



Reconectando Pessoas,
Ciências, Artes e
Tecnologia

Anais do

XI Congresso de Engenharias da UFSJ

Part of ISSN 2237-0358

Conteúdo disponível em: doi.org/10.29327/1317088.11-1



ANÁLISE DE PROCESSO ATRAVÉS DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE: UM ESTUDO DE CASO

Erika Dorotea Oliveira Moreira ⁽¹⁾ (moreiraerika03@gmail.com)

Hugo Rafael Campos Souza ⁽¹⁾ (hr.campos21@gmail.com)

João Marcos de Carvalho Campos ⁽¹⁾ (joao.cr77@hotmail.com)

Samuel de Souza Ferreira ⁽¹⁾ (samuelsouzaf785@gmail.com)

Ayslan Bedeschi Lopes da Silva ⁽¹⁾ (bedeschiayslan@gmail.com)

⁽¹⁾ Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ) - DEPEL - Praça Frei Orlando 170, sala 3.09 EL Centro - CEP 36.307-352.

RESUMO: Este artigo apresenta um estudo de caso sobre a análise de um processo produtivo utilizando ferramentas da qualidade com o objetivo de melhorar a eficiência. O estudo concentra-se na disponibilidade de injetoras em uma empresa de manufatura, onde o objetivo principal é identificar as causas de paradas operacionais, avaliar seus impactos financeiros e implementar ações corretivas. O presente, utiliza ferramentas como Diagrama de Pareto, Estratificação e Diagrama de Causa e Efeito para analisar relatórios de ordens de manutenção, entrevista com os colaboradores e desenvolvimento de um plano de ação. A pesquisa contribui para uma compreensão abrangente de como a gestão da qualidade e a aplicação de ferramentas da qualidade podem impulsionar a melhoria dos processos nas organizações, visto que, por meio do uso destas, torna-se possível levantar causa(s) raiz, analisá-las e propor um plano para correção de efeitos indesejados no processo. Feitas as análises, o resultado esperado com a aplicação do ciclo PDCA utilizado é o aumento da disponibilidade das injetoras, fato que contribuirá para maior produtividade e redução de perdas financeiras.

PALAVRAS-CHAVE: Análise de Processo, Ferramentas da Qualidade, Eficiência Produtiva, Estudo de Caso.



Os autores são os únicos detentores dos direitos autorais.

São João del-Rei, Minas Gerais, Brasil

25-29 de setembro de 2023

[B.L. Resende](#), [C.M. Vale](#) & [R.J. Silva](#) (Organização & Edição)

1. INTRODUÇÃO

A função de produção, que envolve a transformação de bens tangíveis em produtos com maior utilidade, acompanha a trajetória humana desde suas origens. Ao longo do tempo, as abordagens adotadas pelas empresas para definir os produtos a serem produzidos em resposta às demandas do mercado têm variado, assim como as estratégias de gerenciamento do processo produtivo correspondente. Nesse sentido, a busca pela melhoria contínua dos processos produtivos tem se tornado uma necessidade constante para as organizações (MARTINS, 2001).

Para alcançar resultados consistentes na melhoria de processos, é fundamental utilizar técnicas e ferramentas específicas que possam aumentar o desempenho e diagnosticar problemas. Segundo os autores (Mesquita e Alliprandini, 2003, p. 19), a melhoria nos processos produtivos deve ser contínua e frequente, envolvendo a aplicação de conceitos teóricos e ferramentas instruídas na disciplina de Gestão da Qualidade Industrial.

O presente artigo tem por objetivo contextualizar, analisar e aplicar as ferramentas da qualidade, juntamente com um plano de ação, para a solução concreta de problemas identificados no processo produtivo. Serão explorados conceitos teóricos e práticos para fornecer uma compreensão abrangente sobre como a gestão de qualidade industrial e o uso das ferramentas da qualidade podem impulsionar a melhoria dos processos nas organizações (MORAES, 2019; PALADINI, 2019).

Neste cenário, busca-se a adoção de uma abordagem sistêmica e o emprego das ferramentas apropriadas para que as organizações possam reconhecer oportunidades de aprimoramento, diagnosticar questões e aplicar soluções eficazes. O objetivo almejado é a obtenção de um processo produtivo mais eficiente, com redução significativa de falhas e desperdícios, o que, por sua vez, contribui para fortalecer a competitividade das organizações no mercado atual (MORAES, 2019; PALADINI, 2019).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. O Método PDCA de Gestão de Processo

A expressão "método", vem do grego e significa "caminho além". Essa expressão pode ser entendida como o caminho para alcançar metas (CAMPOS, 2004).

O PDCA, também conhecido como Ciclo de Deming ou Ciclo PDCA, é uma abordagem sistemática para a gestão e melhoria contínua de processos. Foi desenvolvido por Walter A. Shewhart, mas foi William Edwards Deming quem o aplicou e difundiu amplamente. O PDCA é uma ferramenta importante em diversas áreas, como gestão de qualidade, gestão de processos, gestão de manutenção e aprimoramento do desempenho organizacional (CAMPOS, 2004; MORAES, 2019).

O PDCA é composto por quatro etapas principais:

1. **Plan** (Planejar): Definir o problema ou oportunidade de melhoria e desenvolver um plano de ação, incluindo metas específicas, cronograma e métricas de avaliação do progresso (MORAES, 2019);
2. **Do** (Fazer): Executar o plano de ação e documentar as atividades realizadas, além de fornecer educação e treinamento aos profissionais envolvidos (WERKEMA, 2013);
3. **Check** (Verificar): Avaliar os resultados em relação às metas estabelecidas, coletando dados, realizando análises estatísticas e revisando o processo em busca de oportunidades adicionais de melhoria (MORAES, 2019); e,
4. **Act** (Agir): Implementar as oportunidades de melhoria identificadas na etapa de verificação, atualizando o plano de ação, revisando os processos e alocando recursos adicionais, reiniciando assim o ciclo (MORAES, 2019).

