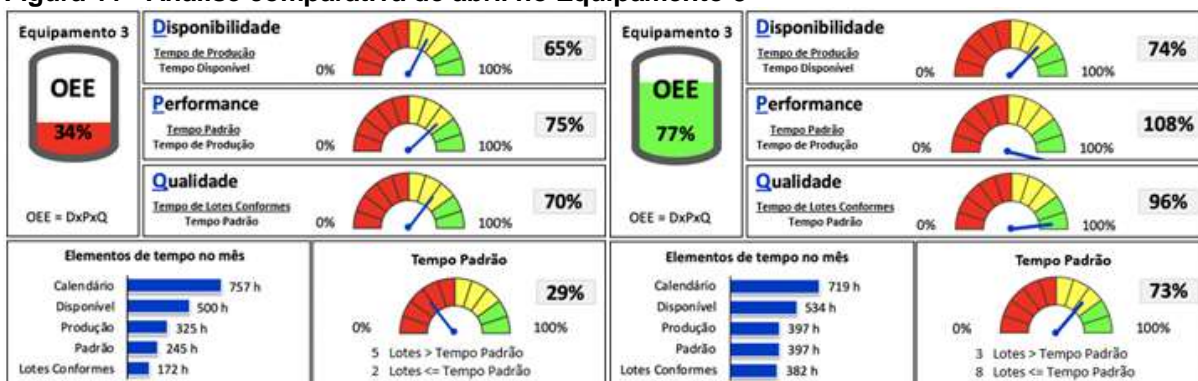
A performance média do equipamento teve um aumento significativo de aproximadamente 23,2% ao mês, passando de 79,2% ao mês para 102,4% ao mês, comprovada pela evolução média de lotes conformes abaixo do tempo padrão de 1,7 para 6 lotes após o processo padronizado das resinas ser implementado na planta da empresa. As comprovações práticas relatam a importância de processos padronizados para melhoria da performance do equipamento.

Semelhantemente, a qualidade média do equipamento foi calculada antes e após a padronização para efeito de análise e comprovação de resultados. No primeiro grupo de períodos, a qualidade média da produção foi de 66,2% ao mês, enquanto no segundo grupo de períodos subsequente à padronização foi de 97,4% ao mês. Resultando, assim, num aperfeiçoamento de 31,2% ao mês no parâmetro qualidade constatado na uniformização dos tempos dos lotes conformes com o tempo padrão no Equipamento 3.

Do mesmo modo que foi realizado anteriormente, busca-se efetuar o comparativo para o mês de abril em anos distintos (2018 e 2019). Ao analisar o tempo de produção dos meses em questão, verificou-se um aumento de 22,2% em abril de 2019, se comparado ao mesmo período do ano anterior, isto é, maior parte do tempo disponível foi utilizado efetivamente para a produção.

A melhora na produtividade pode ser vista ao se confrontar a quantidade de lotes produzidos no mesmo intervalo de tempo em anos distintos. Nota-se um aumento significativo em 57,1% da quantidade de lotes fabricados no mesmo período anual, passando de 7 para 11 lotes. A Figura 11, apresenta a comparação de abril de 2018 e abril de 2019 no Equipamento 3.

Figura 11 - Análise comparativa de abril no Equipamento 3



Fonte: Autoria própria

Em abril de 2019, todo tempo de produção foi elencado dentro do tempo padrão, ou seja, o somatório do tempo total utilizado para a produção dos 11 lotes é respectivamente, o valor do somatório dos tempos padrões de cada resina fabricada durante o período. No mesmo período em 2018, verifica-se que somente 75,4% do somatório do tempo de produção estão no tempo padrão, ou seja, os lotes foram fabricados com aproximadamente 25% a mais do que seus respectivos tempos padrões.

O tempo de lotes conformes evoluiu 81,1%, isto é reflexo das melhorias certas oriundas da padronização. Este fato é reproduzido no aumento em 37,1% do parâmetro qualidade presente no OEE, isto é, foram produzidos mais lotes dentro do especificado ao se comparar o mesmo intervalo de tempo em anos distintos.

5 CONCLUSÃO

Frente à competitividade no mercado, é imprescindível que os produtos estejam dentro dos requisitos de qualidade exigidos pelos consumidores. Sendo assim, um processo produtivo padronizado é de suma importância para que os requisitos mínimos sejam atendidos de forma que não haja intensificação de custos. Lotes conformes e dentro dos tempos planejados significam menos tempo perdido e mais lucros para as empresas, visto que não haverá retrabalho na conformação de lotes e os rendimentos poderão ser reinvestidos em novas padronizações.

Posto isto, foi analisado o processo de fabricação de uma classe de resinas, na qual a fabricação das mesmas era feita de forma empírica e baseada em processos anteriores ao longo dos anos de fabricação. Com a ausência de um processo produtivo efetivo determinando padrões e limites em cada fase, existem diversos problemas e situações que podem atrasar a feitura de resinas e desregular o procedimento ideal. Portanto, a conformação do processo produtivo é essencial a fim de moldar um método simples, eficaz e controlado.

A padronização do processo produtivo da família de resinas otimizou deficiências do processo que as tornavam não conformes. Os resultados positivos podem ser vistos na melhoria do valor total do OEE, no qual apresentou uma média aproximada de 28,6% ao mês de aumento do índice. O parâmetro da qualidade foi o que observou um maior crescimento, em torno de 21,9% ao mês. Como consequência, o tempo disponível para produção mensal é otimizado melhorando a performance da produção em 23,9% ao mês. Assim, mais produtos são fabricados, aumentando a eficiência do equipamento, otimizando os processos produtivos e reduzindo custos para a empresa.

As melhorias ocasionadas pela padronização que obtiveram mais resultados foram os indicadores de performance e da qualidade. O parâmetro de performance resultou em uma diminuição do tempo de produção, o que conseqüentemente gerou uma melhora na produção dos lotes. O indicador da qualidade apresentou como resultado um aumento dos lotes conformes. Entretanto, a disponibilidade obteve valores menores, visto que a mesma foi diretamente influenciada por fatores externos, como: problemas de manutenção, vazamento de óleo e válvulas obstruídas.

Foi identificado que a temperatura do óleo que é responsável pelo aquecimento do reator não alcança o valor necessário, o que resulta em problemas técnicos. Esse foi um ponto que o OEE apresentou algumas falhas, devido a falta de apontamento das paradas planejadas e não planejadas pelos operadores. A limpeza é um fator que foi mencionado nas reuniões da empresa, pois não possui uma programação correta da sequência das resinas, o que acaba ocasionando em paradas desnecessárias.

A aplicação da ferramenta OEE permitiu analisar a melhoria do procedimento de fabricação oriunda da padronização do processo produtivo de uma classe de resinas. A recente implementação da ferramenta da qualidade e dos processos padronizados obteve resultados significativos na conformidade dos lotes e otimização dos tempos de produção. Dessa forma, o seguimento da standardização alcançará resultados ainda mais satisfatórios para a indústria com regulares treinamentos para os colaboradores, análise de falhas repetitivas do processo produtivo e melhorias contínuas no processo de fabricação.

REFERÊNCIAS

ANDERSSON, C.; BELLGRAN, M. On the complexity of using performance measures: enhancing sustained production improvement capability by combining OEE and productivity. **Journal of Manufacturing Systems**, Lund, v. 35, p. 144-154, 2015.

BELOHLAVEK, P. **Overall equipment effectiveness: su abordagem unicista**. Buenos Aires: Blue Eagle Group, 2009.

BULHÕES, I. R. **Diretrizes para implementação de fluxo contínuo na construção civil: uma abordagem baseada na Mentalidade Enxuta**. 2009. 339 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

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. **Produção**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 205-225, 2013.

CHAVES, S.; CAMPELLO, M. A qualidade e a evolução das normas série ISO 9000. In: XIII SEGeT - SIMPÓSIO DE EXCELENCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA. Resende. **Anais...** Resende: Associação de Ensino Dom Bosco, 2016.

CHIAVENATO, I. **Gestão da produção: uma abordagem introdutória**. 3. ed. Barueri: Manole, 2014.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços: Uma abordagem estratégica**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2013.

ESMAEEL, R. I.; et al. Understanding of business performance from the perspective of manufacturing strategies: fit manufacturing and overall equipment effectiveness. **Procedia Manufacturing**, Tirgu-Mures, v. 22, p. 998-1006, 2018.

FAZENDA, Jorge M. R. **Tintas: ciência e tecnologia**. 4. ed. São Paulo: Blucher, 2009.

GAMBERINI, R.; et al. On the analysis of effectiveness in a manufacturing cell: a critical implementation of existing approaches. **Procedia Manufacturing**, Modena, v. 11, p. 1882-1891, 2017.

HEDMAN, R.; SUBRAMANIYAN, M.; ALMSTRÖM, P. Analysis of critical factors for automatic measurement of OEE. **Procedia CIRP**, Gothenburg, v. 57, p. 128-133, 2016.

HINO, S. **Inside the mind of Toyota: management principles for enduring growth**. New York: Productivity Press, 2005.

ISATTO, E. L. et al. **Lean construction**: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil. Porto Alegre: SEBRAE/RS, 2000.

JAGUSIAK-KOCIK, M. Ensuring continuous improvement processes through standardization in the automotive company. **Production Engineering Archives**, Czstochowa, v. 2, n. 1, p. 12-15, 2014.

KRAJEWSKI, L. J.; RITSMAN, L. P.; MALHOTRA, M. K. **Administração de produção e operações**. 8. ed. São Paulo: Pearson, 2012.

LIKER, J. K.; MEIER, D. P. **O talento Toyota**: o modelo aplicado ao desenvolvimento de pessoas. Porto Alegre: Bookman, 2008.

LIMA, B. T. P.; JÚNIOR, C. C. **A importância da padronização de processos e gerenciamento no setor de fast-food em Florianópolis**. 2011. 75 f. Monografia (Bacharelado) - Curso de Graduação em Ciências Econômicas, Faculdade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2011.

