

INDUSTRIA 4.0 NA INJEÇÃO PLÁSTICA, UM ESTUDO DE CASO¹

Ivone S. Lisboa¹ Prof. Me Nelson Rampim Filho²

¹Discente do curso Tecnologia em Polímeros – Faculdade de Tecnologia José Crespo Gonzales – Fatec, Sorocaba – SP

²Docente orientador do curso de Tecnologia em Polímeros – Faculdade de Tecnologia José Crespo Gonzales – Fatec, Sorocaba – SP

RESUMO: A otimização de processos proporcionada pela indústria 4.0 é um dos caminhos a se percorrer quando o objetivo é se manter competitivo no setor industrial, pois o uso de tecnologias como monitoramento de processo e integração de sistemas permite maior produtividade e eficiência no gerenciamento de recursos, além de uma maior acuracidade de informação. Nesse contexto, o presente artigo propõe apresentar um estudo fundamentado na literatura sobre a indústria 4.0 e a manutenção industrial e traz o exemplo de uma empresa da área de transformação por injeção plástica que tem buscado a implementação de tecnologias como internet das coisas e integração de sistema entre a manufatura e rede de suprimentos para obter o acompanhamento em tempo real de todo processo e faz projeções de melhoria no gerenciamento de suas manutenções com a extensão desses sistemas para o processo de manutenção da fábrica.

Palavras-chave: Industria 4.0. Integração de Sistemas. Manutenção Industrial.

INDUSTRY 4.0 IN PLASTIC INJECTION, A CASE STUDY

ABSTRACT The process optimization provided by industry 4.0 is one of the paths to follow when the goal is to remain competitive in the industrial sector, as the use of technologies such as process monitoring and system integration allows for greater productivity and efficiency in resource management, as well as greater accuracy of information. In this context, this article proposes to present a study based on the literature on industry 4.0 and industrial maintenance and brings the example of a company in the area of plastic injection transformation that has sought the implementation of technologies such as internet of things and system integration between manufacturing and supply network to obtain real-time monitoring of the entire process and makes projections of improvement in the management of your maintenance with the extension of these systems to the plant maintenance process.

¹ Artigo apresentado à Faculdade de Tecnologia José Crespo Gonzales, como parte dos requisitos para o Trabalho de Graduação do Curso Superior de Tecnologia em Polímeros. Sorocaba, 13 de junho de 2024.

Keywords: Industry 4.0. Systems Integration. Industrial Maintenance.

1 INTRODUÇÃO

A busca constante por mais eficiência, produtividade e redução de custos nos processos produtivos, tem proporcionado importantes transformações na indústria e sociedade.

Diante do cenário competitivo e de constante mudança, as empresas têm investido em inovação tecnológica para aumentar a qualidade de sua cadeia produtiva e estendendo-se aos clientes e fornecedores, quanto a rede de informações e comunicação.

A indústria 4.0 através da integração de sistemas atende a demanda de inovação tecnológica com recursos que possibilitam o controle de processo em tempo real, coleta de dados com informação de qualidade e velocidade, características importantes para a tomada de decisões. A internet das coisas, Internet Of Things (IOT) contribui para a interação homem, máquinas, equipamentos, produtos e uma infinidade de elementos por meio de sensores posicionados que possibilitam o seu monitoramento de modo inteligente através da internet. Segundo Klaus (2016), a IOT pode ser descrita como a relação entre as coisas (produtos, serviços, lugares etc.) e as pessoas através de diversas formas de tecnologias conectadas.

1.1 Justificativa do tema

Os avanços proporcionados pela indústria 4.0 são bem evidenciados na área da manutenção industrial, visto que com o passar dos anos a manutenção deixou de ser um departamento de suporte e reparos para se tornar um processo muito importante para a produtividade de uma empresa.

No ramo de injeção plástica não seria diferente, pois tratando-se de um processo que muitas vezes exige de seus equipamentos e maquinários o uso em tempo integral, uma manutenção eficiente e bem planejada garante o maior rendimento de máquinas injetoras e periféricos, evitando assim paradas indesejadas e perda de produtividade e eficiência.

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM POLÍMEROS

1.2 Problema de Pesquisa

É possível adequar os recursos disponíveis com as inovações da indústria 4.0 a fim de um aumento de produtividade e conseqüentemente melhoria dos processos de manutenção em uma empresa de injeção plástica de médio porte?

1.3 Objetivo Geral

Analisar o processo produtivo da empresa apontando as possibilidades de utilização da indústria 4.0 na melhoria da produtividade.

1.3.1 Objetivos Específicos:

Apresentar quais recursos aplicados aos processos produtivos da fábrica que estão relacionados com a indústria 4.0; detalhar como são planejadas as manutenções das máquinas injetoras e quais indicadores monitoram os resultados e projetar as melhorias que poderão ser obtidas com o uso de tecnologias como a Internet das Coisas e a Integração de Sistemas no processo de manutenção.

1.4 Hipóteses

O controle dos dados de equipamentos e máquinas através dos recursos da indústria 4.0 facilita o planejamento de manutenções e possibilitam maior eficiência e produtividade.

