Melhoria em equipamento de corte utilizando o método A3

Giovani Menestrina (UDESC) giovanimenestrina@gmail.com
René A. Santa Cruz R.(UDESC) adolfo.rodriguez@udesc.br

Resumo:
O cenário de dificuldade econômica vivenciada pelas organizações produtivas brasileiras acentuou a necessidade de conseguir melhores níveis de qualidade e produtividade. A falha de um componente de uma máquina ou equipamento em uma linha de produção pode provocar consequências negativas no processo produtivo afetando os níveis de produtividade. A empresa objeto do presente trabalho apresenta índices elevados de quebra de máquinas devido a falhas de um dos seus componentes. A situação crítica é na máquina de corte devido ao constante rompimento da correia transportadora. Assim, o presente trabalho tem como objetivo reduzir o índice de quebra da máquina de corte. A metodologia utilizada para a solução do problema se baseia na aplicação do A3 e ciclo PDCA de melhoria contínua. A análise detalhada do problema, equipamento e processo de corte permitiu o desenvolvimento de um novo sistema de movimentação através de um cilindro pneumático acionado por uma válvula direcional em substituição ao sistema atual com motor elétrico e caixa redutora.

Palavras chave: A3, PDCA, Melhoria contínua.

Improvement in cutting equipment using the A3 method

Abstract
The scenario of economic difficulty experienced by the Brazilian productive organizations emphasizes the need to achieve better levels of quality and productivity. Failures of a component of a machine or equipment on a production line can have negative consequences on the production process affecting productivity levels. The company object of the present work presents high rates of breakdown of machines due to failures of one of its components. The critical situation is in the cutting machine due to the constant breaking of the conveyor belt. Thus, the present work aims to reduce the breaking rate of the cutting machine. The methodology used to solve the problem is based on the application of A3 and continuous improvement PDCA cycle. The detailed analysis of the problem, equipment and cutting process allowed the development of a new drive system through a pneumatic cylinder driven by a directional valve to replace the current system with electric motor and gearbox.

Key-words: A3, PDCA, Continuous improvement

1. Introdução

Uma das principais características no atual cenário de mercados competitivos é a presença de frequentes mudanças no âmbito regional, nacional e global. Buscar vantagem competitiva para estar à frente do mercado é um dos desafios na gestão das empresas. Diante deste contexto, as organizações industriais e de serviço necessitam buscar melhorias contínuas nos

seus negócios em geral (HAYES *et al*., 2008).

O cenário de dificuldade econômica vivenciada pelas organizações produtivas brasileiras acentuou a necessidade de conseguir melhores níveis de qualidade e produtividade, isto é, concentrar esforços nos indicadores internos de modo a permanecer competitivo frente à concorrência. Desta forma, a empresa busca a eficiência em seus processos e trabalha intensivamente na aplicação de ferramentas de melhoria continua com o intuito de reduzir perdas de produção e criar mais valor aos seus clientes.

A falha de um componente de uma máquina ou equipamento em uma linha de produção pode provocar consequências negativas no processo produtivo comprometendo os níveis de produtividade. A empresa objeto do presente trabalho, em diante denominada ABC, apresenta índices elevados de quebra de máquinas devido a falhas de um dos seus componentes. A situação mais crítica é da máquina de corte de uma das áreas de produção que apresentou índices elevados de quebra por rompimento da correia transportadora.

Várias ferramentas são utilizadas pelas empresas como suporte para a identificação das possíveis formas de reduzir as perdas e melhorar a eficiência dos processos de produção, entre outras podem-se citar: Kaizen, gestão visual, mapeamento de fluxo de valor, ciclo "*Plan-Do-Check-Act"* PDCA e A3 (SUNDAR et al., 2014).

Assim, este trabalho apresenta a aplicação do método A3 de resolução de problemas na melhoria de um equipamento de corte em uma linha de produção com o objetivo de reduzir o índice de quebra devido a falhas e rompimento da correia transportadora do equipamento.

Para cumprir com esse objetivo, o restante deste artigo está organizado da seguinte maneira: o tópico 2 apresenta o referencial teórico, no tópico 3 expõe-se a metodologia utilizada, o tópico 4 apresenta os resultados obtidos, e por fim, no tópico 5 são apontadas as conclusões do trabalho.

