



www3.unicentro.br

Revista Capital Científico – Eletrônica (RCCe)

ISSN 2177-4153

Disponível em: revistas.unicentro.br/index.php/capitalcientifico/index



www3.unicentro.br/ppgadm/

Adoção das ferramentas de lean manufacturing: um estudo de caso na redução de retrabalhos e perdas em uma empresa papelreira

Adoption of lean manufacturing tools: a case study in reducing rework and losses in a paper company

Roberto Carlos dos Santos¹ e Sandro Rautenberg²

¹ Universidade Estadual do Centro Oeste, Brasil, Mestrado em Administração, e-mail: eng.rcsantos@gmail.com

² Universidade Estadual do Centro Oeste, Brasil, Doutorado em Gestão do Conhecimento, e-mail: srautenberg@unicentro.br

Recebido em: 18/02/2022 - Revisado em: 05/08/2022 - Aprovado em: 19/10/2022 - Disponível em: 01/04/2023

Resumo

Em tempos de acirramento de mercado, as organizações mantêm-se competitivas por meio de investimentos em tecnologia ou mudanças na linha de produção, focando em uma produção mais enxuta. Em poucas palavras, as empresas evoluem ao adaptar-se a novas maneiras para realizar o trabalho. Para subsidiar a inovação e maximizar a produção com melhor aproveitamento de insumos, insere-se o conceito do Lean Manufacturing. Originalmente, o Lean Manufacturing surge na empresa Toyota, sendo reconhecido e utilizado por empresas em diversos ramos de atividade para otimizar os processos produtivos. Diante disso, objetiva-se implantar algumas ferramentas do Lean Manufacturing em uma empresa do ramo papelero, para identificar e eliminar os gargalos de produção, otimizando o fluxo manufatureiro. Na forma de um estudo de caso único, metodologicamente, este artigo retrata uma pesquisa aplicada, utilizando o modelo do CESM (Composição, Ambiente, Estrutura e Mecanismo) de Mario Bunge para entender o processo produtivo como um sistema e facilitar a análise e a compreensão dos fenômenos inerentes. Com base nos experimentos realizados, pontua-se que a adoção de ferramentas do Lean Manufacturing permite otimizar o processo produtivo da organização em investigação.

Palavras-Chave: Lean Manufacturing. Produção. Otimização de Processos. Mario Bunge.

Abstract

Organizations remain competitive through investments in technology or changes in the production line, focusing on lean production. In a nutshell, companies evolve by adapting

to new ways of work processes. To support innovation and maximize production with better use of inputs, the concept of Lean Manufacturing arose. Originally, Lean Manufacturing appears in the Toyota company, being recognized and used by companies around the world to optimize production processes. This paper discusses the implementation of some Lean Manufacturing tools in a company in the paper industry to identify and eliminate production bottlenecks, optimizing the manufacturing flow. In the form of a case study, methodologically, as an applied research, the Mario Bunge's CESM model (Composition, Environment, Structure and Mechanism) is used for understanding the production process as a system and facilitate the analysis of inherent phenomena. Based on some experiments, it is pointed out that the adoption of Lean Manufacturing tools allows optimizing the productive process of the organization under investigation.

Keywords: Lean Manufacturing. Manufacturing. Process Optimization. Mario Bunge.

1. INTRODUÇÃO

Historicamente, a produção de bens manufaturados teve início com artigos processados artesanalmente, sem adoção de tecnologias, tornando-a morosa e custosa. Por empregar confecção manual, a produção era dependente de mão de obra especializada, o que gerava artefatos que não apresentavam padronização e qualidade confiáveis (DENNIS, 2008). Com o advento da Era Industrial, os sistemas de produção foram aprimorados pela adoção de máquinas para facilitar e otimizar a realização do trabalho.

Diante esse contexto, as empresas têm sido pressionadas a implementar novos meios para competitividade, necessitando inovar constantemente seus produtos ou processos. De acordo com Drucker (1987), a empresa que age de maneira empreendedora é aquela que está aberta às mudanças, inovando, atualizando-se frente às demandas do mercado e aprendendo a administrar de forma empreendedora. Neste sentido, um conceito que tem se destacado nas organizações é o sistema *Lean Manufacturing* (Produção Enxuta) para maximizar os resultados das linhas de produção (OHNO, 1997).

O *Lean Manufacturing* possibilita a padronização ao minimizar as fontes de variabilidade de processos, fazendo com que os produtos sejam fabricados com alto padrão de qualidade. Ressalta-se que a padronização facilita o controle e a estabilidade dos processos para que diferentes colaboradores possam realizar suas tarefas sem variação de resultados (ALBERTIN e PONTES, 2016).

Ainda tecendo assertivas sobre sistemas de melhorias em processos produtivos, outra importante metodologia que pode ser usado concomitantemente ao sistema *Lean Manufacturing* é CESM (Composição, Ambiente, Estrutura e Mecanismos) (BUNGE, 2003). Esse modelo foi criado pelo físico e filósofo Mário Bunge, cujo estudo é enraizado na Teoria Geral dos Sistemas (BERTALANFFY, 1977). Através do CESM é possível dividir o processo produtivo em partes, facilitando o estudo e a análise de diversos fenômenos dos processos produtivos ou organizacionais.

Esta pesquisa tem com temática a otimização de processos produtivos. Cabe ressaltar que em linhas de produção, que empregam rotinas, máquinas e mão de obra diversificadas, é comum a ocorrência de falhas e gargalos que prejudicam a manufatura e a qualidade de

produtos. Neste contexto, as ferramentas do *Lean Manufacturing* se inserem para explicitar as não conformidades e apontar as possíveis oportunidades de melhoria.

