

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CÂMPUS GUARAPUAVA
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

IAGO JOSÉ PETRECHEN

**PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA *LEAN*
MANUFACTURING EM UMA METALÚRGICA**

**GUARAPUAVA
2019**

IAGO JOSÉ PETRECHEN

**PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA *LEAN*
MANUFACTURING EM UMA METALÚRGICA**

Trabalho de Conclusão de curso apresentado à
Coordenação de Engenharia Mecânica, como
requisito parcial à obtenção do Título de Bacharel
em Engenharia Mecânica, da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Alamo Alexandre da Silva
Batista

GUARAPUAVA
2019

TERMO DE APROVAÇÃO

PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA *LEAN MANUFACTURING* EM UMA METALÚRGICA

IAGO JOSÉ PETRECHEN

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em Guarapuava, Paraná na data de 14 de JUNHO de 2019 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

ÁLAMO ALEXANDRE DA SILVA BATISTA
Prof. Orientador

ADRIANO MARTINS DE SOUZA
Membro Da Banca

RICARDO VINÍCIUS BUBNA BISCAIA
Membro Da Banca

ALDO PRZYBYSZ
Coordenador do Curso de Engenharia Mecânica

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

*“Quer você acredite que consiga fazer uma coisa
ou não, você está certo.”*

(Henry Ford)

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Alamo Alexandre da Silva Batista, por toda orientação e paciência no tempo de elaboração deste trabalho, e pelo conhecimento resultante deste, que com certeza utilizarei em minha carreira profissional.

À minha família, em especial minha mãe, Jurema Olívia Bento da Silva, e amigos, por todo suporte, amor e carinho que me deram durante esta desafiante jornada.

Aos professores e demais servidores da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, que contribuíram direta ou indiretamente para que meu sonho de alcançar esta graduação fosse realizado.

PETRECHEN, Iago J. **Proposta de implantação do sistema *Lean Manufacturing* em uma metalúrgica**. 2019. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso para obtenção de título de Bacharel em Engenharia Mecânica – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Guarapuava, 2019.

RESUMO

O sistema *lean manufacturing* é comumente aplicada na indústria de manufatura atual, pois no mercado globalizado se faz necessário otimizar os processos de produção para enfrentar toda a competitividade existente. Esse sistema propõe a redução dos desperdícios que uma empresa pode ter para aumentar a produtividade e diminuir os custos, melhorando o lucro e a relação com os clientes e fornecedores. O presente trabalho tem por objetivo propor a implantação desse sistema nos processos de produção de uma empresa metalúrgica na cidade de Guarapuava – PR. A empresa visitada teve suas etapas de manufatura analisadas detalhadamente, onde os pontos de possíveis melhorias foram identificados e, sobre eles foi aplicado o sistema *lean manufacturing*. Os problemas de produção da metalúrgica passaram por uma análise aprofundada, buscando soluções e, então, foi elaborada uma proposta de implantação onde foram abordadas as ações para atingir os objetivos propostos, através de sugestões de descentralização de funções importantes; melhorias no setor de fornecimento de matéria-prima; formas de manutenção de níveis de estoque que não causem desperdício; e de modelos de controle de qualidade nos processos de fabricação, assim como a capacitação dos colaboradores.

Palavras-chave: Produção enxuta. Desperdícios de Produção. Melhoria Contínua.

PETRECHEN, Iago J. **Proposal to implement the Lean Manufacturing system in a metallurgical.** 2019. 64 f. Completion of coursework to obtain a bachelor's degree in Mechanical Engineering – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Guarapuava, 2019.

ABSTRACT

The lean manufacturing system is commonly applied in today's manufacturing industry, because in the globalized market it becomes necessary to optimize production processes to face all existing competitiveness. This system proposes reducing the waste a company can have to increase productivity and lower costs, improving profitability and relationships with customers and suppliers. This paper aims to propose the implementation of this system in the production processes of a metallurgical company in the city of Guarapuava - PR. The company visited had its manufacturing stages analyzed in detail, where the points of possible improvements were identified and, on them, the lean manufacturing system was applied. The problems of production of the metallurgical industry underwent an in-depth analysis, looking for solutions, and then, a proposal of implantation was elaborated where the actions were approached to reach the proposed objectives, through suggestions of decentralization of important functions; improvements in the raw material supply sector; ways of maintaining non-wasteful inventory levels; and quality control models in the manufacturing processes, as well as the training of employees.

Keywords: Lean Manufacturing. Production Waste. Continuous Improvement.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura do trabalho	17
Figura 2 - Produção puxada.....	21
Figura 3 - Leiaute por linha	26
Figura 4 - Leiaute por processo	27
Figura 5 - Leiaute por posição.....	27
Figura 6 - Leiaute por células	28
Figura 7 - Fluxograma da metodologia	38
Figura 8 - Exemplo de estrutura metálica.....	40
Figura 9 - Treinamento dos soldadores	50
Figura 10 - Profissionais disponíveis para as funções.....	51
Figura 11 - Processo de melhoria no fornecimento.....	53
Figura 12 - Mudanças no estoque.....	55
Figura 13 - Relação entre áreas	56
Figura 14 - Controle de qualidade	58
Figura 15 - Diagrama de Ishikawa	58

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Termos japoneses	18
Quadro 2 - Aspectos <i>Lean Manufacturing</i>	19
Quadro 3 - Os sete desperdícios fundamentais	22
Quadro 4 - Os sete princípios lean manufacturing	23
Quadro 5 - Os princípios de parcerias	24
Quadro 6 - Os cinco sentidos	25
Quadro 7 - Os princípios da TPM	32
Quadro 8 - Fatores de risco na implantação do <i>lean manufacturing</i>	35
Quadro 9 - Proposta de implantação	49
Quadro 10 - Prós e contras do treinamento	51
Quadro 11 - Prós e contras do processo de melhoria no fornecimento.....	54
Quadro 12 - Prós e contras das mudanças no estoque.....	56
Quadro 13 - Prós e contras da implantação do controle de qualidade	59

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

5W2H	O quê, Quem, Onde, Quando, Por quê, Como, Quanto custa (do inglês - <i>What, Who, Where, When, Why, How, How much</i>)
CNC	Comando Numérico Computadorizado
IBCE	Indústria de Bens de Capital sob Encomenda
JIT	Na Hora Certa (do inglês - <i>Just-In-Time</i>)
MRP	Planejamento das Necessidades de Materiais (do inglês - <i>Material Requirement Planning</i>)
PDCA	Planejar, Fazer, Checar e Agir (do inglês - <i>Plan, Do, Check & Act</i>)
TPM	Manutenção Total Produtiva (do inglês - <i>Total Productive Maintenance</i>)
TRF	Troca Rápida de Ferramenta

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	OPORTUNIDADE DE PESQUISA.....	13
1.2	JUSTIFICATIVA.....	14
1.3	OBJETIVOS	15
1.3.1	Objetivo Geral	15
1.3.2	Objetivos Específicos	15
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO	15
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	18
2.1	LEAN MANUFACTURING	18
2.1.1	Just-in-time	19
2.1.2	Produção puxada	20
2.1.3	Os sete desperdícios fundamentais.....	21
2.1.4	Os princípios lean manufacturing.....	23
2.2	FOCO NAS ESTRUTURAS.....	24
2.2.1	Programa 5S	25
2.2.2	Leiaute de produção	25
2.3	FOCO NA MÃO DE OBRA	29
2.3.1	Poka-yoke	29
2.3.2	Jidoka.....	30
2.4	FOCO NOS EQUIPAMENTOS	31
2.4.1	Troca rápida de ferramenta.....	31
2.4.2	Manutenção produtiva total.....	32
2.5	FOCO NOS MOVIMENTOS.....	33
2.6	FATORES DE RISCO NA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA <i>LEAN MANUFACTURING</i>	34
3	ASPECTOS METODOLÓGICOS	37
4	DESENVOLVIMENTO	39
4.1	DESCRIÇÃO DA EMPRESA VISITADA	39
4.1.1	Setor de estruturas metálicas	39
4.1.2	Setor de fabricação e montagem de peças.....	41
4.2	PROBLEMAS NO PROCESSO DE PRODUÇÃO	42
4.3	ATIVIDADES DE MUDANÇA DE CULTURA ORGANIZACIONAL	43
4.3.1	Argumentos para a implantação	44
4.3.2	Visão.....	44
4.3.3	Rápido sucesso	45
4.3.4	Estruturas.....	46
4.3.5	Trabalho em equipe	46
4.3.6	Treinamento.....	47
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	49
5.1	TREINAMENTO DOS SOLDADORES.....	49
5.2	MELHORIAS NO FORNECIMENTO.....	52
5.3	MUDANÇAS NO ESTOQUE.....	54
5.4	APRIMORAMENTO DO CONTROLE DE QUALIDADE.....	57
5.5	SUGESTÕES ADICIONAIS DE MELHORIAS	60
6	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÃO DE TRABALHOS FUTUROS	61
	REFERÊNCIAS	63

1 INTRODUÇÃO

O sistema *lean manufacturing*, também conhecido como produção enxuta, é uma filosofia aplicada na gestão de empresas, que possibilita melhorias na qualidade dos produtos e diminuição do tempo e custo de produção, através do uso de ferramentas da qualidade com foco na redução de desperdícios, produzindo apenas o necessário, quando necessário e no menor tempo possível, atendendo os valores do cliente.

De forma geral, os princípios dessa filosofia são usados para combater os desperdícios por superprodução, estoque, transporte, defeitos, processamento, movimento e tempo de espera, que são os responsáveis por diminuir os lucros da empresa ao manter capital parado e desperdiçar matéria-prima (RODRIGUES, 2014).

Diante da constante expansão do mercado, com acirrada competitividade e uma economia instável, as organizações tendem a buscar meios de melhorar a eficiência de seus investimentos para obter o máximo de rendimento com o mínimo capital aplicado e, para isso, o *lean manufacturing* vem sendo uma alternativa almejada por propor o fluxo contínuo de valores, com seu total aproveitamento.

Contudo, a sua implantação é uma operação longa e delicada, comumente levando anos de aprendizado e investimentos, tendo um alto índice de fracasso para empresas que não conseguem adquirir a cultura e disciplina necessárias e, conseqüentemente, deve ser muito bem planejada dentro da realidade da organização em questão (DENNIS, 2008).

O setor de empresas metalúrgicas atua no ramo da Indústria de Bens de Capital sob Encomenda (IBCE), que é caracterizado pela produção de itens que servirão como base para a produção de outras indústrias, onde a força de produção é direcionada pelos clientes, com suas especificações técnicas para os produtos, que costumam ser fabricados em pequenos volumes e com grande variedade.

Essas empresas têm a necessidade de constante inovação com investimentos em tecnologia e adoção de estratégias para uma gestão de produção adequada. Além disso, existe pouca automação no seu processo de produção, onde normalmente sua mão de obra necessita de tempo de treinamento para capacitação dos operários, para que haja uma boa resposta aos pedidos dos clientes, com velocidade de produção e pontualidade de entrega, sem prejudicar o desempenho dos produtos (VOTTO; FERNANDES, 2014), criando dependência dos

colaboradores mais experientes da empresa e dificuldade de incorporação de novos trabalhadores.

A liberação de ordens define a carga de trabalho de forma a cumprir as datas de entrega, podendo ser periódica, contínua ou uma combinação das duas.

Controlando-se a carga de trabalho melhora-se a confiabilidade do processo de produção, auxiliando o *lean manufacturing* com a redução e a previsibilidade do *lead time*¹, um chão de fábrica mais enxuto e capacidade controlada de forma mais efetiva, possibilitando o uso do *heijunka*² e protegendo o sistema da variabilidade, a um custo mínimo de estoque ou capacidade (THURER; GODINHO FILHO, 2012), tendo uma aplicação adaptável e de fácil entendimento, mantendo o bom funcionamento da linha de produção.

Para aplicar os princípios da produção enxuta nesse segmento industrial deve-se deixar claro o que tem valor para o cliente, definindo as famílias de produtos disponíveis, mapeando o fluxo de valor, possibilitando uma produção nivelada e de fluxo contínuo ao utilizar os princípios *lean manufacturing* para criar e manter um processo de melhoria contínua (VOTTO; FERNANDES, 2014).

Tendo conhecimento dos benefícios que o *lean manufacturing* pode trazer e do trabalho que a sua implantação e manutenção podem gerar, o presente trabalho pretende analisar o processo de produção de uma empresa metalúrgica, buscando identificar a aplicação das ferramentas do produção enxuta e seu impacto na qualidade e tempo da manufatura, propondo mudanças pontuais no processo atual e que tipo de investimentos demandariam.

1.1 OPORTUNIDADE DE PESQUISA

A oportunidade de pesquisa do presente trabalho surgiu durante uma visita técnica, feita pelo autor com sua turma de engenharia mecânica em junho de 2018, na empresa Blount Industrial Ltda, fabricante de correntes para motosserras, localizada em Curitiba – PR. Grande parte do sucesso da empresa em questão se deu pela exímia gestão de todos os processos

¹ Tempo entre o pedido e a entrega do produto ou serviço.

² Nivelamento da carga de trabalho.

envolvidos, fazendo uso da filosofia *lean manufacturing* nos setores de produção e manutenção, por uma aplicação de melhoria contínua, que agiliza a produção e evita desperdícios.

Com este exemplo das ferramentas da produção enxuta implantadas com sucesso e os benefícios provenientes, surgiu a oportunidade de propor a implantação da mesma filosofia em uma empresa da mesma área (metalmecânica) que não a possuía, apontando os principais ganhos que a acompanhariam.

1.2 JUSTIFICATIVA

Os princípios do *lean manufacturing* são conhecidos pelo conceito da melhoria contínua nos processos de produção que, por sua vez, é capaz de eliminar os desperdícios que ocorrem na empresa, seja com estoques, tempo improdutivo ou recursos materiais mal aproveitados. Apesar de sua criação ter sido baseada no modelo de produção Toyota³, é possível aplicar a maior parte desses princípios em outros tipos de empresas, contanto que sejam feitas as adaptações necessárias para adequar o processo de melhoria à realidade da organização.

Quando se analisa o ramo metalúrgico, percebe-se que a implantação desse sistema pode trazer benefícios para os seus processos de produção (fundição, usinagem, corte, solda, conformação, etc.), tendo alguns exemplos: a padronização da produção, um controle de qualidade rigoroso, a otimização da produção, redução do tempo de entrega dos produtos, além da diminuição de materiais retrabalhados ou inutilizados e o aperfeiçoamento das técnicas de manutenção.

Assim, o presente trabalho visa responder a seguinte pergunta: quais ganhos uma empresa metalúrgica poderia ter ao implementar um sistema de produção *lean manufacturing*? Para este fim, foram propostos os seguintes objetivos.

³ A Toyota Motors Corporation é considerada a pioneira do sistema *lean manufacturing*.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo do presente trabalho é propor a implantação do sistema *lean manufacturing* nos processos de produção de uma empresa metalúrgica na cidade de Guarapuava – PR.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a possibilidade de descentralização de funções importantes no setor de estruturas metálicas;
- Propor melhorias no setor de fornecimento de matéria-prima, com base no *lean manufacturing*;
- Identificar formas de manutenção dos níveis de estoque que não causem desperdício;
- Indicar modelos de controle de qualidade nos processos de fabricação, assim como a capacitação dos colaboradores nessa área.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

A estrutura do presente trabalho possui seis capítulos, sendo que no capítulo 1 é feita a introdução ao tema, seguida pela oportunidade de pesquisa, depois pela justificativa para condução do estudo e pelos objetivos geral e específicos.

O capítulo 2 aborda a fundamentação teórica. Nele é exposto o sistema *lean manufacturing* com seus princípios, além de suas principais técnicas e ferramentas: programa 5S, leiaute de produção, *poka-yoke*, *jidoka*, TRF, TPM e *kanban*. Também são tratados os riscos envolvidos na implantação desta filosofia.

