

GERENCIAMENTO DE MUDANÇAS DE ENGENHARIA EM UMA EMPRESA DO SETOR DE AUTOPEÇAS

Juliana Cotrim Garcia (UNIARA)
julianagarcia@outlook.com

Sanderson Cesar Macedo Barbalho (UNB)
scmbbr@yahoo.com.br

Jose Luis Garcia Hermosilla (UNIARA)
jlghermosilla@hotmail.com



O objetivo deste trabalho é analisar o processo de mudança de engenharia em uma indústria do setor de autopeças e propor um modelo para o gerenciamento deste processo. O gerenciamento das mudanças de engenharia nas organizações é fundamental para as empresas que desejam manter a competitividade no mercado atual pois, mudanças provenientes de diversos fatores são inevitáveis durante o ciclo de vida do produto e seu gerenciamento é necessário para garantir informações confiáveis, reduzir o lead time do processo de mudança em si e minimizar os impactos nas áreas envolvidas, além de reduzir os custos da mudança. O trabalho foi conduzido por meio do ferramental metodológico da pesquisa-ação. Após o levantamento dos procedimentos de mudança utilizados na empresa, foi realizada a análise que resultou na escolha e implantação de um modelo para o gerenciamento das mudanças de engenharia na planta em estudo. Através do modelo selecionado uma mudança foi executada e dentre os resultados observados destacam-se a redução do lead time, o aumento da confiabilidade das informações, a criação de indicadores e a elevação da motivação no chão de fábrica.

Palavras-chaves: desenvolvimento de produto, mudança de engenharia, pesquisa-ação

1. Introdução

Atualmente, a atividade de desenvolvimento de novos produtos está definitivamente vinculada à estratégia de inovação traçada em cada organização sendo mundialmente reconhecida como um fator-chave no bom desempenho empresarial (NAVEIRO, 2008). Adicionalmente, a forte competição no mercado exige que as companhias possam desenvolver e produzir produtos complexos com alto desempenho e qualidade por um baixo preço para se manterem competitivas (PIKOSZ; MALMQVIST, 1998).

Ouertani et al. (2004) complementam que o ideal para manter as vantagens competitivas é fazer o projeto certo na primeira vez, todavia mudanças decorrentes de diversos fatores são inevitáveis uma vez que, conforme afirmam Rozenfeld et al. (2006), por mais que se apliquem novas técnicas no desenvolvimento de produtos sempre ocorrerão mudanças.

Para Smith (1997), essas modificações resultam do fato de que a engenharia é um processo iterativo em vez de um processo puramente linear e é tradicionalmente voltada para correção de erros, integração de componentes ou ajuste fino de um produto.

Considerando que as mudanças de engenharia são inevitáveis e essenciais para garantir a competitividade das empresas no cenário atual, o gerenciamento destas mudanças se faz imprescindível. Clark e Fujimoto (1991) pesquisaram diferentes companhias e, a partir de suas entrevistas e observações diretas, afirmaram que a vantagem japonesa no baixo lead time de manufatura provém de padrões globais de produção, incluindo o gerenciamento das mudanças de engenharia.

Este artigo tem como objetivo analisar o processo de mudança de engenharia em uma empresa do setor de autopeças e propor um modelo para gerenciamento do mesmo. O trabalho foi desenvolvido em cinco etapas iniciando com a revisão da literatura e a seleção de um modelo para aplicação. A etapa seguinte refere-se a adequação do modelo às especificidades da organização seguida da terceira etapa, onde uma mudança de engenharia é implementada de acordo com o modelo especificado. As etapas subsequentes compreendem a análise dos resultados e suas conclusões.

2. Fundamentos teóricos

2.1. Mudança de engenharia

Segundo Wright (1997), uma mudança de engenharia (*Engineering Change* – EC) é uma modificação de um componente do produto e ocorre quando o produto já está em produção. Para Huang e Mak (1999) ela é caracterizada pela mudança ou modificação nas formas, ajustes, materiais, dimensões, funções, etc. de um produto ou de um componente.

Outra definição de EC foi apresentada por Jarratt et al. (2004) que a classificaram como uma alteração feita em peças, desenhos ou software que já foram liberados durante o processo de projeto do produto, que pode ser de qualquer tamanho ou tipo, além de envolver qualquer quantidade de pessoas ou durar qualquer período de tempo. Além disso, ela pode ocorrer através do ciclo de vida inteiro do produto, do momento em que o conceito é selecionado até quando o produto finalmente sai de serviço (JARRATT et al., 2011).

2.1.1. Fatores que geram mudanças de engenharia

As ECs são provenientes de diversos fatores que, segundo Eckert et al. (2004) podem estar diretamente relacionados ao produto, como mudanças advindas de erros, requisitos de segurança ou problemas de qualidade, bem como fatores provenientes de fontes externas ao produto, como solicitações de clientes que após experimentarem o produto desejam aumento de desempenho, do setor de vendas ou mesmo de fornecedores. A própria gerência da empresa pode sugerir mudanças no produto por razões estratégicas e até a legislação vigente pode exigir adaptações para certificações.

