

Propostas para Minimização de Desperdícios em um Processo de Fabricação e Montagem de Estruturas Metálicas

Thiago Sousa Cupertino (FEAMIG) tscuper@hotmail.com
Juliano Emerson de Souza Ferreira (FEAMIG) juliano.emerson@gmail.com
Karoline Lisboa Carneiro Rola (FEAMIG) karollisboac@hotmail.com
Gabriela Fonseca Parreira Gregório (FEAMIG) gabiparreira@gmail.com
Raquel Ferreira de Souza (FEAMIG) raquel.ferreira@feamig.br

Resumo: O mercado de fabricação e montagem de estruturas metálicas no Brasil apresenta grande concorrência. Buscar reduzir o índice de desperdícios pode contribuir para o aumento da competitividade de empresas do setor, ao permitir agregar valor com uma menor quantidade de recursos. Assim, o objetivo desta pesquisa foi criar propostas para as Empresas Gatti, do setor de construção metálica, minimizarem os desperdícios em seu processo produtivo de fabricação e montagem de estruturas metálicas. Para tanto, foi efetuado um estudo de caso, utilizando-se de observação e entrevistas com funcionários da empresa. Foram encontrados cinco dos sete tipos de desperdício previstos pelo Sistema Toyota de Produção: processo, estoque, tempo de espera, transporte e movimentação. Destes, os mais impactantes para a empresa foram os desperdícios de processo e estoque. Foram propostas como soluções para a minimização do desperdício de processo a implantação de um plano de manutenção, a utilização do método PERT-CPM e a utilização de uma folha de verificação para coletar os requisitos de projeto. Para a minimização do estoque, foram propostas a criação de um sistema de controle de sobras de materiais a curto prazo e a utilização de um sistema de gerenciamento de estoque a longo prazo.

Palavras chave: Fabricação e Montagem de Estruturas Metálicas, Produção Enxuta, Minimização de Desperdícios.

Proposals for Waste Minimization in a Metal Structures Manufacturing and Assembly Process

Abstract: The metal structures manufacturing and assembly market in Brazil presents great competition. Seeking to reduce the rate of waste can contribute to increasing the sector company competitiveness, by adding value with a smaller amount of resources. Thus, the objective of this research was to create proposals for Empresas Gatti, in the metal structures sector, to minimize waste in their metal structures manufacturing and assembly process. Therefore, a case study was made, using observation and interviews with company employees. Five of the seven types of waste predicted by Lean Manufacturing were found: process waste, inventory, waiting time, transport, and motion. Of these, the most impacting for the company were process and inventory waste. Solutions for minimizing process waste were proposed by implementing a maintenance plan, using the PERT-CPM method and using a checklist to collect project requirements. To minimize inventory, it was proposed to create a short-term material surplus control system and to use a long-term inventory management system.

Key-words: Metal Structures Manufacturing and Assembly, Lean Manufacturing, Waste minimization.

1. Introdução

O setor de construção civil é um dos mais afetados pelas crises econômicas no Brasil (CNI, 2019). A fabricação e montagem de estruturas metálicas, sendo um ramo muito próximo, é

afetada de modo semelhante. Portanto, é esperado que, em épocas de conjuntura econômica desfavorável, as empresas deste setor apresentem baixos índices de crescimento e dificuldades para reverter este quadro (ABCEM, 2019).

Sendo assim, a busca por novas alternativas tecnológicas e por melhorias de gestão e controle dos processos produtivos pode constituir alguns diferenciais para as empresas deste setor. No entanto, para alcançar um alto nível de eficiência, é necessário que todas as operações envolvidas sejam coordenadas de forma a contribuir para evitar desperdícios.

No processo de fabricação e montagem de estruturas metálicas, há situações que geram desperdícios, tais como: a existência de sobras de material após o processamento, que pode gerar excesso de inventário, a oscilação na demanda de trabalho, que pode gerar ociosidade da mão de obra, e a organização espacial inadequada dos recursos na fábrica ou canteiro de obras, que pode resultar em transporte desnecessário, entre outras. A diminuição destes desperdícios pode contribuir para aumentar a eficiência geral das operações e das margens de lucro definidas no planejamento empresarial.

O objetivo do presente estudo foi criar propostas que contribuam com a redução de desperdícios no processo produtivo de fabricação e montagem de estruturas metálicas de uma empresa do setor de construção metálica, localizada em Belo Horizonte – MG, as Empresas Gatti. Foi efetuado o mapeamento deste processo e identificados os desperdícios existentes. Dentre estes, foram definidos quais são mais impactantes para a empresa, quais são suas causas, e por fim, foram propostas ações para sua minimização.