Pontualmente, como um estudo de caso único, o *locus* da pesquisa é uma indústria do ramo papelero, que produz artigos fabricados com polpa moldada (bandejas para ovos para granjeiros nacionais). A empresa está localizada na região centro-sul do Paraná, sendo uma das poucas especializada na produção desse tipo de produto. Diante o exposto, o objetivo geral deste trabalho é analisar a adoção da metodologia e ferramentas do *Lean Manufacturing* mediante o CESH para a otimização do processo de produção da referida empresa.

Para tanto, além dessa seção introdutória, a discussão compreende: **(I)** a contextualização da pesquisa, demonstrando a sua importância; **(II)** a justificativa que remete ao problema da pesquisa; **(III)** os problemas encontrados a que se refere a implementação do sistema; **(IV)** os objetivos geral e específicos, cujo alcance culmina na resposta do problema da pesquisa; **(V)** a contextualização do trabalho quanto a linha de pesquisa inovação do Programa de Pós-Graduação em Administração; e **(VI)** a estrutura proposta para a elaboração da dissertação.

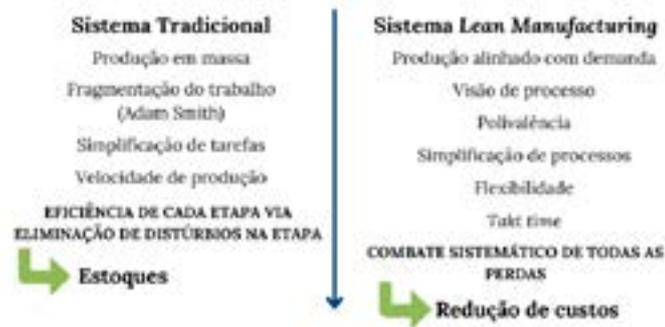
2. REFERENCIAL TEÓRICO

Este trabalho é circunscrito à realidade da implementação da metodologia *Lean Manufacturing* e suas ferramentas em empresas. Neste sentido, aponta-se como inspiração os textos: *A máquina que mudou o mundo*, de James P. Womack, Daniel T. Jones e Daniel Roos (2004), *O sistema Toyota de produção além da produção em larga escala*, de Taiichi Ohno (1997), *A mentalidade enxuta das empresas*, de James P. Womack e Daniel T. Jones (1998), *Lean Seis Sigma - Introdução às ferramentas do Lean Manufacturing*, de Maria Cristina Catarino Werkema (2006), *Lean manufacturing: redução de desperdícios e a padronização do processo*, de Daiane Maciel Rezende, Jessica Freitas da Silva, Sheila Marcela Miranda e Anderson Barros (2013), *Entendendo, aprendendo e desenvolvendo sistema de produção Lean Manufacturing*, de Marcus Vinicius Rodrigues (2014), *Gerenciamento de projetos lean; utilização otimização de recursos garante sucesso na gestão de projetos*, de Luciana Cristina Pedrão (2014) e *Aplicação dos conceitos de lean manufacturing para melhoria do processo de produção em uma empresa de eletrodomésticos: um estudo de caso*, de Tayana Ortix Lopes e Claudio Dantas Frota (2015).

2.1. LEAN MANUFACTURING

A autora Werkema (2006, p.15) define o *Lean Manufacturing* (em tradução livre Produção Enxuta) como, “uma iniciativa que busca eliminar desperdícios, isto é, excluir o que não tem valor para o cliente e imprimir velocidade à empresa”. Seguindo o mesmo raciocínio, o autor Ohno (1997, p.20), afirma que o conceito de produção enxuta pode ser definido como “a eliminação de desperdícios e elementos desnecessários afim de reduzir custos, a ideia básica é produzir apenas o necessário, no momento necessário e na quantidade requerida”. Na Figura 1, é possível observar um comparativo entre o sistema convencional ou tradicional e o sistema seguindo a metodologia *Lean Manufacturing*.

Figura 1 - Sistema Tradicional versus Sistema Lean Manufacturing.



Fonte: O Autor (2021).

No sistema tradicional, o processo está voltado para produção em massa, focando na velocidade e na simplificação de tarefas afim de gerar estoques. Já o sistema *Lean Manufacturing* abrange uma visão mais ampla do processo, exercendo maior flexibilidade e focando na redução de custos. Para tanto, o sistema *Lean Manufacturing* adota ferramentas de intervenção em linhas de produção. A seguir, disserta-se sobre algumas das ferramentas discutidas na literatura.

2.2. MELHORIA CONTÍNUA

De acordo com Falconi (1998, p.03) “A única razão pela qual você trabalha é porque alguém precisa do resultado do seu trabalho”. É a partir de tal ideia que a Melhoria Contínua surgiu, buscando através de conceitos o melhoramento em todas as etapas do processo e treinamento das equipes de produção para desenvolver trabalhos mais aperfeiçoados.

A Melhoria Contínua é definida por Bessant *et al.* (1994) como um processo de várias alternativas, de ideias inovadoras que constantemente buscam o melhoramento da empresa. Como todo o processo é constituído de várias atividades e tarefas, é através de pequenas mudanças que grandes resultados podem ser alcançados. Em suma, busca-se aperfeiçoar os procedimentos de tal sorte que, ao identificar pequenas falhas, corrige-se as não conformidades em busca da excelência global.

A Melhoria Contínua é baseada na formação de grupos focais. Falconi (1998) argumenta ser que organizar uma equipe de produção, de forma a melhorar o gerenciamento, é preferível dividir seus membros em grupos de cumbuca, cada qual com uma expertise de atuação sobre o ciclo de produção. Assim, pode-se decompor o processo produtivo e direcionar as discussões, promovendo maior facilidade de compreensão dos problemas pelo grupo e focar na solução de forma mais racional.

