

28, 29 e 30
de Outubro



XVI SENPEX

Inclusão e Diversidade Científica:
Democratizando o Conhecimento

ESTUDO E PLANEJAMENTO DAS MANUTENÇÕES CORRETIVAS E PREVENTIVAS DE UMA INJETORA DE PLÁSTICO HÍBRIDA

Engenharia e Tecnologia

Antônio Alexandre Alves¹; Hiago König Benedet²; Henrique Demarco³; Josué Alberton⁴; Camila Machado de Oliveira⁵

¹ UNIBAVE. polaco_sl@hotmail.com

² UNIBAVE. hiagobenedetcmg@gmail.com

³ UNIBAVE. henrique.demarco@unibave.net

⁴ UNIBAVE. josue.alberton@unibave.net

⁵ UNIBAVE. camila.oliveira@unibave.net

Resumo: O Brasil é um dos maiores consumidores de plástico do mundo e, diante do aumento na demanda, deve-se adotar tecnologias de injeção mais eficientes, como as injetoras híbridas. O estudo analisou manutenções corretivas e preventivas, enfatizando a relevância da preventiva para reduzir falhas recorrentes e evitar interrupções na produção. A partir da análise de ordens de serviço registradas ao longo de 20 meses, identificou-se a necessidade de um planejamento mais estruturado, capaz de diminuir custos e aumentar a eficiência dos equipamentos. Como resposta, foi elaborado e aplicado um novo plano de manutenção preventiva, com ordens de serviço padronizadas, contendo instruções claras e sistemáticas. A padronização possibilitou maior controle das paradas e melhor organização das intervenções. Os resultados evidenciaram que o plano contribuiu para prolongar a vida útil dos equipamentos, reduzir custos operacionais e elevar a produtividade. Assim, o trabalho reforça a importância da manutenção planejada para garantir continuidade produtiva e competitividade no setor de injeção plástica.

Palavras-chave: injetora de plástico híbrida; ordem de serviço; manutenção preventiva; planilha de controle de manutenção; gestão da manutenção.

Introdução

Atualmente, o Brasil ocupa a quarta posição entre os maiores consumidores de produtos plásticos no mundo. No entanto, de cada 11,3 toneladas de plástico

produzidas, menos de 2% são recicladas. Esse dado reflete uma economia global em expansão, impulsionada pela evolução industrial e pelo capitalismo, que fomentam o crescimento do mercado consumidor. Essa demanda crescente por materiais em grande escala leva ao aumento da produção, o que, por sua vez, intensifica os impactos ambientais negativos (Santos, 2021).

Dentre os métodos existentes para o processamento de polímeros, encontram-se as injetoras. Nesta classe, encontram-se as injetoras híbridas, as quais combinam duas tecnologias de produção: hidráulica e elétrica. O sistema de injeção conta com um acumulador de óleo hidráulico, enquanto o sistema de fechamento é acionado por dois servomotores, posicionados um a cada lado, ou por um pistão hidráulico. O acumulador utiliza óleo no sistema hidráulico, enquanto o fechamento e abertura, controlados pelos servomotores, operam eletricamente, o que proporciona maior eficiência e economia (Cefet, 2004).

Segundo Xenos (2014), a manutenção preventiva é fundamental no setor empresarial para a redução de custos em geral. No entanto, quando não realizada de maneira adequada e otimizada, adaptada ao segmento e ao tipo de equipamento, o número de falhas e interrupções não planejadas na produção tende a aumentar significativamente, promovendo redução da vida útil dos equipamentos. Em outras palavras, a manutenção preventiva envolve um planejamento cuidadoso e ações periódicas, com o objetivo de minimizar falhas e quedas no desempenho de máquinas, garantindo maior eficiência e produtividade. Isso também contribui para a redução de custos indesejados relacionados à mão de obra de manutenção e à substituição de peças.

A ausência de informações detalhadas e da catalogação adequada das peças de máquinas representa um desafio significativo para a manutenção eficiente dos equipamentos industriais. Esse problema é agravado pela falta de conhecimento sobre a vida útil dos componentes mecânicos e elétricos, o que dificulta a previsão de falhas e o planejamento de trocas preventivas.