A fim de assimilar a metodologia PDCA e exemplificá-la de maneira genérica, a Figura 1 é ilustrada a seguir.

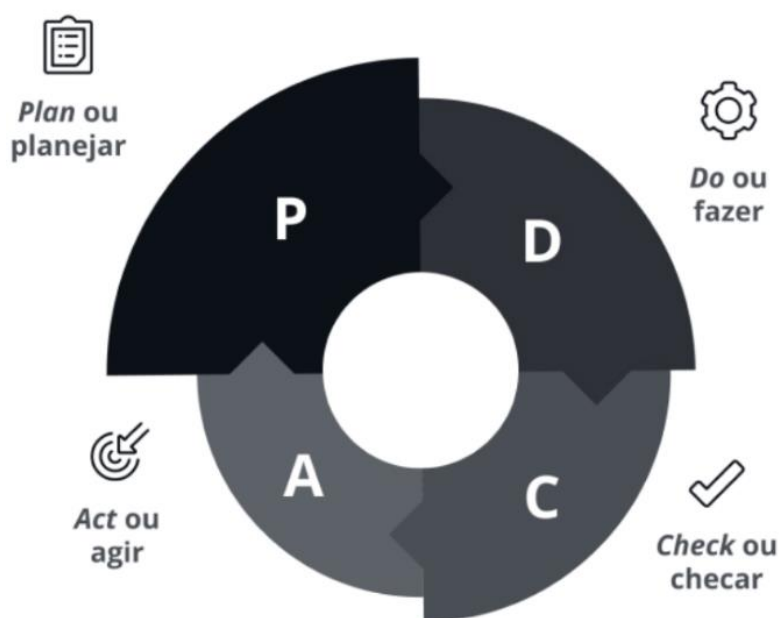


FIGURA 1. Ciclo PDCA. **Fonte:** (SYDLE, 2021).

Portanto, a metodologia PDCA é um processo contínuo e iterativo que busca com o auxílio e atribuição das ferramentas de qualidade a melhoria constante dos processos e resultados organizacionais, alinhando-se a TQM (Gestão da Qualidade Total). Ao adotar essa abordagem, as organizações podem identificar problemas de forma ágil e implementar soluções eficazes com maior eficiência. Ademais, o PDCA estimula a colaboração e a comunicação entre as partes interessadas, o que contribui para um ambiente de trabalho mais eficiente e produtivo (WERKEMA, 2013; CARPINETTI, 2016).

2.2. Ferramentas da Qualidade na Gestão de Processos

As técnicas de gestão de processos são um conjunto de abordagens amplamente utilizadas para identificar problemas, analisar dados e promover melhorias contínuas em empresas. Essas técnicas incluem ferramentas como a Folha de Verificação, Estratificação, Gráfico de Pareto, Histograma, Cartas de Controle, Diagrama de Afinidade, Diagrama de Correlação ou Dispersão, Diagrama de Causa e Efeito, entre outros, cada uma com uma aplicação específica para abordar diferentes aspectos dos processos organizacionais. Ao dominar essas técnicas, as empresas podem melhorar a qualidade de seus produtos e serviços, reduzir desperdícios, identificar causas raiz de problemas e tomar decisões embasadas em dados para otimizar seus processos, (MARTINELLI, 2009).

No presente artigo, será explorado em detalhes as seguintes técnicas: Folha de Verificação, Estratificação, Gráfico de Pareto e Diagrama de Causa e Efeito, uma vez que são aplicáveis ao presente estudo de caso. Apresentando suas definições, exemplos de aplicação e os benefícios que proporcionam para a melhoria contínua e excelência operacional.

2.2.1. Folha de Verificação

A folha de verificação é uma ferramenta utilizada para monitorar o processo por meio de tabelas ou planilhas, facilitando a coleta sistemática e análise de dados. Essa ferramenta economiza tempo, pois elimina a necessidade de desenhar figuras ou escrever números repetitivos, permitindo uma análise mais efetiva dos dados (WERKEMA, 2013; CARPINETTI, 2016). Existem diferentes tipos de folhas de verificação, cada uma adequada a diferentes finalidades, mas todas têm o objetivo de agrupar os fatos em classes e atingir resultados específicos Coelho *et al* (2016).

As folhas de verificação são classificadas em quatro tipos:

1. Folha de verificação para distribuição de um item de controle de um processo produtivo;
2. Folha de verificação para classificação;
3. Folha de verificação para localização de defeitos; e,
4. Folha de verificação para identificação de causas de defeitos.

A utilização da folha de verificação é benéfica como facilitar o trabalho de coleta de dados, organizar os dados durante a coleta, padronizar os dados coletados e permitir comparação entre o efetivo e o planejado. Além disso, é uma ferramenta útil para monitoramento e avaliação da eficácia das ações corretivas adotadas (WERKEMA, 1995; MARIANI, 2005).

Um modelo de Folha de Verificação é apresentado na Figura 2. Seu formato é livre devendo, porém, ser simples de fácil manuseio e capaz de comparar o efetivo e planejado. Esta ferramenta, além de favorecer o monitoramento, auxilia a avaliar a eficácia das ações corretivas adotadas (MARIANI, 2005).

Folha de verificação Processo: PRODUÇÃO			
Problema: PEÇAS DANIFICADAS		Data: 30/03/05	
Setor/Turno	N ^o . Peças Danificadas		Variação % (R / P)
	Real	Plano	
01/A	03/100	02/100	50 %
02/A	01/100	01/100	-
03/A	01/100	02/100	(-)50 %
Total Médio	02/100	1,75/100	14 %

FIGURA 2. Representação gráfica da folha de verificação. **Fonte:** (MARIANI, 2005).

