



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMIÁRIDO
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

MARCIELLY MENDES LIMA

***LEAN MANUFACTURING* NA PRODUÇÃO DE PORTAS DE
ENROLAR AUTOMÁTICAS: UM ESTUDO DE CASO**

**SUMÉ - PB
2023**

MARCIELLY MENDES LIMA

***LEAN MANUFACTURING* NA PRODUÇÃO DE PORTAS DE
ENROLAR AUTOMÁTICAS: UM ESTUDO DE CASO**

Monografia apresentada ao Curso Superior de Engenharia de Produção do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharela em Engenharia de Produção.

Orientadora: Professora Dra. Maria Creuza Borges de Araújo.

**SUMÉ - PB
2023**



L7321 Lima, Marcielly Mendes.

Lean manufacturing na produção de portas de enrolar automáticas: um estudo de caso. / Marcielly Mendes Lima. - 2023.

79 f.

Orientadora: Professora Dra. Maria Creuza Borges de Araújo.

Monografia - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido; Curso de Engenharia de Produção.

1. Lean manufacturing. 2. Portas de enrolar automáticas. 3. Redução de perdas. 4. Estudo de caso. 5. Perdas no processo produtivo. I. Araújo, Maria Creuza Borges de. II. Título.

CDU: 658.5(043.1)

Elaboração da Ficha Catalográfica:

Johnny Rodrigues Barbosa
Bibliotecário-Documentalista
CRB-15/626

MARCIELLY MENDES LIMA

**LEAN MANUFACTURING NA PRODUÇÃO DE PORTAS DE
ENROLAR AUTOMÁTICAS: UM ESTUDO DE CASO**

Monografia apresentada ao Curso Superior de Engenharia de Produção do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharela em Engenharia de Produção.

BANCA EXAMINADORA:

**Professora Dra. Maria Creuza Borges de Araújo.
Orientadora – UAEP/CDSA/UFCG**

**Professor Dr. Robson Fernandes Barbosa
Examinador I – UAEP/CDSA/UFCG**

**Professora Ma. Luana Marques Sousa Farias
Examinadora II – UAEP/CDSA/UFCG**

Trabalho aprovado em: 14 de fevereiro de 2023.

SUMÉ - PB

Dedico este trabalho aos meus alicerces, meu pai (*in memoriam*) amigo, incentivador e exemplo, e a minha mãe, amiga e apoiadora.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por todas suas bênçãos em minha vida, me proporcionado a oportunidade de cursar Engenharia de Produção, sempre me ajudando a enfrentar todas as dificuldades com força de vontade, coragem e saúde.

Também agradeço a minha família, em especial ao meu pai, Marcilio Caetano Lima (*in memorian*) que não mediu esforços para me manter na graduação, sempre acreditando em meu sonho, me incentivando com palavras e gestos de carinho, sendo minha maior inspiração. A minha mãe, Maria Vanucia Mendes Lima, por ter me dado forças e sustentabilidade financeira, e a minha tia Pauliana, por todas as palavras de incentivo e conforto.

Ao meu companheiro, Marco Aurélio e sua família, que me acolheram e me auxiliaram com os cuidados do nosso amado filho, Marcilio Daví.

Ao proprietário da empresa Grupo Hanna e seus colaboradores, e a minha prima, Cinthya Regina, ex-funcionária da empresa, pela oportunidade de realizar o Trabalho de Conclusão de Curso baseado no sistema de produção de portas de enrolar automáticas da organização.

Aos meus colegas de sala, principalmente aos amigos, Fernanda, Hedivigem, Jordana, Júlio, Natalia, Manoel e Sandy, por toda a parceria nos meus melhores e mais difíceis momento, tornando os anos de curso mais leves e divertidos, sendo minha família em Sumé. Desejo muito sucesso a todos.

A minha orientadora, Dra. Maria Creuza Borges, por ter me concedido a oportunidade de ser sua orientanda, passando ensinamentos com toda sua paciência e dedicação, sendo uma inspiração para mim como pessoa e profissional.

Por fim, aos professores do curso de Engenharia de Produção do campus UFCG-CDSA, pelos anos de conhecimentos transmitidos, contribuindo de forma significativa na minha carreira profissional.

“Nas grandes batalhas da vida, o primeiro passo para a vitória é o desejo de vencer”.

(Mahatma Gandhi)

RESUMO

Com o aumento da competitividade no mercado globalizado, o ambiente empresarial necessitou implementar métodos de produção eficientes, a fim de ter uma produção com redução de custo, mais qualidade e menos desperdícios, e assim satisfazer as expectativas dos clientes e garantir seu espaço no mercado. Neste sentido, o *Lean Manufacturing* atua como um método adequado, visto que, por meio da análise, identificação e redução das perdas, dispondo de ferramentas eficazes, proporciona otimização nos processos produtivos, gerando fluxos de fabricação vantajosos. Por meio de visitas in loco com diálogos e observações direta, sucedeu-se uma análise do processo produtivo visando a minimização ou eliminação dos desperdícios da produção de portas de enrolar automáticas em uma empresa da cidade de Patos, Paraíba, utilizando a manufatura enxuta para identificar as principais perdas e suas respectivas causas, e sugerindo propostas de melhorias. Como resultado, observou-se que na organização havia a ocorrência principalmente das perdas pertinentes à espera, transporte, movimentação e subutilização da capacidade de pessoas. Com a análise e a priorização das perdas, sugeriu-se melhorias, tais como: otimização do layout; planilha no Excel e cartões baseados no sistema Kanban para controle de estoque, Padronização (POP), Manual de cargo por trabalho e aquisição de carrinhos para transporte de peças e ferramentas. Tais melhorias irão resultar em um processo com menos perdas e, conseqüentemente, mais otimizado.

Palavras chaves: Portas automáticas. *Lean Manufacturing*. Perdas.

LIMA, Marcielly Mendes. **Lean manufacturing in the production of automatic rolling doors: a case study**. 2023. 80 f. (Bachelor thesis) - Curso de Engenharia de Produção, Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, Universidade Federal de Campina Grande, Sumé – Paraíba – Brazil, 2023.

ABSTRACT

With the increase of competitiveness in the globalized market, the business environment needed to implement efficient production methods, in order to have a production with reduced cost, more quality and less waste, and thus satisfy the expectations of the customers and guarantee their space in the market. In this sense, Lean Manufacturing acts as an adequate method, since, through the analysis, identification and reduction of losses, having effective tools, it provides optimization in the productive processes, generating advantageous manufacturing flows. Through the analysis of the production process, the present study contributed to the minimization or elimination of waste in the production system of automatic rolling doors in a company in the city of Patos-PB, using lean manufacturing to identify the main losses and their respective causes, and suggesting proposals for improvements. As a result, it was observed that in the organization there were mainly losses related to waiting, transportation, movement and underutilization of people capacity. With the analysis and prioritization of losses, improvements were suggested, such as: layout optimization; spreadsheet in Excel and cards based on the Kanban system for stock control, Standardization (POP), Job Manual per job and acquisition of trolleys for transporting parts and tools. Such improvements will result in a process with less losses and, consequently, more optimized.

