

ANÁLISE DA VARIÁVEL DE MANUTENÇÃO EM CÉLULA ROBOTIZADA NA FUNILARIA EM INDÚSTRIA AUTOMOTIVA NA CIDADE DE BELO HORIZONTE.

ARTHUR SÓCRATES (Faculdade de Engenharia de Minas Gerais – FEAMIG)

LUIZ FERNANDO DINIZ (Faculdade de Engenharia de Minas Gerais – FEAMIG)

**MÁRCIO ANTÔNIO DE ARAÚJO JÚNIOR (Faculdade de Engenharia de Minas Gerais –
FEAMIG)**

**PRISCILA FERNANDA DO ROSÁRIO FIGUEIREDO DA SILVA (Faculdade de Engenharia de
Minas Gerais – FEAMIG)**

***Resumo:** Com a globalização do mundo atual, a eficiência de todos os recursos de produção, como por exemplo: máquinas, mão de obra e matéria-prima tem sido uma exigência constante para a sobrevivência das empresas no mercado. Com isso, o crescimento dos custos com alocação de mão de obra decorrentes de paradas de equipamentos fez com que os gestores observassem com uma maior atenção a manutenção da diversidade de equipamentos, analisando o impacto do sistema de manutenção no processo produtivo e a disponibilidade dos equipamentos na empresa. O objetivo geral deste estudo é analisar os principais motivos de quebra dos equipamentos para se fazer uma gestão da manutenção que possa minimizar tais problemas e alcançar maior produtividade com qualidade. A metodologia aqui utilizada foi a de revisão de literatura sendo complementada com um estudo de caso específico em uma célula robotizada na funilaria em indústria automotiva na cidade de Belo Horizonte. Conclui-se que, mesmo que esteja fortemente embasado em conceitos estatísticos e matemáticos, o sucesso da engenharia de produção, depende basicamente que o profissional responsável conheça e sistematize a obtenção dos indicadores mais relevantes a fim de se garantir a representatividade das informações obtidas.*

Palavras-chave: paradas de equipamentos; manutenção; qualidade.

1. INTRODUÇÃO

Com a globalização do mundo atual, a eficiência de todos os recursos de produção, como por exemplo: máquinas, mão de obra e matéria-prima tem sido uma exigência constante para a sobrevivência das empresas no mercado. Com isso, o crescimento dos custos com alocação de mão de obra decorrentes de paradas de equipamentos fez com que os gestores observassem com uma maior atenção a manutenção da diversidade de equipamentos, analisando o impacto do sistema de manutenção no processo produtivo e a disponibilidade dos equipamentos na empresa.

De acordo com Borges (2005), as indústrias devem observar as funções exercidas pela manutenção onde devem priorizar o estreito controle dos custos objetivando a competitividade produtiva. Com o gerenciamento da mesma por conta do setor de manutenção para uma quantidade cada vez maior de operações, pelas estruturas automatizadas requerem uma maior confiabilidade e

disponibilidade tanto da planta quanto dos equipamentos e pela segurança do sistema de produção que está cada vez mais vinculada às falhas nos equipamentos dentro das empresas.

Contudo, mesmo levando em consideração o aumento de estudos direcionados a importância da manutenção e a possibilidade de monitorar resultados visando sempre a eficiência e o aumentada confiabilidade de máquinas e equipamentos em geral, é de total importância a necessidade de paradas periódicas para fins de inspeções, revisões e reparos nos equipamentos utilizados.

De acordo com Frossard (2003), desde a década de 1930, a manutenção pode ser dividida em três gerações. A primeira geração abrange o período antes da segunda guerra mundial, quando a indústria era pouco mecanizada, os equipamentos simples e, na sua grande maioria, superdimensionado. A segunda geração vai desde a segunda guerra mundial até os anos 60, onde as pressões do período da guerra aumentaram a demanda dos tipos de produtos, ao mesmo tempo, que o contingente de mão de obra industrial diminuiu sensivelmente. Nesse período, houve forte aumento da mecanização e da complexidade das instalações industriais. Na terceira geração da manutenção, na década de 1970, acelerou-se o processo de mudanças nas indústrias, onde surgiu um crescimento da automação e da mecanização como sinônimo de confiabilidade e disponibilidade para a indústria.

Conforme Frossard (2003) acreditava-se que os custos com a manutenção agregavam muito no produto final e não havia meios de controlá-los. Com a diminuição da produção, decorrente da manutenção inadequada, as empresas perdiam clientes para a concorrência e a qualidade de seus produtos ficava de forma comprometida.

