



## IDENTIFICAÇÃO DE PROBLEMAS EM MÁQUINA INJETORAS QUE OPERAM COM ROBÔS MANIPULADORES

### *TROUBLESHOOTING IN INJECTOR MACHINES OPERATING WITH HANDLING ROBOTS*

Daniel PIRES<sup>1</sup> Amanda Souza Oliveira PIMENTEL<sup>1</sup> Roberli Leopoldino CANTIDIO<sup>1</sup> William Machado EMILIANO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Tecnologia Assessoritec, Matriz – Rua Marquês de Pombal, 287 – Iriirú, Joinville – SC, 89227-110.

Recebido: 10/03/2019 – Aprovado: 15/07/2019

#### RESUMO

Hoje com advento da Indústria 4.0, a automação de processos é uma necessidade nas empresas. Seguindo estas facilidades que a automação traz, este trabalho tem como objetivo, identificar e solucionar as possíveis causas de alguns problemas, que ocorrem em máquinas injetoras de PVC (Policloreto de Vinila). Para resolver este problema foram utilizadas algumas das ferramentas da qualidade como monitoramento do processo, Gráficos de Pareto, Diagramas de Ishikawa, brainstorming e 5W1H. Ao monitorar o processo foram identificados alguns destes problemas. Com a utilização do Gráfico de Pareto foi possível priorizar os problemas que mais ocorrem, utilizando o brainstorming e o Diagrama de Ishikawa, pode-se identificar as causas raízes destes problemas e como a ferramenta 5W1H pode-se elaborar plano de ação para sanar estes problemas. Os resultados obtidos por meio deste trabalho, foram a identificação dos problemas que ocorrem e o plano de ação. Todos estes processos de monitoramento, coleta de dados e elaboração do plano de ação são ferramentas indispensáveis para manter-se o processo sob controle, tornando este processo mais eficiente.

**Palavras Chaves:** Automação, revoluções industriais, ferramentas da qualidade e melhorias no processo.

#### ABSTRACT

Today with the advent of Industry 4.0, process automation is a necessity in companies. Process automation aims to optimize business resources. Following this facility that automation brings, this work aims to identify and solve the possible causes of some problems that occur in PVC (Polyvinyl Chloride) injection machines, which operate with manipulative robots, problems that are poorly identified by system that monitors the process, which causes the machine to stop and consequently reduce its efficiency. To solve this problem, we used some of the quality tools such as process monitoring, Pareto Charts, Ishikawa Diagrams, brainstorming and 5W1H. By monitoring the process some of these problems were identified. Using the Pareto Chart it was possible to prioritize the problems that occur most, using brainstorming and the Ishikawa Diagram, it is possible to identify the root causes of these problems and how the 5W1H tool can elaborate action plan to solve these problems. . The results obtained through this work were the identification of the problems that occur and the action plan. All these monitoring, data collection and action plan processes are indispensable tools to keep the process under control, making this process more efficient.

**Keywords:** Automation, industrial revolutions, quality tools and process improvements.

## 1. INTRODUÇÃO

Com o advento da Indústria 4.0 é indispensável para uma organização automatizar seus processos fabris, para manter-se competitiva no mercado e perante seus concorrentes. As novas tecnologias que estão surgindo com a Indústria 4.0 facilitam muito este processo de automatização dos processos das organizações, tornando os processos mais integrados entre os diversos setores das organizações. Esta integração entre os setores acaba tornando mais assertiva as tomadas de decisões dos gestores das organizações (COSTA, 2017).

No entanto um processo automatizado em não conformidade, tanto em seus sistemas de informações tanto em seu processo, tende a causar queda na produção, desperdícios de tempo e recursos, tornando os processos e equipamentos ineficientes.

Este trabalho foi elaborado dentro de uma empresa de transformação plástica, onde máquinas injetoras de PVC (Policloreto de Vinila) e robôs manipuladores operam em conjunto, no entanto devido a algumas variações no processo, ocorre uma série de alarmes que ocasionam a interrupção do ciclo de produção, tanto da máquina injetora quanto do robô manipulador. Essa parada, influência de forma direta na eficiência do equipamento, causando desperdícios de recursos como matéria prima, horas produtivas e mão de obra.

Este trabalho tem como objetivo identificar as possíveis causas que ocasionam estas interrupções no processo. Para descobrir as causas destes alarmes que interrompem o processo foram empregadas algumas das ferramentas da qualidade como monitoramento do processo, Gráficos de Pareto a fim de priorizar as que mais influenciam no processo, brainstorming e Diagramas de Ishikawa para encontrar as causas e efeitos estes alarmes e *5W1H* para elaborar planos de ações para sanar estes problemas nos equipamentos.

## 2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia deste trabalho divide em duas partes:

A primeira foi o método dedutivo, onde foi realizado uma pesquisa bibliográfica sobre os temas inseridos neste trabalho, além de uma pesquisa bibliográfica das ferramentas utilizadas no trabalho como: Gráfico de Pareto; Brainstorming; Diagrama de Ishikawa; *5W1H*.

A segunda parte foi um estudo de caso, Yin (2001) define o estudo de caso como uma investigação empírica e compreende um método abrangente, com a lógica do planejamento, da coleta e da análise de dados. Pode incluir tanto estudos de caso único quanto de múltiplos, assim como abordagens quantitativas e qualitativas de pesquisa. Neste estudo de caso foi feita uma escolha de um objeto, neste caso máquina

injetoras de operam com robôs manipuladores, visando uma investigação para identificar, classificar e quantificadas as variáveis do processo.

### **3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

#### **3.1 INDÚSTRIA 4.0**

Nesta nova revolução industrial chamada de Indústria 4.0, cria e traz novas perspectiva não apenas dentro das indústrias como em toda a sociedade. Schwab (2016) aponta algumas destas mudanças esperadas: Alterações nas expectativas dos clientes; Produtos mais inteligentes e processos mais produtivos; novas formas de colaboração e parcerias; transformação do modelo operacional e conversão em modelo digital.