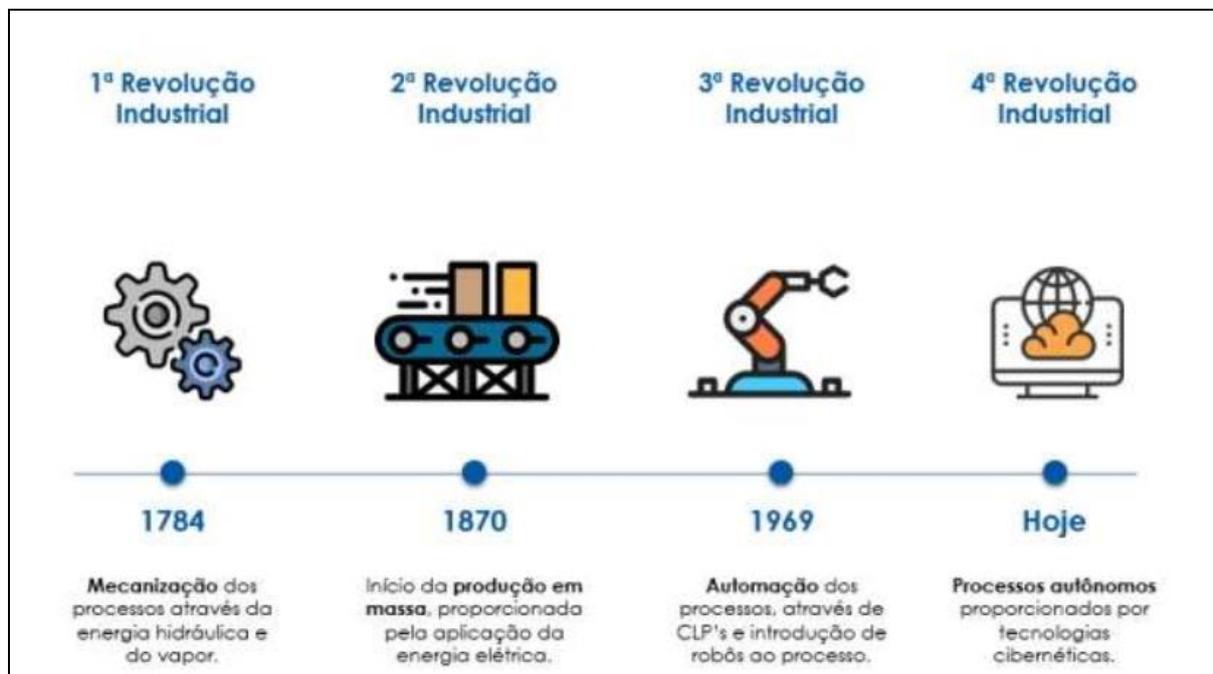
2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Indústria 4.0

Surgida no ano de 2011 em Hannover na Alemanha, o termo “indústria 4.0” começou a ser conhecido através de um projeto do governo que tinha por objetivo desenvolver tecnologias voltadas para as indústrias, esse projeto buscava aumentar a competitividade por meio das fábricas inteligentes. Denominada como a quarta revolução industrial, a indústria 4.0 envolve a automação do processo de trocas de dados entre o sistema de fabricação integrado IOT com a computação cognitiva e em nuvem, assim conhecidos como Sistemas Ciberfísicos (CPS) (PATANICK, 2020), após a automação na cadeia produtiva representada pela terceira revolução industrial, a indústria 4.0 é responsável por um grande avanço tecnológico ainda em movimento, dessa forma a fig. 1 ilustra o processo evolutivo da indústria sob a ótica da revolução industrial, partindo da primeira até o momento atual com a quarta revolução.

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM POLÍMEROS

Figura 1- Evolução nas indústrias sob a ótica da revolução industrial



Schwab et al. (2018)

Na busca de uma forma de organizar as tecnologias envolvidas na indústria 4.0, alguns autores classificaram nove elementos ou pilares que fazem parte do conceito da indústria 4.0, conforme mostrado na fig. 2, são eles:

