

O BPM e o Lean na melhoria do processo produtivo de uma indústria metalmecânica de engenharia sob encomenda

BPM and Lean to improve the production process of an engineer-to-order metalworking industry

Júlia Pery Cittadella* - juliaperycittadella@gmail.com

Luíza Bagio* - lu.bagio06@gmail.com

Glauco Garcia Martins Pereira da Silva* - glauco.silva@ufsc.br

*Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

Article History:

Submitted: 2024 - 04 - 17

Revised: 2024 - 06 - 10

Accepted: 2024 - 06 - 10

Resumo: O presente artigo relata como realizou-se o mapeamento do processo de produção de uma indústria metalmecânica e os resultados obtidos com ele, utilizando BPM, BPMN, Bizagi, Lean, Matriz GUT, 5W2H e Brainstorming. O objetivo deste trabalho compreende apresentar as etapas do diagnóstico dos processos da empresa, que teve como intuito evidenciar os problemas e analisar suas causas, propondo melhorias no processo de produção para aumentar a produtividade da empresa. O mapeamento de um processo com foco na melhoria das atividades e no fluxo delas, é parte crucial para manter-se relevante no setor metalmecânico. O método proposto para o estudo percorreu as seguintes etapas: identificação dos atores do processo, treinamento para os atores, mapeamento do processo de produção, análise do processo, priorização dos problemas e proposta de melhoria. Por meio da análise do processo mapeado, constatou-se que, através das 11 ações elaboradas na proposta de melhoria, a empresa seria capaz de eliminar os desperdícios do processo, alcançando um melhor aproveitamento da sua capacidade produtiva. Com os problemas apresentados pela empresa, conclui-se que, dentre as ações elaboradas, as ações voltadas para a gestão da informação da empresa teriam maior relevância na melhoria do processo.

Palavras-chave: Melhoria; Mapeamento; Processos; BPMN; Lean

Abstract: The present article describes how the mapping of the production process of a metalworking industry was carried out and the results obtained through it, using BPM, BPMN, Bizagi, Lean, GUT Matrix, 5W2H, and Brainstorming. The objective of this work comprises presenting the stages of the company's process diagnosis, aimed at highlighting problems and analyzing their causes, proposing improvements in the production process to increase company productivity. Mapping a process focusing on improving activities and their flow is a crucial part of staying relevant in the metalworking sector. The proposed method for the study included the following stages: identification of process actors, training for actors, mapping of the production process, process analysis, prioritization of problems, and proposal of improvements. Through the analysis of the mapped process, it was found that, through the 11 actions developed in the improvement proposal, the company would be able to eliminate process waste, achieving better utilization of its production capacity. With the problems presented by the company, it is concluded that, among the developed actions, those focused on the company's information management would have greater relevance in process improvement.

Keywords: Improvement; Mapping; Processes; BPMN; Lean

1. Introdução

A administração e o controle de processos em entidades ou empresas definem com precisão o sucesso ou o fracasso das mesmas. Dessa forma, o foco na melhoria contínua dos processos através da utilização de ferramentas Lean, numa perspectiva de identificação de desperdícios e de atividades de valor não acrescentado (NVA), pode constituir uma solução para melhorar a competitividade das organizações (Castro e Teixeira, 2019).

Segundo Tubino (2000 apud Breitenbach, 2013, p. 1), a competição ocorre cada vez mais entre cadeias produtivas e não apenas entre as empresas, o que requer que as empresas aumentem a eficiência e a eficácia de seus processos, buscando produzir cada vez mais rápido, com menos recursos e ao menor custo possível. Como consequência, organizações buscam através do gerenciamento de processos melhorar sua capacidade de antecipar e responder tanto a mudanças de mercado quanto a demandas de clientes (BPM CBOOK, 2013). No setor metalmeccânico não deve ser diferente. No entanto, em ambientes de produção do tipo sob encomenda (ETO – "Engineering to Order"), como na empresa em questão, uma grande dificuldade é encontrada na transformação das práticas convencionais em práticas que visem a eliminação dos desperdícios (Breitenbach, 2013). Contudo, a utilização de conceitos do Lean, visando a eliminação de desperdícios, são adequados para atender a demanda de produtos sob encomenda.

Este trabalho apresenta uma proposta de melhoria no processo de produção de estruturas metálicas de uma indústria metalmeccânica decorrente do mapeamento e análise do processo, realizado por meio de um estudo de caso. Foram identificados os atores do processo a fim de relatarmos as principais dificuldades e problemas ao longo do mesmo. O mapa do processo de produção foi realizado em conjunto dos atores e analisado com base no conceito Lean a fim de encontrar oportunidades de melhorias no mesmo. As oportunidades de melhorias compuseram o plano de ação entregue à empresa. Dentre as ferramentas utilizadas no estudo, estão: BPM (*Business Process Management*), BPMN (*Business Process Modeling Notation*), Bizagi Modeler, *Lean*, Matriz GUT, 5W2H e *Brainstorming*.

O estudo está estruturado em cinco partes principais, sendo a introdução a primeira parte. A revisão bibliográfica, segunda parte, trata da gestão por processos e alguns conceitos utilizados ao longo da pesquisa, como a notação BPMN, a metodologia Lean e o conceito de Engenharia sob encomenda. O método proposto é apresentado na terceira parte, onde é descrita a metodologia adotada, apresentando as etapas do estudo, o que consiste em cada etapa e como

realizou-se cada etapa, gerando a proposta de plano de ação. Na penúltima parte, são apresentados os resultados decorrentes de cada etapa do trabalho e, por fim, são apresentadas algumas considerações finais.