2.2.2. Estratificação

A estratificação é uma técnica utilizada para subdividir ou estratificar o problema em estudo em partes menores, facilitando sua investigação e análise para posterior busca de solução, não havendo um único modelo padrão (cada caso é um caso). O objetivo é esmiuçar ou quebrar em partes o problema segundo suas origens. Tomando como exemplo um problema de "Um alto índice de peças danificadas na linha de produção", sua estratificação poderia ser por: a)- turma, b)- turno, d)- máquina, e)- tipo de dano, f)- operador. A Figura 3, representa graficamente a situação (MARIANI, 2005).

MODELO DE ESTRATIFICAÇÃO. (Peças Danificada) – Dia 01/03/05			
Nº Total	Turno	Setor	Máquina
150	01 = 150		1.1 AZUL =70
		A = 90	Vermelha =20
		B = 30	Azul =30
		C =30	Azul =30
150	150	150	150

FIGURA 3. Representação gráfica de um modelo de estratificação. **Fonte:** (MARIANI, 2005).

2.2.3. Gráfico de Pareto

Baseando-se no princípio de "Pareto", um estudioso italiano, que dizia: "poucas causas são vitais, sendo a maioria delas triviais", o Gráfico de Pareto serve para apontar quantitativamente as causas mais significativas, em sua ordem decrescente, identificadas a partir da estratificação (SILVA, 1995). A Figura 4 apresenta um modelo do Gráfico de Pareto baseado em um problema imaginário de um alto índice de peças danificadas em uma linha de produção.

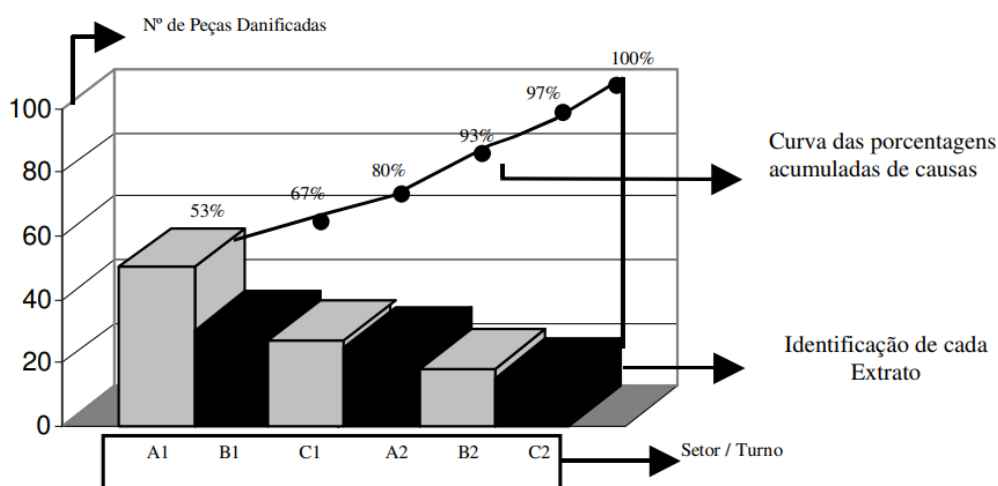


FIGURA 4. Representação gráfica do gráfico de pareto. **Fonte:** (SILVA, 1995).

2.2.4. Diagrama de Causa e Efeito

Criada e desenvolvida por Kaoru Ishikawa, esta ferramenta - denominada também de Diagrama de Espinha de Peixe, ou diagrama 6 M, está representada na Figura 5. É uma técnica simples e eficaz na enumeração das possíveis causas de um determinado problema (CAMPOS, 1992).

As causas são agrupadas em famílias para facilitar sua análise, sendo relacionadas com o efeito causado de forma visual e clara.

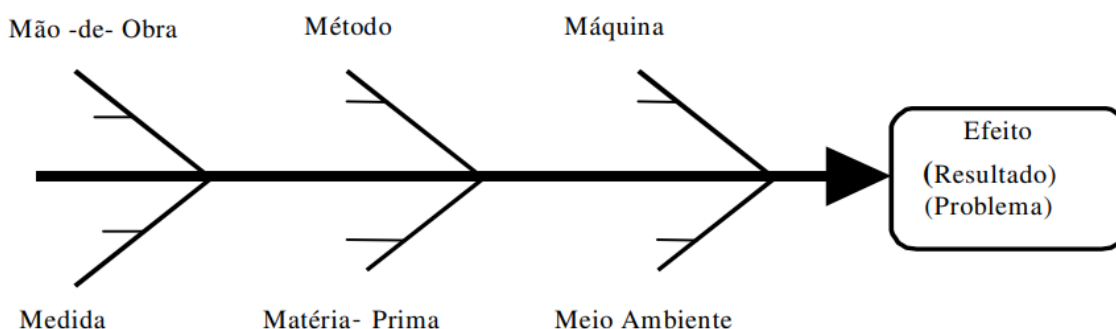


FIGURA 5. Representação gráfica do diagrama de causa e efeito. **Fonte:** (CAMPOS, 1992).

3. METODOLOGIA

3.1. Análise Descritiva do Problema

O presente artigo descreve um estudo de caso, tendo como eixo central de investigação, a disponibilidade das injetoras no processo produtivo de uma empresa de manufatura. As injetoras desempenham um papel crucial na produção, sendo responsáveis por moldar peças plásticas por meio da injeção de material em moldes.

A disponibilidade das injetoras é de extrema importância, uma vez que um baixo índice de disponibilidade resulta em grandes prejuízos financeiros para a empresa. Quando as injetoras estão indisponíveis devido a falhas operacionais, ocorre uma interrupção na produção, levando a perdas de tempo, recursos e oportunidades de negócios.

O objetivo principal do estudo é garantir que as injetoras funcionem corretamente durante o maior tempo possível, maximizando a disponibilidade desses equipamentos no processo produtivo. Isso envolve a identificação das causas de paradas operacionais das injetoras, a análise de seus impactos e a implementação de ações corretivas para mitigar tais problemas.

