



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
CURSO DE QUÍMICA INDUSTRIAL

DARLLAN ISIDRO DE FARIAS OLIVEIRA

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE EFICIENCIA GLOBAL DE
EQUIPAMENTO (OEE) NUMA INJETORA DE PVC**

**CAMPINA GRANDE – PB
2016**

DARLLAN ISIDRO DE FARIAS OLIVEIRA

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE EFICIENCIA GLOBAL DE
EQUIPAMENTO (OEE) NUMA INJETORA DE PVC**

Monografia apresentada a Universidade Estadual da Paraíba como requisito parcial para obtenção do título de Graduação em Química Industrial.

Orientador: Prof.º Dr. Antonio Augusto Pereira de Sousa

**CAMPINA GRANDE – PB
2016**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

O482a Oliveira, Darllan Isidro de Farias
Aplicação da metodologia de Eficiência Global de Equipamento (OEE) numa injetora de PVC [manuscrito] / Darllan Isidro de Farias Oliveira. - 2016.
39 p. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2016.

"Orientação: Prof. Dr^o Antônio Augusto Pereira de Sousa, Departamento de Química Industrial".

Indústria de calçados. 2. Processo de moldagem. 3. Eficácia Global do Equipamento I. Título.

21. ed. CDD 338.01

DARLLAN ISIDRO DE FARIAS OLIVEIRA

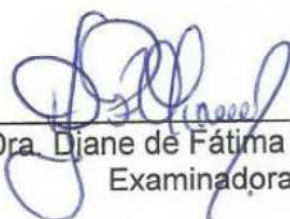
**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE EFICIENCIA GLOBAL DE
EQUIPAMENTO (OEE) NUMA INJETORA DE PVC**

Monografia apresentada a Universidade Estadual da Paraíba como requisito parcial para obtenção do título de Graduação em Química Industrial.

Aprovada em 05/Maio/2016



Prof.º Dr. Antonio Augusto Pereira de Sousa / UEPB
Orientador



Prof.ª Dra. Diane de Fátima Oliveira / UEPB
Examinadora



Prof.ª Dra. Edilane Laranjeira / UEPB
Examinadora

Primeiramente a Deus, aos meus pais, irmãos, à minha esposa Adairly, à minha filha Beatriz, aos meus professores pelo conhecimento e dom de ensinar. Aos meus amigos que sempre me apoiaram e me incentivaram em todos os momentos de minha vida. Dedico

AGRADECIMENTOS

A todos os professores por me proporcionar o conhecimento não apenas racional, mas a manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional, por tanto que se dedicaram a mim, não somente por terem me ensinado, mas por terem me feito aprender. Agradeço

“O valor das coisas não está no tempo que elas duram, mas na intensidade com que acontecem. Por isso existem momentos inesquecíveis, coisas inexplicáveis e pessoas incomparáveis.”
(Fernando Pessoa)

RESUMO

O método do OEE (Eficácia Global do Equipamento), aplicado num processo de moldagem por injeção em uma indústria de grande porte de calçados na cidade de Campina Grande-PB. O desempenho dos equipamentos determina diretamente a produtividade dos métodos produtivos, influencia a eficiência da mão-obra, contribui para o nível de qualidade dos produtos. O método OEE é um dos melhores caminhos para monitorar e melhorar a eficiência dos métodos de manufatura, desde equipamentos, células, linhas, até o nível de plantas. A partir dos dados dos treinamentos, dados coletados e cálculo referente ao mês de janeiro 2016 no setor de injeção de sola numa grande indústria de calçados de Campina Grande-PB, utilizando os conceitos do método OEE foi obtido índices de Disponibilidade de 79,2%, Produtividade de 98,1% e Qualidade de 95,5%, ficando com um índice do OEE de 74,2%, abaixo do padrão mundial de 85,0%.

Palavras Chaves: 1. Indústria de calçados; 2. Processo de moldagem; 3. Eficácia Global do Equipamento.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	Policloreto de vinila (PVC).....	5
Figura 2:	PVC no Brasil em 2005, Principais mercados de aplicação.....	6
Figura 3:	Representação esquemática de uma Injetora.....	10
Figura 4:	Realidade do funcionamento de muitos equipamentos.....	12
Figura 5:	Demonstra o cálculo do OEE.....	14
Figura 6:	Fluxo do processo.....	18
Figura 7:	Injetora Main Group E 266 XL.....	20
Figura 8:	Gráfico de impacto da área na OEE.....	22
Figura 9:	Índice de OEE	25

LISTA DE QUADROS

Quadro 1:	OEE de Classe Mundial.....	16
Quadro 2:	Demonstrativo de formula e cálculos.....	23
Quadro 3:	OEE do processo de injeção de Sola x Padrão Classe Mundial.....	25
Quadro 4:	Paradas (h)x(pç)x(%)......	26
Quadro 5:	Produtividade (h)x(pç)x(%)......	26
Quadro 6:	Qualidade (h)x(pç)x(%)......	26
Quadro 7:	Quadro dos principais agentes causadores de problema.....	27
Quadro 8:	Índice do OEE proposto com a solução dos 3 principais problemas..	27

LISTA DE SIGLAS

Cb	Capacidade bruta
CI	Capacidade líquida
HD	Horas disponíveis
HP	Horas produção
HPNP	Horas paradas não previstas
HPP	Horas paradas previstas
HT	Horas totais
HVR	Horas variação de ritmo
ID	Índice de disponibilidade
IP	Índice de produtividade
IQ	Índice de qualidade
IR	Índice de rejeição
OEE	Eficiência Global de Equipamento
PH	Produtos por hora
PNP	Paradas não previstas
PP	Paradas previstas
PVC	Policloreto de vinila
QP	Quantidade produzida
QPB	Quantidade produtos bons
QPP	Quantidade de produtos produzidos durante no período da produção.
QPP	Quantidade produzida na produção
QPPNP	Quantidade produzida na p.n.p.
QPR	Quantidade produtos rejeitados
QTD	Quantidade teórica na disponibilidade
QTP	Quantidade teórica na produção
QTPNP	Quantidade teórica na p.n.p
QVR	Quantidade variação de ritmo
TPM	Total productive maintenance

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 OBJETIVOS GERAL.....	1
1.1.1 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	1
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	3
2.1 POLÍMERO (PVC) (POLICLORETO DE VINIL).....	3
2.2 FORMAS DE PROCESSAMENTO.....	5
2.3 MOLDAGEM POR INJEÇÃO.....	6
2.4 TPM - TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE.....	8
2.5 OEE.....	9
2.5.1 DEFINIÇÃO E UTILIZAÇÃO DO MÉTODO OEE.....	11
2.5.2 CÁLCULO DO OEE.....	11
2.5.3 ANÁLISE DO OEE E OUTROS INDICADORES.....	13
3 METODOLOGIA.....	15
3.1 ESTUDO DE CASO.....	15
3.1.1 PROCESSO DE PRODUÇÃO DE SANDÁLIA INJETADA.....	15
3.1.2 EQUIPAMENTO.....	17
3.1.3 MEDIÇÃO DO OEE.....	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	19
5 CONCLUSÃO.....	25
REFERÊNCIAS.....	26

1 INTRODUÇÃO

Os produtos poliméricos têm enorme papel na qualidade de vida da sociedade contemporânea, por meio de soluções com extraordinária relação custo/benefício dedicadas à infraestrutura e à construção civil, além de seu emprego em calçados, embalagens, brinquedos, laminados técnicos e outros bens duráveis (NUNES, 2006).

Os produtos plásticos podem ser acomodados em múltiplos métodos de transformação, onde as várias resinas poliméricas em forma de grânulos, pó ou líquidos, depois de aquecidas e/ou catalisadas, podem ser processadas pelas tecnologias de Extrusão, Sopro, Injeção, Termoformagem, Calandragem, Rotomoldagem, Compressão e Fundição (NUNES, 2006).

Analisando que, a partir da disseminação do emprego da tecnologia dos polímeros, como exemplo o polímero (PVC) - Policloreto de vinila, as empresas para uma boa gestão possuem um conjunto de indicadores representativos do desempenho da fábrica e das operações em geral. Maximizar a operacionalidade e a atuação dos equipamentos em termos de eficiência e qualidade deve ser um alvo constante dos gestores das operações das unidades industriais, de transportes, telecomunicações e de todas as empresas cuja produção dependa especialmente do bom desempenho e manutenção dos equipamentos (NUNES, 2006).