2. Revisão bibliográfica

2.1 *Gestão por processos*

Processo é qualquer atividade ou grupo de atividades que recebe uma entrada (input), agrega-lhe valor e gera uma saída (output) (Carpinetti e Gerolamo, 2016). Tais processos fazem uso dos recursos da organização para gerar resultados concretos (Harrington, 1993). Ou seja, é a junção de elementos, tais como equipamentos, ambiente, insumos, métodos, pessoas e informações, que geram ou bem ou serviço (Werkema, 2014).

Business Process Management (BPM) é a arte e a ciência de supervisionar como o trabalho é realizado em uma organização para garantir saídas consistentes e aproveitar as oportunidades de melhoria (Dumas, 2013). Não existe um produto ou serviço sem que haja um processo. Da mesma maneira, não existe um processo sem um produto ou serviço (Harrington, 1993).

Entender e gerenciar processos interrelacionados como um sistema contribui para a eficácia e a eficiência da organização em atingir seus resultados pretendidos. Essa abordagem habilita a organização a controlar as inter-relações e interdependências entre processos do sistema, de modo que o desempenho global da organização possa ser elevado (NBR ISO 9001, ABNT 2015).

Um dos maiores desafios da gestão por processos atualmente é integrar a reengenharia com o aprimoramento contínuo da organização, buscando uma gestão contínua, com o auxílio de ferramentas que podem ser utilizadas no mapeamento, execução e controle do processo (Barbosa et al., 2011). Nesse contexto, a reengenharia significa abandonar procedimentos há muito estabelecidos e olhar de novo para o trabalho necessário para criar o produto ou serviço de uma empresa e entregar valor ao cliente, e não apenas fazer correções de retalhos, ou seja, improvisar sistemas existentes para que funcionem melhor. A reengenharia significa fazer esta pergunta: "Se eu estivesse recriando esta empresa hoje, com base no que conheço e com a tecnologia atual, como ela seria?" (Hammer e Champy, 1994).

2.1.1 *BPMN*

Modelos de processos são utilizados para a avaliação e gerir o conhecimento organizacional, podendo ser empregado na análise de valor agregado e no controle e automação de processos, e gerando valor à organização (Turetken e Demirors, 2011). Nesse sentido, seria desafiador tentar aprender todas as notações de mapeamento de processos de uma só vez. Felizmente, hoje em dia existe um padrão amplamente utilizado para a modelagem de processos, chamado de Business Process Model and Notation (BPMN) (Dumas, 2013).

A Modelagem de Processos de Negócios e Notação (BPMN) utiliza fluxogramas para a representação gráfica de um processo de forma detalhada (Garaccione et al., 2023). White (2004) diz que o grande objetivo da notação BPMN é representar os processos de forma que sejam de fácil compreensão, podendo tanto por aqueles responsáveis pela análise dos processos e do negócio, até por aqueles que realizarão o monitoramento e gerenciamento dos mesmos.

O BPMN pode ser utilizado para documentação de informações de processos e para o auxílio de implementação, sendo principal padrão para a modelagem de processos (Pufahl et al., 2022).

Seria inviável ter que aprender as mais diversas linguagens de modelagem de processos e é por isso, então, que atualmente existe o padrão BPMN, sendo amplamente utilizado para tal finalidade (Dumas, 2013). A notação é frequentemente utilizada e eficaz no sequenciamento das atividades de um processo e na identificação dos atores de cada uma etapa do mesmo (Garaccione et al., 2023).

2.2 *Lean*

O Lean Manufacturing surgiu no Japão após a Segunda Guerra Mundial, quando o país enfrentava desafios econômicos e sociais. Eiji Toyda e Taiichi Ohno concluíram que, em tal cenário econômico, o Japão não poderia continuar a produção em massa, sendo necessário um sistema de manufatura enxuta (Cury e Saraiva, 2018).

Nesse sentido, Cury e Saraiva (2018) relatam que o sistema de manufatura enxuta, Lean, surgiu no sistema Toyota de produção e tem como objetivo eliminar desperdícios nos processos. Tais desperdícios, de acordo com o modelo de gestão em questão, são: tempo de espera, defeito, transporte, movimentação, estoque, superprodução e superprocessamento, buscando sempre a otimização dos processos.

O principal objetivo do Pensamento Lean é a eliminação de desperdícios em todos os níveis e etapas do processo, buscando mudanças e melhorias nos processos e ações que os

geram (Rodrigues, 2014). Para isso, parte integrante do Lean é o Kaizen, “melhoria contínua” em japonês, que envolve o foco em melhorar os processos de uma empresa, com o envolvimento dos funcionários da mesma (Ortiz, 2010).

A filosofia enxuta, para Maraqa et al. (2023), tem como objetivo a melhoria de diversos aspectos, inclusive na construção civil, reduzindo desperdícios e gerando valor ao cliente. Na perspectiva do Lean, valor é o que atende exatamente as necessidades e expectativas do cliente, sendo aquilo que o mesmo está disposto a pagar (Rodrigues, 2014).

2.3 Engenharia sob encomenda

Contextos de Engineer-to-order (ETO), conhecido como Engenharia sob Encomenda, se relacionam a quaisquer processos de produção personalizados, como projetos de construção civil e naval, que resultam em trabalhos e design complexos e, possivelmente, únicos (Cannas e Gosling, 2021).

Os produtos de Engenharia sob Encomenda envolvem projetos e especificações que buscam atender aos requisitos e especificações do cliente, sendo produtos únicos ou únicos em alguns aspectos (Kingsman, Hendry, e Mercer, 1996). O setor de tais produtos engloba uma diversidade de produtos, tendo em vista que os mesmos atendem aos requisitos dos clientes e normalmente são produzidos em baixa quantidade e sob encomenda (Hicks, McGovern e Earl, 2000). Nesse contexto, a personalização dos produtos gera custos, prazos e riscos mais elevados, além de dificultar a utilização de serviços terceirizados (Hicks, McGovern e Earl, 2000).