2. Referencial Teórico

2.1 Sistema Toyota de Produção

Um dos principais objetivos do Sistema Toyota de Produção é produzir de acordo com a demanda e eliminar os desperdícios. Na filosofia *Just in Time*, desperdício é qualquer atividade que não agrega valor e identificá-los é o primeiro passo para eliminá-los. Ao trabalhar na identificação de desperdícios, a Toyota identificou sete tipos, conforme explicados abaixo:

- A perda por superprodução envolve produzir mais do que o necessário para atender à demanda ou antes que o produto seja necessário (SHINGO, 1996).
- Para Liker & Meier (2006), o tempo de espera ocorre quando trabalhadores estão aguardando o próximo passo do processamento, ferramenta ou peça. O tempo de espera pode ocorrer devido à espera do processo ou à espera do lote (SHINGO, 1996).
- Segundo Liker & Meier (2006), a perda por transporte decorre da movimentação desnecessária de materiais durante o processamento, ainda que por uma distância curta.
- A perda de processo ou processamento inadequado envolve situações em que são utilizados procedimentos mais complexos ou recursos além do necessário para tratar de uma situação (HINES & RICH, 1997).
- A perda por estoque ocorre quando há excesso matéria-prima, material em processamento, ou produtos acabados em estoque (LIKER & MEIER, 2006).
- A perda por movimentação envolve a realização de movimentos desnecessários ou mesmo caminhar durante a execução das atividades da operação, ou seja, qualquer movimento que não agrega valor (HINES & RICH, 1997; LIKER & MEIER, 2006).

- A produção de itens defeituosos é algo comum na maioria das empresas, ainda que não seja comum haver medidas exatas, implicando em que os custos totais da qualidade são muito maiores do que normalmente considera-se. (SLACK et al., 2002).

2.2 Ferramentas e Técnicas

Diversas ferramentas e técnicas podem ser utilizadas para coletar dados, analisar e tirar conclusões acerca da frequência e causas envolvidas nas diversas situações presentes em um processo produtivo. Além disso, algumas destas ferramentas e técnicas foram especialmente criadas para serem aplicadas para melhoria do processo ou para minimização dos problemas encontrados.

O fluxograma é uma das mais importantes ferramentas para análise de processos, representando visualmente o fluxo do processo envolvido. Não existe uma única forma de representação, entretanto, os símbolos utilizados são padronizados, para permitir o entendimento universal do fluxo (CORRÊA & CORRÊA, 2007).

Para Montgomery (2004), o fluxograma consiste em uma sequência cronológica de passos do processo, devendo ser construído de modo a evidenciar a diferença entre atividades que agregam valor e que não agregam valor, ou seja, facilitar a identificação de desperdícios.

Para facilitar a coleta de dados, uma ferramenta que pode ser utilizada é a folha de verificação, sendo útil para transformar opiniões em fatos e dados. Visualmente, é um formulário com campos a serem preenchidos, facilitando também manter o processo de coleta organizado (WERKEMA, 1995).

Segundo Montgomery (2004), a folha de verificação é uma ferramenta utilizada para coleta de dados, que é planejada para ser de fácil preenchimento e considera um intervalo de tempo específico, já prevendo quais informações serão mais úteis para a investigação considerada, e é possível que seja efetuado um teste para validar o seu formato.

Outra ferramenta é o gráfico de Pareto, sendo construído listando os problemas encontrados e qual a quantidade da ocorrência de cada um. Após organizar por ordem decrescente de quantidade, é calculada a porcentagem individual e acumulada de cada problema, após o que é desenhado um gráfico de barras com o mais frequente à esquerda e o menos frequente à direita, com a escala desse gráfico representada à esquerda. É também desenhado um gráfico de linha relacionado às porcentagens acumuladas, com a escala representada do lado direito. Assim, é possível visualizar de forma facilitada quais os problemas apresentaram maior impacto em relação ao total de problemas encontrados (WERKEMA, 1995).

Segundo Montgomery (2004), o gráfico de Pareto é uma distribuição de frequências de dados, organizados em categorias, sendo obtido marcando a frequência total de cada ocorrência, e permitindo visualizar quais os principais problemas em quantidade e, além disso, pode apresentar uma escala adicional com o percentual acumulado.

Já a ferramenta chamada diagrama de causa e efeito foi um método desenvolvido pelo Dr. Kaoru Ishikawa para organizar e mostrar graficamente todas as possíveis causas de um determinado problema. Consiste em uma caixa com a descrição do problema, ligada a uma seta onde são ligadas as categorias dos problemas, e por sua vez, linhas ramificadas ligam os problemas às suas respectivas categorias (PYZDEK & KELLER, 2011).

O diagrama de causa e efeito é utilizado para resumir e apresentar as possíveis causas de um problema, permitindo representar de forma gráfica quais afetam uma determinada

característica de um processo. Cada causa possível é relacionada a uma família de causas por um grupo de pessoas que estejam envolvidas com o processo, utilizando-se de uma reunião conduzida por uma técnica conhecida como *brainstorming*, que visa aproveitar o máximo de ideias possíveis. O *brainstorming* é realizado escolhendo-se um líder para dirigir as atividades do grupo, sendo que todos os membros devem dar sua opinião, sem que haja críticas entre os membros. As ideias devem ser escritas em um local que todos possam visualizar durante a reunião e, ao invés de procurar um culpado para os problemas, deve-se focar em encontrar suas causas (WERKEMA, 1995).