Ao estudar esse processo, serão considerados aspectos como:

- 1. Identificação das causas de paradas operacionais:** Serão analisados os relatórios de ordens de manutenção registradas pelos técnicos no sistema gerencial da empresa (SAP) para identificar as principais causas de paradas das injetoras. Isso permitirá compreender as falhas operacionais mais frequentes e significativas;

2. Análise dos impactos financeiros: Será realizado um levantamento dos prejuízos financeiros decorrentes das paradas das injetoras, considerando a perda de produção, o custo da manutenção corretiva e outros impactos relacionados. Essa análise permitirá avaliar o impacto direto dessas paradas nos resultados financeiros da empresa;

3. Desenvolvimento de ações corretivas: Com base nas causas identificadas, serão propostas e implementadas ações corretivas para reduzir as paradas operacionais. A aplicação de ferramentas da qualidade, como o Diagrama de Pareto, Estratificação e Diagrama de Causa e Efeito, auxiliará na identificação e solução dos problemas.

Ao final do estudo, espera-se obter um maior tempo de disponibilidade das injetoras, resultando em uma maior eficiência do processo produtivo e redução dos prejuízos financeiros relacionados às paradas operacionais.

3.2. Contextualização do Problema

A indústria de manufatura é um setor altamente competitivo e dinâmico, onde a eficiência operacional desempenha um papel fundamental no sucesso das empresas. No contexto desse cenário, as injetoras são equipamentos de extrema importância, utilizadas na produção de uma ampla variedade de produtos plásticos, desde peças automotivas até Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), (SCORALICK, 2004).

A empresa em questão, foco deste estudo, opera no setor de manufatura e depende significativamente do funcionamento adequado das injetoras para atender às demandas de produção. A disponibilidade desses equipamentos é vital para garantir a continuidade das operações e a entrega dos produtos dentro dos prazos estabelecidos.

No entanto, a empresa tem enfrentado um desafio recorrente relacionado à baixa disponibilidade das injetoras. Paradas operacionais decorrentes de falhas e manutenções não planejadas têm impactado negativamente a produtividade, gerando prejuízos financeiros consideráveis. Cada minuto de parada resulta em perda de produção e desperdício de recursos, afetando a eficiência global do processo produtivo.

Diante deste problema, o estudo visa aprofundar-se na análise da disponibilidade das injetoras, identificando as principais causas de paradas operacionais e propondo soluções eficazes para minimizar esses problemas. O objetivo é garantir que as injetoras funcionem corretamente

durante o maior tempo possível, otimizando a produtividade, reduzindo os prejuízos financeiros e aumentando a competitividade da empresa.

O estudo se baseia em análises de dados e registros do sistema gerencial da empresa (SAP), que contém informações detalhadas sobre as ordens de manutenção registradas pelos técnicos. A partir desses dados, serão aplicadas ferramentas da qualidade para identificar as causas raiz das paradas operacionais e desenvolver um plano de ação consistente.

3.3. Apresentação das Ferramentas mais Adequadas para Aplicação

A partir de um problema identificado no processo de fabricação de calçados da empresa, relacionado a baixa disponibilidade das máquinas deseja-se levantar as causas, o efeito e futuramente solucioná-lo.

Para definir o problema real foram verificados os índices de paradas para manutenção corretiva, preventiva e coletados dados sobre as ordens de serviço das máquinas em questão, sendo estas o gargalo da produção, desse modo as ordens de serviço servem como folha de verificação pois fornece uma coleta de dados rápida e detecta tendências.

Através das ordens de serviço fez-se uma Estratificação dos dados, a estratificação nesse caso serve para separar o grupo de ordens em subgrupos que tem causas relacionadas, ou seja, causas que podem ter a mesma origem, podendo assim identificar macro causas.

A partir da obtenção da duração das paradas que agora estão estratificadas em macro causas pode-se implementar o Gráfico de Pareto para tornar mais evidente e priorizar a maior causa das paradas indesejadas das máquinas.

Em seguida, para obtenção dos dados mais subjetivos foi-se a campo para entrevista com os colaboradores que possuem responsabilidade sobre o processo, esta entrevista ou coleta de dados verbais serve para complementar o que não é contemplado pelos indicadores das máquinas, relatando possíveis outras causas.

Diante das evidentes causas do problema, é imprescindível a criação de um Diagrama de Causa e Efeito, pois esse instrumento é essencial para estabelecer uma organização visual das relações entre um efeito e suas diversas causas possíveis, estabelecendo uma hierarquia que identifica causas principais, secundárias e terciárias, caso existam. Esse processo pode ser diretamente relacionado com a Estratificação dos dados, já que as causas macro representam as

potenciais origens dos problemas, enquanto as causas ramificadas nos subgrupos podem ser associadas a essas principais causas de potencial maior.

Em sequência, para validar as causas serão levantados dados documentais que comprovem ou não a relação de cada uma com o efeito e por fim será feito o plano de ação.

4. RESULTADOS E ANÁLISES

4.1. Análise do Processo

O processo de disponibilidade das injetoras no processo produtivo é um elemento crítico para o desempenho operacional e financeiro de uma empresa do setor de manufatura. A análise desse processo envolve a identificação das principais etapas, entradas, saídas e fluxos de trabalho relacionados à disponibilidade das injetoras.

Uma das principais entradas desse processo é o planejamento de produção. A disponibilidade das injetoras afeta diretamente o cronograma de produção, que precisa ser bem planejado para evitar atrasos e gargalos. Outra entrada importante é o controle de manutenção das injetoras, que precisa ser regularmente executado para evitar falhas e paradas não programadas.

As etapas desse processo incluem a verificação das condições das injetoras antes do início da produção, a preparação dos moldes para a produção, a realização do ajuste das injetoras de acordo com as especificações do produto a ser fabricado, a execução da produção propriamente dita e a realização da limpeza e manutenção das injetoras após a conclusão da produção.