A manutenção pode ser definida como a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida (ABNT - NBR 5462, 1994).

O método de manutenção preventiva dos sistemas de produção foi idealizado inicialmente nos Estados Unidos da América e introduzido no Japão. Esse método começou a ser aprimorado no Japão a partir de 1951. Esse tipo de manutenção previne problemas (FREITAS, 2002).

Segundo Liker (2004), a fabricação de componentes e produtos incorretos, consertos, retrabalhos, trocas na produção e inspeções são prejuízos com material, manejo, tempo e energia. A Manutenção Produtiva Total (TPM) necessita ser avaliada ou medida para ser controlada e aperfeiçoada.

Conforme Slack (2002), o indicador que mensura o coeficiente de implantação da TPM é a Eficiência Global de Equipamento (OEE). O OEE é um indicador importante no gerenciamento de sistemas produtivos, pois deixa identificar as maiores chances de avanços através da quantificação dos prejuízos.

Este trabalho apresenta a origem do OEE e como medir-lo e instalá-lo, bem como enfoca a ferramenta para aprimorar a disponibilidade e a eficiência das máquinas e a qualidade dos produtos fabricados.

Este trabalho foi estruturado por uma seção que apresenta o referencial teórico sobre o OEE (Eficiência Global de Equipamento). A seguir é apresentado à metodologia e o ambiente de desenvolvimento, é descrito o estudo de caso e, por fim, a última seção apresenta as conclusões referentes ao trabalho desenvolvido.

1.1 OBJETIVO GERAL

Medir e analisar o índice de OEE (Eficiência Global de Equipamento) para avaliar o rendimento global de uma injetora de PVC.

1.1.1 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Treinar das pessoas envolvidas;
- Coletar das Informações;
- Implantar OEE no setor de Injeção de Sola;
- Calcular índice de rendimento global;
- Analisar o comportamento do índice de rendimento global de um equipamento.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 POLÍMERO (PVC) (POLICLORETO DE VINILA):

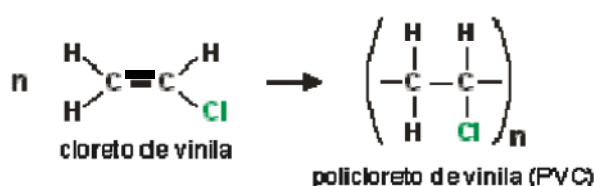
É o único material plástico que não é 100% originário do petróleo. O PVC contém 57% de cloro (derivado do cloreto de sódio) e 43% de petróleo. A partir do sal, pelo processo de eletrólise, obtém-se o cloro, soda cáustica e hidrogênio. A eletrólise é a reação química resultante da passagem de uma corrente elétrica por água salgada. Assim se dá a obtenção do cloro que representa 57% do PVC produzido. O petróleo, que representa apenas 43% do PVC formado, passa por um caminho mais longo. O primeiro passo é uma destilação do óleo cru para a obtenção da nafta leve. Esta passa então por um processo de craqueamento catalítico (quebra de moléculas grandes em moléculas menores com a ação de catalisadores para a aceleração do processo), gerando assim, o etileno. Tanto o cloro como o etileno estão na fase gasosa produzindo o DCE (dicloro etano) (PAULO, 2010).

A partir do DCE obtém-se o MVC (mono cloreto de vinila, unidade básica do polímero que é formado pela repetição da estrutura monomérica.

As moléculas de MVC são submetidas ao processo de polimerização, ou seja, elas vão se ligando e formando uma molécula muito maior, conhecida como PVC (policloreto de vinila), que é um pó muito fino, de cor branca e totalmente inerte. A polimerização é realizada a partir do MVC que por sua vez é obtido através de um processo de duas etapas: o etileno reage com HCl e gerando o 1,2 – dicloroetano. Este se pirolisa a cloreto de vinila e HCl, sendo este último reciclado.

A polimerização em suspensão é o método mais comum de se produzir o PVC, sendo utilizado para moldagem, extrusão e calandragem. Devido à grande instabilidade ao calor e à luz, da ligação C–Cl, torna-se variavelmente necessária a utilização de estabilizadores térmicos e plastificantes lubrificantes dentre outros para o processamento e utilização do material, conforme apresentado na Figura 2 (SÁVIO, 2009).

Figura 2: Policloreto de vinila (PVC)
Fonte: Sávio, 2009.

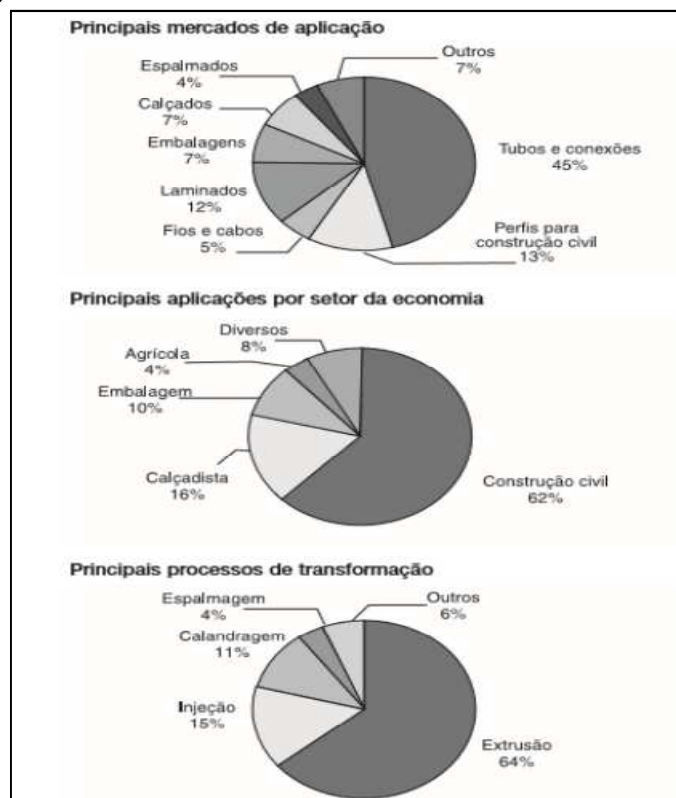


Nunes (2006), fala que o polímero PVC é o mais versátil dentre os plásticos. Devido à necessidade de a resina ser formulada mediante a incorporação de aditivos, o PVC pode ter suas características alteradas dentro de um amplo espectro de propriedades em função da aplicação final, variando desde o rígido ao extremamente flexível, passando por aplicações que vão desde tubos e perfis rígidos para uso na Construção Civil até brinquedos e laminados flexíveis para acondicionamento de sangue e plasma. A grande versatilidade do polímero PVC deve-se, em parte, também à sua adequação aos mais variados métodos de moldagem, podendo ser injetado, extrudado, calandrado, espalmado, somente para citar algumas das alternativas de transformação (NUMES, 2006).

A resina de polímero PVC é completamente atóxica e inerte, a preferência de aditivos com essas próprias propriedades facilita a produção de filmes, lacres e laminados para embalagens e brinquedos. Justamente por essas causas, o polímero PVC é usado nos mais diferentes segmentos de mercado.

A Figura 3 esboça os fundamentais mercados nos quais o polímero PVC tem participação no Brasil. As aplicações inteiramente vinculadas à Construção Civil (tubos e conexões, perfis e fios e cabos principalmente) resumem quase 62% da demanda absoluta de polímero PVC no Brasil.

Figura 3: PVC no Brasil em 2005, Principais mercados de aplicação.
Fonte: Nunes, 2006



No segmento de calçados o polímero PVC aparece como uma boa alternativa para a produção de solados e diversos elementos, desenvolvidos ou compactos, com os quais podem ser produzidas tanto sandálias completamente moldadas em uma única etapa, quanto calçados mais complicados, nos quais precisam de acabamentos elaborados como transparência ou brilho que podem ser dosados mediante a correta formulação do composto. No segmento de embalagens a versatilidade do polímero PVC se apresenta em filmes alongáveis e encolhíveis, além de frascos soprados nos mais diversos tamanhos e formatos (NUNES, 2006).

O PVC pode ser classificado com composto rígido e flexível:

O PVC rígido apresenta alta viscosidade quando no estado fundido, fazendo necessários cuidados especial no projeto da extrusora, uma vez que seu processamento se dá sob-regime de alto torque em motores elétricos, roscas, eixos e acoplamentos. A alta viscosidade do fundido também impõe maiores pressões ao processo, tornando necessário projeto adequado do cilindro, matrizes e seus acoplamentos. A correta estabilização e lubrificação do composto de PVC são particularmente importantes no caso de compostos de PVC rígido em função da severidade das condições de processamento, de modo a garantir sua integridade ao longo de todo o processo, bem como na vida útil do produto. Temperaturas típicas de processamento de compostos rígidos de PVC variam na faixa de 150 a 220°C (NUNES, 2006).

