

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS
ENGENHARIA MECÂNICA
JULIANA CARVALHO VICENTE

**A IMPORTÂNCIA DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA E CORRETIVA EM ROBÔS
DE PINTURA AUTOMOTIVA**

Varginha

2021

JULIANA CARVALHO VICENTE

**A IMPORTÂNCIA DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA E CORRETIVA EM ROBÔS
DE PINTURA AUTOMOTIVA**

Trabalho de conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas UNIS MG, sob a orientação do Prof. MSc. João Mario Mendes de Freitas

Varginha

2021

JULIANA CARVALHO VICENTE

**A IMPORTÂNCIA DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA E CORRETIVA EM ROBÔS
DE PINTURA AUTOMOTIVA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas, como pré-requisito para a obtenção de bacharel pela banca examinadora composta pelos membros:

Aprovado (a) em ____/____/____

MSc. João Mario Mendes de Freitas

Prof.

Prof.

Obs:

Dedico esse trabalho a Deus por me iluminar sempre. Aos meus familiares que me apoiaram em todos momentos desta trajetória. Por fim meus amigos que conquistei durante esses anos de estudo

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ter me dado força.
Aos meus pais, que tudo que tem feito por mim.
Aos meus professores do curso por todos ensinamentos. Ao meu orientador por toda paciência

RESUMO

O presente relatório tem como objetivo demonstrar a importância da manutenção e seus benefícios em robôs no polo automotivo de uma terminada empresa, na área da pintura. Trata-se de uma pesquisa bibliográfica, documental e de campo, utilizamos livros que abordam a temática, dados fornecidos pela própria empresa através de documentos, e o relato da nossa experiência no setor da manutenção de robôs. Consideramos que a manutenção de Robôs de pintura na indústria automotiva é extremamente importante nos dias atuais, tendo em vista o crescimento das tecnologias e a chegada da indústria 4.0.

Palavras-chave: Manutenção. Robôs. Melhorias.

ABSTRACT

This report aims to demonstrate the importance of maintenance and its benefits in robots in the automotive pole in the field of painting. It is a bibliographical, documentary and field research, we use books that approach the subject, data provided by the company through documents, and the report of our experience in the field of robot maintenance. We believe that maintenance of paint robots in the automotive industry is extremely important nowadays, in view of the growth of technologies and the arrival of industry 4.0.

Keywords: Maintenance. Robots. Improvements.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Robô	18
Figura 2 -Bomba dosadora	19
Figura 3- Eletrodos de alta tensão do robô de pintura.....	20
Figura 4 – Custo da manutenção preventiva	20
Figura 5 - Sede de nylon desgastada	21
Figura 6 - Sede de cerâmica x nylon desgastada.....	21
Figura 7 - Benefício da implementação.....	22

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 MANUTENÇÃO.....	12
2.1 MANUTENÇÃO CORRETIVA	12
2.2 MANUTENÇÃO PREVENTIVA.....	13
2.3 MANUTENÇÃO PREDITIVA.....	13
2.4 ROBOS NA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA E EVOLUÇÃO.....	14
2.5 ROBOS APLICADOS A FUNILARIA.....	16
2.6 PRINCIPAIS DEFEITOS DOS ROBOS APLICADOS NA FUNILARIA, PRINCIPAIS COMPONENTES DE FALHA.....	18
2.7 MANUTENÇÃO APLICADAS A ESSES ROBÔS E SEUS RESULTADOS.....	21
3 CONCLUSÃO.....	23
REFERÊNCIAS.....	24

1 INTRODUÇÃO

A manutenção para os robôs de pintura é extremamente importante para a produção da empresa e não pode ser negligenciada porque desempenha um papel essencial na eficácia da fabricação enxuta. Como no seguro de assistência médica pessoal, a manutenção pode ser considerada o cuidado de saúde de nossas máquinas e equipamentos de fabricação.

É necessário reduzir efetivamente o desperdício e fazer estudos das máquinas para realizar melhorias para garantir uma vida útil com menos quebra, O custo da manutenção regular é muito pequeno quando comparado ao custo de uma quebra importante, quando não há produção.

A pressão competitiva no mercado está forçando as empresas a explorar todas as vantagens competitivas possíveis com o objetivo de encontrar o potencial em cada processo (VIANA, 2006).

Sabe-se que a manutenção dos robôs de pintura é algo extremamente importante, tanto para a produtividade da empresa quanto para a qualidade dos carros que ela fornece. Qual a importância da manutenção dos robôs na pintura automotiva? O objetivo geral dessa pesquisa é demonstrar a importância da manutenção preventiva e corretiva em robôs para uma pintura automotiva.

A manutenção para os robôs de pintura é extremamente importante para a produção da empresa e não pode ser negligenciada porque desempenha um papel essencial na eficácia da fabricação enxuta. Como no seguro de assistência médica pessoal, a manutenção pode ser considerada o cuidado de saúde de nossas máquinas e equipamentos de fabricação.

É necessário reduzir efetivamente o desperdício e fazer estudos das máquinas para realizar melhorias para garantir uma vida útil com menos quebra, O custo da manutenção regular é muito pequeno quando comparado ao custo de uma quebra importante, quando não há produção.

A pressão competitiva no mercado está forçando as empresas a explorar todas as vantagens competitivas possíveis com o objetivo de encontrar o potencial em cada processo (VIANA, 2006).

Sabe-se que a manutenção dos robôs de pintura é algo extremamente importante, tanto para a produtividade da empresa quanto para a qualidade dos carros que ela fornece.

Um sistema de produção de alto desempenho não depende apenas de um projeto operacional, mas também dos processos de cuidar do sistema. Isso inclui manutenção que visa manter o sistema em uma condição operacional ou trazê-lo de volta a uma condição operacional após uma falha (VIANA, 2006).