MELLO, C. H. P.; et al. Pesquisa-ação na engenharia de produção: proposta de estruturação para sua condução. **Produção**, Itajubá, v. 22, n. 1, p. 1-13, 2012.

MĹKVA, M.; et al. Standardization – one of the tools of continuous improvement. **Procedia Engineering**, Nový Smokovec, v. 149, p. 329-332, 2016.

MONDEN, Y. **Toyota production system**: an integrated approach to just-in-time. 4. ed. New York: Productivity Pres, 2011.

NAKAJIMA, S. **Introduction to TPM**: total productive maintenance. Cambridge: Productivity Press, 1989.

OHMAE, K. **Getting back to strategy**. Boston: Harvard Business Review, 1988.

OHNO, T. **O sistema Toyota de produção**: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Rio Grande do Sul: Feevale, 2013.

PRODUCTIVITY PRESS DEVELOPMENT TEAM. **Standard work for the shopfloor**. New York: Productivity Press, 2002.

SANTOS, A.; FORMOSO, C. T.; TOOKEY, J. E. Expanding the meaning of standardization within construction process. **The TQM Magazine**, New York, v. 14, n. 1, p. 25-33, 2002.

SANTOS, F. A. R.; MARCELO, J. A. C.; SILVA, M. M. **A importância do indicador de OEE para identificar oportunidades de melhoria na eficiência em um turno vertical: um estudo de caso.** Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/FranklinArisson/a-importancia-do-indicador-de-oee-para-identificar-oportunidades-de-melhoria-na-eficiencia-em-um-torno-vertical-um-estudo-de-caso>>. Acesso em: 19 abr. 2018.

SANTOS, A. C. O.; SANTOS, M. J. Utilização do indicador de eficácia global de equipamento (OEE) na gestão de melhoria contínua do sistema de manufatura – um estudo de caso. In: XXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP). Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: UNIFEI, 2007.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SHERWIN, D. A review of overall models for maintenance management. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, p. 138-164, 2000.

SINGH, J.; RASTOGI, V.; SHARMA, R. Total productive maintenance review: a case study in automobile manufacturing industry. **International Journal of Current Engineering and Technology**, Punjab, v. 3, n. 5, 2013.

TIGRE, P. B.. **Gestão da inovação: a economia da tecnologia no Brasil.** Rio de Janeiro: Campus, 2006.

TREVILLE, S.; ANTONAKIS, J. Could lean production job design be intricately motivating? Contextual, configurational, and levels-of-analysis issues. **Journal of Operations Management**, Lausanne, v. 24, n. 2, p. 99-123, 2005.

TEIXEIRA, P. C.; et al. Padronização e melhoria de processos produtivos em empresas de panificação: estudo de múltiplos casos. **Production**. Guaratinguetá: v. 24, n. 2, p. 311-321, 2014.

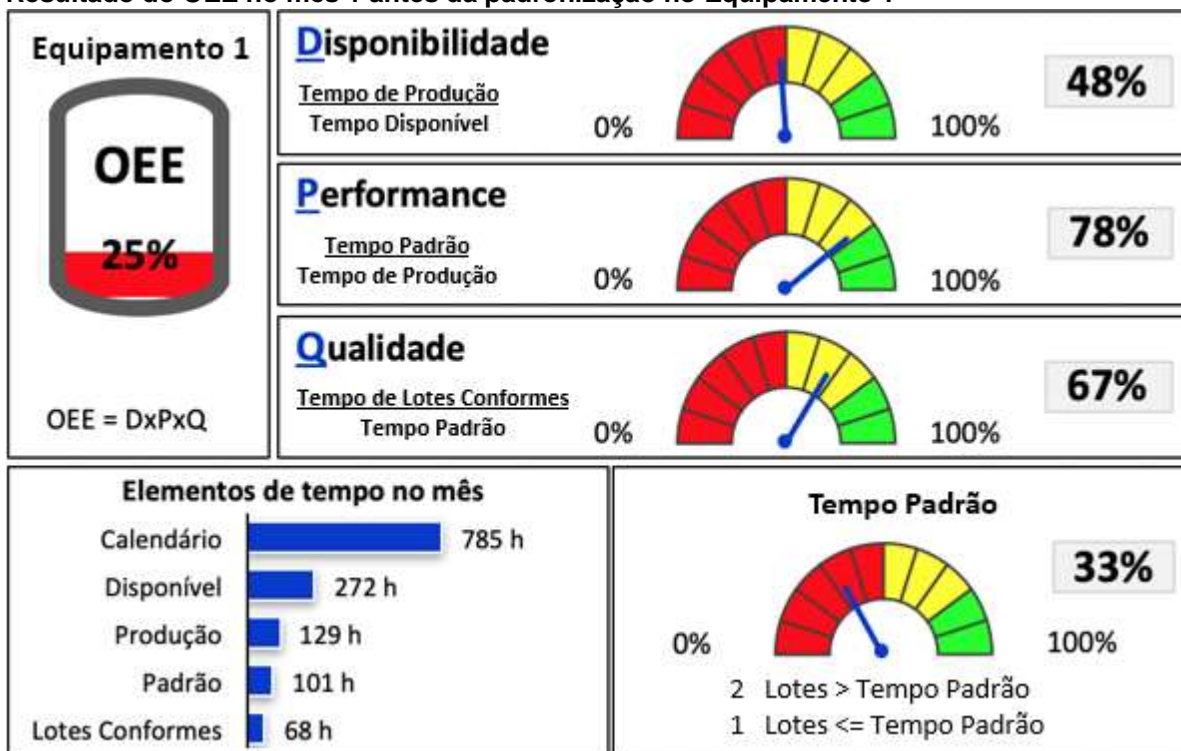
TURRIONI, J. B.; MELLO, C. H. P. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção: estratégias, métodos e técnicas para condução de pesquisas quantitativas e qualitativas.** 2012. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2012.

VARASQUIN, A.; VIEIRA, L. V.; BALBINOTTI, G. Use of work routines of observation tool to promote continuous improvement in a production line. **Procedia Manufacturing**, São José dos Pinhais, v. 3, p. 5800-5805, 2015.

YOSHIDA, F. N. **Análise de um modelo de padronização de processos para a construção civil.** 2010. 136 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-graduação em Engenharia de Edificações e Saneamento. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2010.

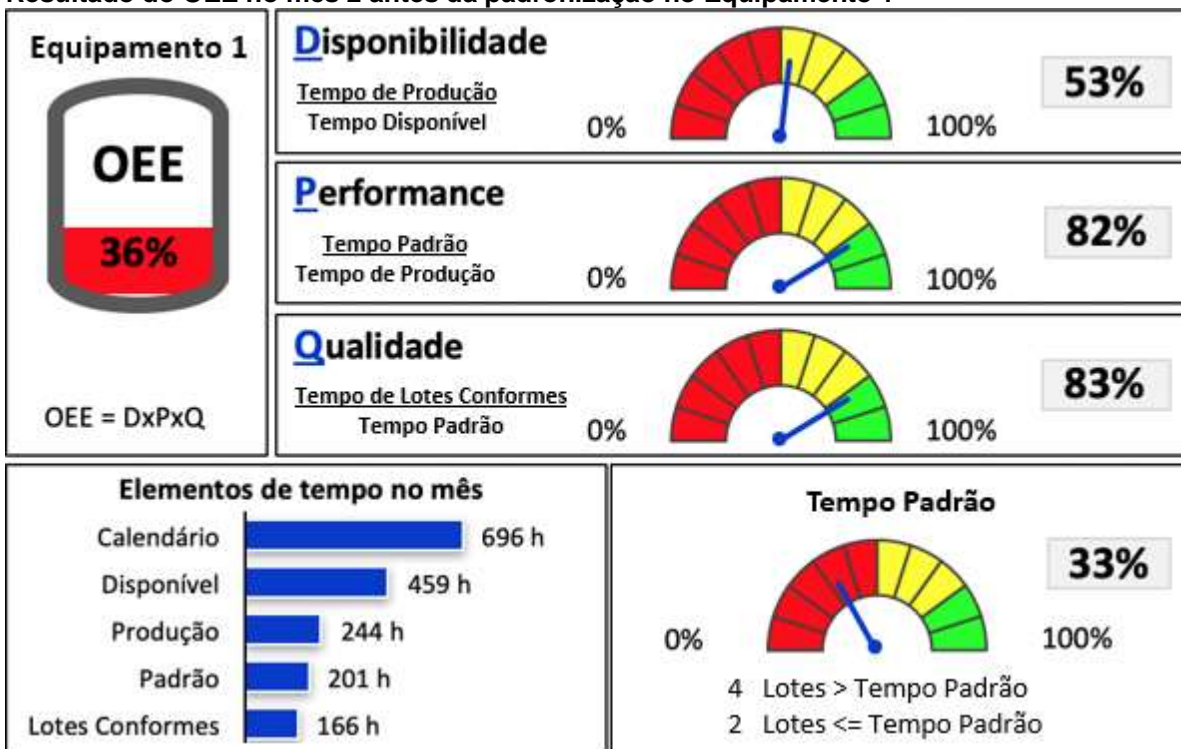
APÊNDICE A - Resultado do OEE nos equipamentos