Keywords: Automatic doors. Lean Manufacturing. Losses. Lean production.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Estrutura do trabalho	19
FIGURA 2: Pilares do sistema toyota de produção.....	22
FIGURA 3: Os sete desperdícios.....	28
FIGURA 4: Classificação da pesquisa quanto a metodologia.....	36
FIGURA 5: Etapas da pesquisa	37
FIGURA 6: Primeira etapa - roteiro de ordem de porta de rolo.....	42
FIGURA 7: Segunda etapa	43
FIGURA 8: Terceira etapa.....	44
FIGURA 9: Quarta etapa.....	45
FIGURA 10: Quinta etapa	46
FIGURA 11: Sexta etapa	47
FIGURA 12: Planta baixa da empresa.....	56
FIGURA 13: Movimentação do processo dentro da empresa.....	58
FIGURA 14: Movimentação do trabalho com layout melhorado	59
FIGURA 15: Ilustração do carrinho de transporte	61
FIGURA 16: Ilustração do carrinho para ferramentas	62
FIGURA 17: Cartão kanban de cor verde	69
FIGURA 18: Cartão kanban de cor amarela	69
FIGURA 19: Cartão kanban de cor vermelha	69
FIGURA 20: Aba de cadastro na planilha eletrônica.....	70
FIGURA 21: Aba de lançamento na planilha excel	71
FIGURA 22: Aba dos lançamentos de saídas de mercadorias	71
FIGURA 23: Aba de resumo de estoque da planilha no Excel.....	72

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
FIBRA	Federação das Indústrias do Distrito Federal
JIT	Just in time
POP	Procedimento Operacional Padrão
SMED	Single Minute Exchange of Dies
STP	Sistema Toyota de Produção
TPS	Toyota Production System
TRF	Troca Rápida de Ferramentas

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: Os cinco princípios bases do lean manufacturing	24
QUADRO 2: Os sete desperdícios do sistema toyota de produção	26
QUADRO 3: Relação dos desperdícios e as ferramentas/ recomendações utilizadas.	30
QUADRO 4: Matriz das perdas.....	49
QUADRO 5: Análise de perdas.....	52
QUADRO 6: POP para cálculo das medidas	64
QUADRO 7: POP para a etapa de montagem.....	65
QUADRO 8: Manual de trabalho por cargo.....	67

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 – Equação de capacidade.....	29.
---	-----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Objetivos	16
1.1.1 Objetivo geral.....	16
1.1.2 Objetivos Específicos.....	16
1.2 Justificativa	17
1.3 Estrutura do Trabalho de Conclusão de Curso	18
2 REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1 Sistema Toyota de Produção (STP)	20
2.2 Princípios do Sistema Toyota de Produção	23
2.2.1 Os sete desperdícios	25
2.3 Ferramentas da Manufatura Enxuta	29
2.3.1 Kanban	30
2.3.2 Padronização	32
2.3.3 <i>Layout</i>	33
2.3.4 Metodologia 5S	34
3 METODOLOGIA	35
3.1 Caracterização da Pesquisa	35
3.2 Etapas da Pesquisa	37
4 ESTUDO DE CASO	39
4.1 Caracterização da empresa	39
4.2 Processo Produtivo	40
4.3 Perdas no processo	48
4.3.1 Identificação das perdas	48
4.3.2 Propostas de melhorias	51
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	73
5.1 Recomendações para trabalhos futuros	75
REFERÊNCIAS	76
APÊNDICES	80

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, as empresas estão sujeitas a grandes desafios para se tornarem competitivas no mercado globalizado. Neste sentido, as organizações têm o dever de compreender e corresponder as necessidades dos seus clientes, que passaram a reivindicar mais qualidade e pouco tempo de entrega em seus pedidos, para assim se manter frente aos seus concorrentes. De acordo com Ramos (2017), a concorrência tem intimado ao mercado industrial uma dinâmica diferenciada, na qual as organizações precisam apresentar condutas que garantam sua posição de liderança frente ao opositor. Isto é, as empresas precisam proporcionar aos seus clientes respostas rápidas, de acordo com suas exigências.

Santos e Araújo (2018) afirmam que nos últimos anos é notória a exigência com os empreendimentos para estarem mais atentos aos seus processos produtivos, possibilitando aos seus clientes e funcionários uma maior eficiência em suas atividades, através de inovações e modificações. No contexto atual, a exigência em responder as necessidades impostas pelo mercado torna-se primordial a implementação de forma sistêmica e contínua de métodos de produção cada vez mais flexíveis e integrados (ANTUNES, 2008). Com isso, as organizações passaram a buscar ferramentas que contribuíssem para gerenciar os processos produtivos, a fim de possuir estruturas organizacionais mais enxutas e flexíveis, a fim de obter uma vantagem competitiva. Neste sentido, a redução de perdas é essencial para tornar a produção o mais eficiente possível.

Observa-se que as perdas são um gargalo presente nos sistemas produtivos, que ocasionam desvantagens para a organização, tais como retrabalho, custos desnecessários, atrasos na produtividade, entre outros. Logo, para Esteves *et al.* (2010), as instituições que anseiam atingir superioridade em seu desempenho com relação à concorrência têm que efetuar uma análise rigorosa dos seus processos, a fim de reduzir suas ineficiências. Portanto, é de grande importância operar na identificação dos agentes causadores das perdas no sistema produtivo, para que assim, possam ser minimizados ou eliminados, possibilitando que a taxa de eficiência almejada pela empresa seja alcançada.

Neste contexto, na busca por um método de gestão que apresente maior rapidez, redução de desperdícios e custos minimizados, surge o *Lean Manufacturing*

(Produção Enxuta). Womack e Jones (2004) definem o termo *lean* como sendo um pensamento enxuto com aplicação na produção, eliminando desperdícios e observando o valor real do fluxo e do cliente final. Segundo Ohno (1997), o *Lean Manufacturing* objetiva produzir apenas o necessário e no momento certo. A produção enxuta surgiu no Sistema Toyota de Produção (STP), que prioriza eliminar qualquer desperdício na produção, focando na fabricação de pequenos lotes, reduzindo o lead time nos setups e diminuindo estoques de matérias primas. Antunes et al. (2008) afirma que o Sistema Toyota de Produção (STP) é uma das atuações modernas da Engenharia de Produção distribuída no contexto industrial.

Aniceto, Siqueira e Nunes (2016) reiteram que as ferramentas do Lean Manufacturing são imprescindíveis na realidade da economia mundial, por ser um sistema de gestão que, quando aplicado corretamente em uma instituição, proporciona inúmeros benefícios, independentemente do tamanho e do mercado de atuação. Desta forma, um estudo do processo produtivo sob o ponto de vista do sistema de produção enxuto, seguido do uso das suas ferramentas, proporciona oportunidades significativas para o alcance de melhorias.

Vale salientar a importância da aplicação do *Lean Manufacturing* nas empresas, proporcionando a redução das perdas e dos custos, assegurando vantagens competitivas. Neste, sentido o presente trabalho utiliza o *Lean Production* em uma empresa localizada na cidade de Patos, Paraíba, contribuindo com melhorias para as perdas detectadas no respectivo processo produtivo.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Aplicar o *Lean Manufacturing* com o propósito de diminuir ou minimizar os desperdícios na produção de portões automáticos de uma empresa na cidade de Patos, Paraíba.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar a empresa e analisar o processo produtivo

- Identificar os desperdícios presentes no processo
- Propor melhorias para diminuição ou eliminação das perdas identificadas

1.2 Justificativa

Considerado como um ramo crescente no campo nacional, a Federação das Indústrias do Distrito Federal (FIBRA), em 2017, mostrou que o setor de construção civil representou cerca de 6,2% do PIB brasileiro, sendo um dos seis principais motores da economia. De acordo com os dados do CBIC (2022), a atividade da Construção Civil na Região Nordeste, no 1º trimestre de 2022, atingiu o melhor nível em comparação aos últimos anos. Para Vasconcelos (2022), esta região corresponde a 16,38% da construção nacional, sendo a 3ª maior região do setor da construção civil no país. Dessa forma, o crescimento do setor de construção civil proporcionou ao mercado de portas automáticas crescer gradativamente nos últimos anos.