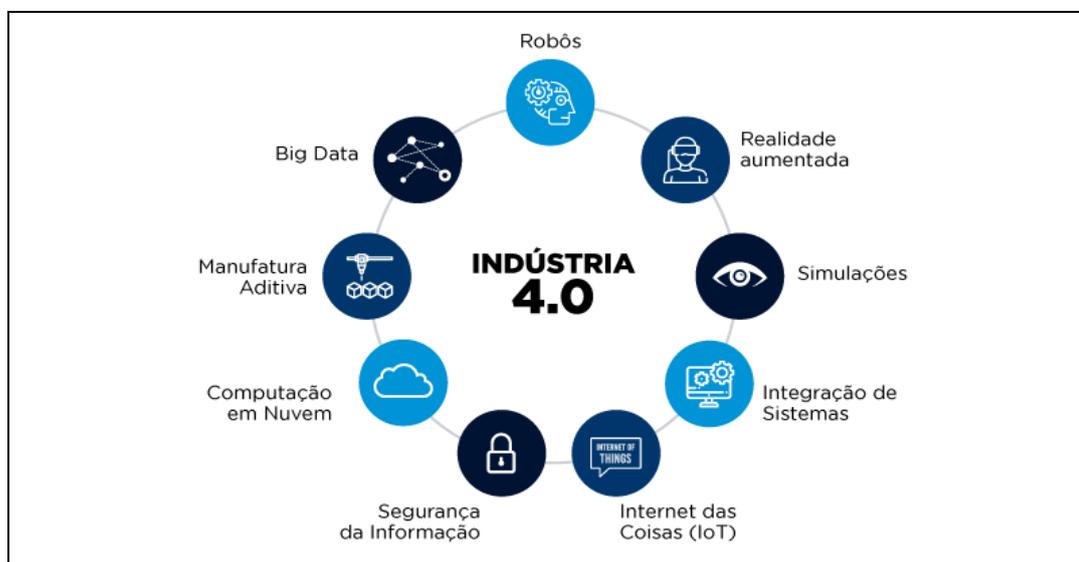
- 1- Robôs autônomos: a capacidade de um robô trabalhar sem a supervisão humana agindo de forma inteligente, cooperativa e autônoma;
- 2- Simulação: este envolve o ambiente virtual através de sistemas cyber-físicos e a capacidade de simular processos e produtos fazendo o uso de dados do mundo físico, na área de injeção plástica esse recurso é muito usado para simular processo de injeção durante o desenvolvimento de um produto ou molde de injeção.
- 3- Realidade aumentada (RA): essa tecnologia é de grande utilidade na medicina e educação entre outras áreas, pois através da realidade aumentada e um sistema conectado na rede, é possível realizar cirurgias e reparos em equipamentos, com programa e óculos de realidade aumentada, reduzindo a possibilidade de erros, a RA também é aplicada a treinamentos remotos.

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM POLÍMEROS

- 4- Integração de Sistemas: possibilita a conexão dos sistemas de uma organização no compartilhamento de informações entre os processos de forma vertical e de uma forma horizontal a integração entre equipamentos.
- 5- Manufatura aditiva: conhecida como impressão em 3D, a manufatura aditiva possibilita através de um modelo matemático e *software* apropriado a confecção de produtos por meio da adição de material, podendo ser um material polimérico ou metal especial.
- 6- Ciber Segurança: sistema de proteção de dados de ataques cibernéticos e a privacidade dos usuários.
- 7- Computação em Nuvem: refere-se na indústria 4.0 a capacidade de armazenamento de informações em nuvens de forma segura, otimizando a capacidade de processamento e velocidade.
- 8- Internet das coisas *Internet Of Things* (IOT): segundo Stallings, se refere a interconexão expansiva dos dispositivos inteligentes, indo de aplicações a minúsculos sensores (Stallings, 2017), responde pelo funcionamento de tudo de modo inteligente e conectado à internet. Sensores são conectados e geram dados que são analisados para a tomada de decisões.
- 9- Big Data: de forma resumida, corresponde a capacidade de coletar, organizar e analisar grandes quantidades de informações e dados de fontes diversas de forma a possibilitar veracidade, variedade, volume e velocidade nos dados. “No cenário atual, a Big data está lançando as bases para transformação digital de todo tipo de negócio, desde pequenas e grandes empresas, desempenhando assim um papel importante na indústria 4.0” (PATNAIK, 2020).

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM POLÍMEROS

Figura 2- 9 pilares da indústria 4.0



Fonte:www.luizchesini.com.br

2.2 Manutenção industrial

A manutenção industrial tem aumentado de forma significativa a sua participação e relevância no planejamento estratégico das empresas, devido ao cenário de crescente consumo e necessidade de produzir, a manutenção se faz necessária para garantir o funcionamento efetivo de toda cadeia produtiva com qualidade, produtividade e dentro dos custos estimados.

A palavra manutenção, derivada do latim *manus tenere* que significa manter o que se tem, está presente na história a muito tempo (VIANA, 2002), mas foi nos EUA a partir da década de 1950 que o termo manutenção passou a indicar a função de manter em bom funcionamento qualquer equipamento, ferramenta ou dispositivo e aos poucos, esse termo foi ocupando espaço nos meios produtivos, nesse contexto foram desenvolvidos sistemas que atendessem a necessidade de reparos e ao mesmo tempo poderia prevenir que as quebras acontecessem. Essa nova metodologia denominada por Manutenção Preventiva, tem como principal característica a substituição sistemática de peças e itens em intervalos fixos e predeterminados (SIQUEIRA, apud 2016).

De acordo com Lima e Castilho, (2006), com os avanços em tecnologia nas empresas, veio o aumento na demanda por confiabilidade fazendo com que a manutenção buscasse o aprimoramento da Manutenção Preventiva, melhor capacitação para as equipes, revendo métodos de trabalho, aumentando sua eficiência e por consequência, reduzindo os tempos de reparo. Denominada como

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM POLÍMEROS

Manutenção Preditiva essa metodologia busca “identificar o final da vida útil dos componentes dos equipamentos com base na medição de sua degradação”. (LUCATELLI, apud 2002).