2 MANUTENÇÃO

Em termos gerais, equipamentos que não são bem mantidos e falham periodicamente experimentam perdas de velocidade e / ou falta de precisão e, portanto, tendem a produzir defeitos. Mais frequentemente do que não, esse equipamento gera processos de fabricação fora de controle. Um processo que está fora de controle produz produtos defeituosos e, portanto, aumenta o custo de produção, o que resulta em menor lucratividade, o que põe em perigo a sobrevivência da organização (KARDEC; NASCIF, 2009)

Através de pequenas inspeções diárias, limpeza, lubrificação e pequenos ajustes, problemas menores podem ser detectados e corrigidos antes que se tornem um grande problema que pode interromper uma linha de produção. Um bom programa de manutenção exige a participação e o apoio de toda a empresa por parte de todos, desde o alto executivo até o pessoal da fábrica.

2.1 MANUTENÇÃO CORRETIVA

A manutenção corretiva, às vezes chamada de manutenção de parada, é usada quando um sistema ou máquina falha. Ele inclui reparo e substituição de peças com falha para criar uma operação bem-sucedida novamente.

As ações de manutenção corretiva são, ao contrário das ações de manutenção preventiva, não escalonáveis (KARDEC; NASCIF, 2009). Isso os torna mais difíceis de planejar e mais caros de realizar.

Logo, a manutenção corretiva” significa deixar as instalações continuarem a operar até que quebrem. O trabalho de manutenção é realizado somente após a quebra de o equipamento ter ocorrido [...]” (SLACK et al., 2002, p.456).

Assim, a manutenção corretiva pode ser não planejada, que tem como intuito corrigir a falha de forma aleatória em uma quebra inesperada depois da ocorrência do fato. Ou seja, ela vai atuar a partir de um fato já ocorrido e não existe tempo para preparação do serviço (KARDEC; NASCIF, 2009).

Já manutenção planejada é aquela que busca corrigir uma falha ou um desempenho menor que o esperado, entretanto, tem como base a modificação dos parâmetros observados pela manutenção preditiva (XENOS, 1998).

2.2 MANUTENÇÃO PREVENTIVA

A manutenção preventiva tem como intuito evitar as falhas ou quedas de desempenho, e isso acontece por meio de intervalos de tempo pré definidos e tem como intuito obedecer a um plano já elaborado.

Essa tipologia de manutenção permitiu um bom gerenciamento das atividades, nivelamento dos recursos, além da previsibilidade do consumo dos materiais (KARDEC; NASCIF, 2009).

A manutenção preventiva pode ser sistemática. A manutenção preventiva sistemática é de importância crítica para o controle dos primeiros estágios de degradação em um equipamento. É realizado em intervalos de tempo predeterminados ou de acordo com um número de unidades de uso, sem controlar a condição geral da máquina.

Assim essa tipologia de manutenção “(...) Visa eliminar ou reduzir as probabilidades de falhas por manutenção (limpeza, lubrificação, substituição e verificação) das instalações em intervalos de pré planejados” (SLACK et al., 2002, p.645).

Sua missão é manter um nível de determinado serviço em equipamentos, programando as intervenções de suas vulnerabilidades no momento mais oportuno. É usado para ser um personagem sistemático, ou seja, o equipamento é inspecionado mesmo que não tenha dado nenhum sintoma de ter um problema.

2.3 MANUTENÇÃO PREDITIVA

A manutenção preditiva é um programa de manutenção preventiva orientada pela condição. Em vez de se basear em estatísticas de vida média industrial ou interna, ou seja, tempo médio para falha, para programar atividades de manutenção, a manutenção preditiva usa monitoramento direto da condição operacional, eficiência, distribuição de calor e outros indicadores para determinar a média atual tempo-a-falha ou perda de eficiência que seria prejudicial para as operações da planta em todos os sistemas críticos da planta ou instalação.

Em suma esse tipo de manutenção:

(...) visa realizar manutenção somente quando as instalações precisarem dela. Por exemplo, os equipamentos de processos contínuos, como os usados para cobrir papel fotográfico, funcionam por longos períodos de modo a conseguir a alta utilização necessária para a produção eficiente em custos (SLACK et al., 2002, p. 645).

Na melhor das hipóteses, os métodos tradicionais orientados pelo tempo fornecem uma linha de orientação para os períodos normais de vida dos trens de máquina.

A decisão final, em programas preventivos ou de execução para falha, nos cronogramas de reparo ou recondicionamento deve ser feita com base na intuição e na experiência pessoal do gerente de manutenção (KARDEC; NASCIF, 2009).

2.4 ROBOS NA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA E EVOLUÇÃO

A indústria automobilística fez uma transição dramática no último século. De pequenas oficinas que criaram veículos personalizados para os poucos ricos, para o modelo T produzido em massa da Ford que disponibilizou o automobilismo para o grande público e para o Sistema Toyota de Produção que provou ao mundo que alta produtividade e alta qualidade podem ser alcançadas em o mesmo tempo. Muitos pesquisadores estudaram essas transições drásticas na indústria automobilística, tentando entender como essa mudança drástica poderia acontecer em tão pouco tempo. Historiadores como David Hounshell, Allan Nevins e Lawrence White, por exemplo, debatem os impulsores e facilitadores da mudança da produção artesanal do final do século 19, que era predominante na época (Nevins, 1954; Nevins e Hill, 1957; White, 1971; Hounshell, 1984) e Womack et al. e Takahiro Fujimoto dão um relato detalhado do paradigma de produção enxuta em contraste com a abordagem de produção em massa (Womack et al., 1990; Fujimoto, 1999).