Ainda conforme Borges (2005), a manutenção preditiva é a atuação realizada para padronização de condição de trabalho e desempenho e seu acompanhamento deve ser baseado por sistemas industriais.

No que diz respeito a Manutenção detectiva, conforme Almeida (2012) é atuação em sistemas para identificar falhas ocultas que não são perceptíveis aos operadores e nem ao pessoal da manutenção da empresa.

Finalizando, conforme Almeida (2012), a manutenção corretiva, é atuação de intervenções durante o processo produtivo para corrigir falhas ou mesmo restaurar as condições de funcionamento do equipamento ou sistema.

No que diz respeito a manutenção em indústrias automotivas, em parte das indústrias montadoras de carros do Brasil, o setor de manutenção é terceirizado, com isso pode-se ter alguns pontos importantes a serem analisados, como por exemplo: aumento da qualidade, redução de custos, aumento da especialização, flexibilidade organizacional, diminuição de desperdício, redução de áreas ocupadas e melhor atendimento.

No setor da funilaria de uma grande montadora de veículos no Brasil, não é diferente, a manutenção é feita por uma empresa terceirizada, responsável por todos os equipamentos, máquinas e sistemas desse setor. Com a demanda cada vez maior e a produção quase que 24 horas por dia, fazer manutenção preventiva está sendo uma tarefa árdua.

A utilização de células de manufatura robotizadas em um ambiente industrial tem sido de valia para o setor, visto que a exigência crescente da qualidade e baixo custo de fabricação consolidam com a redução de estoque. A célula robotizada no setor da funilaria é constituída de robôs manipuladores, dispositivos de solda, automação com controles lógicos programáveis

(PLC), interface homem-máquina (HMI). Os vários sensores e atuadores instalados comunicam-se com o PLC, robôs e computador de controle central usando tecnologia de rede local.

É vital que a mão de obra desse tipo de manutenção seja qualificada e com alguns requisitos técnicos, com isso garantir que as células robotizadas atinjam a produtividade e a qualidade, satisfazendo a expectativa do crescimento, demanda e diversidade de produtos.

Tendo como foco a produção no setor automotivo, a qualidade da manutenção é de total importância, nesse ambiente, as empresas precisam ter um controle rigoroso, fazendo com que imprevistos e gastos excessivos não venham acontecer com frequência dentro de sua linha de montagem, de modo a atender a demanda e satisfazer as expectativas do mercado.

O objetivo geral deste estudo é analisar os principais motivos de quebra dos equipamentos para se fazer uma gestão da manutenção que possa minimizar tais problemas e alcançar maior produtividade com qualidade. Já os objetivos específicos são: Analisar o setor de funilaria na linha robótica sob o aspecto de manutenção na indústria automobilística; Identificar e quantificar os defeitos de maior ocorrência que impactam parada de linha no período de julho de 2013 à julho de 2014; e Quantificar as medidas corretivas que solucionaram problema.

Este estudo justifica-se pelo fato de existir deficiências na manutenção de equipamentos que resultam em perdas e redução no desempenho dos equipamentos industriais muitas vezes causados por alocação de mão de obra não qualificada, como também o aumento da disponibilidade, facilitando a realocação da mão de obra, evitando a ociosidade. Determinar uma melhor programação implica em uma considerável economia de tempo a qualquer empresa, e consequentemente em uma sensível redução de seus custos no que diz respeito a manutenção de seus equipamentos.

Portanto, a presente pesquisa visa contribuir para um maior aprendizado dos autores, além disso, entender a variável de manutenção em célula robotizada na funilaria em indústria automotiva na cidade de Belo Horizonte, posto que, para as instituições é muito importante ter informações acerca das mesmas, tanto para níveis estratégicos quanto para níveis de recursos físicos. A partir de tal justificativa questiona-se: Como a manutenção das linhas robóticas pode interferir na qualidade e no aumento da produtividade nas indústrias do segmento automotivo?

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 História da Manutenção

De acordo com Almeida (2012), a conservação de instrumentos e ferramentas é uma prática observada, historicamente, desde os primórdios da civilização, mas, efetivamente, foi somente quando da invenção das primeiras máquinas têxteis, a vapor, no século XVI, que a função manutenção emerge. Naquela época, aquele que projetava as máquinas, treinava as pessoas para operarem e consertarem, intervindo apenas em casos mais complexos. Até então, o operador era o mantenedor - mecânico. Somente no século passado, quando as máquinas passam a serem movidas, também, por motores elétricos, é que surge a figura do mantenedor eletricitista.