Schwab (2016) ainda afirma que nos próximos anos as indústrias deverão ser mais inteligentes, flexíveis, dinâmicas e ágeis, produzindo assim produtos mais inteligentes e exclusivos, que atentem as novas expectativas dos clientes, quanto aos equipamentos deverão ser mais precisos, automatizados e as cadeias de abastecimento terão que ser mais enxutas eliminando ao máximo os desperdícios que ocorrem durante o processo (HUBA; KOZAK, 2016).

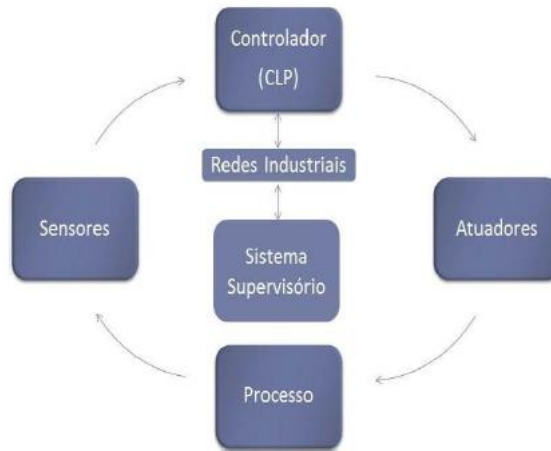
Segundo Costa (2017) estas novas indústrias estão intimamente ligadas com a melhoria contínua de seus processos, direcionadas a eficiência, segurança, produtividade de suas operações e sobretudo no *pay-back* de seus projetos.

Apenas desta nova revolução industrial ser chamada de Industria 4.0, seus avanços não estão limitados a apenas as indústrias, mas também abrange outros campos, segundo Schwab (2016) aponta outros campos que provavelmente não existiriam sem as novas tecnologias trazidas por esta revolução, Schwab define estas inovações como “megatendências” que abrange áreas da Física, Área Digital e Área Biológica.

#### **3.2 AUTOMAÇÃO**

Atualmente em um ambiente competitivo entre empresas produzem em grande escala um determinado produto, a implantação de sistemas de automação é algo indispensável para que a empresa possa se manter competitiva nestes ambientes. Quanto a isto NATALE (2009, p.18) escreveu “os controles de processos industriais e a automação de manufatura, sem dúvida, são aplicações de grande impacto”. Um sistema automatizado funciona de forma cíclica e são necessários alguns dispositivos para que possa ocorrer, como apresentado na Figura 01.

Figura 1- Diagrama em Bloco de um Sistema Automatizada.



**Fonte:** Instituto Federal de Goiás (2010)

Funcionamento do processo automatizada (ALVES, 2010; NATALE, 2009; ZANCAN, 2011):

- **Supervisório:** é um *software* onde ocorre a interface homem-máquina e onde o programador pode realizar as configurações necessárias para a operação do equipamento além de poder acompanhar o processo.
- **Redes:** o controlador usa a rede para informar ao supervisório o que está ocorrendo no processo e assim o programador por sua vez monitora o processo.
- **Controlador ou Controlador Lógico Programável (CLP):** controlador é a parte fundamental do sistema automatizado, pois recebe as informações dos sensores através das entradas, os converte em sinais elétricos, os interpreta e envia as respostas para os atuadores através das saídas.
- **Sensores:** os sensores servem para acusar as mudanças ocorridas no processo, enviando sinais para o controlador.
- **Atuadores:** os atuadores são os dispositivos que agem diretamente no processo, são os atuadores que recebem os sinais do controlador e executam os movimentos pré-definidos pelo programador.

Um processo automatizado em uma indústria geralmente é composto por robôs manipuladores, que exercem funções repetitivas, precisas e com velocidade algo difícil para operadores executarem sem que não ocorra alguma doença relacionada a este trabalho (BOUTEILLE ET. AL.,1997). Os robôs manipuladores começaram a ser implantados em plantas fabris a partir da década de 60, quando a *Unimation Inc.* introduziu seu primeiro robô manipulador chamado de UNIMATE em uma fábrica da *General Motors* em *New Jersey*, EUA. No final da mesma década a *General Motors* adequou o *layout* de sua unidade fabril em *Lordstown*, Ohio para utilizar os robôs da *Unimation Inc.* o que resultou em um aumento na sua capacidade de produtiva. Os robôs manipuladores na época fabricavam 110 carros por hora, mais que o dobro da frequência das demais fabricas automotivas da época (ROBOTICS. 2018).

Segundo a RIA (*Robotic Industries Association*) define os robôs industriais como manipuladores

multifuncionais reprogramáveis desenvolvidos para movimentações de peças ou ferramentas, por meio de movimentos pré-definidos, para a atuação de muitos trabalhos diferentes (RIA, 2018).

Outra definição de robôs manipuladores industriais é a da ISO (*International Organization for Standardization*) como sendo máquinas manipuladoras com vários graus de liberdade controladas automaticamente, reprogramáveis, multifuncionais, que pode ter base fixa ou móvel para utilização em aplicações de automação industrial (ISO 10218, 1998).

O autor Bouteille et. al., (1997) cita alguns pontos relevantes para o emprego de robôs em indústrias entre eles estão:

- Redução de custos; redução da mão de obras, aumento na produtividade, melhor utilização de recursos como matéria-prima, hora máquina economia de energia e etc.
- Melhores condições de trabalho para os colaboradores, por meio da eliminação de atividades perigosas ou insalubres de seu contato direto
- Melhor qualidade do produto, por meio de controle mais racional dos parâmetros de produção.
- Realização atividades complexas de serem realizadas manualmente ou intelectualmente, como montagem de peças pequenas, a coordenação de movimentos complexos e atividades muito rápidas (deslocamento de materiais).