A produção de portas automáticas está acompanhada do setor de construção civil. Incon (2022) afirma que os primeiros modelos da porta de enrolar automática do Brasil surgiram em 1980. Para a autora, o grande avanço na tecnologia fez com que a porta de enrolar ampliasse o seu uso para galpões, estabelecimentos comerciais, conquistando até projetos residenciais. Para Fernandes (2013) as portas automáticas não são vistas apenas com a sua função de separação ou fechamento das áreas. Sua fabricação é regida por normas técnicas que visam, principalmente a segurança, tanto para as pessoas que transitam nos locais onde estão instaladas quanto para a segurança do estabelecimento. Com isso, o aumento do interesse do consumidor pelas portas de rolo automatizadas também tem uma correlação com a alta na criminalidade, visto que os proprietários comerciais buscam um maior nível de segurança em seus negócios.

Além disso, os portões automatizados de rolo ganham cada vez mais espaço dentro das indústrias, por promover garantia de qualidade aos produtos, redução dos custos, ganho na produtividade e agilidade nos processos. Para Comini (2013) as portas automáticas auxiliam no aumento da produtividade, facilitando o fluxo de pessoas e equipamentos, assim como diminuem as perdas de produção. Neste sentido, o mercado de portas automáticas está crescendo muito, visto que a demanda de portas automáticas procede das construções civis que requerem o seu uso, como

prédios industriais, comércios, galpões, residências, entre outros. Hoje, o mercado brasileiro já tem um nível tecnológico alto de oferta em termos de portas industriais. (MIRRA, 2016).

Considerando a competitividade do setor, para uma empresa se manter ativa no mercado, é relevante que tenha seu foco em ações para redução dos seus custos, eliminando eventuais desperdícios em sua produção, sem esquecer de atingir e superar as expectativas de satisfação dos seus clientes. Nesse sentido, para Graza-Reyes (2015) o enfoque na identificação e eliminação dos desperdícios no fluxo produtivo, por meio de ferramentas do *Lean Manufacturing*, faz com que a empresa utilize maior parte de seu tempo para agregar valor em atividades de seus processos produtivos.

Perante o exposto, constata-se que essa pesquisa é significativa para a empresa e clientes, uma vez que minimiza as perdas através da proposição de melhorias, contribuindo para a diminuição dos custos produtivos e diminuição no tempo de entrega, dando origem a manufatura de um produto de menor preço e maior qualidade.

Assim, a implementação das melhorias viabiliza a remoção das atividades que não agregam valor dentro do processo de produção, isso porque as ferramentas e técnicas aplicadas atuam diretamente na diminuição ou na eliminação dos gargalos existentes, permitindo a otimização do processo. A partir disso, a produtividade da empresa cresce, o produto ofertado passa a ter uma melhor qualidade e a organização consegue atingir vantagem no mercado competitivo. Ademais, esse estudo poderá colaborar para a realização de pesquisas futuras relacionadas a área aqui abordada.

1.3 Estrutura do Trabalho de Conclusão de Curso

O presente estudo foi elaborado através de cinco etapas, que serão apresentadas de forma resumida, na figura 1.

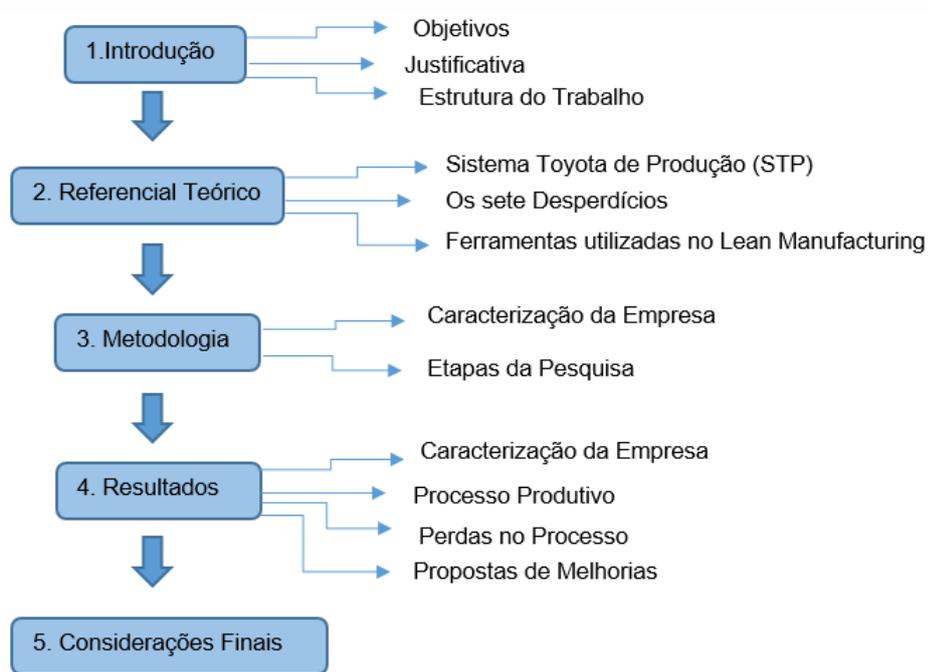
O primeiro capítulo trata da introdução, que aborda um contexto sobre o que será discutido durante o estudo, expõe o problema analisado, além de apresentar os objetivos geral e específicos, a justificativa da pesquisa e a estruturação do trabalho.

O capítulo 2 exhibe o referencial teórico do estudo, construído a partir de um levantamento bibliográfico dos respectivos temas: Sistema de Produção Toyota

(STP), Os Desperdícios da Produção e Ferramentas utilizadas no *Lean Manufacturing*.

O terceiro capítulo refere-se a metodologia praticada para realização do trabalho, no qual é caracterizado o estudo de acordo com sua abordagem, natureza, objetivos e procedimentos. Assim como são expostas as etapas seguidas durante a pesquisa.

Figura 1 - Estrutura do trabalho



Fonte: Autoria própria (2023)

A quarta seção retrata os resultados da pesquisa. Nesse capítulo, é caracterizada a empresa onde sucedeu o estudo e detalhado todo o processo produtivo do portão de enrolar automático, juntamente com as perdas identificadas. Em seguida, são apresentadas as ferramentas sugeridas para melhorar o processo produtivo e diminuir ou eliminar os desperdícios encontrados. O quinto e último capítulo traz uma conclusão a respeito do trabalho executado.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A Fundamentação teórica proporciona ao leitor um vasto conhecimento em uma determinada área. Este capítulo aborda a revisão da literatura utilizada para a realização do estudo, com uma ampla pesquisa de assuntos e conhecimentos referentes aos temas: Sistema Toyota de Produção, Os sete Desperdícios e as Ferramentas da Manufatura Enxuta, viabilizando um melhor desenvolvimento do trabalho.

2.1 Sistema Toyota de Produção (STP)

Womack, Jones e Ross (1992) afirmam que a Produção Enxuta surgiu em 1950, no Japão, após uma visita do engenheiro Eiji Toyoda aos Estados Unidos, na fábrica da Ford, em Detroit, onde a produção em massa era tida como um método ideal de produção.