No início da indústria automotiva, estavam os produtores artesanais de empresas como Panhard et Lavassor, Duesenberg e Hispano Suiza, que empregavam uma força de trabalho qualificada para fabricar veículos individuais personalizados de acordo com os desejos de seus poucos clientes que podiam pagar por eles. O núcleo da lógica da produção em massa, ou sistema fordista, que viraria as economias da indústria automobilística de cabeça para baixo a partir de 1908, não era a linha de montagem móvel, como muitos suspeitam, mas, na verdade, a permutabilidade das partes, e a visão da Ford de maximizar o lucro, maximizando a produção e minimizando o custo. Esta noção era muito diferente das economias existentes dos produtores de artesanato, onde o custo de construir um veículo diferia pouco se fosse feito apenas um único carro, ou mil carros idênticos: uma vez que todas as peças eram feitas à mão, e posteriormente alteradas pelo Os chamados 'instaladores', a quantidade de trabalho necessária por veículo diferia pouco, se em tudo. Além disso, a maioria dos veículos na época era customizada de acordo com os requisitos individuais, portanto a padronização de peças não era uma prioridade.

No entanto, foi essa noção de intercambialidade de partes que se tornaria o capacitador crítico do sistema de produção em massa de Ford, um conceito que originalmente origina-se do setor de fabricação de armas (Hounshell, 1984). Inicialmente proposto por Eli Whitney e posteriormente implementado por Samuel Colt, a capacidade de padronizar peças significava que a operação de montagem poderia ser simplificada, e toda a função de trabalho do "preparador qualificado" se tornaria redundante. A linha de montagem móvel, no entanto, implementada pela Ford em sua fábrica de Highland Park em 1913 pela primeira vez, é apenas uma evolução lógica dos conceitos de produção de fluxo de produção e padronização de peças e funções de trabalho. Como Robert Hall argumenta, "há fortes evidências históricas de que, a qualquer momento em que os seres humanos se envolvem em qualquer tipo de produção em massa, conceitos para melhorar o fluxo e melhorar o processo ocorrem naturalmente" (Hall, 2004). Até hoje, o historiador discorda sobre quem realmente inventou a linha de montagem móvel, se ela estava dentro da Ford ou dentro da McCormick Harvesting Machine Company, e quem dentro da Ford fez as mudanças críticas (Nevins, 1954; Hounshell, 1984). Na minha opinião, este debate é pouco relevante. Foi a visão da Ford produzir o maior número de veículos ao menor custo possível, que se tornou a marca da produção em massa, e a pedra fundamental da economia da indústria automobilística do século XX (White, 1971; Rhys, 1972). Da mesma forma, argumenta-se que Ford foi influenciada pela abordagem taylorista da Administração Científica, que foi proposta numa época em que o modelo de produção em massa de Ford ainda estava sendo elaborado (Taylor, 1911). No entanto, não há prova de que essa influência tenha realmente acontecido e, de fato, Ford nunca se referiu a Taylor como tal em qualquer documentação oficial (Hounshell, 1984). Em vez disso, a padronização concomitante das práticas de trabalho e do produto em si, a permutabilidade dos componentes, a produção de fluxo e a linha de montagem móvel devem ser vistas como ferramentas que permitiram a Henry Ford transformar sua visão em realidade, em vez da essência da produção em massa. Como Peter Drucker coloca: "A essência do processo de produção em massa é a reversão das condições a partir das quais a teoria do monopólio foi deduzida. As novas suposições constituem uma verdadeira revolução econômica" (Drucker, 1946).

Henry Ford teve a visão que literalmente mudou a face do planeta - produzir grandes volumes de carros para reduzir o custo por unidade e disponibilizar os carros para as massas. E sua nova "produção em massa", primeiramente chamada como tal no artigo da edição de 1925 da Encyclopaedia Britannica, funcionou bem por quase duas décadas. A Ford conseguiu reduzir as horas de mão-de-obra para montagem do veículo de 750 horas em 1913 para 93 horas em 1914, e o preço de venda de um Modelo T poderia ser reduzido de US \$ 1.200 em 1909 para

US \$ 690 em 1914. No entanto, com a introdução da linha de montagem móvel também surgiram desafios trabalhistas. O novo tipo de trabalho não foi bem recebido pela força de trabalho e a rotatividade de pessoal subiu para níveis insustentáveis (Hounshell, 1984). Embora às vezes mal interpretado como um movimento filantrópico por Henry Ford, o famoso "dia de cinco dólares" foi principalmente voltado para tornar o local de trabalho atraente para os trabalhadores ficarem, e como um efeito secundário também significou que seus próprios trabalhadores logo se tornaram capazes de comprar esses carros, então a demanda foi estimulada.

2.5 ROBOS APLICADOS A FUNILARIA

Na década de 1920, levou quase dois meses para pintar e secar o carro antes da entrega ao cliente - e mesmo assim, a tinta não era durável e começou a descolorir dentro de alguns anos, em parte porque o verniz se desgastaria muito rápido.

Naquela época, a gigante industrial DuPont descobriu e comercializou uma nova laca que forneceu a solução para os problemas de durabilidade e descoloração por cerca de 50 anos (SOUZA, 2014).

Hoje em dia, o processo de pintura e revestimento usado pelos fabricantes de automóveis tende a envolver vários estágios, e o tipo de tintas que eles usam inclui o que é chamado de "perolado", que foi dito ser desenvolvido pela primeira vez pela Audi em algum momento da década de 1950 (SANTOS, 2014).

E, embora os fabricantes de equipamentos originais pudessem, de toda a pintura, no local, há um grande número de carros usados cujos proprietários os pintam posteriormente em uma oficina (PIL; HOWEG, 2014)..

O Maaco, que se acredita ser uma das maiores oficinas corporais dos Estados Unidos, diz que "ajudou mais de 20 milhões de clientes com seus requisitos de pintura automotiva e reparo de colisão" (FINE, 2003).