As saídas desse processo incluem produtos acabados que atendam às especificações de qualidade, e que são utilizados para a produção dos produtos finais com destino ao consumidor.

Os fluxos de trabalho relacionados à disponibilidade das injetoras incluem a coordenação entre as áreas de produção, manutenção e planejamento.

4.2. Definição de Indicadores para o Processo

Os indicadores de tempo de parada das máquinas e número de paradas das máquinas são importantes para avaliar a eficiência e produtividade de um processo de produção ou operação. Esses indicadores fornecem informações valiosas sobre a disponibilidade e confiabilidade das máquinas, bem como a eficácia das práticas de manutenção e gerenciamento.

4.2.1. Tempo de Parada das Máquinas

Este indicador mensura o tempo total em que a máquina ficou inativa ou indisponível para operação durante um determinado período de tempo. É expresso geralmente em horas, minutos ou percentual do tempo total, bem como apresentado na Figura 6.

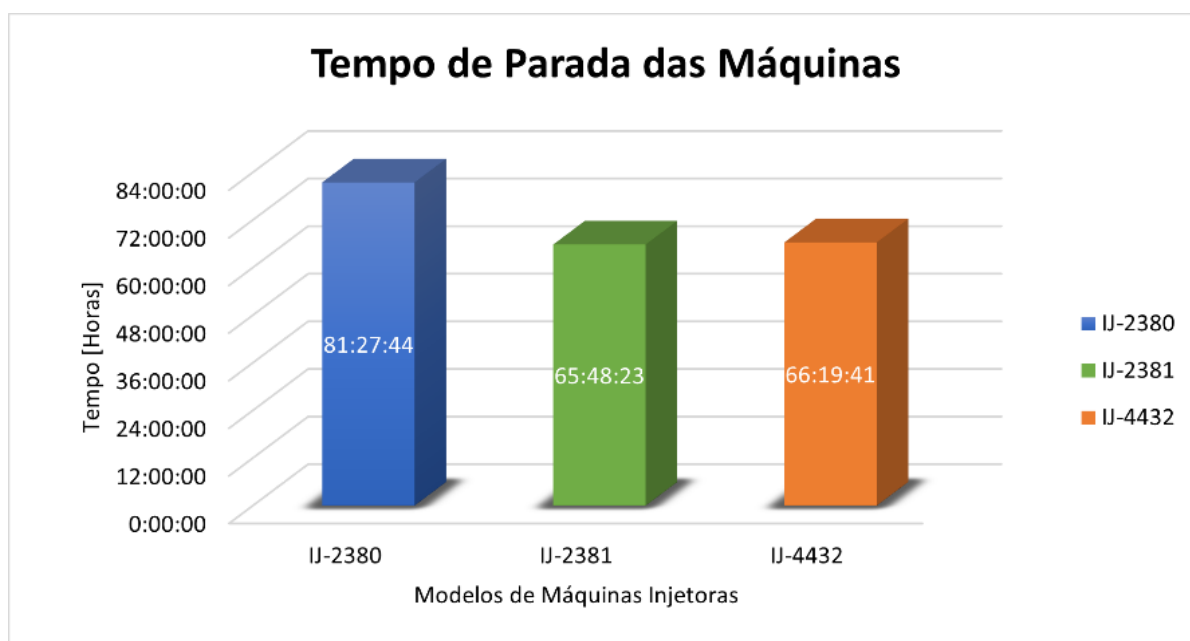


FIGURA 6. Representação gráfica do tempo de parada das máquinas.

Fonte: (Autores - Dados coletados da Empresa).

Tomando por análise a Figura 6, é notável que o tempo de indisponibilidade das máquinas injetoras (IJ-2381 e IJ-4432), demarcadas em verde e laranja respectivamente, são bastante semelhantes. Todavia é válido ressaltar que a injetora (IJ-2380) demarcada em azul, foi disposta a uma parada pontual de 17h, logo o seu tempo de indisponibilidade também está em torno de 64h. Por fim, tem-se que a relação de indisponibilidade entre as máquinas, diante das falhas é equivalente, consolidando assim uma problemática comum a todas elas.

4.2.2. Número de Parada das Máquinas

Este indicador conta o número de vezes que a máquina precisou ser parada durante um determinado período de tempo. Ele ajuda a identificar a frequência de interrupções e a avaliar a necessidade de ações corretivas ou preventivas, de modo a ser apresentado na Figura 7.