### **3.3 Transformação Plástica**

No período pós-guerra entre as décadas 40 e 50, aumento à demanda do mercado, por produto em serie e a baixo custo, neste contexto o processo de injeção também teve que se adaptar. Segundo Harada (2004) até a década de 40 as peças injetadas possuíam poucos gramas, no entanto nas décadas que se seguiram e as novas aplicações de produtos injetados, o processo de transformação plástica por injeção teve que evoluir, tanto que hoje são produzidas peças com mais de 30kg.

No processo de transformação plástica por injeção são utilizados inúmeros tipo de materiais poliméricos, MANRICH (2005, p.19) define polímeros como “qualquer material orgânico ou inorgânico, sintético ou natural, que tenha um alto peso molecular e com variedades estruturais repetitivas, sendo que normalmente esta unidade que se repete é de baixo peso molecular”, em sua grande parte são cadeias moleculares compostas por ligações de carbono e hidrogênio e outros elementos com cloro, nitrogênio, oxigênio entre outros.

Rosato, Rosato (1995) afirma que a primeira injetora foi registrada em 1872 por Isaac e John Hyatt, era constituída por uma prensa manual que era o molde, um cilindro a vapor para aquecer o polímero, um bico de dosagem, um êmbolo e uma prensa acionada por força hidráulica que dosava o polímero para dentro do molde.

Com o decorrer do tempo as máquinas injetoras evoluíram incorporando, sistemas eletro e eletrônicos, tornando seu funcionamento automático, mas ainda assim seu funcionamento básico se manteve o mesmo consistindo de três etapas básicas: aquecer o polímero na unidade de plastificação; dosar o polímero aquecido para dentro do molde resfriado; a abertura do molde e extração das peças. A Figura 02 é um exemplo de uma máquina injetora atual.

Figura 02: Injetora Atual



Fonte: Arburg (2018)

### 3.4 Ferramentas Da Qualidade Utilizadas Durante O Desenvolvimento Do Trabalho

Como mencionado na introdução deste trabalho, ele foi elaborado a fim de identificar as possíveis causas e a frequência da ocorrência de alguns problemas que ocorrem em determinadas máquinas injetoras que operam em conjunto com robôs manipuladores. Para realizar esta análise foram empregadas algumas ferramentas da qualidade como: Gráfico de Pareto; *Brainstorming*; Diagrama de Ishikawa; *5WIH*.

#### 3.4.1 Gráfico De Pareto

Este princípio foi estabelecido com uma Ferramentas da Qualidade por Joseph Juran, que ao se basear nos estudos realizados por Vilfredo Pareto em 1897, identificou o mesmo princípio dentro das indústrias, onde ele definiu que 20% dos defeitos afetam 80% dos processos (JURAN, 1951). Falconi (1992) define o Gráfico de Pareto como sendo uma das ferramentas da qualidade que permite dividir um grande problema em uma série de problemas menores, que são fáceis de serem resolvidos. Além de priorizar projetos e estabelecer metas concretas e alcançáveis.

#### 3.4.2 Brainstorming

A tradução da palavra *Brainstorming* para português é o equivalente a Tempestade de Ideias. Esta ferramenta serve de incitação à criatividade de um determinado grupo, pela qual indivíduos têm a possibilidade de compartilhar verbal suas ideias, sem que exista críticas ao longo do processo de geração

das ideias (STROEBE; DIEHL, 1987) (KING; SCHLICKSUPP, 2002).

### 3.4.3 Diagrama De Ishikawa

Miguel (2006) afirma que o Diagrama de Ishikawa é ferramenta que consiste em uma representação gráfica usada para analisar pontos de influenciagem (causas) sobre um determinado problema (efeito).

Kaoru Ishikawa ao criar esta ferramenta na década de 40, identificou seis pontos para facilitar na análise dos problemas em algum determinado processo, são conhecidos como 6Ms (ISHIKAWA, 1993): Matéria-prima, meio ambiente, medida, máquina, método e mão de obra.

### 3.4.4 5W1H

A ferramenta *5W1H* é utilizada como um plano de ação, pois permite que um processo seja dividido em fases estruturadas, a partir de algumas perguntas, com o intuito de planejar e implantar melhorias no processo (SELEME; STADLER 2008; WERKEMA, 2012).

Daychoum (2007) afirma que a nomenclatura *5W1H* tem origem nos termos da língua inglesa: *What?* (O que?); *Who?* (Quem?); *Why?* (Por que?); *Where?* (Onde?); *When?* (Quando?); *How?* (Como?): que são seis perguntas e que ao fazê-las, pode-se obter as informações cruciais que servirão de norte para um planejamento.

## 4. PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAL

Este trabalho foi realizado dentro de uma empresa de transformação plástica, onde seus produtos são destinados à construção civil, o principal produto desta empresa são peças de PVC injetadas por máquinas injetoras.

O estudo de caso neste trabalho foi realizado em cima de máquinas injetoras que operam em conjunto a robôs manipulador que inserir inserto de latão no molde antes das peças serem injetadas. Devido as variações neste processo viu-se a necessidade de uma análise para identificar e quantificar estas variáveis.

Todo processo possui algum tipo de variação, não importando quão sofisticado seja ele, irá apresentar algum tipo de variação (MARTINS, 2010). Como exposto na introdução, este trabalho tem o objetivo de identificar e solucionar alguns problemas que ocorrem no processo onde máquinas injetoras operam em conjunto com robôs manipuladores. Antes deste trabalho as informações sobre estes problemas eram vagas, pois o operador das máquinas injetoras apenas indicavam no MCP (Monitor e Controle de Produção) se o alarme ocorrido foi provocado pela máquina ou pelo robô manipulador, e era apenas estas

informações que ficavam registradas no sistema que integra as máquinas injetoras como supervisor.

A partir deste ponto começou-se o trabalho de identificar as possíveis causas que ocasionam o alarme na máquina e a interrupção do processo, identificando e detalhando-as de forma clara e objetiva. O desenvolvimento do trabalho consiste em três etapas sequenciais são elas:

- Monitoramento e coleta de dados do processo
- Análise dos dados coletados
- Busca por soluções

Desta forma este trabalho foi elaborado para identificar as variações que ocorrem no processo e que causam a interrupção do ciclo de produção das máquinas injetoras e dos robôs manipuladores.