Compostos de PVC flexível, em função da incorporação de plastificantes, apresentam menor viscosidade quando no estado fundido em comparação com compostos rígidos. Em função disso, as extrusoras projetadas para trabalhar com compostos rígidos de PVC são suficientes para o processamento de compostos flexíveis. As temperaturas típicas de processamento de compostos flexíveis são também menores que no caso de compostos rígidos: variam na faixa de 120 a 200°C (NUNES, 2006).

2.2 FORMAS DE PROCESSAMENTO DO PVC

Todo polímero tem que passar por uma ou mais fases de processamento para chegar ao seu formato final para ser usado. Durante o processamento ele está sujeito à temperatura, esforço de cisalhamento e maior ou menor exposição a oxigênio. Os produtos plásticos podem ser acomodados em diversos métodos de

transformação, onde as diferentes resinas poliméricas em formato de grânulos, pó ou líquidos, posteriormente aquecidas e/ou catalisadas, podem ser processadas pelos métodos de: Extrusão, Injeção e Calandragem entre outros (PAOLI, 2008).

Durante o processamento os termoplásticos ficarão sujeitos a aquecimento, pressão e cisalhamento. Esses efeitos do processo poderão começar as reações de degradação. Para o processamento o efeito do tempo é conhecido como “tempo de residência”, que é o tempo que a massa polimérica leva para ser conduzida (ou bombeada) da alimentação até a saída da matriz em uma extrusora. O comparecimento de oxigênio influenciará diretamente na disponibilidade deste gás para aproveitar as reações de oxidação.

A moldagem por compressão é talvez o método mais antigo e simples para moldar uma componente de plástico. É igualmente ao método usual em estamparia de chapas metálicas a frio. São empregados prensas e moldes tipo macho/fêmea. De costume geral os moldes são dotados de pinos de extração. A alteração básica do caso da moldagem de chapas metálicas é o aquecimento do material polimérico antes da prensagem. Uma diversificação deste método é a moldagem por passagem (ou transferência), onde a massa de polímero aquecida é transferida para um molde bipartido por meio de pressão. Os ciclos de fabricação são demorados e há a necessidade de aproveitar um desmoldante para provocar a retirada da peça do molde (PAOLI, 2008).

Segundo Paoli (2008) a termoformagem consiste basicamente na conformação a quente de uma chapa de material termoplástico dentro de um molde tipo macho ou fêmea. A termoformagem assistida por vácuo com molde fêmeo também é chamada de vacuumforming. Também pode ocorrer a termoformagem assistida por ar comprimido sob pressão, usando molde macho. De um modo geral, a chapa de material polimérico é aquecida antes da moldagem e os moldes são refrigerados. Há também a técnica de moldagem à quente com assistência de macho, onde o molde pressiona a placa pré-aquecida e o vácuo é aplicado simultaneamente. Com relação à degradação térmica, devem se observar dois aspectos, o tempo de residência do material no molde aquecido e a temperatura.

2.3 MOLDAGEM POR INJEÇÃO

O processo de moldagem por injeção é uma técnica de moldagem consiste

basicamente em forçar, através de uma roscapistão, a entrada do composto fundido para o interior da cavidade de um molde. Após o resfriamento da peça, a mesma é extraída e um novo ciclo de moldagem ocorre. Produtos típicos de PVC obtidos por meio de moldagem por injeção são conexões, alguns acabamentos de perfis, solados de calçados e peças técnicas diferentes (NUNES, 2006).

A matéria-prima amolecida pelo calor dentro do cilindro de injeção e sob pressão é injetada através de canais de injeção do molde para o interior das cavidades, as quais reproduzem o produto a ser fabricado. A máquina utilizada neste processo denomina-se injetora. Produto é extraído posteriormente de resfriado o suficiente para manter a forma e as dimensões necessárias (NUNES, 2006).

No caso do PVC dois aspectos são de especial importância: plastificação e preenchimento do molde. Isso porque o PVC apresenta tendência a se decompor quando exposto às temperaturas de fusão por períodos de tempo relativamente longos e também devido à alta viscosidade do fundido, o que exige equipamentos que permitam a aplicação de pressões de operação superiores às normalmente exigidas por outros termoplásticos (NUNES, 2006).

Do ponto de vista tecnológico, o comportamento de fluxo de resinas puras apresenta pouco interesse, já que a resina de PVC só é processável quando composta com aditivos. A utilização de resinas de menor peso molecular, ou seja, menor valor K tende a reduzir a viscosidade do fundido. Aumentos de temperatura também reduzem a viscosidade do fundido, porém são limitados em função da estabilidade térmica do composto e do tempo de residência do material fundido na máquina (NUNES, 2006).

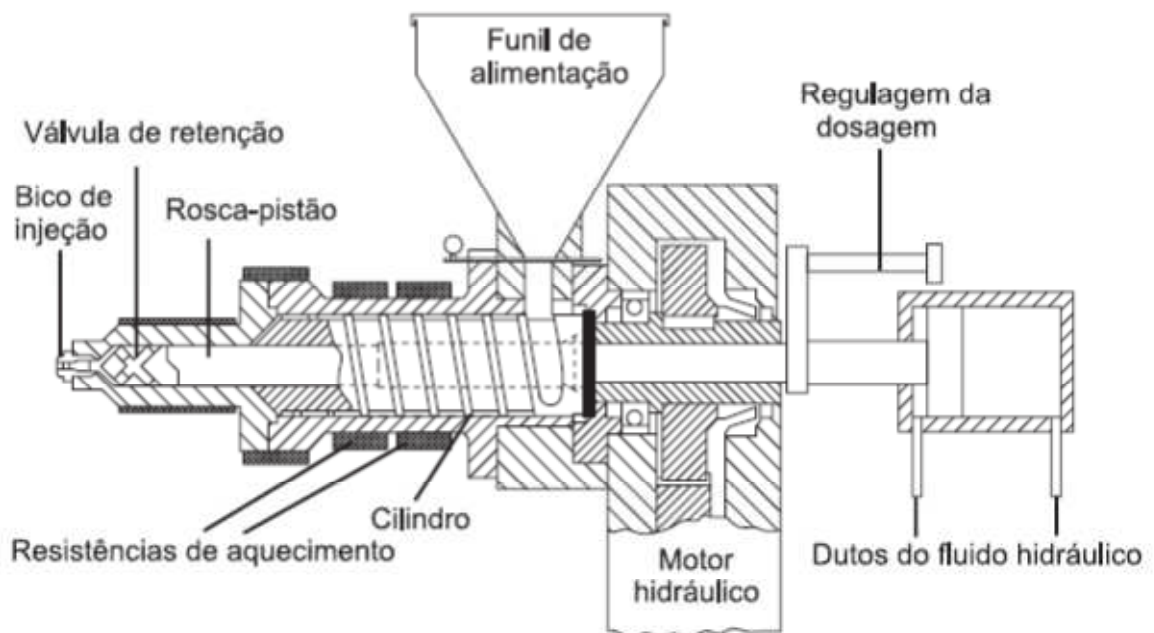
Aditivos que melhoram a processabilidade do composto tais como lubrificantes internos e plastificantes geralmente reduzem a viscosidade do fundido e diminuem a temperatura de fusão; auxiliares de processamento, por sua vez, trazem benefícios por aumentar a resistência do fundido. Lubrificantes externos podem proporcionar ganhos de fluxo, mas tendem a prejudicar a fusão do composto e, quando utilizados em excesso, podem gerar defeitos superficiais no moldado. Cargas, pigmentos, retardantes de chama e supressores de fumaça são na maioria sólidos que, quando utilizados em altas concentrações, sempre aumentam a viscosidade do fundido (NUNES, 2006).

Peças técnicas com grande área de moldagem, tais como gabinetes de

eletrodomésticos e aparelhos eletrônicos podem ser moldadas a partir de compostos de PVC rígido especialmente formulado para essas aplicações. Em geral esses compostos são formulados a partir da mistura de resinas de PVC de alta fluidez, com valor K da ordem de 50, em mistura com resinas de PVC convencionais. Para compensar a baixa resistência ao impacto inerente a essas formulações em função da resina de menor peso molecular, são necessárias grandes quantidades de modificadores de impacto e auxiliares de processamento. Ganhos em fluidez também são maximizados pela utilização de lubrificação interna adicional, sempre tomando as devidas precauções para não reduzir excessivamente a temperatura de amolecimento diante do calor do composto.