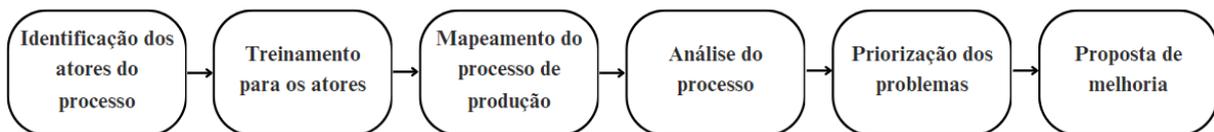
O processo de produção de produtos sob encomenda exige mais mão-de-obra e ciclos mais longos do que produtos feitos para estoque, além de tender a maiores erros e inconsistências nos projetos (Stehling, 2019).

3. Método proposto

A realização de uma proposta de melhorias por meio do mapeamento do processo de produção em uma indústria metalmeccânica constitui o tema central deste trabalho. Para isso, realizou-se um estudo de caso, utilizando pesquisa de campo como fonte de dados e natureza quantitativa. A empresa objeto deste estudo está localizada em Lontras e inserida no mercado há 11 anos. Ela é caracterizada pelo desenvolvimento de estruturas metálicas utilizadas em construções civis.

As etapas seguidas para realizar o processo de kaizen, ou seja, melhoria contínua, na realização do mapeamento do processo produtivo da empresa, foram baseadas no proposto por Dumas (2013) na sequência do método de Fundamentos de Business Process Management (BPM), sendo representadas na Figura 1 e detalhadas a seguir.

Figura 1 - Fluxograma das etapas do método proposto



Fonte: Dos autores (2024)

3.1. Identificação dos atores do processo;

Os atores de um processo podem ter conhecimento fragmentado do mesmo, o que expõe a importância e necessidade de identificar e incluir no mapeamento todos os atores envolvidos nele. A primeira etapa do estudo, portanto, consistiu na definição dos atores do processo de produção, já que o mesmo foi previamente definido como demanda da empresa em questão. A seleção das pessoas mais indicadas é de fundamental importância para o sucesso do processo de aperfeiçoamento da qualidade (Harrington, 1993). Para isso, marcou-se uma reunião com o responsável geral de produção onde discutiu-se sobre como funciona cada etapa do processo, desde a parte comercial até expedição e montagem de estruturas metálicas, a fim de entender e definir os atores envolvidos no mesmo. A definição dos atores ocorreu a partir de análise e perguntas por parte da equipe de desenvolvimento em relação à descrição do processo realizada pelo responsável geral do mesmo. Os atores foram definidos de acordo com o nível de participação dos mesmos no processo analisado.

3.2. Treinamento para os atores;

O primeiro encontro com a equipe completa aconteceu após a definição dos atores, onde realizou-se um treinamento com o objetivo de alinhar as responsabilidades de cada um dos envolvidos ao longo do mapeamento e incentivar a participação dos mesmos, de forma a fazer com que enxerguem valor no mapeamento do processo, resultando em entrevistas mais produtivas e melhor direcionadas. A falta de treinamento sempre traz resultados negativos a longo prazo, já que a equipe que não possui os conhecimentos adequados não entenderá perfeitamente a situação que está tentando resolver e não implementará a melhor combinação de soluções (Harrington, 1993). Ao final do treinamento apresentou-se o cronograma de

entrevistas, que considerava uma carga horária para uma visita pelo processo de produção da empresa, entrevistas e validação final do processo.

3.3. Mapeamento do processo de produção

Em seguida, com a equipe de atores preparada para o início do mapeamento do processo de produção, realizou-se uma visita à empresa com o objetivo de elaborar o Mapa do Estado Atual físico do processo para que, posteriormente, fosse realizado no formato digital, através do Software Bizagi Modeler. Ao longo da visita, foram levantadas oportunidades de melhoria pelo responsável geral que a guiou e, logo após, o time de desenvolvimento reuniu-se para realizar um esboço do mapa de acordo com o que foi analisado.

O método mais comum de coletar informações para técnicas de aperfeiçoamento de um processo empresarial é a entrevista interativa (Harrington, 1993). Com o esboço do Mapa do Estado Atual do processo feito, iniciaram-se, então, as entrevistas com os atores do processo. O Mapa do Estado Atual é a representação do processo produtivo da forma como o mesmo está acontecendo no momento, realizando uma análise completa do processo, desde seus fornecedores até o cliente final (Pfaffenzeller et al., 2015). No primeiro momento, portanto, realizou-se a entrevista com os responsáveis do administrativo e, logo após, realizou-se a entrevista com os responsáveis da produção. Por fim, reuniram-se todas as equipes para validação do mapa realizado.

Logo após a visita, com o mapa físico em mãos, realizou-se o mapeamento digital por meio do software Bizagi Modeler, onde foram utilizadas notações do BPMN. Ao finalizar o mapa digital, foram realizados alguns momentos de validação com os atores envolvidos, os quais deram sugestões de alterações no mapa apresentado. Por fim, foram realizadas todas as mudanças pertinentes no mapa, adequando-o de acordo com a notação BPMN e com as sugestões dos atores, as quais contemplaram o mapa digital finalizado e entregue à empresa.