Além disso, quando atividades essenciais como limpeza e lubrificação não são realizadas periodicamente, o produto final pode ser diretamente impactado, sofrendo com perda de qualidade e até mesmo inviabilizando o atendimento às exigências do mercado. Sem um controle de manutenção programado, várias peças da máquina acabam sofrendo danos acumulados, resultando em custos elevados para a empresa, tanto em termos de paralisações inesperadas quanto pela necessidade de substituir

peças danificadas. Esses fatores, somados, não só comprometem a eficiência dos processos produtivos, como também trazem desvantagens econômicas que afetam a competitividade da empresa.

O presente trabalho identificou os principais componentes elétricos e mecânicos de uma injetora plástica híbrida, desenvolvendo um planejamento eficiente e uma programação adequada para as manutenções corretiva e preventiva. Especificamente, foram catalogados e descritos em detalhe os elementos mecânicos e elétricos da máquina, com avaliação das suas condições rotineiras, como limpeza, lubrificação e desempenho operacional. Além disso, foi realizado um estudo aprofundado sobre o funcionamento integral da injetora e suas práticas de automanutenção, permitindo a elaboração de um plano de manutenção, via *software Microsoft Excel®*, detalhado e periódico que otimiza a eficiência e prolonga a vida útil do equipamento.

Procedimentos Metodológicos

O levantamento de dados envolve a coleta de dados históricos sobre falhas e manutenções em uma injetora de plástico híbrida, bem como o registro de tempos de reparo e custos associados. A análise estatística foca na identificação de padrões de falhas, além do cálculo de médias, medianas e variâncias dos tempos de manutenção e custos. Nos experimentos controlados, realizam-se coleta de dados a partir de ordem de serviço já realizado na injetora de um prazo de vinte e dois meses. Na pesquisa qualitativa, as entrevistas e questionários permitem a coleta de *feedback* de operadores, mecânicos e engenheiros, identificando problemas percebidos e sugestões de melhorias. A observação participativa envolve a análise em campo do desempenho dos suportes em condições reais, bem como a documentação de práticas de manutenção e operação.

Por fim, a análise de documentação abrange a revisão de manuais técnicos e relatórios de manutenção, além do estudo de registros de falhas e histórico de intervenções. Na pesquisa quantitativa, o levantamento de dados envolve a coleta de dados históricos sobre falhas e manutenções das injetoras de plástico híbridas, bem como o registro de tempos de reparo e custos associados. A análise estatística foca na identificação de padrões de falhas, além do cálculo de médias, medianas e variâncias dos tempos de manutenção e custos. Nos experimentos controlados,

realizam-se coleta de dados a partir de ordem de serviço já realizados com histórico de vinte e dois meses.

O trabalho foi desenvolvido de forma prática, em uma empresa de conformação de plástico, fundada em 2010, em Santa Catarina. Ao longo de seus 14 anos de atuação, a empresa conta com uma equipe de 70 funcionários na matriz localizada em São Ludgero – SC. A empresa consolidou-se como uma das principais do setor na região, destacando-se pela sua inovação, qualidade e compromisso com a sustentabilidade. Com tecnologias avançadas, a empresa investe continuamente na renovação e ampliação de suas injetoras, garantindo segurança e confiabilidade no atendimento aos clientes.

População e amostra

População: A população deste estudo é composta pelos funcionários das áreas de manutenção, engenharia, escritório, e demais setores de uma empresa de conformação plástica, localizada em São Ludgero – SC. A empresa possui aproximadamente 70 funcionários distribuídos em diversas áreas.

Amostra: A amostra foi selecionada com base nas Ordens de Serviço (O.S.), abrangendo 3 funcionários da manutenção, 1 líder de setor e 6 operadores de injetoras. As O.S. registram os trabalhos realizados e as paradas dos implementos devido às manutenções.