Eckert et al. (2004) afirmam também que as mudanças podem ser sugeridas pela produção, ainda que a melhor prática seja assegurar que a manufaturabilidade seja observada durante o projeto do produto. Isto ocorre porque uma vez que o produto começa a ser produzido mudanças podem ainda ser iniciadas para acelerar as operações, esclarecer instruções ou remover a probabilidade de erros.

2.1.2. A problemática da mudança de engenharia

No passado, profissionais e pesquisadores tenderam a enxergar os problemas relacionados à mudança de engenharia mais como uma tragédia do que como um sinal de gestão de processos (TERWESCH; LOCH, 1999).

Segundo Pikosz e Malmqvist (1998), a natureza do processo de mudança de engenharia (*Engineering Change Process* – ECP) é uma fonte de irritação, uma vez que ela significa que os projetistas têm que reprojetar algo que eles já projetaram, fazendo com que eles se sintam

acusados de terem feito algo errado. Para a manufatura, como aponta Wright (1997), as ECs são vistas como um mal com o potencial de perturbar o bom funcionamento da produção do produto, enquanto do ponto de vista de controle de inventário elas são encaradas como potencialmente caras em termos de refugo de estoque ou necessidade de retrabalho.

Outra questão encarada como um problema no ECP foi apresentada por Terwesch e Loch (1999) que, a partir de uma análise realizada na indústria automotiva, constataram a existência dois tipos de acoplamentos no processo de desenvolvimento do produto: o de produto-produto e de produto-processo. Eles afirmam que na ausência destes acoplamentos o processo de mudança de engenharia seria simples, pois, sempre que houvesse uma razão para mudança, esta seria implantada imediatamente. No entanto, com a presença destes acoplamentos, é difícil mudar uma atividade sem desencadear uma mudança em outra.

Wright (1997) conclui que as ECs podem até parecer algo a ser evitado, mas não há dúvida que elas também fornecem um mecanismo para melhoria do produto. Além disso, se o processo de mudança de engenharia for ignorado devido aos fatores indesejados que implica e não gerenciado efetivamente, ele pode gerar custos excessivos e instabilidade no planejamento da produção (BALAKRISHNAN; CHAKRAVARTY, 1996 apud HORTA, 2001).

2.2. Gerenciamento de mudanças de engenharia

Enquanto a mudança de engenharia refere-se a fazer alterações em um produto, o gerenciamento das mudanças de engenharia (*Engineering Change Management – ECM*) refere-se à organização e controle deste processo (JARRATT et al., 2011).

Terwesch e Loch (1999) declaram que apesar de sua extrema importância, o ECM não é bem compreendido enquanto Tavicar e Duhovnik (2006) complementam assegurando que ele não recebe atenção suficiente mesmo sendo uma parte integrante de cada processo produtivo.

O grande número de mudanças e o fato de que mesmo mudanças pequenas freqüentemente resultam em custos significantes faz da habilidade de gerenciá-las efetivamente um fator chave para o sucesso de todo processo de desenvolvimento do produto (AIAG, 2005 apud Wasmer, 2011). Jarratt et al. (2011) acrescentam que não só os custos são afetados pelas mudanças, mas também o planejamento e a programação na fábrica.

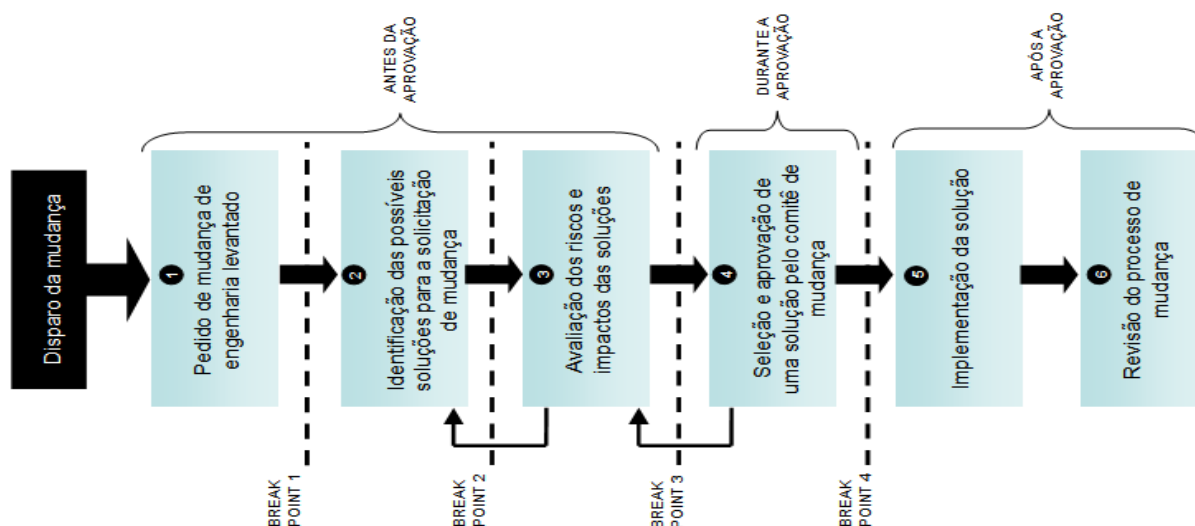
Uma pesquisa realizada por Chucholowski et al. (2012) em 55 companhias brasileiras de vários setores que investigou as práticas atuais de ECM e suas implicações nas organizações apontou que através da melhoria do gerenciamento de mudanças de engenharia as companhias brasileiras podem aumentar potencialmente sua competitividade e que a cooperação entre as universidades e as indústrias é necessária para atingir este objetivo.