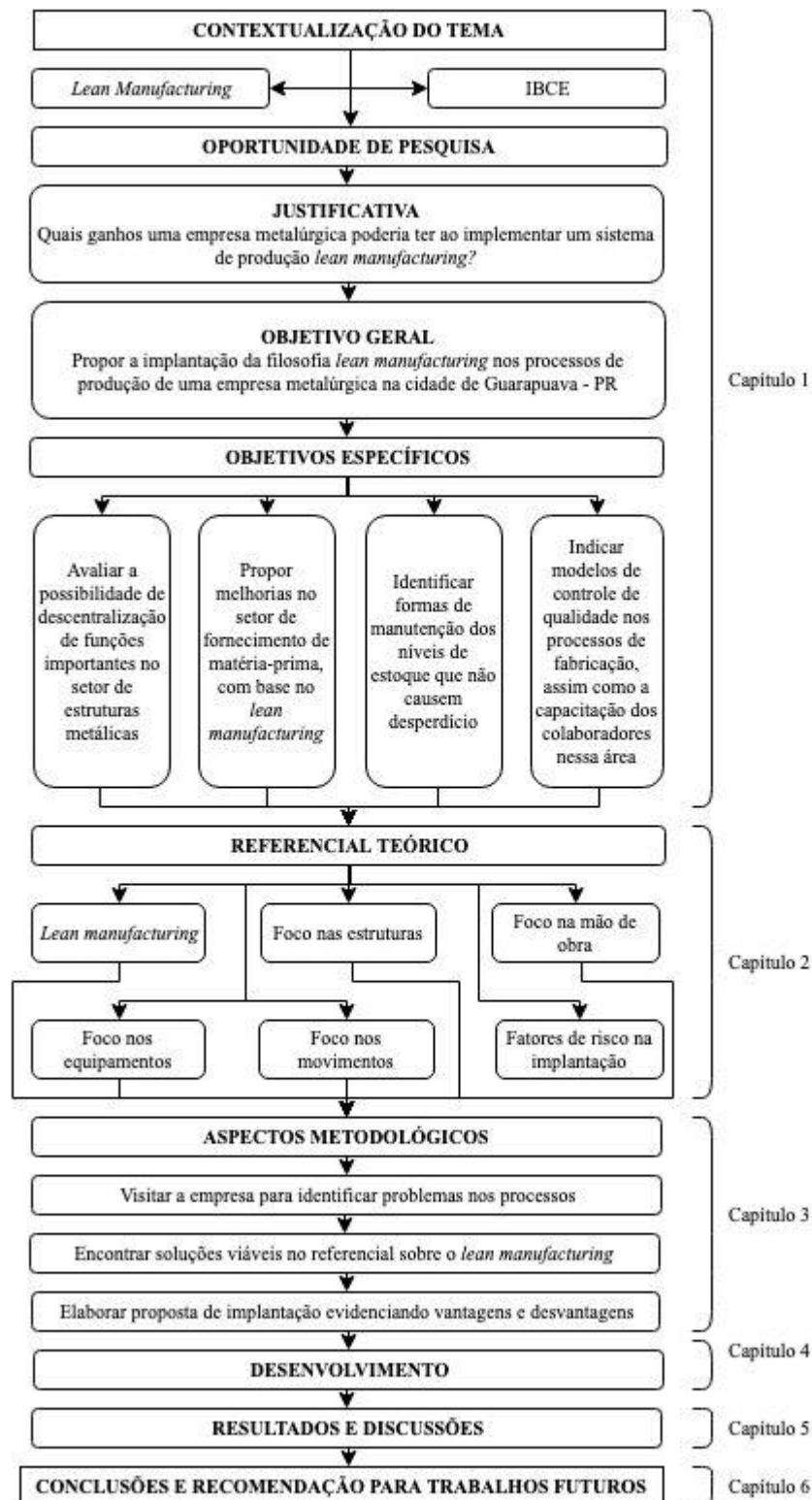
Já o capítulo 3 traz a metodologia utilizada no trabalho, onde são detalhados a coleta de dados, o levantamento bibliográfico, a abordagem metodológica e as limitações encontradas. Assim, foi descrito como foram encontrados os principais problemas de produção da empresa e como foram elaboradas as sugestões de melhorias, baseadas no referencial teórico sobre o tema.

O capítulo 4 por sua vez expõe o desenvolvimento do trabalho, onde é descrito detalhadamente o cenário a ser trabalhado, destacando os principais problemas para, então, buscar por soluções, com base em autores de materiais sobre a metodologia da produção enxuta.

No capítulo 5 são apresentados os resultados e discussões, no qual é apresentada a proposta de implantação, tema do trabalho, com sugestões de melhorias para os principais problemas identificados. Para cada sugestão são listadas as vantagens e desvantagens de sua implantação, onde é feito um balanço dos esforços e benefícios para validar sua aplicabilidade.

Por fim, o capítulo 6 elenca as conclusões deste estudo e faz recomendações para trabalhos futuros seguindo a linha do presente tema, como mostra a figura 1, com toda a estrutura do trabalho mapeada.

Figura 1 - Estrutura do trabalho



Fonte: Autoria própria (2019)

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 LEAN MANUFACTURING

O surgimento dessa filosofia ocorreu no Japão com a Toyota, mas atualmente é um método difundido mundialmente, sendo que no Brasil há o exemplo da filial da General Motors, que obteve ganhos expressivos com a adoção do novo sistema de manufatura, onde a grande maioria dos indicadores de desempenho utilizados demonstraram resultados positivos, confirmando as melhorias (DOS REIS; BARROS, 2005).

De maneira geral, um projeto de implantação desse tipo de sistema requer investimento por parte da empresa, incluindo tempo, consultoria, equipamentos e treinamento, mas que em comparação com os resultados que são alcançados, se mostram relativamente baixos (SILVA, 2006).

No quadro 1 estão conceituados os termos japoneses utilizados neste texto.

Quadro 1 - Termos japoneses

Termo japonês	Conceito
Heijunka	Sequenciamento de pedidos que resulta no nivelamento da produção.
Jidoka	Automação ao toque humano, com funções supervisoras que param a produção em caso de anormalidades.
Kaikaku	Mudança no sistema de manufatura de forma radical.
Kanban	Sinalização nas etapas de produção que controla o fluxo da manufatura e do transporte.
Kaizen	Melhoria contínua do sistema através de pequenas mudanças feitas no dia-a-dia.
Poka-Yoke	Evitar defeitos nos processos de produção utilizando dispositivos a prova de erros.

Fonte: Baseado em RODRIGUES (2014)

Tendo o sistema *just-in-time* (JIT) como um dos seus principais pilares, e fazendo uso do *kaizen*, o *lean manufacturing* baseia-se na participação ativa de todos os empregados e parceiros para a manutenção da cultura empresarial de produção otimizada. Além disso, o *kaikaku* pode ser usado como precursor da melhoria contínua, acelerando a implantação desse sistema (SANTOS; WYSK; TORRES, 2009).

Ao mesmo tempo, o ciclo PDCA (planejar, fazer, checar e agir) é uma atividade primordial da gerência, que deve praticá-la e ensiná-la a seus subordinados frequentemente, para que esse tipo de pensamento faça parte de todas as atividades, desde o *kaizen* diário, passando pela solução de problemas, até o planejamento estratégico (DENNIS, 2008).

A jornada para a efetiva implantação desse sistema costuma ser difícil e demorada. Cada organização, por ser única, deve levar em consideração a cultura, as pressões organizacionais e a infraestrutura que possui, analisando quais resultados são tangíveis para essa mudança de cultura, ao invés de simplesmente tentar copiar os processos de uma outra organização, que já tenha implantado o *lean manufacturing* com sucesso, pois o compromisso humano é tão importante quanto o financeiro para tal metodologia (BHASIN, 2012).

Todavia, quando se deseja avaliar a aplicação de alguma técnica específica quanto ao seu desempenho, além de verificar os avanços que podem ser obtidos com a realização de tal estratégia, pode-se conduzir um processo de *benchmarking*⁴, buscando-se atingir a classe mundial de produção com um desempenho superior através de escolhas coerentes quanto a esse tema (VEIGA; LIMA; COSTA, 2008), com a superioridade desse desempenho podendo ser definida em várias dimensões que costumam ser consideradas conflitantes, como baixo custo e alta qualidade, velocidade e flexibilidade na produção, priorizando o reforço na competitividade (GONÇALES FILHO; CAMPOS; ASSUMPCÃO, 2016).

Assim, o *lean manufacturing* se faz muito atrativo, tanto para pesquisadores, quanto para empresários onde, na área teórica e na prática, foram e continuam sendo feitos inúmeros estudos e análises com o intuito de aprender e aplicar essa renomada filosofia, cujos benefícios são notórios e muito almejados.

2.1.1 *JUST-IN-TIME*

Partindo do princípio de que algo só deve ser produzido quando alguém (cliente) requisitá-lo, o *just-in-time* (JIT) propõe entregar o produto correto, na quantidade exata, com qualidade solicitada e no momento exato em que este é necessário, através de metodologias que otimizam a produção (SANTOS; WYSK; TORRES, 2009).

O quadro 2 traduz os principais aspectos dessa metodologia:

Quadro 2 - Aspectos *Lean Manufacturing*

Aspectos da metodologia	Definição
Produção enxuta	Produção sem estoques ou desperdícios.

(continua)

⁴ Análise dos produtos ou serviços ofertados pelos concorrentes.

(continuação)

Fluxo contínuo	Manufatura nivelada, com produção uniforme e constante.
Melhoria contínua	Esforços para que problemas sejam resolvidos constantemente, mantendo flexibilidade e qualidade nas operações.

Fonte: Baseado em CORRÊA; CORRÊA (2012)

O planejamento e controle da produção feito sob a ótica do JIT representa muito mais do que apenas se concentrar nos tempos relacionados à produção e entrega. É correto associá-lo à uma política de redução de estoques de matéria-prima pela entrega em intervalos e lotes menores, porém esse sistema é bem mais abrangente, capaz de desenvolver técnicas de padronização de operações, adequação do posto de trabalho, total aproveitamento de RH, melhorias de fornecimento, manutenção otimizada, redução de tempos improdutivos e aumento da qualidade dos produtos (LUSTOSA et al., 2008).

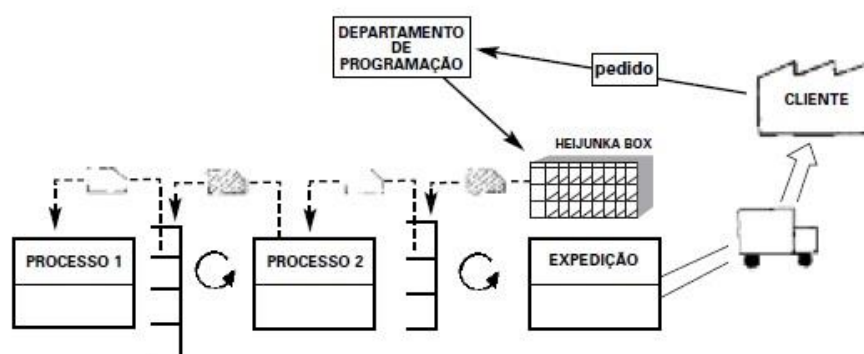
O JIT pode ser considerado a principal base da produção enxuta, sendo tratado como sinônimo por alguns autores quando são abordados seus objetivos, que são praticamente os mesmos, bem como as ações propostas para alcançá-los. É também uma metodologia capaz participar de qualquer setor da organização que tenha influência nos resultados da produção e venda dos produtos e, por isso, quando se fala em *lean manufacturing*, o JIT está presente.

2.1.2 PRODUÇÃO PUXADA

Para que seja possível utilizar esse tipo de sistema de produção, é necessário que o fluxo da produção seja contínuo, de forma nivelada e precisa, para evitar grandes estoques e produzir apenas o que o cliente solicita, ou seja, a partir da demanda de produtos finais pelos clientes, uma demanda é criada para cada etapa do processo de produção, da última para a primeira e assim puxando a produção (RODRIGUES, 2014).

Na figura 2 está esquematizado um sistema de produção puxada com “loja” ou supermercado, onde são colocadas as peças produzidas e os colaboradores “compram”, criando um estoque controlado usado para programar o fluxo do processo através do *kanban*. Com o uso de uma caixa de *heijunka*, a produção é programada e nos diz visualmente quando, o que e quanto produzir (DENNIS, 2008).

Figura 2 - Produção puxada



Fonte: Definição de Produção Puxada e Sistemas Puxados (2018)

Esse sistema é feito a partir da previsão da demanda, passando pelo plano-mestre de produção e pelo planejamento de necessidades de materiais, para que se possa calcular o nível de estoque que deverá ser mantido nesses “supermercados” que são utilizados pelos clientes internos da fábrica, ou seja, os trabalhadores ou máquinas de cada etapa de produção e, durante a produção, esses estoques devem ser repostos sempre que seus níveis diminuam a ponto de passar do nível determinado, através das solicitações por *kanban* (TUBINO, 2000).

O sistema puxado facilita a organização da produção e dita o ritmo correto, mantendo um mínimo estoque de segurança entre as etapas para que a produção não pare por falta de peças e, simultaneamente, não acumule itens desnecessários, que é a proposta da manufatura enxuta.

2.1.3 OS SETE DESPERDÍCIOS FUNDAMENTAIS

O sistema *lean manufacturing* tem como principal foco a eliminação de desperdícios nas diferentes etapas e níveis da produção, através de mudanças que seguem alguns princípios desenvolvidos justamente para combater essas perdas. Por isso, se faz necessária a descrição de tais tipos de desperdícios, bem como os princípios capazes de reduzi-los, para melhor entendimento desse sistema.

A conhecida relação em que o lucro de uma empresa está na diferença entre o preço e o custo dos seus produtos, muitas vezes, é negligenciada, mantendo-se atividades que não agregam valor ao processo de produção, mas geram custos que acabam por diminuir o lucro. O desperdício pode ser definido como tudo que não seja absolutamente essencial, e o trabalho em

um produto, como qualquer atividade que lhe agregue valor (SANTOS; WYSK; TORRES, 2009).

É comum haver ambiguidade a respeito do que agrega valor e do que é desperdício na fabricação de produtos, surgindo algumas contradições que precisam de uma verdadeira compreensão da manufatura enxuta para maximizar os rendimentos (GUMBO; KLINE; BUMGARDNER, 2006). Durante o desenvolvimento do *lean manufacturing*, sete grandes grupos de desperdícios foram apontados como prioridade para serem reduzidos ou eliminados, conforme o quadro 3:

Quadro 3 - Os sete desperdícios fundamentais

Desperdício	Definição
Superprodução	Ocorre quando se produz mais que o necessário ou fora do cronograma adequado, gerando estoques extras que significam capital parado e gastos com armazenamento.
Transporte	Todo movimento desnecessário de matéria-prima, peças ou equipamento acaba gerando gastos desnecessário de tempo e energia e, portanto, custos. Geralmente ocorre devido à má organização de leiautes.
Estoque	Como o nome sugere, este tipo de desperdício provém da estocagem de peças ou produtos em quantidades maiores do que a necessária para cumprir os pedidos dos clientes, causando gastos com o armazenamento além de capital parado.
Defeitos	Quando um produto sai de um processo de produção não atendendo as especificações e necessidades dos clientes internos (próxima etapa de produção) ou externos, é necessário fazer retrabalho ou refugar o item gerando custos e desperdícios.
Processamento	Este tipo de desperdício engloba todos os procedimentos e atividades presentes no processo de produção que não agregam valor ao produto, como dimensionalização inadequada de equipamentos, por exemplo, apenas gerando custos.
Movimento	Ocorre pela movimentação desnecessária de pessoas, onde os operadores trabalham com inadequações no posicionamento de ferramentas, localização dos equipamentos e aspectos ergonômicos.
Tempo de Espera	Trata-se de todo o tempo inutilizado durante o processo de produção, podendo ser de espera do lote ou do processo, ambos sendo significativos e gerando desperdícios.

Fonte: Baseado em RODRIGUES (2014)

Entre todos esses desperdícios, merece atenção especial aquele relativo ao estoque, pois um inventário excessivo serve de alerta para problemas negligenciados na empresa, por exemplo, lotes de produção aumentados para remediar uma baixa qualidade de processo, gerando armazenamento de produtos provavelmente inutilizados, além dos custos de armazenagem e manutenção do inventário (SANTOS; WYSK; TORRES, 2009).

Portanto, deve-se sempre tentar melhorar o trabalho envolvido com o produto, enquanto se reduz os desperdícios que o seu processo de produção possui, caminhando no mesmo sentido dos princípios da produção enxuta: produzir melhor e mais rápido gastando menos.