Procedimentos e ou instrumentos para coleta e análise dos dados

Para a coleta de dados, foram utilizados os indicadores de índice de falha do equipamento, com base em ordens de serviço, referentes aos últimos vinte e dois meses de registro. A análise dos dados é realizada pelos profissionais responsáveis pela execução dos trabalhos, principalmente a equipe de manutenção. Após essa análise, caso seja identificado um estado crítico, é realizado o reparo ou substituição do componente. Dentre os procedimentos, entre os resultados a serem interpretados, listam-se como parâmetros de análise para implementação:

- **Precisão e Controle:** A utilização dos indicadores de substituição para a coleta de dados garante uma documentação detalhada e precisa das atividades de manutenção realizadas. Esse método permite o rastreamento eficaz das ocorrências e intervenções necessárias.

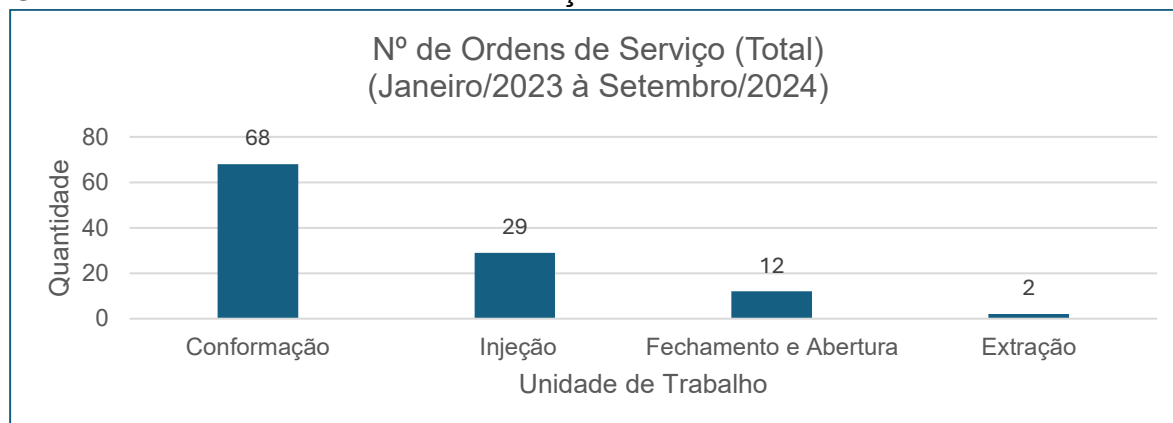
- **Autorização e Responsabilidade:** O fato de que apenas pessoas autorizadas, como operadores, líderes de setor e a equipe de manutenção, podem abrir as ordens de serviço, assegura que os dados registrados são confiáveis e relevantes. Esse controle ajuda a evitar erros e duplicações nas informações coletadas.
- **Prevenção de Falhas Críticas:** Ao identificar e intervir em estados críticos dos componentes de uma injetora de plástico híbrida, o processo de manutenção corretiva ajuda a prevenir falhas maiores que poderiam causar paradas prolongadas e custos elevados. Esse método de trabalho assegura a continuidade da produção e a minimização de interrupções.
- **Melhoria Contínua:** A coleta e análise sistemática de dados por meio da ordem de serviço e índice de falha da injetora híbrida, permite a identificação de padrões de falhas e áreas que necessitam de melhorias. Isso possibilita o desenvolvimento de estratégias de manutenção preventiva mais eficazes no longo prazo, aumentando a eficiência e a durabilidade dos equipamentos.

Resultados e Discussões

Análise de histórico de falhas

Iniciou-se o trabalho em campo, realizando o levantamento do histórico de falhas. Em primeiro momento, dividiu-se a estrutura da injetora em 04 unidades (conformação, injeção, extração, fechamento e abertura), listando em conjunto a quantidade de ordens de serviço, geradas entre os períodos de janeiro de 2023 a setembro de 2024 (20 meses). O Gráfico 1 representa a quantidade de ordens de serviço geradas no período em estudo, de acordo com as unidades da injetora.