Assim, com a necessidade de se manter em bom funcionamento todo e qualquer equipamento, ferramenta ou dispositivo para uso no trabalho, em épocas de paz, ou em combates militares nos tempos de guerra, houve a conseqüente evolução das formas de manutenção.

Na era moderna, após a Revolução Industrial, são propostas seis funções básicas na empresa, das quais se destaca a função técnica, relacionada com a produção de bens ou serviços, da qual a manutenção é parte integrante.

Segundo Monchy (1989, p.12), o termo "manutenção" tem sua origem na palavra militar, cujo sentido era "manter, nas unidades de combate, o efetivo e o material num nível constante". É claro que as unidades que interessam aqui são as unidades de produção, e o combate é principalmente econômico. O surgimento do termo "manutenção" na indústria aconteceu por volta do ano 1950 nos Estados Unidos da América. Na França, esse termo se sobrepõe cada vez mais à palavra "conservação".

Originalmente, a manutenção é uma atividade que deve ser executada, em sua totalidade, pela própria pessoa que opera, sendo este o seu perfil ideal. Antigamente havia muitos casos assim. Entretanto, com a evolução da tecnologia, o equipamento tornou-se de alta precisão e complexidade, e com o crescimento da estrutura empresarial foi sendo introduzido a PM – *Preventive Maintenance* Manutenção Preventiva - no estilo americano, e a função de manutenção foi sendo gradativamente dividida e alocada a setores especializados.

3. METODOLOGIA

Formas de coleta e análise dos dados

a) Tipo de pesquisa: O tipo de pesquisa utilizado foi o de revisão de literatura, por se tratar de um método que tem por característica a busca na literatura existente sobre o tema, cuja realidade se quer conhecer, seja através de livros ou artigos de diversos autores, sendo a mesma complementada por um estudo de caso específico.

b) População/amostra: A revisão de literatura foi feita por meio de livros e artigos de autores sobre o tema aqui proposto. Já o estudo de caso será feito dentro de uma indústria para analisar a manutenção em célula robotizada na funilaria em indústria automotiva na cidade de Belo Horizonte

c) Procedimentos utilizados na coleta de informações: Foi elaborado um questionário de entrevistas semi-estruturado contendo 10 (dez), questões fechadas com a finalidade de entrevistar o gestor da empresa, onde foi analisado o estudo de caso para obter a opinião dos gestores e supervisores de uma célula robotizada na funilaria automotiva de uma empresa automotiva em Belo Horizonte no que diz respeito a manutenção em célula robotizada da mesma.

d) Procedimentos para análise e interpretação de informações: As informações colhidas nas abordagens foram analisadas de acordo com os tópicos que foram abordados no decorrer da elaboração do presente estudo.

4. RESULTADOS

A princípio foi analisado o ambiente aqui em estudo, em seguida foi entregue aos gestores e supervisores da empresa um questionário de entrevistas semi-estruturado contendo 10 (dez) questões, visando analisar os principais motivos da colisão e quebra dos robôs em uma célula robotizada na funilaria em indústria automotiva para se fazer uma gestão da manutenção que possa minimizar tais problemas e alcançar maior produtividade com qualidade. A entrevista foi feita com supervisores e gestores do setor de manutenção e do setor de produção.

Em relação ao estado atual do ambiente:

- Máquinas e postos de trabalho desorganizados e sem padronização, sem a definição do fluxo de entrada de peças da máquina injetora para o acabamento final das peças.
- Caixas com peças em processo sem local definido.
- Área de trabalho sem as marcações e as pinturas de delimitações.
- Operador da rebarbação sem controle sobre o fluxo de peças em processo.
- Bancadas de trabalho sem padronização.
- Movimentação dos operadores da rebarbação para manusear os galhos com peças.
- Os registros de ocorrências e apontamento da produção durante a produção na célula não eram anotados ou informados em local específico pelos os operadores.

Quanto ao planejamento:

- Volume de produção estável, com pequenas variações ao longo no mês.
- Célula sem definição das áreas de trabalho e organização do layout.
- Sem definição de quantidade e tempo para nota de abastecimento de peças prensadas pelos operadores, para o acabamento.