2. Referencial teórico

Nesta seção são apresentados os principais conceitos utilizados na elaboração desta pesquisa: relatório A3, ciclo PDCA e 5W2H.

2.1. A3 e ciclo PDCA

O Sistema Toyota de Produção (STP) foi projetado e baseado em ferramentas e soluções que visam gerar uma melhoria contínua de todos os elementos presentes nos processos de fabricação (CONCEIÇÃO et al., 2017). O relatório A3 é uma ferramenta desenvolvida na Toyota e utilizada como base para o seu gerenciamento. Ela envolve basicamente a proposta de alternativas de solução para problemas, fornece os relatórios da situação dos projetos em andamento, descreve as atividades de coleta e processamento de informações, entre outras atividades. O relatório A3 recebe essa denominação devido ao tamanho padrão do papel utilizado na sua apresentação. A Figura 1 mostra a estrutura básica do relatório A3.

O A3 pode ser considerado como uma abordagem para identificar a situação atual, fornecer elementos referidos as características e natureza do problema em questão, identificar o conjunto de contramedidas possíveis, selecionar a melhor alternativa de solução e as maneiras de coloca-las em prática, e por fim apresentar as evidências de que o problema foi efetivamente solucionado. Shook (2008) enfatiza que o relatório A3 orienta o dialogo e análise, sendo uma ferramenta poderosa na elaboração de contramedidas eficazes baseadas em fatos.

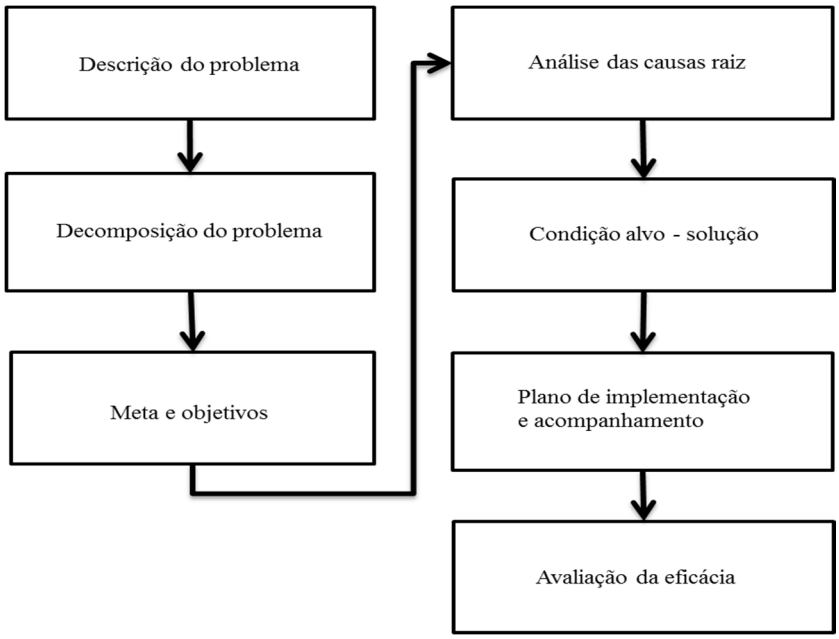


Figura 1 – Estrutura básica do relatório A3

De outro lado, Sobek e Smalley (2010) definem o relatório A3 como uma poderosa ferramenta que busca estabelecer uma estrutura concreta para colocar em prática a gestão PDCA, ao mesmo passo que ajuda os autores do relatório a uma compreensão mais profunda do problema, das oportunidades e das novas ideias sobre como atacar o problema. O A3 facilita a coesão e o alinhamento interno da organização em relação ao melhor curso de ação.

Para compreender a força do relatório A3 e o pensamento que o sustenta, é necessário o entendimento do ciclo "*Plan-Do-Check-Act*". O PDCA foi inicialmente proposto por Walter Shewhart, o pai do controle estatístico de qualidade (REN et al., 2015), e posteriormente, a partir da década de 1950 passou a ser conhecido como o ciclo de Edward Deming. Esta ferramenta foi implementada com sucesso nas empresas japonesas e posteriormente reconhecido como um método para a melhoria continua dos processos de produção (MARUTA, 2012). Em concordância com Sokovic et al. (2010) o PDCA é mais do que apenas uma ferramenta, é um conceito de melhoria contínua incorporada na cultuara da organização. A Figura 2 mostra o ciclo PDCA e a melhoria continua.