Carneiro (2003) afirma que Eiji Toyoda observou que não seria possível copiar o mesmo sistema de produção, mas deveria aperfeiçoá-lo e adaptá-lo de acordo com as condições japonesas. A partir daí, surgiu a necessidade de se criar um método de gerenciamento, o Sistema de Produção / Manufatura Enxuta, conhecido também como o sistema Toyota de Produção (WOMACK; JONES; ROSS, 2004).

Shinohara (1988) conceitua a Produção Enxuta como a busca por uma produção que utilize de mão-de-obra e equipamentos em pouca quantidade, mas produza com zero defeitos e em pouco tempo, compreendendo como desperdícios de produção qualquer elemento que não atenda as condições de qualidade, preço e prazo determinados pelo cliente. Segundo Ohno (1997), a ideia básica do sistema de produção enxuta é uma produção do necessário, no tempo e na quantidade atribuída.

O termo “Produção Enxuta” vem do inglês, “Lean Manufacturing” (WOMACK; JONES; ROSS, 2004). De acordo com Cakmakci (2008), o *Lean Manufacturing* apresenta como característica fundamental a flexibilidade, trazendo resultados bastante significativos para a empresa, por meio das suas linhas de produção de lotes menores, que são controlados por ferramentas de identificação de desperdícios, o que permite que as organizações satisfaçam as condições do mercado competitivo.

Para Fullerton (2013), o *Lean Manufacturing* é um tipo de estratégia “puxada”, ou seja, a produção é baseada na demanda do consumidor, eliminando assim a

necessidade de grandes estoques e superprodução. Warnecke e Hüser (1995) defendem que a produção enxuta arrecada para a empresa inúmeros benefícios em todas as suas áreas, não apenas na manufatura, proporcionando um sistema competitivo, devido ao seu sistema produtivo enxuto. Bhamu et al. (2014) conclui que o Lean Manufacturing possibilita uma produção de alta variedade, com melhor qualidade e um baixo custo.

A base do Sistema de Produção Enxuta é a absoluta eliminação de desperdício (OHNO, 1997). Womack, Ross e Jones (1990) afirmam que o sistema de Produção Enxuta tem seu objetivo principal focalizado na identificação e eliminação das atribuições que não agregam valor. Cruz (2013) completa que, após a eliminação dos desperdícios, o sistema de produção Toyota unifica as etapas que realmente agregam valor.

Segundo Womack e Jones (1998) o *Lean Manufacturing* elimina os desperdícios da produção, recorrendo ao lead time, ou seja, através do tempo percorrido no chão de fábrica pelo produto. A padronização das atividades e desenvolvimento de um controle de qualidade são fatores que diminuem o lead time, e garantem um aumento na produtividade (SARAVANAN; NALLUSAMY, 2016).

Jacobs e Chase (2014) relatam que o *Lean Manufacturing* se tornou o método mais importante sobre o controle e gestão das operações e da cadeia de valor dos últimos 50 anos. A partir da publicação do estudo no MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), o *Lean* tem sido o modelo de gestão escolhido pelas empresas que tentam implantar em suas fábricas as mesmas práticas diferenciadas do TPS (*Toyota Production System*), a fim de atingir os mesmos níveis de desempenho da Toyota (JUSTA, 2009).

Dessa forma, Liker (2005) explica que o sucesso da Toyota foi consequência de uma transformação da operação, que trouxe à empresa um diferencial competitivo e estratégico. Isso se deu através do uso de ferramentas e métodos de melhoria contínua na manufatura, tais como: o sistema Just in Time (JIT) e o sistema *Jidoka* (Autonomação). Na Figura 2 são apresentados os pilares do Sistema Toyota de Produção.

Figura 2 - Pilares do sistema Toyota de produção



Fonte: Ghinato (2000)

Dennis (2008) afirma que a representação habitual da *Lean Manufacturing* é apresentada na forma de uma casa, na qual a base da casa/sistema é a estabilidade e a padronização, as paredes representam os produtos, e os dois pilares de sustentação do sistema são o *Just-in-time* e a automação (*Jidoka*), o telhado retrata o foco principal da casa/sistema que é o cliente, responsável por desejar os produtos e serviços no menor *lead time* e com alta qualidade. O autor também cita o envolvimento dos membros da equipe como sendo essencial para o funcionamento, enfatizando a necessidade dos envolvidos estarem motivados e serem flexíveis na busca constante por melhoria e melhores performances.

Conforme Womack, Jones e Ross (1992), o sistema *Just-in-time* é um método de produção com demanda definida, sem desperdícios, produzindo com qualidade e no momento adequado da necessidade, o que justifica sua tradução "na hora certa". Assim, o JIT (*Just-in-time*) proporciona uma produção sem estoques e com redução de custos. Os autores também explicam o sistema Automação ou *Jidoka* como sendo uma automação com um toque humano, pois a máquina funciona sozinha, mas está propícia a qualquer anormalidade que possa danificá-la, causando desperdícios e contratempos na produção, precisando então da inteligência humana para os consertos necessários.

Tubino (1999), Cakmakci (2008), Warnecke e Hüser (1995), mostram os principais fatores para uma organização conseguir sustentar o *Lean Manufacturing*:

satisfação do cliente, eliminação dos desperdícios, buscar por melhora contínua, manter um bom relacionamento com os operários, organização na empresa, está sempre visível no mercado consumidor.

Desta forma, no cenário atual de globalização, as empresas procuram por metodologias que atendam às necessidades do mercado competitivo, e com isso o Lean Manufacturing surge como um sistema de grande importância no setor industrial. Segundo Slack (1993), a filosofia *Lean Manufacturing* abrange técnicas que asseguram vantagens competitivas, como qualidade no produto, redução de custos, velocidade na entrega, entre outros. Ademais, Ritzman e Krajewski (2004) afirmam que essa metodologia oferece ferramentas que contribuem para o desenvolvimento superior das empresas no mercado competitivo.

2.2 Princípios do Sistema Toyota de Produção

Segundo Womack e Jones (2004), para que uma produção enxuta ocorra, a organização precisa construir uma mentalidade enxuta e não apenas utilizar de técnicas ou ferramentas. Os autores afirmam que o *Lean Manufacturing* tem seu significado baseado em cinco princípios: determinar valor, identificar fluxo de valor, fluxo contínuo, puxar e buscar a perfeição, expostos no Quadro 1.

Riani (2006) alega que o Valor é determinado de acordo com o grau de aceitação do produto ofertado pelo cliente. Badejo (2005) relata que as formações da cadeia de valor dos produtos surgem da junção de todas as atividades que agregam valor.

Rother e Shook (2003) afirmam que o mapeamento detalhado de todo o fluxo de valor, a partir do desenvolvimento até o lançamento no mercado, permite a identificação completa dos desperdícios existentes no processo de fabricação, criando uma produção mais precisa, com as etapas que realmente são fundamentais, possibilitando a eliminação dos desperdícios e gerando um novo fluxo de valor.