Resultado do OEE no mês 1 antes da padronização no Equipamento 1



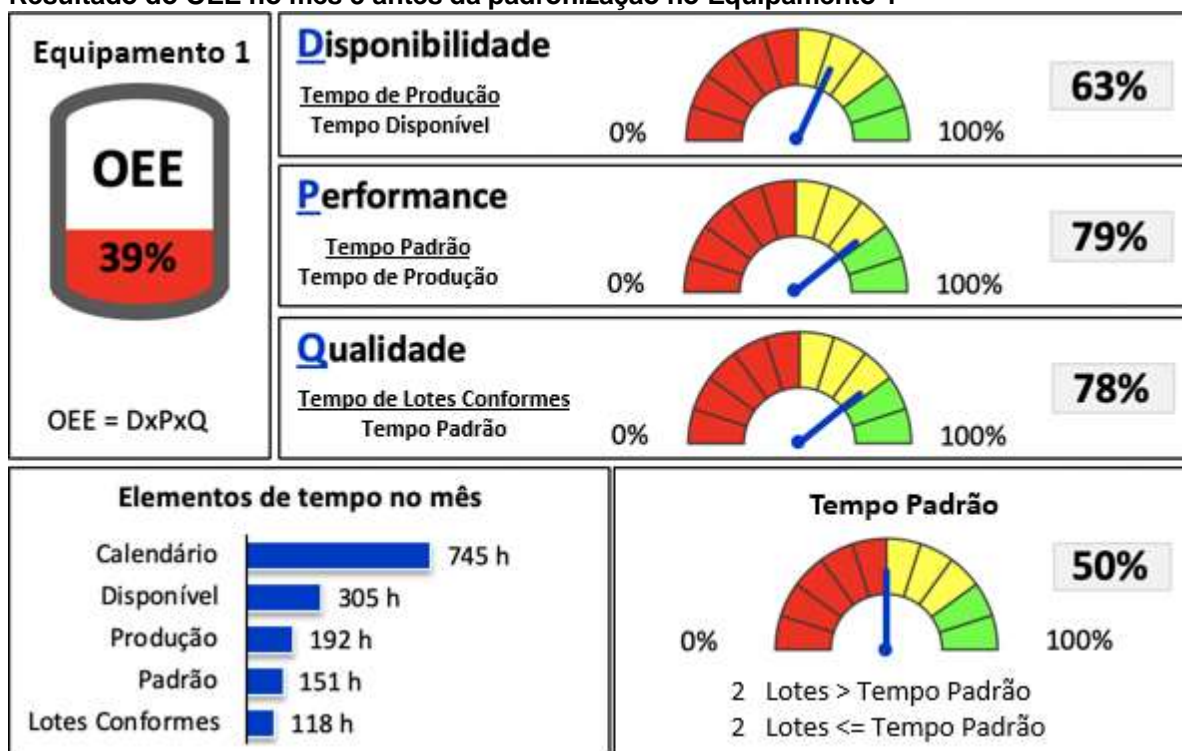
Fonte: Autoria própria

Resultado do OEE no mês 2 antes da padronização no Equipamento 1



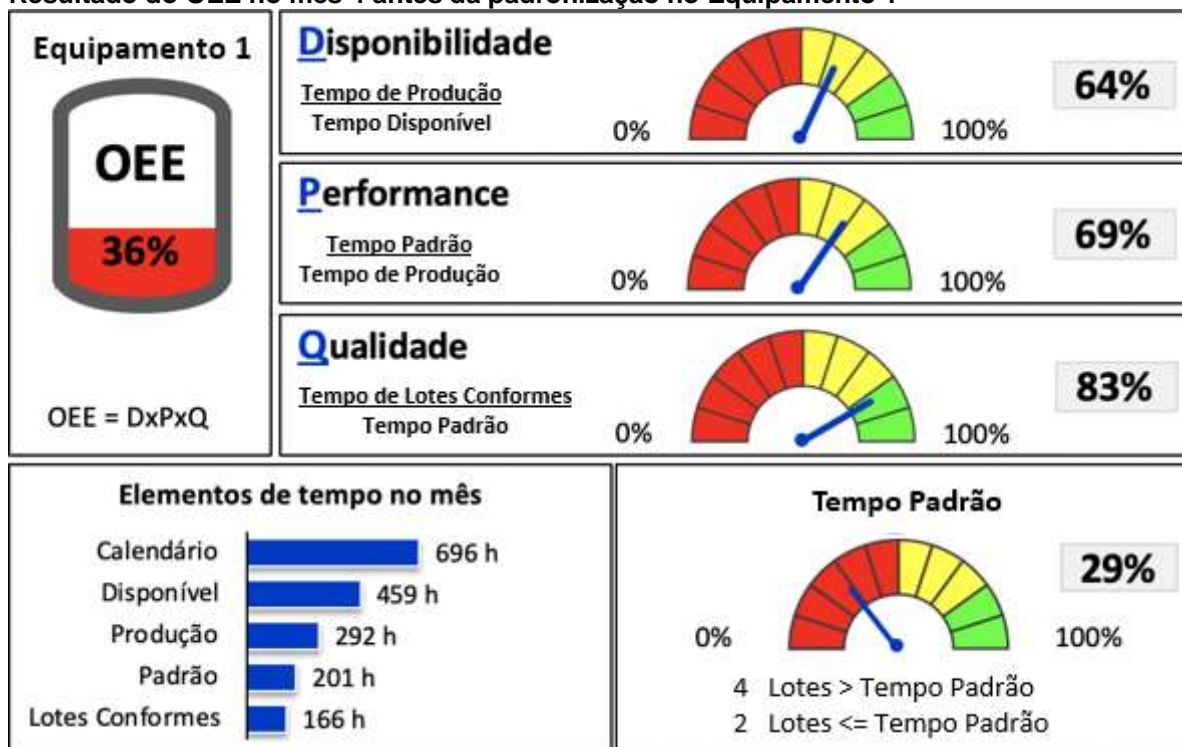
Fonte: Autoria própria

Resultado do OEE no mês 3 antes da padronização no Equipamento 1



Fonte: Autoria própria

Resultado do OEE no mês 4 antes da padronização no Equipamento 1



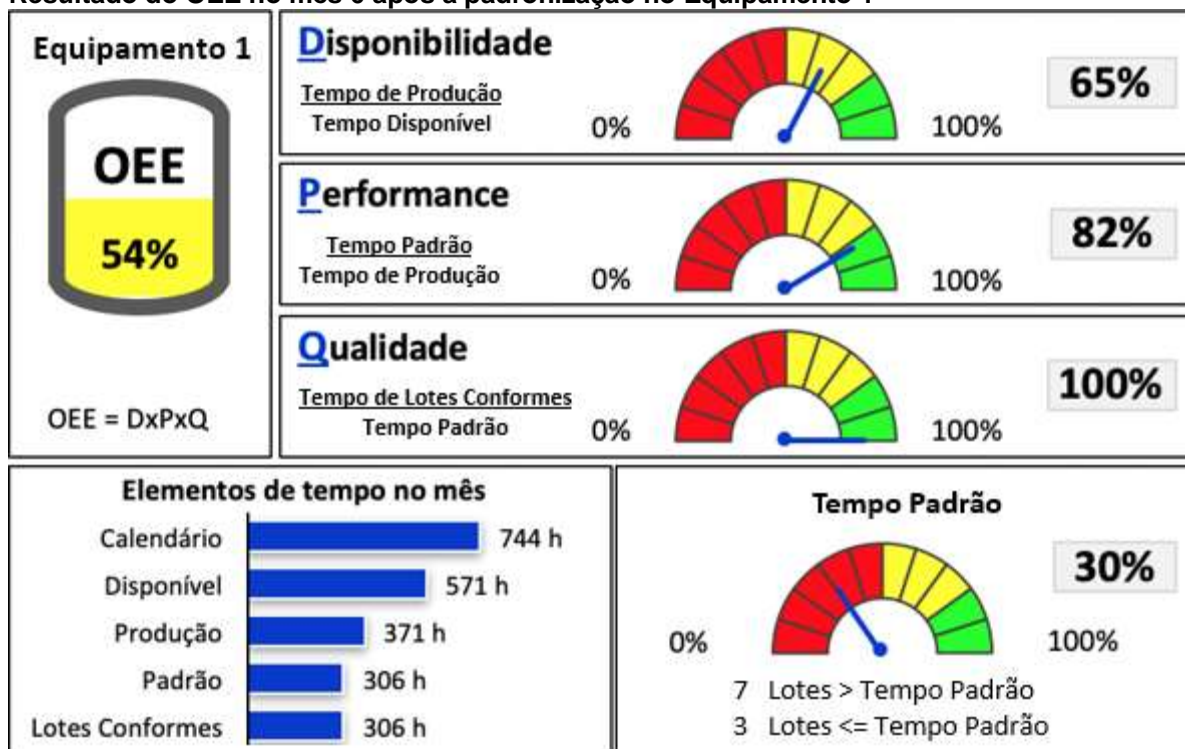
Fonte: Autoria própria

Resultado do OEE no mês 5 antes da padronização no Equipamento 1



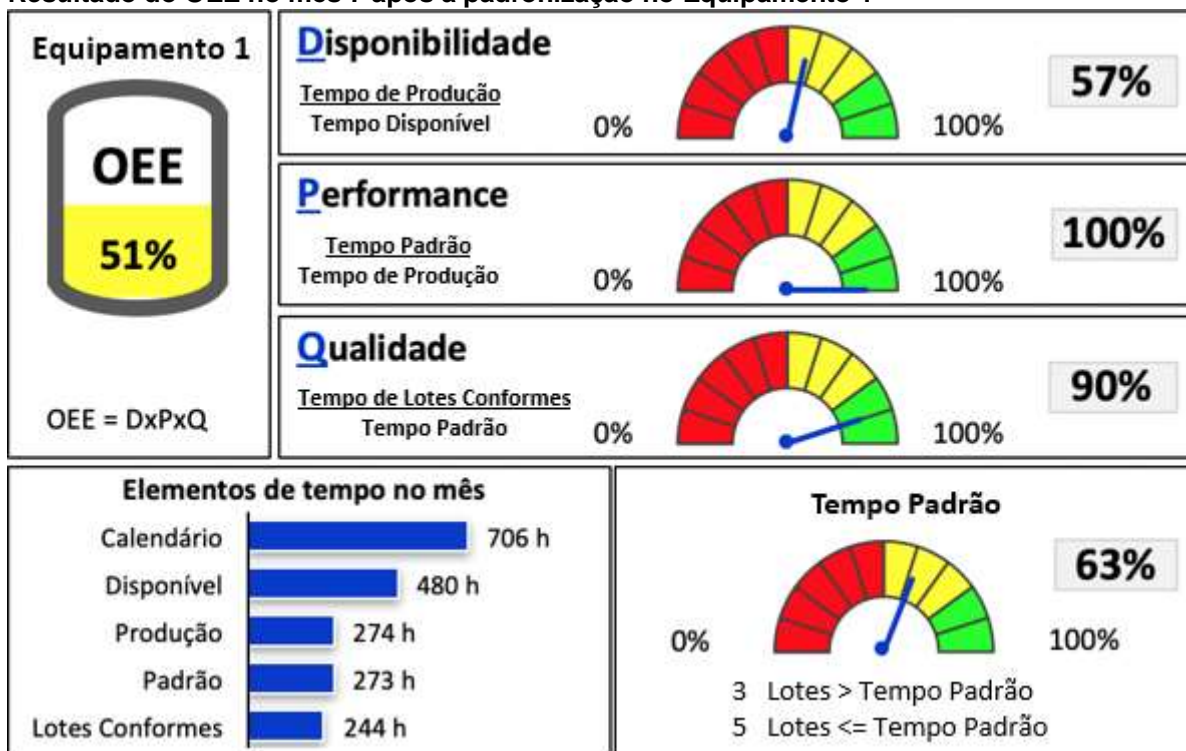