2.1.4 OS PRINCÍPIOS LEAN MANUFACTURING

A produção sem desperdícios é um sinônimo do *lean manufacturing*, onde baseia-se no JIT, *kaizen* e *jidoka* para diminuir o *lead time* e os custos de modo geral, ao passo que se aumenta a qualidade dos produtos e, para isso, é preciso considerar certos fatores que melhoram o sistema de trabalho (SANTOS; WYSK; TORRES, 2009). A filosofia da produção enxuta associa de maneira eficaz os seus objetivos, valores, visão e missão, norteando toda a organização através de um plano estratégico integrado, onde o processo é analisado com a aplicação de sete princípios, definidos no quadro 4:

Quadro 4 - Os sete princípios lean manufacturing

Princípio	Definição
Fluxo de processos contínuos	Através do programa 5S e do leiaute das células de produção pode-se atingir esse princípio, onde os são expostos os problemas que devem ser resolvidos com estratégias organizacionais de todos os níveis e setores.
Produção puxada	O <i>kanban</i> tem sido o sistema mais utilizado para controlar a produção puxada, que começa com o pedido do cliente com as especificações e o valor desejados.
Nivelamento do trabalho (Heijunka)	Com o mapeamento, medição, gestão e controle dos processos é possível coordenar de forma integrada as unidades, equipamentos e equipes para nivelar a carga de trabalho.
Cultura da qualidade, fazendo certo de primeira	Para eliminar os desperdícios com retrabalho é preciso estabelecer uma cultura na empresa, onde os problemas são solucionados de forma rápida e eficaz e as falhas são evitadas através de sistemas programados que param a produção em casos de anormalidades.
Padronização para melhoria contínua e aprendizagem	Apenas quando a produção está estabilizada, com práticas melhoradas, colaboradores capacitados e equipamentos calibrados, é que se deve padronizar o processo, num ponto ótimo onde previsões adequadas são possíveis dentro das metas estabelecidas.
Controle visual de problemas	A observação dos processos no chão de fábrica é a melhor forma de detectar inconformidades, pois se a produção possui uma sinalização visual adequada, é possível fazer essa detecção de forma rápida e precisa.

(continua)

(continuação)

Tecnologia alinhada aos processos e colaboradores	Deve-se ter foco nas pessoas, onde novas tecnologias devem ser adaptadas à cultura e organização da empresa, para que tenham participação ativa em práticas como a TPM (Manutenção Produtiva Total), TRF (troca rápida de ferramenta) e autonomia.
--	--

Fonte: Baseado em RODRIGUES (2014)

Além disso, existem três princípios que devem ser utilizados para analisar as parcerias internas e externas da empresa, afim de fortalecer as relações entre esta e as pessoas, apresentados no quadro 5:

Quadro 5 - Os princípios de parcerias

Princípio	Definição
Desenvolvimento de líderes comprometidos	São necessários líderes da organização que disseminem a cultura desejada pela empresa, planos de carreira consistentes e políticas de RH para que líderes surjam na base da organização e nela permaneçam por longa data.
Desenvolvimento de pessoas e equipes	Todos os colaboradores e equipes da empresa, através de treinamento, devem ter conhecimento pleno de suas atividades, além do envolvimento e responsabilidade com todas as outras atividades da organização.
Cooperação e respeito aos parceiros	Um dos pilares da organização deve ser o conhecimento compartilhado com seus parceiros e fornecedores, em um clima de cooperação e estabilidade, para manter relações de longo prazo.

Fonte: Baseado em RODRIGUES (2014)

Através do cumprimento dos princípios apresentados ocorre a mudança de cultura organizacional, que é capaz de manter a melhoria contínua e, por consequência, o sistema de produção enxuta que, por sua vez, traz os benefícios desejados desde antes do projeto de sua implantação.

2.2 FOCO NAS ESTRUTURAS

Neste e nos próximos subcapítulos é apresentada uma sistematização dos quatro focos necessários à implantação do sistema *lean manufacturing*, abordando métodos e ferramentas que podem auxiliar na redução de desperdícios da produção através de sua otimização.

Para possibilitar o sucesso na implantação do *lean manufacturing* é necessário adequar a parte estrutural da produção, com o uso de um leiaute propício e a organização da linha para que esta funcione de forma eficaz (VOSS, 2005), pois mesmo que a empresa tenha foco e comprometimento para atingir uma meta específica, processos inadequados ou uma infraestrutura desalinhada acabarão por levá-la à falha.

2.2.1 PROGRAMA 5S

Esta ferramenta tem como principal objetivo educar e encorajar os trabalhadores a desenvolver atitudes e hábitos que os permitem manter o seu ambiente de trabalho de forma ordenada, através de ações como classificação, organização e limpeza de tudo que nele se encontra (SANTOS; WYSK; TORRES, 2009), sendo proveniente da cultura japonesa e constituído por cinco sentidos que servem de guia para a aplicação da metodologia de melhorar o ambiente de trabalho, descritos no quadro 6:

Quadro 6 - Os cinco sentidos

Senso	Definição
Utilização	É o sentido usado como base para se utilizar os espaços disponíveis de maneira inteligente.
Organização	Serve para organizar todos os objetos do ambiente de trabalho para que o acesso e utilização dos recursos seja prático e rápido.
Limpeza	Cuida da limpeza e manutenção de equipamentos, ferramentas e estruturas, para que as condições de uso sejam sempre favoráveis.
Padronização	Padroniza-se bons hábitos e ações eficazes para os procedimentos e normas, mantendo-se boas condições de trabalho e saúde para os colaboradores.
Disciplina	Trata-se do sentido que cria a cultura em que bons comportamentos e hábitos são incentivados, zelando pelos outros quatro sentidos.

Fonte: Baseado em RODRIGUES (2014)

Como o *lean manufacturing* surgiu da percepção de problemas no chão de fábrica, os sentidos apresentados se encaixam perfeitamente dentro dos seus princípios, pois além de facilitar as atividades laborais, ainda ajudam a detectar possíveis problemas, devido à clareza da sua organização.

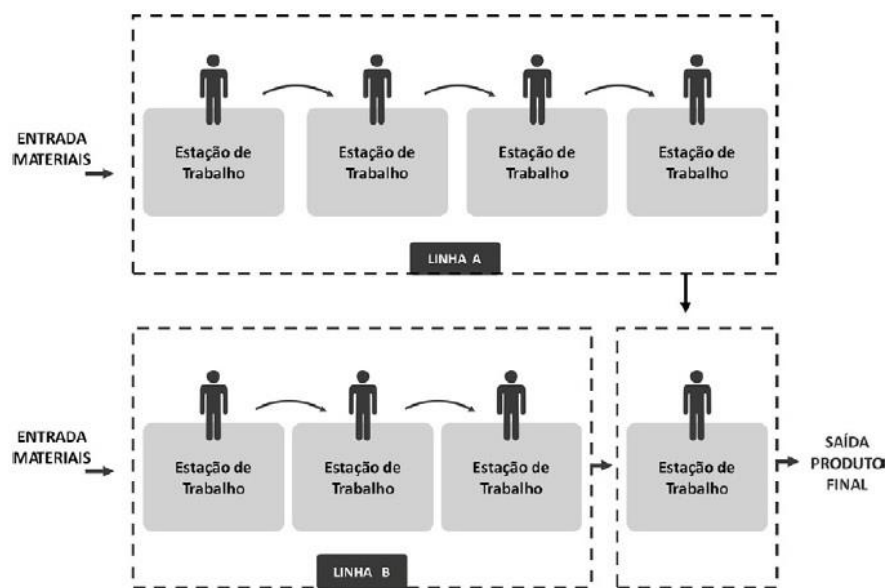
2.2.2 LEIATE DE PRODUÇÃO

A performance e o *lead time* (tempo entre o pedido e a entrega) de um processo de produção são diretamente afetados pelo local em que o processo ocorre, a disposição e a forma que estão alocados o processamento e a armazenagem dos materiais, máquinas, equipamentos e produtos (SANTOS; WYSK; TORRES, 2009), sendo uma das etapas mais importantes da definição, planejamento e operação da produção a definição do leiaute do setor produtivo e, para que esta seja feita corretamente, é necessário analisar quesitos como a capacidade do

sistema, custos envolvidos, além do balanceamento e velocidade de produção (RODRIGUES, 2014). Os principais tipos de leiaute são:

- **Leiaute por linha:** ilustrado pela figura 3, é o leiaute em que as operações têm uma sequência definida, assim como as estações de trabalho, comumente utilizado quando não há muita diversidade na produção, possibilitando uma larga escala produtiva com baixo custo unitário. Facilita a metodologia de controle, gestão e previsão, mas demanda de um alto investimento inicial;

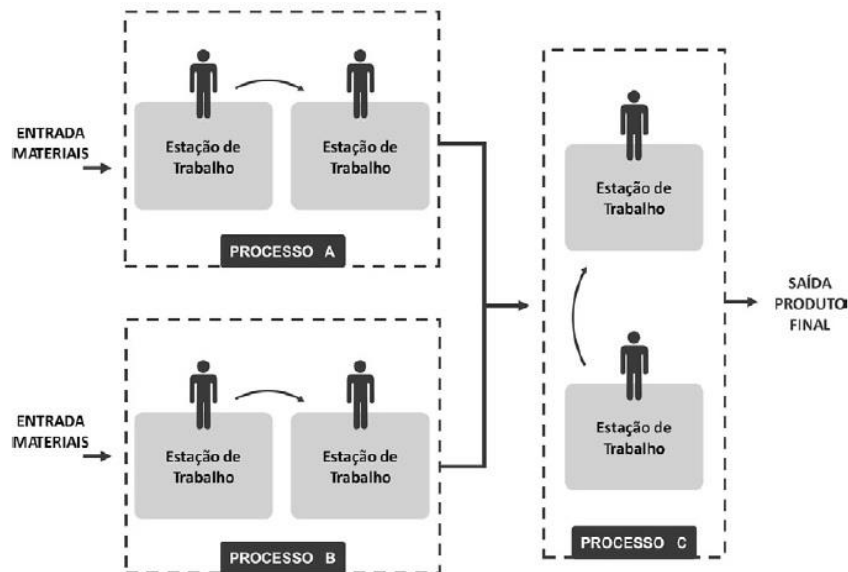
Figura 3 - Leiaute por linha



Fonte: RODRIGUES (2014)

- **Leiaute por processo:** como se vê na figura 4, trata-se do agrupamento de atividades similares na mesma área, seguindo uma ordem de processamento para cada tipo de produto. Possui uma velocidade menor e custo unitário maior em relação ao leiaute por linha e maior flexibilidade;

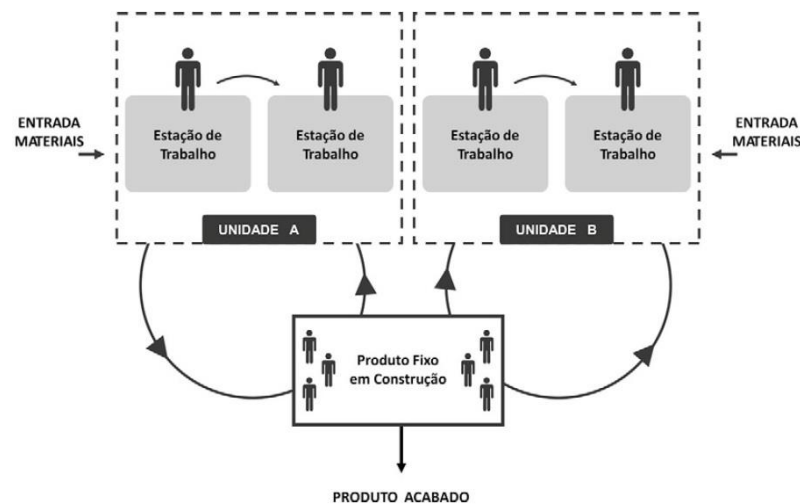
Figura 4 - Leiaute por processo



Fonte: RODRIGUES (2014)

- **Leiaute por posição:** para produtos em que é preferível mantê-los fixos em um local durante todo o processamento, é mais vantajoso deslocar as estações de trabalho ao seu redor, propiciando a concepção de produtos únicos, muitas vezes apenas uma unidade, praticamente sem padronização, mostrado na figura 5;

Figura 5 - Leiaute por posição

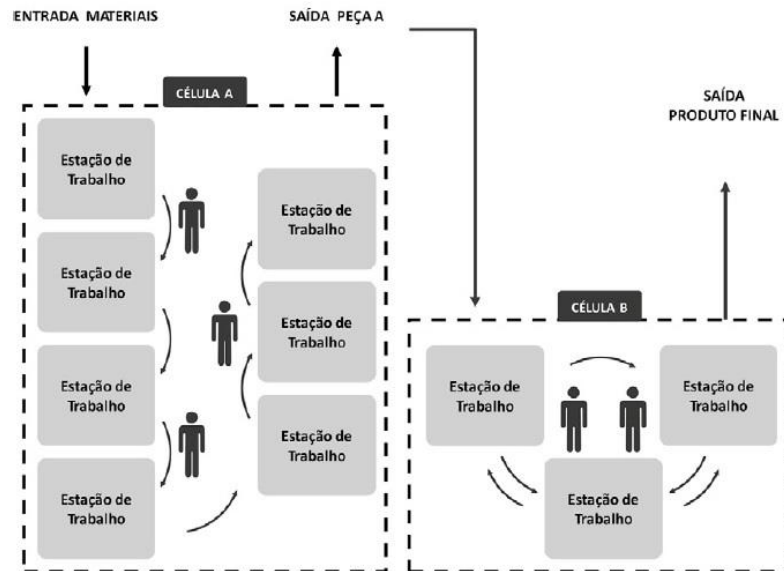


Fonte: RODRIGUES (2014)

- **Leiaute por células:** geralmente é feito em formato de “U” buscando flexibilidade e ação produtiva completa nas peças ou componentes. Para defini-lo, leva-se em conta o balanceamento da linha, tamanho dos lotes, espaço disponível e especificidades do processo, criando “tecnologia de grupo”, que é a

concepção ou processamento de peças e componentes com características semelhantes, exemplificado pela figura 6.

Figura 6 - Leiaute por células



Fonte: RODRIGUES (2014)

É válido propor mudanças no leiaute de uma planta quando o local é pequeno ou antiquado ou se existe a possibilidade de construção de uma instalação que permita o leiaute ideal para o caso específico. Também quando se adquire novos equipamentos para atender a necessidades tecnológicas da empresa, necessitando de dispor o espaço adequado a todas as máquinas para maximizar a eficiência do sistema. Além disso, deve-se rever o leiaute sempre que o fluxo de materiais ou pessoas estiver defasado (SANTOS; WYSK; TORRES, 2009).

Para se definir o leiaute adequado, primeiro formula-se o problema, definindo-se um objetivo que deve ser cumprido e então analisa-se esse problema buscando alternativas, priorizando a área geral ou espaço total compartilhado, adaptando a solução ideal para a prática, comparando diferentes soluções e depois especificando a correta (SANTOS; WYSK; TORRES, 2009).

A escolha do leiaute adequado para o setor de produção acaba por evitar perdas de tempo e acidentes que poderiam ocorrer em um ambiente de trabalho mal organizado e, para realizar essa escolha deve-se sempre levar em consideração atributos como praticidade e ergonomia, para melhorar ao máximo as condições de trabalho.

2.3 FOCO NA MÃO DE OBRA

Pessoas são o único recurso que uma empresa não pode comprar e, por isso, para que estas sejam motivadas devem ser consideradas pontos importantes e integrados às ações produtivas, como parte integrante do mecanismo de produção. Para prevenção de falhas humanas e desperdícios nos processos surge o *poka-yoke* e para a autonomia do colaborador diante de um sistema automatizado, o *jidoka* (RODRIGUES, 2014).

Também é necessário promover o envolvimento das pessoas com a empresa tão intensamente quanto a produção e a qualidade, desenvolvendo as habilidades necessárias para isso, e criando a flexibilidade e criatividade para se manter firme em mercados, tecnologias e condições financeiras que mudam com extrema rapidez e, por isso o conhecimento, a experiência e a criatividade de todos os membros da equipe são alguns dos bens mais preciosos da empresa. Atividades como o círculo e treinamento prático *kaizen* e programas de sugestões apoiam esse envolvimento por serem importantes canais para atingir as metas relacionadas a isso (DENNIS, 2008).