Quadro 1 - Os cinco princípios bases do *lean manufacturing*

PRINCÍPIO	CONCEITO
Determinar Valor	O valor é definido pelo cliente. A Organização tem que buscar satisfazer os requisitos propostos pelo cliente.
Identificar o fluxo de valor	Conjunto de operações efetuadas a partir da chegada de um pedido. As operações produtivas são divididas em três tipos: Técnicas que agregam valor precisamente; as que não agregam valor, mas é de importância para a manutenção e conseqüentemente para a qualidade do produto, e por último as técnicas que realmente não agregam valor nenhum devendo ser eliminadas de imediato.
Fluxo contínuo	A cadeia de valor deve ter o seu propósito direcionado para a fluidez do processo, contribuindo para diminuição de stocks e aumentando a flexibilização dos operadores.
Sistema <i>Pull</i> (Produção puxada)	Defende que o cliente quem desencadeia o processo produtivo, com produção estritamente do necessário.
Perfeição	“ Fazer bem à primeira”, ou seja, a organização busca por excelência da sua cadeia de valor.

Fonte: Womack e Jones (2003)

Segundo Dias (2003), O princípio de fluxo contínuo busca por fluidez no processo, fazendo com que o valor decorra durante o processo até o cliente final. O autor reitera que o processo de fluidez tem três etapas, são elas: a) acompanhamento de todas as etapas de um determinado produto, b) tornar a produção contínua e, c) eliminação dos fluxos contrários ao processo. Conforme Silva (2007), o fluxo contínuo nas células permite uma facilidade no controle de qualidade, uma vez que a visualização dos defeitos se torna mais rápida, já que o consumo das peças é praticamente imediato.

No princípio de produção puxada, Picchi (2001) assevera que ocorre uma demanda em que o cliente determina a quantidade e a entrega do produto, contribuindo para o mínimo de estoque e de desperdício nos custos e na produtividade. Saia (2009) e *Lean Institute* Brasil (2003) acrescentam que no princípio de perfeição as organizações devem buscar esforços para um aperfeiçoamento contínuo de todos os integrantes, deixando-os com um entendimento nos processos

de produção, possibilitando contribuições com ideias que irão agregar valor. De acordo com Spear e Bowen (1999) os princípios de Valor, fluxo de valor, continuidade e produção puxada constituem o “DNA” do STP (Sistema Toyota de Produção).

2.2.1 Os sete desperdícios

Brinson (1996) afirma que desperdícios são atividades que não agregam valor, mas atribuem custos, tais como a perda de recursos e de tempo, além de outros gastos desnecessários. Nakagawa (1991) conceitua desperdício como todos os custos que não adicionam nenhum valor ao produto de acordo com a ótica do consumidor. Ohno (1988), distingue os sete tipos de desperdícios que podem existir em um sistema de produção, sugerindo que estes sejam os causadores de até 95% do total dos custos. Para Ohno (1997), o Sistema de Produção Enxuta tem sua sustentação na eliminação total de desperdício. Na tabela 1 são demonstrados os desperdícios do Sistema Toyota de Produção.

Conforme Manfredini e Suski (2010), produzir em excesso, acima da demanda, resulta em uma sequência de outros desperdícios, tais como: área de estoque, danificação, produtos obsoletos, manutenção de equipamentos e gastos de energia. De acordo com Ohno (1997), a perda ocasionada por uma superprodução é a mais prejudicial, por se tratar de um desperdício que esconde outros que não sejam relacionados e/ou observados pelas organizações. Dessa forma, Bornia (1995) defende que para a eliminação desse tipo de desperdício é indispensável a realização de uma série de mudanças, ou seja, melhorias, nos processos de produção, a fim de que se obtenha um fluxo de materiais contínuos e uma diminuição nos leads times, permitindo produção de pequenos lotes.

Quadro 2 - Os sete desperdícios do sistema Toyota de produção

DESPERDÍCIO	CONCEITO
Superprodução	Referente ao excesso de produção, é o desperdício responsável por todos os outros.
Transportes	Uma alta quantidade de movimentação de pessoas ou bens que não agregam valor, mas são necessários para o fluxo do processo.
Estoque	Estocagem de produtos de forma desnecessária, a fim de evitar problemas que podem acontecer durante a produção.
Defeitos	Consiste em erros na produção e/ou problemas referentes à qualidade do produto, que não atendem ao desejo do cliente.
Espera	Operários ou informações consideradas inativas, além de produtos ociosos.
Processamento	Etapas do processo que não atuam no produto, ou seja, não agrega valor.
Movimento	Movimentos dos operários considerados desnecessários para a produção.

Fonte: Ohno (1997)

Conforme Manfredini e Suski (2010), produzir em excesso, acima da demanda, resulta em uma sequência de outros desperdícios, tais como: área de estoque, danificação, produtos obsoletos, manutenção de equipamentos e gastos de energia. De acordo com Ohno (1997), a perda ocasionada por uma superprodução é a mais prejudicial, por se tratar de um desperdício que esconde outros que não sejam relacionados e/ou observados pelas organizações. Dessa forma, Bornia (1995) defende que para a eliminação desse tipo de desperdício é indispensável a realização de uma série de mudanças, ou seja, melhorias, nos processos de produção, a fim de que se obtenha um fluxo de materiais contínuos e uma diminuição nos leads times, permitindo produção de pequenos lotes.

A perda por transporte ocorre quando há movimentos de pessoas e materiais sem necessidade, ou até mesmo quando há movimentos em excesso (FERRAZ, 2006; MORÓZ, 2009). Manfredini e Suski (2010) articula que o *Lean Manufacturing* busca a redução ou estabilidade dos movimentos por meio da prática de um Estudo de Tempos e Movimentos, e Métodos de Trabalho. Uma medida para se evitar este desperdício é ter um arranjo físico (layout) adequado, que aperfeiçoe o transporte, reduzindo as distâncias percorridas, e assim, reduzindo o tempo de transporte (RIANI, 2006; PAIXÃO, 2011).

Para Ohno (1997) o excesso de estoque é o desperdício mais importante, por exigir um alto investimento de recursos financeiros, como: edificação ou adaptação de espaço físico, necessidade de mão-de-obra para sua manutenção, compra ou locação de máquinas para movimentação de produtos, dentre outros, além de proporcionar prejuízos causados por produtos obsoletos. De acordo com Correa e Giansesi (1993), existem algumas formas que podem ser utilizadas para eliminar este tipo de desperdício, são elas: procurar reduzir as incertezas de demanda, diminuição nos tempos de setup e *leads times*, máquinas de melhor confiabilidade, assegurando a qualidade dos processos e uma sincronização dos fluxos de trabalho.

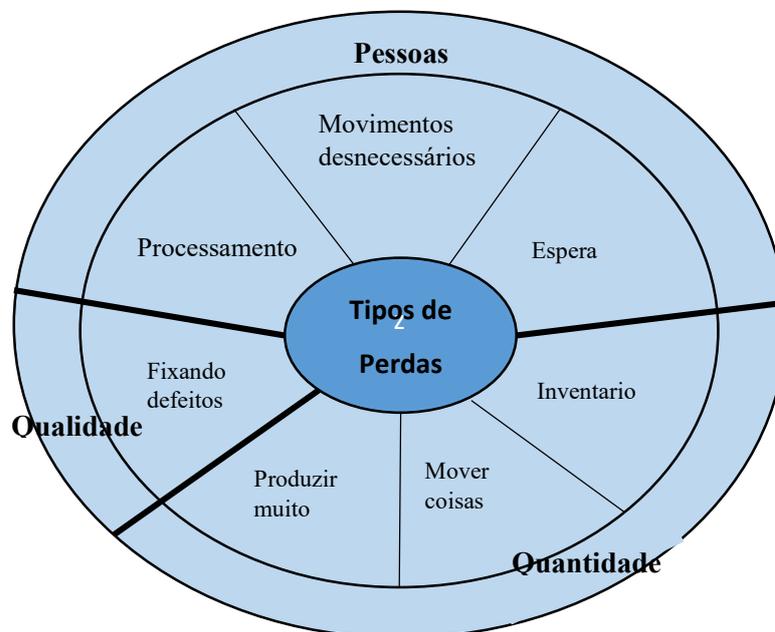
O desperdício por defeitos, segundo Moróz (2009), é a fabricação de produtos que não condizem com o desejo do cliente, ou seja, produzir produtos sem qualidade. Para Guinato (1996) a produção que acarreta produtos defeituosos influencia na organização de diversas partes do sistema produtivo, ocasionando impactos no âmbito do preço de venda do produto, da definição das quantidades a ser entregues, assim como dos prazos de entrega e no comprometimento da qualidade exigida. Produzir produtos defeituosos significa desperdiçar materiais, disponibilidade de mão de obra, disponibilidade de equipamentos, movimentação de materiais defeituosos, armazenagem destes, inspeção de produtos, entre outros. (CORRÊA; CORRÊA, 2012).