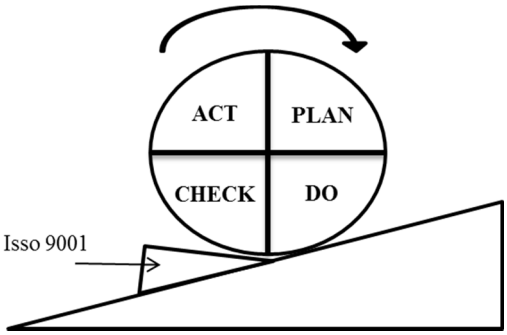


Figura 2 – Ciclo PDCA no processo de melhoria continua
Fonte: adaptado de SOKOVIC et al. (2010)

No entendimento de Shook (2008) o PDCA pode ser descrito em quatro estágios, a saber: planejar, executar, verificar e agir. A fase de planejamento tem a tarefa de identificar os problemas existentes, estabelecer metas e propor um plano de ações para resolver os problemas que foram identificados. A segunda fase é da experimentação, isto é, a execução das ações de correção. O resultado deste estágio é a melhoria dos processos com a implementação de mudanças, ou se for o caso, o desenvolvimento de novos processos. Já o terceiro estágio é focado na avaliação dos resultados obtidos. É uma etapa de avaliação e verificação dos resultados tendo em consideração as metas que foram previstas. A última fase é a padronização com a incorporação do aprendizado e manutenção do novo padrão.

2.2. Método 5W2H

O método 5W2H, assim denominado pelas iniciais das perguntas em inglês *Who* (quem?), *What* (o quê?), *When* (quando?), *Where* (onde?), *Why* (porque?), *How* (como?) e *How much* (quanto custa?), foi inicialmente desenvolvido por Sakichi Toyoda e utilizado pela Toyota no desenvolvimento de metodologias de fabricação (NAGYOVA et al., 2015).

O 5W2H é uma ferramenta que auxilia no desenvolvimento de ciclo PDCA. No entendimento de Wojtaszak (2015) o 5W2H permite que as pessoas procurem as causas fundamentais de um determinado problema dificultando que a equipe fique satisfeita com soluções parciais ou superficiais que não solucionarão o problema no longo prazo. A Tabela 1 mostra as etapas do método 5W2H.

TABELA ESPAÇAMENTO – ESTA LINHA EM BRANCO

	Pergunta	Descrição
5W	What - o que?	Que ação será executada?
	Where – onde?	Onde será executada a ação?
	When – quando?	Quando será executada a ação?
	Who – quem?	Quem irá executar a ação?
	Why – por quê?	Por quê será executada a ação?
2H	How – como?	Como será executada a ação?
	How much – quando custa?	Quanto custa executar a ação?

Tabela 1 – Etapas do método 5W2H

3. Aspectos metodológicos

A presente pesquisa pode ser caracterizada como exploratória visto que é realizada uma análise preliminar para melhor entendimento e compreensão do problema. De acordo com Gil (2008) a pesquisa exploratória objetiva proporcionar maior familiaridade com um problema e assume em geral a forma de um estudo de caso. Ainda segundo esse autor, levando-se em consideração os objetivos, as pesquisas podem ser caracterizadas como: exploratória, descritiva ou explicativa.

De outro lado, quanto à natureza a presente pesquisa é classificada como aplicada, pois busca resolver um problema específico identificado em um equipamento na linha de produção. Também pode ser caracterizado como uma abordagem quantitativa, visto que se baseia nos dados para a formulação das análises e conclusões necessárias para a construção da solução ao problema analisado.

No que se refere às etapas metodológicas, o percurso no desenvolvimento da pesquisa segue a metodologia do PDCA (Planejamento, Execução, Controle e Ação) que podem ser sistematizadas em seis estágios como se mostra na Figura 3.