Neste sentido, a Melhoria Contínua é uma importante ferramenta para promoção de resultados positivos, pois possibilita uma abordagem centrada aos fatores dos problemas do processo produtivo e prospecção de possíveis soluções. Porém, para que a Melhoria Contínua ocorra, a participação e o diálogo dos colaboradores envolvidos nas tarefas são

fundamentais. Em face disso, uma ferramenta denominada *Brainstorming* (integrante do processo de Melhoria Contínua) pode ser aplicada.

2.3. BRAINSTORMING

Brainstorming é uma técnica de geração de ideias. Na língua inglesa, o termo *brain* significa cérebro, enquanto *storming* significa tempestade. A tradução, na língua portuguesa, seria uma “explosão de ideias” (MINICUCCI, 2001). Essa técnica está associada a criatividade e é geralmente utilizada com objetivo de resolução de problemas ou otimização de processos. O método foi criado em 1939, por Alex Osborn, o qual define o termo *brainstorming* como o ato de “usar o cérebro para tumultuar um problema” (OSBORN 1987, p.73).

De acordo com Minicucci (2001), como ferramenta, o *brainstorming* consiste em coletar o máximo de ideias de um suposto assunto, sem nenhum tipo de pressão ou cobrança, possibilitando que propostas de melhorias surjam do diálogo e sejam direcionadas a resolver os problemas propostos.

Em seções de *brainstorming*, é necessário definir o grupo de participantes, preferencialmente composto de pessoas de livre e espontânea vontade. Na sessão, o surgimento da ideia advém do diálogo entre os participantes sem pressão ou censura. Como pré-requisito, é adequado que os integrantes entendam um pouco do processo ou do assunto a ser tratado, para poderem compreender as informações compartilhadas e estarem mais propensas a opinar. Ou seja, é indispensável que a sessão de *brainstorming* tenha um foco e um objetivo predefinido, permitindo que a ferramenta obtenha maior eficiência. Além disso, é pontuado que o grupo possua um responsável, garantindo a ordem do diálogo (ROLDAN, 2009).

2.4. DIAGRAMA DE ISHIKAWA

O diagrama de Ishikawa, também conhecido como diagrama de causa e efeito ou diagrama de espinha de peixe, é uma representação gráfica idealizada por Kaoru Ishikawa. Como percebido na Figura 2, a estrutura dessa representação tem o formato de uma espinha de peixe, justificando uma de suas nomenclaturas. O diagrama objetiva traduzir a ocorrência de um problema ao decompor as causas ou forças afetantes (PILZ, 2011).

Figura 2 - Aspecto Esquemático do Diagrama de Ishikawa.



Fonte: Os Autores (2021).

Com o diagrama de Ishikawa é possível representar seis grupos de causas, sendo elas:

Medição: relacionado a forma como é mensurado os dados ou como são levantadas as informações;

Métodos: como é realizado o trabalho ou configurado os parâmetros de processo;

Mão de Obra: A mão de obra estar totalmente interligadas ao problema principal, pois podem ter dificuldades, como a falta de treinamento ou inexperiência para realizar as tarefas;

Máquinas: outro tópico que pode estar ligado ao tempo de máquina parada são as condições do maquinário, como equipamentos danificados ou a realização de muitas manutenções corretivas;

Meio Ambiente: relacionado com as condições do ambiente, bem como ao local e ao clima, além de condições estruturais, pois as máquinas paradas podem estar atreladas às quedas de energia constante; e

Materiais: a problemática está envolvida com a matéria prima, ou seja, aquilo que é preciso para produzir, sendo que no presente caso a má qualidade da matéria prima pode estar interferindo na produção.

2.5. MODELO CESM

De acordo com Bunge (2003), o sistema CESM é organizado em quatro componentes, a saber:

- **Composição** - relaciona as partes dos elementos que compõem o sistema;
- **Ambiente** - representa o conjunto de elementos externos ao sistema que o influenciam ou são influenciados por algum componente;
- **Estrutura** - compõe às relações que os elementos internos do sistema mantêm entre si (endo estrutura) e às relações estabelecidas entre os elementos internos com os elementos externos do sistema (exo estrutura); e
- **Mecanismo** - representa os processos que ocorrem em um sistema e que fazem o sistema apresentar um comportamento particular ou emergente, todavia não é a relação em seus componentes isoladamente.

Dos quatro componentes enumerados, o que mais se diferencia é o mecanismo. Este é o único que não pode ser analisado diretamente. Logo, ele costuma ser oculto, necessitando ser investigado empiricamente (BUNGE, 2004).

O CESM, apesar de simples, deve ser aplicado em um determinado nível do sistema, ou seja, suscitando um nível para o sistema, considerando que este possui subsistemas e ao mesmo tempo está dentro de um supersistema (ALVES, 2012). Segundo Kern (2016) é melhor dividir o sistema em partes, o que propicia o estudo celular seus componentes. Cabe ressaltar que o CESM é utilizado na pesquisa para melhor representar e entender de forma sistêmica o processo produtivo em investigação.

2.6. CICLO PLANEJAR, FAZER, CHECAR E AGIR (PDCA)

O ciclo PDCA foi criado nos anos 20 por Walter A. Shewarth e no ano de 1950 passou a ser conhecido como o ciclo de Deming, em tributo à William E. Deming, um respeitado profissional da área da qualidade que publicou e aplicou o método. O PDCA é mais uma definição para os estudiosos do processo de planejar (PALADINI, 2008).