Para aproveitar ao máximo a mão de obra que possui, a empresa deve utilizar dessas técnicas que tem por objetivo evitar falhas humanas e ao mesmo tempo manter o ser humano na supervisão das máquinas para evitar anormalidades nos processos, sempre incentivando a iniciativa da parte dos colaboradores para melhorar o envolvimento humano com as tecnologias.

2.3.1 POKA-YOKE

O conceito criado por Shigeo Shingo é definido como uma ferramenta visual e física que deve ser utilizada em conjunto com a inspeção para se evitar erros, com o objetivo de garantir total qualidade às peças fabricadas (SANTOS; WYSK; TORRES, 2009), como por exemplo o tear a prova de erros desenvolvido por Sakichi Toyoda ⁵no século XX, dotado de dispositivos que automaticamente identificavam desvios ou erros de operações e desligavam a máquina.

⁵ Pai do fundador da Toyota Motors Corporation

Partindo do princípio de que a falha humana é inevitável, a confiabilidade de um sistema produtivo depende diretamente da sua relação com as falhas humanas (RODRIGUES, 2014).

Basicamente, a implementação de dispositivos simples e de baixo custo que detectem possíveis situações anormais, reduz a sobrecarga física e mental dos trabalhadores, pois elimina-se a constante necessidade de verificar erros comuns que provocam defeitos, como pular etapas de processo, ajuste errado de peças e peças faltando, por exemplo (DENNIS, 2008).

A utilização dessa ferramenta é justificada pelos resultados que podem ser obtidos ao usar o seu método, que indica ao operador o modo adequado de proceder com uma operação, podendo parar máquinas em caso de anormalidade e/ou dar advertências visuais ou sonoras, além do pequeno custo da implantação desse auxílio, que combate grandes causadores de desperdícios.

2.3.2 *JIDOKA*

Também conhecido pelo termo automação ou “automação com toque humano”, são sistemas presentes em linhas de produção que possibilitam a parada do processo em caso de anormalidades, sinalizando de forma visual e criando condições operacionais para a multifuncionalidade, além de buscar o fim dos defeitos e apoiar a gestão da produção (RODRIGUES, 2014).

O termo japonês refere-se ao trabalhador agir quando percebe algo inadequado na sua área de trabalho, fortalecendo a capacidade do processo, identificado e contendo os defeitos e dando *feedback* para que rápidas contramedidas possam ser tomadas (DENNIS, 2008).

Devido ao desbalanceamento de certos sistemas existentes, o *jidoka* pode, adicionalmente, servir como mecanismo de integração do ser humano com um sistema automatizado, partindo do princípio de que é melhor que o operador controle o sistema ao invés do contrário (SANTOS; WYSK; TORRES, 2009).

Com o ser humano sendo colocado no controle e supervisão das máquinas que trabalham de forma automática, para evitar que estas façam alguma ação não programada ou de forma errada, une-se os pontos fortes de homem e máquina: a detecção de anormalidades com tomada de decisão e a grande capacidade de produção com tecnologia de ponta.

2.4 FOCO NOS EQUIPAMENTOS

Representando um dos maiores investimentos de uma organização, os equipamentos em geral apresentam retorno deste capital investido apenas se a produção está ocorrendo de forma eficaz, sem paradas involuntárias de máquinas. Para minimizar os desperdícios por paradas na produção existem os métodos Troca Rápida de Ferramenta (TRF) e Manutenção Produtiva Total (TPM) (RODRIGUES, 2014).

É importante que a fabricação de produtos dentro de um sistema enxuto seja feita em pequenos lotes, para que a produção possa ser nivelada adequadamente. Contudo, trabalhar com constantes mudanças de configuração de máquinas para produzir diferentes produtos, acaba por aumentar o tempo gasto com *setups* e, por isso, a empresa deve ser o mais ágil e flexível possível para reduzir ao máximo o tempo de preparação das máquinas (SANTOS; WYSK; TORRES, 2009).

Evoluindo-se a manutenção juntamente com as suas técnicas, garante-se a sobrevivência e o adequado funcionamento de todo o equipamento da empresa, através das ações que remediam falhas que já tenham ocorrido e que previnem futuros problemas com o equipamento que possam, eventualmente, causar falhas (SANTOS; WYSK; TORRES, 2009).

Na busca por reduzir ao máximo o tempo de máquina parada, seja por *setup* (preparação) ou manutenção, todas as preparações que puderem devem ser feitas antes da máquina parar e, as que não tiverem essa possibilidade, que ocorram no menor tempo possível. Deve-se também utilizar de manutenções preventivas para garantir o funcionamento ininterrupto dos equipamentos, ou ainda as preditivas, que exploram ao máximo a vida útil dos componentes das máquinas, sem causar paradas não planejadas.

2.4.1 TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTA

Os processos de manufatura têm como principal causa de desperdício de tempo o tempo de *setup*, que é o tempo de preparação de máquinas ou equipamentos para realizar certa atividade. Quanto maior a diversidade de atividades que uma máquina tem de realizar, maior a quantidade de *setups* que deverão ser feitos e, portanto, mais tempo parada. Para reduzir esse tempo improdutivo, a TRF possui quatro etapas (RODRIGUES, 2014):

- Na primeira etapa, a linha de produção deve ser estudada quanto aos tempos ativo e passivo com a ajuda de filmagens e cronômetro, além do parecer dos operadores e supervisores;
- Na segunda etapa, deve-se dividir o *setup* em interno e externo, onde o primeiro refere-se à parte que necessita da parada da máquina para ser feito e o segundo, à parte que pode ser feita com a máquina trabalhando;
- Na terceira etapa, o objetivo é converter, na medida do possível, todos os *setups* internos em externos, diminuindo o tempo de máquina parada através de ações como a preparação antecipada das condições operacionais e a padronização das atividades; e
- Na quarta etapa, deve-se racionalizar todas as operações de *setup* para que as melhorias sejam padronizadas.

2.4.2 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL

O processo de melhoria contínua na área de manutenção está relacionado aos objetivos estratégicos definidos e gera grande impacto nos resultados da empresa, obtendo redução nos tempos inativos da produção que diminuem a agilidade e flexibilidade do processo, bem como sua escala de produção e, para isso, é necessária a aprendizagem organizacional aliada à inovação (OPRIME; MONSANTO; DONADONE, 2010).

Assim surge a manutenção produtiva total (TPM), em busca da eficiência dos equipamentos, combatendo as perdas por quebra, troca de ferramenta, falhas no processo, espera, velocidade e rendimento do equipamento. Para isso, foi baseada em oito princípios, como trata o quadro 7:

Quadro 7 - Os princípios da TPM

Princípio	Definição
Manutenção planejada	A manutenção preventiva e preditiva possibilita que a vida útil do equipamento seja aproveitada ao máximo através de um plano de ação.
Processo de treinamento	Serve para organizar todos os objetos do ambiente de trabalho para que o acesso e utilização dos recursos seja prático e rápido.
Manutenção autônoma	Para melhor desempenho do projeto TPM deve-se capacitar o operador para revisar seu equipamento, comprometer-se e integrar-se com a equipe.

(continua)

(continuação)

Melhoria focada	Trata-se da eliminação das perdas crônicas, com o objetivo de manter o equipamento com maior vida útil, disponibilidade e eficiência.
Gestão dos equipamentos	Garante que os produtos finais atinjam as características e especificações planejadas, através da eficiência dos equipamentos e máquinas.
Manutenção da qualidade	Consiste na relação entre a confiabilidade dos equipamentos, a qualidade dos produtos e a capacidade de produção.
Gestão administrativa	Usada para que as áreas de apoio administrativo não interfiram na funcionalidade dos equipamentos, garantindo que não haja desperdício.
Segurança, saúde e meio ambiente	Todos os demais princípios são integrados para melhorar as condições de trabalho, além de minimizar os riscos e aumentar a efetividade.

Fonte: Baseado em RODRIGUES (2014)

Ao manter esses princípios, a empresa terá um sistema de produção com confiabilidade técnica, onde as paradas de máquinas para manutenção serão reduzidas e ocorrerão apenas de forma planejada e em momentos oportunos, poupando tempo e mantendo previsíveis os gastos com esse tipo de ação.

2.5 FOCO NOS MOVIMENTOS

Fazer uso da produção puxada acaba por criar problemas com o manuseio de materiais, que podem ser resolvidos ao fazer com que o processo anterior saiba o que e quando o processo seguinte precisa, onde o controle da produção é *puxado* pelas últimas fases de montagem desde os processos iniciais (SANTOS; WYSK; TORRES, 2009).

Para evitar estoques desnecessários, que geram custos de armazenamento, má utilização de espaço e capital parado, deve-se atentar para a movimentação de materiais, seja interna ou externa à organização. E para tratar dessa movimentação dentro da filosofia *lean manufacturing*, utiliza-se a ferramenta *kanban* que nada mais é que cartões, etiquetas ou qualquer outro sistema visual que faça a identificação das ações para se gerenciar o fluxo de materiais de um sistema de produção (RODRIGUES, 2014).

A aplicação desta ferramenta regula a produção conforme a demanda, onde o mesmo item de uma família só é produzido novamente quando todos os demais itens dessa família tiverem sido produzidos, nivelando a produção. Além disso existem três tipos de sistemas *kanban*: o de produção, que é utilizado entre os processos de um mesmo sistema, o de fornecedor, que é aquele entre um fornecedor externo e o estoque central, e o de transporte, que se aplica entre o estoque e a linha de produção (RODRIGUES, 2014).

O estudo do movimento de pessoas também se faz importante, para diminuir a quantidade de trabalho, melhorando os métodos e o leiaute, diminuindo tempos ociosos ou eliminando-os, o que está diretamente relacionado com o estudo de tempo, mas muitas vezes ocorre resistência às mudanças por parte dos trabalhadores por estarem acostumados com seu modo pessoal de realizar tarefas. Para fazer esse estudo, pode-se utilizar a ferramenta 5W2H, que se trata de questionamentos sobre o que está sendo feito, por quem, quando, onde, por quê, como e quanto custa, definindo-se uma ação como necessária ou não baseando-se nas respostas dessas indagações (SANTOS; WYSK; TORRES, 2009).

Portanto, deve-se atentar ao fato de que todos os movimentos feitos por pessoas ou produtos representam uma parte significativa do tempo de produção e, por isso, deve ser mantido apenas a mínima movimentação necessária para manter um fluxo inteligente entre as etapas de manufatura, economizando energia e/ou recursos e diminuindo o *lead time*.

2.6 FATORES DE RISCO NA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA *LEAN MANUFACTURING*

Devido aos riscos envolvidos na implantação do sistema *lean manufacturing* em empresas, é importante analisar cada caso de forma individual, através da identificação dos fatores que causam esses riscos, do levantamento da intensidade de cada um desses fatores e da estimativa da probabilidade de sucesso da implantação.

Cabe à empresa estar ciente e preparada para lidar com qualquer risco que esteja associado com essa mudança de metodologia, gerenciando-os antes, durante e depois da implantação, avaliando o processo de forma quantitativa e qualitativa afim de tomar decisões gerenciais que aumentem a probabilidade de sucesso (SCHERER; RIBEIRO, 2013).

Para isso, é preciso que haja uma integração entre contadores, gerentes de operações, estrategistas de negócios, gerentes de recursos humanos e *marketing*, com boa comunicação para facilitar o processo (NEELY, 1999).

Através de uma revisão aprofundada dos artigos publicados sobre esse tema, Scherer e Ribeiro (2013) identificaram uma convergência para 14 fatores de risco presentes na implantação de sistemas *lean manufacturing*, mostrados no quadro 8:

Quadro 8 - Fatores de risco na implantação do *lean manufacturing*

Fator de risco	Definição
Alinhamento estratégico	Os resultados e consequências da implantação do sistema <i>lean manufacturing</i> podem não estar de acordo com as estratégias da empresa.
Capacidade financeira	A empresa pode não ter recursos financeiros disponíveis para os investimentos necessários à implantação.
Fornecedores	A cadeia de suprimentos para a empresa pode não ter eficiência e agilidade suficiente para manter um sistema <i>lean manufacturing</i> .
Transportes	Engloba todos os quesitos que podem causar risco ao transporte, como logística, infraestrutura e congestionamento de vias.
Cultura organizacional	Pode haver resistência tanto por parte da direção como pelos colaboradores às mudanças, criando barreiras para a implantação.
Comprometimento da diretoria	A chance de sucesso do sistema <i>lean manufacturing</i> diminui drasticamente caso a direção da empresa não dê o devido suporte ao processo.
Comprometimento dos colaboradores	Assim como a direção, todo o corpo da empresa tem papel fundamental em fomentar o sistema <i>lean manufacturing</i> .
Liderança	Caso o comportamento das lideranças da empresa seja inconsistente ou pouco participativo, os resultados serão insatisfatórios.
Treinamento	Sem o devido treinamento, haverá defasagem entre o nível e habilidades dos colaboradores e as técnicas a serem implantadas.
Comunicação	Se a comunicação não ocorrer de forma a suprir toda falta de informação e colaboração, o sistema torna-se ineficiente.
Configuração do trabalho	Quando esta configuração não está adequada, acaba por desmotivar e estressar os colaboradores, diminuindo o rendimento.
Autonomia dos colaboradores	Impedir que os colaboradores façam mudanças necessárias por conta própria é acabar com uma ponte para a otimização do processo.
Visão holística	Nos casos em que se analisa apenas o setor de produção e não a empresa como um todo, pode ocorrer o fracasso da implantação.
Gestão do projeto	Cada projeto deve ser gerido conforme suas características, adequando técnicas e sequenciamento das etapas da implantação.

Fonte: Baseado em SCHERER e RIBEIRO (2013)

Embora as técnicas de implantação da produção enxuta tenham sido abordadas na literatura por mais de três décadas, é muito comum empresas não obterem sucesso ou apresentarem falhas no programa, devido à falta de avaliação do projeto pelas organizações por não terem a clara compreensão do desempenho desta implantação, tornando praticamente impossível gerenciar esse tipo de sistema (WALTER; TUBINO, 2013), além das peculiaridades do meio empresarial brasileiro, como as barreiras culturais, falta de investimentos, resistência à mudança, etc. (CARDOZA; CARPINETTI, 2005).

Para enfrentar esses problemas propõe-se o estudo do *grau de enxugamento*, que é uma grandeza usada para medir o grau de implementação das práticas *lean manufacturing*, buscando eliminar as limitações metodológicas das organizações (LUCATO; MAESTRELLI; VIEIRA JUNIOR, 2006).

As decisões sobre o rumo que uma empresa deve tomar envolvem riscos. Com a implantação de um novo sistema de produção não poderia ser diferente, pois inúmeros são os aspectos da organização a serem atualizados, havendo uma certa restrição conforme a adaptabilidade de todas as pessoas envolvidas com o processo de manufatura da organização.

3 ASPECTOS METODOLÓGICOS

A empresa metalúrgica que serviu de base para esse estudo foi visitada para análise e coleta de dados qualitativos do seu processo de produção. Todas as etapas de manufatura puderam ser observadas, com o funcionamento de cada uma delas sendo descrito detalhadamente por um membro da direção, além de serem comentadas pelos demais colaboradores da organização que, dos seus respectivos pontos de vista, apontaram os principais problemas, relacionados às suas atividades, que enfrentam diariamente no chão de fábrica.

Assim, começaram a ficar evidentes os pontos que seriam, eventualmente, propícios para melhorias e, pensando em criar a proposta de implantação do sistema *lean manufacturing*, foi realizada a pesquisa em livros e artigos para adquirir o referencial teórico necessário, bem como partilhar a experiência de casos de empresas que realizaram a implantação da metodologia enxuta com sucesso.

Na sequência, com o devido embasamento do assunto, foi realizado um diagnóstico mais aprofundado, onde foram analisados nos processos de produção as características que causam tempo improdutivo, mal aproveitamento do espaço disponível, baixa qualidade dos produtos, movimentação desnecessária, problemas com fornecimento, entre outros problemas.

A partir disso, procurou-se por soluções que eliminem ou reduzam esses desperdícios, dentro da filosofia *lean manufacturing*.

Para esse diagnóstico foi feita uma coleta de dados qualitativos do processo de produção da empresa, através de observações no chão de fábrica e comentários dos membros da administração e da produção. Esses dados foram tratados por classificação das informações obtidas, onde as mais relevantes foram tratadas com preferência para que se possa analisar os principais desperdícios da empresa em questão.