Maaco parece usar principalmente trabalhadores humanos para entregar seus serviços de pintura, que têm muitos níveis, do básico ao platinum. Pode usar robôs, mas ainda temos que confirmar isso (FINE, 1998).

Há, no entanto, novas empresas de oficinas que definitivamente usam robôs em suas ofertas de serviços de pintura (PIL; HOWEG, 2014)..

A Symach, uma empresa italiana estabelecida que lançou suas operações de carroceria nos EUA há alguns anos, usa robôs principalmente para o processo de secagem. (DRUCKER, 1996)

A empresa vendeu 2.400 robôs de secagem para oficinas de pintura até o momento em que chegou aos EUA, de acordo com um relatório do Auto Body News (FINE, 1998).

E seu discurso de vendas parece impressionante. "É realmente uma oficina em uma caixa", diz Osvaldo Bergaglio, CEO da Symach. "Um técnico multi-qualificado pode realizar uma média de seis reparos por dia sem mover o veículo." Os robôs "FlyDry" da Symach não se parecem com a típica família de braços robóticos articulados em plantas industriais. No ano passado, a Symach forneceu aos Centros de Auto Body & Colisão 3D um sistema de secagem que reduz os tempos de secagem "de quase uma hora para segundos" (DRUCKER, 1996).

Uma das empresas parceiras da Symach é a BASF, o conglomerado que talvez possa ser comparado à DuPont. Existem inúmeras empresas especializadas no fornecimento de células de pintura robótica e soluções inovadoras estão sendo desenvolvidas. Entre eles está uma outra empresa italiana chamada CMA Robotics, que, além de oferecer soluções para a indústria automotiva, também parece ter favorecido o setor de construção naval (BOYER, 2015).

E há também a empresa Easy Paint Robot, com sede na França, que fornece soluções de pintura robótica para uma ampla gama de indústrias, incluindo a automotiva (SILVA; SOUZA, 2014).

Para grandes OEMs, especialmente montadoras, uma linha de pintura interna é um componente bem estabelecido de qualquer sistema de produção.

As empresas para as quais recorrem tendem a ser os principais fabricantes de robôs, que têm robôs de pintura pré-configurados que podem ser personalizados para cada aplicação (FINE, 1998).

A nova solução é provavelmente a da ABB, que afirma ter produzido o "primeiro sistema de pintura robótica automotiva digital" do mundo, como apresentado neste site recentemente. Simplificando, o robô da ABB usa um novo atomizador - ou bocal para a pintura - e, talvez mais significativamente, está conectado à ABB Ability, a plataforma de internet industrial da empresa (FINE, 1998).

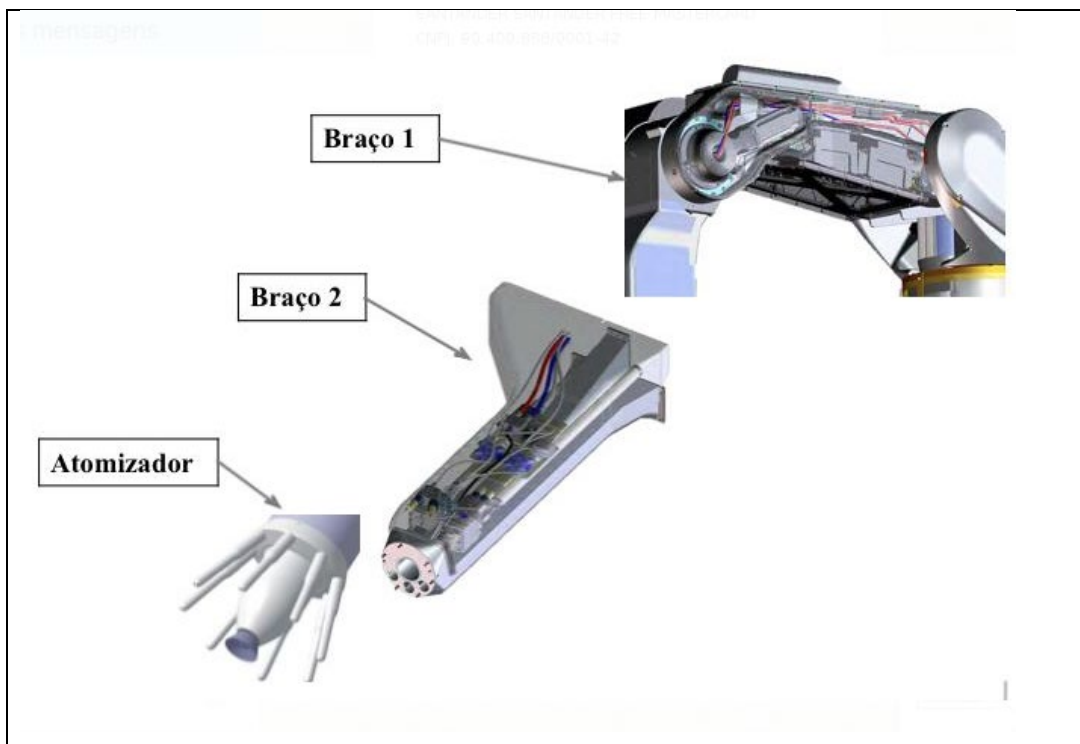
E a Dürr fez uma parceria com a gigante automobilística BMW para desenvolver o sistema de pintura robótica pelo qual as empresas receberam algum tipo de prêmio de design (BOYER, 2015).

A Dürr tem uma gama de robôs de pintura automotiva chamada EcoPaint, que pode usar "todos os materiais de pintura". Um dos robôs é um sistema cinemático de sete eixos que pode ser usado em vez de um trilho de deslocamento linear, economizando dinheiro (FINER, 1998).