Sua técnica consiste em fechar um ciclo de quatro etapas, sendo elas planejar, executar, verificar e agir, conforme é apresentado na Figura 6. Para Soković *et al.* (2009) e Marshall Júnior *et al.* (2006), o ciclo PDCA é dividido em quatro fases que são planejar, executar, verificar e agir:

1ª Fase - *Plan* (planejamento): Na fase é executado o planejamento, onde consiste em definir os objetivos a serem traçados;

2ª Fase – *Do* (execução): Nessa etapa tem o propósito de executar, fazer acontecer;

3ª Fase – *Check* (averiguação): Tem por objetivo checar e averiguar os resultados baseando-se nas metas estabelecidas e nos resultados almejados;

4ª Fase – *Act* (ação): Esta última etapa proporciona buscar e avaliar as causas e problemas encontrados com propósitos de resolvê-los e alcançar as metas definidas, estabelecendo planos de ação, verificação e padronização.

3. PERCURSO METODOLÓGICO

Esta seção estabelece as bases metodológicas utilizadas na investigação. Neste sentido, o Quadro 2 sintetiza as escolhas que guiaram o estudo. Em síntese, o procedimento metodológico da pesquisa é de natureza aplicada, com abordagem quantitativa e experimental e a coleta de dados foi realizada em uma empresa do ramo papelero, localizada no interior do Paraná, sendo uma das mais importantes nesse segmento de mercado, atendendo em todo o Brasil.

Quadro 1 – Síntese Metodológica.

Síntese Metodológica		
Parâmetros Metodológicos	Classificação Metodológica	
Classificação de Pesquisa	Objetivo	Pesquisa Aplicada realizada de forma prática
	Abordagem	Quantitativa
	Método de Pesquisa	Pesquisa Experimental
	Técnica de Coleta de Dados	A pesquisa utiliza de dados primários obtidos do próprio processo da fabricação de papel
	Técnica de Análise de Dados	Análises Estatísticas
População de Pesquisa	Dados do processo produtivo e colaboradores da empresa do setor de produção	
Critérios de seleção dos pesquisados	Operadores, supervisores e líderes que atuam no processo de produção de papel.	

Fonte: Os Autores (2021).

A pesquisa é de natureza aplicada, utilizando do Método Experimental. De acordo com Fonseca (2002, p. 11-2) “a ciência é uma forma particular de conhecer o mundo”. Portanto, é o saber produzido através do raciocínio lógico associado à experimentação prática. Desta forma, a pesquisa experimental é um método de pesquisa quantitativa,

adequado para verificar relação entre causas, variáveis e efeitos correlacionados a objetos estudados (SHADISH, COOK, & CAMPBELL, 2002; BABBIE, 2010).

Para Gil (2007), a pesquisa experimental consiste em analisar um objeto estudado, selecionar as variáveis que podem influenciá-lo, definir suas formas de controle e observar as variações que o mesmo pode apresentar.

Desta forma, a elaboração de instrumentos para a coleta de dados deve ser submetida a testes para garantir sua eficácia em medir aquilo que a pesquisa se propõe a medir. No caso desta pesquisa, os dados são coletados *in loco*, utilizando dados primários, analisando-os através das ferramentas de controle estatístico. A pesquisa experimental pode ser desenvolvida de duas maneiras: em laboratório, onde o ambiente criado é artificial; ou no campo, onde as coletas das amostras são coletadas e manipuladas no próprio local. Para esta pesquisa, optou-se pela segunda maneira.

A pesquisa quantitativa tem suas raízes no pensamento positivista, utilizando da lógica e de dados mensuráveis, centrando-se na objetividade recorrendo à linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno e as relações entre variáveis (FONSECA, 2002). Para Silva & Simon (2005), a pesquisa quantitativa deve ser usada quando se tem um problema bem definido, tendo controle do objeto a ser pesquisado, conhecendo suas características e tendo certeza que será utilizado de dados numéricos. Sendo assim, a pesquisa quantitativa foca em resultados concretos, utilizando da lógica e de dados mensuráveis, para desta forma se tornar possível a coleta e análise dos dados.

Quanto à técnica de coleta e à análise dos dados, a pesquisa consiste em coletar dados *in loco*, no setor de produção. O referido setor conta com média de 150 colaboradores diretos, entre engenheiros, supervisores, auxiliares, operadores de máquinas entre outras funções. Tais atores podem auxiliar na tarefa de coleta e interpretação de dados. Neste ponto, destaca-se que os dados são coletados através de relatórios e planilhas de produção preenchidas pelos próprios operadores. De posse dos dados, análises estatísticas são passíveis de realização em busca de interpretações da incorporação de melhorias no processo produtivo.

4. IMPLANTAÇÃO DAS FERRAMENTAS E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este estudo tem como objetivo otimizar ou eliminar falhas de um processo produtivo em uma empresa papelreira através do sistema Lean Manufacturing. Para facilitar a análise do processo, optou-se pela utilização de um modelo que possibilite o detalhamento do processo produtivo em várias perspectivas. Nesse contexto, essa prática foi realizada sob a lente da Teoria Geral dos Sistemas, da qual deriva o modelo CESM criado por Bunge (1997).

Através da divisão do processo produtivo, a análise de falhas e pontos de melhorias tornam-se mais simplificadas. Após a divisão, o próximo passo foi a criação de grupos de Melhoria Contínua para implantar a ferramenta do brainstorming. Sendo assim, seguindo a ideia de Falconi (1998), os integrantes do projeto foram divididos em quatro equipes, com no máximo sete colaboradores. A seleção foi realizada voluntariamente e aberta para todos que quisessem participar, sendo ela divulgada por meio de edital interno à empresa.

Os quatro temas abordados na formação dos grupos foram em consonância ao modelo CESM, sendo (Figura 3):

Figura 3 - Divisão dos grupos de Melhoria Contínua aplicados no trabalho.