Tendo em mente as principais mudanças necessárias no processo atual da empresa para que esta obtenha o sistema de produção enxuta, assim como as adaptações necessárias para adequar os princípios da cultura organizacional do *lean manufacturing* à realidade da empresa estudada que, como qualquer outra organização, é única e possui seus próprios valores, foi elaborada uma proposta de implantação.

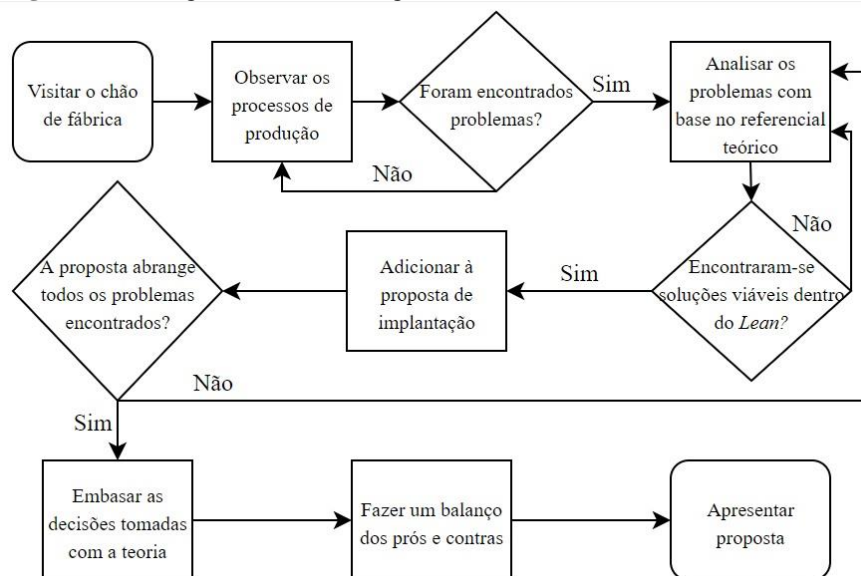
Nesta proposta foram abordadas as melhorias no processo de manufatura e no fornecimento de matéria-prima, a descentralização das tomadas de decisão, além de modelos de instrução de trabalho e controle de qualidade nas etapas de fabricação.

Por fim, os resultados combinados de toda a pesquisa realizada no referencial teórico e da análise aprofundada feita sobre as características produtivas da empresa foram utilizados para corroborar a validade da proposta elaborada, através da identificação de todos os seus prós e contras onde, a partir do balanço das vantagens e desvantagens, ficaram evidentes os principais benefícios que essa implantação poderia trazer para a organização, justificando (ou não) os investimentos necessários para a realização da mesma.

A abordagem usada para o desenvolvimento do trabalho foi puramente qualitativa, devido às limitações para a coleta de dados, uma vez que a empresa visitada preferiu não compartilhar seus registros numéricos referentes à produção. Assim, restaram a observação e a descrição feita por colaboradores para formar o cenário que seria trabalhado para criar a proposta. O procedimento para o levantamento bibliográfico foi a seleção de materiais que abordavam as ferramentas presentes na metodologia *lean*, buscando ter uma base de todos os seus princípios, para que pudessem ser aplicados na metalúrgica.

Sintetizando a metodologia apresentada, podemos observar sua estrutura com o fluxograma da figura 7, com a sequência de ações e questionamentos necessários demonstrada resumidamente.

Figura 7 - Fluxograma da metodologia



Fonte: Autoria própria (2019)

Salienta-se que o esquema apresentado trabalha com a melhoria contínua, onde a parte em que se observa os processos de produção para encontrar problemas seria executada até que fosse possível identificar mais inconformidades.

4 DESENVOLVIMENTO

Neste capítulo será primeiro feita uma descrição detalhada da metalúrgica visitada, com o objetivo de fornecer uma visão geral de todos os processos que ocorrem na empresa, destacando suas principais características e problemas. Para isso, as etapas de manufatura foram divididas em dois setores distintos, para melhor organização dos pontos chave que tiveram que ser trabalhados.

Identificados os obstáculos no caminho para uma ótima produção, o foco passou para as suas causas e como solucioná-los, com base na teoria sobre a metodologia da produção enxuta, utilizando da opinião de autores da área para justificar as decisões que levaram às propostas de melhorias elaboradas para esse cenário.

4.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA VISITADA

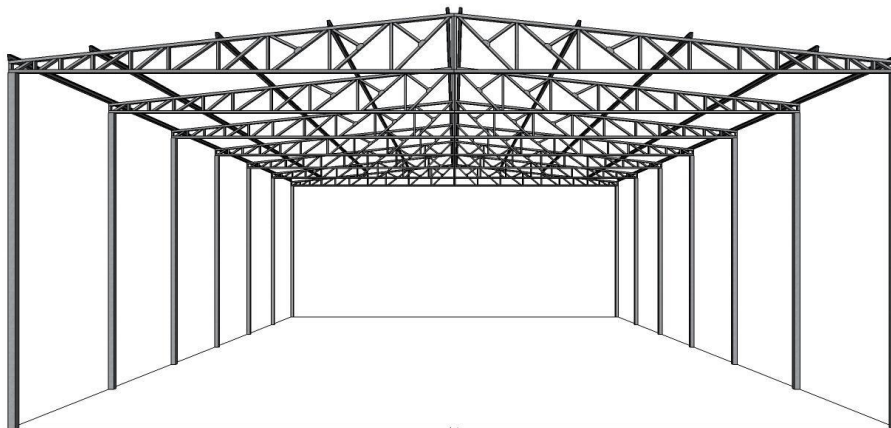
A empresa X é uma metalúrgica localizada na cidade de Guarapuava-PR que atua em dois ramos: projeto e fabricação de estruturas metálicas, destinadas majoritariamente à barracões; e fabricação de peças para diversas máquinas, incluindo a montagem de roçadeiras elétricas de manufatura própria em todos os seus componentes. A seguir, os dois ramos citados serão descritos detalhadamente.

4.1.1 *SETOR DE ESTRUTURAS METÁLICAS*

O atendimento ao cliente referente a este setor começa já no projeto da construção, onde um engenheiro especializado da empresa dimensiona e define toda a planta da obra, que serve de base para as ordens de produção das vigas-tesouras e barras que compõem a estrutura metálica.

Na figura 8 tem-se a forma genérica de uma estrutura metálica onde, na parte superior do desenho, estão as tesouras que são feitas a partir de vigas aço estrutural com perfil em “U”, cortadas em diferentes tamanhos e soldadas em determinados ângulos umas nas outras, dando a resistência almejada para a construção.

Figura 8 - Exemplo de estrutura metálica



Fonte: Curso de Estruturas Metálicas (2019)

Como a principal matéria-prima das estruturas é a viga de perfil “U”, a empresa acaba mantendo um grande estoque dessas, geralmente para aproveitar épocas de preços menores, comprando o máximo possível de seu fornecedor, que é a única opção da empresa e, em certas ocasiões, já falhou em cumprir prazos de entrega para com a metalúrgica.

Assim, a área de trabalho no chão de fábrica é drasticamente reduzida, pois além do espaço ocupado pela matéria-prima estocada, ainda existe o acúmulo de partes de estrutura prontas para transporte, as vigas-tesoura, já que a estrutura só é transportada para o local de construção quando todas as suas vigas estão prontas, para então ser montada.

O processo de produção desse setor é simples, podendo ser resumido em três etapas: corte, solda e acabamento, onde o engenheiro responsável entrega a ordem de produção para o supervisor, com a quantidade de vigas de cada tipo a serem produzidas e suas dimensões. A partir disso, o supervisor, que é o colaborador mais experiente e vital para o funcionamento da empresa, interpreta a ordem de produção e a inicia, realizando todos os cortes das vigas e unindo-as com os devidos ângulos de contato ao pontear-las (utilizar pontos de solda) na posição correta.

Com as vigas ponteadas, o supervisor as entrega aos soldadores para que completem a união das vigas, fazendo cordões de solda que unem as suas partes. Após isso, as vigas vão para a fase de acabamento, onde quaisquer rebarbas remanescentes das etapas anteriores são removidas com lixas para que possa ser realizada adequadamente a pintura, que aumenta a resistência do metal à corrosão e, conseqüentemente, melhora sua vida útil.

Como já dito, as vigas prontas para o transporte ficam armazenadas próximas à matéria-prima até que a obra se inicie, o que pode levar dias ou semanas após o término da produção do pedido, mantendo uma grande área improdutiva na fábrica.

Visto que a produção se inicia apenas com a confirmação de compra do cliente, temos uma produção puxada neste setor, pois somente é produzido o que é solicitado pelo projeto aprovado e, além disso, o cronograma de produção é ajustado para que a estrutura seja entregue por completo no momento exato de necessidade do cliente, que é quando está tudo pronto para a instalação da estrutura no local definido. Como faz parte da indústria de bens de capital sob encomenda, esse setor já possui algumas características do sistema JIT de produção, como a produção puxada, por exemplo.

4.1.2 *SETOR DE FABRICAÇÃO E MONTAGEM DE PEÇAS*

A fábrica produz componentes em alumínio de motores dois tempos, como blocos de motor, pistões e bielas; e pistões de motor de automóveis. Alguns desses componentes, por precisarem de uma resistência maior ao desgaste, passam por um banho de cromo, onde suas superfícies tem suas propriedades melhoradas quimicamente, como a resistência à abrasão e oxidação.

Neste setor existe um planejamento da produção a partir de análises de mercado e pedidos de clientes para definir quantidade e datas de produção dos diferentes produtos com os quais a empresa trabalha. Definido isso, é adquirido a matéria-prima para a manufatura, que inclui: lingotes de alumínio, sucata de alumínio, polímeros para injeção, núcleos de motores elétricos, entre outros.

Com a matéria-prima disponível inicia a produção que, no caso das peças em alumínio, inicia-se com a fundição do material em fornos e a injeção nos moldes, etapa na qual existe uma alta taxa de defeitos presentes nas peças, que acabam por torná-las refugo. Estas peças inutilizadas são fundidas novamente para serem retrabalhadas, porém o custo de produção se eleva com o aumento no gasto de recursos da empresa.

As peças que saem com a mínima qualidade requerida do processo de fundição vão para a etapa de usinagem. Nessa parte são utilizadas tanto máquinas CNC (comando numérico computadorizado) quanto máquinas tradicionais (torno, fresa, furadeira de bancada, etc.), visando melhor acabamento e dimensões dentro das tolerâncias estipuladas nos projetos, além de geometrias complexas demais para serem colocadas em um molde.

Na parte de polímeros, elementos constituintes das roçadeiras elétricas são feitos em moldes por injeção a quente, como a carcaça, cabo, gatilho, entre outros. Nesse processo, a composição do polímero deve ser ajustada corretamente, para que a peça não saia do molde mole ou quebradiça, o que acaba por gerar peças que não atendem os requisitos e precisam ser descartadas, sendo um prejuízo significativo quando negligenciado.

Outro componente produzido nesta metalúrgica é o motor elétrico das roçadeiras, que é feito pelo enrolamento de fios de cobre revestidos com resina em núcleos de ferro fragmentados e nos estatores do motor para a geração de campo magnético, sendo de fundamental importância que os fios estejam isolados por completo, para que não haja um curto-circuito que queime o motor.

O revestimento dos fios é feito na fábrica, através de máquinas que fazem o banho de resina, aplicando uma fina e uniforme camada ao redor do cobre e fazendo a secagem sob alta temperatura. Este processo se mostra complicado na empresa pela falta do espaço adequado, pois esta área de trabalho recebe muita poeira e fuligem provenientes dos demais setores, o que tende a contaminar o isolamento adequado dos fios. Isso associado à condição das máquinas, que já possuem idade avançada em uso constante, faz com que seja difícil garantir qualquer qualidade dos produtos desta etapa.

Por último, temos a montagem das roçadeiras elétricas, onde se unem os elementos poliméricos, os motores e demais componentes elétricos, como cabos, por exemplo. Nesta etapa são feitos os testes para garantir que os produtos estão funcionando de forma segura, de acordo com as exigências do INMETRO e, aqueles que são reprovados nos testes, são desmontados e seus componentes separados: os de boa qualidade são utilizados na montagem de outra roçadeira e os defeituosos são descartados.

4.2 PROBLEMAS NO PROCESSO DE PRODUÇÃO

Analisando-se o setor de estruturas metálicas, percebe-se que existe uma concentração de responsabilidades no supervisor dessa área, que é o único que corta e ponteia as vigas para a montagem das tesouras, além de manter um controle visual de qualidade com o conhecimento adquirido em suas décadas de experiência no ramo.

Outro problema é a dependência de um único fornecedor de matéria-prima, cujos preços variam com a flutuação no valor do minério de ferro e, apesar de cumprir os prazos de

entrega na maioria das vezes, já houveram situações de atraso que prejudicaram a relação da metalúrgica com seus clientes.

Assim, por não ter plena confiança no seu fornecedor e pela constante variação no preço da matéria-prima, a empresa opta por manter grandes estoques de barras “U”, reduzindo drasticamente a área de produção da fábrica e, conseqüentemente sua capacidade de produção.

Já no setor de fabricação e montagem de peças, existem problemas no controle de qualidade, onde a taxa de refugo é alta, podendo ultrapassar os 15% na etapa de fundição das peças em alumínio. Também existe uma fração considerável de refugo na parte de polímeros quando as peças não saem do processo em sua composição correta e, conseqüentemente, perdem as propriedades necessárias para a montagem das roçadeiras.

Com isso, existe desperdício por defeitos, o que causa a produção de mais unidades do que deveria, justamente pela falta de confiabilidade do processo, que acaba por atrapalhar os prazos estipulados e aumenta os gastos de recursos da empresa, sejam de materiais ou energia e recursos humanos.

Também é muito prejudicial o fato de peças defeituosas chegarem até a fase de montagem das roçadeiras, desperdiçando tempo com o encaixe e teste de uma máquina que não funcionará e terá de ser desmontada e suas peças separadas entre as que estão ou não de acordo com os requisitos mínimos do projeto. E isso ocorre devido à baixa detecção de defeitos nas etapas anteriores de produção, que são a injeção de polímeros nos moldes para as peças de plástico, a aplicação de resina nos fios de cobre e o enrolamento dos fios nos núcleos dos motores elétricos.

Os problemas apresentados nesse setor resultam, além dos desperdícios já citados, na desproporcionalidade da produção, onde algum tipo de peça fica sobrando em estoque, pois os demais componentes, com os quais seria feita a montagem, apresentam defeitos e tem de ser retrabalhados ou descartados, fazendo com que o saldo de produtos finais prontos para a venda seja menor que o planejado, prejudicando as vendas da empresa com ênfase na parte de encomendas, cujos prazos não são cumpridos.

4.3 ATIVIDADES DE MUDANÇA DE CULTURA ORGANIZACIONAL

Para que possa ser desenvolvida uma proposta de implantação da metodologia da produção enxuta, é necessário planejar as atividades responsáveis pela mudança de cultura da organização, que são diversas e devem ser cuidadosamente trabalhadas para que a nova filosofia

da empresa não sofra rejeição e, ao invés de melhorias, acabe trazendo fracasso e prejuízos maiores que os atuais (COETZEE; VAN DER MERWE; VAN DYK, 2016).

4.3.1 ARGUMENTOS PARA A IMPLANTAÇÃO

A necessidade de mudanças pode ser identificada nos diversos problemas já citados, recorrentes nas diferentes etapas de produção, onde defeitos nos produtos, problemas com fornecimento, e uso inadequado dos recursos humanos são exemplos de aspectos que poderiam ser trabalhados com a metodologia *Lean*, utilizando conceitos presentes na melhoria contínua para minimizá-los ou até mesmo erradicá-los (R. VAN DER MERWE; J. PIETERSE; S. LOURENS, 2014).

Assim, pode-se justificar as mudanças que serão propostas com os evidentes desperdícios atuais que, definitivamente, são grandes obstáculos para o desenvolvimento saudável da empresa, dificultando a sua participação de forma mais competitiva no mercado. Além disso, diferentemente de inúmeras outras metodologias, a produção enxuta é capaz de otimizar o uso da força de trabalho, combater os desperdícios, reduzir estoques para manter maior capital de giro, melhorar a qualidade e velocidade de produção, bem como sua flexibilidade, entre tantas outras características benéficas (BHASIN, 2012).