Para encontrar a causa raiz, após identificação das possíveis causas existentes, pode ser utilizado o método dos “cinco porquês”, que consiste em fazer sucessivas perguntas sobre o problema. É necessário que a resposta a cada pergunta seja analisada cuidadosamente e que seja mantido um foco restrito, dividindo-se gradualmente as possibilidades através do questionamento eficaz. Ao separar tempo para refletir na resposta mais óbvia e simples, permite-se a descoberta de todas as possibilidades, sem pular imediatamente para uma conclusão preconcebida (LIKER & MEIER, 2006).

Um método utilizado para a solução de problemas na produção é o sistema de controle da manutenção, que permite identificar claramente que serviços precisam ser feitos, quando serão feitos, quais recursos serão necessários, quanto tempo será gasto em cada serviço, o custo de cada serviço, quais materiais serão aplicados e que máquinas serão necessárias. Neste sistema, informações como os custos envolvidos, a estrutura organizacional da empresa, quais os serviços prioritários, e quais os recursos disponíveis, entre outras, são utilizadas para que seja gerado um plano de manutenção, com o detalhamento dos serviços a serem executados (KARDEC & NASCIF, 2009).

Para ajudar no gerenciamento de projetos de grande escala, no final da década de 1950, foram desenvolvidos procedimentos formais baseados em redes. Dentre estes procedimentos, se destacam o PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) e o CPM (*Critical Path Method*), ou simplesmente PERT-CPM. Para a utilização desta técnica, o projeto é dividido em atividades distintas, sendo atribuídas estimativas de tempo para estas atividades, que são representadas por setas. Assim, tem-se um planejamento mostrando o período inicial e final de cada atividade, e a sua relação com as outras atividades do projeto. Além disso, deve-se indicar as atividades que são “críticas”, isto é, que precisam ser realizadas pontualmente para não atrasar a entrega do projeto. A etapa final na técnica PERT-CPM inclui o diagrama de rede (PYZDEK & KELLER, 2011).

3. Metodologia

A definição da metodologia adequada de pesquisa é um dos passos necessários para que os resultados obtidos sejam cientificamente relevantes.

Nesta pesquisa, foi realizado um estudo de caso do processo produtivo das Empresas Gatti, que possuem em seu quadro 50 funcionários, dos quais 20 foram utilizados como amostra não probabilística. Foram escolhidos funcionários dos setores da diretoria, engenharia, compras, planejamento e controle da produção, além de encarregados, montadores e ajudantes. Na amostra, foram incluídos também materiais componentes do processo de fabricação das estruturas metálicas e máquinas e equipamentos utilizados.

Para coleta de dados, foi realizada uma observação não participante durante um dia de trabalho em 26 de junho de 2019. Além disso, como um dos autores é funcionário da empresa

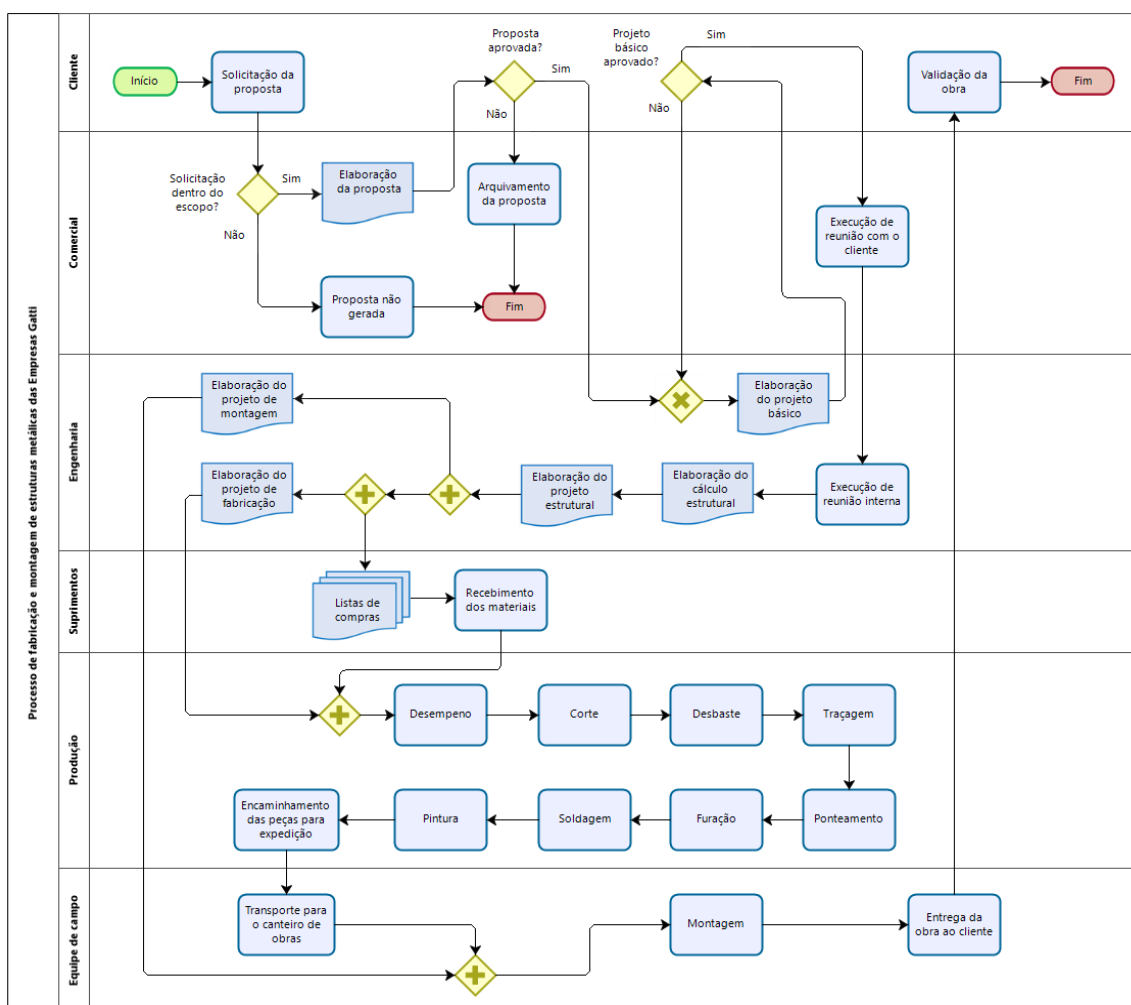
há mais de 15 anos, houve observação participante durante um longo período. Também foram realizadas entrevistas informais, focalizadas e parcialmente estruturadas, nos meses de julho e agosto de 2019, sendo gravadas utilizando meio eletrônicos. Foram entrevistados três diretores, um orçamentista, um assistente comercial, um auxiliar técnico, um auxiliar administrativo, um comprador, dois encarregados, um projetista mecânico, um técnico de planejamento, um pintor industrial, um soldador, cinco montadores e um auxiliar.