Gráfico 1 – Número de ordens de serviço de acordo com a unidade

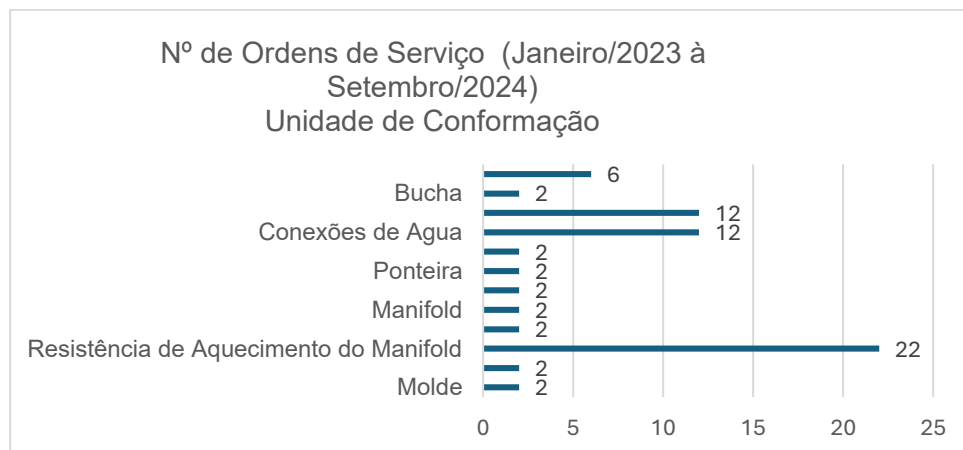


Fonte: Autores (2024).

Conforme apontado no Gráfico 1, percebe-se que a unidade com a maior quantidade de ordens de serviço geradas foi o setor de conformação (68 registros), seguido pela injeção (29 registros), fechamento e abertura (12 registros) e por fim, a unidade de extração (2 registros). Foi realizado o detalhamento por unidade, apontando os elementos mecânicos e elétricos, quanto ao número de evidências de ordens de serviço individuais, com o intuito de elencar os componentes que mais apresentam falha no decorrer do tempo. Apesar de que, a unidade em destaque contenha maior quantidade de elementos, o que auxilia na sua posição líder do *ranking*, vale lembrar que se mostra como mais importante e mais utilizada. Portanto, o interesse em adequá-la inicialmente.

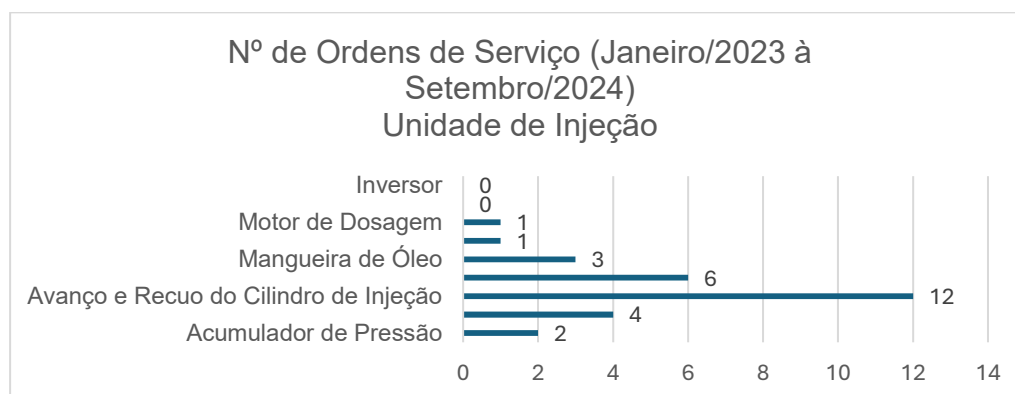
Os Gráficos 2, 3, 4 e 5 representam, respectivamente, os elementos da unidade de conformação, injeção, fechamento e abertura e extração.