A primeira parte do trabalho, a etapa de monitoramento, ocorreu em cinco máquinas diferente, mas que operam com robôs manipuladores. Estas máquinas operam com Robô de Coordenadas Cartesianas. Este tipo de robô possui três juntas, resultando num movimento composto de três translações, cujos eixos de movimento são semelhantes a um sistema de coordenadas cartesianas (IFR, 2018).

As peças produzidas por estas máquinas são conexões de PVC (policloreto de vinila) com aplicação na construção civil, em instalações de água fria, tais peças recebem um inserto de latão a fim de melhorar a fixação entre a conexão (fêmea) e qualquer tipo acessório (macho) com rosca metálica. A Figura 03 ilustra a peça injetada por estas máquinas, o item (A) e a peça injetada e o item (B) é o inserto de latão, inserido pelo robô manipulador antes da etapa de injeção do PVC no molde.

Figura 03: Peça Injetada e Inserto de Latão

(A) Peça injetada (B) Inserto de latão (bucha)



Fonte: Autor (2018)

#### 4.1 MONITORAMENTO, COLETA DE DADOS DO PROCESSO E ANÁLISE DOS DADOS

O monitoramento do processo ocorreu da seguinte forma, durante o período de uma semana, conforme ocorriam os alarmes (problemas) no processo, o operador da máquina injetora anotava o ocorrido. Estas anotações foram feitas em quadros dispostos nas máquinas, este quadro segue o modelo do Quadro 01.



## Quadro 01: Quadro usado para anotar os alarmes

### MOTIVOS DOS ALARMES DOS MANIPULADORES

|         |  |         |  |
|---------|--|---------|--|
| Máquina |  | Produto |  |
| Dia     |  | Turno   |  |

| Hora | Motivo |
|------|--------|
|      |        |
|      |        |
|      |        |
|      |        |
|      |        |
|      |        |
|      |        |
|      |        |
|      |        |
|      |        |

Fonte: Autor (2018).

Após o monitoramento e coletas de dados do processo, com o auxílio de planilhas eletrônicas estes dados foram identificados, filtrados e quantificados, seguindo o exemplo da Tabela 01.

Tabela 01: Tabela Usada Para Quantificar os Problemas

| ITENS | MOTIVOS | Nº de OCORRÊNCIA | %     | % ACUMULADO |
|-------|---------|------------------|-------|-------------|
|       |         | 0                | 0,00% | 0,0%        |
|       |         | 0                | 0,00% | 0,0%        |
|       |         | 0                | 0,00% | 0,0%        |
|       |         | 0                | 0,00% | 0,0%        |
|       |         | 0                | 0,00% | 0,0%        |
|       |         | 0                | 0,00% | 0,0%        |
|       |         | 0                | 0,00% | 0,0%        |
| -     | TOTAL   | 0                | 0     | -           |

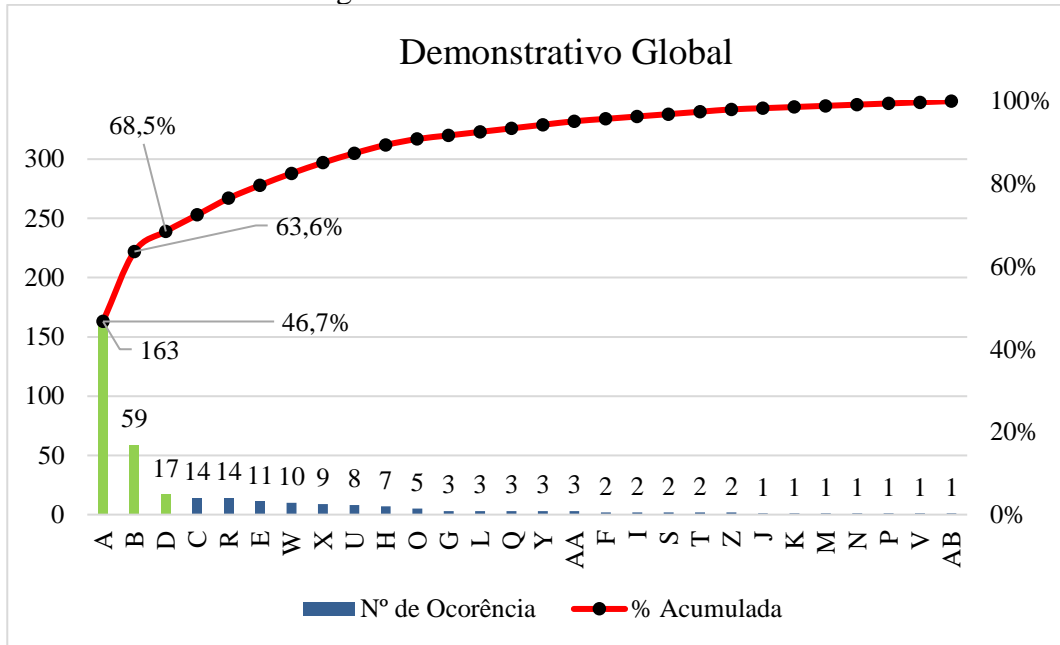
Fonte: Autor (2018).

Ao concluir as etapas de monitoramento, coletas de dados do processo, análise dos dados e aplicar do Princípio de Pareto, foi possível identificar os principais problemas ocorridos no processo. Estes problemas identificados durante o monitoramento, necessitaram de uma análise mais profunda e aplicações de outras ferramentas para encontrar algumas soluções.

## 4.2 RESULTADOS

Ao monitorar estas cinco máquinas foram identificados os seguintes alarmes (problemas), conforme o anexo 01 na página 17. Para facilitar na elaboração do gráfico, cada alarme identificado, recebeu uma letra de A à Z, assim cada item do gráfico segue esta referência informada no Anexo 01 páginas 17. O monitoramento das cinco máquinas resultou em 179 horas de coletas de dados. Neste monitoramento ocorreram 349 alarmes, sendo 28 tipos de alarmes diferentes, como é demonstrado na Figura 04.