2.2.1 Manutenção Corretiva

De acordo com Kardec e Nascif (2006) Manutenção Corretiva é o ato de corrigir uma falha ou desempenho inferior ao esperado. Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), Manutenção corretiva é “manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane, destinada a colocar um item em condições de executar uma função requerida”.

Viana, em seu livro “Planejamento e Controle de Manutenção”, define a Manutenção Corretiva como a intervenção necessária imediatamente para evitar graves consequências aos instrumentos de produção, à segurança do trabalhador ou ao meio ambiente, ainda segundo o autor esse tipo de manutenção se configura em uma intervenção aleatória sem nenhum planejamento.

2.2.2 Manutenção Preventiva

Diferentemente da manutenção corretiva, a preventiva é planejada para acontecer e seu objetivo é atuar para evitar a queda de desempenho de um equipamento ou falha prematura. Segundo Viana, ela se caracteriza como tipo de serviços efetuados em intervalos definidos planejados para reduzir a probabilidade de falha, e esse tipo de manutenção possibilita uma maior estabilidade nos processos produtivos.

2.2.3 Manutenção Preditiva

Esse tipo de manutenção se difere das manutenções citadas anteriormente na sua concepção e forma de ocorrer, já que a manutenção preditiva acontece a partir da análise de acompanhamento de parâmetros ou desempenho de um equipamento e esse acompanhamento ou medição de parâmetros acontece com o equipamento em funcionamento.

De acordo com Viana, a manutenção preditiva visa acompanhar a máquina ou as peças por monitoramento através de medições ou por controle estatístico com o objetivo de prever a ocorrência da falha. Outras vantagens desse tipo de manutenção é determinar o tempo correto de intervenção evitando paradas desnecessárias e a possibilidade de acompanhar toda vida útil do componente ou equipamento.

Os parâmetros medidos vão depender das características dos equipamentos, os mais destacados são análise vibratória em mancais de rolamento; análise de lubrificantes para identificar desgastes de

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM POLÍMEROS

algum equipamento; temperatura de trabalho e variações na corrente elétrica e através de análise gráficos de controle de qualidade dos produtos produzidos pelo equipamento que identificam a variação de parâmetros fora dos limites especificados.

A coleta de dados pode ser feita manualmente através de sensores, com intervalos pré-estabelecidos.

2.2.4 Manutenção Preditiva na Indústria 4.0

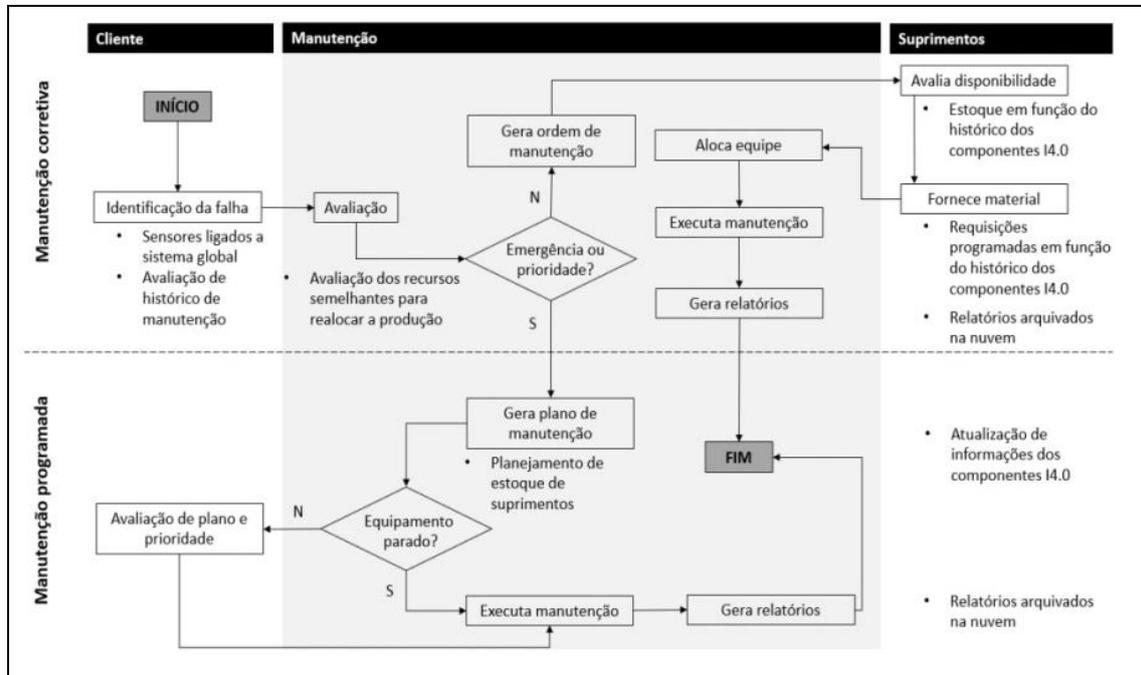
A concepção de indústria 4.0 para a manutenção industrial está intrinsecamente associada a manutenção preditiva, partindo do ponto de que os avanços em monitoramento de processos e equipamentos alcançados com a indústria 4.0 se alinham diretamente com o aumento na capacidade de se obter dados e formas de análise para suportar as tomadas de decisões no planejamento de manutenções.