Fonte: Autoria própria

Resultado do OEE no mês 6 após a padronização no Equipamento 1



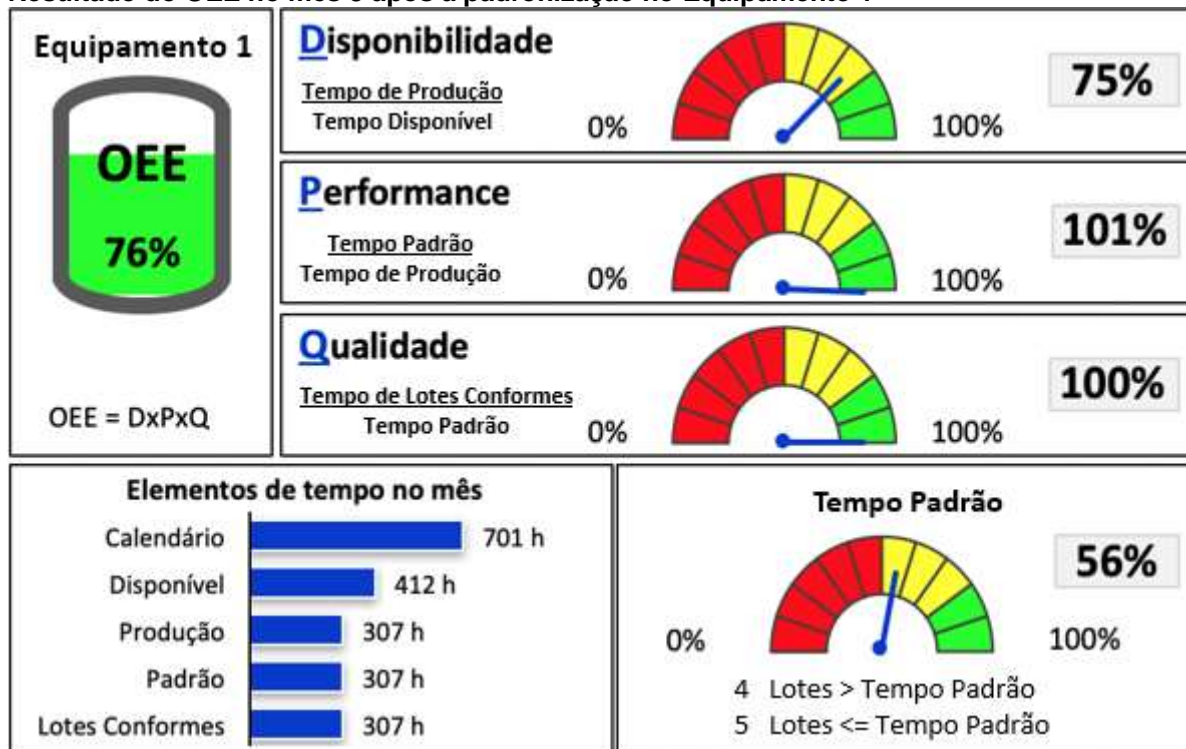
Fonte: Autoria própria

Resultado do OEE no mês 7 após a padronização no Equipamento 1



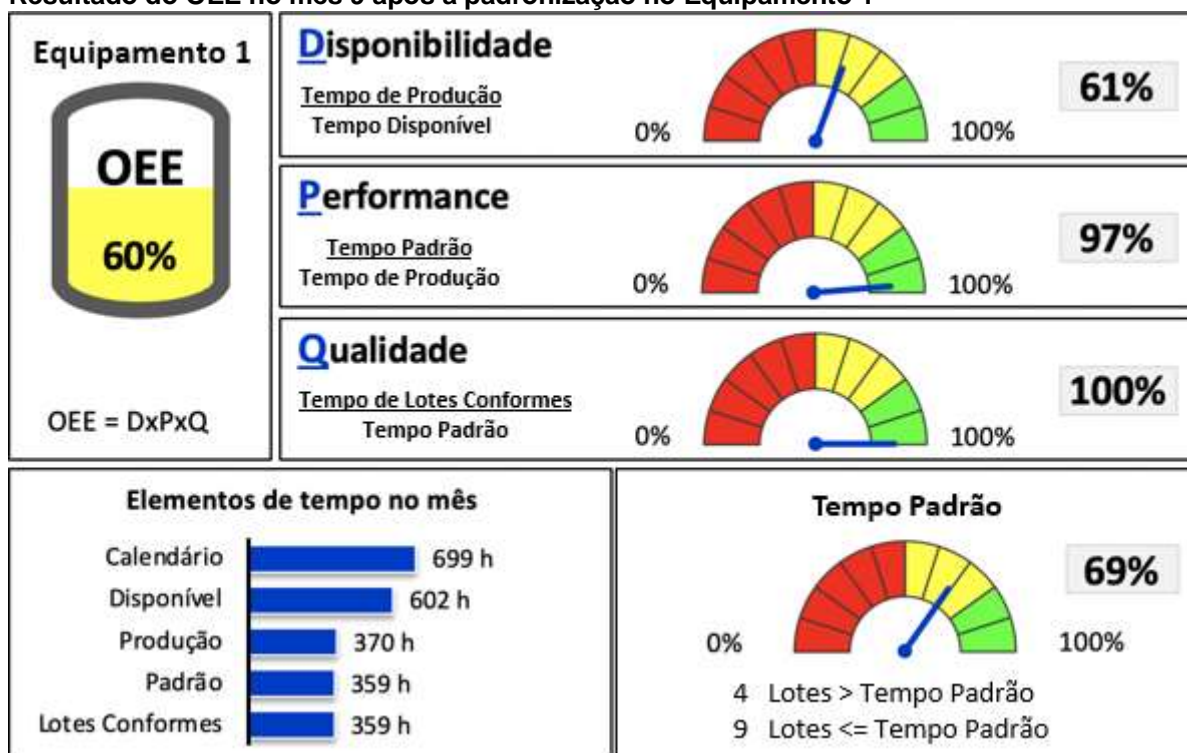
Fonte: Autoria própria

Resultado do OEE no mês 8 após a padronização no Equipamento 1



Fonte: Autoria própria

Resultado do OEE no mês 9 após a padronização no Equipamento 1



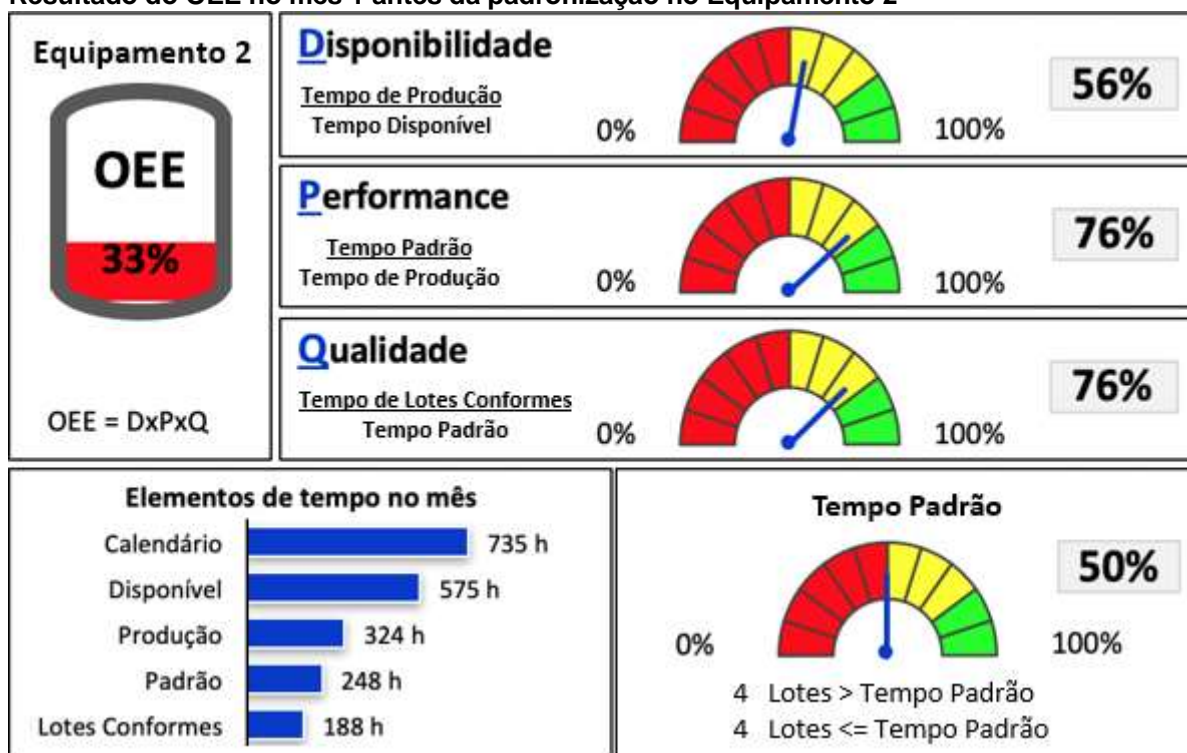
Fonte: Autoria própria

Resultado do OEE no mês 10 após a padronização no Equipamento 1