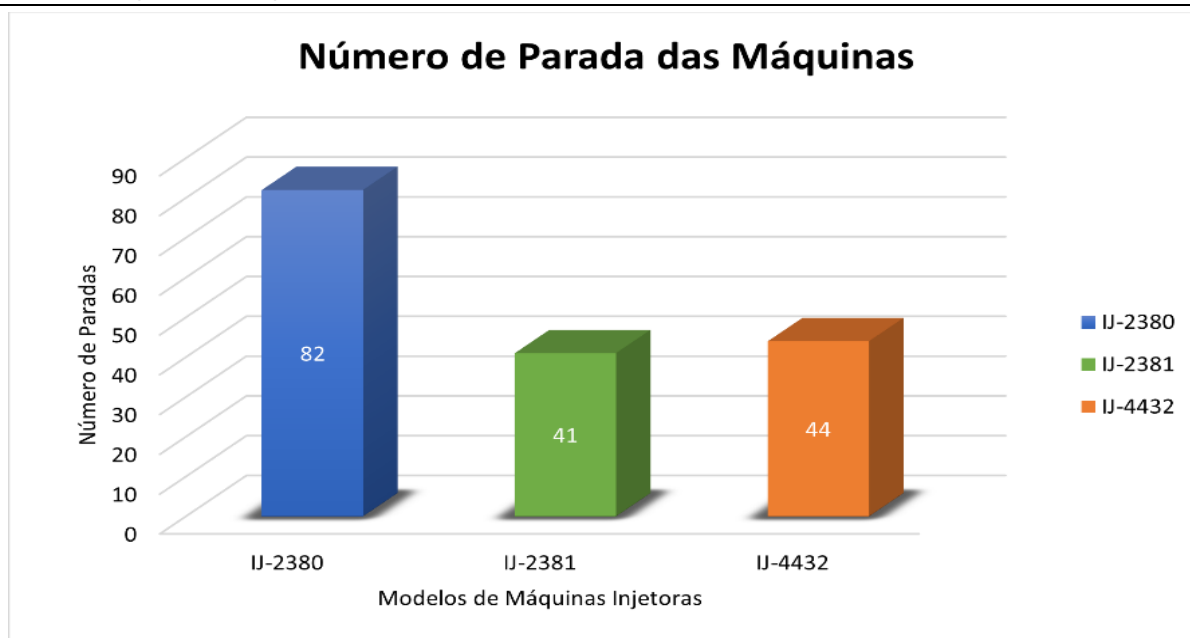


FIGURA 7. Representação gráfica do número de parada das máquinas.

Fonte: (Autores – Dados coletados da Empresa).

Em análise a Figura 7, é perceptível que a injetora (IJ-2380) demarcada em azul, apresenta um número superior de paradas em relação as outras duas injetoras. Logo, se faz necessário uma investigação mais afundo do motivo ao qual levou a esse maior número de interrupções.

4.3. Definição do Problema do Processo

A Empresa objeto deste estudo de caso tem enfrentado prejuízos financeiros significativos devido às paradas operacionais das injetoras, resultando em uma baixa disponibilidade desses equipamentos. O tempo em que as injetoras permanecem paradas devido a falhas operacionais tem sido elevado, comprometendo a eficiência e a produtividade do processo produtivo.

O número de pares produzidos por hora multiplicado pelo tempo de parada é igual ao total de pares perdidos. Então, a média de preço para a produção de um par multiplicado por essa quantidade de pares é igual ao custo de máquina parada. Dessa forma, nos últimos seis meses, 40.939 pares de calçados deixaram de ser produzidos devido à baixa disponibilidade de máquinas no processo produtivo. Esse número representa 4,99% da produção prevista para o período e acarreta um custo de máquina parada de R\$ 1.141.798,78 pela não produção destes calçados.

Essas paradas operacionais têm causado impactos negativos em diferentes aspectos do negócio, como atrasos na produção, perda de materiais e retrabalhos. Além disso, a necessidade

frequente de manutenções corretivas implica em custos adicionais, tanto em termos de mão de obra quanto de peças de reposição.

4.4. Entrevista com os Colaboradores

No chão de fábrica foram entrevistados os colaboradores que fazem parte do processo produtivo da máquina injetora de solados. É colocado em questão quais as causas que eles têm em mente sobre o que afeta no aumento de parada da máquina.

1. **Técnico da manutenção mecânica:** Ocorre muito curto-circuito na injetora devido às ligações elétricas, as vezes o operador não faz o plugue correto do equipamento, isso faz com que ocorra paradas indesejadas. Também ocorre muito o sobreaquecimento da máquina que causa vazamento nos bicos injetores, tendo que parar a máquina para ajuste mecânico nesses componentes;
2. **Técnico da manutenção elétrica:** As falhas mais recorrentes acredito que estejam relacionadas com a resistência queimada no canhão injetor que gera um tempo maior de parada porque a máquina esfria, então precisa esperar a máquina voltar para temperatura de serviço para voltar a produzir. Em determinado local da parada há 15 ou 20 resistências e até que a resistência queimada seja encontrada gasta-se um tempo;
3. **Operador da máquina:** Há muita poeira aqui no local de operação da máquina isso provoca o entupimento dos condensadores que resfriam o óleo da injetora causando sobreaquecimento até que ela pare por esse motivo;
4. **Analista de manutenção:** Está ocorrendo muitos relatos incorretos ou com falta de informações dentro das ordens de manutenção. Quando se tem um número da ordem abre um leque grande de análise. Por exemplo em uma ordem em que não se relatou que uma peça específica foi trocada, em uma futura necessidade da mesma peça em outro reparo se tem o tempo de retrabalho de quando a peça chegar ter que voltar na máquina para instalar a peça correta. Isso afeta nossa mão de obra, custo de manutenção do equipamento, qualidade e produtividade.

4.5. Estratificação dos Dados Coletados

Por meio das ordens de serviço obtidas, foi realizada uma estratificação dos dados para dividir as causas relacionadas em possíveis causas macro de acordo com a natureza de cada uma delas. A Tabela 1 apresenta essas causas como também a duração, em horas, e a quantidade de paradas em cada uma delas.

TABELA 1. Estratificação das ordens de serviço.**Fonte:** (Autores - Dados coletados da Empresa).

Causas Macro	Duração da Parada (h)	Quantidade de Paradas
Relacionados a Limpeza	39,48	20
Problemas elétricos	21,15	22
Problemas Mecânicos	16,58	30
Outros	4,25	10
Total	81,46	82

A Tabela 2, apresenta o subgrupo das causas macro de acordo com os principais motivos de paradas relatados nas ordens de serviço. Dessa forma, torna-se mais direto e estratificado o levantamento das causas principais.

TABELA 2. Subgrupo da estratificação das ordens de serviço.**Fonte:** (Autores - Dados coletados da Empresa).