Portanto, a manutenção na indústria 4.0 tem-se uma série de elementos que são armazenados em nuvem e que podem ser consultados ao longo da vida útil de um equipamento. Isso permite comparar seu desempenho com outros semelhantes e definir qual é o melhor momento para intervir no processo ou realizar sua atualização ou substituição. (REZENDE, et al., 2021).

Baseado no exposto acima, a IOT possibilita a captura e armazenamento das informações de monitoramento através dos sensores que permitem o fluxo contínuo dessas informações para os servidores das empresas. A fig. 3 mostra um fluxo de manutenção adaptado para suprir a demanda real da indústria 4.0 onde observa-se que a decisão de manutenção é tomada a partir das informações enviadas pelos sensores.

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM POLÍMEROS

Figura 3- Manutenção na indústria 4.0



Fonte: Stevan et al. (2018)

2.2.5 Indicadores da Manutenção

Todas as atividades inerentes a manutenção visam aumentar a disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos do processo produtivo, para tanto faz-se necessário o uso de indicadores para medir o desempenho relacionado ao funcionamento dos equipamentos, sendo possível corrigir em casos de desvios do funcionamento previsto, dentre os principais indicadores aplicados a manutenção os mais utilizados são os seguintes:

- MTBF-*Mean Time Between Failures*, no Brasil é conhecido como TMEF- Tempo Médio entre falhas;

O tempo médio entre falhas é obtido através da divisão da somatória das horas disponíveis do equipamento para a operação (HD), pelo número de intervenções corretivas nesse equipamento no período analisado, definido na fig. 4.

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM POLÍMEROS

Figura 4- Equação de definição MTBF

$$MTBF = \frac{HD}{NC}$$

Fonte: Viana, 2002

O objetivo desse índice é observar o comportamento do equipamento entre uma manutenção e outra, quando o valor de MTBF tende a aumentar, isso é visto de forma positiva como indicativo de que o número de intervenções corretivas está reduzindo.

b) *MTTR-Mean Time To Repair*, conhecido como TMR- Tempo médio de Reparo;

O tempo médio de reparo é dado como sendo a divisão entre a soma das horas de indisponibilidade para a operação devido a manutenção (HIM) pelo número de intervenções corretivas no período (NC), podendo deduzir que quanto menor o MTTR no passar do tempo, melhor o andamento da manutenção, pois os reparos corretivos representam cada vez menos impactos na produção e maior eficiência no tempo de atuação, conforme demonstrado na fig. 5.

Figura 5-Equação de definição MTTR

$$MTTR = \frac{HIM}{NC}$$

Fonte: Viana, 2002

c) *TMPF- Tempo Médio para Falha*;

O tempo médio de falha é apropriado aos equipamentos que no caso de falha são descartados e substituídos por novos, ou seja, não são suscetíveis a reparos e consiste na relação entre o total de horas disponíveis do equipamento para operação (HD) dividido pelo número de falhas detectadas em componentes não reparáveis, representada na fig. 6.

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM POLÍMEROS

Figura 6-Equação de definição TPMF

$$TPMF = \frac{HD}{N^{\circ} \text{ de Falhas}}$$

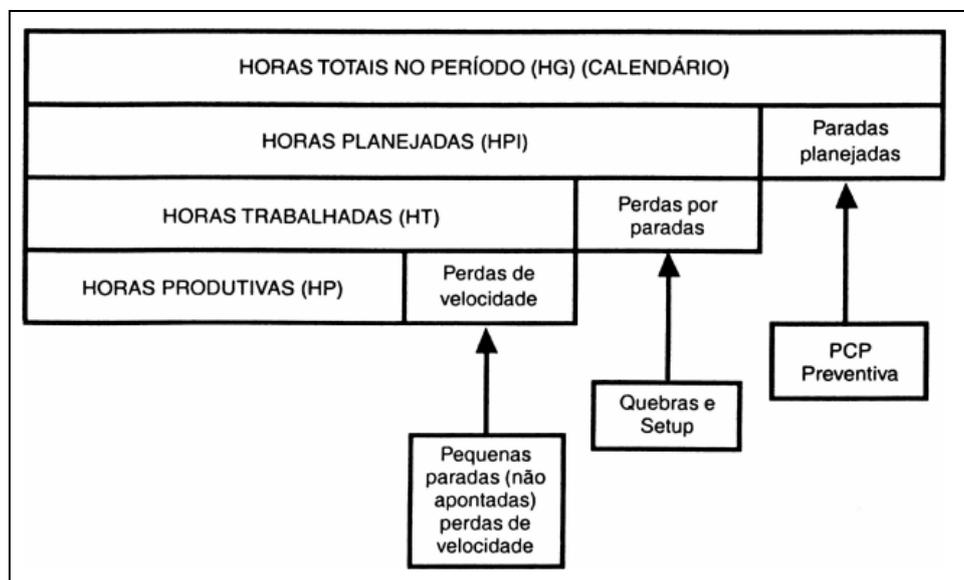
Fonte: Viana, 2002

d) Disponibilidade.