Enquanto isso, a instituição de pesquisa acadêmica Fraunhofer demonstrou um novo sistema de pintura robótica que afirma economizar 20% no uso de tinta, 15% no consumo de energia e 5% no tempo de produção (SOUZA; SANTOS, 2010).

O sistema é chamado SelfPaint e, aparentemente, conta com o processo de digitalização e análise digital antes do início do processo de pintura e revestimento de cinco etapas.

Figura 1 – Robô



Fonte: dados da pesquisa (2021)

2.6 PRINCIPAIS DEFEITOS DOS ROBOS APLICADOS NA FUNILARIA, PRINCIPAIS COMPONENTES DE FALHA

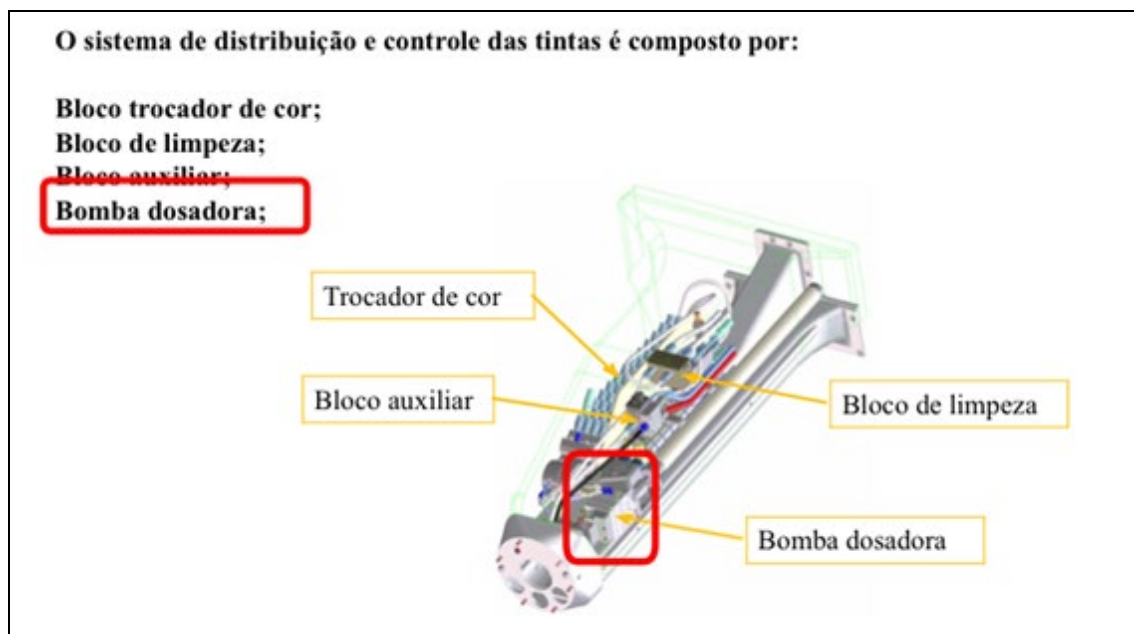
Quase todos os aspectos da vida humana moderna foram influenciados pela ciência e pela tecnologia. A partir do smartphone que você tem em mãos para navegar no Facebook, até

a casa inteligente em que você mora, há pelo menos duas peças de tecnologia que foram usadas. O campo da ciência e da tecnologia avançou nas últimas décadas e mudou nossas perspectivas de vida. Entre esses avanços, os robôs se tornaram significativos tentando aproximar-se das vidas humanas. Embora tenham conseguido resolver a maioria dos nossos problemas do dia-a-dia, eles ainda podem criar problemas. Primeiro de tudo, vamos ver o lado brilhante e depois passar para o lado negro.

Assim, os principais componentes de falha são:

- Bomba dosadora

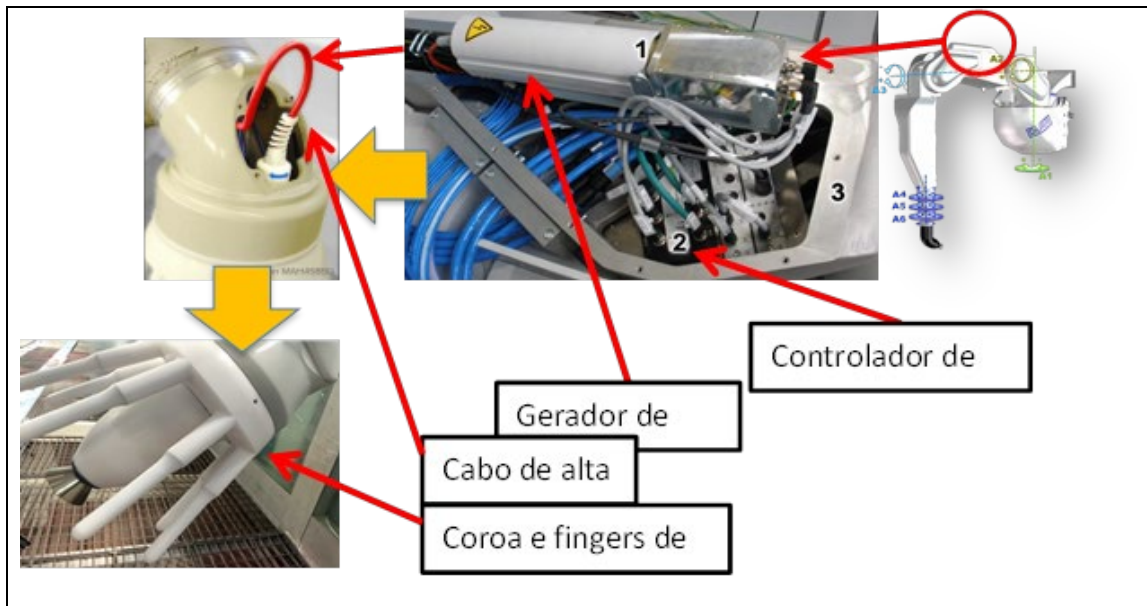
Figura 2 -bomba dosadora



Fonte: dados da pesquisa (2021)