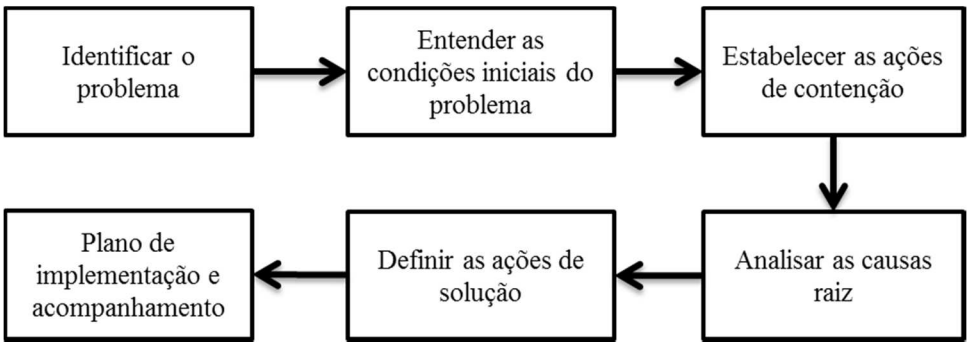


Figura 3 – Passos metodológicos da pesquisa

Na primeira etapa é feita a identificação do problema da máquina de corte, na sequência com base no histórico e dados disponíveis é realizada a análise das condições atuais que indicam a gravidade do problema. Na terceira etapa, ações de contenção são definidas. Na quarta fase, é realizada uma análise das causas raiz do problema. Na sequência são definidas as ações de solução do problema, e por fim, é definido e implementado um plano de ação e acompanhamento da solução proposta. Nas etapas de análise e definição da solução, é utilizada a ferramenta 5W2H.

4. Resultados

O trabalho descrito neste artigo foi realizado na empresa ABC que atua no ramo metalúrgico na fabricação de produtos para refrigeração na região sul do Brasil. Na área de corte de peças uma linha de produção apresenta perdas devido a necessidade de constantes paradas de um equipamento para realizar atividades de manutenção corretiva. Os relatórios de manutenção mostram que o equipamento apresenta constantes rompimentos de uma correia transportadora que se movimenta por acionamento de um motor elétrico e uma caixa de redução. O MTTR é de três horas enquanto que o MTTBF é de três semanas.

Os dados coletados mostram que o sistema atual de transporte se tornou obsoleto com o tempo sendo difícil manter sua operabilidade e de alto custo sua manutenção. De outro lado, as atividades corretivas demandam cerca de três horas mantendo a linha de produção parada para fazer a manutenção do sistema e restabelecer a sua operabilidade. A Figura 4 mostra o equipamento com o sistema de transporte por correia e motor com caixa de redução.

Após analise do custo de manutenção e perdas de produção por intervenções de manutenção corretiva a equipe de manutenção iniciou o desenvolvimento de um relatório A3 para identificar a possível causa do rompimento de correias e as contra medidas necessárias para eliminar este problema, e principalmente evitar possíveis recorrências futuras. A Figura 5 mostra o relatório A3 que foi desenvolvido para melhoria do sistema de transporte da máquina de corte.

Como se pode observar no relatório A3, para a condição inicial e definição do problema considera foram considerados três aspectos: o rompimento constante da correia transportadora, o desalinhamento do berço de transporte, o alto custo de manutenção corretiva, a dificuldade em manter sua operabilidade, e os valores de MTTR e MTTBF.

Foram estabelecidas três ações de contenção, a saber: substituição da correia, elaboração de um *check list* preventivo e a instalação do reduzido.



Figura 4 – Sistema de transporte por correia e motorredutor

Depois do processo de fabricação da peça é necessário separá-las em duas partes pelo processo de estampagem em prensa hidráulica, portanto se torna necessário transporta-la para debaixo da prensa por um sistema com berço duplo que é sincronizado por eixo, polias e correias.

A análise apontou à substituição do sistema de transporte de peças acionado por motor elétrico e correia, que com o passar do tempo se tornou obsoleto e de alto custo de manutenção, por um sistema pneumático através de um cilindro acionado por uma válvula direcional. Para esse efeito foi necessário confeccionar uma placa em alumínio para unir os dois berços e manter o sincronismo de movimento.