Figura 4.

Figura 4: Representação esquemática de uma Injetora
 Fonte: Nunes, 2006



2.4 TPM - MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL

A Manutenção Produtiva Total pode ser definida como um esforço elevado na implementação de uma cultura corporativa que busca a melhoria da eficiência dos sistemas produtivos, por meio da prevenção de todos os tipos de perdas, atingindo assim o zero acidente, zero defeito e zero falhas durante todo o ciclo de vida dos equipamentos, cobrindo todos os departamentos da empresa incluindo Produção, Desenvolvimento, Marketing e Administração, requerendo o completo envolvimento desde a alta administração até a frente de operação com as

atividades de pequenos grupos (JIPM, 2002).

O objetivo global da Manutenção Produtiva Total é a melhoria da estrutura da empresa em termos materiais (máquinas, equipamentos, ferramentas, matéria prima, produtos etc.) e em termos humanos (aprimoramento das capacitações pessoais envolvendo conhecimento, habilidades e atitudes). A meta ser alcançada é o rendimento operacional global.

Três características importantes podem ser observadas no TPM (NAKAJIMA, 1989 e XENOS, 1998):

- busca da economicidade, ou seja, tornar a manutenção uma atividade geradora de ganhos financeiros para a empresa. Essa característica está presente em todas as políticas de manutenção baseadas nos conceitos de prevenção de falhas e na melhoria da confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos;
- integração e otimização de todas as políticas de manutenção disponíveis, de maneira a promover a melhoria da eficiência global dos equipamentos;
- participação voluntária de operadores de produção nas atividades de manutenção, levados pelo conceito de gerenciamento dos resultados e de atividades de pequenos grupos.

O OEE Eficiência Global de Equipamento teve origem no TPM - Total Productive Maintenance, parte integrante do TPS - Toyota Production System e o seu criador, Seiichi Nakajima, desenvolveu-o como meio de quantificar não apenas o desempenho dos equipamentos, mas também como métrica da melhoria contínua dos equipamentos e métodos produtivos (CARLOS, 2003).

Com a adoção dos conceitos do TPS por inúmeras empresas japonesas e com o desenvolvimento do Lean Manufacturing no ocidente, o OEE tornou-se o referencial mundial para medição do desempenho dos equipamentos das empresas industriais (CARLOS, 2003).

2.5 OEE – EFICIÊNCIA GLOBAL DE EQUIPAMENTO

O OEE é uma prática mundial utilizada para medição e melhoria da eficiência dos processos de manufatura (Máquinas, Células, Linhas, etc). É um indicador que mostra as origens mais comuns das perdas de produtividade de manufatura e é dividido em três categorias principais (SILVA, 2012).:

- **Disponibilidade:** Mede as perdas de produtividade provenientes de quebras e falhas do equipamento / processo e também preparação e ajustes do equipamento / processo.
- **Eficiência:** Mede as perdas provenientes de fatores não oriundos ao equipamento (fatores que causam que o equipamento / processo opere de forma ociosa, ou seja, menos que a capacidade máxima para o qual foi projetado e adquirido).
- **Qualidade:** Mede as perdas de produtos manufaturados que não atendem os requisitos de Qualidade. Estas perdas são causadas pelo equipamento / processo que está sendo monitorado.

O OEE é um indicado que considera: Quanto tempo útil o equipamento tem para funcionar/produzir; A eficiência demonstrada durante o funcionamento; A qualidade do produto obtida pelo processo em que o equipamento está inserido (SILVA, 2012).

Outros indicadores de desempenho dos equipamentos não têm a abrangência do OEE, por exemplo, quando se focam apenas na eficiência ou no tempo disponível para produzir (SILVA, 2012).

Mas vejamos na Figura 5, o que acontece diariamente numa grande parte dos equipamentos das unidades industriais:

Figura 05: Realidade do funcionamento de muitos equipamentos
Fonte: Silva, 2012



Uma significativa parte do tempo em que o equipamento deveria estar a funcionar, efetivamente está parada ou a funcionar em condições que não permitem produzir à cadência ideal (SILVA, 2012).

O impacto negativo na produtividade e nos custos é enorme e,

freqüentemente, é esta situação que está na origem da falta de cumprimento dos prazos de entrega ao Cliente ou nas rupturas de stock nos armazéns. Infelizmente, os clássicos mecanismos contabilísticos de controle de custos não refletem a “realidade” das fábricas. Se o fizessem, certamente a vida dos responsáveis das operações seria muito mais complicada, pois mostraria a “Fábrica Escondida” que existe em todas as unidades fabris, chamando-lhes a atenção para o “Verdadeiro Custo das Paragens” e das perdas em geral (SILVA, 2012).

2.5.1 DEFINIÇÃO E UTILIZAÇÃO DO MÉTODO OEE

Um modo simples de apresentar o conceito do OEE é através da definição da “Máquina Perfeita”:

Se durante um determinado período de tempo não existirem perdas de nenhum tipo, isto é, o equipamento esteve sempre apto a produzir quando necessário e produziu sempre produtos sem defeitos à primeira e à velocidade máxima definida, então se diz que operou com 100% de eficácia global (CARLOS, 2003).

Além de ser um indicador de desempenho, o OEE tem utilidade para quatro finalidades adicionais (SILVA, 2012):

- Planejamento da capacidade,
- Controlo do processo,
- Melhoria do processo,
- Cálculo dos custos das perdas de produção.

O OEE não deve ser usado como critério de aceitação do equipamento, uma vez que envolve fatores externos ao próprio equipamento. O OEE também não é um sistema de rastreio de avarias, mas apenas um sistema de detecção de perdas. Por isso, a variedade de perdas a considerar por equipamento, deve ser limitada, máximo 5 a 10, (SILVA, 2012):

2.5.2 CÁLCULO DO OEE

O OEE é obtido pela multiplicação dos três fatores numéricos representativos: (Figura 6)

- Da disponibilidade do equipamento para produzir,
- Da eficiência demonstrada durante a produção,
- Da qualidade do produto obtido.

Figura 06: Demonstra o cálculo do OEE
 Fonte: Silva, 2012

Cálculo do OEE

Disponibilidade =	$\frac{\text{Tempo de Operação}}{\text{Tempo Planejado de Produção}}$
Performance =	$\frac{\text{Tempo de Ciclo Ideal} \times \text{Total de Peças Produzidas}}{\text{Tempo de Operação}}$
Qualidade =	$\frac{\text{Peças Boas Produzidas}}{\text{Total de Peças Produzidas}}$

OEE = (Disponibilidade x Performance x Qualidade) x 100

Para análise da capacidade líquida de produção da máquina é preciso antes conhecer a capacidade bruta de produção (C_b), definida como aquela capacidade que seria alcançada caso não existisse quaisquer tipos de perdas durante todo o tempo de operação do equipamento. A capacidade bruta da máquina, em peças por hora, pode ser calculada por: $C_b = 3600/T_e$, onde T_e é o tempo de ciclo da operação, em segundos (SEVEGNANI, 2007).

O cálculo do indicador OEE envolve três fatores: disponibilidade, eficiência e qualidade. A disponibilidade é dada pela porcentagem do tempo em que o equipamento é utilizado efetivamente em atividade produtiva. Essa medida aponta todas as perdas por avarias, troca de ferramentas, manutenção preventiva e corretiva, e quaisquer outras paradas de produção. A eficiência da máquina ou da operação, segundo fator do indicador OEE, é dada pela relação percentual entre a produção real e a produção padrão, ou ainda, pela relação percentual entre o tempo padrão da operação e seu tempo real de execução. E a qualidade é medida pela porcentagem de peças produzidas pela máquina que cumpriu todos os requisitos e exigências de qualidade (SEVEGNANI, 2007).

O indicador OEE é calculado por:

$$\text{OEE} = \text{eficiência} \times \text{disponibilidade} \times \text{qualidade}.$$

Conhecendo-se o OEE e a C_b , obtém-se a **capacidade líquida** (C_l):

$$C_l = C_b \times \text{OEE}$$

A capacidade líquida de produção é a quantidade de peças que a operação vai efetivamente produzir. Obviamente, quanto mais próximo de 1 (100%) for o

índice OEE, mais eficiente será a linha. Empresas que aplicam com freqüência os conceitos de melhoria contínua – Kaizen conseguem obter índices OEE entre 85 a 90% (SEVEGNANI, 2007).