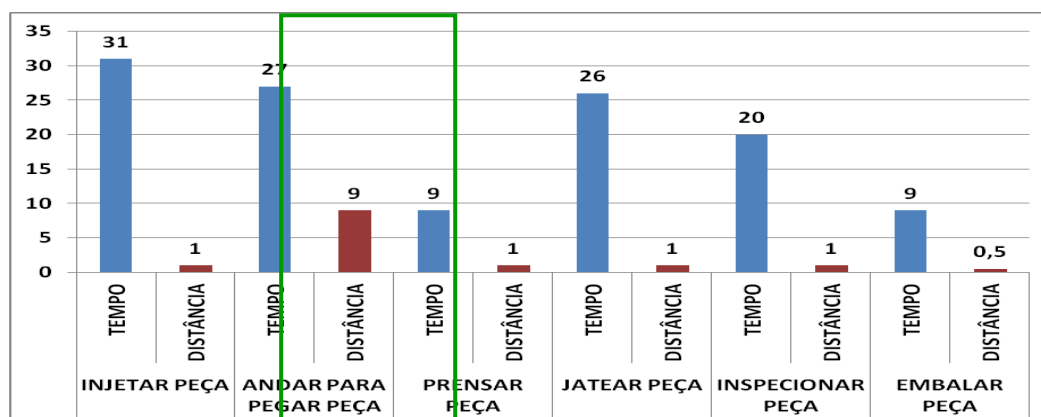


Gráfico 1: Situação atual da empresa. **Fonte:** Os autores (2014).

Informa o tempo (segundos) gasto por atividade na célula robotizada e a distância (metros) percorrida, pelo operador para realizar a movimentação do galho com peças. O tempo gasto pelo operador e a distância percorrida para andar para pegar as peças são repetidos 17 vezes a cada 01 hora trabalhada, totalizando 4,59 minutos ou 2754 (segundos) por hora e 153 metros por hora. Destacando a atividade andar para pegar peça.

A partir deste ponto, onde foi exposto a situação do ambiente analisado, faz-se necessário agora expor o resultado encontrado por meio do questionário de entrevistas respondido pelo gestor da empresa, onde o resultado obtido foi o seguinte:

A questão de número 1 foi a respeito do número de minutos de paragem de cada uma das máquinas, quer devido a intervenções preventivas, quer a corretivas. O gestor afirmou que, cada máquina faz uma paragem de 61.000 a 70.000 mil minutos por ano, o que corresponde uma paragem trimestral de 15.250 a 17.500.

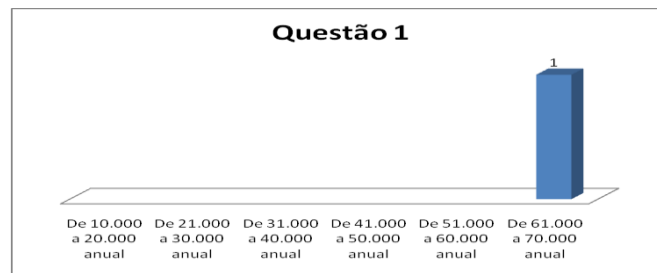


Gráfico 2: Questão 1. **Fonte:** Dados da pesquisa (2014).

A questão 2 tratava a respeito do número de paragens dos maquinários nos últimos 3 meses, onde o resultado encontrado foi:

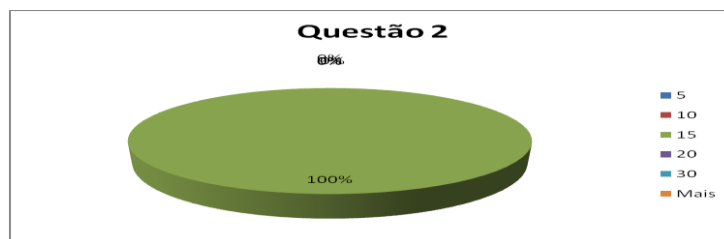


Gráfico 3: Questão 2. **Fonte:** Dados da pesquisa (2014).

A abordagem referente a questão 3 foi a respeito das avarias mais frequentes nos maquinários, o gestor afirmou que as avarias mais frequentes são: o excesso de sujeira no maquinário e o manuseio das linhas de blindagem, o que demonstra que existe uma necessidade de treinamento de pessoal e maior intensidade de manutenção preventiva.