Para construção do fluxograma de mapeamento do processo, foi utilizado o *software Bizagi Modeler*. Este *software* apresenta símbolos para tarefas e fluxos predefinidos e, permite a montagem de diagramas, selecionando as figuras e ligando-as utilizando uma interface gráfica. Após a montagem, é possível efetuar a exportação ou a impressão do diagrama. Para análise de dados quantitativos e geração de gráficos, foi utilizado o *software Excel*.

4. Análise e discussão dos resultados

4.1 Mapeamento do processo

O mapeamento do processo produtivo das Empresas Gatti foi efetuado com base em observações feitas na empresa. Para representação gráfica, foi utilizado o fluxograma, que pode ser visualizado na Figura 1.



Fonte: Os autores (2019)

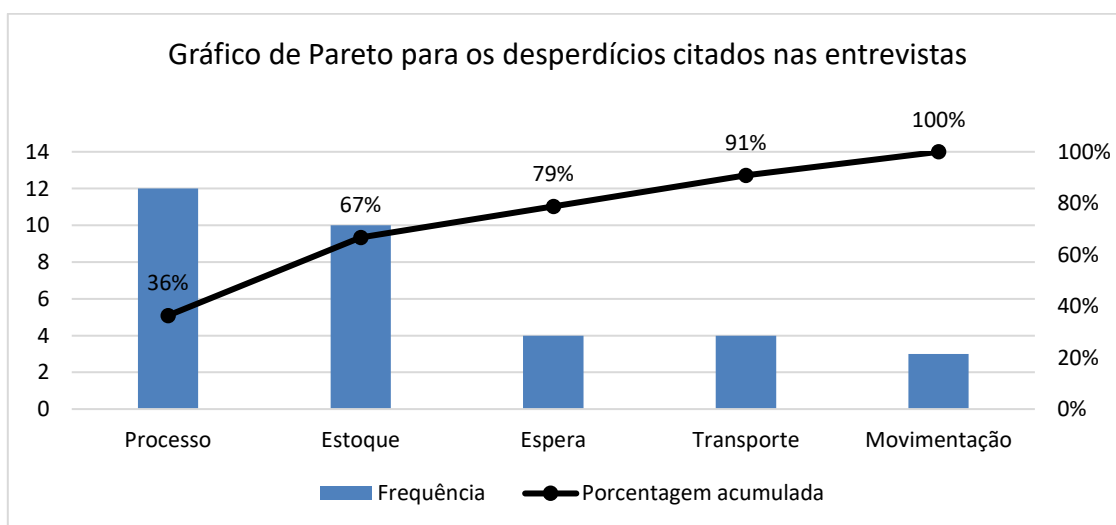
Figura 1 – Fluxograma do processo de fabricação e montagem de estruturas metálicas das Empresas Gatti

Conforme o fluxograma, o processo se inicia com a solicitação do cliente de uma obra ao setor comercial, que elabora uma proposta. Com a aprovação da proposta pelo cliente, inicia-se a elaboração dos documentos necessários para a execução da obra, como o projeto básico, o cálculo estrutural, o projeto estrutural, o projeto de fabricação, o projeto de montagem e as listas de compras. Estes documentos são elaborados baseados no conhecimento técnico da equipe de engenharia e nos requisitos definidos pelo cliente.

