

AUMENTO DA CAPACIDADE PRODUTIVA UTILIZANDO PRINCÍPIOS E FERRAMENTAS DA MANUFATURA ENXUTA

JULIO CESAR DE SOUZA¹, ROGÉRIO TEIXEIRA BALIEIRO¹, PAULO HENRIQUE SANTANA DE OLIVEIRA¹, WISNER GONÇALVES MESQUITA¹, RODRIGO PEDRA BRUM², PAULO ALEXANDRE DE CASTRO^{3,4}, FLAMARION ASSIS JERONIMO INÁCIO⁵, HUGO LEONARDO PEREIRA RUFINO⁶

1.

2. Mestrando do PPGGO / Regional Catalão da Universidade Federal de Goiás – UFG julioces_souza@hotmail.com, rogeriobalheiro@gmail.com, pksantaoliveira@hotmail.com, wisnermesquita_1@hotmail.com
2. Faculdade de Informática e Administração Paulista – FIAP rodrigo.pedra@gmail.com
3. Programa de Mestrado Profissional em Gestão Organizacional, Regional Catalão da Universidade Federal de Goiás padecastro@gmail.com
4. Departamento de Física e Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Física, Regional Catalão da Universidade Federal de Goiás padecastro@gmail.com
5. Mestrando do Programa de Mestrado Profissional em Educação Tecnológica - IFTM flamarion@iftm.edu.br
6. Programa de Mestrado Profissional em Educação Tecnológica do - IFTM hugo@iftm.edu.br

Recebido em: 28/10/2014 – Aprovado em: 05/11/2014 – Publicado em: 06/11/2014

RESUMO

O sucesso das organizações está diretamente ligado à sua competitividade, e em geral os custos operacionais que compõem o preço final dos produtos destas empresas é um fator importantíssimo e preocupação constante para os gestores. Ao longo dos tempos a forma de produzir veículos automotores tem se aprimorado continuamente e tem impactado diretamente a competitividade das organizações. Este estudo refere-se à análise e aplicação de princípios e ferramentas do sistema de produção conhecida como Manufatura Enxuta para a identificação e redução de desperdícios que oneram os custos produtivos e para o aumento da capacidade produtiva em uma empresa do setor automobilístico. O principal objetivo deste trabalho foi, através da execução de uma pesquisa aplicada em um estudo de caso, desenvolver um método científico que pudesse trazer um ganho competitivo para a organização estudada. A aplicação do método proposto foi realizada em uma linha de produção que iria iniciar a produção de uma nova plataforma de produtos e havia a necessidade de se certificar a capacidade disponível de produção. Foi constatado que após aplicação do método foi identificado que a linha avaliada não dispunha da capacidade necessária para o novo modelo e após a aplicação do método proposto foi possível reduzir significativamente os desperdícios da linha analisada e aumentar a capacidade produtiva em 121%. Pode-se então afirmar que o método proposto poderá ser entendido por outras pessoas e aplicado em outras empresas do mesmo ou de outros segmentos que busquem melhorar os seus processos e aumentar a capacidade produtiva.

PALAVRAS-CHAVE: Capacidade Produtiva, Desperdícios, Sistemas de Produção, Manufatura Enxuta.

ABSTRACT

The organizations success is directly associated to competitiveness and overall operating costs that is included in the final price of the products of these companies is an important factor and constant concern for managers. Throughout the ages how to produce automotive vehicles has continuously improved and has directly impacted the competitiveness of organizations. This study refers to the analysis and application of principles and tools of production system known as Lean Manufacturing to identify and reduce the waste that affect production costs and increase production capacity in a automobile company. The main objective of this work was through the implementation of applied research in a case study to develop a scientific method that could bring a competitive gain for the organization studied. The application of the proposed method was carried out on a production line that would begin the production of a new product platform and there was necessary to know the available production capacity. After the method application was noted the lack of the necessary capacity in the evaluated production line for the newmodel and after applying the proposed method could significantly reduce waste in the line and increase production capacity by 121%. It's possible to mention that the proposed method can be understood by others and applied in other companies of the same or other industries that seek to improve their processes and increase production capacity.