Gráfico 2 – Elementos e quantidade de ordens de serviço da unidade de conformação



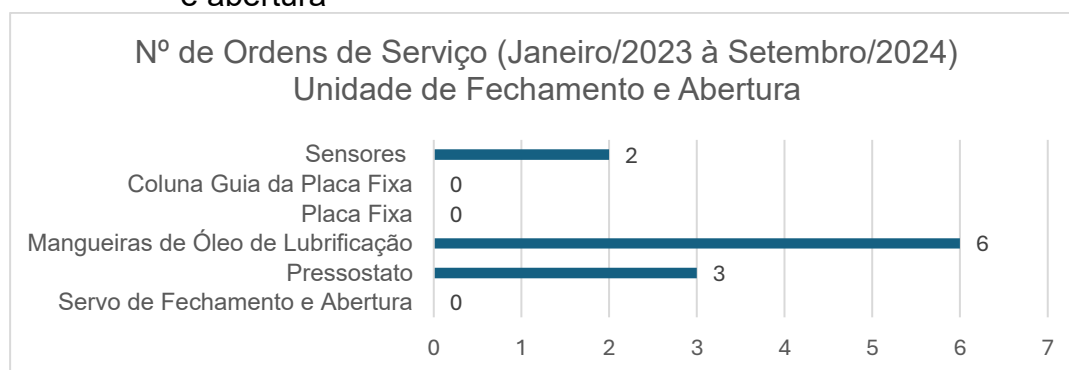
Fonte: Autores (2024).

Gráfico 3 – Elementos e quantidade de ordens de serviço da unidade de injeção



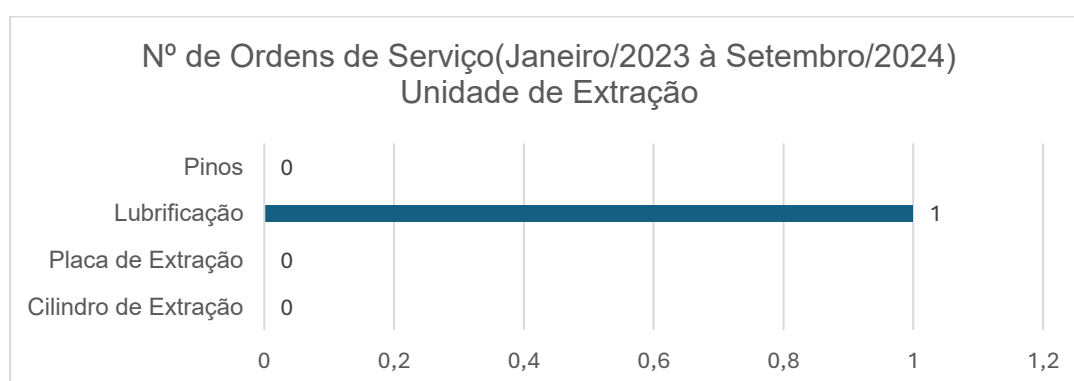
Fonte: Autores (2024).

Gráfico 4 – Elementos e quantidade de ordens de serviço da unidade de fechamento e abertura



Fonte: Autores (2024).

Gráfico 5 – Elementos e quantidade de ordens de serviço da unidade de extração



Fonte: Autores (2024).

Análise crítica do cenário atual

Tendo em vista a situação aplicada no momento no setor de manutenção, as ordens de serviço são emitidas por profissionais capacitados, incluindo mecânicos,

operadores de injetores, líderes de turno, almoxarifes, funcionários de escritório e de serviços gerais. E no formato comparativo, conforme aponta Pantaleão *et al* (2024), essas ordens são acompanhadas por meio de coleta de dados e monitoramento de inspeções realizadas no campo pelos colaboradores envolvidos diretamente no processo. Além disso, em consonância, um sistema digital para registro de solicitações de manutenção que permite criar um banco de dados estruturado, favorecendo o monitoramento confiável das ordens de serviço e apoiando a manutenção preventiva.

Como destacado por Bloom, Li e Mai (2022), a dependência de intervenções humanas no processo de emissão e execução de ordens de serviço pode gerar falhas e inconsistências nos registros. Além disso, a comunicação limitada entre setores, como manutenção, produção e almoxarifado, impacta negativamente o desempenho dos planos de manutenção preventiva.

Dentre as metodologias de implantação de uma ordem de serviço completa e efetiva, vale ressaltar que a padronização de um modelo de ordem de serviço é essencial para garantir clareza e uniformidade nas informações registradas, facilitando a comunicação entre equipes e setores. Isso contribui para que todos compreendam os detalhes da solicitação e executem as tarefas de forma mais eficiente.