Por outro lado, foi desenvolvido um esboço (*sketch*) do problema apresentando o sistema de transporte composto pelo motor de transmissão e as correias de sincronismo dos berços. Nesta análise foi determinado o sentido correto de movimento e o ponto de rompimento da correia sendo necessária a intervenção de manutenção corretiva. De esta maneira é possível reduzir perdas de produção e custos excessivos de manutenção. O *sketch* do problema permitiu a identificação das oportunidades de melhoria para o processo e contribui para o entendimento de toda equipe de trabalho.

Os cinco porquês é uma ferramenta que auxilia na descoberta da real causa raiz de um problema e permitiu identificar que o projeto do equipamento apresentava problemas no que tange ao dimensionado ocasionando quebras frequentes por falta de robustez.

Como condição alvo apresentou-se um *sketch* da proposta de melhoria que foi desenvolvida a fim de reduzir as perdas de produção por quebra de equipamento e consequentemente os custos de reposição de peças. Este esboço mostra a instalação do cilindro pneumático e da

válvula direcional que substituirão o sistema antigo de transporte da peça.

O plano de implementação e acompanhamento foi desenvolvido com base na metodologia 5W2H de forma a tornar as atividades mais claras e objetivas.

Título/Tema: Parada por Manutenção — **Data: 20/06/2018** — **Autor: Giovani**

1. Histórico e importância

Equipamento apresentou diversas paradas por rompimento da correia transportadora resultando em perdas de produção e impactando diretamente nos indices de indisponibilidade do equipamento.

2. Condição inicial e definição do problema

Rompimento da correia transportadora
Desalinhamento do berço de transporte
MTTR de 3 horas
MTBF de 3 semanas
Sistema obsoleto e de custo alto de manutenção

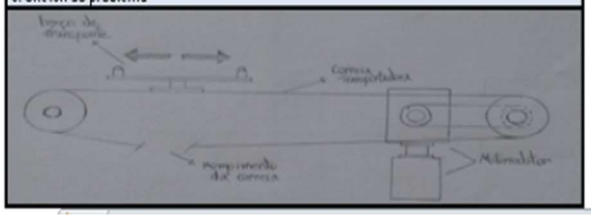
3. Ações de contenção

N	Ação	Quem	Quando	Estado	Efetividade
1	Substituição correia	Mecânico	20/06/2018	Finalizado	Sim
2	Inserir check liste preventiva	Programador	20/06/2018	Finalizado	Sim
3	Reduzido	Eletrecista	20/06/2018	Finalizado	Sim

4. Meta e objetivos

Substituição do sistema de transporte atual correia e motor por sistema de transporte pneumático acionado por cilindro e valvula direcional. Confecção e instalação de placa em alumínio para evitar desalinhamento do berço de transporte.

5. Sketch do problema

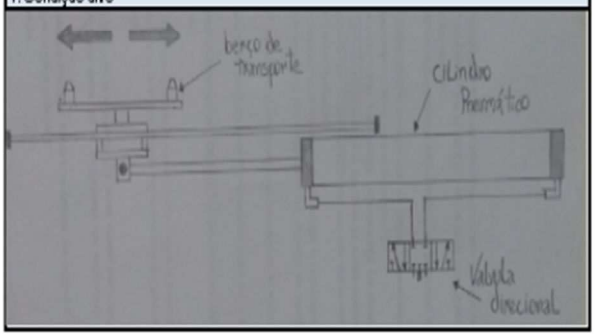


6. Análise das causas e confirmação das causas raiz

Por que? Alto índice de perdas por equipamento parado
Por que? Rompimento da correia transportadora
Por que? Correia sofre desgaste com frequência
Por que? Sistema de correias fragil para a aplicação
Por que? Falta de robustez no projeto do equipamento

Causa raiz: Falta de robustez no projeto do equipamento

7. Condição alvo



8. Plano de implementação e acompanhamento

O que? (What?)	Quem? (Who?)	Quando? (When?)	Onde? (Where?)	Quanto? (How?)	Estado
Instalação de cilindro pneumático e valvula direcional	Giovani	20/06/2018	Equipamento de recorte Rigo	R$ 5.000,00	Concluído

9. Ações de follow-up

Comparativo de MTTR e MTBF e de custo de manutenção antes e depois da melhoria implementada através do SAP