3.4. Análise do processo

Na etapa de Análise do Processo, foram realizados estudos a respeito das atividades executadas durante o processo de produção, do seu fluxo e encadeamento das mesmas. Nesse contexto, na mesma etapa, foram levantadas as atividades que geram e as que não geram valor à empresa, a fim de eliminar os desperdícios do processo.

Juntamente com a análise, foram elencados todos os problemas relatados durante a realização do mapa físico, assim como os atores associados a eles. De acordo com Werkema

(2014), um problema é aquilo que não gera o nível desejado em um processo. Assim que elencados, elaborou-se uma planilha com tais problemas, onde os mesmos foram agrupados utilizando como critério a causa-raiz de cada problema.

A causa-raiz, segundo Ruiz-López, Rodríguez-Salinas e Alcalde-Escribano (2005), pode prevenir ou diminuir a probabilidade de recorrência de eventos adversos, caso seja eliminada. De acordo com os autores, a análise da mesma envolve a revisão de todos os elementos que compõem o processo.

3.5. *Priorização dos problemas*

Segundo Inácio et al. (2023), entender e aplicar corretamente as ferramentas da qualidade pode impulsionar a eficiência e a qualidade dos produtos e serviços de uma organização. Nesse sentido, com o objetivo de definir a prioridade de tratamento dos problemas, os mesmos foram classificados por nível de prioridade utilizando-se a Matriz GUT (ou Matriz de Priorização GUT). De acordo com Alves et al. (2017), a partir da Matriz GUT é possível definir por onde começar a tratar os problemas de uma organização, com base na classificação de tais problemas em termos de gravidade, urgência e tendência. Portanto, os principais problemas encontrados a partir da elaboração do mapa e da análise do processo foram classificados pelo seu grau de gravidade (G), grau de urgência (U) e grau de tendência (T).

Nesse sentido, definiu-se como “gravidade” o impacto e efeitos que o problema implicará, caso não seja resolvido, como “urgência” o tempo hábil ou disponível para a resolução do problema e como “tendência” o potencial para o problema ser agravado. Dessa forma, para a definição do grau dos fatores em questão, utilizou-se uma escala de 1 a 5, variando da maior para a menor intensidade, apresentada na tabela abaixo.

A partir da multiplicação desses três fatores, obteve-se a prioridade dos problemas em que, quanto mais alto o valor, maior a prioridade para o tratamento do problema. Dessa forma, foi possível obter uma síntese dos principais problemas e gargalos na produção da empresa, e a definição de quais deles que possuem ou não a necessidade de serem tratados, o que se utilizou posteriormente para a elaboração do Plano de Ação para sanar tais problemas.

3.6. *Proposta de melhoria.*

Segundo Barbosa et al. (2011), o maior desafio da gestão de processos é integrar o redesenho dos processos, que busca reduzir custos e aumentar a eficiência e satisfação do cliente, com a prática contínua de aprimoramento dos processos e serviços de uma organização.

Para suprir tal dificuldade, utilizam-se ferramentas de qualidade para auxiliar na gestão de tais processos, desempenhando um papel estratégico na melhoria contínua da organização.

Para tratar dos problemas encontrados nas etapas de mapeamento e análise do processo, foram utilizadas duas ferramentas da qualidade na elaboração do plano de ação: 5W2H e Brainstorming. Essas ferramentas foram adaptadas e utilizadas para sanar os problemas de maior prioridade obtidos a partir da elaboração da Matriz GUT, elaborando, assim, o plano de ação que visa buscar o aumento da produtividade do processo de produção.

Segundo Nakagawa (2012), a ferramenta 5W2H pode ser utilizada para resolver problemas de forma organizada, podendo ser aplicada em diversos setores. O método consiste em sete perguntas (“O que?”, “Quem?”, “Onde?”, “Quando?”, “Por que?”, “Como?” e “Quanto custa?”), que são utilizadas para a implementação de soluções para problemas.

No mesmo contexto, a fim de buscar soluções para os problemas elencados, utilizou-se a ferramenta Brainstorming para integrar as diferentes perspectivas do time de desenvolvimento do projeto, elencando ideias em um curto intervalo de tempo, para que o mesmo seja capaz de chegar em soluções para problemas em um curto período de tempo.

4. Resultados

Seguindo o método proposto, a primeira etapa foi de identificação dos atores do processo, onde foram obtidos os atores que participariam do mapeamento do processo, sendo eles os responsáveis pelos respectivos setores: Comercial, Processo e Controle da Produção, Projeto de engenharia, Aquisições, Financeiro, Almoxarifado, Produção de estrutura metálicas, Montagem interna, Montagem final, Manutenção, Recursos Humanos, Qualidade, Expedição, Tratamento e Montagem. A definição desses atores com antecedência permitiu um breve entendimento sobre o processo, o que facilitou para o momento de mapeamento do mesmo. Logo após a definição dos atores, realizou-se o treinamento com eles. Essa etapa foi essencial, garantindo que no dia da visita e das entrevistas todos os colaboradores estivessem engajados e contribuíssem significativamente para o mapeamento do processo, já que todos estavam preparados para as entrevistas, tinham conhecimento do cronograma, sabiam do valor que o mapeamento geraria para a melhoria dos processos e também tinham conhecimento de suas responsabilidades ao longo do mapeamento.