Outro ponto importante é que essa justificativa seja claramente apresentada a todos os setores da empresa, para que cada colaborador se desapegue da antiga cultura em que estava envolvido, o que deve ser muito bem trabalhado, pois quanto maior a experiência dentro de uma determinada cultura, mais relutante tende a ser o indivíduo à mudanças e uma nova realidade (WALTER; TUBINO, 2013).

4.3.2 VISÃO

Toda empresa precisa ter uma perspectiva de longo prazo, com objetivos ambiciosos porém, tangíveis. Dessa forma é definido onde a empresa deve chegar, permitindo que seja traçado um caminho, com as estratégias e ações que deverão ser tomadas e tudo que será necessário investir para que isso seja possível (GUMBO; KLINE; BUMGARDNER, 2006). No caso da metalúrgica X, para que a metodologia *Lean* possa ser implantada com sucesso, é de vital importância que seus líderes tenham em mente a visão de uma empresa com os princípios

dessa metodologia aplicados com sucesso e, mais do que isso, que sejam capazes de passar essa visão para todos os seus subordinados, para que um dia se torne a realidade da organização.

Tendo a visão com a produção enxuta definida, será necessário um plano para que esta se realize. Nesse plano devem ser abordadas todas mudanças necessárias, estipulando prazos através de cronogramas das atividades que iniciam com a conscientização e treinamento dos colaboradores e vão até as fases de melhoria contínua, na busca da perfeição em todos os setores, levando em consideração os fatores de risco e oportunidades envolvidos (GONÇALES FILHO; CAMPOS; ASSUMPCÃO, 2016).

Assim como a visão, o plano que irá realizá-la deve ser comunicado a todas as áreas da empresa, pois comunicação e integração das atividades afetam as chances de sucesso de todas as melhorias ou mudanças de cultura organizacional, e é importante que fique clara a forma como o processo ocorrerá para que não aja insegurança entre os colaboradores para com as mudanças (COETZEE; VAN DER MERWE; VAN DYK, 2016).

4.3.3 RÁPIDO SUCESSO

Nesta atividade identificam-se áreas onde rápido sucesso pode ser alcançado (NEELY, 1999). No caso da metalúrgica visitada, um problema que poderia ser rapidamente resolvido, ou seja, um ponto de rápido sucesso, é a falta de controle de qualidade entre etapas, onde a vistoria das peças dentro dos processos de manufatura poderia eliminar o trabalho com peças já estão defeituosas e precisam ser retrabalhadas ou descartadas, ao invés de seguirem para a próxima etapa de manufatura.

Pode-se planejar uma intervenção nesse ponto através de medições que possam detectar anomalias na geometria e dimensão das peças, além de testes de resistência para os lotes de peças poliméricas, para garantir que não estejam com sua composição inadequada antes de seguirem para a montagem dos produtos.

Identificados os pontos de possível rápido sucesso e elaborado o plano de intervenção para alcançá-lo, deve-se então comunicar, como sempre, as decisões tomadas para todos os colaboradores envolvidos e ligar todos os planos rápidos desenvolvidos à mudança geral da empresa, necessária para a implantação da produção enxuta, para que não haja conflito entre planos e decisões locais com aqueles que abrangem uma área maior da organização (VOSS, 2005).

4.3.4 *ESTRUTURAS*

Estruturas que venham a ser um empecilho para a nova filosofia de produção da empresa devem ser identificadas e, assim, alternativas possam ser desenvolvidas para possíveis substituições dessas estruturas inibidoras (SANTOS; WYSK; TORRES, 2009). Na empresa citada, a simples falta de definição dos espaços destinados ao estoque e à produção causa uma “invasão” de matéria-prima e produtos acabados no setor de corte e solda, o que acaba prejudicando a movimentação dos materiais, gerando um déficit de agilidade e segurança no trabalho dos colaboradores.

Uma alternativa que pode ser desenvolvida é a delimitação das áreas de estoque e produção, através de paredes ou mesmo faixas no piso, com a criação de regras para o armazenamento, nas quais a aquisição de matéria-prima seria limitada ao espaço disponível para estoque, sem prejudicar o setor de produção.

Assim como as demais atividades, é essencial a comunicação das mudanças propostas entre os setores, para que estas sejam efetivas e as antigas práticas prejudiciais à produção fiquem no passado, para que, só então, seja feita a substituição das estruturas inibidoras pelas estruturas que permitirão a aplicação plena dos princípios da produção enxuta (BHASIN, 2012).

4.3.5 *TRABALHO EM EQUIPE*

Os objetivos de cada time de trabalho devem ser definidos com base na visão criada para a empresa de forma que, quando todos os grupos tiverem alcançado seus propósitos, a organização como um todo terá alcançado suas metas (CORRÊA; CORRÊA, 2012). Na metalúrgica que serviu de base para o presente estudo, existem basicamente três grupos de trabalho: administração; estruturas metálicas; e fabricação e montagem de peças.

O time da administração deve tomar por objetivos: criar a nova visão da organização, com a filosofia da produção enxuta; criar o plano de ação, com as mudanças necessárias para que os objetivos possam ser alcançados (LUSTOSA et al., 2008); melhorar a confiabilidade do seu fornecimento de matéria-prima procurando por fornecedores alternativos e melhorando as relações com os quais já trabalha; e dar ênfase na comunicação e integração de todos os setores da fábrica, afim de que as mudanças ocorram conforme o planejado.

Já no time das estruturas metálicas, será necessário o propósito de um treinamento interno, onde o supervisor, que acumula responsabilidades no seu processo de produção, deverá

instruir os demais soldadores para que estes possam desempenhar as mesmas funções que ele, que são corte e ponteamto das vigas, para que a empresa deixe de ser completamente dependente de um colaborador que está prestes a se aposentar.

Por fim, no time de fabricação e montagem de peças, será necessário alinhar os objetivos de controle de qualidade entre etapas com as habilidades necessárias para esse tipo de serviço onde, caso nenhum colaborador seja atualmente capaz de fazê-lo, a empresa deverá providenciar o treinamento adequado para essa função ou contratar um colaborador já capacitado. Definidos os objetivos de cada time e alinhados esses objetivos com as habilidades necessárias, é preciso comunicar o novo sistema de trabalho dos times para clarear todas as funções que deverão ser desempenhadas por cada colaborador (COETZEE; VAN DER MERWE; VAN DYK, 2016).

4.3.6 *TREINAMENTO*

Os programas de treinamento servem para desenvolver as habilidades que permitem aos membros dos times contribuir de forma significativa na conquista de objetivos. O tipo de treinamento necessário é identificado por uma análise de lacunas de habilidades, formando a base para o plano de treinamento e, quando as novas habilidades são aplicadas, acompanha-se mudanças no desempenho, melhorando as expectativas de se atingir as metas (RODRIGUES, 2014).

Para a empresa X, como já citado, recomenda-se o treinamento dos seus soldadores, para que estes possam desempenhar papéis mais significativos, além de retirar uma grande carga de responsabilidades dos ombros do supervisor dessa área, descentralizando as tomadas de decisão e removendo um gargalo da sequência de produção das estruturas metálicas. Este treinamento seria simples de ser aplicado, pois pode ser feito totalmente dentro da empresa, através do compartilhamento de experiência do soldador mais experiente para os mais novos.

Também se faz necessário um treinamento de capacitação de pelo menos um integrante do time de fabricação e montagem de peças, na área de controle de qualidade, para que peças com geometria, dimensões ou composição inadequadas não avancem nas etapas de produção, além de técnicas para reduzir os defeitos presentes nos processos, para reduzir o desperdícios com peças defeituosas que precisam ser retrabalhadas ou descartadas.

No time da administração é importante a aprendizagem da aplicação dos conceitos da filosofia da produção enxuta, pois todos os princípios desta metodologia que causarão

mudanças na realidade da empresa serão responsabilidade do time de comando, que deverá comunicar eficazmente aos demais times e fazer a integração de todas as atividades dentro do plano geral, visando o sucesso da implantação do novo sistema de produção (VEIGA; LIMA; COSTA, 2008).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta etapa as decisões tomadas, com o devido embasamento teórico, adicionaram soluções para os problemas encontrados à proposta de implantação, em forma de recomendações dentro da metodologia da produção enxuta, como pode ser visto no quadro 9:

Quadro 9 - Proposta de implantação

Problema	Recomendação
Centralização de responsabilidades no supervisor do setor de estruturas metálicas.	Treinamento dos demais soldadores pelo supervisor, através do compartilhamento de sua experiência em corte e ponteamo de vigas, para que todos sejam capazes de realizar tais tarefas.
Único fornecedor, de confiabilidade questionável.	Busca por fornecedores de matéria-prima alternativos, enquanto tenta-se estabelecer maior confiabilidade com o fornecedor atual.
Área de produção reduzida por estoque em excesso.	Distinção do espaço destinado a estoque e do reservado à produção, bem como a conscientização dos envolvidos.
Falta de controle de qualidade entre etapas de produção.	Qualificação de um ou mais colaboradores em controle de qualidade, além de consultoria para criação de modelos de controle.

Fonte: Autoria Própria (2019)

Com a correta execução das ações listadas, a empresa gozaria de benefícios como:

- Aumento na produtividade e confiabilidade do setor de estruturas metálicas;
- Maior segurança no fornecimento de matéria-prima, com a redução de capital parado em estoques e aumento da área de produção, possibilitando uma maior participação no mercado; e
- Menor desperdício com refugo e retrabalho de peças, além de maior precisão no planejamento da produção.

Resultados esses que abrangem todos os problemas encontrados e são capazes de gerar aumento nos lucros da organização, além do capital disponível para investimentos.

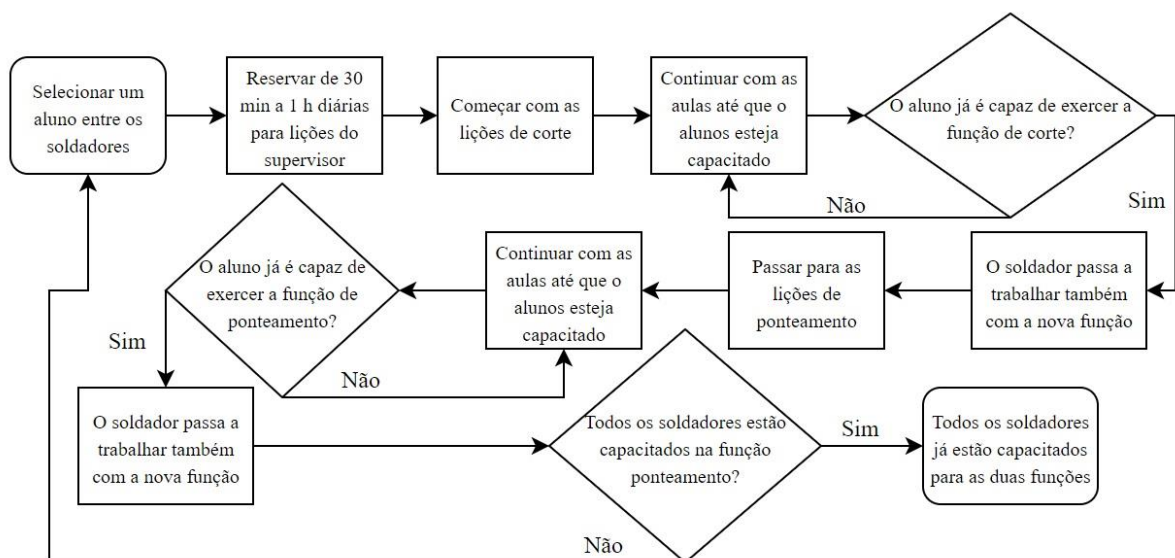
5.1 TREINAMENTO DOS SOLDADORES

A solução proposta foi o treinamento dos demais soldadores pelo supervisor onde, através de lições diárias de curta duração, ele ensinaria as técnicas necessárias para os procedimentos, bem como os cuidados que se deve ter para realizar as novas tarefas de forma eficiente segura. Conforme fosse progredindo o treinamento, menos o supervisor precisaria usar

seu tempo para desempenhar as funções de corte e ponteamto, disponibilizando mais tempo para supervisionar os demais colaboradores do setor, garantindo a qualidade dos produtos.

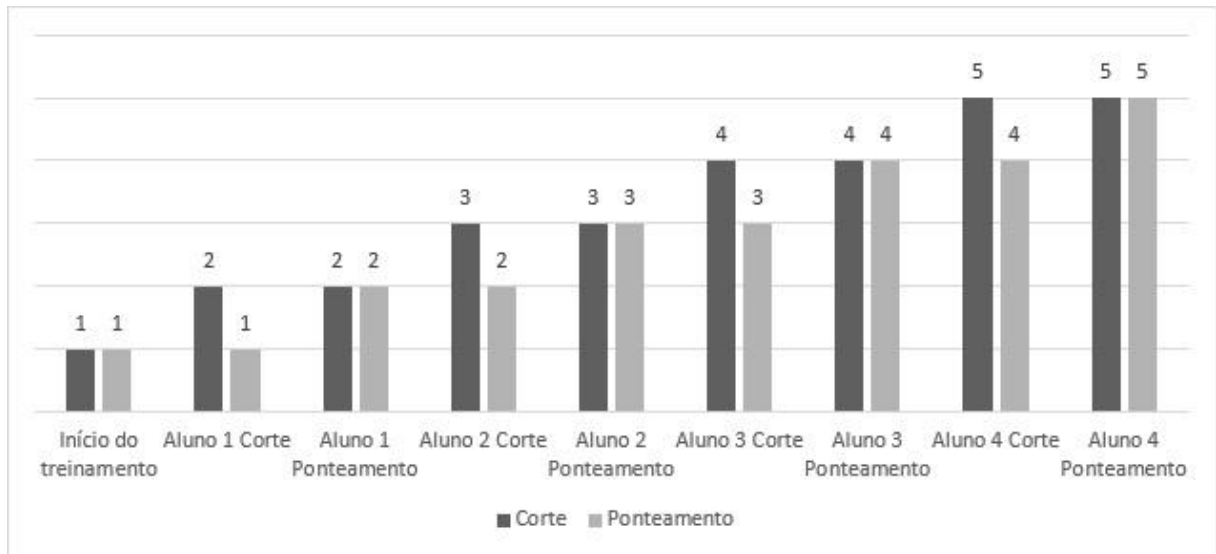
Na figura 9 está desenhado o caminho a ser seguido para treinar os soldadores. Preferencialmente deve-se selecionar os mais experientes inicialmente, afim de um treinamento mais rápido, disponibilizando novos profissionais para as funções o mais breve possível. Porém, é aconselhável que todos os colaboradores desse setor passem por esse treinamento, pois com mais habilidades apresentariam melhor rendimento e permitiriam maior rotatividade nas diferentes etapas de manufatura, além de estarem melhor se qualificando para o mercado, gerando motivação para o futuro.

Figura 9 - Treinamento dos soldadores



Fonte: Autoria Própria (2019)

Com o gráfico da figura 10 fica melhor explicado como seria a relação entre o progresso do treinamento e o aumento de profissionais disponíveis para desempenhar as funções de corte e ponteamto. No início das lições, enquanto ainda nenhum soldador foi treinado em ambas funções, o único capaz de desempenhá-las é o supervisor, porém quando o primeiro aluno já foi treinado em corte, este já agrega uma nova opção de profissional para desempenhar tal função.

Figura 10 - Profissionais disponíveis para as funções

Fonte: Autoria Própria (2019)

O mesmo ocorre para o ponteamento onde, ao fim do treinamento de corte do primeiro aluno, ainda existe um único colaborador capaz de executá-lo, mas quando o aluno número um já passou por todas as lições necessárias desta etapa, aumenta-se em um o número de pessoas capazes de realizar essa função. Assim, é exemplificado até o quarto aluno o gradativo avanço da capacitação dos colaboradores do setor nessas duas funções.

Fazendo um balanço dos prós e contras presentes no quadro 10 percebe-se que, com um investimento razoável de tempo e recursos humanos da empresa, pode-se obter excelentes benefícios para o setor de estruturas metálicas, que vão desde o acréscimo da confiabilidade do processo até um melhor trabalho em grupo nesta área, assim servindo como justificativa para tal mudança na organização. E, com isso, atingiu-se o primeiro objetivo específico do presente trabalho: “Avaliar a possibilidade de descentralização de funções importantes no setor de estruturas metálicas.”