KEYWORDS: Production Capacity, Waste, Production Systems, Lean Manufacturing.

INTRODUÇÃO

A competitividade é um fator determinante para o sucesso das organizações, melhorá-la ou mantê-la ao longo do tempo, é frequentemente, um desafio considerável. Diversos fatores podem influenciar o quão competitiva é uma organização, variáveis internas desfavoráveis podem ser pontos críticos diretamente ligados aos resultados alcançados.

Para empresas do segmento de manufatura, os custos relacionados aos processos produtivos, etapa complexa e muitas vezes cheia de oportunidades de melhoria, podem influenciar de maneira significativa o desempenho global das organizações.

O sistema Toyota de produção foi desenvolvido com o foco na redução de desperdícios primando pela eficiência e agilidade nos processos produtivos e as ferramentas, metodologias ou capacitores utilizados neste sistema, são técnicas que foram desenvolvidas como objetivo de auxiliar as organizações a obterem sucesso no aprimoramento de seus processos e melhorarem a sua competitividade.

A Toyota conseguiu desenvolver uma significativa competitividade de custos operacionais através da aplicação dos princípios e ferramentas da Manufatura Enxuta o que reforça a importância e atualidade do tema do estudo em questão (OHNO, 1997, p. 295).

A relevância do estudo para as organizações em geral é notório, visto o desempenho alcançado pela Toyota no setor automobilístico nas últimas décadas, sustentado pela utilização de ferramentas da manufatura enxuta em seus processos, gerando redução de custos advindos de modificações no processo produtivo e eliminação de desperdícios.

O estudo buscou através da aplicação dos princípios e ferramentas da manufatura enxuta desenvolver melhorias em uma linha de produção que resultou em um impacto muito significativo em seu desempenho e teve foco no aumento da capacidade produtiva propiciando também a inclusão de uma nova plataforma de veículos nesta mesma linha sem a realização de grandes investimentos.

A pesquisa está diretamente ligada à linha de inovação, desenvolvimento e tecnologia, orientada para o segmento da administração da produção e seus processos. O tema em

questão tende a ter impacto direto na área de Gestão Organizacional devido à possibilidade de redução dos custos diretamente ligados à produção e a oportunidade de gerar outras inovações no processo produtivo como métodos estruturados de análise e melhoria operacional.

PROPÓSITO

O principal propósito deste trabalho foi o desenvolvimento de um método para o aumento de capacidade produtiva de uma linha de montagem de veículos. O método em questão foi elaborado com uma sequência clara e estruturada com o intuito de auxiliar os gestores, staff e colaboradores a aplicar os conceitos e ferramentas da manufatura enxuta nos processos que restringem a capacidade produtiva das fábricas, processos estes conhecidos como gargalos.

O método proposto neste estudo foi dividido em nove etapas que auxiliam uma análise que perpassa do global para o detalhe. O método foca a partir de uma visão macro do setor produtivo ao qual se busca aumentar a capacidade produtiva, detalhar os processos e verificar os equipamentos/processos mais relevantes até a definição do processo gargalo a ser estudado, propor melhorias realizar comparações e apresentar os resultados obtidos. As nove etapas do método proposto estão detalhadas na figura 1.