Assim que os materiais solicitados pelo setor de suprimentos são disponibilizados pelos fornecedores, inicia-se a fabricação das peças. As operações executadas na produção são: desempenho, corte, desbaste, traçagem, ponteamento, furação soldagem e pintura. Após finalizar a fabricação, as peças são transportadas para o canteiro de obras, onde é efetuada a montagem da estrutura metálica pela equipe de campo, sendo a obra finalmente entregue ao cliente.

4.2 Desperdícios

Foi efetuada a identificação dos desperdícios existentes, utilizando para tanto, as informações obtidas por meio das entrevistas e da observação, resultando na identificação de cinco tipos de desperdício no processo produtivo, conforme reconhecidos pelo Sistema Toyota de Produção (SLACK et al., 2002). Os desperdícios encontrados foram desperdício de processo, estoque, espera, transporte e movimentação. Para a determinação de quais destes mais impactam nos resultados da empresa, foi construído o gráfico de Pareto da Figura 2.



Fonte: Os autores (2019)

Figura 2 – Gráfico de Pareto para os desperdícios citados nas entrevistas

Entre os desperdícios identificados, o principal foi o desperdício de processo ou processamento, citado por 60% dos entrevistados, e, no caso da empresa, envolve a execução de operações adicionais em uma peça por causa de alguma alteração no projeto após o início da fabricação. Ademais, foi observado que vários funcionários da produção reclamam de alterações no projeto durante a fabricação, que exigem alterar as dimensões ou o formato de peças que já estavam em processamento.

O segundo desperdício identificado foi o estoque, citado por 50% dos entrevistados. Durante as observações, foi constatado ainda que há o costume de comprar material com uma margem adicional de 10% para segurança. No entanto, as sobras deste material não são

controladas, gerando material estocado em alguns pontos da fábrica.

O terceiro desperdício identificado foi o tempo de espera, mencionado por 20% dos entrevistados. Durante as observações, foi constatado que, alguns funcionários ficam ociosos quando não há peças disponíveis para processamento. Além disso, foi observado que, quando somente parte da matéria-prima está disponível, os operadores iniciam o processamento, mas como este material não pode ser encaminhado para a próxima operação por estar com processamento inacabado, forma pilhas por entre as operações.

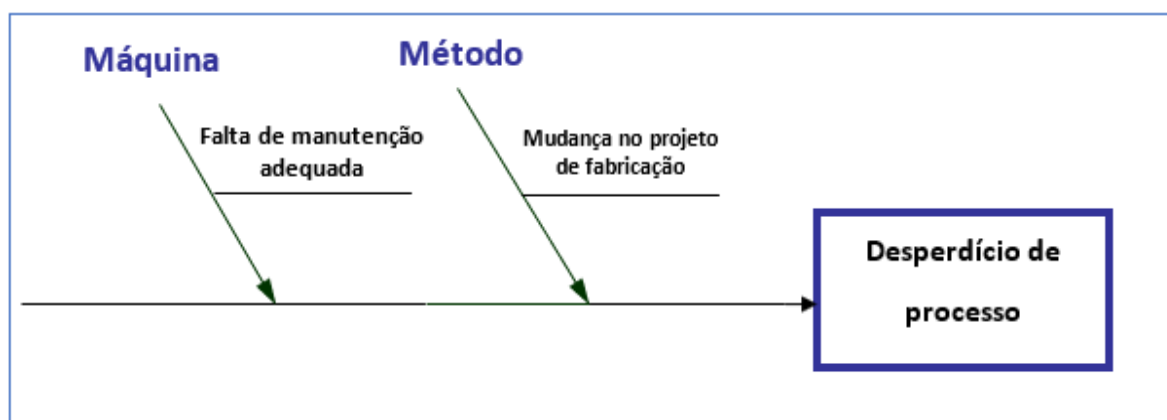
O quarto desperdício identificado foi o transporte, também mencionado por 20% dos entrevistados. Durante as observações, foi verificado como ocorre o transporte de peças entre operações, sendo identificado que uma ponte rolante pode ser utilizada para transporte de material entre as operações de traçagem, desbaste, corte, desempenho, ponteamto e soldagem. Para as outras operações, furação e pintura, é necessária a utilização de um carrinho de transporte manual.

O último tipo de desperdício identificado durante as entrevistas e observações foi o desperdício por movimentação, sendo citado por 15% dos entrevistados. Ainda foi observado que a fábrica possui muito material em processamento e ferramentas espalhadas que dificultam a movimentação.