2.3. Modelos de gerenciamento de mudanças de engenharia

Sendo o gerenciamento das mudanças de engenharia essencial nas organizações, um modelo para que este gerenciamento seja executado se faz necessário, pois, assim como afirmam Pikoz e Malmqvist (1998), mudanças executadas sem a utilização de um processo formal podem propiciar documentos incorretos ou incompletos e até problemas nos estágios posteriores do desenvolvimento do produto.

Na literatura diversos modelos para gerenciar as mudanças de engenharia dentro das organizações elaborados ao longo dos anos foram encontrados (Maull, 1992; Tavcar e Duhovnik, 2006; Ouertani et al., 2004), destacando-se o modelo sugerido por Jarratt et al. (2004) que é exposto na figura 1. Nele, os autores descrevem seis etapas para realizar uma mudança de engenharia que são descritas a seguir.

Figura 1 - Modelo de um processo de mudança de engenharia genérico



Fonte: Adaptado de Jarratt et al. (2004)

- Pedido de mudança de engenharia levantado: O pedido de mudança de engenharia (*Engineering Change Request* – ECR) deve conter os motivos da mudança, o tipo, quais componentes ou sistemas são afetados e pode ser proposto por qualquer colaborador da organização;

- Identificação das possíveis soluções: nesta etapa as soluções potenciais para o problema ou oportunidade encontrados devem ser levantadas pelo comitê de mudança de engenharia (*Engineering Change Board* – ECB). O próprio ECR pode conter uma solução proposta pelo solicitante cabendo ao comitê avaliá-la;
- Avaliação de risco e impacto das soluções: as soluções potenciais devem ser analisadas pelos representantes do comitê para que os riscos ou impactos que podem afetar o planejamento, os fornecedores, entre outros sejam identificados. Testes podem ser realizados se necessário;
- Seleção e aprovação da solução pelo comitê: com uma solução escolhida, o comitê deve aprová-la ou rejeitá-la, além de determinar a data para sua implementação. Se a solução for aprovada, uma ordem de engenharia (*Engineering Order* – EO) é emitida para que os responsáveis tomem as ações;
- Implementação da solução: a partir da aprovação, a solução pode ser implementada imediatamente ou em fases. Nesta etapa, a documentação referente à mudança deve ser atualizada e distribuída entre os envolvidos garantindo que todos estejam com a versão mais atual;
- Revisão do processo da mudança: após um período de tempo, a mudança deve ser revisada para ver se atingiu o objetivo proposto e as lições aprendidas registradas para futuros processos.

Voltando a figura 1, as setas representam iterações entre os processos onde as etapas podem retornar à fase anterior e os break points são pontos onde o processo pode ser paralisado por inúmeros fatores.

3. Metodologia

O método utilizado no desenvolvimento do trabalho para a condução da pesquisa empírica foi a pesquisa-ação, caracterizada pela interferência do pesquisador através da observação participante no objeto de estudo de forma cooperativa com os participantes da ação. (MELLO et al., 2012).

Para Thiollent (1997), a pesquisa ação é uma concepção de pesquisa e intervenção em determinados setores de atuação social e através dela são tomadas ações que, segundo Mello et al. (2012), devem ser não-triviais, ou seja, devem ser ações problemáticas que mereçam investigação sob o ponto de vista científico para serem elaboradas e conduzidas.

Mello et al. (2012) afirmam que a pesquisa-ação pode ser iniciada com o pesquisador identificando um problema na literatura e buscando cientificamente sua solução ou ainda, a partir de um problema da organização em estudo para o qual o pesquisador deve buscar uma solução que contribua com a melhoria das práticas organizacionais e com a base de conhecimento relacionada. Os autores propõem um processo para realizá-la em cinco fases:

planejar; coletar dados; analisar dados e planejar ações; implementar ações; avaliar resultados e gerar relatório. Esse procedimento será aqui utilizado para apresentar a pesquisa-ação realizada.

4. Caracterização da empresa

O estudo de caso foi realizado em uma empresa multinacional do setor de autopeças localizada no Estado de São Paulo. A empresa pertence a um grupo alemão responsável pelo fornecimento de sistemas de transmissão e tecnologia de chassis para o setor automotivo que conta hoje com 75 mil colaboradores e 121 operações em 27 países, com faturamento aproximado de 17,4 bilhões de euros por ano.