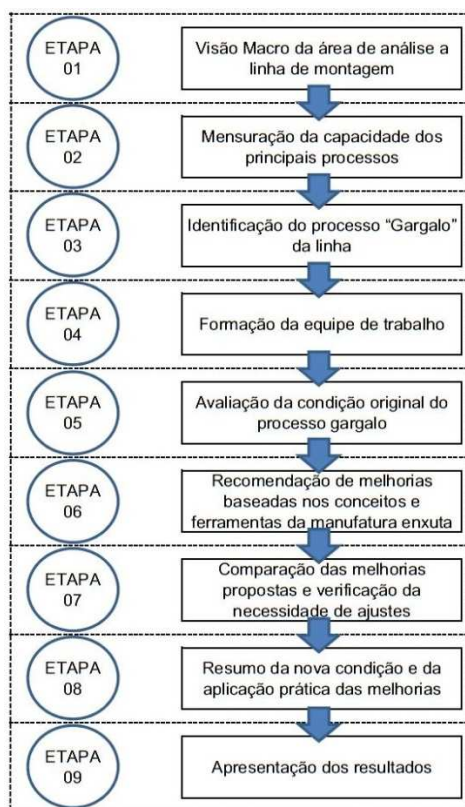


FIGURA 1 – Etapas do método proposto –
Fonte: Autores

MÉTODOS

Este trabalho tem como ponto essencial a busca pelo conhecimento com a finalidade de sua aplicação empírica, especificamente voltado para a melhoria de um determinado processo produtivo e a utilização prática de conceitos da manufatura enxuta.

A partir da natureza deste aspecto, SILVA (2001, p. 20) classifica este tipo de pesqui-

sa como aplicada, pois “objetiva gerar conhecimento para a aplicação prática e orientada à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais”. Ou seja, alcançar resultados direcionados para a solução de problemas reais dentro da organização pesquisada.

Quanto à abordagem, a pesquisa pode ser classificada como predominantemente quantitativa por parecer estar mais adequada à finalidade e tipo de dados utilizados na pesquisa, pois para o desenvolvimento do estudo foram mensurados diversos parâmetros importantes da produção antes e depois da aplicação de ferramentas da manufatura enxuta.

De acordo com SILVA (2001, p. 20), a pesquisa quantitativa considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las. Este estudo busca avaliar o comportamento das variáveis relacionadas aos processos produtivos em um estudo de caso. Devido à natureza dos parâmetros de processo em análise neste estudo, tais como tempo de operação, capacidade produtiva e carga operacional, as variáveis observadas podem ser classificadas como de caráter quantitativo.

Variáveis quantitativas consideram aspectos do objeto de estudo através de um enfoque numérico, porém não feitas ao acaso, mas cientificamente envolvendo um sistema lógico que sustenta a atribuição de números, cujos resultados sejam eficazes (SILVA, 2005, p. 78).

Considerado os objetivos da pesquisa, o estudo do tipo exploratório é o passo inicial no processo de pesquisa, objetivando familiarizar o pesquisador com o assunto a ser pesquisado, percebendo ou descobrindo novas ideias (SILVA, 2005, p. 50), corroborando esta ideia GIL (2002, p. 41) afirma que a pesquisa exploratória tem por objetivo “proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses”. Já SEVERINO (2007, p. 123) sustenta que a pesquisa exploratória busca apenas levantar informações sobre um determinado objeto, delimitando assim o campo de trabalho, mapeando as condições de manifestação desse objeto. Com base nas citações anteriores, é possível declarar que o objetivo principal deste estudo está de acordo com o que os autores citados descrevem a respeito e pode ser classificada como uma pesquisa exploratória.

Este trabalho visou aprofundar mais no assunto tratado com o objetivo de obter uma maior familiaridade e auxiliar na verificação da aplicabilidade dos princípios e ferramentas da manufatura enxuta, não objetiva identificar correlações de causas e efeitos, nem descrever características dos pontos estudados. Considerando os objetivos propostos o presente estudo refere-se a uma pesquisa exploratória.

Considerando a classificação da pesquisa a partir do ponto de vista dos procedimentos técnicos adotados durante a sua execução, a pesquisa pode ser considerada como um estudo de caso, SEVERINO (2007, p. 121) afirma que o estudo de caso se concentra no estudo de um caso particular, considerado representativo de um conjunto de casos análogos, por ele significativamente representativo.

De acordo com VERGARA (2013, p. 44), estudo de caso é um circunscrito a uma ou poucas unidades como pessoa, família, produto órgão público, comunidade ou país, com caráter de profundidade e detalhamento e pode ou não ser realizado no campo e utiliza métodos diferenciados de coleta de dados.

Segundo YIN (2010, p. 24), em resumo, o método do estudo de caso permite que os investigadores retenham as características holísticas e significativas dos eventos da vida real.

Universo e amostra

O universo deste estudo de caso foi uma organização do segmento automotivo instalada na cidade de Catalão, Goiás. Na área de montagem final, a empresa dispõe de três linhas que diariamente fabricam 5 modelos diferentes de veículos automotores.