Segundo a ABNT, disponibilidade consiste na capacidade de um item estar em condições de executar uma certa função em um dado instante ou durante um intervalo de tempo definido.

De maneira geral a disponibilidade física (DF) representa o percentual de dedicação para operação de um equipamento ou de uma planta em relação às horas totais do período, a maneira de calcular a disponibilidade pode variar de um setor produtivo para o outro, na fig. 7 pode-se observar o conceito melhor.

Figura 7:Relação de dados para cálculo de disponibilidade



Fonte: Viana, 2002

Baseado na representação da fig. 7 pode-se dizer que a disponibilidade é a relação entre as horas trabalhadas (HT) e as horas totais no período (HG), demonstrada na fig. 8.

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM POLÍMEROS

Figura 8-Equação de definição Disponibilidade

$$DF = \frac{HT}{HG} \times 100\%$$

Fonte: Viana, 2002

3 METODOLOGIA

Este é um trabalho de pesquisa aplicada que visa contribuir para o conhecimento científico e faz uso de um escopo descritivo e exploratório através de uma abordagem qualitativa apresentada por meio de um estudo de caso. Contribuíram na elaboração desse trabalho, as pessoas responsáveis pelos processos de Manufatura, Manutenção e Tecnologia da Informação da empresa objeto de estudo que forneceram informações dos procedimentos e meios de controle utilizados.

Serviram como base de orientação e revisão bibliográfica, estudos de artigos publicados no site Enegep, Science Direct, Caps e livros publicados sobre os temas abordados.

3.1 Empresa de estudo

A empresa Sakura Tech, objeto desse estudo, atua na produção de peças plásticas para o mercado automotivo, eletroeletrônico e linha branca, processa mensalmente 90 toneladas de matéria prima, sendo diversos tipos de polímeros de engenharia. Considerada uma empresa de médio porte, possui 28 máquinas injetoras com força de fechamento entre 75 e 650 toneladas, além de máquinas de solda térmica, equipamentos periféricos como termorreguladores de temperatura que são utilizados no processo de produção. As fig. 9 e 10 representam imagens de parte da área produtiva da empresa com as máquinas injetoras e o exemplo de uma máquina de solda térmica utilizada para solda de peças injetadas.

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM POLÍMEROS

Figura 9-Área de produção da fábrica



Fonte: Sakura Tech

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM POLÍMEROS

Figura 10-Máquinas de solda térmica



Fonte: Sakura Tech

3.1.1 Monitoramento de produção

A empresa possui o Syneco, um sistema de Supervisão de Produção (NC MES), que através de sensores posicionados nas máquinas injetoras transmite em tempo real informações sobre todo período de produção. Isso é possível devido a coletores que ficam posicionados próximos as máquinas, nos quais são registrados os motivos das paradas, rejeitos de produção e qualquer intervenção que venha ocorrer durante o período. Nas fig. 11 e 12 pode ser visto a representação de uma das telas de monitoramento do programa e o coletor utilizado para os apontamentos durante a produção, respectivamente.

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM POLÍMEROS

Figura 11: Tela de monitoramento de produtividade da produção

OP	Item	Desc. Item	Código	Efic(%)	Rejeito(%)	Tempo de Ciclo Planejado	Tempo de Ciclo Real
20489	303.111.006	BR BASE LOUVRE-176427500	IP02	101.23	1.27	00:00:49	00:00:48
20532	304.172.004	H LED HL REFLECTOR A LH - 10142-8A0BG-50	IP03	100.00	1.50	00:00:58	00:00:58
20531	304.172.003	H LED HL REFLECTOR A RH - 10042-8A0BG-50	IP03	100.00	1.50	00:00:58	00:00:58
20432	304.163.011	LEDHL INNER LENS D RH -10081-8A0A0-50	IP04	102.74	3.27	00:04:07	00:04:00
20433	304.163.012	LEDHL INNER LENS D LH -10181-8A0A0-50	IP04	102.74	3.08	00:04:07	00:04:00
20492	304.163.005	RCL BG INNER LENS RH	IP07	102.41	8.96	00:04:15	00:04:09

Fonte: Sakura Tech

Na tela do monitor de produtividade mostrada na imagem acima, ficam disponíveis as informações como: ordem de fabricação, código e descrição do produto, índice de rejeito, tempo de ciclo planejado, tempo de ciclo real em que a máquina está trabalhando e eficiência do processo em relação ao tempo de ciclo planejado e real.

Figura 12: Coletor



Fonte: Sakura Tech

No coletor mostrado na fig. 12, o operador registra os rejeitos durante a produção, justifica os motivos de parada e se necessário, aciona cadeia de ajuda que automaticamente chega para o departamento de almoxarifado para solicitar algum componente ou embalagem caso esteja próximo do fim, evitando a interrupção de produção.