A determinação do gargalo deve partir de um estudo que se inicia na identificação das operações, definindo claramente aquelas que agregam valor e aquelas que não agregam valor. Em grande parte dos casos, a operação gargalo é definida de acordo com a capacidade bruta de produção da máquina, ou sua capacidade líquida, se descontadas as perdas apresentadas. Aqui, as operações gargalo foram determinadas de duas maneiras distintas, de acordo com a restrição imposta por ela à linha. Havia tanto as operações-gargalo que apresentavam restrições de capacidade como as operações que apresentavam restrições de disponibilidade. Com freqüência, uma mesma operação apresentava restrição de disponibilidade e capacidade (MOELLMANN et al., 2006).

A divulgação dos equipamentos que apresentam restrições de disponibilidade deu-se simplesmente por opção do Departamento de Engenharia, por considerar-se que, desta maneira, direcionavam-se com maior facilidade ações para que as restrições fossem superadas. Para efeito de cálculo da capacidade da linha, foi considerada operação gargalo aquela que apresentasse a menor capacidade líquida de produção (capacidade bruta multiplicada pelo indicador OEE). Na empresa estudada, o grande objetivo do acompanhamento dos indicadores de eficiência (MOELLMANN et al., 2006).

OEE foi à orientação dos esforços visando o incremento da produção nas operações e a conseqüente melhoria na linha de fabricação, que proporcionaram um desempenho superior estas linhas – que é o conceito de Melhoramento Contínuo (Kaizen). Na realidade, em geral, a busca pelo desempenho ótimo possui cinco objetivos: qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade e custo (CONTADOR, 1997).

O Melhoramento Contínuo adota uma abordagem de melhoria gradual e ininterrupta de desempenho que presume mais e menores passos. No melhoramento contínuo, não é a taxa de melhoramento que é importante, mas sim o momento em que ele ocorre (SLACK, 2002).

2.5.3 ANÁLISE DO OEE E OUTROS INDICADORES

O OEE mede a eficácia de um equipamento individual. Pode também servir para compararmos o desempenho de equipamentos iguais e trabalharem em condições semelhantes.

Analisar o OEE apenas pelo seu valor e os dos seus fatores, não permite equacionar todas as ações de melhoria nem calcular o potencial de redução de custos dos desperdícios. Para isso, têm que ser calculados os custos das perdas.

Mesmo que calculemos a média do OEE de todos os equipamentos de uma fábrica, esse número nada nos diz sobre como, a fábrica no seu todo, está a contribuir para o negócio ou mesmo se ela está a realizar dinheiro ou não.

Para a mesma fábrica, se durante um determinado período existir poucas encomendas e apenas parte dos equipamentos funcionem, ela poderá apresentar um OEE muito superior ao habitual (por exemplo, 90% contra 65%), mas, durante esse período, a fábrica perdeu dinheiro devido ao lucro obtido não cobrir todos os encargos fixos. Isto acontece porque o OEE não considera as paragens planeadas nem o tempo não planeado (BUONAMICI, 2015).

Quadro 1: OEE de Classe Mundial.
Fonte: Carlos, 2003

Fator OEE	Classe Mundial
Disponibilidade	90%
Desempenho	95%
Qualidade	99.9%
OEE Total	86%

Classe Mundial do OEE (Quadro 1) é o índice utilizado como *benchmark* mundial pelas indústrias. Em um estudo realizado, foi estimado que as plantas com melhor eficiência no mundo apresentam o índice de 85% de OEE e que em média, o restante das indústrias apresenta um índice de apenas 60%. Isso nos leva a crer que para uma planta operando com OEE em torno de 60%, é possível aumentar a eficiência global em até 40% utilizando os mesmos equipamentos e os mesmos recursos (SILVEIRA, 2012).

3. METODOLOGIA

Para abranger a proposta de trabalho, foi necessário identificar os aspectos metodológicos necessários para obtenção da pesquisa. O estudo realizado teve por objetivo executar um levantamento de dados, para posterior cálculo do OEE e sugestão de melhorias do processo de modelagem por injeção, realizado em uma Injetora do tipo Main Grupo, em uma fábrica de calçados da cidade de Campina Grande - PB.

A escolha da injetora para realização do estudo se deve ao fato da criticidade da etapa que a máquina realiza e pela já estimada baixa eficiência da mesma (o que é inadmissível, perante o custo de aquisição do equipamento e de comparações, mesmo que pequenas, com máquinas semelhantes) a qual necessitava ser comprovada metodologicamente. O trabalho foi desenvolvido a partir da pesquisa exploratória sobre o emprego da metodologia OEE (Eficiência Global dos Equipamentos) e desenvolvido a partir das “Seis Grandes Perdas dos Equipamentos” (NAKAJIMA, 1988) de acordo com a metodologia sugerida por Antunes (2008) e Klippel (2008).

O trabalho foi classificado como um estudo de caso, sendo que, para Tachizawa (1999), esse tipo de estudo sugere uma análise específica da relação entre casos reais e hipóteses, modelos e teorias. Também é classificada como uma pesquisa exploratória, sobre o que Triviños (1987) diz que os estudos exploratórios podem basear-se em uma hipótese ou em uma teoria que permite ao pesquisador aumentar sua experiência em torno de um determinado problema.

As informações foram levantadas através de visitas feitas à planta industrial da empresa de grande porte do ramo de calçados e lonas, situada no distrito industrial de Campina Grande-PB, bem como por meio de dados fornecidos pela mesma sobre o subprocesso.

3.1 ESTUDO DE CASO

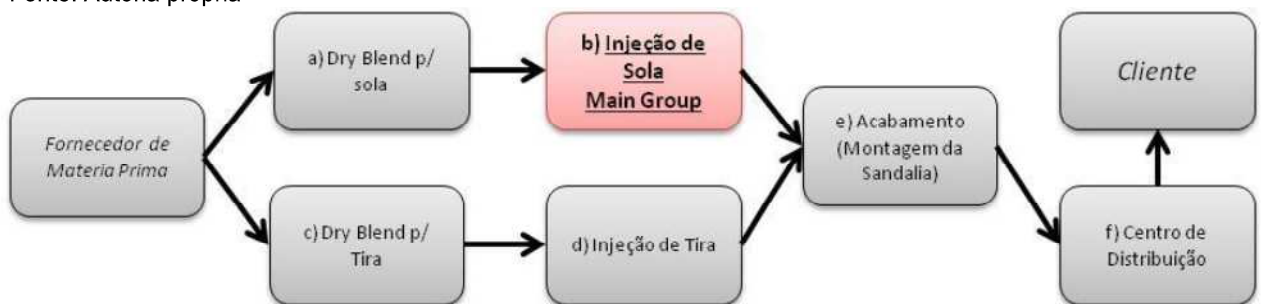
3.1.1 PROCESSO DE PRODUÇÃO DE SANDÁLIA INJETADA

O gerenciamento de processos reveste-se de grande importância na medida em que a empresa necessita cumprir seus prazos de entrega por motivos de competitivos como custo, qualidade e produtividade.

Nesse sentido desenvolver um entendimento da situação tornou-se necessário elaborar um macrofluxo do processo para visualizarmos como funciona cada subprocesso envolvido em uma fábrica de calçados. Para entender o funcionamento de um processo, é de fundamental importância ter conhecimento do fluxo de produção. Nesse contexto, conhecer o macrofluxo e sua descrição é indispensável.

A Figura 7 mostra o macrofluxo do processo e destaca o subprocesso (moldelagem por injeção) que foi escolhido para ser analisado. Dessa operação resulta como produto final, a sola da sandália.

Figura 07: Fluxo do processo
Fonte: Autoria própria



A empresa analisada possui 7 etapas no seu macrofluxo, sendo elas:

- a) **Dry Blend p/ sola:** Mistura o PVC com pigmentos e óleo, preparando para injeção de sola. Um misturador a seco que é normalmente usado para misturar múltiplos componentes secos até que eles são homogêneas. Muitas vezes adições líquidas pequenas são feitas à mistura seca para modificar a formulação do produto. É um pouco dependente das percentagens variáveis de cada componente, e a diferença entre as densidades de massa de cada um.
- b) **Injeção de Sola:** Setor responsável por transformar a borracha granulada em Sola. Injeção de borracha dando forma as Sola. Estabilização do processo de injeção, mantendo as sola dentro do standard. Resfriar das solas para não deformarem no armazenamento.
- c) **Dry Blend p/ tira:** Mistura o PVC com pigmentos e óleo, preparando para injeção de tira. Um misturador a seco que é normalmente usado para misturar múltiplos componentes secos até que eles são

homogéneas. Muitas vezes adições líquidas pequenas são feitas à mistura seca para modificar a formulação do produto. É um pouco dependente das percentagens variáveis de cada componente, e a diferença entre as densidades de massa de cada um.