Conforme Shingo (1996), as situações de espera podem ou não ser fundamentais para um processo estabilizado, podendo ser ocasionadas pela falta de planejamento da produção ou por uma capacidade produtiva demasiada. Este tipo de desperdício também pode ser chamado de atraso. Acarreta em aumento no lead time, o que consiste em um parâmetro muito importante para a Manufatura Enxuta (PAIXÃO, 2011).

Para Farinha (2015) a perda por processamento significa o uso inapropriado das máquinas ou equipamentos, assim como falta de comunicação. O autor defende que esse desperdício tem a possibilidade de ser eliminado através da instrução dos operários ou pela aplicação de metodologias de engenharia que busquem a simplificação das operações de produção de um determinado produto.

A perda por movimento corresponde aos movimentos realizados que não acrescentam valor ao produto e, conseqüentemente, são considerados desperdícios. Podem ser melhorados através da aplicação de métodos de trabalho mais adequados e da alteração do layout (COSTA, 2013). O fato de estar se movimentando não significa estar trabalhando, no sentido de agregar valor. Logo, trabalhar é fazer o processo avançar efetivamente, no sentido de concluir a atividade proposta (OHNO, 1997). Na Figura 3 é possível observar a interação dos sete tipos de perdas mencionados por Ohno (1997), com pessoas, quantidade e qualidade.

Figura 3 - Os sete desperdícios



Fonte: Riani (2006)

Lindgren (2015) aborda um oitavo desperdício, denominado de subutilização da capacidade de pessoas, que consiste na utilização das pessoas para o desenvolvimento de funções que não são propícias para fazer, o que gera desinteresse e descuido.

Para observar o desperdício e buscar por sua total eliminação, Ohno (1997) afirma que se deve aumentar a eficiência do processo, a partir da redução de custos, produzindo apenas o necessário, com a utilização do mínimo de mão-de-obra. Assim, o autor defende que se deve manter uma observação da eficiência do grupo de operadores, das linhas de produções e depois de toda a fábrica.

Ohno (1997) declara que se for considerado o trabalho necessário como o trabalho real e o resto ser tratado como desperdício, tem-se uma equação verdadeira, sendo esta verídica tanto para o operário quanto para a linha de produção:

$$\textit{Capacidade} = \textit{Produção} + \textit{Desperdícios} \quad (1)$$

Assim, Ohno (1997) conclui que a eficiência é melhorada quando se tem uma produção com porcentagem de trabalho de 100%, em conjunto com zero desperdício.

Diante do exposto, este Trabalho de Conclusão de Curso apresenta uma análise dos desperdícios existentes no maior processo produtivo da empresa, a manufatura do portão automático de rolo, com o objetivo de eliminar ou minimizar as atividades que não agregam valor, e assim diminuir os custos da produção. Dessa forma, como solução para os problemas identificados, serão sugeridas melhorias no processo.

2.3 Ferramentas da Manufatura Enxuta

O *Lean Manufacturing* é uma filosofia de gestão que faz uso de uma combinação entre técnicas, ferramentas e máquinas, com a intenção de minimizar ou eliminar os diferentes desperdícios de um sistema produtivo. Mandujano (2016) propõe algumas soluções para os desperdícios, sendo estas obtidas por meio da aplicação das ferramentas e metodologias do *Lean production*. O quadro 3 apresenta essa relação:

Quadro 3 - Relação dos desperdícios e as ferramentas/recomendações utilizadas.

DESPERDÍCIO	FERRAMENTA/ RECOMENDAÇÃO
Superprodução	Uso do Mapa de Fluxo de Valor.
Tempo de espera	Desenvolver um plano de comunicação e fazer o uso de um fluxo contínuo nos processos e na padronização das atividades.
Transporte	Fazer uso do método 5S, melhorar o layout, adquirir meios de transporte apropriados e pré-determinar as rotas de transporte.
Estoque	Aplicar a ferramenta Kanban e unir pessoas e/ou processos para melhorar o fluxo de trabalho.
Processo	Realizar treinamento com os colaboradores e controlar os resultados por intermédio de fichas de verificação.
Produtos defeituosos	A metodologia Poka-Yoke pode ser aplicada em alguns dos casos.
Movimentação desnecessária	Utilizar o VSM e padronização, ou pode optar por desenvolver um processamento rápido que antecipe as necessidades da demanda.

Fonte: Adequado de Mandujano (2016)

Cada organização deverá usar os métodos mais adequadas a sua situação atual para a melhoria no processo produtivo. Assim, nas subseções a seguir serão conceituadas as ferramentas utilizadas neste estudo para a minimização de desperdícios na empresa analisada.

2.3.1 Kanban

De acordo com Faria (2015), o Kanban surgiu na Toyota com a função de controlar o fluxo de todo o sistema produtivo. Tubino (2009) relata que tal sistema foi desenvolvido na década de 60 por Taiichi Ohno, que se baseou na dinâmica de operação dos supermercados e no seu sistema de reposição de produtos nas prateleiras. Assim, Fernandes e Godinho (2007) definem o Kanban como um método

composto de ordens de produção e compra, que propicia o controle da fabricação dos produtos necessários, na quantidade e no momento necessários.

Segundo Veloso e Fonseca (2018), o sistema Kanban é aplicado junto ao *just-in-time* como um instrumento de controle de estoque para solucionar futuros problemas por falta de inventários. Este método pode ser considerado uma maneira de operacionalizar a filosofia *just-in-time* de produção no que diz respeito a reposição de materiais e circulação de peças de uma forma puxada, isto é, “um produto é fabricado ou um item é retirado somente quando um cartão kanban assim o determinar”. (WERKEMA, 2006).

Faria (2015) afirma que a ideia do sistema Kanban é conservar o estoque que seja necessário apenas para suprir a produção e responder a demanda dos clientes, isso porque o estoque para abastecimento e o estoque para vendas são programados para não haver excessos. Souza (2007) declara que este sistema melhora o gerenciamento e a organização das atividades, levando os processos a ficarem mais estruturados. O autor afirma que o Kanban concede uma otimização no fluxo de informações, uma melhora na eficiência operacional e uma redução de custos.