Figura 5 – Relatório A3 para melhoria do sistema de transporte na máquina de corte

A análise detalhada do equipamento e do processo de corte na linha de produção bem como a ruptura da correia transportadora permitiu o desenvolvimento de um novo sistema de movimentação através de um cilindro pneumático acionado por uma válvula direcional. Esse sistema de acionamento mais robusto apresentou melhores resultados como, por exemplo, redução de custo de manutenção, redução do tempo médio para reparo MTTR (*Mean Time To Repair*) e do tempo médio entre falhas MTBF (*Mean Time Between Failutes*). A Figura 6 mostra a proposta de solução utilizando um sistema de transporte por cilindro pneumático.

A engenharia de processos da indústria adquiriu os componentes necessários para a realização da melhoria que foi instalada em três dias. Esta melhoria também resultou na eliminação de fonte de sujeira que era um ponto critico deste equipamento, e que foi mapeado mais três

oportunidades de replicação para outros equipamentos que contem este mesmo sistema de transporte por correia.



Figura 6 – Sistema de transporte por cilindro pneumático

4. Considerações finais

As organizações são repletas de oportunidades de desenvolvimento de melhorias e os profissionais que estão alinhados com os objetivos das empresas e tem conhecimento de ferramentas de melhoria contínua podem transformar estas oportunidades em resultados significativos que refletem em redução de custo, aumento de produtividade e qualidade.

O formulário A3 é a evolução do ciclo PDCA e está sendo amplamente utilizado por empresas de classe mundial. O desenvolvimento do formulário A3 permite encontrar a causa raiz de qualquer problema bem como se torna um disseminador de conhecimento da aplicação da melhoria contínua.

A eficiência e os resultados da aplicação do formulário A3 são comprovados pela Toyota que utiliza esta ferramenta há décadas e serve de exemplo de indústria de classe mundial

Referências

CONCEIÇÃO, R; SILVA F.J.; PINTO FERRERIA, L. *Improving the quality and productivity of steel wire-rope assembly lines for the automotive industry*. Procedia Manufacturing Vol 11, p. 1035-1042, 2017. https://doi.org/ 10.1016/j.promfg.2017.07.214

GIL, ANTONIO CARLOS. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HAYES, R.; PISANO, G.; UPTON, D.; WHEELWRIGHT, W. *Em Busca da Vantagem Competitiva*. Porto Alegre: Bookman, 2008.

MARUTA, R. *Maximizing knowledge work productivity: A Time constrained and activity visualized PDCA cycle***.** Knowl. Process Management, 19, p. 203-214, 2012

NAGYOVA, A; PALKO, M.; PACAIOVA, H. *Analysis and identification of nonconforming products by 5W2H method.* 9th International Quality Conference, Center for Quality, Faculty of Engineering, University of Kragujevac, 2015

REN, M.; LING, N.; WEI, X; FAN, S. *The Application of PDCA Cycle Management in Project Management*, International Conference on Computer Science and Applications (CSA), Wuhan, p. 268-272, 2015. 10.1109/CSA.2015.84

SHOOK, J. *Gerenciando para o aprendizado: usando um processo de gerenciamento A3 para resolver problemas, promovendo alinhamento, orientar e liderar*. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2008.

SOBEK II, D.K.; SMALLEY, A. *Entendendo o Pensamento A3: Um componente crítico do PDCA da Toyota*. Porto Alegre: Bookman, 2010.

SOKOVIC, M.; PAVLETIC, D.; PIPAN, K.K. *Quality improvement methodologies – PDCA cycle, RADAR matrix, DMAIC and DFSS,* Journal of Achievements in Materials and Manufactuing Engineering, 43, p. 476-483, 2010

SUNDAR, R; BALAJI, A.N.; SATHEESH KUMAR, M. *A review on Lean Manufacturing implementation techniques*. Procedia Engineering Vol. 97, p. 1875-1885, 2014. http://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.341

WOJTASZAK, MACIEJ. *Problem solving techniques as a part of implementation of Six Sigma methodology in tire production. case study*, Management Systems in Production Engineering, Vol 3(19), p. 133-137, 2015. 10.12914/MSPE-03-03-2015