Figura 04: Demonstrativo Global.



Fonte: Autor (2018).

Ao monitorar as cinco máquinas e analisar todos os dados foram identificadas as seguintes informações; O motivo “A” que representa “Posicionamento do Manipulador Junto ao Molde” apresentou 46,7% dos alarmes ocorridos no monitoramento. O motivo “B” que representa “Inserto defeituoso” resultou em 16,9% dos alarmes ocorridos no monitoramento. O motivo “D” que representa “Painel Vibratória Não Acionada” acusou cerca de 4,9% dos alarmes ocorridos durante o monitoramento. Somados os três motivos “A”, “B” e “D” perfazem um total de 68,5% dos alarmes ocorridos no monitoramento. Seguindo o princípio de Pareto de 80/20, pelo qual 80% dos problemas resulta de 20% das causas, estas três causas devem ser foco para a implantação de uma melhoria para reduzir o número de alarmes do processo e por consequência aumentar a eficiência das máquinas.

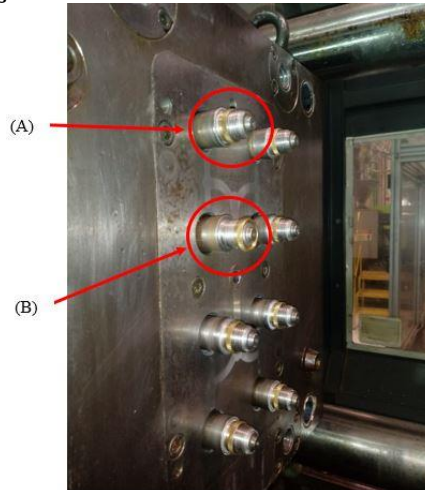
### 4.3 BUSCA POR SOLUÇÕES

Após priorizar as três causas que mais influenciam no processo, foram realizados planos de ações para sanar cada uma das estas causas.

#### 4.3.1 Motivo “a” posicionamento do manipulador junto ao molde

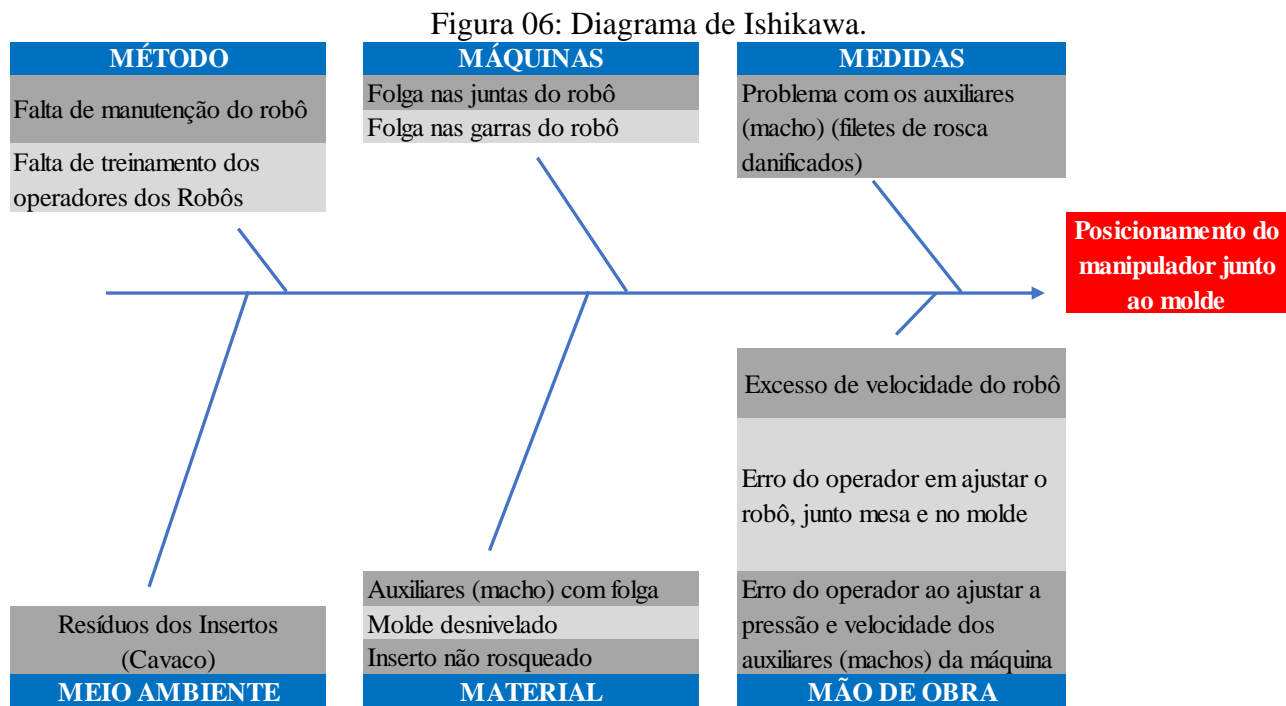
Como visto no Gráfico 01, a Causa “A” que representa “Posicionamento do Manipulador Junto ao Molde” é responsável por 46,7% dos alarmes registrados do monitoramento, resultando em 163 ocorrências de alarmes. Esta causa ocorre quando o manipulador insere os insertos no molde, mas por algum motivo o inserto não atinge sua posição no auxiliar (macho) ao fim do rosqueamento, como é visto na Figura 04.

Figura 05: Posição Dos Insertos No Molde. (A) É A Posição Correta dos Inserto no Molde; (B) a Posição Incorreta dos Insertos no Molde.



Fonte: Autor (2018)

Na Figura 04, o item (A) a seta está indicando a posição correto do inserto no molde, quanto ao item (B) a seta indica a posição incorreto do inserto no molde, pois o mesmo não chegou até sua posição correta. Para facilitar a análise deste problema, foram reunidos os operadores destas cinco máquinas, para um *brainstorming*, a fim de discutir e apontar as causas que levam ao problema em questão e assim chegou-se nas possíveis causas-raízes deste problema, como demonstrado na Figura 05.