A planta analisada realiza a montagem de embreagens com componentes fabricados em outra planta do grupo também situada no Estado de São Paulo, onde está localizado o setor de Engenharia de Produto, responsável pelo desenvolvimento de produtos e contato direto com o cliente. Na planta em estudo encontra-se a Engenharia de Processos, responsável por desenvolver e dar suporte aos processos de fabricação a partir da interface com a Engenharia de Produto. Há também um setor de logística, qualidade, manutenção e RH.

Devido à distância entre a engenharia de produto e o processo de manufatura entre outros fatores que serão apresentados adiante, as ECs provenientes de outras fontes que não o cliente e a própria engenharia de produto não seguem um fluxo adequado do ponto de vista teórico e não possuem gerenciamento, o que ocasiona uma série de deficiências durante sua implantação.

5. Pesquisa ação

A pesquisa-ação foi conduzida de acordo com as etapas sugeridas por Mello et al. (2012). Estas etapas são apresentadas abaixo.

5.1. Planejar

Como o problema a ser solucionado já fora identificado na organização em estudo, o tema e a unidade de análise estavam definidos, portanto nesta etapa foi realizado um mapeamento da literatura visando a contextualização e fundamentação do problema identificado. Os benefícios da implantação do ECM foram discutidos com os envolvidos bem como a importância da pesquisa-ação neste caso e a contribuição esperada da mesma, ou seja, a implantação de um modelo para o ECM na unidade. As técnicas que seriam utilizadas para a coleta de dados também foram definidas conforme descrito a seguir.

5.2. Coletar dados

Os dados foram coletados a partir de observações que, como recomendado por Coughlan e Coughlan (2002), ocorreram através do envolvimento ativo no dia a dia dos processos organizacionais relacionados com o projeto de pesquisa-ação, entrevistas não estruturadas com os envolvidos e análise de documentos escritos.

5.3. Analisar dados e planejar ações

Os dados coletados foram analisados e comparados com a literatura existente sobre o tema. Esta análise permitiu a identificação de pontos críticos citados na literatura como obstáculos para a implantação do ECM, como resistência dos envolvidos, visão das mudanças como uma fonte de problemas e até do processo formal como um acréscimo de tempo que prolonga a realização das alterações propostas. Alguns entrevistados afirmaram que a sugestão de mudança incomoda mais quando se origina em outras áreas, como se fosse uma inversão de papéis e responsabilidades.

A ausência de um processo formal para execução das ECs implica em informações inconsistentes e na falta de um fluxo adequado que condiciona qualquer oportunidade identificada por outras áreas a *e-mails* e/ou telefonemas que muitas vezes são postergados ou esquecidos. Quando, ao contrário, a mudança é de fato executada, nenhum registro além da documentação do produto é alterado, o que deixa a empresa sem um histórico eficiente de alterações ou mesmo sem relatórios de lições aprendidas. Além disso, após a conclusão da modificação não há divulgação dos resultados, o que mantém as informações retidas entre os principais envolvidos e muitas vezes nem mesmo outras pessoas da mesma área tem o conhecimento da alteração efetuada, o que permite, por exemplo, que outro engenheiro desenvolva um novo produto com a mesma característica que em outro similar fora alterada devido a algum problema ou oportunidade de melhoria encontrados.

Com base na análise, o modelo de ECM proposto por Jarratt et al. (2004) foi sugerido como o mais adequado para a empresa por garantir um processo robusto através de um fluxo bem estruturado e sua implementação é descrita na etapa a seguir.

5.4. Implantar ações

Para estruturar o modelo escolhido algumas ações foram tomadas, como a criação do ECB (Pikoz, 1997; Horta, 2001; Tavicar, 2006), composto por representantes de diversas áreas que poderiam receber mais membros de acordo com a alteração em análise e dos formulários de

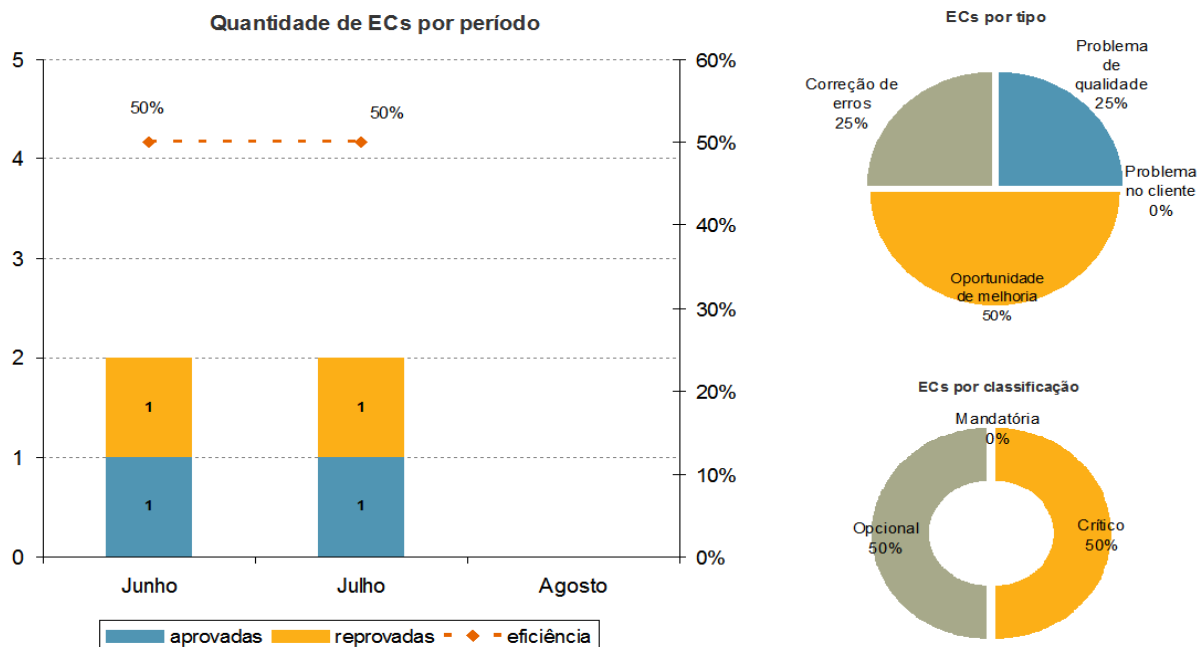
ECR e EO baseados nos modelos propostos por Cloud (1997). Uma planilha para controle dos pedidos foi elaborada e é mostrada na figura 2. Este controle permitiu o registro e a criação de indicadores do ECP na planta, como mostra a figura 3.