Pires et al. (2012) diz que as vantagens mais relevantes na utilização da ferramenta Kanban são a diminuição dos estoques e, conseqüentemente, da quantidade de “papéis” manejados na fábrica, além do contato direto com o fornecedor. De acordo com Tubino (2000) existem três tipos de Kanban:

- Kanban de produção: indicador da quantidade e do tipo de produto que a atividade deve produzir.
- Kanban de movimentação de retirada: faz um anúncio para a próxima etapa de produção de que o material já foi processado por determinada máquina e que deve seguir para a próxima fase.
- Kanban do fornecedor: é semelhante ao kanban de produção, adaptado com informações direcionadas para o fornecedor entregar as peças como: frequência de entrega, ciclo de entrega e tamanho do lote.

Silva e Volante (2019) asseveram que a implantação do método Kanban proporciona vantagens na estruturação e organização do processo produtivo, realizando o gerenciamento dos estoques, assegurando uma melhor eficiência operacional, com a obtenção de menores custos e desperdícios, através da utilização de poucos recursos e gerando resultados satisfatórios. Os autores contam que o este desempenhou uma grande evolução dentro do controle de produção ao deixar as

informações mais visíveis para movimentação e gerenciamento dos produtos de maneira combinada, saindo no tempo certo, sem necessidade de maximizar o estoque, e, como consequência, diminuir os desperdícios e os custos.

2.3.2 Padronização

Para Bastos, Turrioni e Sanches (2003), a padronização busca sempre executar as atividades da mesma forma, visando obter resultados o mais próximo possível do esperado. Mello (2011) afirma que sem o estabelecimento de um padrão na manufatura dos produtos e/ou serviços, torna-se impossível melhorá-los. O autor relata que várias pessoas executam a mesma tarefa durante a jornada de trabalho de uma organização, mas o desempenho não pode ter dependência na capacidade das pessoas sem que não aconteça o estabelecimento, de forma clara, dos métodos necessários para se obter os resultados esperados.

De acordo com Seleme e Stadler (2008), a padronização pode ser entendida como a união dos processos de um determinado fluxo produtivo ou de prestação de serviço, escolhendo uma única forma de execução. Silva, Duarte e Oliveira (2004) citam, como principal função da padronização, a organização do processo produtivo de forma que seu produto/serviço seja ofertado sempre da mesma forma, atingindo o máximo possível de características semelhantes, mantendo um padrão de qualidade.

Segundo Chaves Filho (2007) e Silveira e Coutinho (2008) para uma padronização ser eficiente, é preciso ser executada baseada nos elementos a seguir:

- i) Tempo *takt* ou *takt-time*: Significa a taxa que os produtos devem ser produzidos, para atender a demanda.
- ii) Rotina-padrão: É a ordem exata em que as atividades devem ser realizadas no tempo *takt*. Os procedimentos são apresentados nas folhas de processo, com a sequência fixada, sendo rigorosamente adotada, evitando erros.
- iii) Estoque padrão em processo (*work in process-WIP*): Quantidade mínima de peças para que o processo se mantenha em consecução.

Barros e Bonafini (2015) afirmam que a padronização não é apenas uma forma de registro, mas também é uma garantia que os procedimentos padrões estão sendo sempre executados da forma estabelecida, alcançando os resultados esperados e diminuindo as chances de erros.

2.3.3 *Layout*

Corrêa e Corrêa (2012) afirmam que *layout* é uma modificação física dos recursos de transformação, envolvendo o espaço de áreas industriais e administrativas em uma organização. Essa modificação resulta em mudanças significativas nos procedimentos ou nos fluxos físicos, para que assim, fiquem paralelas com as características ideais do *layout* e as prioridades competitivas das empresas. De acordo com Jones e George (2008) o *layout* é uma técnica administrativa de operações cujo intuito está na criação de interface homem-máquina para um aumento na eficiência do sistema de produção. Muito mais do que melhorar a performance da empresa, o *layout* reflete nas decisões operacionais mais amplas, apto para o fornecimento de vários benefícios, por envolver não só a estética do ambiente, mais também promover a melhoria operacional, a ergonomia, e o bem-estar das pessoas que estão atuando no ambiente organizacional. (ANTONIOLLI, 2009).

Para Moreira (2008), o *Layout* pode ser definido como uma forma em que os recursos de uma empresa ficam distribuídos fisicamente dentro das suas instalações, podendo se tratar de recursos transformados ou transformadores, onde os recursos transformados são matérias primas, informações e clientes, e os recursos transformadores são os equipamentos, maquinários e operários. Segundo Chiavenato (2005), O *Layout* deve ser adequado diretamente com o produto manufaturado, para que os operários desenvolvam seus trabalhos com a maior eficiência possível e com um desperdício de tempo menor.

Segundo Peinado e Reis (2007), ao falar da importância do *layout*, deve ser descrito que as decisões do arranjo físico definem como a empresa vai produzir. Um fluxo bem estudado permite o rápido atravessamento do produto pelo sistema produtivo. Assim, conseqüentemente, menos tempo é perdido em cada recurso e ocorre a rápida transformação da matéria-prima em produto, reduzindo o *lead time* da produção. (PARANHOS FILHO, 2007).

Segundo Corrêa e Corrêa (2012), afirmam que são quatro tipos de *layout* existentes, sendo eles: posicional, por processo, celular ou por produto. Afirmam então que qualquer empresa tem seu *layout* inicial, fundamentado em um desses quatro tipos.

2.3.4 Metodologia 5S

Almeida (2012) afirma que a Ferramenta 5S originou-se no Japão, após a Segunda Guerra Mundial, com a busca por manter a qualidade nos produtos e serviços em um ambiente de trabalho organizado, reduzindo os desperdícios. Silva (2015) designa que o nome 5S provém das primeiras letras das 5 palavras em japonês: *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu* e *Shitsuke*. Esta tem uma melhor compreensão quando traduzidas para os sentidos de: utilização, organização, limpeza, padronização e disciplina. Martins (2014) conceitua os 5 sentidos da seguinte forma:

- a) Senso de Utilização: Permanece nos locais de trabalho apenas o que é considerado necessário, para não haver espaço ocupado com coisas inúteis;
- b) Senso da Organização: A organização dos materiais e ferramentas deve seguir uma ordem, de modo a evitar perder tempo procurando;
- c) Senso de Limpeza: É importante um ambiente mais limpo e agradável, uma vez que um ambiente sujo causa atrasos para o desempenho do colaborador e é prejudicial para a imagem da organização.
- d) Senso de Saúde: Eliminação dos utensílios que geram mal-estar no ambiente de trabalho e favorecer os que fazem bem;
- e) Senso da Autodisciplina: Disciplina em relação a aceitação, trabalho exaustivo, força de vontade, persistência e diligência.

Andrade (2003) afirma que sua implementação deve seguir três etapas: primeiro deve-se definir uma estrutura de implantação, em seguida ocorre a implantação e por fim, realizar a manutenção do programa, acompanhando e corrigindo os cinco sentidos.

Para Silva, Soares, Carneiro e Quadros (2013), o 5S é uma metodologia que além de aumentar a qualidade e a produtividade através de indicação visual, também favorece à empresa um resultado satisfatório entre os colaboradores, em razão da implementação dos cinco sentidos, aumentando o seu nível de contentamento. Assim, visa à melhoria das condições do ambiente de trabalho e do nível de satisfação dos empregados (LAZZAROTTO, 2011).

Para Oliani, Paschoalino e Oliveira (2016), a inovação na forma de trabalhar também contribui para eliminar antigos hábitos que muitas vezes são ineficientes, devido à ausência de organização do local.