Além disso, um modelo padronizado permite o registro histórico de intervenções, auxiliando na análise de falhas e na otimização dos processos de manutenção. Com isso, reduz-se o tempo de resposta e aumenta-se a assertividade das ações, resultando em menor tempo de parada da máquina e, consequentemente, em aumento da produtividade e da confiabilidade dos equipamentos.

Proposta para melhoria na manutenção preventiva

Levando em consideração os estudos de Teles (2019), a manutenção preventiva é definida por “gatilhos” que permite antecipar ações de manutenção. Esses gatilhos baseiam-se em parâmetros específicos e no monitoramento de condições, estabelecendo intervalos programados para a execução de um plano de manutenção. Em períodos de alta produção, torna-se ainda mais importante programar essas instruções, otimizando o estoque de peças e priorizando a disponibilidade do equipamento. Neste sentido, prevendo que não há padronização de solicitação de ordem de serviço, tampouco um planejamento de ação caso haja

falhas de caráter imediato, foi desenvolvido um modelo de O.S., de acordo com a NBR 5462.

Neste contexto, o plano de melhoria para a manutenção preventiva inclui a criação de uma ficha de Ordem de Serviço (O.S.), com o registro do horário de início da manutenção. A implementação de uma estratégia confiável para monitoramento e controle dos equipamentos eleva a confiança do setor de manutenção, proporcionando maior segurança e eficiência no trabalho. Conforme Viana (2021), a ordem de serviço deverá ser composta de cabeçalho, descrição das tarefas, informações cadastrais como centro de custo, número da O.S., tipo de manutenção, equipe responsável e data da manutenção. A Figura 1 representa o novo modelo de O.S. implementado na unidade fabril a partir do segundo semestre de 2024.

Figura 2 – Plano de manutenção preventiva, proposto para a unidade de conformação

PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA - Unidade de Conformação										
Nº	Componentes	Medidas a serem tomadas	Motivo	Forma de Execução	Periodicidade (meses)					Responsável
					1	3	6	12	24	
1	MOLDE	LIMPEZA	A CADA SEIS MESES O MOLDE É RETIRADO PARA UMA MANUTENÇÃO GERAL (Programação)	1 – Realizar a parada da máquina 2 – Remoção do molde 3 – Realizar a desmontagem do molde 4 – Realizar a limpeza das placas e retirar o material degradado 5 – Analisar visualmente e verificar dimensões dos componentes de injeção (bico ponteira bucha, resistência e anel Oring) 6 – Montar molde 7 – Alocar na área de moldes	X					OPERADOR DE MÁQUINA
2	RESISTÊNCIA DE AQUECIMENTO DO BICO	SUBSTITUIR	CASO TENHA MATERIAL VAZADO PODE OCORRER UM CURTO NA RESISTÊNCIA ELÉTRICA	1 - Realizar a parada de máquina 2 – Remover placa que dê acesso à resistência elétrica 3 – Checar corrente elétrica com amperímetro 4 – Realizar a substituição em caso de queima			X			ELETRICISTA
3	RESISTÊNCIA DE AQUECIMENTO DO MANIFOLD	SUBSTITUIR	CASO TENHA MATERIAL VAZADO PODE OCORRER UM CURTO NA RESISTÊNCIA ELÉTRICA	1 - Realizar a parada de máquina 2 – Remover placa que dê acesso à resistência elétrica 3 – Checar corrente elétrica com amperímetro 4 – Realizar a substituição em caso de queima					X	ELETRICISTA
4	LIMPEZA DO MOLDE	LIMPEZA	A LIMPEZA DO MOLDE É FEITO DIARIAMENTE COMO UMA MANUTENÇÃO DE ROTINA	1 - É realizada a parada de máquina 2 – Utiliza-se uma estopa embebida em solvente 3 - Realiza-se a limpeza das cavidades de conformação do produto para retirar a sujeira acumulada no molde 4 – Após a limpeza, religa-se a máquina	X					OPERADOR DE MÁQUINA
5	MANIFOLD	LIMPEZA	A CADA SEIS MESES O MOLDE É RETIRADO PARA UMA MANUTENÇÃO GERAL (Programação)	1 - Realizar a parada de máquina 2 – Remover placa que dê acesso à resistência elétrica 3 – Checar corrente elétrica com amperímetro 4 – Realizar a substituição em caso de queima 5 - Realizar análise visual sobre material fundido acumulado 6 - Caso houver material fundido, remover			X			ELETRICISTA
6	CORPO DO BICO	LIMPEZA	CONFORME TRABALHO PODE OCORRER O DESGASTE DO BICO DEVIDO AO AQUECIMENTO INADEQUADO	1 - Realizar a parada de máquina 2 – Abrir molde para acesso aos bicos 3 – Retira-se o bico 4 - Realizam-se as medidas dimensionais do bico 5 – De forma visual, verificam-se se não há trincas ou danificações superficiais			X			MECÂNICO
7	PONTEIRA	LIMPEZA	A PONTEIRA SOFRE UMA DILATAÇÃO NO GATE (PASSAGEM DO MATERIAL) ONDE PODE DANIFICAR O PRODUTO FINAL COM FIAPO OU CAROÇO	1 - Realizar a parada de máquina 2 – Abrir molde para acesso aos bicos 3 – Retira-se o bico 4 - Realizam-se as medidas dimensionais do bico 5 – De forma visual, verificam-se se não há trincas ou danificações superficiais			X			MECÂNICO
8	AGULHA	LIMPEZA	A AGULHA PODE QUEBRAR OU DESGASTAR , O QUE PODE DANIFICAR O PRODUTO FINAL COM FIAPO OU CAROÇO	1 - Realizar a parada de máquina 2 – Abrir molde para acesso aos bicos 3 – Retira-se o bico 4 - Realizam-se as medidas dimensionais do bico 5 – De forma visual, verificam-se se não há trincas ou danificações superficiais			X			MECÂNICO
9	CONEXÕES DE ÁGUA	SUBSTITUIR	CONFORME É FEITA A TROCA DE MOLDE, AS CONEXÕES PODEM COLIDIR, OCASIONANDO SUA DANIFICAÇÃO	1- Checar de forma visual, se há presença de vazamento de água 2 – Na presença de vazamento, avaliar as conexões 3 – Para as conexões que apresentarem lacre rompido ou estourado, substitui-las 4 - Após a substituição, monitorar	X					MECÂNICO
10	CONEXÃO DE AR	SUBSTITUIR	COMFORME É FEITA A TROCA DE MOLDE, AS CONEXÕES PODEM COLIDIR, OCASIONANDO SUA DANIFICAÇÃO	1- Checar de forma visual, se há presença de vazamento de água 2 – Na presença de vazamento, avaliar as conexões 3 – Para as conexões que apresentarem lacre rompido ou estourado, substitui-las 4 - Após a substituição, monitorar	X					MECÂNICO
11	BUCHA	SUBSTITUIR	A CADA SEIS MESES É SUBSTITUÍDA A BUCHA, DEVIDO AO DESGASTE NATURAL DO FLUXO DE MATERIAL	1 – Realizar a parada de máquina 2 - Retirar o molde 3 – Verificar as dimensões gerais do molde 4 - Para os componentes com medidas incoerentes, realizar substituição			X			MECÂNICO
12	ANEL ORING	SUBSTITUIR	A CADA TROCA DE CAVIDADE, SUBSTITUI-SE O ANEL ORING DEVIDO A FADIGA DO ELEMENTO, O QUE PROPORCIONA A PERDA DA EFICIENCIA DE VEDAÇÃO	1 - Avaliar, de maneira visual, a condição dos anéis Oring 2 – Caso apresente fadiga, esmagamento ou rompimento do mesmo, realizar substituição 3 – Monitorar possíveis casos de vazamentos de água	X					MECÂNICO

Fonte: Autores (2024).

Para as demais unidades analisadas, foram desenvolvidos o plano no mesmo formato, a fim de, em atualizações futuras, desenvolver um programa acessível a

todos os setores da empresa, ou até mesmo, adicionado um *software* de gestão e acompanhamento de indicadores.