Figura 2 – Planilha de controle de mudanças de engenharia na organização

CONTROLE DE MUDANÇAS DE ENGENHARIA NA PLANTA											
ID	Descrição	Status	Solicitante	Data	Classificação	Tipo	Planej	Compras	Produt	Proces	Comentário
1	Tolerância alt cordão placa xxxx	CONC	Qualidade	20/06/12	Crítico	Correção	ok	ok	ok	ok	Desenho alterado em 26/6
2	Ø cordão placa xxxx	APROV	Qualidade	27/06/12	Crítico	Problema qualidade	ok	ok			
3	Rebaixo no torno placa xxxx	REPROV	Produção	01/07/12	Opcional	Melhoria	ok	nok	ok	nok	Inviável - necessidade de investimento no torno para instalação de ferramenta acionada
4	Usinagem do rebaixo placa yyyy	PROCESSO	Produção	01/07/12	Opcional	Melhoria	ok	ok			Em testes: cronoanálise, análise metalográfica, avaliações funcionais e dimensionais e ergonomia

Fonte: próprio autor

Figura 3 – Indicadores de pedidos de mudança de engenharia na organização



Fonte: próprio autor

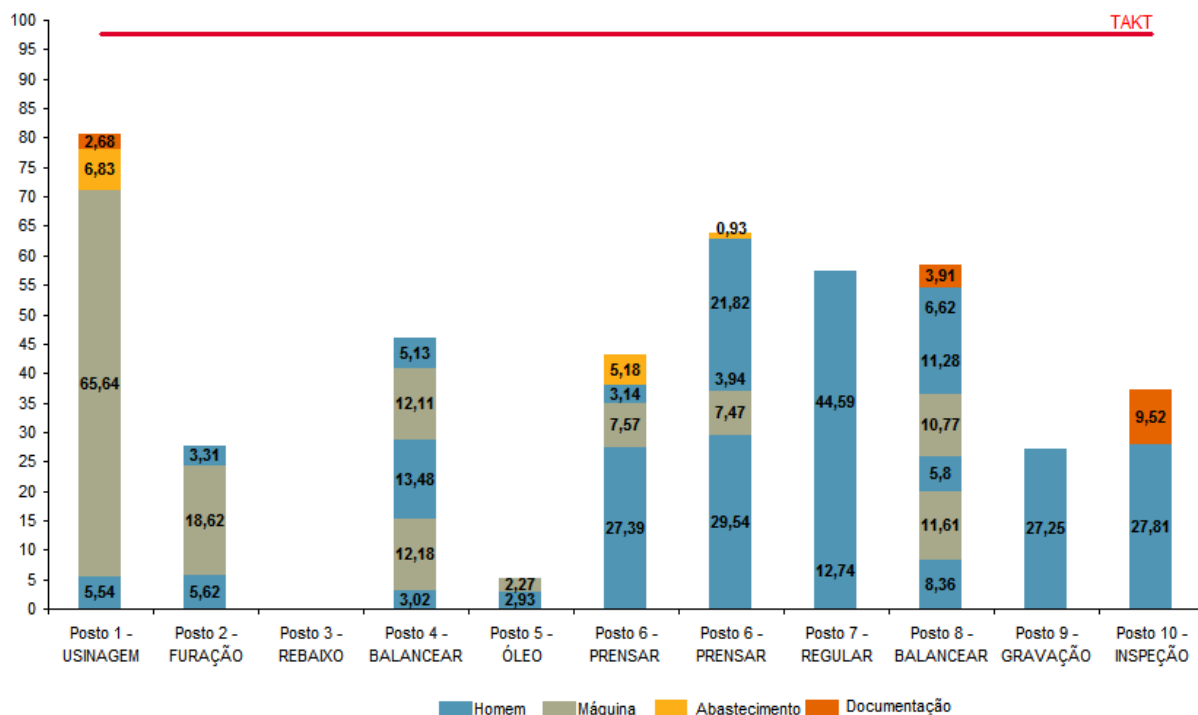
5.4.1. Validação do modelo

Após a escolha do modelo e estruturação da organização para sua implantação, a validação foi realizada através de uma EC originada no chão-de-fábrica que tinha como principal objetivo