Fonte: Autor (2019)

Agora com as possíveis causas-raiz do motivo “A” Posicionamento do Manipulador Junto ao Molde, identificadas pode-se estruturar um plano de ação para reduzir a ocorrência deste problema, para

tal tarefa foi utilizado a ferramenta *5WIH*. Os Anexos 02, 03, 04 e 05 nas páginas 18 a 21 são os planos de ações para o bloqueio de cada causa raiz levantada no Diagrama de Ishikawa, Figura 05.

#### 4.3.2 Motivo “b” inserto defeituoso

Como visto no Gráfico 01 que demonstra todos os alarmes ocorridos durante o monitoramento das cinco máquinas, este alarme resultou em 59 ocorrência representando 16,9% dos alarmes. Esta causa ocorre quando o fornecedor dos insertos envia insertos em não conformidade para a empresa. Estes insertos não conformes inevitavelmente irão parar o ciclo do robô manipulador ou da máquina injetora, pois este processo é preciso e não aceita grandes variações dos insertos. Alguns dos principais problemas encontrados nos insertos estão na Figura 06.

Figura 07: Tipos de Insertos Não Conforme. (A) Inserto com Perfil Abaixo do Especificado. (B) Inserto Deformado. (C) Inserto com a Rosca Danificada. (D) Inserto sem Rosca. (E) Inserto com Diâmetro Fora das Tolerâncias Especificadas



Fonte: Autor (2018).

A fim de reduzir a ocorrência destes insertos no processo e a geração de refugos, foram reunidos fornecedores e técnicos de processo de ambas empresas para um *brainstorming* onde foi elaborado um plano de ação baseado no método *5WIH*. Este plano de ação de encontra no Anexo 06 páginas 22.

#### **4.3.3 motivo “d” panela vibratória não acionada”**

Como visto no Gráfico 01 que demonstra todos os alarmes ocorridos durante o monitoramento das cinco máquinas, este alarme resultou em 17 ocorrência, representando 4,9% dos alarmes. Este alarme ocorre por alguma falha mecânica ou elétrica, pois a panela vibratória que contém os insertos e alimenta o robô manipulador, simplesmente não aciona, ocasionando a parada do robô manipulador e por consequência a parada da máquina injetora, obrigando o operador a reiniciar a máquina.

Para resolver este problema foi elaborado um plano de ação que segue o método do 5W1H, este plano de ação de encontra no Anexo 07 na página 23.

### **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O desenvolvimento deste trabalho, apresentou o objetivo de solucionar alguns problemas, como a ocorrência de alarmes em máquinas injetora que operam com robôs manipuladores, tais alarme ocasionam a interrupção tanto do ciclo da máquina injetora quanto do robô manipulador. Na tentativa de solucionar estes alarmes, o trabalho foi dividido em algumas etapas como; monitoramento do processo, análise de dados e pôr fim a elaboração de alguma solução para evitar que estes alarmes continuem ocorrendo.

Após monitorar o processo, os dados coletados foram analisados, com o auxílio de planilhas eletrônicas e a utilização de algumas das Ferramentas da Qualidade; como Gráficos de Pareto, pode-se classificar as causas que mais favoreceram para a ocorrência destes alarmes do processo. Assim com os dados transformados em informações tangíveis, com o emprego de algumas Ferramentas da Qualidade como; Diagrama de Ishikawa e o *5W1H*, foi possível encontrar as causas-raízes dos problemas e priorizar aqueles que mais ocorrem no processo e com isto elaborar planos de ações para solucionar-lo.

No entanto o processo descrito no trabalho é muito suscetível a variações da máquina injetora, do robô manipulador e dos insumos (insertos), desta forma estas etapas de monitoramento do processo e análise devem ser realizadas periodicamente, criando um histograma do processo a fim de manter o processo sobre controle, evitando desperdício desnecessário como tempo e recursos, fazendo destas etapas partes uma melhoria continua do processo, tornando o processo mais produtivo e financeiramente mais rentável, já que este é o propósito de processos automatizados.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, José L.. **Instrumentação, Controle e Automação de Processos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Gen. 2010.
- BOUTEILLE, D.; BOUTEILLE, N.; CHANTREUIL, S.. **Les Automatismes Programables**. 2. ed. Toulouse: Cénaduès-Éditions, 1997.
- COSTA, Cesar da. **Indústria 4.0: O futuro da Indústria Nacional**. Posgere, São Paulo, v. 1, n. 4, p.5-15, set. 2017.
- DAYCHOUM, Merhi. **40 Ferramentas e Técnicas de Gerenciamento**. 1. ed. Rio de Janeiro, Brasport, 2007.
- FALCONI, Vicente C.. **TQC: Controle da Qualidade Total: No Estilo Japonês**. Belo Horizonte. Fundação Christiano Ottoni, 1992
- HARADA, Júlio. **Moldes para Injeção de Termoplásticos: Projetos e Princípios Básicos**. São Paulo. Artliber, 2004.
- HUBA, Mikulas; KOZAK, Stefan. **From e-Learning To Industry 4.0. International Conference on Emerging e-Learning Technologies and Applications (ICETA)**. Vysoke Tatry, p. 103-108, nov. 2016.
- IFR. **Cases Studies**. 2018. Disponível em: <<http://www.ifr.org>>. Acesso em: 26 dez. 2018.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION STANDARDIZATION. **10218: Manipulating Industrial Robots**. France: ISO Publications, 1998.
- ISHIKAWA, Kaoru. **A Essência do Controle da Qualidade: Á maneira Japonesa**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1993
- JURAN, Joseph M.. **Quality Control Handbook**. ed.1, New York: McGraw-Hill Book Company, 1951
- KING, Bob; SCHLICKSUPP, Helmut. **Criatividade: Uma Vantagem Competitiva**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002
- MANRICH, Silvio. **Processamento de Termoplásticos**. São Paulo: Artliber, 2005.
- MARTINS, Roberto. **Conceitos Básicos de Controle Estatístico da Qualidade**. São Carlos UAB-UFSCar, 2010.
- MIGUEL, Paulo. A. C.. **Qualidade: Enfoques e Ferramentas**. 1 ed. São Paulo. Artliber, 2006.
- NATALE, Ferdinando. **Automação Industrial**. 10. ed. São Paulo: Érica, 2009.
- RIA. **Beginners Guide**. 2018. Disponível em: <<https://www.robotics.org/>>. Acesso em: 26 jul. 2018.
- ROBOTICS. **Um Tributo a Joseph Engelberger**. 2018. Disponível em: <<https://www.robotics.org/joseph-engelberger/unimate.cfm>>. Acesso em: 26 dez. 2018.