Fonte: O Autor (2021).

- **Grupo Composition:** pondera o tema relacionado aos funcionários, a matéria prima utilizada, as máquinas e equipamentos;
- **Grupo Environment:** aborda os fornecedores e a relação entre os funcionários.
- **Grupo Structure:** discute os assuntos relacionados às metas estabelecidas, demandas e quantidade produzida.
- **Grupo Mechanism:** trata os assuntos referentes aos produtos de baixa qualidade e interrupção de tempos de máquina.

Deste modo, considerando que a Melhoria Contínua objetiva promover a discussão de abordagens para maximizar os resultados de uma empresa (SHIBA, 1997), os grupos criados foram separados para realizar rodadas de brainstorming para discutir melhorias a respeito de sua dimensão do modelo CESM. As rodadas transcorreram semanalmente e tiveram duração máxima de uma hora. Cabe ressaltar que a aplicação da ferramenta brainstorming seguiu o modelo proposto por Roldan (2009), sendo que todos os participantes tiveram a oportunidade de dialogar sobre suas ideias, propondo pontos de melhorias. As reuniões transcorreram num período de três meses, pautando sugestões de melhoria e ordenando-as conforme um grau de importância estabelecido pelos grupos.

4.1. IMPLANTAÇÃO DAS FERRAMENTAS DO LEAN MANUFACTURING

Ao adotar o CESM como o modelo de decomposição do processo produtivo da empresa em investigação, foi possível identificar as principais falhas e problemas que acometem a empresa em seu ciclo de produção. Visando minimizar as adversidades detectadas, algumas ferramentas do sistema *Lean Manufacturing* são utilizadas, conforme dissertado neste capítulo.

Durante a investigação, muitas ideias de melhorias e falhas foram identificadas. Contudo, entende-se que um dos principais problemas evidenciado pelos grupos de

Melhoria Contínua é ao tempo de máquina parada, na perspectiva que esse tempo impacta tanto nas metas de produção, quanto no custo, gerando perdas de produção e prejuízos monetários à empresa. Nesse sentido, foi aplicada a ferramenta *Diagrama de Ishikawa* para identificar as principais causas que deterioram o tempo de funcionamento de máquina.

4.2. IMPLANTAÇÃO DA FERRAMENTA DIAGRAMA DE ISHIKAWA

A Figura 4 exibe a representação do problema e os principais agentes que interferem na causa raiz.

Figura 4 – Diagrama de *Ishikawa* para tempo de máquina parada.



Fonte: O Autor (2020).

Após avaliar o problema e suas causas raízes, o próximo passo foi coletar os dados históricos do processo produtivo para confrontar a realidade percebida com fatos registrados. Essa atividade utilizou como ferramenta de apoio o controle estatístico do processo para analisar os dados reais do processo produtivo, relacionando-os com o tempo de máquina parada. Como marco temporal, são considerados somente os dados registrados em três meses, de maio a julho de 2021. Ressalta-se que o estabelecimento do referido intervalo de tempo visa equacionar, equilibrar, observar e comparar uma prova de conceito da adoção das ferramentas do Lean Manufacturing para o trimestre Agosto-Outubro de 2021.

Visto que o controle estatístico do processo avalia apenas as causas físicas mensuráveis e não as conceituais, não foi considerado necessário criar uma matriz de priorização. Logo, foi optado por analisar as causas principais e mais impactantes, sendo elas: manutenções corretivas relacionadas aos maquinários; regulagens e acertos de máquinas devido à falta de procedimento ou padronização; erros operacionais relacionados pela falta de treinamento ou experiência dos operadores; e as quedas de energia elétrica, fator ao qual está interligado com o meio ambiente.

A Tabela 1 sumariza o tempo de máquina parada, em minutos, no período prévio de análise, estratificando as principais causas impactantes, levando em conspiração também o tempo parado por manutenção programada.

Tabela 1 – Relação do tempo e causa de máquinas paradas durante os meses de maio, junho e julho de 2020 (Todos os turnos trabalhados).

CAUSAS	Tempo parado (em minutos)	Tempo parado (em %)
Manutenção Programada	1.440	24,70
Manutenção corretiva/emergência	2.175	37,31
Regulagem e acerto de máquina	1.825	31,30
Operacional (Falhas)	115	1,97
Quedas de Energia	275	4,72
Total	5.830	100

Fonte: O Autor (2021).

Conforme sumarizado na tabela anterior, destaca-se que a principal causa de parada de máquina é a manutenção corretiva/emergência, correspondendo a 37,31% do tempo das interrupções.

Esse problema é em decorrência das falhas por mau uso apresentadas no maquinário, ou até mesmo pela falta de manutenção periódica adequada. Um exemplo seria trabalhar com os maquinários sem realizar nenhuma manutenção programada, onde chegará um momento em que o mesmo irá apresentar defeitos, outro exemplo seria não administrar bem o tempo de vida útil dos equipamentos.

Na sequência, a regulagem e acerto de máquina apresenta cerca de 31% das paradas. Essas paradas ocorrem devido aos ajustes que os operadores precisam fazer para que os equipamentos produzam com eficiência, um exemplo seria no momento de iniciar a máquina, onde se estiver algum parâmetro configurado errado pode acarretar em perdas de processo.

Já as paradas por manutenção programada ocorrem em tempo estipulado pela própria diretoria, sendo normatizadas internamente.

As paradas por quedas de energia e operacional são responsáveis por 6,69% das paradas da fábrica, sendo esse número considerado elevado, visto que elas ocorrem por motivos correlacionados a condições ambientais, como chuvas e tempestades, ocasionando quedas de energia.