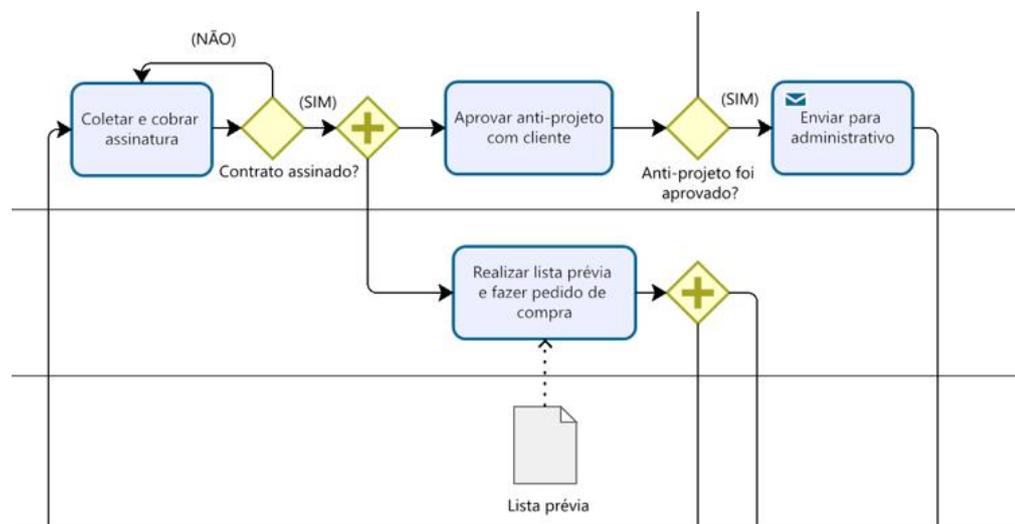
A etapa de mapeamento do processo de produção teve como resultado o Mapa do Estado Atual do processo no formato físico e online, conforme ilustram as figuras 2 e 3, que foram enviados à empresa após validação dos mesmos. As raias foram definidas pelos atores, que definiram como: Comercial, Processo e Controle da Produção, Compras, Almoxarifado, Apoio (administrativo), Terceiros, Produção Lineares, Produção Chapas e Montagem e Solda. Nessa etapa, foi possível perceber que nem todos os atores definidos previamente seriam necessários para o momento do mapeamento, já que a sua contribuição para o processo não era tão relevante para atingir o objetivo principal do momento.

Figura 2 - Execução do Mapa do Estado Atual Físico



Fonte: Dos autores (2024)

Figura 3 - Parte do Mapa do Estado Atual no Bizagi



Fonte: Dos autores (2024)

Em seguida, realizou-se a análise do processo que gerou uma relação de todos os problemas identificados ao longo do mapeamento do processo analisado, além do agrupamento dos mesmos de acordo com a causa raiz deles. O agrupamento dos problemas facilitou a

definição do que seria feito para melhorar o processo em questão, já que ainda não tinha sido definido se seria realizado o mapa futuro do processo ou se seria enviada uma proposta de melhoria de acordo com os principais problemas. Logo após, então, realizou-se a priorização dos problemas por meio da matriz GUT que gerou uma tabela com a classificação dos problemas identificados de acordo com o nível de prioridade, retratada na tabela 2 abaixo.

Tabela 1 - Matriz GUT

Principais problemas	Gravidade	Urgência	Tendência	Prioridade
Gestão da informação	4	4	3	48
Controle sobre o serviço de engenharia	4	4	3	48
Projeto e padronização de peças	3	3	4	36
Utilização do Steel Project	4	4	2	32
Falta de conferência (qualidade)	4	3	2	24
Manutenção	3	2	3	18
Layout	3	2	3	18
Funcionários despreparados	2	3	3	18
Gestão da cadeia de suprimentos	3	2	2	12
Máquina parada	3	2	2	12
Movimentação/Logística	2	2	2	8
Gestão de riscos	1	1	3	3

Fonte: Dos autores (2024)

Com os problemas identificados, foi possível relacionar os mesmos com alguns dos sete desperdícios do Lean, que são: espera, defeito, transporte, movimentação, estoque, superprodução e processamento excessivo. Além disso, também relacionou-se com o que alguns autores chamam de oitavo desperdício, as habilidades subutilizadas.

Os primeiros desperdícios identificados durante a visita à empresa foram no âmbito dos de transporte e movimentação, que ocorrem quando movem-se materiais de forma que tal movimentação não agrega valor ao produto, e também quando ocorrem grandes deslocamentos complicados e desnecessários de funcionários. Nesse sentido, identificou-se muito tempo de movimentação na separação e transporte de materiais da parte externa à parte interna da fábrica, além do fato de não ter nenhum responsável pelo carregamento, o que faz com que ocorra uma movimentação de materiais muitas vezes sem valor.

No âmbito do desperdício de espera, que ocorre quando algum recurso ou material fica parado esperando para serem entregues, também notou-se pela empresa que os materiais entre processos ficam parados durante um longo período e o estoque de produtos acabados também, já que não se tem uma programação de carregamento dos mesmos. Além disso, a empresa

realiza apenas manutenção corretiva em seus maquinários, o que leva as máquinas e materiais a ficarem muito tempo parados esperando pela manutenção do equipamento.

No âmbito do desperdício de defeito, que ocorre quando há retrabalho na realização de alguma tarefa, a empresa também identificou alguns fatores que levam a esse desperdício. Ao realizar as entrevistas e a visita pelo processo, notou-se que não há um procedimento bem estabelecido para conferências entre cada etapa de produção. Nesse sentido, a empresa sofre com diversos retrabalhos e falta de materiais nas obras.

Por fim, o último desperdício identificado durante a visita à empresa foi no âmbito do que alguns consideram como o oitavo desperdício do Lean, habilidades subutilizadas, que ocorre quando não é aproveitado o máximo do potencial dos funcionários de uma empresa. Nesse cenário, observou-se que os funcionários não são preparados da melhor maneira para realizarem suas atividades, já que há grande rotatividade dos mesmos e baixa frequência de treinamento.