ROSATO, Donald V.; ROSATO, Dominick V.. **Injection Molding Handbook**. 2. ed. New York: Chapman And Hall, 1995.

SCHWAB, Klaus. **The Fourth Industrial Revolution**. Cologny. World Economic Forum, 2016

SELEME, Robson; STADLER, Humberto. **Controle da Qualidade: As ferramentas Essenciais**. Curitiba: Ibplex, 2008.

STROEBE, Wolfgang; DIEHL, Michael. **Productivity Loss in Brainstorming Groups: Toward the Solution of a Riddle: Journal of Personality and Social Psychology: Washington: vol 53 n.3, p. 497-509: Sep. 1987**

WERKEMA, Cristina.. **DFLSS (Design for Lean Six Sigma): Ferramentas Básicas Usadas nas Etapas D e M do DMADV**. v.2. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012

YIN R.. **Estudo de caso: Planejamento e métodos**. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman; 2001.

ZANCAN, Marcos D.. **Controladores Programáveis**. 3. ed. Santa Maria: Ufsm, 2011.

## ANEXOS

### Anexo 01: Motivos do Alarmes Identificados

| ITENS | MOTIVOS DO ALARMES IDENTIFICADOS                   |
|-------|----------------------------------------------------|
| A     | Posicionamento do manipulador junto ao molde       |
| B     | Inserto defeituoso                                 |
| C     | Inserto preso no selecionador da panela            |
| D     | Panela vibratória não acionada                     |
| E     | Reinício de produção                               |
| F     | Erro da máquina (grupo de injeção)                 |
| G     | Erro da máquina (extrator)                         |
| H     | Erro da máquina (auxiliar não acionado)            |
| I     | Canal preso no molde                               |
| J     | Manutenção do painel da máquina                    |
| K     | Ajuste no selecionador da panela                   |
| L     | Inserto danificada                                 |
| M     | Erros operacional (montagem da mesa)               |
| N     | Ajuste na mesa                                     |
| O     | Erro do manipulador (Alarme de segurança acionado) |
| P     | Ajuste na velocidade da panela vibratória          |
| Q     | Sensor da porta do gabinete                        |
| R     | Posição do inserto na mesa (virada)                |
| S     | Sujeira no sensor da mesa                          |
| T     | Posicionamento do manipulador junto a mesa         |
| U     | Inserto sobre outro na mesa                        |
| V     | Ar do selecionar não acionado                      |
| W     | Peça presa no macho                                |
| X     | Injeção não completada                             |
| Y     | Segurança mecânica da máquina                      |
| Z     | Fechamento incompleto do molde                     |
| AA    | Manutenção do manipulador                          |
| AB    | Excesso de material do macho                       |

Fonte: Autor



Anexo 02: 1ª parte do 5W1H dos Causas Identificadas no Diagrama de Ishikawa

| <b>CAUSAS IDENTIFICADAS NO DIAGRAMA</b> |                                                           |                                                                                                                                      |                                                            |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
|                                         | <b>Causa 01</b>                                           | <b>Causa 02</b>                                                                                                                      | <b>Causa 03</b>                                            |
|                                         | Falta de manutenção                                       | Falta de treinamento dos operadores dos Robôs                                                                                        | Folga nas juntas do robô                                   |
| <b>O QUE SERÁ FEITO</b>                 | Manutenções corretivas e preventiva                       | Treinamento operacional                                                                                                              | Manutenções corretivas e preventiva                        |
| <b>QUANDO SERÁ FEITO</b>                | Assim que possível                                        | Assim que possível                                                                                                                   | Assim que possível                                         |
| <b>ONDE SERÁ FEITO</b>                  | Nas máquina identificados no trabalho                     | Treinamento teórico em sala e prático junto o equipamento                                                                            | Nas justas do robôs das máquinas identificados no trabalho |
| <b>POR QUE SERÁ FEITO</b>               | Para resolver os possíveis problemas que o robô possa ter | Treinar os operadores a fim de reduzir erros como colisões e mau uso do equipamento em questão                                       | Para resolver os possíveis problemas que o robô possa ter  |
| <b>QUEM O FARÁ</b>                      | Setor de manutenção                                       | Por técnicos da empresa fornecedora dos robôs, ou por operadores experientes ou ainda pelo Técnicos em Eletrônica da própria empresa | Setor de manutenção                                        |
| <b>COMO SERÁ FEITO</b>                  | Seguindo os métodos estabelecidos pela empresa            | Por meio de recurso visuais e práticos                                                                                               | Seguindo os métodos estabelecidos pela empresa             |