Conforme vê-se ainda no gráfico de Pareto, os desperdícios de processo e estoque foram significativamente mais mencionados dentre os cinco tipos identificados, correspondendo a 67% do total de desperdícios. Além disso, se for considerado quantos funcionários mencionaram cada tipo de desperdício, 85% dos entrevistados citaram como uma forma de desperdício existente na empresa o desperdício de processo ou estoque, evidenciando o quão presentes estes dois tipos de desperdício estão na rotina da empresa. Assim, estes foram os desperdícios cujas causas foram investigadas.

4.3 Causas dos desperdícios

Uma vez identificados e definidos os desperdícios mais impactantes, foi necessário o reconhecimento das causas que estão relacionadas a estes desperdícios. Para determinação das possíveis causas, foi utilizado o diagrama de causa e efeito em conjunto ao *brainstorming*. Para investigação das causas raízes, foi utilizado o método dos “cinco porquês”. Na Figura 3, tem-se o diagrama de causa e efeito para o desperdício de processo.



Fonte: Os autores (2019)

Figura 3 – Diagrama de causa e efeito para o desperdício de processo

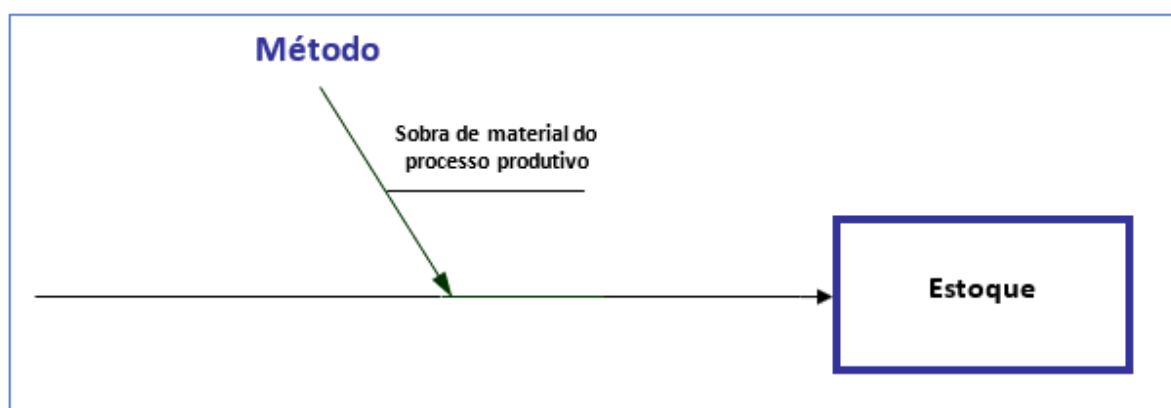
Conforme o diagrama, foram identificadas duas causas secundárias: “falta de manutenção adequada” e mudança no projeto de fabricação”. Assim, foi efetuada a análise de causa raiz para cada causa secundária, e o resultado encontra-se no Quadro 1.

DESPERDÍCIO DE PROCESSO	
Máquina	
Falta de manutenção adequada	
Porquês	Resposta
Por que falta manutenção adequada?	Pois a gestão da manutenção é ineficiente.
Por que a gestão da manutenção é ineficiente?	Pois não há um plano de manutenção estabelecido
Causa raiz: Falta de um plano de manutenção estabelecido.	
Método	
Mudança no projeto de fabricação	
Porquês	Resposta
Por que ocorrem mudanças no projeto de fabricação?	Projetos anteriores e projeto de fabricação, realizados sem informação completa.
Por que os projetos anteriores e projeto de fabricação, são realizados sem informação completa?	Pois iniciam sua atividade, sem a definição dos pré-requisitos de projeto.
Causa raiz: Iniciar atividades sem a definição dos pré-requisitos de projeto.	

Fonte: Os autores (2019)

Quadro 1 – Análise de causa raiz para o desperdício de processo

Para o estoque, também foi efetuado o mesmo procedimento de investigação, sendo o diagrama de causa e efeito resultante mostrado na Figura 4.



Fonte: Os autores (2019)

Figura 4 – Diagrama de causa e efeito para o estoque

Conforme o diagrama, foi identificada a causa secundária “sobra de material do processo produtivo”. Assim, foi efetuada a análise de causa raiz para esta causa, e o resultado encontra-se no Quadro 2.

ESTOQUE	
Método	
Sobra de material	
Porquês	Resposta
Por que ocorrem sobras de material no processo produtivo	Pois, é realizada compra de material além do necessário.
Por que se compra material além do necessário?	Devido ao conhecimento inexato da quantidade a se comprar.
Por que falta conhecimento da quantidade exata a se comprar?	Pois falta controlar o estoque de maneira eficaz.
Causa raiz: Falta de controle de estoque.	

Fonte: Os autores (2019)

Quadro 2 – Análise de causa raiz para o estoque

Conforme a análise, foram identificadas três causas raízes para os desperdícios de processo e estoque. Segue-se a descrição das propostas para sua minimização.

4.4 Propostas para minimização dos desperdícios

Para minimização do desperdício de processo, foram criadas algumas propostas, relacionadas às causas raízes identificadas.