De maneira geral, conforme analisado, a construção e implementação de um plano de manutenção preventiva em uma indústria de injetoras mostrou-se fundamental na garantia da continuidade e eficiência da produção. Esse plano permite a antecipação de falhas, minimizando paradas inesperadas e aumentando a disponibilidade dos equipamentos. Com a manutenção preventiva, é possível ampliar a vida útil das injetoras, reduzir custos com reparos corretivos e otimização do uso de recursos. Além disso, a adequação deste plano melhorou a qualidade dos produtos e garantiu a segurança dos operadores, contribuindo para um ambiente de trabalho mais confiável e produtivo.

Considerações Finais

A indústria do plástico e o processo de injeção têm uma importância crescente no Brasil, que é um dos maiores consumidores globais desse material. A alta demanda por produtos plásticos, aliados à competitividade e à busca por processos mais eficientes, destaca o papel das máquinas injetoras híbridas, que oferecem melhor desempenho e maior economia energética. Esse setor é estratégico para a economia nacional, pois movimenta diversas cadeias produtivas e gera oportunidades em diversas regiões do país.

Neste trabalho, utilizaram-se diferentes abordagens de manutenção para injetoras plásticas, com destaque para a manutenção preventiva. Essa modalidade é essencial, pois permite a redução de falhas, prolonga a vida útil dos equipamentos e mantém a continuidade operacional, o que resulta em menores custos com correções inesperadas e maior eficiência do processo produtivo. A prevenção, ao contrário das abordagens corretivas ou preditivas, evita paradas súbitas, mantendo a qualidade do produto e o ritmo de produção constante.

Com a implementação do novo plano de manutenção preventiva, foi desenvolvida uma estrutura organizada de ordens de serviço (O.S.), o que facilita o monitoramento e a execução de manutenções. Essa organização é fundamental para reduzir o tempo de inatividade das máquinas, garantir que as instruções realizadas no momento adequado e manter um histórico detalhado que contribua para o planejamento de ações futuras.

Assim, este trabalho oferece uma visão abrangente do processo de manutenção em injetores plásticos, demonstrando a relevância da manutenção preventiva e a importância de um plano estruturado de O.S. A implementação do plano de manutenção proposto foi focada em economia significativa, aumento da produtividade e melhoria na confiabilidade dos equipamentos, evidenciando a importância de práticas de manutenção bem definidas para o sucesso operacional da indústria de injeção plástica. Ademais, sugere-se em futuros trabalhos o desenvolvimento de um software ou programa para automatizar as ordens de serviço, em caráter virtual, a fim de eliminar falhas humanas e papéis.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5462: **Confiabilidade e manutenibilidade – Terminologia**. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

BLOOM, Nick; LI, Pengfei; MAI, Huafeng. Communication and human factors in maintenance orders: challenges and improvements in industrial environments. **Journal of Industrial Maintenance and Reliability**, v. 12, n. 3, p. 215–230, jul. 2022.

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA - CEFET. **Unidade de Ensino Descentralizada. Curso técnico em transformação de termoplásticos: introdução à transformação de termoplásticos**. Sapucaia do Sul: CEFET-RS/UNED, 2004. Material didático.

PANTALEÃO, Felipe Martini; AMICI, Thiago Tadeu; SANTOS, José Roberto dos; FERRER, Jorge Antonio Giles. Aplicação prática da digitalização de ordens de manutenção no contexto da Indústria 4.0. **Revista Brasileira de Mecatrônica**, São Caetano do Sul, SP, v. 7, n. 2, p. 1-18, out.–dez. 2024.

SANTOS, Ísis Shandra Scalabrin. **Lixo nos mares: percepção e engajamento de alunos de escola da rede de ensino público de Florianópolis (SC)**. 2021. 57 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/228596/TCC.pdf?sequence=2&isAllowed=y>. Acesso em: 19 maio 2022.

TELES, Jhonata. **Planejamento e controle da manutenção descomplicado: uma metodologia passo a passo para implantação do PCM**. 2. ed. Brasília: Engeteles editora, 2019. 240p.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **Manual da Gestão da Manutenção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2021. p. 128.

XENOS, H. **Gerenciando a manutenção produtiva**. Edição 2. Nova Lima: Falconi, 2014.