A área privilegiada no estudo refere-se ao setor de montagem final dos veículos, excluindo assim os processos produtivos anteriores a esta etapa como o processo de pintura e o processo de solda de carrocerias, por definição de escopo. Entende-se como montagem final a etapa do processo produtivo onde são montados os componentes finais nas carrocerias já pintadas. Em resumo a montagem final é dividida em linha de cabine, onde são montados componentes como painel de instrumentos, vidros e chicotes elétricos, linha aérea onde são montadas os componentes das suspensões dianteira e traseira e a linha final onde são montados componentes como bancos, radiador, faróis entre outros.

A amostra adotada foi a do tipo não probabilística selecionada por acessibilidade do pesquisador sem procedimentos estatísticos e selecionando elementos pela facilidade do acesso a eles (VERGARA, 2013, p. 47) especificamente compostas por uma determinada linha de montagem final da organização, responsável pela produção de um produto que representava no momento da pesquisa 26 por cento do volume de produção da empresa.

Coleta de dados

A execução da coleta de dados está descrita abaixo de acordo com o procedimento técnico adotado. Estudo de Caso: Para a coleta dos dados empíricos obtidos na organização pesquisada no estudo de caso, inicialmente utilizou-se o método observacional com o objetivo de identificar indícios de desperdícios mencionados na bibliografia e atribuir os parâmetros do processo relacionado à perda identificada.

Segundo FACHIN (2006, p. 38), o objetivo da observação naturalmente pressupõe a possibilidade de captar com precisão os aspectos essenciais e acidentais de um fenômeno do contexto empírico.

O estudo de caso busca medir os parâmetros dos processos que apresentam indícios de desperdícios analisando a sua condição original antes da aplicação de alguma das ferramentas da manufatura enxuta.

Para FACHIN (2006, p. 79), a mensuração é um dos procedimentos mais usados para quantificar variáveis, e este procedimento também é entendido como medição ou medida escalométrica, e os padrões e escalas permitem comparar objetos, agentes ou mesmo fenômenos, embora eles possam estar separados em função do tempo e ou do espaço.

Entre outros dados, foram levantados alguns referentes a parâmetros do processo produtivo como tempo de montagem, área utilizada no processo produtivo, estoque de componentes e de produtos acabados e principalmente capacidade produtiva.

O estudo observou parâmetros do processo produtivo da linha de montagem de veículos utilizada na amostra, considerando a influência destes parâmetros no custo produtivo e o efeito sobre o valor efetivamente agregado ao cliente.

Para fundamentar a pesquisa foi consultada a literatura disponível através de um levantamento das obras relevantes à pesquisa utilizando-se como descritores as palavras: manufatura enxuta, ferramentas da manufatura enxuta, melhorias de processo. As palavras também foram pesquisadas na língua Inglesa e as principais bases de dados pesquisadas foram:

- Google Acadêmico
- Scielo, Open Science Directory

- Banco de teses - CAPES
- Portal Periódicos CAPES
- Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP

Como resultados do levantamento foram encontrados e utilizados neste estudo 03 Teses, 24 Dissertações, 02 monografias, 24 livros e 18 artigos. Este levantamento teve caráter exploratório e buscou identificar obras e autores com trabalhos na mesma linha proposta nesta pesquisa.

Este levantamento teve caráter exploratório e buscou identificar obras e autores com trabalhos na mesma linha proposta nesta pesquisa.

Análise e interpretação dos dados

Após a mensuração e apresentação dos dados levantados na coleta de dados, foi feita uma apreciação crítica das informações encontradas durante este processo com o objetivo de obter respostas às questões levantadas no início da pesquisa.

A execução desta atividade foi realizada em dois estágios distintos e importantes para o êxito da tarefa, a análise e interpretação dos dados.

Segundo LAKATOS & MARCONI (2003, p. 167 e 168), a etapa de análise, ou explicação busca evidenciar as relações existentes entre o fenômeno estudado e outros fatores, e a sua elaboração ocorre em três níveis: Interpretação (verificação das relações entre as variáveis), a explicação, esclarecimento sobre a origem da variável e a especificação que refere-se a explicitação do nível de validade das variáveis.