- d) **Injeção de Tira:** Setor responsável por transformar o PVC pó ou granulado em forquilha. Injeção de PVC dando forma as forquilhas.

- e) **Acabamento (montagem da sandália):** Setor responsável por montar as peças e dar forma a sandália. Cortar mantas, dando forma as solas direita e esquerda. Escarear furos da sola para o encaixe da forquilha. Montar forquilha na sola encaixando os botões nos furos para dar forma à sandália. Inspeccionar e embalar as sandálias em cartuchos ou sacos plásticos.

- f) **Centro de Distribuição:** Um centro de distribuição, também conhecido como CD armazenamento dos produtos produzidos com a finalidade de despachá-los para outras unidades, filiais ou clientes.

3.1.2 EQUIPAMENTO

Tal proposta foi direcionada para o subprocesso de Injeção da sola da sandália por se tratar de uma etapa crítica. Etapa esta que é executada com a utilização da injetora do tipo Main Group E 266 XL. A Injetora Main Group E 266 XL é uma máquina estática para a produção da sola da sandália. (Figura 8)

Figura 8: Injetora Main Group E 266 XL
Fonte: Main Group Technologies, 2012



3.1.3 MEDIÇÃO DO OEE

Essa etapa teve como objetivo a medição do OEE do equipamento Main Group. Para tanto está estruturada de forma que inicialmente define os índices, segue uma proposta de detalhamento das variáveis associadas ao processo de Injeção e por fim tem-se a apresentação do resultado da evolução mensal dos mesmos.

Para se realizar o correto cálculo do indicador de eficiência global do equipamento e prover as informações adequadas para direcionar ações de melhoria nos equipamentos, são recomendados alguns procedimentos, de maneira que as perdas de produção sejam estratificadas e registradas, possibilitando uma posterior análise pelos responsáveis da linha de produção.

Todas as perdas de produção (paradas de linha) devem ser registradas, anotando-se a data, hora e motivo da parada e o tempo durante o qual a mesma afetou a produção. Desta maneira, é possível ao final de um período determinado (uma semana, um mês, ou qualquer outro, a critério da empresa) realizar uma estratificação das perdas, visualizando-se desta maneira os fatores que mais afetaram a produtividade deste equipamento.

O estudo foi realizado em uma injetora de marca Main Group E 266 XL. Os dados foram apontados pelo operador responsável da máquina em livros de ocorrência de parada. E em seguida, o coordenador da planta recolhia esses dados e os envia para o analista de manutenção, que analisava tais informações segundo o cálculo do OEE e elaborava um relatório para os coordenadores de manutenção e de operação. Uma reunião semanal era organizada pelos coordenadores com todas as pessoas envolvidas, para que fosse estabelecido um plano de ação. Semanalmente, uma reunião envolvendo as gerências do projeto, seria organizada para discutir os impactos trazidos pela implantação da OEE.

Para que a gestão de OEE fosse bem aplicada para trazer os resultados esperados, foi necessário que os dados coletados fossem precisos. Para assegurar a qualidade dos dados foi realizado um intenso treinamento dos colaboradores ensinando a forma correta de registrar as ocorrências, a importância desses registros e como isso impactaria no resultado da empresa.

O estudo e coleta das informações de produção, inutilizado, paradas não previstas e setup foi realizado no período de 01 a 31 de janeiro 2016. Sempre no final do horário de trabalho.

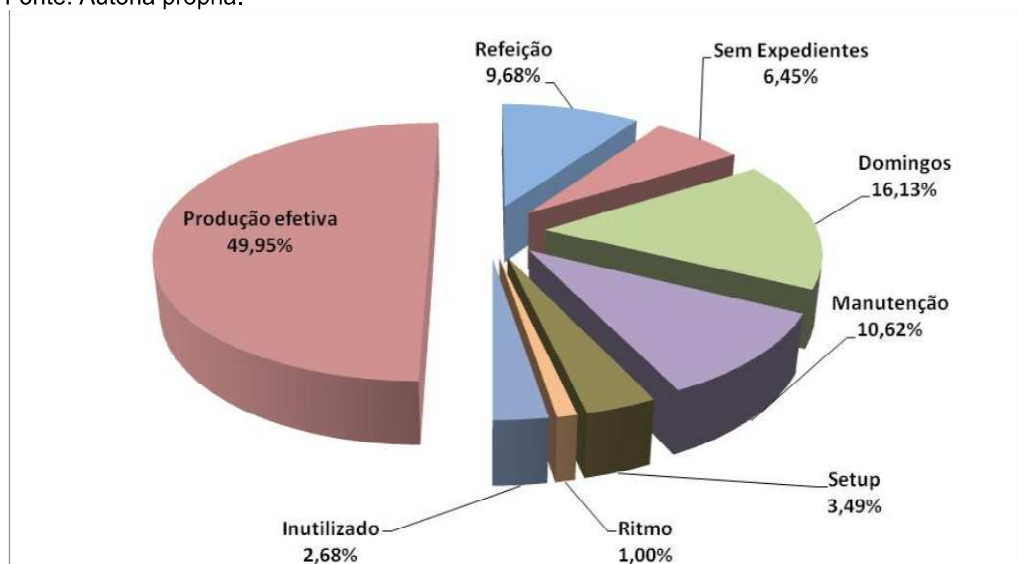
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os registros das ocorrências se realizaram durante a produção, especificando o produto, a quantidade planejada e a quantidade produzida, ressaltando, nos momentos de parada, o motivo e quaisquer observações pertinentes. Dentre os diversos motivos de parada de produção na injetora, pode-se listar:

- **Refeição; Sem Expedientes; Domingos; Manutenção; Setup; Ritmo.**

Nenhuma ocorrência parada, refugo foi desprezada e o registro continha todo o período de produção (Figura 9).

Figura 9: Gráfico de impacto da área na OEE
Fonte: Autoria própria.



Para os cálculos consideramos que o setor de Injetora de sola tinha uma escala de expediente de segunda a sábado dividida em três turnos de 7 horas cada. A cada turno existe um período de 1 hora para refeição. Não há expediente aos domingos. No mês de janeiro de 2016 a máquina quebrou e ficou sem funcionar durante 79 horas. Quando a “Manutenção” liberava a máquina esta ficava em Setup para ajustes totalizando 26 horas e não produziram neste período. O Total de produtos produzidos no mês de janeiro de 2016 foi de 62.646 peças e foram rejeitadas 2.831 peças por apresentar deformação em sua estrutura. O ciclo da máquina dura 8,25 minutos, pelas especificações do fabricante, sendo que a cada ciclo a máquina produz 22 peças (Quadro 2).

Quadro 02: Demonstrativo de formula e cálculos
Fonte: Autoria própria.