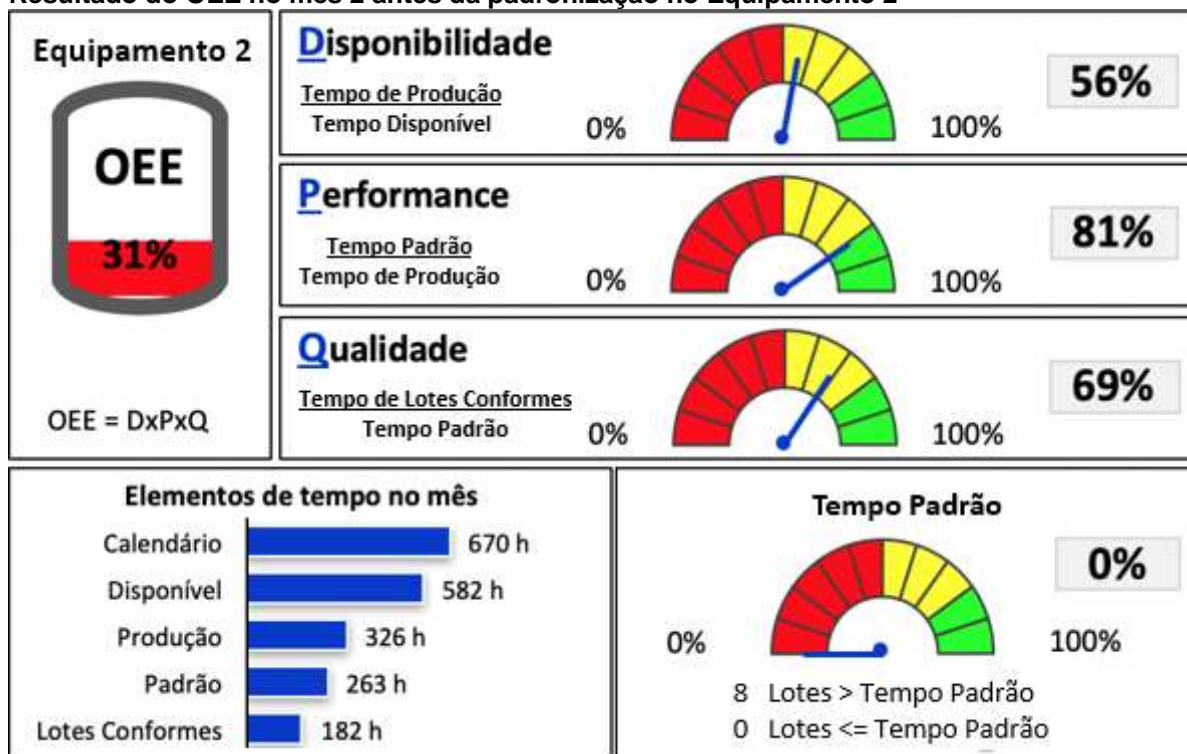
Fonte: Autoria própria

Resultado do OEE no mês 1 antes da padronização no Equipamento 2



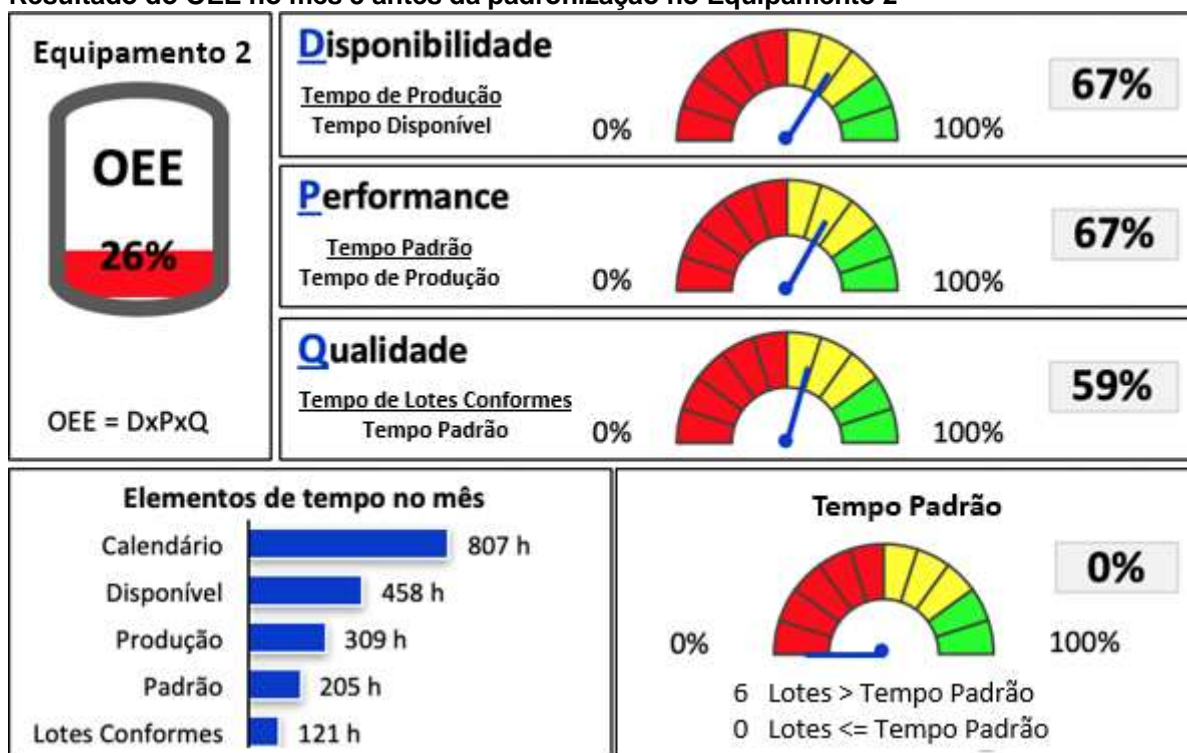
Fonte: Autoria própria

Resultado do OEE no mês 2 antes da padronização no Equipamento 2



Fonte: Autoria própria

Resultado do OEE no mês 3 antes da padronização no Equipamento 2



Fonte: Autoria própria

Resultado do OEE no mês 4 antes da padronização no Equipamento 2



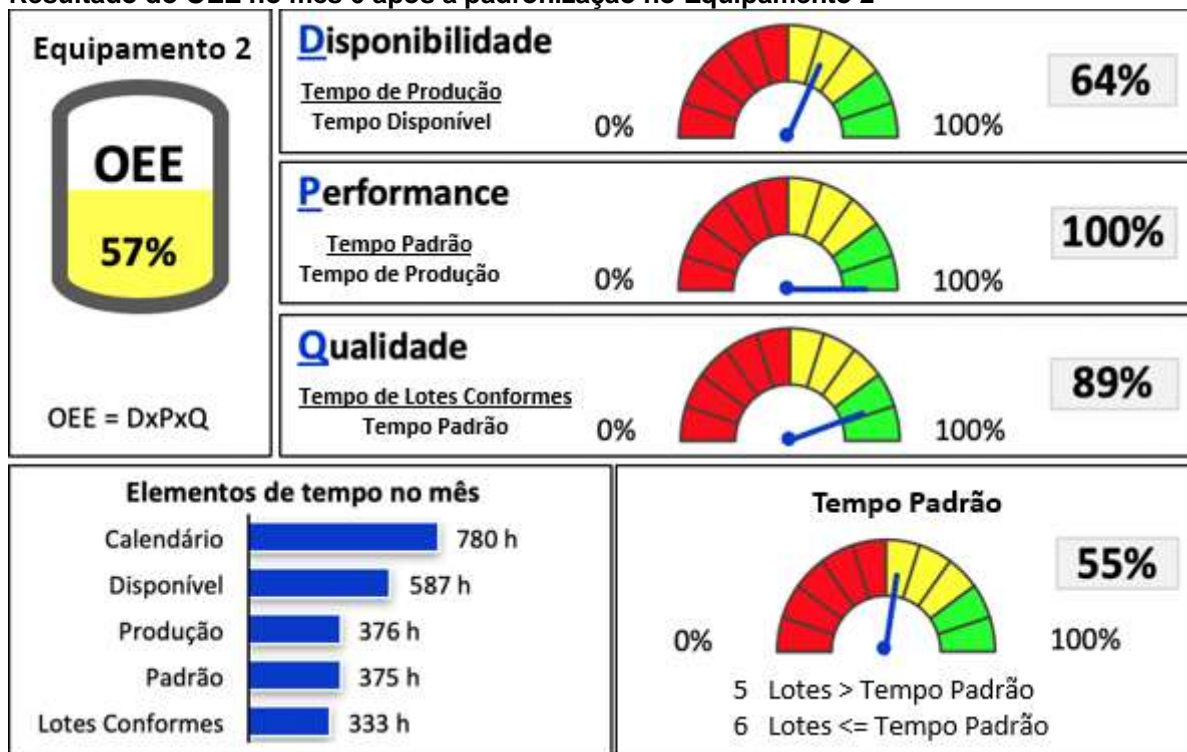
Fonte: Autoria própria

Resultado do OEE no mês 5 antes da padronização no Equipamento 2



Fonte: Autoria própria