Quanto a segunda atividade, a interpretação busca dar um significado mais amplo às respostas, vinculando-as a outros conhecimentos buscando atender dois aspectos importantes desta etapa, a construção de tipos, modelos e esquemas e a ligação com a teoria (LAKATOS & MARCONI, 2003, p. 168).

Resultados Esperados

Os resultados foram examinados à luz dos objetivos específicos do estudo, apresentando informações sobre a origem, conceitos e resultados propostos e alcançados pela aplicação das ferramentas da manufatura, o mapeamento das oportunidades de melhorias de processo em uma linha montagem de veículos de uma empresa de Goiás.

Os dados apresentados como os resultados da pesquisa empírica obtidos no estudo de caso serão frutos da mensuração dos parâmetros de processo antes e depois da aplicação de ferramentas de manufatura enxuta.

A verificação dos desperdícios com base nos princípios da Manufatura Enxuta e a utilização das suas ferramentas auxiliarão nas comparações entre o desempenho da linha de montagem antes e depois da utilização de ferramentas de manufatura enxuta e por fim, nas considerações sobre os resultados propostos, obtidos, e demais oportunidades de melhoria em potencial.

Delimitações do trabalho

Em função do vasto campo que compreende o tema Manufatura Enxuta, esta pesquisa buscou fundamentar através da pesquisa bibliográfica a origem, princípios, ferramentas, abrangência e metodologia sobre o tema e a verificação e aplicação deste conhecimento no estudo na empresa utilizada na amostra.

Além da impossibilidade de generalizações devido estudo de caso realizado com amostra não probabilística, a pesquisa teve como ponto limitante a necessidade de se de-

limitar o escopo do estudo excluindo outros aspectos relevantes ao aprofundamento e compreensão da importância da manufatura enxuta e suas ferramentas nas organizações. Tais limitações direcionarão à sugestões de pesquisas posteriores como medidas de performance, ferramentas para projetos enxutos (DFMA, etc), trabalho em equipes, manutenção produtiva total (TPM) entre outras. Tais pesquisas podem ajudar a aprofundar ainda mais o conhecimento sobre este assunto tão promissor, cativante e desafiador que é a manufatura enxuta.

RESULTADOS

Após o estabelecimento da proposta de uma nova condição de montagem esta proposta foi comparada com a condição original e foram verificados os pontos que poderiam ainda ser melhorado sejam aspectos de processo de montagem e ou abastecimento de peças.

Após a reestruturação da área de montagem dos conjuntos, os operadores foram treinados nas novas sequências de montagem, localização de peças e ferramentas, além da nova distribuição das operações.

O treinamento buscou também demonstrar os benefícios que a nova configuração trazia sob aspectos de produtividade, redução de desperdícios, qualidade na montagem dos conjuntos e possibilidade de um melhor balanceamento das operações realizadas na nova área.

O formato final da área de montagem de eixos traseiros foi concebido considerando conceitos e ferramentas da manufatura enxuta para transformar a área de maneira a reduzir os desperdícios estabelecer um processo mais eficiente.

Na condição original a montagem dos conjuntos era realizada em uma área dentro da linha de produção disposta em formato celular, onde havia muito deslocamento para a obtenção dos componentes a serem montados, o que gerava grande desperdício e perda de produtividade.

Além das perdas devido o deslocamento, o layout restringia a adição de mais operadores para a montagem de uma quantidade maior de eixos em um mesmo período de tempo, pois as bancadas existentes já eram utilizadas por dois operadores simultaneamente, a adição de mais operadores nas bancadas existentes gerava uma ineficiência muito grande em função do tempo de espera entre os operadores e falta de espaço para trabalhar, e não era possível adicionar mais bancadas de montagem devido à falta de espaço disponível para a montagem dos conjuntos, ou seja, a condição restringia a capacidade produtiva da célula de montagem de eixos traseiros.