Após a análise dos problemas do processo, percebeu-se que não seria necessário realizar o mapa futuro do processo mapeado, já que os principais problemas encontrados tinham maior relação com melhoria de atividades do que melhoria no fluxo das mesmas.

Portanto, como resultado da última etapa foram elaboradas 11 ações como proposta de melhoria para os problemas identificados. Para cada ação, foram detalhados o propósito da ação relacionando com os problemas provenientes da necessidade da ação, as quais são retratadas a seguir:

4.1. Ação 1: Padronizar peças

A padronização se destaca por ser uma das ferramentas que possibilita reduzir e eliminar desperdícios e obter ganhos de produtividade. Com isso, essa ação pode auxiliar a empresa a atingir um dos seus principais objetivos, que é a eliminação de desperdícios e o aumento da produtividade. Para isso, sugeriu-se criar e analisar o Banco de Dados de projetos, verificar peças padrões nos projetos, definir e projetar peças que serão utilizadas como padrão e criar uma lista que registra as peças padronizadas, além de deixá-las disponíveis para os projetistas.

4.2. Ação 2: Aprimorar etapas de conferência no processo

Tendo em vista a falta de conferência em algumas etapas do processo de produção, observou-se a necessidade de inserir etapas de conferência em algumas atividades do processo, que vão garantir a redução de perdas e prejuízos, identificação prévia de avarias, diminuição de

erros e retrabalhos, categorização e organização do estoque de forma adequada, entre outros. Para essa ação, sugeriu-se inserir novas etapas de conferência de qualidade no fluxo de produção, adquirir Coletor de Dados, desenvolver planilhas/checklists para controle da qualidade e definir/alocar responsável pela Expedição.

4.3. Ação 3: Implementar Sistema de Gestão de Inventário

A falta de controle do estoque de peças no almoxarifado tem um impacto na comunicação entre o setor da produção, o setor do almoxarifado e o PCP. Para isso, a implementação de um sistema de rastreabilidade de peças pode auxiliar e facilitar o acesso à informação de peças disponíveis para uso. Para essa ação, sugeriu-se inserir fechamentos mensais de inventário do almoxarifado e na linha de produção, definir local e responsável para recebimento de novos materiais e manter controle de inventário atualizado sempre que um material sair do estoque e for para a produção.

4.4. Ação 4: Implementar manutenção periódica nos equipamentos necessários

As máquinas do processo de produção possuem alta depreciação por conta da recorrência de uso de peças grandes e pesadas, para conter isso, são realizadas manutenções corretivas que possuem alto custo. Portanto, a implementação da manutenção preventiva nos maquinários pode reduzir o risco de quebra ou depreciação dos mesmos, reduzir o alto custo gerado por manutenções corretivas e diminuir o tempo de máquinas paradas por problemas de funcionamento. Para essa ação, sugeriu-se identificar os equipamentos que necessitam de manutenção periódica, definir cronograma de manutenção e definir procedimento padrão para manutenção de cada equipamento.

4.5. Ação 5: Aprimorar Sistema de Gestão de Projetos

Atualmente as informações sobre os projetos estão fracionadas entre os atores do processo. Portanto, a centralização das informações sobre os projetos por meio da implementação de reuniões diárias permitirá o alinhamento dos dados dos projetos entre as áreas da empresa, dessa forma, a equipe pode ganhar tempo, segurança e dinamismo ao longo do processo de produção. Para essa ação, sugeriu-se implementar reuniões diárias, definindo metas e indicadores.

4.6. Ação 6: Alocar gestores de obra

Após a entrega dos materiais nas obras, não há conferência e controle desses materiais. Para isso, a alocação de gestores de obras nas obras dos projetos em andamento pode trazer um

controle maior sobre eles, garantindo um encerramento de projetos com maior qualidade e confiabilidade. Para essa ação, sugeriu-se definir responsáveis pela gestão de obras, realizar contratação de gestores de obras, definir as responsabilidades deles, atribuir gestores nas obras e integrar essa alocação nos processos da empresa.

4.7. Ação 7: Criar programa de treinamento para novos funcionários

A falta de aptidão dos funcionários para a realização de suas respectivas responsabilidades tem como consequência a falta de controle de qualidade dos materiais analisados por esses funcionários e a má verificação e leitura dos projetos de engenharia, o que pode gerar desperdício de materiais ou materiais com baixo nível de qualidade. Com a criação de um programa de treinamento para novos funcionários, a empresa poderá contar com uma menor rotatividade de funcionários, maior agilidade no processo de produção e maior qualidade nos materiais finalizados. Para essa ação, sugeriu-se elencar tópicos essenciais a serem repassados para os funcionários, realizar cronograma de treinamentos, definir responsáveis pelos treinamentos, auxiliar os responsáveis pelos treinamentos, realizar a gravação das videoaulas, definir formato de aplicação das videoaulas e realizar procedimento de ingresso de novos funcionários adequando ao novo modelo de treinamentos.

4.8. Ação 8: Garantir que os funcionários tenham conhecimento do Steel Project

O Steel Project, plataforma técnica utilizada para suporte de equipamentos e projetos de estruturas metálicas, possui alto custo de investimento e, hoje, não se tem o aproveitamento máximo da sua capacidade de uso. Contudo, trazer capacitação e treinamento para os funcionários visando um melhor aproveitamento da utilização da plataforma, pode trazer inúmeros benefícios, como: economia de matéria prima, maximização de recursos e capacidade de produção, acompanhamento e análise em tempo real da produção, entre outros. Para essa ação, sugeriu-se explorar materiais existentes sobre o uso e funcionalidades do Steel Project, contratar consultoria do software, realizar manual do Steel Project de acordo com os materiais estudados e implementar orientações sobre o uso do software no treinamento de novos funcionários.