Ao total, o tempo do maquinário parado nos meses de maio, junho e julho de 2020 somam 5.830 minutos. Considerando que a máquina produz 245 peças por minuto e cada peça custa em média R\$ 0,30, o total de tempo parado representa uma perda de produção de R\$ 428.505,00 referente aos três meses de produção analisado.

4.3. IMPLANTAÇÃO DO CICLO PDCA

O ciclo PDCA é uma importante ferramenta para ajudar a criar um plano de ação, suas etapas oferecem um norte que deve ser tomado para a resolução de um problema, no caso do presente trabalho, o objetivo é reduzir o tempo que a máquina fica sem produzir

Sendo assim, através das etapas de implantação dispostas pelo ciclo PDCA, foi criado o programa para a dificuldade apresentada:

- **Planejamento:** através dos dados coletados com o controle estatístico de processo, foram tomadas diretrizes para resolver a causa raiz do problema, que consiste na realização de treinamento direcionados aos operadores de máquina para assim poderem ter um maior conhecimento sobre suas tarefas, reduzindo o tempo de demora para ajustar ou regular

o equipamento e evitar falhas operacionais. Além disso, foi adotado como plano de ação reduzir as manutenções corretivas, através da implantação de manutenção preditiva, cujo programa sugere a realização de averiguações periódicas, possibilitando a verificação dos problemas antes que a máquina permaneça inoperante, além de impedir que os equipamentos apresentem falhas constantemente;

- **Executar:** com o propósito de executar o plano de ação proposto, foram criadas tarefas específicas, objetivando a redução do tempo de máquina parada e colaborar para outras otimizações conforme proposto pelo modelo CESM;

- **Averiguação:** essa fase teve como objetivo realizar a averiguação dos resultados, se necessário, ajustando correções e melhorias nas atividades. Como não foram encontradas correções na fase das tarefas, o projeto continuou conforme o planejado;

- **Ação:** em continuidade à fase anterior, não foram tomadas ações de melhorias ou ajustes nas atividades do projeto devido não necessidade. Todavia, foram apontados os resultados obtidos através das melhorias, as quais serão apresentadas no próximo capítulo.

O Quadro 2 apresenta as tarefas do plano de ação proposto, onde são explicitados quais são as tarefas, a motivação para sua realização, em qual local essa tarefa será realizada, o público-alvo e os procedimentos adotados para sua realização.

Nesta etapa, em alguns casos foram realizados treinamentos com os operadores, realizados esporadicamente nas dependências da empresa, no período de duração do projeto, quais não foram avaliados quantitativamente, porém seus conhecimentos foram testados de forma prática.

Quadro 2 - Plano de ação proposto.

O que?	Por quê?	Onde?	Quem?	Como?
Realizar treinamentos com operadores de máquinas, ensinando como ajustar e regular a máquina	Para reduzir o tempo de máquina parada por motivo de ajustes e regulagens e falhas operacionais	No local da máquina	Operadores com maiores níveis de experiências	Através de aulas e procedimentos
Realizar um plano de manutenção preditiva	Para reduzir o tempo de máquina parada por motivo de manutenção corretiva	No setor de manutenção e local da máquina	Gestores de manutenção e mecânicos	Através de <i>check list</i> para verificação de equipamentos e manutenções programadas
Implantar a cultura do Kaizen e da organização, com a temática "sempre é possível melhorar"	Para motivar os colaboradores a sempre melhorar o processo produtivo	Em todos os locais da fábrica	Todos os colaboradores	Através de palestras, reuniões e construção de diálogo
Continuar com as reuniões de Melhoria Contínua	Para dar voz aos colaboradores e encontrar mais ideias e resolução de problemas	No ambiente fabril	Todos os colaboradores	Através de reuniões e criação de planos de ações

Fonte: O Autor (2021).

4.4. RESULTADOS

Depois de realizada a estratégia para o plano de ação usando a metodologia do PDCA, o próximo passo foi colocar em prática as tarefas sugeridas apresentadas no Quadro 2. Sendo assim, todas as tarefas propostas foram executadas e para poder ser feito uma

comparação para averiguar os resultados, foram coletados os dados dos 3 meses seguintes da implantação do projeto, sendo os meses analisados agosto, setembro e outubro de 2020. Os resultados estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Relação do tempo e causa de máquinas paradas durante os meses de agosto, setembro e outubro de 2020.

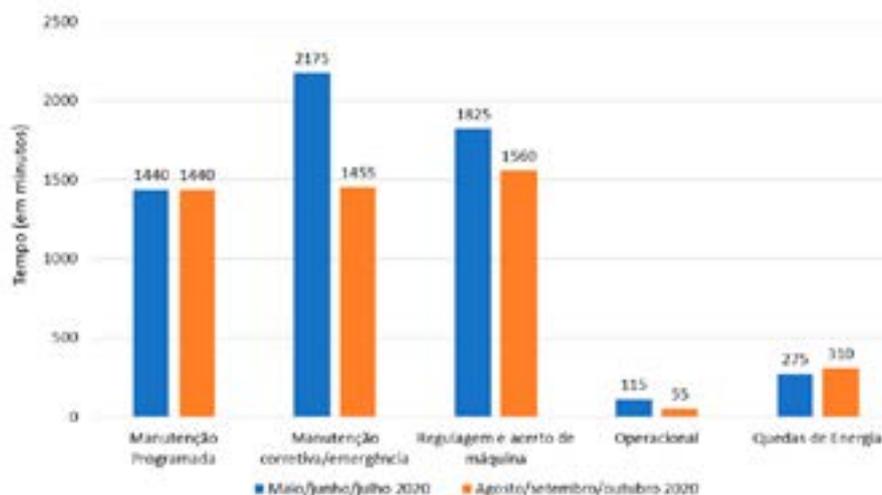
MOTIVO	Tempo Parado (em minutos)	Tempo Parado (em %)
Manutenção Programada	1.440	29,86
Manutenção corretiva/emergência	1.455	30,19
Regulagem e acerto de máquina	1.560	32,37
Operacional	55	1,14
Quedas de Energia	310	6,4
Total	4.820	100

Fonte: O Autor (2021).