Para minimizar o desperdício de processo, atuando sobre a causa raiz “falta de um plano de manutenção estabelecido”, foi criada a proposta da implementação de um plano de manutenção na empresa, baseado nas características da empresa. Este plano define em quais equipamentos e subsistemas será efetuada a manutenção, qual o tipo de manutenção a ser efetuada, quais são os procedimentos para a troca de componentes, o responsável pela manutenção, qual o prazo para a execução da manutenção e qual a periodicidade. Na Figura 5, tem-se uma visão das informações definidas pelo plano de manutenção.

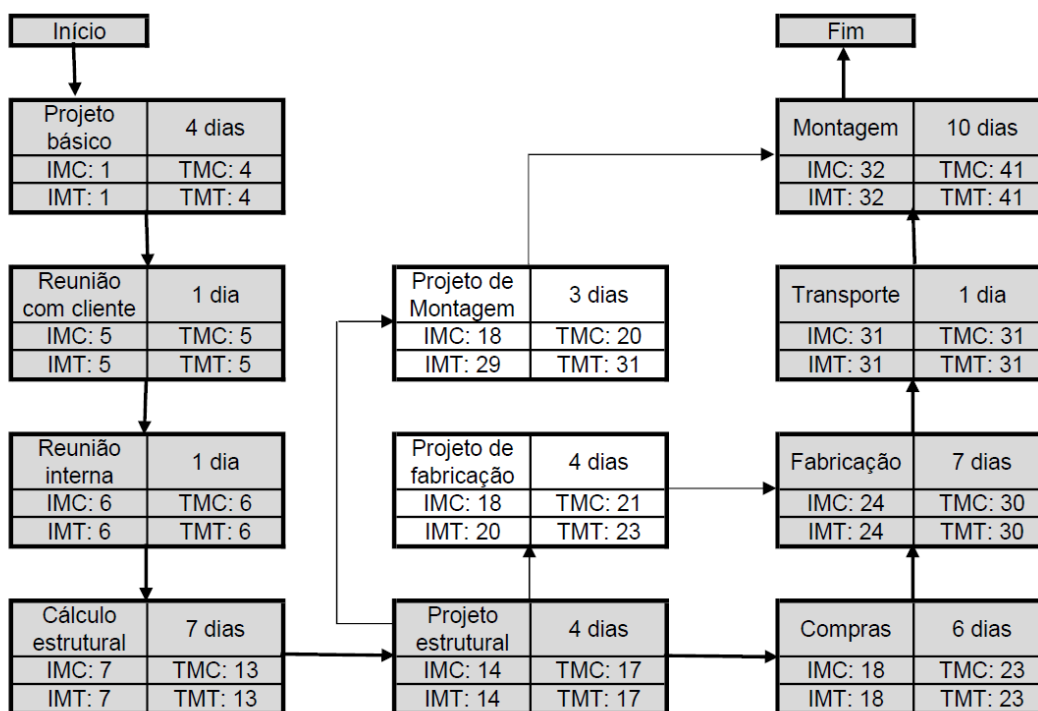
PLANO DE MANUTENÇÃO					
Equipamento:		Tipo de manutenção:			
Subsistema	Componente	Detalhamento do procedimento	Periodicidade	Responsável	Prazo

Fonte: Os autores (2019)

Figura 5 – Plano de manutenção proposto

Conforme a figura, o plano de manutenção prevê quais características de cada equipamento e manutenção devem ser consideradas para a execução do plano, facilitando a organização do serviço.

Em relação à causa raiz: “iniciar atividades de fabricação sem a definição dos pré-requisitos de projeto”, foram criadas duas propostas. A primeira proposta foi a utilização do método de gerenciamento de projetos do tipo PERT-CPM (*Program Evaluation and Review Technique e Critical Path Method*). Neste caso, o objetivo é a definição clara de qual é a relação de precedência entre as atividades, de forma a evitar que uma atividade seja iniciada antes das precedentes. Utilizando o método aplicado ao fluxograma de processo da empresa, obteve-se o diagrama de rede da Figura 6 (os prazos são apenas ilustrativos).



Fonte: Os autores (2019)

Figura 6 – Diagrama de rede conforme o método PERT-CPM

Conforme vê-se na figura, o prazo total para a execução do projeto é de 41 dias. As atividades sombreadas e ligadas por setas grossas indicam quais estão no caminho crítico. De acordo com as setas, constata-se que a atividade “Fabricação” não pode iniciar-se antes da finalização das atividades “Projeto de fabricação” e “Compras”, por exemplo. Assim, esclarecer as precedências evita que seja iniciado um processamento antes da definição final das características necessárias para as peças. Além disso, o diagrama permite ter uma visão global de quais atividades podem atrasar sem afetar o cumprimento do cronograma.

A segunda proposta foi a criação de uma folha de verificação a ser preenchida quando da definição dos requisitos do projeto em conjunto com o cliente. Assim, o processo de elaboração das especificações das peças pode ocorrer mais rapidamente, evitando demandar um tempo maior que o previsto no cronograma. Na Figura 7 são apresentados alguns critérios importantes sugeridos para inclusão na folha de verificação.