	Fórmulas	Abrev.	Designação OEE	Valor	Unidade
A	30 dias x 24 horas	HT	HORAS TOTAIS	744	h
B	Refeição + Sem Expediente + Domingos	HPP	HORAS PARADAS PREVISTAS	240	h
C	Manutenção + Setup	HPNP	HORAS PARADAS NÃO PREVISTAS	105	h
D	A - B	HD	HORAS DISPONÍVEIS	504	h
E	D - C	HP	HORAS PRODUÇÃO	399	h
F	O / H	HVR	HORAS VARIAÇÃO DE RÍTMO	- 7,5	h
G	Registro do Banco de Dados	QPP	QUANTIDADE DE PRODUTOS PRODUZIDOS	62.646	pç
H	(3600 / Tciclo) x Produtos p/ Ciclo	PH	PRODUTOS POR HORA	160	pç/h
I	D X H	QTD	QUANTIDADE TEÓRICA NA DISPONIBILIDADE	80.640	pç
J	E X H	QTP	QUANTIDADE TEÓRICA NA PRODUÇÃO	63.840	pç
K	C X H	QTPNP	QUANTIDADE TEÓRICA NA P.N.P.	16.800	pç
L	Registro do Banco de Dados	QP	QUANTIDADE PRODUZIDA	62.646	pç
M	L - N	QPP	QUANTIDADE PRODUZIDA NA PRODUÇÃO	62.646	pç
N	Registro do Banco de Dados	QPPNP	QUANTIDADE PRODUZIDA NA P.N.P.	-	pç
O	M - J	QVR	QUANTIDADE VARIAÇÃO DE RITMO	- 1.194	pç
P	Registro do Banco de Dados	QPR	QUANTIDADE PRODUTOS REJEITADOS	2.831	pç
Q	L - P	QPB	QUANTIDADE PRODUTOS BONS	59.815	pç
I.	P / (M + N)	IR	ÍNDICE DE REJEIÇÃO	4,52	%
II.	E / D	ID	ÍNDICE DE DISPONIBILIDADE	79,17	%
III.	(E + F) / E	IP	ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE	98,13	%
IV.	Q / (M + N)	IQ	ÍNDICE DE QUALIDADE	95,48	%
V.			ÍNDICE DE O.E.E.	74,18	%

	Dados Informados pela produção
	Valores Calculados
	Informações calculada a partir do registro do Banco de Dados

Portanto temos:

PRODUTOS POR HORA - PH

$$PH = (60 / Tciclo) \times \text{Produtos p/ Ciclo}$$

$$PH = (60 / 8,25min) \times 22$$

$$PH = 160 \text{ pçs/h}$$

Paradas Previstas - PP: Café; Sem Expediente e Domingos

Paradas Não Previstas - PNP: Manutenção; Setup

➤ **Informações calculadas a partir do registro no banco de dados**

CALCULANDO (A)

HORAS TOTAIS - HT: É o tempo cronológico existente no período.

$$D + B \text{ Formula: } HT = HD + HPP$$

Mês de janeiro de 2016: 31 dias x 24 horas

$$HT = 744 \text{ h}$$

CALCULANDO (B)

HORAS PARADAS PREVISTAS - HPP: É o tempo em que o planejamento desconsidera como período produtivo. (Sem Expediente, Refeição, férias coletivas, etc.). Temos:

Refeição: $3 \times 1h \times 24 \text{ dias} = 72 h$

Sem Expedientes: $24 h \times 2 \text{ dias} = 48 h$

Domingos no Mês: $24 h \times 5 \text{ dias} = 120 h$

HPP = 240 h

CALCULANDO (C)

HORAS PARADAS NÃO PREVISTAS - HPNP: É o tempo em que a máquina parou por quebra, falta de matéria prima, falta de energia, Setup, Ajuste, limpeza etc.

Manutenção: $79 h$

Setup: $26 h$

HPNP = 105 h

CALCULANDO (H)

PH = Produtos por Hora (especificações do cadastro).

62.646 - Totais de produtos produzidos no mês.

0 - Total de produtos produzidos na parada Ajuste Setup

160 - Produtos / Hora.

399 - Horas de Produção.

$HVR = [(62.646 - 0) / 160] - 399$

$HVR = 391,5 - 399 = -7,5 \text{ horas}$

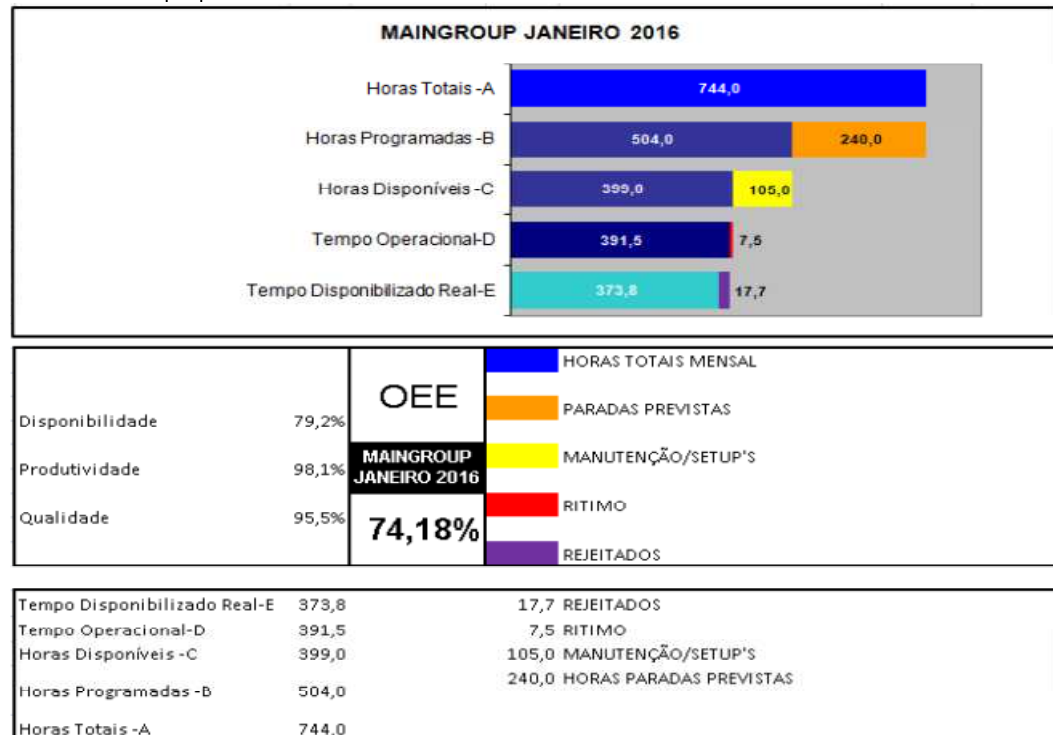
HVR = 7,5 h

$HVR = - 7 \text{ horas e } 5 \text{ minutos}$

Obs.: Se o cadastro de Produtos/Hora estiver correto, ou seja, representar a **capacidade máxima** de produção da máquina, este índice será sempre negativo, próximo do 0.

A figura 10 apresenta o resultado do cálculo do índice de OEE. E mostra os motivos que influencia nesse indicador.

Figura 10: Índice do OEE
Fonte: Autoria própria



Com base nos dados foi possível fazer uma comparação com padrões Classe Mundial, como pode ser visto no Quadro 3:

Quadro 3: OEE do processo de injeção de Sola x Padrão Classe Mundial
Fonte: Autoria própria.

Tabela Comparativo entre o OEE Médio da Planta e os Padrões Classe Mundial		
Índice	Injeção de Sola	Padrão Classe
Disponibilidade	79,2%	90,0%
Produtividade	98,1%	95,0%
Qualidade	95,5%	99,4%
OEE	74,2%	85,0%

Analisando-se os dados do Quadro 3, é possível notar uma defasagem em relação aos Padrões de Classe Mundial, o maior exemplo é verificado com o Índice Disponibilidade de 79,2% que foi inferior aos Padrões de Classe Mundial em 10,8%. É necessário, neste momento, identificar os agentes causadores desses valores.

Com relação ao Índice Disponibilidade, a causa do índice de 79,2% se deve ao número de horas paradas, como pode ser visto no Quadro 4. As Paradas Não Previstas tiveram um impacto na produção de 20,8%.

Quadro 4: Paradas (h)x(pç)x(%)
Fonte: Autoria própria.

Comparativo de Paradas	
Item	Total no Período
Horas Disponíveis	504
Horas Produzido	399
Paradas Manutenção (h)	79
Paradas SETUP (h)	26
Impacto das Paradas	20,8%

Com relação ao Índice de Produtividade, a causa do índice de 98,1% que superou aos dos Padrões de Classe Mundial em 3,1%, se deve a alta produtividade mensal. Indicando que a máquina trabalhou próximo dos valores teóricos indicados pelo fabricante, como pode ser visto no Quadro 5.

Quadro 5: Produtividade (h)x(pç)x(%)
Fonte: Autoria própria

Comparativo de Produtividade			
Item	(h)	(pç)	(%)
Produção Desejada	399,0	63.840	100,0
Produção	391,5	62.646	98,1
Impacto da Variação de Ritmo	7,5	1.194	1,9

Já em relação ao Índice de Qualidade, apesar da diferença ser de 3,9%, em comparação aos Padrões de Classe Mundial. Essa diferença reflete uma produção de retrabalho de 2.831 peças, como pode ser visto no Quadro 06.

É o índice percentual de quanto da produção do período disponível foi aproveitada com produtos dentro das especificações.

Quadro 6: Qualidade (h)x(pç)x(%)
Fonte: Autoria própria.