Através do Tabela, é possível verificar que o principal motivo por tempo de máquina parada referente aos meses analisados de agosto, setembro, outubro de 2020, são relativas à regulagem e acerto de máquinas, representando 32,37 % do total de tempo parado, seguidos de manutenção corretiva e manutenção programada, com 30,19% e 29,86 %, respectivamente. Já as paradas por motivos de quedas de energia e operacional, são responsáveis por 7,54 %.

Com o intuito de ampliar a margem de comparação, os dados do período de agosto, setembro e outubro de 2020 foram diretamente comparados com as informações do período de maio, junho e julho de 2020. Neste caso, foi optado por não realização da comparação com os dados de 2019, devido outras variáveis existentes no sistema, como melhorias nas máquinas e equipamentos novos, que iriam impactar negativamente na análise e não poderiam ser considerados dados verídicos, devido as modificações realizadas na planta da fábrica. Esses dados estão apresentados na Figura 5.

Figura 5 - Comparação dos dados de máquina parada antes e após a implementação do projeto proposto.



Fonte: O Autor (2021).

Conforme ilustrado no gráfico apresentado na Figura 5, nota-se uma redução significativa nos tempos de máquina parada quando comparado os meses de maio, junho e julho com agosto setembro e outubro, que foram os meses após a implementação o projeto. É possível observar que o tempo de máquina parada em relação ao motivo operacional teve uma queda de sessenta minutos, representando 52 %. Já o motivo de parada por manutenção corretiva obteve um ganho de setecentos e vinte minutos, seguido de regulagem e acerto de máquina com duzentos e sessenta e cinco minutos a menos (15 %). O único motivo que obteve alta em comparação aos meses anteriores foram as quedas de energia, com 13 % a mais. Esse evento se deve pelo fato de as quedas de energias estarem relacionados a variáveis que não podem ser controladas, como chuvas e tempestades, por exemplo e a não existência de gerador de energia na planta fabril. No total obteve-se uma redução de 1.010 minutos representando uma porcentagem global de 17 %.

Sendo assim, conclui-se que através do projeto, obteve-se uma melhoria no processo produtivo de 247.450 peças produzidas a mais, representando um ganho de R\$ 74.235,00, referente aos três meses da implantação das melhorias. Além do ganho com a diminuição do tempo não-operante, também foi observado que se obteve melhorias no ambiente de trabalho dos colaboradores, como maior motivação e organização dos funcionários, obtidos através do Kaizen e dos projetos apresentados.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo buscou-se responder a seguinte questão: Como otimizar o processo de produção em uma empresa do ramo papelreiro? Na forma de um estudo de caso único, para responder essa questão, a linha de produção de uma empresa papelreira situada no interior do Paraná foi investigada. Como primeiro passo, buscou-se decompor o processo produtivo para facilitar a análise e a compreensão e, conseqüentemente, apontar as falhas e os pontos de melhorias. Para tanto, o modelo CESM de Mário Bunge foi utilizado. Na perspectiva do CESM, tudo o que existe é um sistema ou faz parte de um sistema, podendo ser desmembrado em quatro dimensões: composição, ambiente, estrutura e mecanismo. Como primeiro resultado dessa abordagem, o CESM guiou a constituição de grupos focais de Melhoria Contínua, voltados à realização das sessões de *brainstorming*. Num segundo momento, a ferramenta *brainstorming* possibilitou aos integrantes dos grupos identificar as falhas do processo produtivo, discutir e propor as correções e/ou melhorias no processo.

Neste sentido, quatro grupos focais foram implementados, denominados: *Composition*, *Environment*, *Structure* e *Mechanism*. O grupo *Composition* discutiu os assuntos relacionados a: matéria prima, funcionários, máquinas e equipamentos. O grupo *Environment* tratou questões que impactavam no processo de uma forma indireta, como a relação entre os funcionários e os fornecedores. Já o grupo *Structure* destinou-se a tratar os assuntos relacionados a estrutura. Por fim, o grupo *Mechanism*, o qual é interrelacionado aos outros grupos, integrou as informações de maneira a minimizar o tempo de máquina parada na linha de produção.

Como resultado da decomposição do processo produtivo e a constituição dos grupos trabalho para Melhoria Contínua com o CESM, obteve-se o levantamento de falhas e pontos de melhorias. Como consequência, um plano de ação para resolver os problemas apontados foi criado. No referido plano, um dos principais problemas expressos é a constante

interrupção no funcionamento de máquinas, o que impacta negativamente nas metas de produção da empresa, repercutindo em prejuízos monetários. Para melhor compreender essa realidade, das ferramentas do *Lean Manufacturing*, foram adotadas o Diagrama de Ishikawa e o PDCA. O Diagrama de Ishikawa foi utilizado para identificar e representar as principais causas da paralização da máquina. Já o PDCA formalizou o plano de ação a ser seguido para minimizar os efeitos da paralização.

Com o estudo, destaca-se que a aplicação das ferramentas do *Lean Manufacturing* citadas para a gestão da linha de produção da empresa ocorreu durante três meses, promovendo um ambiente laboratorial de prova de conceito. Nos experimentos realizados, pôde-se reduzir o tempo de máquina parada em 17 %, o que poderia representar um resultado monetário adicional de R\$ 74.000,00 (setenta e quatro mil reais). Diante esse resultado, considera-se que o emprego das ferramentas de *Lean Manufacturing* promove inovações positivas no processo produtivo, conferindo ganhos reais.