Motivo	Duração da Parada (h)	Quantidade de Paradas
Limpeza incorreta pelo operador	30,01	4
Problemas elétricos diversos	12,32	8
Limpeza na bomba de sucção	9,47	16
Regulagem da máquina	8,10	7
Envolvendo a resistência da máquina	5,53	9
Destravamento do motor de sucção injetor	4,14	9
Reparo de fusível	3,30	5
Reparo no motor que suga o material	2,36	7
Entupimento da máquina	1,98	7
Problemas diversos	4,25	10

4.6. Diagrama de Causa e Efeito

O diagrama de causa e efeito, apresentado na Figura 8, foi projetado para ordenar a visualização entre o problema relatado e suas possíveis causas, levantadas pelas entrevistas com os colaboradores e pelas estratificações, determinando a importância destas e apontando as causas principais.

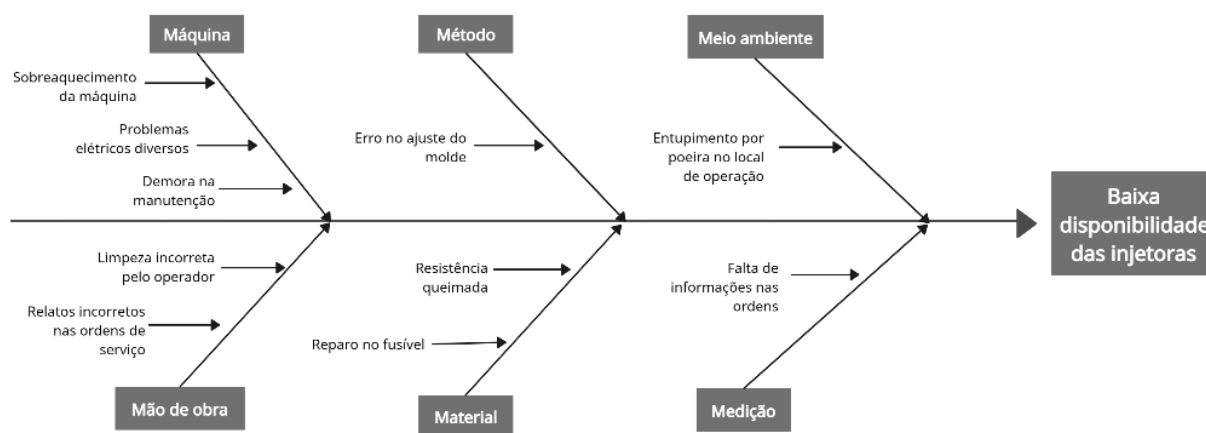


FIGURA 8. Diagrama de Causa e Efeito. **Fonte:** (Autores).

No diagrama, é possível visualizar as causas agrupadas em famílias e definir a relação e a intensidade que cada uma delas tem com o efeito negativo gerado. Dessa forma, nota-se um maior número de possíveis causas relacionadas à máquina, devido a análise ter sido feita baseada no problema de baixa disponibilidade de injetoras.

Ademais, por essas máquinas serem manuseadas por operadores, causas relacionadas à mão de obra também são relevantes assim como o tipo de material que é utilizado nas mesmas. Seguindo, o método como são ajustados os moldes interfere na qualidade do processo, mas não causa, amplamente, influência no problema relatado.

Ao analisar o subgrupo medição, notou-se uma causa que afeta indiretamente o efeito gerado por meio da omissão de dados nas ordens de serviço, fato este que dificulta a análise para manutenções preditivas. Por fim, o setor de meio ambiente expõe um fator relevante ao efeito por apresentar poeira no local onde as máquinas são alocadas gerando, assim, entupimento dos condensadores e sobreaquecimento até que as mesmas parem por esse motivo.

4.7. Resultado final

Através do cruzamento de informações dos dados coletados e estratificados sobre a máquina e da entrevista dos colaboradores do processo é possível chegar a algumas conclusões a respeito das causas da indisponibilidade da máquina. A principal causa está relacionada a limpeza da máquina devido a essa causa ser responsável pelo maior tempo de horas de indisponibilidade, esta causa envolve, conforme o diagrama de causas e efeitos, tanto o local estar empoeirado quanto o operador não estar orientado a uma limpeza de forma correta na máquina. Além disso, esta causa

está levando a diversos outros efeitos danosos ao processo, ocasionando em danos mecânicos e consequentemente elétricos, como, por exemplo, o entupimento de condensadores e entupimento de bicos injetores, resultando em paradas para manutenção.

Dessa forma, a solução seria analisar o arranjo físico da planta verificando o local onde a máquina está e observar se os processos paralelos estão causando a sujeira no ambiente local, caso não sendo possível realizar um novo arranjo físico pode-se criar alguma proteção em volta da máquina para manter o local de atuação livre de impurezas, principalmente onde se localiza os condensadores responsáveis por resfriar o óleo lubrificante da máquina. Além disto, é recomendada uma orientação diária para o operador estar ciente de que a máquina deve operar com o local limpo.

Ademais dessa causa principal, conforme as entrevistas e coleta de dados realizada neste trabalho, é nítido pelos responsáveis por planejamento e controle da manutenção, representados na entrevista pelo analista de manutenção, uma dificuldade em analisar as ordens de serviço elaborada pelos próprios técnicos, pois não há padronização de motivos de parada relacionados entre si visto que cada colaborador descreve da sua forma qual foi a causa da parada, esta dificuldade foi encontrada na própria aplicação da metodologia no que diz a respeito à estratificação dos dados, pois não houve uma padronização nas ordens de serviço o que dificulta correlacionar os tipos de falhas, e se o planejamento da manutenção não possuir dados reais do que está ocorrendo com as máquinas se torna dificultoso o processo de manter uma manutenção preditiva, o que resulta em falhas inesperadas. Logo, de modo a otimizar a análise da manutenção e garantir manutenção preditiva, torna-se necessário planejar uma categorização das ordens de serviço, já que os motivos de parada não se diversificam tanto. Portanto, com o devido planejamento em ação se acredita no aumento da disponibilidade da máquina e menores perdas financeiras para a empresa, garantindo um padrão de manutenção.