FOLHA DE VERIFICAÇÃO PARA OS REQUISITOS DO PROJETO	
1	Nome da edificação:
2	Data de início da construção:
3	Identificação da construtora parceira (se existente):
4	Análise do projeto cliente:
4.1	Estrutura nova ou ampliação de estrutura existente?

Fonte: Os autores (2019)

Figura 7 – Folha de verificação proposta para os requisitos do projeto

Conforme vê-se na figura, a folha de verificação proposta contém vários campos para preenchimento de informações básicas sobre um novo projeto. Deste modo, consegue-se obter informações importantes em pouco tempo, agilizando o processo de coleta de requisitos.

Para minimização do estoque, cuja causa raiz identificada foi “falta de controle de estoque”, foram criadas duas propostas: uma proposta de curto prazo e outra de longo prazo.

A proposta de curto prazo é a criação de um sistema de controle para as sobras de materiais que permita o seu reaproveitamento. Para tanto, seria necessário que os operadores, ao finalizarem determinado processamento, identificassem as sobras de material. O responsável pelo controle das ordens de produção efetuaria o lançamento destas informações em uma planilha, permitindo que fosse gerado um relatório das sobras existentes. Assim, os operadores, antes de efetuarem determinada tarefa que exija o corte de novo material, podem consultar este relatório a fim de definir se há algum material com as medidas mais adequadas para o corte a ser realizado, ao invés de efetuar o corte de um novo perfil, por exemplo. Assim, a tendência será poupar o corte dos novos materiais recebidos, sendo criado um estoque de materiais com a medida comercial, ao invés de sobras com medidas aleatórias. Quando for necessário efetuar uma compra para uma nova obra, este excedente pode ser utilizado para abater da quantidade a ser adquirida.

A proposta de longo prazo é a utilização de um sistema de gerenciamento de estoque. Foi observado que a empresa já possui um sistema de controle de estoque que não está sendo utilizado pela falta de uma pessoa responsável. Propõe-se à empresa que utilize o sistema para manter o controle tanto do estoque de material adquirido, quanto do estoque de sobras. Assim, o setor de suprimentos poderá considerar estas informações ao efetuar novas compras de material.

5. Considerações finais

Para a empresa de qualquer setor, a existência de desperdícios é um indício de que o valor oferecido poderia ser maior. Para maximizar a produtividade, deve-se utilizar os conhecimentos e as técnicas pertinentes para buscar soluções que maximizem o valor adicionado ao produto e/ou serviço.

A pesquisa efetuada buscou explorar quais tipos de desperdícios eram mais impactantes em todo o processo da empresa, conforme as observações e entrevistas. Foram identificados o desperdício de processo e estoque. As propostas criadas visam a minimização destes

desperdícios, de forma que a quantidade de valor agregado no processo seja aumentada. Como o objetivo deste trabalho foi a criação das propostas, sugere-se como uma pesquisa subsequente avaliar a eficácia da implantação destas medidas.

Referências

ABCEM Associação Brasileira de Construção Metálica. **Cenário dos Fabricantes de Estruturas de Aço 2018**. 2019. Disponível em: <https://www.abcem.org.br/lib/php/_download.php?now=0&arq=produtos/prod_20181023172211_cenario-dos-fabricantes-de-estruturas-de-aco-2018.pdf>. Acesso em: 09 mar. 2019.

CNI Confederação Nacional da Indústria. **Razões e condições da crise à recuperação do setor de construção**. Fato econômico, ano 3, n. 6, fevereiro 2019. Disponível em: <<https://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2018/7/fato-economico/#fato-economico-6%20>>. Acesso em: 16 set. 2019.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2007. 690 p.

HINES, P.; RICH, N. **The Seven Value Stream Mapping Tools**. Publicado por International Journal of Operations and Production Management, v. 17, n. 1, p. 46-64, 1997. Disponível em: <<https://www.ingentaconnect.com/content/mcb/024/1997/00000017/00000001/art00004>>. Acesso em: 24 jul. 2019.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção: função estratégica**. 3 ed. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobras, 2009. 384 p.

LIKER J. K.; MEIER, D. **The Toyota Way Fieldbook: A Practical Guide for Implementing Toyotas 4P's**. New York: McGraw-Hill. 2006. 475 p.

MONTGOMERY, Douglas C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004. 513 p.

PRADO, D. S. **PERT/CPM**. 3 ed. Belo Horizonte: INDG Tecnologia e Serviços, 2004. 173 p.

PYZDEK, T.; KELLER, P. A. **O seis sigma: guia do profissional, um guia completo para Green Belts, Black Belts e gerentes em todos os níveis**. 3 ed. Rio de Janeiro: Alta Books, 2011. 560 p.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 1996. 291 p.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 2. Ed. São Paulo: Editora Atlas, 2002. 747 p.

WERKEMA, M. C. C. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1995. 384 p.