Para a elaboração de trabalhos futuros, sugere-se a implantação mais efetiva da metodologia *Kaizen*, pois como é destacado por vários autores, essa metodologia pode incrementar os resultados alcançados. Além disso, sugere-se o prosseguimento da pesquisa na empresa investigada, estender o período de aplicação das ferramentas do *Lean Manufacturing* no ciclo produtivo para confirmação dos resultados alcançados.

REFERÊNCIAS

DENNIS, P. **Produção Lean Simplificada: Um Guia Para Entender o Sistema de Produção Mais Poderoso do Mundo**. São Paulo: Bookman, 2008.

DRUCKER, P. F.: **Inovação e Espírito Empreendedor. Prática e Princípios**. 2. ed. Pioneira, São Paulo, 1987.

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção Além da Produção em Larga Escala**. Porto Alegre: Artes médicas, 1997.

ALBERTIN, M. R.; PONTES; H. L. J. **Gestão de Processos e Técnicas de Produção Enxuta**. Curitiba: Inter Saberes, 2016.

BUNGE, M. **Emergencia y convergencia: novedad cualitativa y unidad del conocimiento**. Barcelona: Gedisa. 2003.

BERTALANFFY, L. V. **Teoria Geral dos Sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1977. 351.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. 10 ed. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2004.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas**. 4 ed. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1998.

WERKEMA, M. C. C. **Lean Seis Sigma- Introdução às ferramentas do Lean Manufacturing**. v 04. Belo Horizonte, 2006.

REZENDE, D. M.; SILVA, J. F.; MIRANDA, S. M.; BARROS, A. **Lean Manufacturing: redução de desperdícios e a padronização do processo**. Disponível em: <<https://www.aedb.br/wp-content/uploads/2015/05/104157.pdf>>. Acesso em: 12 de jun. De 2020.

RODRIGUES, M. V. **Entendendo, aprendendo e desenvolvendo sistema de produção Lean Manufacturing**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

PEDRÃO, L. C. **Gerenciamento de projetos Lean; utilização otimizada de recursos garante sucesso na gestão de projetos**. Disponível em: <https://www.lean.org.br/comunidade/artigos/pdf/artigo_269.pdf>. Acesso em: 09 de jun. de 2020.

LOPES; T. O; FROTA, T. **O do lean manufacturing para melhoria do processo de produção em uma empresa de eletrodomésticos: um estudo de caso**. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_206_226_28060.pdf>. Acesso em: 09 de jun de 2020.

CAMPOS, V. F. **Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia a Dia**. 6. ed. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial Printed In Brazil, 1998.

BESSANT, J., CAFFYN, S., GILBERT, J., HARDING, R., & WEBB, S. **Rediscovering Continuous Improvement**. Technovation, 14(1), 17-29, 1994.

MINICUCCI, A. **Técnicas do trabalho em grupo**. 3ª ed., São Paulo, Atlas, 2001.

OSBORN, A. **O Poder Criador da Mente: Princípios e Processos do Pensamento Criador do "Brainstorming"**. Traduzido por E. Jacy Monteiro. São Paulo: Ibrasa editora, 1987.

DINIZ, G. C.; ROLDAN, L. W. B; NEVES, B. F. **Brainstorming Em Prol Da Produtividade: Um Estudo De Caso Em Três Empresas De Varginha/MG**. 10/2009. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/9354127-Brainstorming-em-prol-da-produtividade-um-estudo-de-caso-em-tres-empresas-de-varginha-mg.html>>. Acessado em jan. de 2021.

PILZ; D. M. **Ferramentas Da Qualidade: Uma Aplicação Em Uma IES Para Desenvolvimento De Artigos Científicos**; SIEF – Semana Internacional das Engenharias da FAHOR – 2011.

ALVES, J. B. M. **Teoria Geral de Sistemas: Em Busca da Interdisciplinaridade**. Florianópolis: Instituto Stela. 2012.

SILVA, L. M.; VIANNA, W. B.; KERN, V. M. **O sistemismo de bunge como base teórico-metodológica para pesquisa em ciência da informação**. V. 22, n. 2, p. 140-164, 2016. DOI: 10.19132/1808-5245222.140-164 Acesso em: 10 de jul. 2020.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da Pesquisa Científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

SHADISH, W. R., COOK, T. D.; CAMPBELL, D. T. (2002). **Experimental and quasi-experimental designs for generalized causal inference**. California, Wadsworth Cengage Learning.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da Pesquisa Científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

SILVA, D. & SIMON, F. O. **Abordagem Quantitativa De Análise De Dados De Pesquisa: construção e validação de escala de atitude**. Cadernos do CERU, 2(16), 11-27, 2005.

SHIBA, S.; GRAHAM, A.; WALDEN, D. **TQM: Quatro Revoluções Na Gestão da Qualidade**. Artes Médicas, Porto Alegre, 1997.

PALADINI, E. P. **Gestão da qualidade: teoria e prática**. São Paulo. Atlas, 2004.
SOKOVIÉ, M; JOVANOVIĆ, J; KRIVOKAPIC, Z; **Basic Quality Tools in Continuous Improvement Process**. Strojniški vestnik - Journal of Mechanical Engineering. 2009.
MARSHALL JUNIOR, I.; CIERCO, A. A.; ROCHA, A. V.; MOTA, E. B. **Gestão da qualidade**. Rio de Janeiro. FGV, 2006.