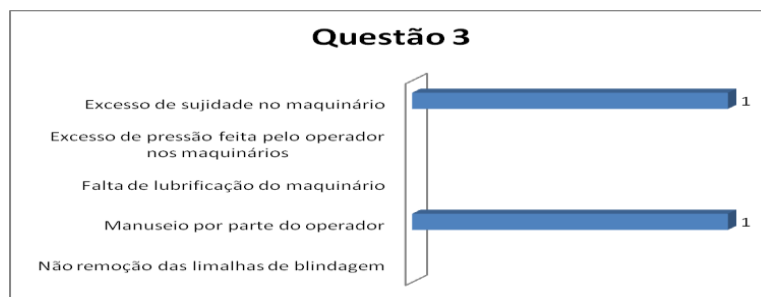


Gráfico 4: Questão 3. **Fonte:** Dados da pesquisa (2014).

Já a questão 4 abordou acerca dos custos contabilísticos da manutenção, onde conforme os entrevistados afirmaram que os mesmos são calculados dentro da empresa levando em consideração os gastos com:

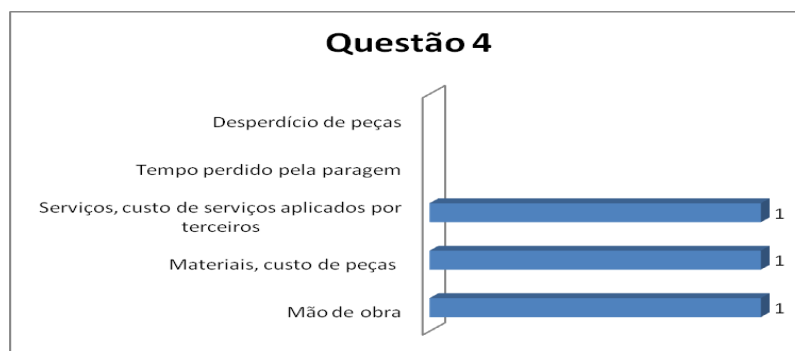


Gráfico 5: Questão 4. **Fonte:** Dados da pesquisa (2014).

A questão 5 fez uma abordagem acerca da definição dos custos/hora de paragem dos maquinários, visando sempre não prejudicar a produção diária e a lucratividade da empresa, onde os pontos mais observados na paragem são:

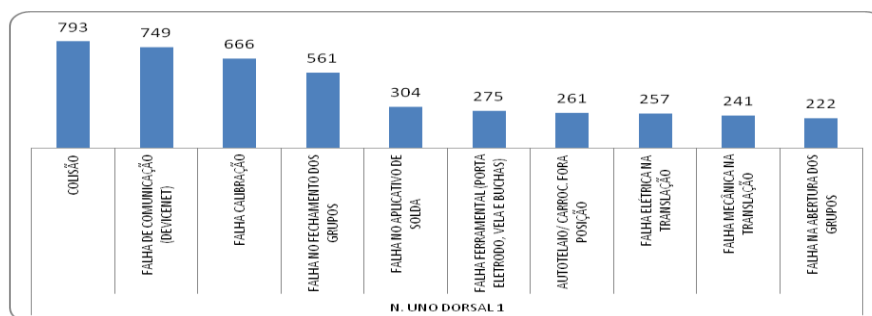


Gráfico 6: Questão 5. **Fonte:** Dados da pesquisa (2014).

A abordagem feita na questão 6 foi a respeito das inspeções de rotina e a lubrificação de determinados pontos dos maquinários, onde os mesmos são feitos pelo próprio operador de cada maquinário.

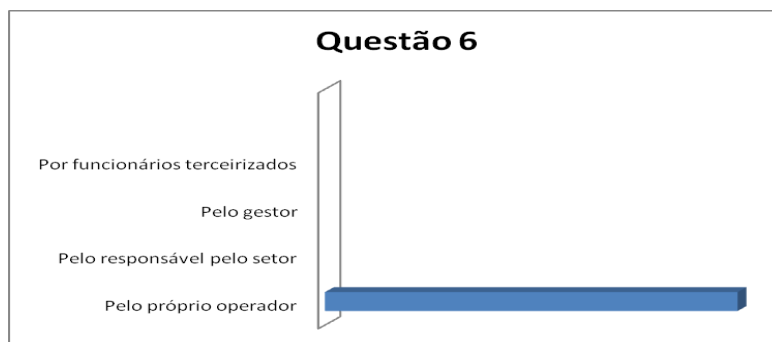


Gráfico 7: Questão 6. **Fonte:** Dados da pesquisa (2014).