- Eletrodos de alta tensão do robô de pintura

Figura 3- eletrodos de alta tensão do robô de pintura

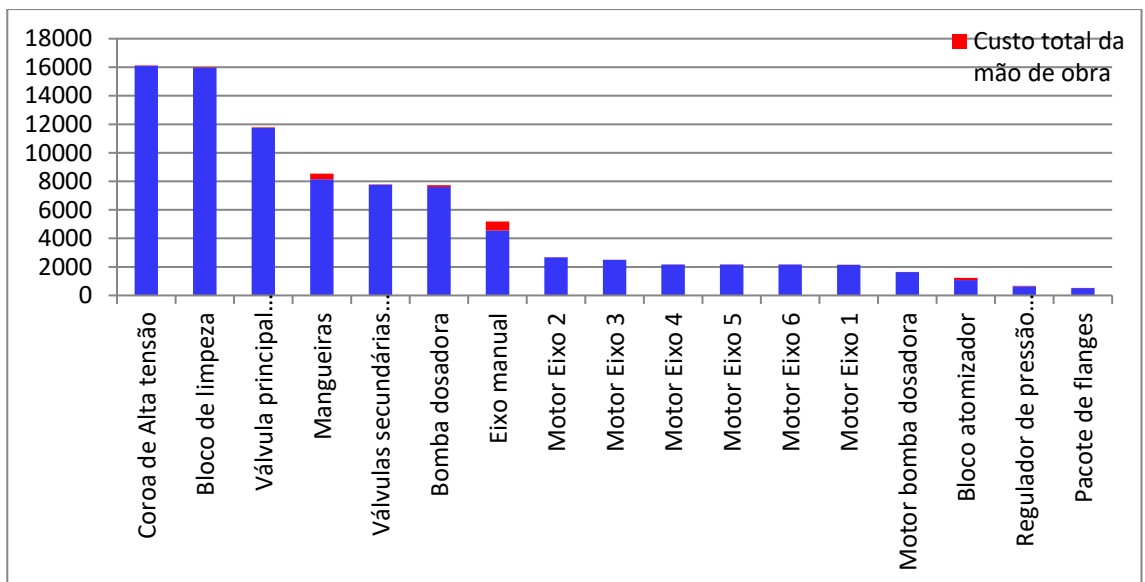


Fonte: dados da pesquisa (2021)

É válido salientar que existe outros problemas e conseqüentemente investimento em substituições. Mas, aqui foram demonstrados alguns.

Já a figura abaixo demonstra o diagrama do custo de manutenção preventiva do robô supracitado.

Figura 4 – custo da manutenção preventiva



Fonte: dados da pesquisa (2021)

2.7 MANUTENÇÃO APLICADAS A ESSES ROBÔS E SEUS RESULTADOS

Assim, a manutenção aplicada na bomba dosadora do robô BC2txt deu um custo de R\$ 3.005,82. A partir do estudo realizado percebe-se que é necessária uma manutenção preventiva para poder observar o desgaste demasiado. Conforme pode ser visto abaixo:

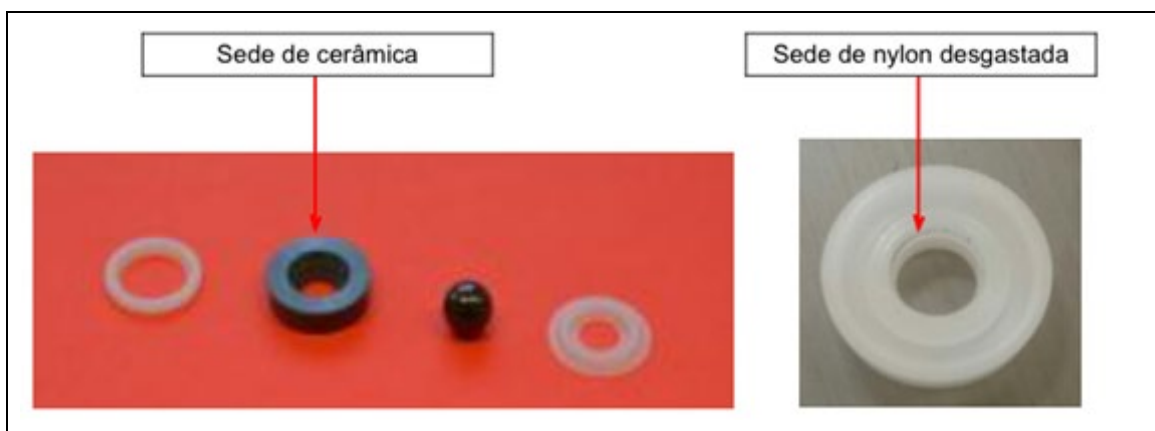
Figura 5 - Sede de nylon desgastada



Fonte: dados da pesquisa (2021)

Assim, a ideia foi usar um kit que tem o sede de cerâmica, que de acordo com a documentação técnica tem o dobro da durabilidade, conforme pode ser visto na imagem abaixo:

Figura 6 - Sede de cerâmica x nylon desgastada



Fonte: dados da pesquisa (2021)

A partir da imagem acima percebe-se que a sede de cerâmica é bem melhor do que a que era usada até então. Logo, foi necessário o investimento nesse processo para que se pudesse otimizar e melhorar os problemas existentes.