otimizar o processo de montagem do platô de embreagem através da transferência da operação que realizava o rebaixo de um componente no posto 3 para o posto 1, onde o componente era usinado. Esta transferência exclui a operação 3 do processo produtivo do platô que utiliza este componente. A mudança dentro do modelo proposto ocorreu conforme as etapas que seguem:

- Pedido de mudança: o ECR foi preenchido e encaminhado para análise do comitê com a idéia, o nome do operador, sua chapa, a data do pedido e a aplicação;
- Identificação das possíveis soluções: o comitê se reuniu para analisar o pedido e duas soluções foram levantadas: rebaixar a placa através de uma ferramenta acionada que seria instalada no torno CNC da operação 1 ou usinar o componente até a altura estipulada do rebaixo;
- Avaliação de risco e impacto das soluções: como a segunda solução não demanda nenhum investimento com a instalação de ferramental, ela foi selecionada para análise dos riscos e impactos. Para tal, sob a orientação do comitê diversos testes com uma amostra foram realizados: análise da geometria do componente para garantir que não haveria colisão com ferramental do torno durante a usinagem do rebaixo; análise metalográfica do componente no microscópio para prever o comportamento mecânico garantindo que a remoção de mais material devido a usinagem não resultaria em quebras; cronoanálise (figura 4) para verificar se o acréscimo de tempo no posto 1 não excederia o *takt* da linha. Como observado, a transferência da operação 3 para o posto 1 não faz com que este ultrapasse o limite da linha além de permitir que a tarefa do posto 2 seja executada pelo mesmo operador do posto 1 durante o tempo de usinagem (máquina); análise funcional, realizada com a aplicação da carga do veículo para avaliar o atendimento dos requisitos de performance do produto montado com o componente modificado e a avaliação ergonômica para identificar os benefícios da exclusão do posto 3 para o operador;

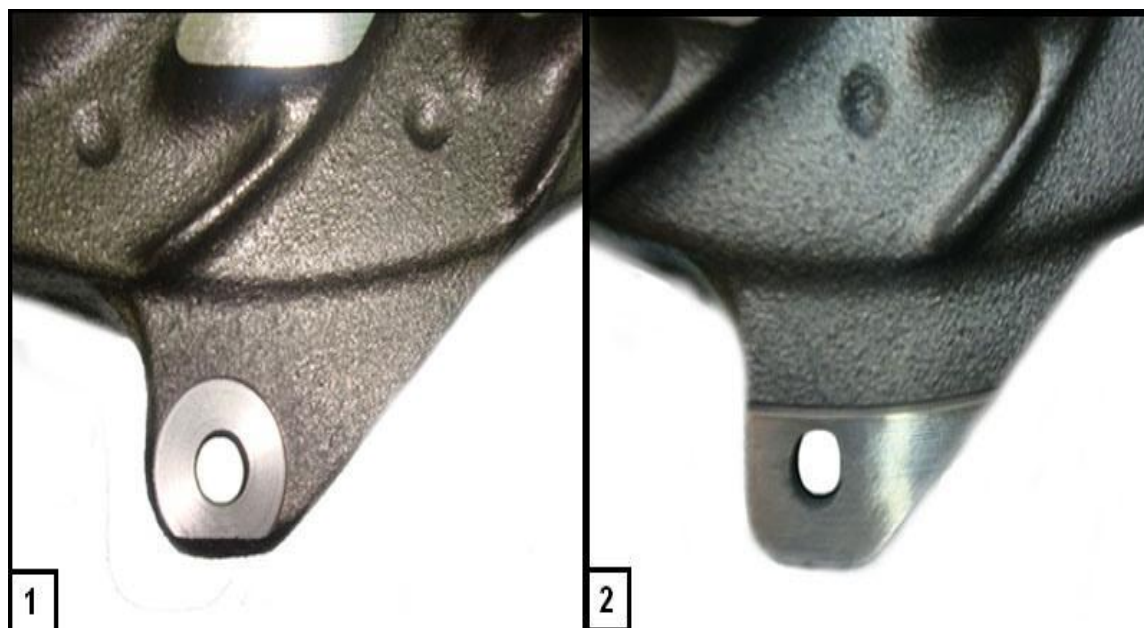
Figura 4 – Cronoanálise do processo de montagem do platô com a mudança sugerida