A questão de número 7 foi a respeito do tempo de reparação dos robôs, onde os entrevistados afirmaram que a reparação é feita por:

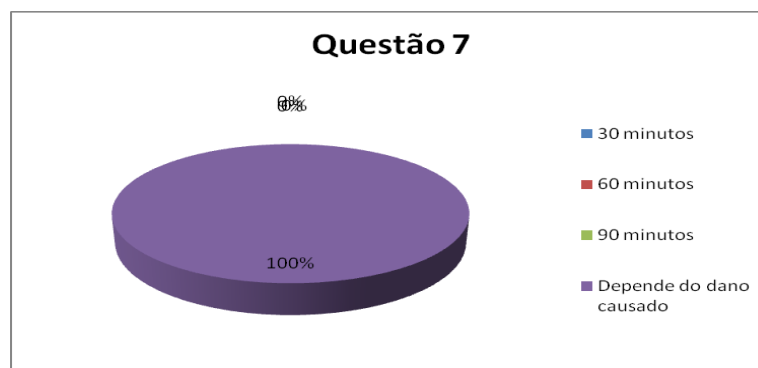


Gráfico 8: Questão 7. **Fonte:** Dados da pesquisa (2014).

A questão 8 abordou acerca da importância da manutenção dos robôs, onde segundo o entrevistados os pontos mais levados em consideração são a análise prévia de avaria, benefícios com a manutenção, prejuízos com a falta de manutenção, valor técnico e o efeito na produção.

Verificando também, segundo os entrevistados, cada robô danificado é um grande problema para a célula robotizada na funilaria.

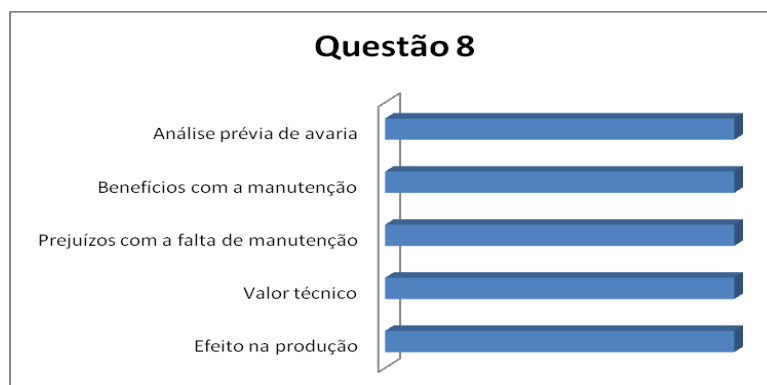


Gráfico 9: Questão 8. **Fonte:** Dados da pesquisa (2014).

Já na penúltima questão, a questão de número 9, a mesma abordou a seguinte temática acerca da implementação de medidas corretivas de acordo com as não conformidades detectadas em seu processo de paragem, onde as mesmas são as seguintes:

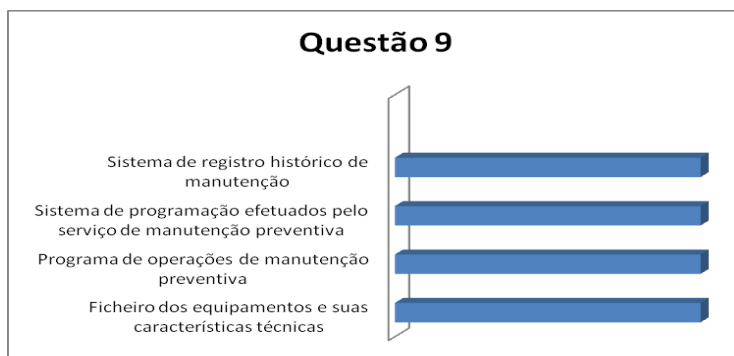


Gráfico 10: Questão 9. **Fonte:** Dados da pesquisa (2014).

A última questão, ou seja, a questão de número 10 abordou sobre a manutenção constante dos robôs dentro da empresa, evitando dessa forma, prejuízos com a paralisação dos mesmos por tempo elevado, onde os mesmos afirmaram que o processo de manutenção é feito:

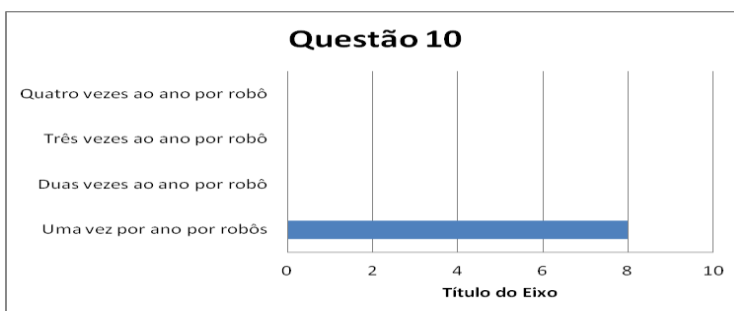


Gráfico 11: Questão 10. **Fonte:** Dados da pesquisa (2014).