3.1.2 Integração de Sistemas

Recentemente o sistema de monitoramento de produção começou a ser integrado ao sistema SAP ERP (planejamento de recursos empresariais), através da tecnologia de integração de sistemas, isso permite o acesso do ERP as informações da produção e atualização em tempo real da cadeia produtiva e de suprimentos, esse reporte de informação deixa de ser feito de forma manual a cada operação e após a conclusão de cada produção e passa a ser feito via sistema, tornando o processo mais rápido e o controle de estoque de insumos e produto acabado mais preciso, na fig. 13 um exemplo de como o monitor de máquinas apresenta a quantidade de peças produzidas, rejeitadas e tempo decorrido de cada status.

Figura 13: Monitor com status das máquinas em produção



Máquina	OP	Item	Molde	Detalhamento	Tempo Decorrido(m)	Tempo Decorrido	Produzido	Produzido Total	Rejeita
Injetora 03	23105*	304.172.003	STB-337	Normal	240.17	240.17	1303	1278	25
Injetora 04	23058*	304.173.003	STB-336	Normal	104.30	104.3	1134	981	153
Injetora 05	23121*	304.174.003	STB-356	Normal	237.45	237.45	474	422	52
Injetora 06	23123	306.143.004	STB-231	Normal	241.52	241.52	1568	1516	52
Injetora 09	23114	303.111.005	STB-261	Normal	248.35	248.35	3122	3108	14
Injetora 10	23107	312.133.001	STB-350	Normal	247.10	247.1	28984	28872	112
Injetora 24	23115*	304.162.005	STB-339	Normal	251.57	251.57	748	734	14
Injetora 25	23113	306.443.001	STB-159	Normal	248.47	248.47	3140	3087	53
Injetora 26	23128*	304.121.009	STB-355	Normal	248.33	248.33	220	215	5
Montagem 01	22944	302.394.014	---	Normal	174.52	174.52	3276	3276	0
Injetora 12	22985	301.111.915	STB-240	MANUTENÇÃO - AGUARD. PEÇAS	1621.47	1621.47	0	0	0
Injetora 01	23119*	304.121.007	STB-296	TÉCNICO PROCESSO ATUANDO	37.30	37.3	0	0	0
					18238.32	18238.319999999996	70729	69271	1458

Fonte: Sakura Tech

3.1.3 Planejamento de manutenção

A manutenção preventiva das máquinas injetoras é realizada anualmente de acordo com o cronograma planejado e a eficiência do processo é monitorada através dos indicadores MTTR com meta de 1:35 h de tempo médio para reparo, o MTBF, que é a soma total dos intervalos entre as falhas, com 160 h como meta definida. Além desses indicadores, também é monitorado o indicador de Disponibilidade, que corresponde a eficiência de disponibilidade das máquinas durante o intervalo entre falhas, sua meta é de 95%, esses indicadores suportam a análise crítica da alta direção da empresa. O sistema de monitoramento fornece os dados que suportam esses indicadores, pois o tempo e motivo das paradas de máquina ficam registrados, sejam elas planejadas ou não. Na fig. 14 seguinte, estão os tópicos de manutenção na tela de monitoramento.

Figura 14: Tópicos do monitoramento relacionados a manutenção



Fonte: Sakura Tech

O cronograma das manutenções preditivas segue de acordo com o tipo de equipamento, pode ser anual, trimestral ou mensal. Nas máquinas injetoras a manutenção preditiva é anual, sendo realizada no painel de tomadas e através da análise do óleo que é coletado por um laboratório especializado. Entram, também, no calendário anual, a cabine primária e as pontes rolantes. O sistema de combate a incendio passa por manutenções trimestrais e a análise da água do sistema de refrigeração é realizada mensalmente também por um laboratório especializado. A empresa também possui monitoramento na cabine dos compressores que permite o controle em tempo real da performance do sistema e o acionamento de manutenção em casos de alterações de eficiência.

3.2 Projeções para a Manutenção com uso da IOT e Integração de Sistemas

O gerenciamento das manutenções é feito através de planilhas que contemplam máquinas, equipamentos e moldes de injeção. Para cada manutenção, seja corretiva, preventiva ou preditiva, deve ser emitida uma ordem de serviço de forma manual. Se a manutenção planejada for em uma máquina injetora ou molde, o responsável pela programação de manutenção envia um email ao planejamento sobre a necessidade de disponibiliza-lo no prazo planejado para executar a atividade e após a conclusão da manutenção, esse formulário é preenchido e suas informações são adicionadas a uma planilha para registrar as ações tomadas e manter o histórico de reparos do item, esse fluxo de trabalho se torna demorado e passível a falha na acuracidade das informações. Com o intuito de viabilizar o processo de manutenção a Sakura está planejando a aquisição de um software

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM POLÍMEROS

que, integrado ao sistema Syneco e por consequência ao ERP realiza todo gerenciamento de recursos e equipamentos de forma mais eficiente e produtiva, o software Engeman® foi escolhido por possuir ferramentas que uma vez aplicadas irão eliminar cadastros de informações em duplicidade, reduzir os esforços e a possibilidade de divergência de informações do sistema, além de muitos recursos que auxiliarão na manutenção preditiva.

3.3 Resultados e Discussão

Exposto no quadro abaixo pode-se evidenciar a diferença entre o gerenciamento de manutenção da forma atual sem o uso de integração de sistemas e o gerenciamento com a integração dos sistemas através do software Engeman®.