Fonte: próprio autor

- Seleção e aprovação da solução pelo comitê: os resultados dos testes foram apresentados e o comitê aprovou a solução escolhida, classificando-a como prioritária já que, além de ter sido aprovada em todos os testes realizados na etapa anterior, não demanda investimento com ferramental, não impacta o planejamento da produção ou a matéria prima em estoque, além de não comprometer o fornecedor ou o cliente. A EO foi emitida e distribuída aos envolvidos;
- Implementação da solução: com a EO emitida os responsáveis atualizaram a documentação relacionada ao produto que foi liberada no sistema utilizado pela empresa. Os operadores foram instruídos e a mudança teve o status alterado para “concluída”. A figura 5 mostra o componente antes e após a mudança. Observe que a usinagem é realizada deixando o máximo de material possível de modo que não haja interferência na cabeça do rebite.
- Revisão do processo da mudança: o processo foi revisado e as lições aprendidas registradas para melhorias futuras. Enfatizou-se a importância de apoiar mais as idéias provenientes do chão-de-fábrica e dar feedback ao solicitante logo após a aprovação ou rejeição do pedido.

Figura 5 – Componente placa de pressão antes (1) e após (2) a mudança de engenharia



Fonte: próprio autor

5.5. Avaliar resultados e gerar relatório

Os resultados foram apresentados para os colaboradores da empresa conforme sugerido por Miguel (2009) e o relatório foi gerado. A tabela 1 exibe as comparações entre alguns aspectos antes e após a implementação do modelo de gerenciamento escolhido.

Tabela 1 – Comparativo dos aspectos antes e depois da implantação do modelo de gestão de mudanças

Aspectos	Antes do Modelo	Após o Modelo
Pedido de Mudança	As idéias de mudança provenientes de outros setores que não a própria engenharia de produto não eram centralizadas e por vezes se resumiam em sugestões informais que eram esquecidas ou postergadas. Outras vezes as idéias eram encaminhadas para o programa de boas idéias da planta onde misturava-se com todas as idéias referentes a organização independente de se relacionarem com o produto ou não, o que permitia a análise da mudança por uma equipe que não continha os representantes de todas as áreas afetadas por ela	Todas as idéias de mudança de engenharia sugeridas são formalizadas no pedido de mudança que é cadastrado na planilha de controle e levado para análise do comitê pelo estagiário da engenharia de processos
Análise da Mudança	Somente mudanças críticas originadas de problemas relacionados ao cliente final mobilizavam os representantes das áreas envolvidas para uma reunião, análise e tratativa do problema	Todas os pedidos de mudança de engenharia são levados para a reunião de análise do comitê onde são aprovados ou rejeitados, classificados e avaliados quanto aos riscos ou impactos para a organização
Feedback	Os solicitantes da mudança de engenharia não eram informados quanto ao status de seu pedido, o que resultava em um cenário de desmotivação para a geração e sugestão de idéias. Nas entrevistas diversos operadores afirmaram já terem realizado um pedido informal de mudança sem obter retorno. Outros encaminharam o pedido para o programa de boas idéias da empresa e aguardavam feedback	As mudanças relacionadas ao produto são analisadas pelo comitê e o estagiário da engenharia de processos informa o status do pedido ao solicitante e o motivo pelo qual o mesmo foi reprovado ou postergado pelo comitê em caso de reprovação. Dessa forma o colaborador pode aprimorar sua idéia para sanar um problema ou implantar uma melhoria
Registros	A planta não possuía um histórico de mudanças de engenharia nem de lições aprendidas para auxiliar futuras análises	Todas as mudanças ficam registradas na planilha de controle disponíveis para consulta de qualquer membro do comitê cabendo ao estagiário da engenharia de processos levar análises similares já realizadas para a reunião do comitê a fim de auxiliar o processo de decisão
Indicadores	Sem um processo formal e registro dos pedidos de mudança não era possível obter indicadores do processo de mudança de engenharia na planta	Com o registro na planilha de controle é possível conhecer o número de solicitações de mudança por período, o percentual de aprovação/rejeição destas mudanças e até os colaboradores com maior número de idéias implantadas

Fonte: próprio autor

6. Conclusões

A partir da revisão bibliográfica, pode-se concluir que o ECM dentro da organização é imprescindível para as empresas que desejam se manter competitivas. Diversos modelos propostos pela literatura podem ser utilizados para auxiliar a organização cabendo a esta a escolha do modelo mais adequado de acordo com sua necessidade. A estruturação deste modelo depende muito mais da cultura organizacional do que dos recursos físicos para suportá-lo e neste aspecto, enfatiza-se a necessidade de mudar a forma como as mudanças de

engenharia são vistas pelos colaboradores bem como fomentar a geração de idéias de modo que as mudanças sejam originadas de melhorias e não somente correções de erros ou problemas de qualidade.

A empresa estudada faz uso de procedimentos eficazes para realizar alterações do produto durante a fase de desenvolvimento cabendo a esta pesquisa a implementação de um modelo que complementasse esta prática garantindo que mudanças oriundas de outros departamentos fossem consideradas e seguissem um fluxo adequado para sua execução. Neste aspecto, a pesquisa cumpriu seu objetivo principal.

Dentre os benefícios desta ação, destacou-se a redução do tempo de implementação das mudanças como consequência de um fluxo estruturado que não permite que as informações sejam perdidas, além da possibilidade de utilizar indicadores para sua gestão.