Na nova condição a área de montagem dos conjuntos está disposta em formato de uma linha sequencial de montagem, onde os operadores trabalham cada um na sua estação obtendo os componentes que em sua maioria estão alocados dentro da sua própria estação e montando o conjunto, porém sem se deslocar para fora das suas estações, neste formato, o que se desloca entre as estações são os carrinhos de processo que são utilizados para a montagem e deslocamento dos conjuntos eixo traseiro através da linha de montagem.

Para o transporte dos conjuntos montados da linha de pré-montagem até a linha área que monta o conjunto no veículo é utilizado plataformas de transporte dos conjuntos já montados que tem capacidade de quatro conjuntos prontos. Estas plataformas são abastecidas na estação de montagem do conjunto na linha aérea utilizando rebocadores.

A plataforma com os conjuntos montados fica alocada na linha de montagem ao lado da mesa de elevação do conjunto na área onde antes ficava a célula de montagem dos

conjuntos, no total são ficam duas plataformas na linha área e duas plataformas na linha de pré-montagem dos conjuntos.

O sistema de chamada de abastecimento das plataformas de manuseio é o Kanban de retirada que utiliza a própria embalagem vazia como sinalizador da necessidade de abastecimento de mais conjuntos montados.

Apresentação dos resultados

Redução de Área

Com a reestruturação da área de montagem de conjuntos eixo traseiro, este processo passou a ser realizado em outro ponto da fábrica em uma área com mais espaço liberando assim área dentro da linha de produção considerada como uma área nobre dentro da fábrica.

Considerando o espaço que ainda é ocupado pelas plataformas de transporte de eixo foi liberado o total de 78,75 m² que pôde ser aproveitado para adequação do layout e melhoria de fluxo de processo e materiais.

Aumento da capacidade produtiva

A principal necessidade que este estudo buscou atender foi a melhoria na capacidade produtiva da linha de produção estudada para possibilitar a adição de mais um modelo de veículo para ser produzido nesta linha. Conforme citado na seção 4.1.2 a capacidade produtiva da área gargalo da linha estudada, a linha de pré-montagem de eixos traseiros inviabilizava o aumento de volume necessário para a produção de um novo veículo.

Originalmente a capacidade produtiva da célula de montagem de eixos traseiros era de 67 unidades por turno, ou 7,76 veículos por hora. Com a nova proposta de processo de montagem dos conjuntos a capacidade deste processo passou para 148 unidades por turno, ou 17,14 veículos por hora, um aumento de 121%.

Como o foco é a capacidade produtiva da linha de montagem, foi necessário considerar qual é o processo gargalo atual e para se verificar a nova capacidade da linha de produção. Com a saída da célula de montagem de eixo o processo gargalo da linha passou a ser a mesa de elevação de motores utilizada para a montagem do conjunto motor e transmissão nos veículos com a capacidade de 165 veículos por turno, ou 19,11 veículos por hora.

Redução dos desperdícios

Com a aplicação dos princípios e ferramentas da manufatura enxuta foi possível identificar e reduzir um dos principais desperdícios do processo estudado a movimentação desnecessária dos operadores durante a realização das montagens.

Na condição original o tempo de movimentação desnecessária era de 11,12 minutos por unidade produzida para os modelos 4x4 e 13,04 minutos para os modelos 4x2. Após a aplicação dos princípios e ferramentas os tempos reduziram para 5,17 minutos para os modelos 4x4 e 6,92 minutos para os modelos 4x2, redução de 53,5% e 46,9% respectivamente.

Em resumo, o tempo total necessário para montagem de um conjunto completo de eixo traseiro na condição original era de 37,95 minutos para os modelos 4x4 e de 32,29 minutos para os modelos 4x2. Após a aplicação dos princípios e ferramentas da manufatura enxuta os tempos reduziram para 23,37 minutos para os modelos 4x4 e para 19,23 minutos para os modelos 4x2, redução de 38,42% e 40,46% respectivamente.

O restante do tempo reduzido na execução da montagem dos conjuntos é proveniente

da redução do tempo de espera dos operadores para a realização das suas montagens, seja pela espera para utilização de equipamentos ou pela espera pela conclusão das operações anteriores.