4.1 Considerações finais

Por meio do estudo de caso aqui proposto dentro de uma funilaria em indústria automotiva na cidade de Belo Horizonte, percebeu-se que, com as inovações impostas pela tecnologia, procedimentos geralmente executados e controlados de forma manual passam a ser processado pelos computadores, que hoje são uma poderosa ferramenta de trabalho indispensável no seu dia-a-dia, posto que se faz relevante analisar nas empresas um método de controle de suas manutenções conscientizando a mesma a manter uma manutenção preventiva e controle sobre seus setores em vista a reduzir custos com consertos desnecessários e prejuízos pela má conservação de seu patrimônio.

Neste estudo pode-se perceber a importância dos robôs dentro da empresa aqui analisada, onde os mesmo colaboram com rapidez e eficiência. Contudo, o que se foi visto por meio de dados óbitos através dos supervisores e gestores do setor analisado, verificou-se que o problema da colisão entre os robôs provoca um grande transtorno e prejuízo para a empresa.



Figura 1: Identificação das maiores perdas. **Fonte:** Dados da pesquisa (2014).

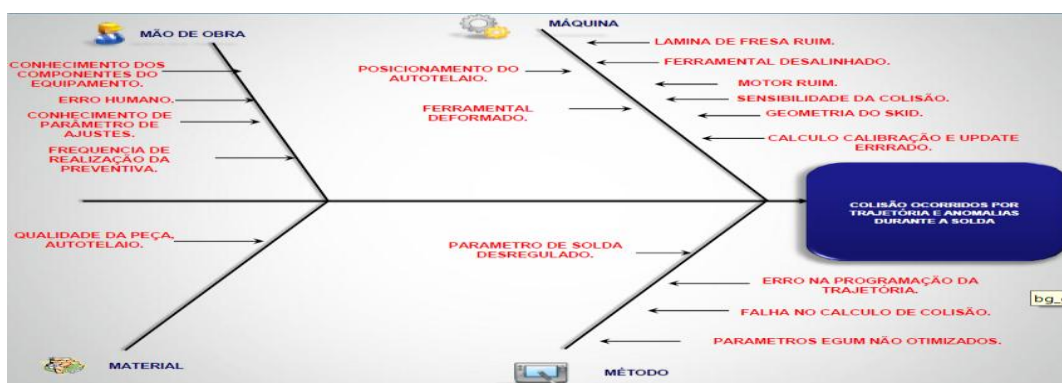


Figura 2: Principais causas da colisão. **Fonte:** Dados da pesquisa (2014).

Acredita-se que se faz necessário todo um processo de planejamento para reduzir as colisões dos robôs dentro da célula, conforme os próprios entrevistados asseveraram, onde a Figura 3 expõe tais processos.



Figura 3: Redução da colisão. **Fonte:** Dados da pesquisa (2014).

Propostas e melhorias:

Com base nos resultados foram propostas as seguintes ações de melhorias para a célula robotizada em questão:

- Treinar e envolver totalmente os trabalhadores que trabalham na célula e os setores de apoio a produção para com o objetivo de manter a equipe preparada para trabalhar nos padrões estabelecidos e na nova organização do trabalho.
- Desenvolver e implementar um programa de melhoria continua na fábrica como um todo, tendo como base os trabalhos realizados na célula robotizada. Para que os operadores possam ver os problemas existentes, onde possa fazer sugestões de melhorias que venham a trazer ganhos para eles e para a empresa. Considerado que os operadores são os principais envolvidos nas etapas dos processos de fabricação das peças. E lidando com as necessidades e as soluções de problemas que possam se envolver, participando efetivamente e opinando acerca das possíveis soluções em conjunto com os setores de suporte a produção.

5. CONCLUSÃO

Por meio deste estudo percebe-se que a qualidade e confiabilidade nos processos de manutenção, visto que o processo de manutenção preventiva dos maquinários da empresa são de total relevância para as empresas, posto que, a implantação da manutenção preventiva dentro das organizações têm aumentado nos últimos tempos devido à complexidade crescente dos sistemas e às duras implicações decorrentes de eventuais falhas. Sabe-se que existe uma necessidade por sistemas mais confiáveis, onde a mesma insere-se em um contexto de interesses conflitantes que envolvem a minimização de gastos e o aumento da lucratividade da empresa.