Comparativo de Qualidade			
Item	(h)	(pç)	(%)
Produção	391,5	62.646	100,0
Produção de Peças boas	421,2	59.815	95,5
Produção de Retrabalho	19,9	2.831	4,5
Produção de Retrabalho nos Padrões de Classe Mundial	2,6	376	0,6
Diferença	17,3	2.455	3,9

Baseado no que foi exposto acima e nos dados coletados, torna-se possível quantificar os agentes causadores de cada problema e propor soluções viáveis para redução de seus impactos sobre os mesmos, como visto no Quadro 7.

Quadro 7 Quadro dos principais agentes causadores de problema
Fonte: Autoria própria.

IMPACTO SOBRE INDICADOR	DEFEITO	Impacto em Hora	Impacto em Quantidade de peças	Impacto em (%)	Percentual acumulado (%)
DISPONIBILIDADE	Paradas Manutenção	79,0	12.640	60%	60%
DISPONIBILIDADE	Paradas SETUP	26,0	4.160	20%	79%
QUALIDADE	Retrabalho	19,9	3.190	15%	94%
PRODUTIVIDADE	Variação de Ritmo de produção	7,5	1.194	6%	100%

Se 74,0% dos agentes causadores dos problemas de Paradas de Manutenção e Tempo de Setup fossem resolvidos o índice do OEE para a injeção de sola seria igual ao Índice Padrão de Classe Mundial. (Quadro 8).

Quadro 8: Índice do OEE resolvendo metade dos impactos em horas dos agentes causadores de problema.
Fonte: Autoria própria.

Índice do OEE resolvendo metade dos impactos em horas dos agentes causadores de problema		
Índice	Injeção de Sola	Padrão Classe Mundial
DISPONIBILIDADE	90,8%	90,0%
PRODUTIVIDADE	98,1%	95,0%
QUALIDADE	95,5%	99,4%
OEE	85,0%	85,0%

A utilização integrada dessas ferramentas apresentadas possibilita que a organização estratifique ao máximo o problema detectado, podendo delimitar o mesmo e atacá-lo de uma maneira mais eficaz.

Realizando-se todo esse processo de estratificação e hierarquização do problema, através das ferramentas utilizadas (e outras que eventualmente poderão ser escolhidas), a organização prioriza o seu problema para enfim poder identificar as causas desse problema.

5 CONCLUSÃO

Foi possível concluir ao longo deste trabalho os seguintes aspectos:

- 1) A adequação dos equipamentos, treinamento das pessoas envolvidas e a maneira como são administrados, colabora para o desempenho da indústria.
- 2) O calculo do rendimento das maquinas está diretamente relacionado com a produtividade dos métodos produtivos, influencia a eficácia da mão de obra, fornece o aumento do grau de qualidade dos produtos.
- 3) A implantação do OEE (Eficácia Global do Equipamento) é um dos melhores caminhos para monitorar e melhorar a eficiência dos métodos de manufatura, desde equipamentos, células, linhas, até o nível de plantas.
- 4) O OEE é a ferramenta que permite explorar toda a capacidade escondida nas operações de manufatura dentro de uma organização. Se este conceito estiver presente em todos os intervenientes no sistema (operadores, supervisores e gestão) então estará criado o ambiente para que o sistema se torne um indicador de gestão de grande utilidade e nunca surja a tentação de “manipular” os números.
- 5) Quanto maior for o valor do OEE mais difícil será melhorá-lo. A meta de 85% é uma referência de “classe mundial”. OEE é uma ferramenta de apoio à melhoria contínua.
- 6) Se a empresa restringir os seus esforços em reduzir 74% do impacto em horas ocasionado por Paradas de Manutenção e Tempo de Setup o índice do OEE para a injeção de sola seria igual ao Índice Padrão de Classe Mundial.

REFERÊNCIAS

- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5462: Confiabilidade e manutenibilidade. Rio de Janeiro, 1994.
- ANTUNES, JUNICO e outros. Sistemas de Produção: Conceitos e Práticas para Projeto e Gestão da Produção Enxuta, Porto Alegre Bookman, 2008.
- BUONAMICI, Vinicius. Correlação OEE x CpK: Produtividade e Qualidade nas Indústrias. 2015. Disponível em: <http://www.ppi-multitask.com.br/blog/correlacao-oe-e-cpk-produtividade-e-qualidade-nas-industrias>. Acesso em: 26/02/2016
- CARLOS, Emilio. A Eficiência Geral ou Global dos Equipamentos ou Máquinas, medida pelo OEE – Overall Equipment Effectiveness, 2003. Disponível em: <http://www.tgnbrasil.com.br/o-que-e-oe/>. Acesso em: 26/02/2016.
- CONTADOR, J.C. Gestão de Operações: A Engenharia de Produção a Serviço da Modernização da Empresa. São Paulo: Edgard Blücher, 1997.
- FREITAS, Marco. Implementação da filosofia TPM (TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE) um estudo de caso. Itajubá, 2002. 13 f. Trabalho de formatura (Engenheiro de Produção) – Faculdade de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Itajubá.
- KLIPPEL. A. Notas de Aula, Gestão do Posto de trabalho. Curso Engenharia de Produção Básica, Porto Alegre, 2008.
- J. I. P. M. Japanese Institute of Plant Maintenance. TPM frequently asked questions. 2002. Disponível em < <http://www.jipm.or.jp/en/index.html> > Acesso em 26 fev 2016.
- LIKER, J. The Toyota Way. New York: McGraw Hill, 2004.
- MAIN GROUP TECHNOLOGIES, Máquina Injetora E 266 XL. 2012. Disponível em: <http://www.maingroup.com/>. Acesso em: 08/03/2016
- MOELLMANN, A. H.; ALBUQUERQUE, A. S.; CONTADOR, J. L.; MARINS, F. A. S. Aplicação da teoria das restrições e do indicador de eficiência global do equipamento para melhoria de produtividade em uma linha de fabricação. Revista Gestão Industrial. v. 02, n. 01. jan-mar 2006.
- NAKAJIMA, S. Introdução ao TPM - Total Productive Maintenance. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos Ltda., 1989.
- NAKAJIMA, S. Introduction to Total Productive Maintenance. Productivity Press, Cambridge, 1988.
- NUNES, Luciano Rodrigues, concepção e org.; Rodolfo Jr., Antonio, coord.R_t Tecnologia do PVC / Antonio Rodolfo Jr., Luciano Rodrigues Nunes, Wagner

Ormanji; consultoria e revisão técnica: Elias Hage Jr., José Augusto Marcondes Agnelli, Luiz Antonio Pessan. São Paulo: ProEditores / Braskem, 2002. 2ª edição revista e ampliada.2006.

PAOLI, Marco Aurelio de. DEGRADAÇÃO E ESTABILIZAÇÃO DE POLÍMEROS. 2. ed. São Paulo: João Carlos de Andrade, 2008.

PAULO, João. CLORETO DE POLIVINILA - PVC. 2010. Disponível em: <http://www.quimicavolatil.com.br/2010/07/cloreto-de-polivinila-pvc.html>. Acesso em: 26/02/2016

RIBEIRO, Haroldo. Total Productive Maintenance (TPM) : Manutenção Produtiva Total. São Paulo, 2003, 103 p.

SÁVIO. F. Notas de Aula, Polímeros fundamentos científicos e tecnológicos. Instituto federal de educação, Recife, 2009

SEVEGNANI, Gustavo. Benefícios da utilização de um sistema de monitoramento de paradas de máquina em uma linha de usinagem. 2007. Monografia apresentada a Universidade do Estado de Santa Catarina para obtenção do grau de Engenharia Habilitação em Produção e Sistemas.

SILVA, José Pedro Amorin Rodrigues. (<http://www.scribd.com/doc/3627866/TPM-TotalProductive-Maintenance-Parte-1>) 2012.

SILVEIRA, Cristiano Bertulucci. OEE, CÁLCULO DE EFICIÊNCIA DA PLANTA E INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS. 2012. Disponível em: <http://www.citisystems.com.br/oe-calculo-eficiencia-equipamentos-integracao-sistemas/>. Acesso em: 26/02/2016.

SLACK N. Vantagens competitivas em manufatura: atingindo competitividade nas operações industriais. São Paulo. Atlas, 2002.

TACHIZAWA, T. Como fazer uma monografia na prática. Rio de Janeiro: Editora FGV, 1999.

TRIVIÑOS, A. Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.

XENOS, H. G. Gerenciando a Manutenção Preventiva: o caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade. Belo Horizonte. Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1998.