Um outro problema é o eletrodo de alta tensão do robô de pintura. Sabe-se que o custo anual para tal manutenção foi de R\$ 16.099,94, conforme pode ser visto abaixo:

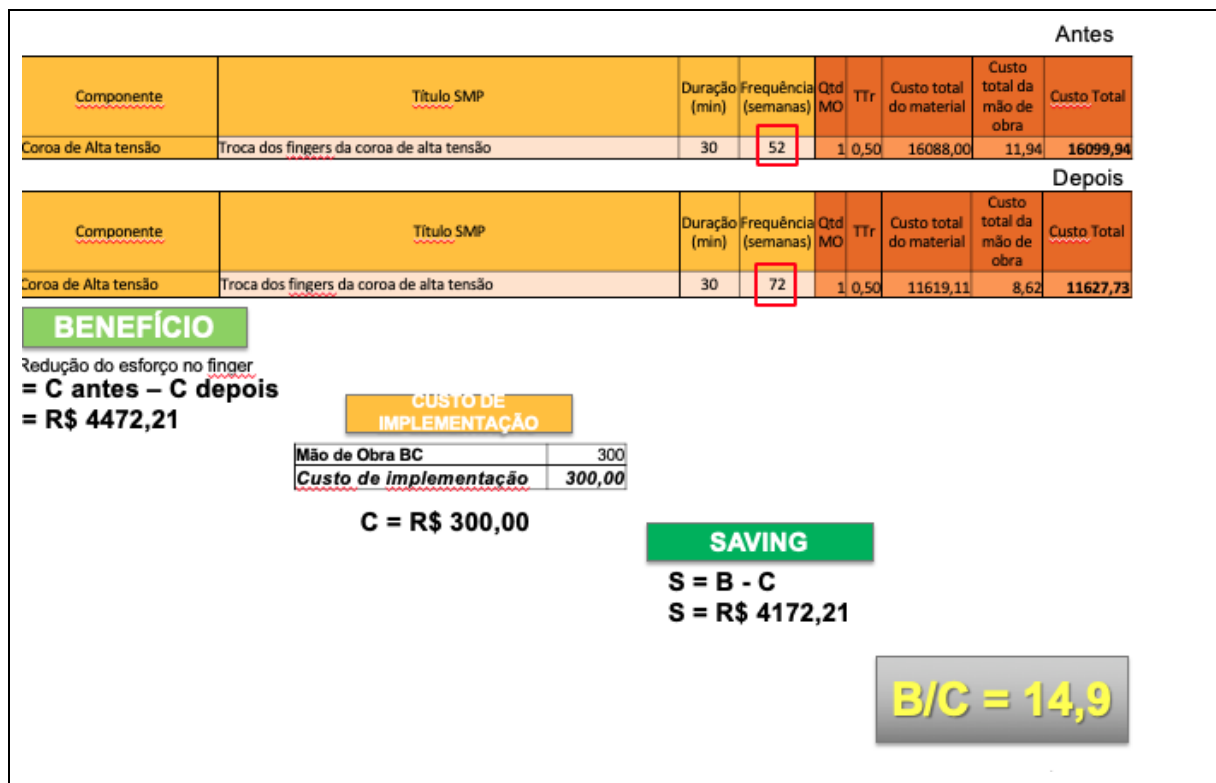
Tabela 1 – Custos

Componente	Título SMP	Duração (min)	Frequência (semanas)	Qty MO	TTr	Custo total do material	Custo total da mão de obra	Custo Total
Coroa de Alta tensão	Troca dos fingers da coroa de alta tensão	30	52	1	0,50	16088,00	11,94	16099,94

Fonte: dados da pesquisa (2021)

Para isso, foram ajustados os parâmetros de aplicação e gerada uma nova tabela de brush para todas as cores e todos os modelos. Por fim, a figura abaixo demonstra o benefício, os custos da implementação e por fim, o que foi economizado:

Figura 7 - Benefício da implementação



Fonte: dados da pesquisa (2021)

3 CONCLUSÃO

A partir do trabalho e dos dados levantados percebeu-se que é necessário que fosse realizado a implementação de manutenção preventiva para poder evitar que os robôs de funilarias quebrem e gerem danos maiores.

Além disso, também foi visto no decorrer do trabalho a manutenção corretiva, que foi quando foi feita melhorias no robô, pois, ele estava quebrando rapidamente.

REFERÊNCIAS

- Altshuler, A., Anderson, M., Jones, D. T., Roos, D. and Womack, J. (1984). **The Future of the Automobile**. Cambridge, MA, The MIT Press.
- Boyer, R., Charron, E., Jurgens, U. and Tolliday, S., Eds. (1998). **Between Imitation and Innovation: the Transfer and Hybridization of Productive Models in the International Automobile Industry**. Oxford, Oxford University Press.
- Boyer, R. and Freyssenet, M. (2002). **The Productive Models**. Basingstoke, Palgrave.
- Christensen, C. (1997). **The Innovator's Dilemma**. Boston, Harvard Business School Press.
- Cusumano, M. A. (1985). **The Japanese Automobile Industry: Technology and Management at Nissan and Toyota (Harvard East Asian Monographs, No 122)**. Boston, Harvard University Press.
- Daisho, Y. (2003). **Recent Development of Fuel Cell Vehicles and Related Issues in Japan**. IMVP RIETI Conference, Hosei University, Tokyo, September.
- Davis, S. (1987). **Future Perfect**, Addison Wesley.
- Drucker, P. (1946). **The Concept of the Corporation**. New York, John Day.
- European Commission (2004). **'Well-to-Wheel Analysis of Future Automotive Fuels and Powertrains.'** Research Report by EUCAR, CONCAWE and the Joint Research Centre of the EU Commission JRC.
- Fine, C. H. (1998). **Clockspeed - Winning Industry Control in the Age of Temporary Advantage**. Reading, Perseus.
- Fine, C. H. (2003). **Opportunities when Value Networks collide: Telematics at the Intersection of Automotive and Telecommunications**. RIETI Policy Symposium: "The 2003 RIETI-HOSEI-MIT IMVP Meeting", Hosei University, Tokyo, September 12.
- Fine, C. H. and Whitney, D. (1996). **'Is the Make-or-Buy Process a Core Competency?'** Working Paper, Center for Technology, Policy, and Industrial Development Massachusetts Institute of Technology.
- Freyssenet, M., Mair, A., Shimizu, K. and Volpato, G., Eds. (1998). **One Best Way?** Oxford, Oxford University Press.
- Freyssenet, M., Mair, A., Shimizu, K. and Volpato, G., Eds. (1999). **One Best Way? Trajectories and Industrial Models of the World's Automobile Producers**. Oxford, Oxford University Press.