Conclui-se que, mesmo que esteja fortemente embasado em conceitos estatísticos e matemáticos, o sucesso da engenharia de produção, depende basicamente que o profissional responsável conheça e sistematize a obtenção dos indicadores mais relevantes a fim de se garantir a representatividade das informações obtidas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Márcio Tadeu de. **Manutenção preditiva: confiabilidade e qualidade**. 2012. Disponível em: <http://www.mtaev.com.br/download/mmt1.pdf>. Acesso em: março de 2014.

BANDEIRA, L. O contributo da Alemanha à industrialização do Brasil. **Revista Brasileira de Política Internacional**, Brasília, jun. 1995.

BORGES, N. W. N.. **Parâmetros de qualidade de lubrificantes e óleo de oliva através de espectrometria vibracional, calibração multivariada e seleção de variáveis**. Dissertação de Mestrado, Campinas, SP[s.n], 2005.

CORRÊA, Henrique L., CORRÊA, Carlos A. **Administração de Produção e Operações – Manufatura e Serviços: Uma Abordagem Estratégica**. Edição compacta. São Paulo: ATLAS S.A., 2005.

CORRÊA, Henrique L., CORRÊA, Carlos A. **Administração de Produção e Operações: Uma Abordagem Estratégica**. 2ª ed. São Paulo: ATLAS S.A., 2007.

CUNHA, R. C.. **Análise do Estado de Conservação de um Redutor de Velocidade Através da Técnica de Partículas de Desgastes no Óleo Lubrificante Auxiliada pela Análise**

de Vibrações. Ilha Solteira. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2005.

FEIS, UNESP.FITHC, J.. **The agony of diesel engine oil particle counts.** Practing on oil analysis. March-april,, pg 2-5, 2005.

FROSSARD, Afonso Celso Pagano. **Uma contribuição ao estudo dos métodos de custeio tradicionais e do método de custeio baseado em uma atividade (ABC) quanto à sua aplicação numa empresa pesqueira cearense para fins de evidenciação de resultado.** Dissertação de mestrado. 237 p. Universidade de São Paulo. São Paulo. 2003.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** São Paulo: Atlas, 1999.

KERLINGER, F. N. **Metodologia da pesquisa em ciências sociais:** Um tratamento conceitual. Trad. Helena Mendes Rotundo. São Paulo: EPU/EDUSP, 1980.

LAFER, C. **O planejamento do Brasil** - observações sobre o Plano de Metas (1956/1961). In: LAFER, B. (Org.). Planejamento no Brasil. São Paulo: Perspectiva, 1970.

MONCHY, François. **A Função Manutenção – Formação para a Gerência da Manutenção Industrial.** São Paulo: Editora Durban Ltda., 1989, p.3.

NAKAJIMA, Seiichi. **Introdução ao TPM – Total Productive Maintenance.** São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos Ltda, 1989.

PINHO NETO, D. **A estratégia brasileira em perspectiva internacional.** In: o BNDE e o Plano de Metas. Rio de Janeiro: BNDES, 1996.

RAMOS, L.G.T. **A Gestão dos Processos de Terceirização e sua Implementação na Indústria Automobilística.** 2002. 61p. Monografia (Pós-Graduação MBA – Gerência de Produção e Tecnologia) – Departamento de Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade de Taubaté, Taubaté – SP. 2002.

RODRIGUES, Marcus V. **Ações para a qualidade - GEIQ:** gestão integrada para a qualidade. 2ª ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2006.

SCHMIDT, Ríchard Williann. **O impacto da rotatividade da mão de obra terceirizada no setor da construção civil – estudo de caso.** Monografia de especialização. 32 p. Universidade do Extremo Sul Catarinense. Criciúma, 2011.

SLACK, Nigel. **Vantagem competitiva em manufatura: atingindo competitividade nas operações industriais.** 2. ed.. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2002.

TAVARES, Lourival Augusto. **Excelência na Manutenção – Estratégias, Otimização e Gerenciamento.** Salvador: Casa da Qualidade Editora Ltda., 1998, p. 130 e 13.

WERKEMA, Maria C. C. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos.** 1ª ed. Belo Horizonte: Werkema, 1995.

YIN, Robert K. **Estudo de Caso, planejamento e métodos.** 2.ed. Sao Paulo: Bookman, 2001.