Quadro 10 - Prós e contras do treinamento

Prós	Contras
Maior disponibilidade de profissionais para desempenhar as funções, gerando mais confiabilidade no processo.	Uso do tempo útil de produção para realizar as aulas onde, dependendo da carga de trabalho, demandaria horas extra para manter o treinamento constante.
Possibilidade de rotatividade nas funções, aumentando a satisfação com o trabalho e melhorando a interação do grupo.	Dependendo da aptidão e experiência do aluno, o treinamento pode levar mais tempo que o previsto. Por isso, recomenda-se começar pelos mais experientes.

(continua)

(continuação)

Melhora na qualidade dos produtos, com o monitoramento do desempenho de cada soldador pelo supervisor.	Pode haver desinteresse e falta de dedicação no treinamento tanto por parte dos alunos como do supervisor, cabendo à empresa conscientizá-los sobre a importância da capacitação.
Oportunidade de desenvolver os demais soldadores para que cheguem ao nível de experiência do supervisor podendo, no futuro, ocupar este posto.	

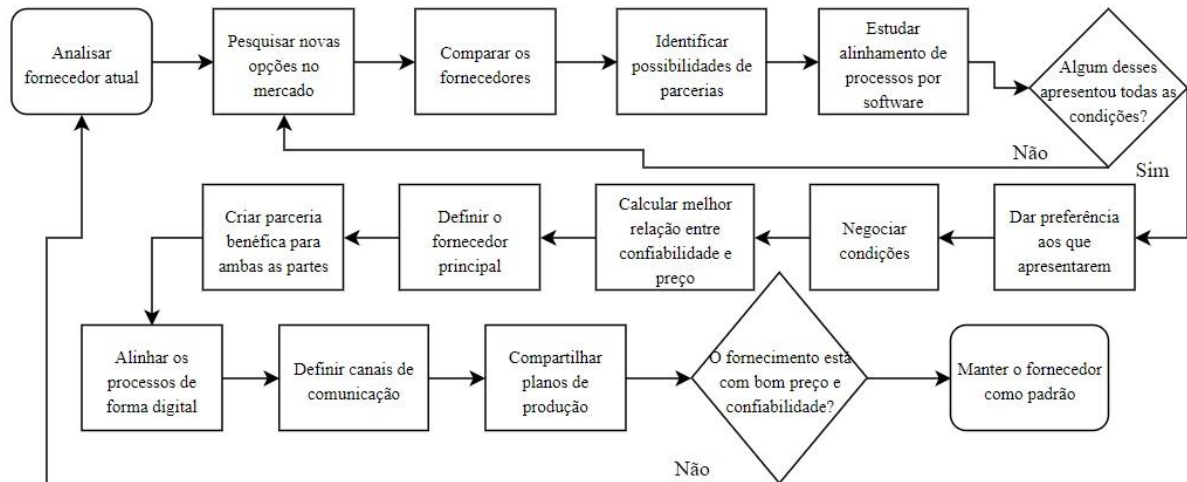
Fonte: Autoria própria (2019)

5.2 MELHORIAS NO FORNECIMENTO

Para garantir que os insumos necessários estejam disponíveis no prazo planejado e por um bom preço, não se deve tratar a empresa como uma entidade isolada ou independente, mas buscar boas relações com seus fornecedores e tentar constantemente fortalecê-las, visando melhorar a produtividade dessa parceria (BHASIN, 2012).

Partindo desse pensamento, foi desenvolvida uma sequência de atividades com o intuito de encontrar as melhores opções de fornecedores no mercado e, ao selecionar metodicamente a melhor delas, estreitar os laços de parceria, melhorando a comunicação e sinergia entre as empresas, de forma a favorecer ambos os lados.

O fluxograma da figura 11 parte da análise do atual provedor de insumos da empresa, que possui um histórico com algumas ocasiões de atraso e falta de estabilidade nos preços, com a justificativa de variação no valor do minério de ferro, sua matéria-prima. Com a pesquisa de fornecedores alternativos, pode-se comparar as opções afim de descobrir quais oferecem as melhores vantagens para os seus clientes.

Figura 11 - Processo de melhoria no fornecimento

Fonte: Baseado em DENNIS (2008); SANTOS; WYSK; TORRES (2009); RODRIGUES (2014)

Entre os fornecedores analisados, devem ser identificados aqueles com os quais é possível estabelecer parcerias, com uma relação capaz de propiciar o crescimento de ambas as partes. Também deve-se procurar por condições de alinhar os processos de produção da empresa com o candidato a provedor onde, com o auxílio de software (planilhas, por exemplo), as informações, como ordens de compra, seriam agilizadas e o tempo de entrega reduzido.

A comparação entre fornecedores e a busca pelas condições citadas deve ser contínua, afim de trabalhar sempre com a melhor opção possível. Dando-se preferência aos candidatos que melhor apresentarem essas condições, deve-se negociar prazos e pagamentos, afim de descobrir as relações custo-benefício de cada fornecedor, para que um deles seja selecionado como opção principal.

Tendo selecionado o principal fornecedor da empresa, deve-se buscar o alinhamento dos processos de produção e definir os canais de comunicação a serem usados, para maior fluidez das informações, onde o compartilhamento dos planos de produção também pode ser um fator decisivo no aprimoramento da confiabilidade e agilidade do fornecimento.

Como já dito, o processo de melhoria no fornecimento deve ser contínuo, seguindo o sistema *lean*. Por isso, os preços e confiabilidade do fornecedor atual devem sempre ser revisados e, em caso de dúvidas, o processo de melhoria deve ser rodado novamente, caso contrário, mantém-se o atual provedor como escolha padrão.

Comparando as vantagens e desvantagens listadas no quadro 11 percebe-se que, contanto que todas as ações do processo de melhoria sejam feitas de forma planejada e todas as decisões tomadas sejam bem calculadas, o fornecimento de matéria-prima será aprimorado,

mesmo que de forma lenta. Desde que existam alternativas de fornecedores e que algum deles esteja disposto a colaborar para o bom funcionamento de ambas as empresas (provedor e cliente), uma melhoria contínua estará ocorrendo neste setor tão importante da organização, atingindo o segundo objetivo específico do presente trabalho: “Propor melhorias no setor de fornecimento de matéria-prima, com base no lean manufacturing.”

Quadro 11 - Prós e contras do processo de melhoria no fornecimento

Prós	Contras
A empresa se mantém atualizada sobre as opções de fornecedores, podendo decidir trabalhar com a melhor.	Pode não haver muitos provedores que atendam a região da empresa, diminuindo todas as possibilidades relacionadas às melhorias.
Com o contato com outros provedores, a concorrência entre eles é estimulada, melhorando as condições para o cliente.	Desenvolver parcerias e incentivar melhorias na empresa fornecedora no sentido de alinhamento de processos e comunicação pode levar um bom tempo de esforços da organização.
Possibilidade de trabalhar com um fornecedor disposto a desenvolver seus processos em conjunto com a metalúrgica, em um crescimento mútuo.	A transição entre fornecedores pode ser prejudicial à produção se não for bem planejada, resultando em atrasos no abastecimento de matéria-prima.
Capacidade de aumento na produção devido às melhorias do fornecimento em confiabilidade, agilidade e condições de aquisição de insumos.	

Fonte: Autoria própria (2019)

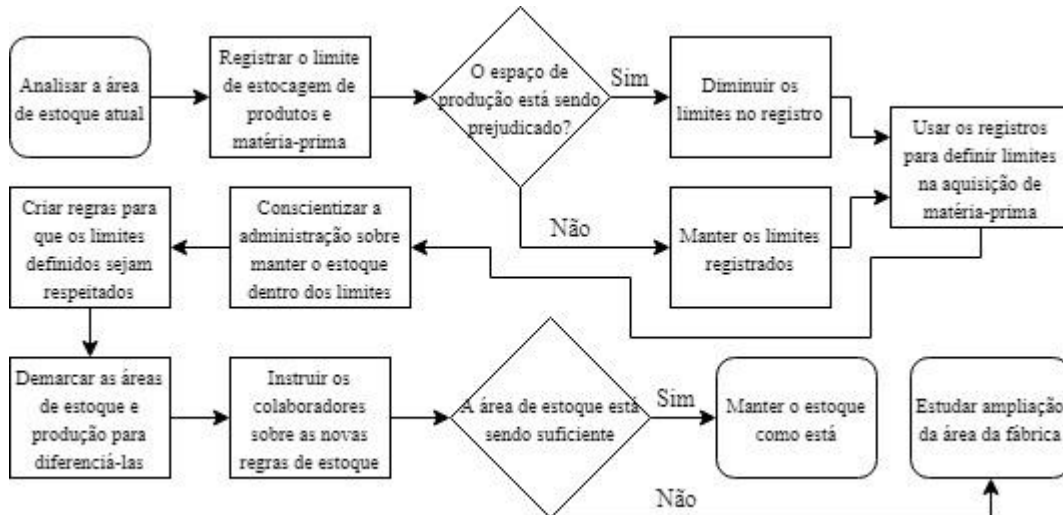
5.3 MUDANÇAS NO ESTOQUE

Uma quantidade de matéria-prima estocada acima do necessário para a produção configura desperdício para a empresa. Além do investimento na compra dos insumos excedentes, que resulta em capital parado que poderia ser investido em outra área e gerar lucro, existe o custo de armazenamento, tornando o problema ainda maior (SCHERER; RIBEIRO, 2013).

No caso da metalúrgica X, existem ambas as perdas relacionadas a esse desperdício, onde o custo de armazenamento para a empresa é a redução da área de trabalho do setor de estruturas metálicas, limitando a sua capacidade de produção e dificultando a movimentação de matéria-prima, produtos e colaboradores no ambiente.

Para criar uma forma de eliminar ou, pelo menos, diminuir esse tipo de desperdício, foi traçado um caminho de mudanças relacionadas à aquisição e estocagem de matéria-prima, como se pode ver na figura 12.

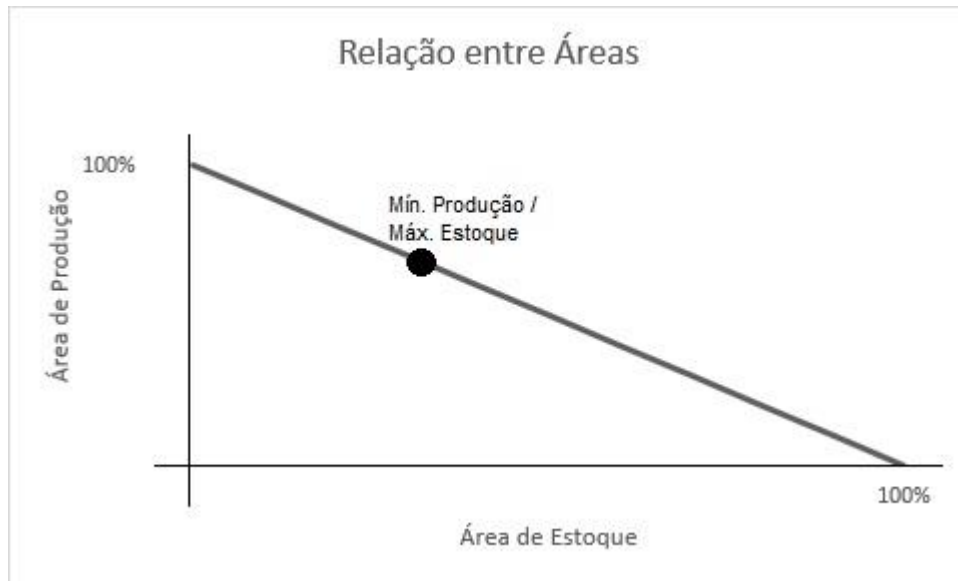
Figura 12 - Mudanças no estoque



Fonte: Autoria Própria (2019)

O fluxograma começa com uma análise da situação de estocagem atual do setor de estruturas metálicas, com a finalidade de registrar a área máxima que o estoque pode ocupar, sem prejudicar a área de produção. Para isso, deve-se estipular o espaço mínimo para que as atividades dos soldadores não sejam atrapalhadas, permitindo a livre movimentação de pessoas e peças, agilizando o processo e evitando acidentes.

Na figura 13 temos um exemplo de relação entre área de produção e de estoque onde, enquanto a área total do barracão não se altera, o tamanho de uma só depende do tamanho da outra. Dessa forma, existe um ponto destacado no gráfico que deve ser respeitado, que é a mínima área recomendada para a produção e, por consequência, a máxima para o estoque, definido quando é feito o registro desses limites, como já dito.

Figura 13 - Relação entre áreas

Fonte: Autoria Própria (2019)

Após a delimitação dos espaços disponíveis para produção e estoque, é necessário a conscientização daqueles envolvidos com a aquisição de insumos a serem armazenados, criando regras para que tais limites sejam respeitados e demarcando as áreas com linhas no piso, por exemplo, e instruindo os colaboradores do setor sobre as mudanças. Em caso de uma maior demanda no estoque por aumento de produção, será necessário o estudo de uma ampliação da infraestrutura da fábrica pois, com uma maior taxa de manufatura, maior será a área necessária para trabalho e mais importante o cuidado com a movimentação no ambiente.

Fazendo uma comparação entre os prós e contras apresentados no quadro 12, observa-se que o enxugamento de estoques está atrelado à confiabilidade do fornecimento de matéria-prima e, portanto, se faz necessário primeiro fortalecer as relações com o melhor provedor que a empresa tiver acesso, para depois realizar mudanças mais drásticas na sua logística de armazenamento.

Quadro 12 - Prós e contras das mudanças no estoque

Prós	Contras
Melhora na movimentação de matéria-prima, produtos e colaboradores aumentando agilidade na produção.	Dependência da confiabilidade do fornecedor para que não falte matéria-prima.
Redução no capital parado em estoque, possibilitando que seja investido de forma bem mais rentável.	Pode haver resistência entre os responsáveis pela aquisição de insumos, necessitando de conscientização.

(continua)

(continuação)

Maior organização, com regras de aquisição de insumos e demarcação dos espaços de produção e estoque.	Com aumento de produção pode faltar espaço para estoque, demandando ampliação da estrutura da fábrica.
---	--

Fonte: Autoria própria (2019)

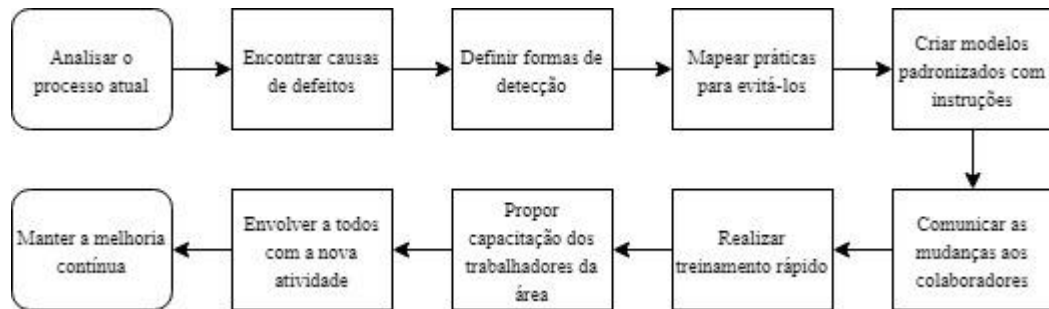
Porém, ao se precaver contra os riscos envolvidos, a organização pode obter avanços significativos na metodologia *lean*, ao combater uma grande fonte de desperdícios e aprimorar a organização e movimentação no seu setor de produção, o que cumpre com o terceiro objetivo específico do presente trabalho: “Identificar formas de manutenção dos níveis de estoque que não causem desperdício.”

5.4 APRIMORAMENTO DO CONTROLE DE QUALIDADE

Uma das atribuições da metodologia de produção enxuta é a cultura de qualidade, onde o objetivo principal é fazer certo na primeira vez, ou seja, evitar qualquer tipo de retrabalho nas etapas de manufatura. Para isso, é preciso estabelecer como prioridade maneiras rápidas e eficazes de solucionar os problemas que geram defeitos nos produtos além, é claro, a detecção de anomalias para garantir que apenas peças íntegras saiam do processo (RODRIGUES, 2014).