5. CONCLUSÃO

O presente trabalho abordou a importância da melhoria contínua dos processos produtivos por meio da aplicação de técnicas e ferramentas da qualidade. A gestão eficiente dos processos é essencial para atender às demandas do mercado.

Foi apresentado o método PDCA (*Plan-Do-Check-Act*), também conhecido como Ciclo de Deming, como uma abordagem sistemática para a gestão e melhoria contínua dos processos. Ele

permitiu identificar oportunidades de melhoria, diagnosticar problemas e implementar soluções eficazes.

Além disso, foram exploradas as ferramentas da qualidade na gestão de processos, como a Folha de Verificação, a Estratificação, o Gráfico de Pareto e o Diagrama de Causa e Efeito. Essas, foram utilizadas para coletar e analisar dados, identificar causas raiz de problemas e priorizar ações corretivas. Ademais, com elas foi possível encontrar os caminhos para melhorar a qualidade dos produtos e serviços.

No estudo de caso apresentado, focado na disponibilidade das injetoras, foi possível compreender a importância desse equipamento e os impactos financeiros das paradas operacionais. Por meio da aplicação das ferramentas da qualidade, foi possível identificar a principal causa de paradas, a limpeza indevida da máquina, analisar seus impactos e propor ações corretivas para melhorar a disponibilidade das injetoras. Ademais, foram observadas causas secundárias como, mecânicas e elétricas, e a falta de padronização de ordens de serviço que acarreta diretamente no planejamento e gestão das manutenções.

Através desse estudo, conclui-se que a gestão de qualidade industrial e o uso das ferramentas da qualidade são fundamentais para impulsionar a melhoria contínua dos processos nas organizações. Ao adotar uma abordagem sistemática, como o PDCA, e utilizar as ferramentas adequadas, as empresas podem encontrar causa(s) raiz de um determinado problema, otimizar seus processos, reduzir falhas e desperdícios e alcançar resultados mais eficientes e competitivos por meio da implementação do plano de ação proposto pela mesma.

6. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo das informações contidas neste artigo.

7. REFERÊNCIAS

CAMPOS, Vicente Falcone. Controle da qualidade total (no estilo japonês), Belo Horizonte, Fundação Christiano Ottoni-UFMG, 1992, 227 p. CARDELLA, Benedito. Segurança no trabalho e prevenção de acidentes: uma abordagem holística, São Paulo, Atlas, 1999.

CAMPOS, Vicente Falconi. Controle da Qualidade Total (no estilo japonês). 8ª edição. INDG Tecnologia e Serviço, Nova Lima, MG, Brasil, 2004.

CARPINETTI, L. C. R.; MIGUEL, A. C.; GEROLAMO, M. C. Gestão da Qualidade ISO 9001:2008: princípios e requisitos. São Paulo: Atlas, 2011. 111p.

DE SOUZA COELHO, Fabrício Pozzuto; DA SILVA, Adriano Maniçoba; MANIÇOBA, Rafaela Ferreira. Aplicação das ferramentas da qualidade: estudo de caso em pequena empresa de pintura. REFAS: Revista FATEC Zona Sul, v. 3, n. 1, p. 2, 2016.

MARIANI, Celso Antonio. Gestão pela qualidade e produtividade: curso de graduação em administração. Apucarana: Faculdade de Apucarana, 2005.

MARTINELLI, Fernando Baracho. Fundamentos de projetos. IESDE BRASIL SA, 2009.

MARTINS, P. G. Administração da produção. Saraiva São Paulo, 2001.

MESQUITA, M.; ALLIPRANDINI, D. H. Competências essenciais para melhoria contínua da produção: estudo de caso em empresas da indústria de autopeças. Gestão & Produção, SciELO Brasil, v. 10, p. 17–33, 2003.

MORAES, M. V. G. d. Sistema de Gestão - Princípios e Ferramentas. [S.l.], 2019. Editora Érica Ltda.

PALADINI, E. P. Gestão e avaliação da qualidade: uma abordagem estratégica. [S.l.], 2019. Editora Atlas Ltda.

SCORALICK, M. C. L. Gestão do processo de desenvolvimento de produtos de empresas de pequeno porte de base tecnológica de São Carlos: estudo de casos. Universidade Federal de São Carlos, 2004.

SILVA, D. Metodologia de análise e solução de problemas: curso de especialização em qualidade total e marketing. Florianópolis: Fundação CERTI, 1995.

SYDLE. Ciclo PDCA: quais são as etapas e como funciona? 2021. Disponível em: <https://www.sydle.com/br/blog> - Acesso em: 10 de maio de 2023.

WERKEMA, C. Métodos PDCA e DMAIC e suas ferramentas analíticas. [S.l.], 2013. Elsevier Editora Ltda.

WERKEMA, M. C. C. Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos. In: Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos. [S.l.: s.n.], 1995. p. 384–384.

PROCESS ANALYSIS THROUGH QUALITY TOOLS: A CASE STUDY

Erika Dorotea Oliveira Moreira *et al.*

(moreiraerika03@gmail.com)

Federal University of São João del-Rei

ABSTRACT: *This article presents a case study on the analysis of a production process using quality tools in order to improve efficiency. The study focuses on the availability of injection molding machines in a manufacturing company, where the main objective is to identify the causes of operational stoppages, assess their financial impacts and implement corrective actions. The present uses tools such as Pareto Diagram, Stratification and Cause and Effect Diagram to analyze maintenance order reports, interview employees and develop an action plan. The research contributes to a comprehensive understanding of how quality management and the application of quality tools can drive the improvement of processes in organizations, since, through their use, it becomes possible to raise root cause(s), analyze them and propose a plan to correct unwanted effects in the process. After the analyses, the expected result with the application of the PDCA cycle used is the increase in the availability of the injectors, a fact that will contribute to greater productivity and reduction of financial losses.*

KEYWORDS: *Process Analysis, Quality Tools, Production Efficiency, Case Study.*