4.9. Ação 9: Verticalizar o armazenamento de materiais

A falta de espaço para armazenamento de material para envio pode acarretar na limitação do aproveitamento da capacidade de produção da empresa, já que a tendência para maior produção implica na necessidade de maior espaço para armazenagem e estoque. Para

isso, a verticalização do estoque traria mais espaço de armazenamento, melhor organização de estoque e maior agilidade nos processos de distribuição. Para essa ação, sugeriu-se definir setor a ser verticalizado, definir como será realizada a verticalização (contratação de serviço ou implementação própria) e aplicar a verticalização com base no que foi definido.

4.10. Ação 10: Terceirizar capacidade da máquina parada

A FICEP, máquina com maior produtividade da fábrica, hoje não tem o máximo aproveitamento de sua capacidade de produção, o que é prejudicial para a empresa, já que a mesma possui alto custo de manutenção. Para isso, entende-se que o uso exclusivo da máquina pela empresa pode não ser o suficiente para atingir o máximo de utilização da sua capacidade de produção, portanto, a terceirização da máquina pode evitar que a máquina se torne um passivo para a empresa, diminuindo o desperdício gerado pela utilização de espaço de produção da mesma. Para essa ação, sugeriu-se verificar o funcionamento/funcionalidades da máquina, elencar possíveis peças que poderiam ser feitas, elencar possíveis clientes, elaborar procedimentos para verticalização, elaborar proposta e apresentá-las aos clientes.

4.11. Ação 11: Adquirir tecnologias para consulta de informações de projetos

Diante de alguns problemas decorrentes da limitação à utilização de projetos físicos pelo chão de fábrica, observa-se a necessidade de inovação e modernização da análise dos processos. A aquisição dessas tecnologias de consulta de informações de projetos pode trazer maior agilidade na realização dos projetos, diminuição do risco de realização de projetos dúbios e maior acesso às informações de projetos correntes. Para essa ação, sugeriu-se definir quantidade de tablets para serem implementados, definir software a ser utilizado nos tablets, realizar pesquisa de mercado e realizar compra dos tablets e instalação dos mesmos.

5. Conclusões

Ao mapear e entender os processos da empresa torna-se possível aumentar a eficácia e eficiência dos processos, contribuindo para o atingimento das metas estabelecidas. Nesse contexto, a Modelagem de Processos de Negócios e Notação (BPMN), que utiliza fluxogramas para representar processos de uma organização, é uma ferramenta que torna esse entendimento dos processos ainda mais fácil, contribuindo para a compreensão e análise dos processos e do negócio, visando a melhoria do mesmo. Utilizando como base os conceitos do Lean, identificou-se os principais gargalos e desperdícios no processo de produção da empresa, a fim de agregar valor ao mesmo.

A partir do levantamento desses gargalos e desperdícios, foi possível, por meio das sete etapas seguidas e de diversas ferramentas, elaborar uma proposta de melhoria que visa aprimorar o setor de produção da empresa, atingindo o objetivo do trabalho de aproveitar da melhor forma a sua capacidade produtiva.

Durante a execução do trabalho, notou-se que, a partir da matriz de priorização, os principais problemas estavam concentrados em gestão de informação, controle a respeito do serviço (terceirizado) de engenharia, e no projeto e padronização de peças. Logo, as ações propostas no Plano de Ação foram numeradas de acordo com seu grau de prioridade.

Todavia, melhorar processos em uma empresa do ramo metalmecânico, que trabalha com Engenharia sob encomenda, não é um processo simples, tendo em vista que os projetos tendem a ser mais complexos e são personalizados, gerando uma grande variedade de requisitos, que se alteram de acordo com cada cliente, e que se alteram em relação a tempo e custo de produção. Além disso, tais melhorias exigem a conscientização e participação de diversas partes e setores da empresa a fim de atingir os objetivos visados, sendo essa outra das dificuldades encontradas durante o trabalho, já que grande parte da comunicação aconteceu de forma remota.

Contudo, acredita-se que o estudo foi de encontro com o objetivo deste trabalho, através da elaboração de um Plano de Ação que visa reduzir desperdícios e otimizar o processo de produção da empresa, o que contribui para a melhoria contínua do mesmo. Além disso, sugere-se como tema para futuros estudos, a análise de métricas e indicadores referentes aos processos mapeados e plano proposto, a fim de avaliar o impacto deste último nos resultados da empresa.

REFERÊNCIAS

- ABPMP BPM CBOOK, Association of Business Process Management Professionals Brasil. (2013). BPM CBOOK: Guia para o Gerenciamento de Processos de Negócio. Corpo Comum do Conhecimento. 1ª ed.
- Alves, R., Kinchescki, G. F., Silva, V. R., Vecchio, H. P., Oliveira, C. L., & Cancelier, M. V. L. (2017). Aplicabilidade da Matriz GUT para identificação dos processos críticos: o estudo de caso do Departamento de Direito da Universidade Federal de Santa Catarina. *Anais do XVII Colóquio Internacional de Gestão Universitária*, 22-24 de julho, Mar del Plata, Argentina.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2008). ABNT NBR ISO 9001:2015: Sistemas de gestão da qualidade - requisitos. Rio de Janeiro.
- Barbosa, P. P., Luz, S., Penteado, F. C., Neto, G. D. A., & Martins, C. H. (2011). Ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos. *Anais do VII Encontro Internacional de Produção Científica - EPCC*. Maringá, Brasil.
- Breitenbach, F. A. (2013). Aplicação dos conceitos da manufatura enxuta e do mapeamento do fluxo de valor em uma empresa fabricante de implementos rodoviários de engenharia sob encomenda. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil.