Resultado do OEE no mês 6 após a padronização no Equipamento 2



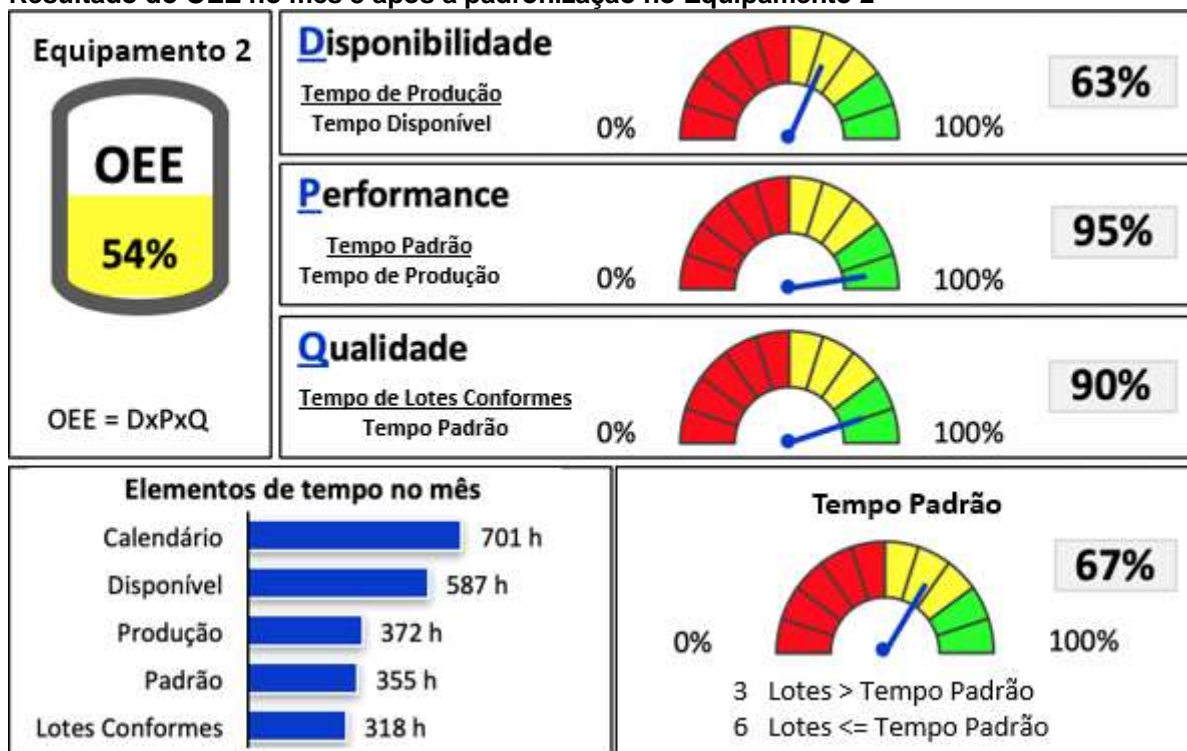
Fonte: Autoria própria

Resultado do OEE no mês 7 após a padronização no Equipamento 2



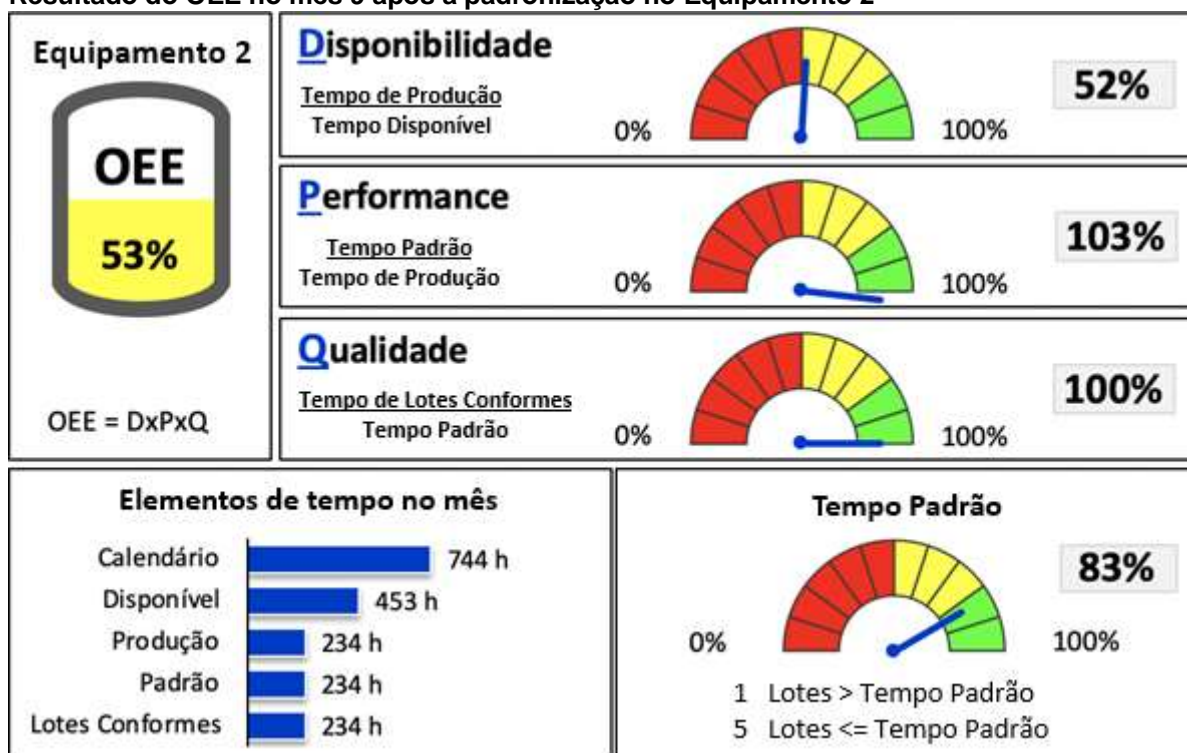
Fonte: Autoria própria

Resultado do OEE no mês 8 após a padronização no Equipamento 2



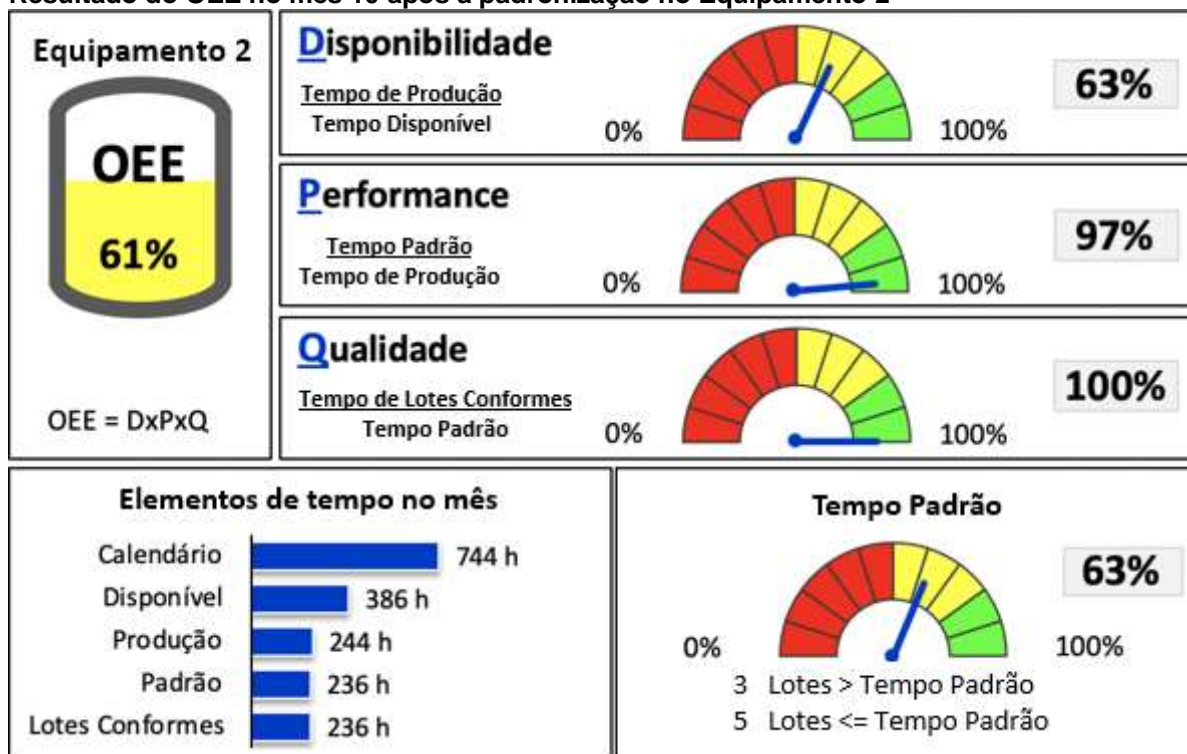
Fonte: Autoria própria

Resultado do OEE no mês 9 após a padronização no Equipamento 2



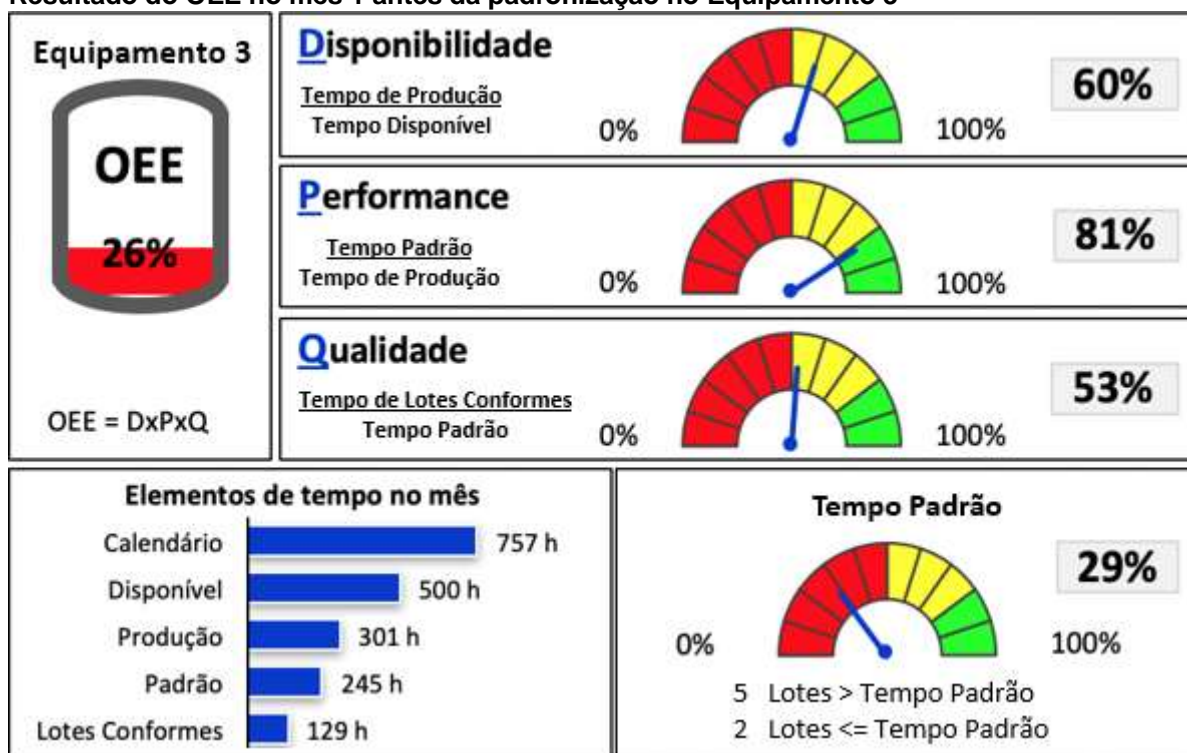
Fonte: Autoria própria

Resultado do OEE no mês 10 após a padronização no Equipamento 2