Difusão dos conceitos e ferramentas lean

Somente os ganhos já mencionados são o suficiente para acreditar nos benefícios da aplicação dos conceitos e ferramentas lean, porém quanto mais os conceitos e ferramentas estão arraigados nas pessoas mais efetivos são os resultados da sua aplicação.

A convicção e comprometimento de todos os funcionários que participam das mudanças promovidas por ações lean propiciam ganhos realmente diferenciados para solução de problemas e eliminação de desperdícios. Com a participação integral dos funcionários o sistema de manufatura enxuta é difundido para a organização e favorece o empenho de todos os envolvidos nas melhorias identificadas.

O comprometimento da liderança é fundamental para o sucesso das melhorias, é através do exemplo, suporte, fomento e monitoramento das práticas que os times de trabalho podem impulsionados a enxergar as condições não ideais em seus processos que geram desperdícios e terem inspiração e brio para buscar melhorar sempre.

Avaliação final dos resultados

O principal objetivo do estudo foi aumentar a capacidade produtiva da linha de montagem, através de um método estruturado utilizando os conceitos e ferramentas da manufatura enxuta. A condição original do processo gargalo foi avaliada e uma nova proposta foi elaborada com o intuito de eliminar desperdícios e melhorar o desempenho.

A área estudada na condição original produzia conjuntos de eixo traseiro em um sistema celular dentro da linha de produção com uma significativa restrição de aumento de volume de produção que impedia a adição de novos produtos. A nova configuração reestruturou o processo, modificando o sistema de montagem para um sistema em linha onde os principais conceitos da manufatura enxuta puderam ser atendidos.

Com base nos resultados alcançados é possível afirmar que os aspectos favoráveis obtidos durante a mudança superam os desfavoráveis, o que confirma que o método utilizado para a melhoria do desempenho do processo e mostrou-se eficiente.

DISCUSSÕES

Este trabalho teve como finalidade determinar um processo estruturado para o aumento da capacidade produtiva em uma linha de produção de veículos, avaliando as condições originais de processo com base nos conceitos lean, e propondo melhorias baseadas em ferramentas da manufatura enxuta.

Para cumprir a finalidade do trabalho proposto, foi elaborado um método dividido em nove etapas que são: Visão Macro da área de análise a linha de montagem, Mensuração da capacidade dos principais processos, Identificação do processo "Gargalo" da linha, Formação da equipe de trabalho, Avaliação da condição original do processo gargalo baseada nos princípios da Manufatura Enxuta, Recomendação de melhorias baseadas nas ferramentas da manufatura enxuta, Comparação das melhorias propostas e verificação da necessidade de ajustes, Resumo da nova condição e da aplicação prática das melhorias e Apresentação dos resultados. O método elaborado foi aplicado em uma linha de montagem de veículos.

Na primeira etapa do método elaborado, visão macro da área de análise, foi avaliada a linha de montagem "H" porque era a linha da empresa que tinha previsão de entrada de

um novo veículo e era necessário certificar a se capacidade produtiva disponível era o suficiente para a produção de mais um veículo. Verificou-se que a linha estudada é constituída de três sublinhas, quarenta estações e diversos processos e equipamentos.

Na segunda etapa foi mensurada a capacidade produtiva dos principais equipamentos e processos da linha estudada. Na terceira etapa foi identificado qual o processo da linha com menor capacidade produtiva, o processo gargalo. O processo identificado como gargalo no estudo foi a célula de pré-montagem de eixo traseiro com capacidade de 67 veículos por turno, equivalente a 7,76 veículos por hora. A capacidade original da linha pesquisada não atendia a demanda futura necessária para a inclusão de mais um veículo na linha de produção, justificando o estudo.

Em seguida na quarta etapa foi formada a equipe para a execução das análises e mudanças necessárias para o aumento de capacidade produtiva da área gargalo. Foi formada uma equipe de gestão de mudança constituída pelos supervisores das áreas envolvidas para suporte da equipe e para traçar os principais objetivos. Para o planejamento e execução das mudanças foi formada uma equipe de engenheiros, técnicos e analistas das áreas envolvidas e para a execução e treinamentos operacionais participaram os operadores e líderes de produção das áreas envolvidas.