- Fujimoto, T. (1999). **The Evolution of a Manufacturing System at Toyota**. Oxford, Oxford University Press.
- Gilmore, J. H. and Pine, J. (1997). **'The Four Faces of Mass Customization.'** *Harvard Business Review* 75, Jan-Feb (1): 91-102.
- Hall, R. W. (1983). **Zero Inventories**. New York, McGraw Hill.
- Hall, R. W. (2004). **Personal conversation**, October 21.
- Hertz, S., Johannsson, J. K. and de Jager, F. (2001). **'Customer-Oriented Cost Cutting: Process Management at Volvo.'** *Supply Chain Management* 6 (3): 128-141.
- Holweg, M. and Pil, F. K. (2001). **'Successful Build-to-Order Strategies start with the Customer.'** *Sloan Management Review* (Fall): 74-83.
- Holweg, M. and Pil, F. K. (2004). **The Second Century: Reconnecting Customer and Value Chain through Build-to-Order**. Cambridge, MA, The MIT Press.
- Hounshell, D. A. (1984). **From the American System to Mass Production 1800-1932: The Development of Manufacturing Technology in the United States**, John Hopkins University Press.
- KARDEC, Alan; NASCIF Júlio. **Manutenção: função estratégica**. 3.ed. Rio de Janeiro: Ed. Qualitymark, 2009. 384 p.
- Krafcik, J. (1986). **Learning from NUMMI**. IMVP working paper, Massachusetts Institute of Technology. Cambridge, MA.
- Krafcik, J. F. (1988). **'The Triumph of the Lean Production System.'** *Sloan Management Review* (Fall): 41-52.
- Lampel, J. and Mintzberg, H. (1993). **'Customizing Customization.'** *Sloan Management Review* Fall: 21-30.
- MacDuffie, J. P. and Pil, F. K. (1994). **Transferring Japanese Human Resource Practices: Japanese Auto Plants in Japan and the US**. Paper presented at the IMVP Research Briefing Meeting, June. Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA.
- Monden, Y. (1983). **The Toyota Production System**. Portland, Productivity Press.
- Nevins, A. (1954). **Ford: The Times, the Man, the Company**. New York, Charles Scribner.
- Nevins, A. and Hill, F. E. (1957). **Ford: Expansion and Challenge 1915-1933**. New York, Charles Scribner.
- Ohno, T. (1988). **The Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production**. Portland, Productivity Press.

Pil, F. K. and Holweg, M. (2004). '**Linking Product Variety to Order Fulfilment Strategies.**' *Interfaces* 34 (5): 394-403.

Pil, F. K. and MacDuffie, J. P. (1996). '**The Adoption of High-Involvement Work Practices.**' *Industrial Relations* 35 (3): 423-455.

Pil, F. K. and MacDuffie, J. P. (1999). '**What makes Transplants Thrive?**' *Journal of World Business* 34 (4): 372-391.

Pine, J. B. (1993). **Mass Customization: The New Frontier in Business Competition.** Boston, Harvard Business School Press.

Rhys, D. G. (1972). **The Motor Industry: An Economic Survey.** London, Butterworth.
Sako, M. (2002). The Automobile Industry. The International Encyclopedia of Business and Management.

SANTOS, Ricardo Paulo da Silva Cameira. **Engenharia do design: a engenharia no processo de design da indústria automóvel.** 2014. Tese de Doutorado.

Schonberger, R. J. (1982). **Japanese Manufacturing Techniques.** New York, The Free Press.

Shioji, H. (2000). **The Order Entry System in Japan.** International Symposium on Logistics, Morioka, Japan, July.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção.** São Paulo: Atlas, 2002. 456 p.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção.** São Paulo: Atlas, 2002. 645 p.

Sloan, A. P. (1963). **My Years with General Motors.** New York, Doubleday.

Taylor, F. W. (1911). Scientific Management, in: Organization Theory - Selected Readings. Pugh, D. S.

TAYLOR, Frederick Winslow. 1911. **The principles of scientific management,** 1913.

(1997), London, **Penguin Books.**

Warner, M. London, **Thomson Learning.**

White, L. J. (1971). **The Automobile Industry since 1971.** Cambridge, Harvard University Press.

Williams, G. (2000). **Progress Towards Customer Pull Distribution.** Solihull, **Research Paper 4/2000,** The International Car Distribution Programme.

Womack, J. P., Jones, D. T. and Roos, D. (1990). **The Machine That Changed the World.** New York, Rawson Associates.

VIANA, Hebert Ricardo Garcia. **Planejamento e Controle da Manutenção**. 1.ed. Rio de Janeiro: Ed. Qualitymark, 2006. 167 p.

XENOS, Harilaus G. Gerenciando a Manutenção Produtiva: **O Caminho para Eliminar Falhas nos Equipamentos e Aumentar a Produtividade**. 1.ed. Rio de Janeiro: EDG, 1998. 302 p.