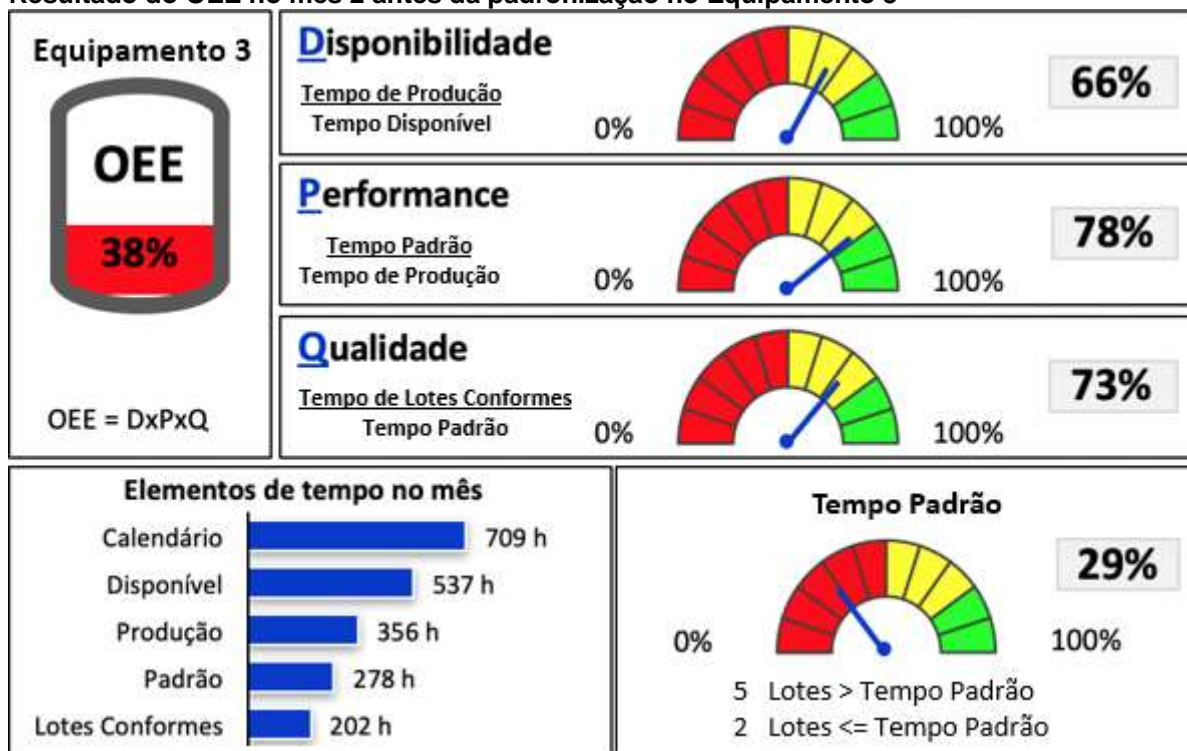
Fonte: Autoria própria

Resultado do OEE no mês 1 antes da padronização no Equipamento 3



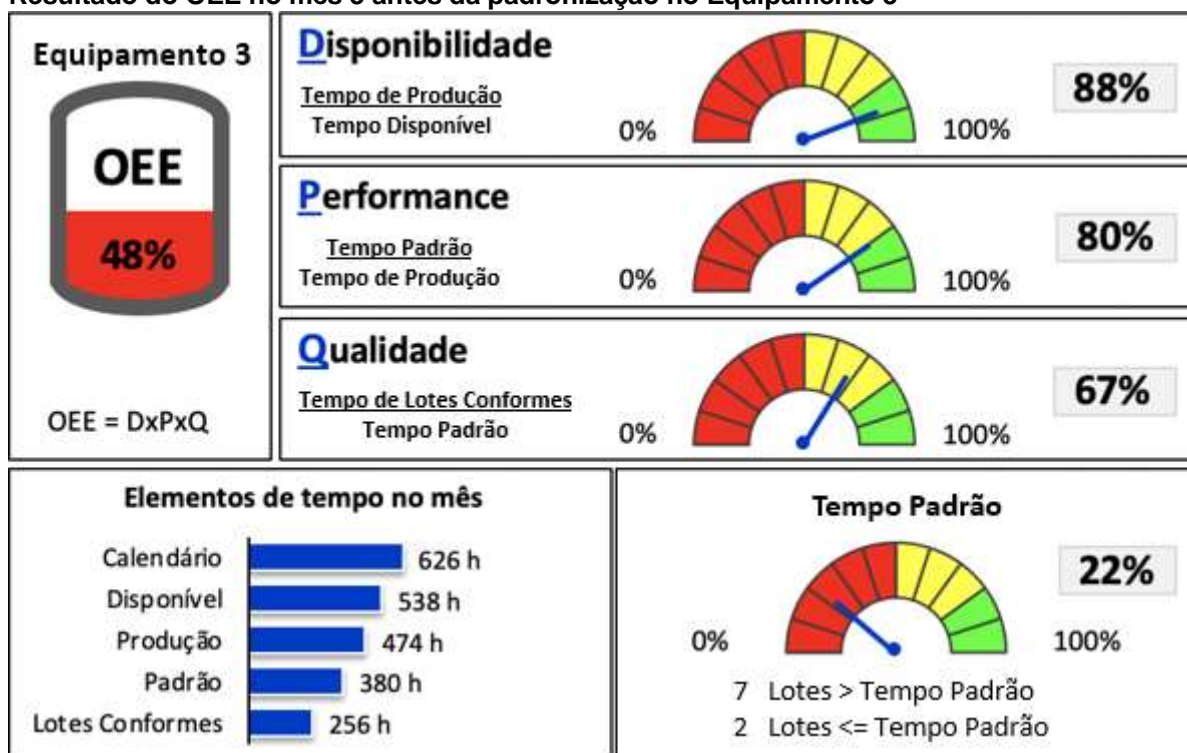
Fonte: Autoria própria

Resultado do OEE no mês 2 antes da padronização no Equipamento 3



Fonte: Autoria própria

Resultado do OEE no mês 3 antes da padronização no Equipamento 3



Fonte: Autoria própria

Resultado do OEE no mês 4 antes da padronização no Equipamento 3



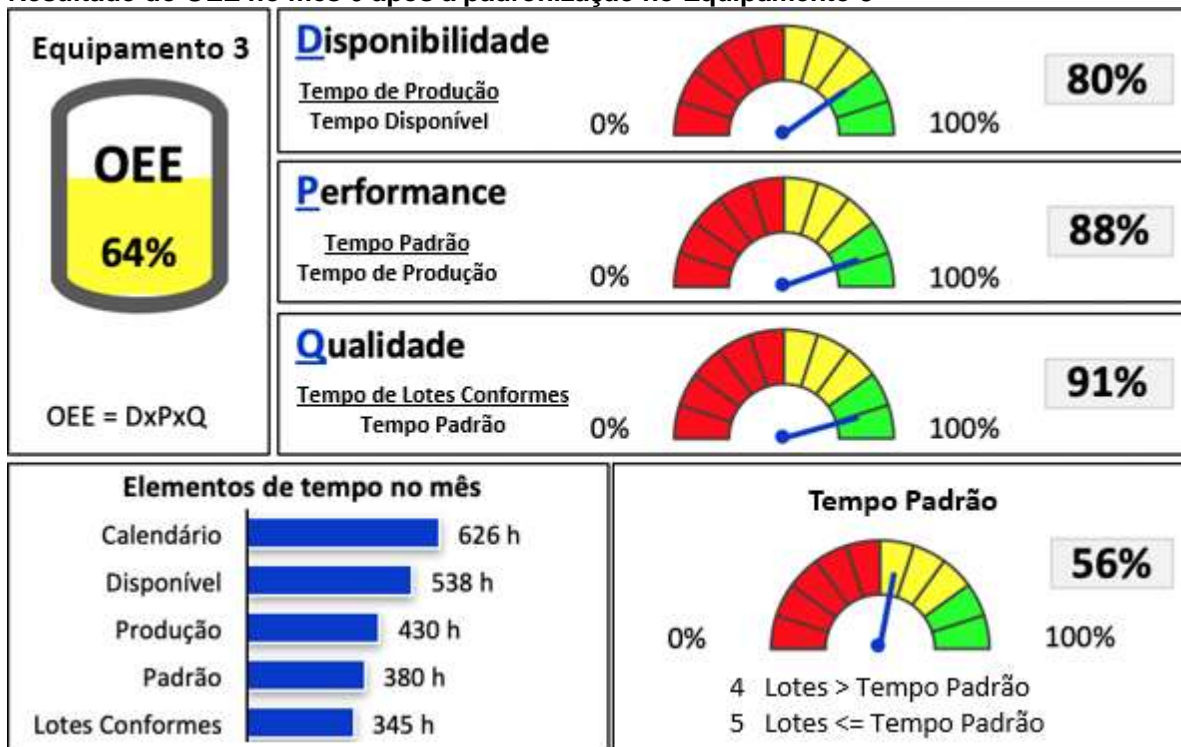
Fonte: Autoria própria

Resultado do OEE no mês 5 antes da padronização no Equipamento 3