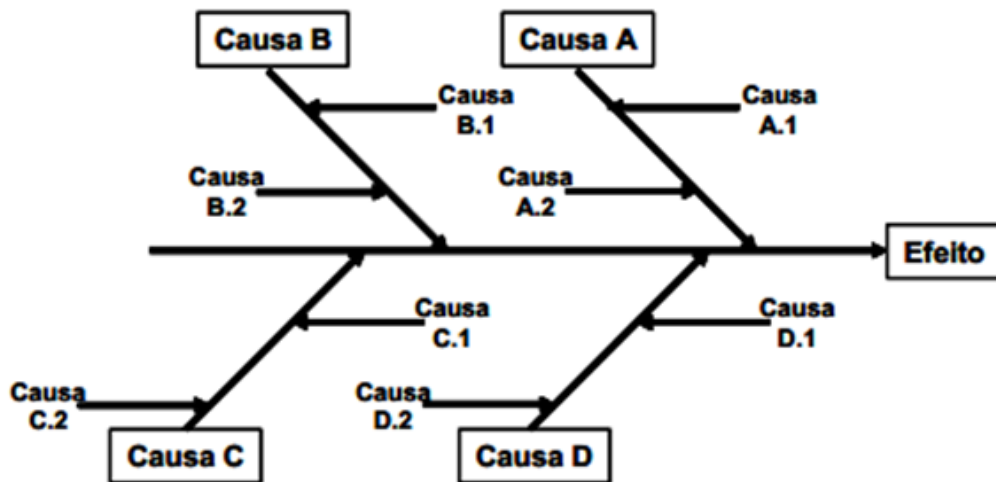
Para tentar melhorar a forma como a empresa X lida com a qualidade em seus processos de produção foram indicadas ações simples, porém dependentes de auxílio externo como consultoria e cursos para seus colaboradores, por exemplo. Com isso, métodos padronizados de controle de qualidade seriam desenvolvidos e difundidos entre todos os envolvidos com o processo de manufatura.

Na figura 14 temos uma sequência de atividades destinadas a desenvolver as práticas relacionadas ao controle de qualidade e a aplicá-las na rotina de trabalho dos colaboradores onde, a princípio, a empresa pode contratar consultoria para dar início às mudanças, já que não possui nenhum profissional qualificado nesse tipo de atividade.

Figura 14 - Controle de qualidade

Fonte: Autoria própria (2019)

Partindo de uma análise aprofundada no processo de produção atual da metalúrgica, deve-se concentrar em encontrar as causas de imperfeições nas peças fabricadas, podendo ser utilizado um diagrama de causa e efeito, também conhecido como diagrama de Ishikawa e espinha de peixe, para registrar as consequências que cada causa e subcausa geram na saída do processo em que estão presentes e é um exemplo de atividade que pode ser aplicada por consultoria ou pelos colaboradores treinados, mostrado na figura 15.

Figura 15 - Diagrama de Ishikawa

Fonte: Diagrama de Ishikawa e aplicações na Engenharia de Planejamento (2019)

Encontradas as causas, deve-se buscar formas de detectá-las, onde uma forma de aplicar uma boa detecção no processo é o treinamento dos colaboradores que nele trabalham para que, visualmente e através de medições, saibam distinguir se uma peça está dentro ou fora das tolerâncias admissíveis.

Para que esse treinamento possa ocorrer, primeiro é necessário que as práticas capazes de detectar defeitos e suas causas sejam mapeadas e inseridas em modelos que padronizam

essas ações de controle de qualidade e instruem os trabalhadores da área sobre como executá-las. Após isso deve-se, como sempre, comunicar os envolvidos e conscientizá-los sobre a importância dessas mudanças e como afetarão a produtividade do setor, trazendo benefícios para a organização.

Para manter a melhoria contínua nessa área, recomenda-se propor aos colaboradores a realização de cursos profissionalizantes que abranjam controle de qualidade, sejam a distância ou presenciais, patrocinados pela empresa. Dessa forma, elimina-se a dependência de constante consultoria, cria-se um ambiente de soluções diárias de problemas pelos trabalhadores capacitados atuando nas etapas de manufatura, além de promover maior perspectiva de crescimento profissional para os envolvidos, gerando motivação no chão de fábrica.

Como podemos ver no quadro 13, a aplicação do que é proposto para o controle de qualidade deve demandar um bom investimento de tempo e capital da empresa, e depende de esforços para fazer com que os colaboradores se envolvam com as melhorias. Contudo, se implementado com sucesso, esse plano pode trazer benefícios muito bons tanto para a metalúrgica como para seus trabalhadores. E com isso alcançou-se o quarto e último objetivo específico do presente trabalho: “Indicar modelos de controle de qualidade nos processos de fabricação, assim como a capacitação dos colaboradores nessa área.”

Quadro 13 - Prós e contras da implantação do controle de qualidade

Prós	Contras
Redução nos desperdícios por refugo e retrabalho através da detecção e solução de problemas que causam defeitos nos produtos.	Investimento inicial em consultoria, podendo haver lentidão no início do processo, até que todos os problemas e práticas para combatê-los sejam mapeados e aplicados na produção.
Aumento da produtividade e lucratividade, pois com menos produtos sendo descartados ou reciclados, maior será a quantidade disponível para venda.	Pode haver desinteresse por parte dos colaboradores em se envolver com as mudanças e em se capacitar, dependendo de forte conscientização por parte da organização.
Desenvolvimento profissional dos colaboradores, tornando-os motivados capazes de manter contínuas as melhorias, beneficiando tanto a empresa quanto os trabalhadores.	Os cursos profissionalizantes da área podem levar anos, mantendo uma dependência de consultoria nesse período e gerando custos adicionais para a empresa.

Fonte: Autoria própria (2019)

5.5 SUGESTÕES ADICIONAIS DE MELHORIAS

Além das mudanças propostas com o intuito de resolver os principais problemas de produção que a empresa X possui na atualidade, podemos abordar técnicas e ferramentas da produção enxuta que possuem um nível mais avançado de aplicação, ou seja, recomenda-se que sejam trabalhadas após a implantação da proposta já apresentada.

Um exemplo dessas ferramentas é o programa 5S onde, dos cinco sentidos que o compõem, um já foi abordado nas melhorias da área de produção de estruturas metálicas: o sentido de utilização, no qual uma maneira mais eficaz de ocupar o espaço disponível foi sugerida. Com isso, a aplicação do programa partiria já do segundo sentido: a organização e seguiria para os demais, que são a limpeza, padronização e disciplina. Também seria interessante expandir o cuidado com a estrutura de produção para o setor de fabricação de peças, já que os benefícios seriam os mesmos.

Como ambos os setores de manufatura da metalúrgica trabalham de forma sequencial e com peças de mesma família, sugere-se a adoção de um leiaute de produção por células, no qual poderia se obter maior produtividade, qualidade dos produtos e coesão do time de trabalho.

Na parte de controle de defeitos na produção, principalmente no setor de fabricação de peças, recomenda-se a inserção das ferramentas *Poka-yoke* e *Jidoka*. Com elas, o processo teria respectivamente informação física e visual capaz de alertar falhas humanas, e paradas na produção em caso de qualquer anormalidade, sob a supervisão dos colaboradores. Assim, as peças defeituosas poderiam ter seu número reduzido significativamente.

No setor de fabricação de peças, ainda pode-se melhorar a produtividade através da diminuição do tempo de *setup* das máquinas de usinagem, o que pode ser alcançado seguindo-se as etapas da TRF, fazendo ciclos de análise dos tempos ativo e passivo e conversão de todos os *setups* internos em externos, na medida do possível. Além disso, os princípios da TPM devem ser seguidos, para que a manutenção da linha de produção proporcione agilidade e flexibilidade ao processo, reduzindo os tempos inativos e, conseqüentemente o desperdício de tempo.

Por fim, para otimizar o movimento de materiais e peças pela fábrica, a filosofia da produção enxuta indica a ferramenta *kanban* para o gerenciamento desse fluxo. Para isso, um sistema visual seria utilizado para informar as ações que devem ser feitas entre as estações de trabalho, como o transporte de peças, por exemplo, indicando o tipo e a quantidade. Esse sistema pode ser constituído de cartões, etiquetas ou simplesmente cores distintas, desde que os colaboradores compreendam seu significado.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÃO DE TRABALHOS FUTUROS

A produção do presente trabalho foi capaz de fornecer ao autor conhecimento sobre um tema tão relevante na realidade profissional da área de seu curso superior. Elaborar uma proposta de implantação da filosofia *lean manufacturing* foi importante para a compreensão das ferramentas e técnicas envolvidas, incluindo suas aplicações e benefícios.

Através dos princípios dessa filosofia, é possível combater os desperdícios que ocorrem em uma empresa, seja com estoques, tempo improdutivo ou recursos materiais mal aproveitados. Podendo ser aplicada em diversos tipos de empresas, inclusive no ramo metalúrgico, percebe-se que a implantação desse sistema pode trazer benefícios para os seus processos de produção (fundição, usinagem, corte, solda, conformação, etc.), através de melhorias nas etapas de produção e na sua manutenção.

O objetivo geral do trabalho, propor a implantação do sistema *lean manufacturing* em uma empresa metalúrgica na cidade de Guarapuava – PR, foi alcançado com a elaboração de tal proposta, seguindo quatro objetivos específicos. O primeiro, de avaliar a possibilidade de descentralização de funções importantes no setor de estruturas metálicas, foi cumprido pelo planejamento de treinamento interno dos colaboradores do setor pelo seu supervisor.

Já o segundo, propor melhorias no fornecimento de matéria-prima, foi atingido através de sugestões de busca por fornecedores alternativos e práticas para estabelecer maior confiabilidade com o provedor atual. Na sequência com o terceiro, identificar formas de manutenção dos níveis de estoque que não causem desperdício, foi proposta a distinção dos espaços de estoque e produção, conscientizando os envolvidos tanto do chão de fábrica quanto da administração, responsáveis pela aquisição de materiais.

Para o cumprimento do último objetivo específico, indicar modelos de controle de qualidade nos processos de produção, assim como a capacitação dos colaboradores nessa área, foi recomendado a qualificação de colaboradores em controle de qualidade, além de consultoria para criação de modelos de controle. Sugestões adicionais foram feitas para que a metodologia da produção enxuta fosse abordada por completo, de acordo com o objetivo geral definido.

Com a análise qualitativa do chão de fábrica por meio de visitas na metalúrgica, com descrições dos processos pelos colaboradores, obteve-se uma imagem nítida do cenário atual e seus principais problemas, onde soluções teoricamente viáveis foram propostas para todos estes, com base na pesquisa feita em livros, artigos, monografias e dissertações, chegando a um

resultado satisfatório de embasamento teórico para as decisões tomadas na elaboração da proposta tema do trabalho.

As limitações no desenvolvimento deste estudo foram provenientes da restrição de informações por parte da empresa, além da falta de interesse em melhorias que demandem mudanças significativas nos seus processos de produção. Com isso, os dados que puderam ser coletados foram puramente qualitativos, e não houve possibilidade de observar as técnicas percorridas no trabalho na prática, para validar seus resultados através de números.

Por fim, recomenda-se para pesquisas futuras a aplicação de uma proposta de implantação, semelhante à que foi aqui elaborada, em uma empresa que esteja disposta a mudar sua cultura organizacional para usufruir dos benefícios da filosofia *lean manufacturing*, corroborando a teoria aplicada na elaboração do planejamento das melhorias com os resultados obtidos na produção, através do monitoramento da variação dos valores envolvidos.

REFERÊNCIAS

- BHASIN, S. An appropriate change strategy for lean success. **Management Decision**, v. 50, n. 3, p. 439–458, 2012.
- CARDOZA, E.; CARPINETTI, L. C. R. Indicadores de desempenho para o sistema de produção enxuto. **Revista Produção**, v. 5, n. 2, 2005.
- COETZEE, R.; VAN DER MERWE, K.; VAN DYK, L. Lean implementation strategies: how are the Toyota Way principles addressed? **South African Journal of Industrial Engineering**, v. 27, n. November, p. 79–91, 2016.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- Curso de Estruturas Metálicas**. Disponível em: <<https://www.cedac.com.br/cursos/desenho-industrial/estruturas-metalicas/>>. Acesso em: 28 mar. 2019.
- Definição de Produção Puxada e Sistemas Puxados**. Disponível em: <<https://www.lean.org.br/conceitos/102/definicao-de-producao-puxada-e-sistemas-puxados.aspx>>. Acesso em: 20 set. 2018.
- DENNIS, P. **Produção Lean Simplificada**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- Diagrama de Ishikawa e aplicações na Engenharia de Planejamento**. Disponível em: <<https://pmkb.com.br/artigos/diagrama-de-ishikawa-e-aplicacoes-na-engenharia-de-planejamento/>>. Acesso em: 28 abr. 2019.
- DOS REIS, A. C. C.; BARROS, J. G. M. Avaliação dos Resultados da Implementação do Sistema Global de Manufatura em uma Planta da General Motors do Brasil. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 1, n. 1, p. 55–67, 2005.
- GONÇALES FILHO, M.; CAMPOS, F. C. DE; ASSUMPÇÃO, M. R. P. Revisão sistemática da literatura com análise bibliométrica sobre estratégia e Manufatura Enxuta em segmentos da indústria. **Gestão & Produção**, v. 23, n. 2, p. 408–418, 2016.
- GUMBO, D.; KLINE, D. E.; BUMGARDNER, M. S. Benchmarking performance measurement and lean manufacturing in the rough mill. **Forest Products Journal**, v. 56, n. 6, p. 25–30, 2006.
- LUCATO, W. C.; MAESTRELLI, N. C.; VIEIRA JUNIOR, M. Determinação do Grau de Enxugamento de uma Empresa: uma proposta conceitual. **Revista De Ciência E Tecnologia**, v. 12, n. 24, p. 25–38, 2006.
- LUSTOSA, L. et al. **Planejamento e Controle da Produção**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.
- NEELY, A. The performance measurement revolution: Why now and what next? **International Journal of Operations and Production Management**, v. 19, n. 2, p. 205–228, 1999.

OPRIME, P. C.; MONSANTO, R.; DONADONE, J. C. Análise da complexidade, estratégias e aprendizagem em projetos de melhoria contínua: estudos de caso em empresas brasileiras. **Gestão & Produção**, v. 17, n. 4, p. 669–682, 2010.

R. VAN DER MERWE, K.; J. PIETERSE, J.; S. LOURENS, A. The development of a theoretical lean culture causal framework to support the effective implementation of lean in automotive component manufacturers. **South African Journal of Industrial Engineering**, v. 25, n. May, p. 131–144, 2014.

RODRIGUES, M. V. **Entendendo, Aprendendo e Desenvolvendo o Sistema de Produção Lean Manufacturing**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

SANTOS, J.; WYSK, R. A.; TORRES, J. M. **Otimizando a produção com a metodologia LEAN**. São Paulo: Leopardo, 2009.

SCHERER, J. O. S. O.; RIBEIRO, J. L. D. Proposição de um modelo para análise dos fatores de risco em projetos de implantação da metodologia lean. **Gestão & Produção**, v. 20, n. 3, p. 537–553, 2013.

SILVA, V. C. O. **Análise de casos de implementação de Produção Enxuta em empresas brasileiras de máquinas e implementos agrícolas**. [s.l.] Universidade de São Paulo, 2006.

THURER, M.; GODINHO FILHO, M. Redução do lead time e entregas no prazo em pequenas e médias empresas que fabricam sob encomenda: a abordagem Worload Control (WLC) para o Planejamento e Controle da Produção (PCP). **Gestão & Produção**, v. 19, n. 1, p. 43–58, 2012.

TUBINO, D. F. **Planejamento e Controle da Produção: teoria e prática**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

VEIGA, G. V.; LIMA, E. P. DE; COSTA, S. E. G. DA. Uma discussão sobre o papel estratégico do Modelo de Produção Enxuta. **Sistemas & Gestão**, v. 3, n. 2, p. 92–113, 2008.

VOSS, C. A. Alternative paradigms for manufacturing strategy. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 25, n. 12, p. 1211–1222, 2005.

VOTTO, R. G.; FERNANDES, F. C. F. Produção enxuta e teoria das restrições: proposta de um método para implantação conjunta na Indústria de Bens de Capital sob Encomenda. **Gestão & Produção**, v. 21, n. 1, p. 45–63, 2014.

WALTER, O.; TUBINO, D. F. Métodos de avaliação da implantação da manufatura enxuta: uma revisão da literatura e classificação. **Gestão & Produção**, v. 20, n. 1, p. 23–45, 2013.