Após a formação da equipe, na quinta etapa foi avaliada a condição original do processo gargalo baseado em princípios da manufatura enxuta, verificou-se o valor do processo, o fluxo de valor, se o processo tinha ou não um fluxo contínuo, como era o sistema da produção se era puxada ou empurrada, a busca pela perfeição e um resumo da análise da condição original.

Para executar a sexta etapa que é a recomendação de melhorias baseadas nas ferramentas de manufatura enxuta se priorizou através do impacto das ferramentas no ganho de capacidade produtiva na linha de produção. As ferramentas avaliadas foram: O mapeamento do fluxo de valor, a manutenção produtiva total, Kaizen, programa 5S, Troca rápida, Kanban, Heijunka (produção nivelada), Just in Time/Takt Time, Zero defeito, trabalho em equipe, gestão visual, trabalho padronizado, Jidoka (autonomação).

Na sétima etapa as melhorias propostas foram verificadas com o objetivo de se verificar se a condição sugerida poderia ser melhorada e ajustada. Na oitava foi detalhado o resumo da nova condição e a aplicação das melhorias.

Após a implantação das melhorias e modificação do processo pesquisado, confirmou-se a efetividade das ações tomadas e então na nona etapa foi apresentada a avaliação final dos resultados à equipe gestora da melhoria.

CONCLUSÕES

O método elaborado e descrito no quinto capítulo buscou detalhar os procedimentos necessários para tornar possível o principal objetivo que era a melhoria da capacidade de uma linha de produção. O método elaborado foi utilizado com sucesso em um estudo de caso em uma empresa montadora de veículos.

Pode-se afirmar que os principais objetivos do trabalho foram alcançados, pois os resultados da aplicação do método no estudo de caso auxiliou a empresa na redução de desperdícios e melhoria da capacidade produtiva o que possibilitou a alocação de mais uma plataforma de veículos na produção da linha estudada.

Pode-se então afirmar que o método proposto poderá ser entendido por outras pessoas e aplicado em outras empresas do mesmo ou de outros segmentos que busquem melhorar os seus processos e aumentar a capacidade produtiva.

Recomendações de trabalhos futuros

A empresa utilizada no estudo de caso é uma grande empresa com diversos processos o que tornou necessário delimitar um escopo restrito para a conclusão do estudo no tempo determinado, e a situação de uma linha em específico era mais crítica em função da necessidade de adição de mais uma plataforma de veículos.

Porém a aplicação do método pode ser feita em outras áreas, não com o foco somente direcionado no aumento de capacidade produtiva, mas também para a redução de desperdícios e melhoria do desempenho operacional, dentre as possibilidades de trabalhos futuros pode-se destacar:

- Realizar estudo para identificação dos principais desperdícios da área e elaboração de propostas de melhoria.
- Aplicar o método proposto na outras linhas de montagem de veículos.
- Desenvolver sistema para mensurar efetividade da aplicação das ferramentas de manufatura enxuta.
- Planejamento e execução de estudo macro avaliando o fluxo de valor dos processos globais da empresa.
- Elaboração de um método estruturado para implantação do sistema de manufatura enxuta em toda a organização.
-

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade Federal de Goiás (UFG); a Fundação de Apoio a Pesquisa de Goiás (FAPEG), também a Fundação de Apoio à Pesquisa (FUNAPE), pela parceria, apoio e suporte financeiro ao Programa de Mestrado Profissional em Gestão Organizacional da Universidade Federal de Goiás.

REFERÊNCIAS

- FACHIN, O. **Fundamentos de Metodologia**. 5. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.
- LAKATOS, M. E.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.
- OHNO, T. **O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- SILVA, E. L. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3. ed. Florianópolis: Laboratório de Ensino à Distância da UFSC, 2001.
- SILVA, M. A. F. **Métodos e técnicas de pesquisa**. 2. ed. Curitiba: Ibpex, 2005.
- SEVERINO, A. J. **Metodologia do Trabalho Científico**. 23. ed. São Paulo: Cortez, 2007.
- VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 14. ed. São Paulo: Atlas, 2013.
- YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.