- Cannas, V. G., & Gosling, J. (2021). A decade of engineering-to-order: (2010-2020): progress and emerging themes. *International Journal of Production Economics*. Disponível em: https://orca.cardiff.ac.uk/id/eprint/143586/1/Manuscript_revised.pdf. Acesso em: 31 de maio, 2024.
- Carpinetti, L. C. R., & Gerolamo, M. C. (2016). *Gestão da Qualidade ISO 9001: 2015: Requisitos e Integração com a ISO 14001:2015*. Rio de Janeiro: Atlas, 1ª Ed.
- Castro, S., & Teixeira, L. (2019). O BPMN e o lean na padronização e melhoria contínua dos processos: uma metodologia aplicada num caso prático. Anais do *International Association for Development of the Information Society*, Aveiro, Portugal, p. 19-26, 5 de dezembro de 2019.
- Cury, P. H. A., & Saraiva, J. (2018). Produção de lentes orgânicas no Pólo Industrial de Manaus. *Gestão & Produção*, 25, 901-915. <https://doi.org/10.1590/0104-530X2881-18>.
- Dumas, M., Rosa, M.L., Mendling, J., & Reijers, H. A. (2013). *Fundamentals of Business Process Management*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Garaccione G., Coppola, R., Ardito, L., & Torchiano, M. (2023). Gamification of Business Process Modeling Notation education: an experience report. Anais do *Evaluation and Assessment in Software Engineering (EASE '23)*. June 14–16, Oulu, Finland. <https://doi.org/10.1145/3593434.3593956>
- Hammer, M., & Champy, J. (1994). *Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution*. HarperCollins Publishers.
- Harrington, H. J. (1993). *Business Process Improvement: The Breakthrough Strategy for Total Quality, Productivity, and Competitiveness*. São Paulo: Makron Books.
- Hicks, C., McGovern, T., & Earl, C. F. (2000). Supply chain management: A strategic issue in engineer to order manufacturing. *International Journal of Production Economics*, 65, 179-190. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(99\)00026-2](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(99)00026-2).
- Inácio, L. C. R., Avelino, S. F., Sanjulião, L. K. A., Reis M. J., Borges, V. O., Piantino, L. F. M., Pinto, R. A. N., & Silva, H. M. (2023). Ferramentas básicas da qualidade: folha de verificação, estratificação, fluxograma, diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto, matriz GUT e 5W2H. *Revista de Gestão e Secretariado*, 14, 17413-17427. <http://doi.org/10.7769/gesec.v14i10.2890>.
- Kingsman, B., Hendry, L., Mercer, A., Souza, A. (1996). Responding to customer enquiries in Make-to-Order companies: problems and solutions. *Produção*, 6, 195-211. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-65131996000200004>.
- Maraqa, M. J., Sacks, R., & Spatarì, S. (2023). Strategies for reducing construction waste using lean principles. *Resources, Conservation & Recycling Advances*, 19. <https://doi.org/10.1016/j.rcradv.2023.200180>.
- Nakagawa, M. (2012). *Ferramenta 5W2H: plano de ação para empreendedores*. São Paulo: Globo.
- Ortiz, C. (2010). Kaizen vs. Lean: Distinct but related. *Metal Finishing*, 108, 50-51. [https://doi.org/10.1016/S0026-0576\(10\)80011-X](https://doi.org/10.1016/S0026-0576(10)80011-X).
- Pfaffenzeller, M. S., Silva, G. G. M. P., Barros, A. L., Shinji, G., & Salles, M. P. (2015). Lean Thinking na construção civil: Estudo da utilização de ferramentas da filosofia Lean em diferentes fluxos da construção civil. *Revista Iberoamericana de Engenharia Industrial*, 7, 86-107. Disponível em: <https://incubadora.periodicos.ufsc.br/index.php/IJIE/article/view/3765>
- Pufahl, L., Zerbato, F., Weber, B., & Weber, I. (2022). BPMN in healthcare: Challenges and best practices. *Information Systems*, 107. <https://doi.org/10.1016/j.is.2022.102013>.
- Rodrigues, M. V. (2014). *Entendendo, Aprendendo e Desenvolvendo Sistema de Produção Lean Manufacturing*. Rio de Janeiro: Elsevier, 1ª Ed.
- Ruiz-López, P., Rodríguez-Salinas, C. G., & Alcalde-Escribano, J. (2005). Análisis de causas raíz. Una herramienta útil para la prevención de errores. *Revista de Calidad Asistencial*, 20, 71-79. [https://doi.org/10.1016/S1134-282X\(08\)74726-2](https://doi.org/10.1016/S1134-282X(08)74726-2).
- Stehling, M. P. (2019). Customização em massa mediada por BIM aplicada a engenharia-sob-encomenda de componente da construção: cozinhas personalizadas e soluções de cabinetria. Tese de Doutorado em Arquitetura, Tecnologia e Cidade da Universidade Estadual de Campinas.
- Turetken, O., & Demirors, O. (2011). Plural: a decentralized business process modeling method. *Information & Management*, 48, 235-247. <https://doi.org/10.1016/j.im.2011.06.001>

Werkema, C. (2014). *Ferramentas Estatísticas do Lean Seis Sigma Integradas ao PDCA e DMAIC*. Rio de Janeiro: Elsevier, 1ª Ed.

White, S. A. (2004). Introduction to BPMN. IBM Corporation, [s. 1.], Julho 2004. Disponível em: http://yoann.nogues.free.fr/IMG/pdf/07-04_WP_Intro_to_BPMN_-_White-2.pdf. Acesso em: 13 de setembro de 2023.