Quadro comparativo dos gerenciamentos

Comparativo entre gerenciamento de manutenção atual e com o Engeman		
Tipo de Gerenciamento	Atual	Com Engeman
Ordem Serviço	Manual	Via sistema
Reporte de informações	Manual em etapas	Única vez via sistema
Cadastro de itens	Em duas etapas	Única vez
Planejamento manutenções	Cronograma	Via sistema
Histórico do equipamento	Em planilhas	Via sistema

Fonte: Autor

Como descrito no quadro, uma vez adotado a integração de sistemas também ao processo de manutenção, como é aplicado a produção e a rede de suprimentos e logística, operações que são feitas de forma manual e algumas vezes de forma repetida, passam a ser executadas em uma única vez, aumentando a acuracidade das informações e otimizando o tempo e mão de obra disponível.

Conforme evidenciado no processo de produção, o monitoramento proporciona o maior controle do processo, sendo possível obter relatórios de produção, diário de bordo e mapeamento dos modos de falha entre outras informações e isso viabiliza a aplicação também ao processo de manutenção.

As informações obtidas nos processos estudados na empresa validam a hipótese levantada de que a indústria 4.0 facilita o planejamento de manutenções e possibilita maior eficiência e produtividade.

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM POLÍMEROS

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A indústria 4.0 tem se tornado realidade em pequenas e grandes empresas que querem continuar no mercado de forma competitiva e que entendem que a digitalização de seus processos é um dos caminhos, visto que a acuracidade e velocidade das informações proporcionada pelo controle e monitoramento das operações são bases importantes na tomada de decisões.

Sendo assim, a busca por softwares especializados em monitoramento e integração de sistemas tende a aumentar e a empresa apresentada nesse estudo é um exemplo dessa crescente demanda.

No entanto mesmo com todas as vantagens evidenciadas e projetadas na implementação desses sistemas, é preciso adaptações e investimento em treinamentos que precisam ser bem planejados.

Concluindo, o presente estudo confirma a hipótese levantada, visto que se pode verificar a aplicação dos conceitos do referencial teórico sobre manutenção e indústria 4.0 na empresa de estudo e identificar a sua viabilidade objetivando maior eficiência nos processos estudados.

5 AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus colegas de trabalho que colaboraram com esse estudo, ao meu professor orientador Prof. Me Nelson Rampim por compartilhar o seu conhecimento, aos demais professores dessa instituição que se dedicaram da melhor forma para transmitir um ensino de qualidade e aos meus colegas de curso.



CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM POLÍMEROS

6 REFERÊNCIAS

DOCKHORN, F. S. M. Manutenção 4.0 no contexto da Universidade de Brasília - UnB. 2019. 131 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Mecatrônicos) – Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

FILHO, Armando Marsarioli, GAVIRA, Muriel de Oliveira, SILVA, Alessandro Lucas, IGNÁCIO, Paulo Sérgio Arruda, JÚNIOR, Antonio Carlos Pacagnella. A Manutenção na era da indústria 4.0 e a sustentabilidade ambiental- Um Estudo de Caso. **ENESEP**. Campinas. Unicamp Faculdade de Ciências Aplicadas, 2021.

FOGLIATTO, Flavio Sanson. Confiabilidade e Manutenção industrial (recurso eletrônico). Rio de Janeiro: Elsevier, ABEPRO, 2011.

LIMA, Faíque Ribeiro, GOMES Rogério. Conceitos e tecnologias da indústria 4.0 uma análise bibliométrica. **Revista Brasileira de Inovação**. Campinas, 19, e0200023, p. 1-30, 2020.

LIMA, F. A.; CASTILHO, J. C. N. Aspectos da manutenção de equipamentos científicos da Universidade de Brasília. Monografia (Especialização em Desenvolvimento Gerencial). Brasília. UB. 2006.

PATNAIK, Srikanta. New Paradigm of Industry 4.0, Internet of Things, Big Data Cyber Physical Systems vol. 64, Polish Academy of Sciences, Warsaw, Poland, 2020.

PINTO, Alan K., NASCIF, Julio. **Manutenção Função Estratégica** 4ª ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2012.

SCHWAB, Klaus. **A Quarta Revolução industrial**.; tradução Daniel Moreira Miranda. 1ª ed. São Paulo: Edipro, 2016.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **PCM Planejamento e Controle de Manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

VIANINI, Rodrigo A. **A manutenção Industrial frente a indústria 4.0**. 2021. 18f. (Trabalho de Graduação), Unilasalle, Centro Universitário La Salle do Rio de Janeiro.



CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM POLÍMEROS

STALLINGS, William. Arquitetura e organização de computadores 10ª ed. São Paulo: Pearson Education, 2017.

STEVAN, S. L. et al. Indústria 4.0: fundamentos, perspectivas e aplicações. 1. Ed. São Paulo: Érica, 2018.

<https://www.luizchesini.com.br/2021/09/11/conheca-os-nove-pilares-da-industria-4-0-e-sua-relevancia-para-a-atividade-industrial/> acessado em 06/11/23 18:00