Fonte: Autor

Anexo 03: 2ª Parte do 5W1H das Causas Identificadas no Diagrama de Ishikawa

| CAUSAS IDENTIFICADAS NO DIAGRAMA |                                                            |                                                                            |                                                                                          |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                  | Causa 04                                                   | Causa 05                                                                   | Causa 06                                                                                 |
|                                  | Folga nas garras do robô                                   | Problema com os auxiliares (macho) (filete de rosca danificados)           | Auxiliares (macho) com folga                                                             |
| <b>O QUE SERÁ FEITO</b>          | Manutenções corretivas e preventiva                        | Manutenção corretivas nos macho                                            | Manutenções corretivas                                                                   |
| <b>QUANDO SERÁ FEITO</b>         | Assim que possível                                         | Assim que possível                                                         | Assim que possível                                                                       |
| <b>ONDE SERÁ FEITO</b>           | Nas justas do robôs das máquinas identificadas no trabalho | Moldes                                                                     | Moldes                                                                                   |
| <b>POR QUE SERÁ FEITO</b>        | Para resolver os possíveis problemas que o robô possa ter  | Facilitar o rosqueamento dos insertos                                      | Para reduzir a oscilação dos auxiliares (machos) no momento de rosqueamento dos insertos |
| <b>QUEMO FARÁ</b>                | Setor de manutenção                                        | Setor de ferramentaria                                                     | Setor de ferramentaria                                                                   |
| <b>COMO SERÁ FEITO</b>           | Seguindo os métodos estabelecidos pela empresa             | Seguindo as tolerâncias normativas e os métodos estabelecidos pela empresa | Seguindo os métodos estabelecidos pela empresa                                           |

Fonte: Autor

Anexo 04: 3ª Parte do 5W1H das Causas Identificadas no Diagrama de Ishikawa

| CAUSAS IDENTIFICADAS NO DIAGRAMA |                                                                                 |                                                                            |                                                                                                           |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                  | Causa 07                                                                        | Causa 08                                                                   | Causa 09                                                                                                  |
|                                  | Molde desnivelado                                                               | Inserto não rosqueado                                                      | Excesso de velocidade no robô                                                                             |
| <b>O QUE SERÁ FEITO</b>          | Orientar os Preparadores de Máquina para nível os molde durante o <i>Set-up</i> | Manutenção corretivas nos macho                                            | Limitar a velocidade do robô nos modos automático e manual                                                |
| <b>QUANDO SERÁ FEITO</b>         | Assim que possível                                                              | Assim que possível                                                         | Assim que possível                                                                                        |
| <b>ONDE SERÁ FEITO</b>           | Durante o <i>Set-up</i>                                                         | Moldes                                                                     | No robô manipulador                                                                                       |
| <b>POR QUE SERÁ FEITO</b>        | Para deixar tanto o robôs manipulador quando o molde paralelos                  | Facilitar o rosqueamento dos insertos                                      | Para reduzir os danos e possíveis colisões                                                                |
| <b>QUEMO FARÁ</b>                | Preparadores de Máquina                                                         | Setor de ferramentaria                                                     | Setor de manutenção (eletrônica)                                                                          |
| <b>COMO SERÁ FEITO</b>           | Como ferramenta para nivelar o molde (Régua de Bolha)                           | Seguindo as tolerâncias normativas e os métodos estabelecidos pela empresa | Será limitado na própria programação do robô, mas de forma que não interfira no ciclo da máquina injetora |

Fonte: Autor

Anexo 05: 4ª Parte do 5W1H das Causas Identificadas no Diagrama de Ishikawa

| CAUSAS IDENTIFICADAS NO DIAGRAMA |                                                                                                                                               |                                                                                                                                 |                                                                                                            |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                  | Causa 10                                                                                                                                      | Causa 11                                                                                                                        | Causa 12                                                                                                   |
|                                  | Erro do operador em ajustar o robô, junto a mesa e no molde                                                                                   | Erro do operador ao ajustar a pressão e velocidade dos auxiliares (machos) da máquina                                           | Resíduos dos Insertos (Cavaco)                                                                             |
| <b>O QUE SERÁ FEITO</b>          | Treinamento operacional                                                                                                                       | Treinamento operacional                                                                                                         | Treinamento operacional                                                                                    |
| <b>QUANDO SERÁ FEITO</b>         | Assim que possível                                                                                                                            | Assim que possível                                                                                                              | Assim que possível                                                                                         |
| <b>ONDE SERÁ FEITO</b>           | Treinamento teórico em sala e prático junto o equipamento                                                                                     | Treinamento teórico em sala e prático junto o equipamento                                                                       | Treinamento teórico em sala e prático junto o equipamento                                                  |
| <b>POR QUE SERÁ FEITO</b>        | Treinar os operadores a fim de reduzir erros com colisões e mau uso do equipamento em questão                                                 | Treinar os operadores a fim de reduzir erros com colisões e mau uso do equipamento em questão                                   | Treinar os operadores quanto limpeza das painéis vibratórias para remover resíduos de cavacos dos insertos |
| <b>QUEM O FARÁ</b>               | Por técnicos do empresa fornecedora dos robôs, ou por operadores experientes ou ainda pelos Técnicos em Eletrônica da empresa própria empresa | Por técnicos do empresa fornecedora dos robôs, ou por operadores experientes ou ainda Técnicos em Eletrônica da própria empresa | Por técnicos em processo ou por operadores experientes da empresa                                          |
| <b>COMO SERÁ FEITO</b>           | Por meio de recurso visuais e práticos                                                                                                        | Por meio de recurso visuais e práticos                                                                                          | Por meio de recurso visuais e práticos                                                                     |

Fonte: Autor

Anexo 06: Plano de Ação Para o Motivo "B"

|                           | <b>Efeito</b>                                                                                   |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                           | Inserto não conforme                                                                            |
| <b>O QUE SERÁ FEITO</b>   | Desenvolver com os fornecedores dos insertos uma maneira de segregar estes inserto não conforme |
| <b>QUANDO SERÁ FEITO</b>  | Assim que possível                                                                              |
| <b>ONDE SERÁ FEITO</b>    | Na empresa que fornece os insertos                                                              |
| <b>POR QUE SERÁ FEITO</b> | Para reduzir o número de paradas de máquina e a geração de refugos                              |
| <b>QUEM O FARÁ</b>        | Técnicos em Processo de ambas as empresas (fornecedor e cliente)                                |
| <b>COMO SERÁ FEITO</b>    | Com análise do processo e implantação de alguma melhoria                                        |

Fonte: Autor