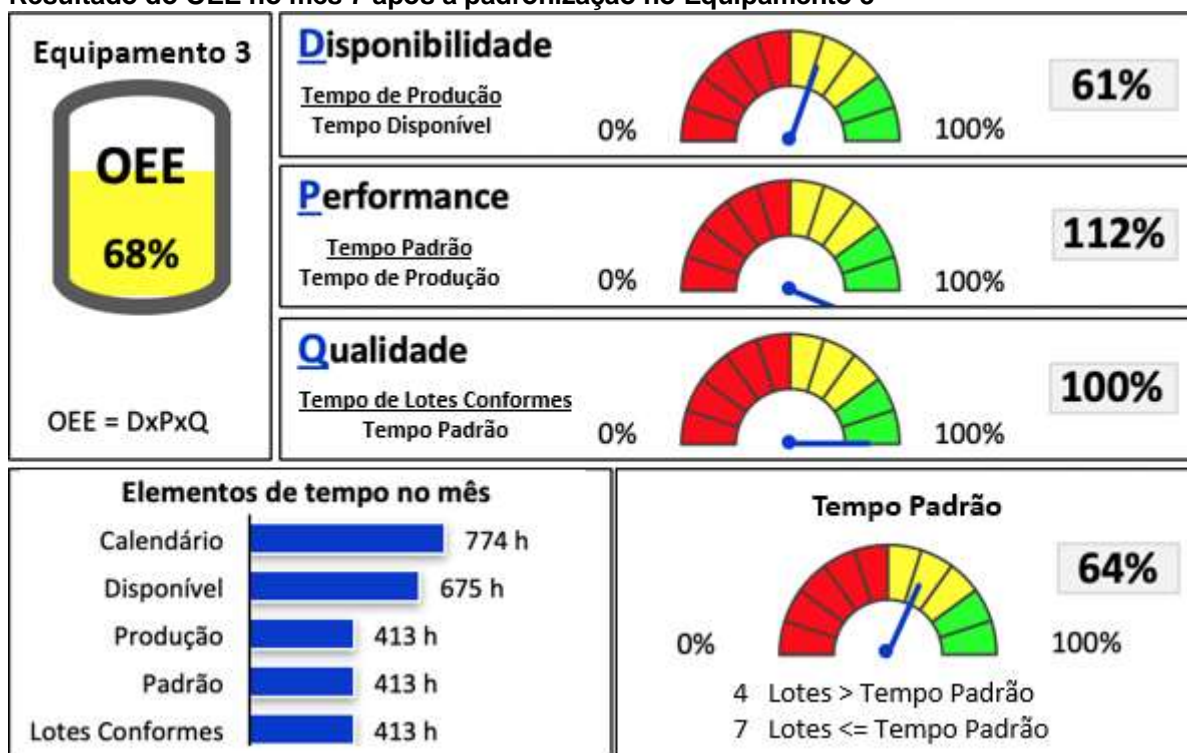
Fonte: Autoria própria

Resultado do OEE no mês 6 após a padronização no Equipamento 3



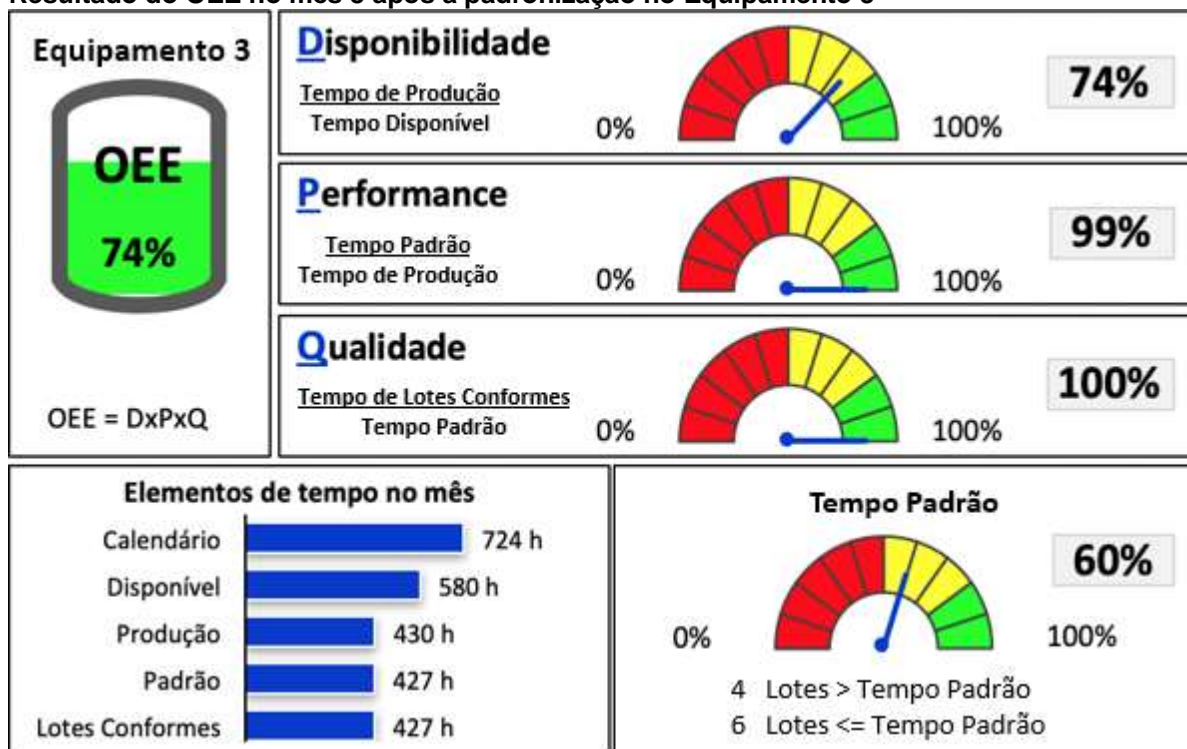
Fonte: Autoria própria

Resultado do OEE no mês 7 após a padronização no Equipamento 3



Fonte: Autoria própria

Resultado do OEE no mês 8 após a padronização no Equipamento 3



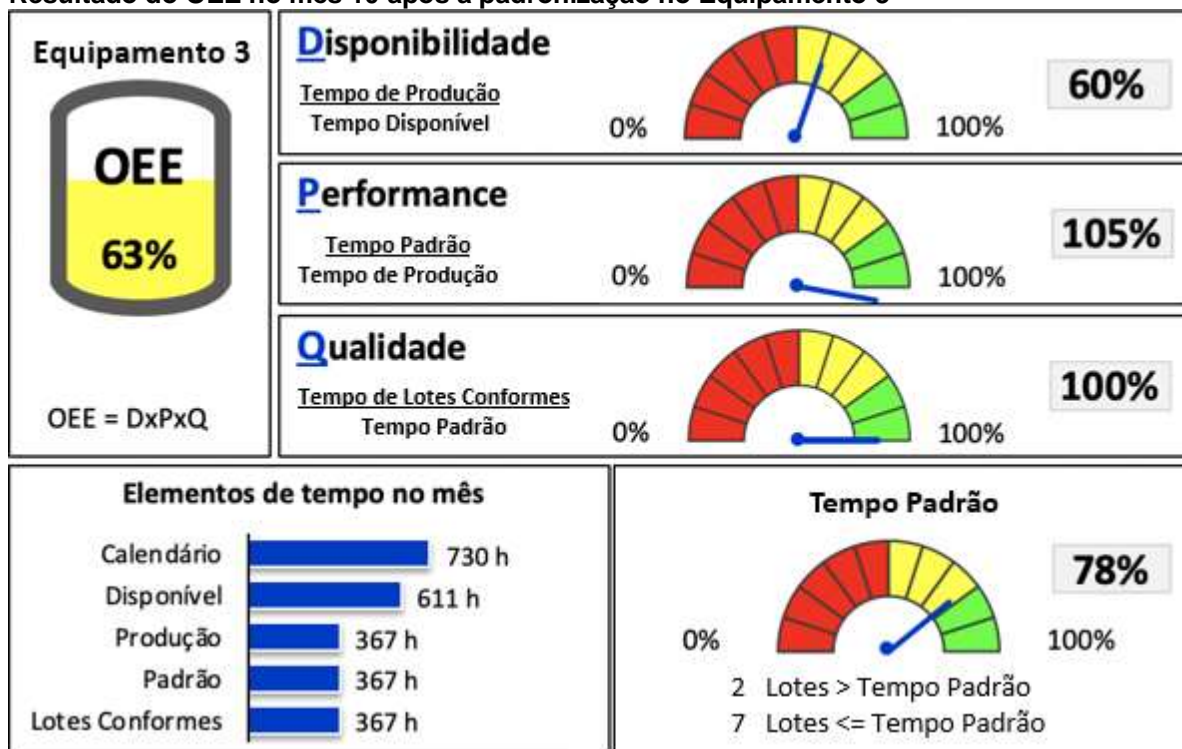
Fonte: Autoria própria

Resultado do OEE no mês 9 após a padronização no Equipamento 3



Fonte: Autoria própria

Resultado do OEE no mês 10 após a padronização no Equipamento 3



Fonte: Autoria própria