Observa-se que o processo implementado trouxe como benefício secundário, mas considerado de grande importância pelos participantes do processo, uma maior valorização do conhecimento gerado no chão-de-fábrica de onde diversas sugestões surgiam e não eram processadas pelo sistema de mudanças da empresa. A motivação resultante dessa interface mais próxima com os operadores foi um aspecto positivo.

Enfatiza-se o apoio da organização durante todo o desenvolvimento da pesquisa que foi fundamental para realização da mesma bem como recomenda-se que a prática seja mantida ainda que o processo pareça burocrático em relação ao processo informal, pois, os documentos são fundamentais para garantir um gerenciamento que permita um histórico e análises posteriores do processo para verificação das lições aprendidas, favorecendo a gestão do conhecimento na organização.

7. Revisão bibliográfica

CHUCHULOWSKI, N., LANGER, S., FERREIRA, M.G.G, FORCELLINI, F.A., MAIER, A. **Engineering change management report 2012: Survey results on causes and effects, current practice, problems, and strategies in Brazil**. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, 2012.

CLARK, K.B. and FUJIMOTO, T. **Product development performance: strategy, organization and management in the world auto industry**. Harvard Business School Press, Boston, 1991.

CLOUD, P.A. **Engineering Procedures Handbook**. Westwood, N.J.: Noyes Publications, 1997.

COUGHLAN, P., COUGHLAN, D. **Action research for operations management**. International Journal of Operations & Production Management, v. 22, n. 2, p. 220-240, 2002.

ECKERT C.M., CLARKSON P.J., ZANKER W. **Change and customisation in complex engineering domains**. Research in Engineering Design, 15 (1):1-21, 2004

- HORTA, L.C. **Caracterização do Processo de Mudança de Engenharia** (Dissertação de Mestrado). São Carlos: Universidade de São Paulo, 2001
- HUANG G.Q., MAK K.L. **Current practices of engineering change management in UK manufacturing industries**. International Journal of Operations & Production Management, Vol. 19 Iss: 1, pp.21 – 37, 1999.
- JARRATT T.A.W.; ECKERT C.M.; CLARKSON P.J. Engineering change, In: Clarkson PJ, Eckert CM (eds) **Design process improvement**. Springer, New York, 2004.
- JARRATT, T.A.W., ECKERT, C.M., CALDWELL, N.H.M., CLARKSON, P.J. **Engineering change: an overview and perspective on the literature**. Research in Engineering Design, 22. pp. 103-124, 2011.
- MAULL, R., HUGHES, D., & BENNETT, J. **The role of the bill-of-materials as a CAD/CAPM interface and the key importance of engineering change control**. Computing and Control Engineering Journal, 3(2), March, 63–70, 1992.
- MELLO, C.H.P. et al. **Pesquisa-ação na engenharia de produção: proposta de estruturação para sua condução**. Prod., São Paulo, v. 22, n. 1, 2012.
- MIGUEL, P. A. C. **QFD no desenvolvimento de novos produtos: um estudo sobre a sua introdução em uma empresa adotando a pesquisa-ação como abordagem metodológica**. Produção, v. 19, n. 1, p. 105-128, 2009.
- NAVEIRO, R.M. Engenharia do produto. In: BATALHA, M.O. **Introdução à engenharia de produção**. Rio de Janeiro, Elsevier, 2008. p. 135-156.
- OUERTANI, M.; GZARA-YESILBAS L.; LOSSENT L. **Engineering change process: state of the art, a case study and proposition of an impact analysis method**. Proceedings of IDMME, Bath, 2004.
- PIKOSZ, P. and MALMQVIST, J. **A Comparative Study of Engineering Change Management in Three Swedish Engineering Companies**. Proceedings of ASME DETC'98, Paper No DET98/EIM-5684, Atlanta, 1998.
- ROZENFELD, H. et al (2006). **Gestão de Desenvolvimento de Produtos - Uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo, Saraiva, 2006.
- SMITH, R.P. and EPPINGER, S.D. **Identifying Controlling Features of Engineering Design Iteration**. Management Science 43, pp. 276-293, 1997.
- TAVČAR, J., DUHOVNIK, J. **Engineering change management in distributed environment with PDM/PLM support**. Manufacturing the future: concepts, technologies and visions. Mammendorf, Germany: IV pro literatur Verlag Robert Mayer-Scholz, str. 751-780, 2006.
- TERWIESCH, C. and LOCH C.H. **Managing the process of engineering Change orders: the case of the climate control system in automobile development**. Journal of Product Innovation Management, 16(2): 160-172, 1999.
- THIOLLENT, M. **Pesquisa-Ação nas Organizações**. Ed. Atlas. São Paulo, 1997.
- WASMER, A.; STAUB; G.; VROOMB, R. W. **An industry approach to shared, cross-organisational engineering change handling - The road towards standards for product data processing**. Computer-Aided Design, v. 43, pp. 533–545, 2011.
- WRIGHT I.C. **A review of research into engineering change management: implications for product design**. Design Studies 18:33–42, 1997.