3 METODOLOGIA

Este capítulo é destinado à apresentação da metodologia utilizada para alcançar os objetivos do presente trabalho. De acordo com Andrade (2005), a metodologia é a união de métodos ou caminhos, recorridos durante a busca de conhecimentos para se chegar no objetivo determinado. Assim, nessa seção será demonstrada a caracterização da pesquisa quanto a natureza, abordagem, objetivos e procedimentos técnicos. E, logo após, serão expostas as etapas realizadas durante o estudo.

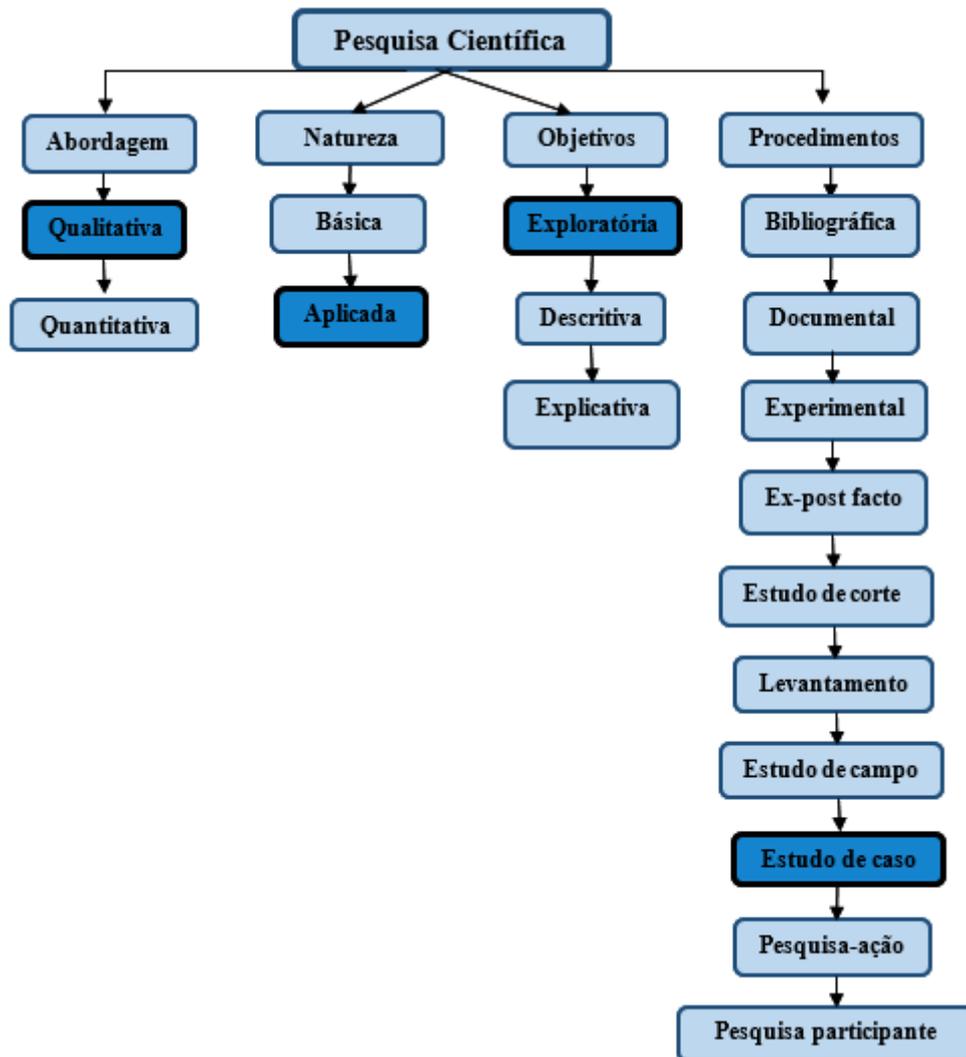
3.1 Caracterização da Pesquisa

Para Marconi e Lakatos (2002), pesquisa significa uma sequência de métodos formais, que requerem reflexão e recebem orientação científica, buscando soluções para um determinado problema. As pesquisas científicas são classificadas em quatro fundamentos: abordagem (qualitativa ou quantitativa), natureza (básica ou aplicada), objetivos (exploratória, descritiva ou explicativa) e procedimentos (bibliográfica, documental, experimental, ex-post facto, estudo de corte, levantamento, estudo de campo, estudo de caso, pesquisa-ação e pesquisa participante). Na figura 4 é exposto um esquema gráfico da caracterização da pesquisa científica do referido estudo.

Levando em consideração a abordagem, o presente trabalho apresenta uma pesquisa de abordagem qualitativa, por se tratar de uma pesquisa sem o uso de dados numéricos, descrevendo detalhadamente as investigações sobre o procedimento produtivo e o material produzido. Segundo Vianna (2002), na abordagem qualitativa, acontece a representação de várias situações, onde são coletados dados que são observados e estudados, visando identificar os significados, as causas e outros aspectos que sejam considerados importante para o estudo em si.

Quanto à natureza da pesquisa, considera-se como uma pesquisa aplicada, pois irá realizar uma análise de perdas do processo produtivo, recorrendo aos métodos do Lean Manufacturing para propor soluções para os problemas encontrados. Silva e Menezes (2005), relatam que a pesquisa de natureza aplicada tem o intuito de conceber conhecimento de aplicação prática para obtenção de resultados que possam ser empregados na solução dos problemas identificados. A figura 4 expõe a classificação da pesquisa de acordo com sua metodologia.

Figura 4 - Classificação da pesquisa quanto a metodologia



Fonte: Autoria própria (2023)

Com relação ao objetivo, a pesquisa é de caráter exploratório. Gil (2002) explica que as pesquisas exploratórias permitem um domínio maior do problema, deixando-o mais compreensível e possibilitando a construção de hipóteses. O autor ainda acrescenta que a pesquisa inclui levantamento bibliográfico e entrevistas. Posto isto, a pesquisa abordada é exploratória, por ter utilizado de um levantamento bibliográfico para conhecimento do assunto e proposições de melhorias.

O método de pesquisa desse trabalho, no que diz respeito aos procedimentos, é o estudo de caso, isto porque dispõe de uma intensa análise do procedimento de produção, aplicando técnicas e informações adquiridas por pesquisas bibliográficas,

com o intuito de resolver problemas e sanar dúvidas. Miguel (2007) afirma que o estudo de caso aprofunda o conhecimento sobre o assunto para se ter uma melhor compreensão e um desenvolvimento teórico sobre o tema. Para Coutinho e Chaves (2002), a principal característica do estudo de caso, é a investigação.

3.2 Etapas da Pesquisa

A elaboração desta pesquisa foi subdividida em quatro etapas. A primeira constitui-se de um levantamento bibliográfico, a segunda corresponde a visitas in loco e coleta de dados, a terceira compreende a estruturação do processo em conjunto com uma análise de perdas, e por fim, a quarta etapa, aborda a proposição de melhorias. A figura 5 apresenta o modelo na ordem do desenvolvimento da pesquisa.

Figura 5 - Etapas da pesquisa



Fonte: Autoria própria (2023)

A revisão de literatura representa um modelo de busca, análise e descrição do conhecimento de um determinado tópico, abrangendo uma visão geral com tudo que autores já exploraram sobre aquele assunto, concedendo ao estudo uma qualidade técnica e científica. Andrade (2010) ressalta que a pesquisa bibliográfica é fundamental para todas as atividades acadêmicas, sendo o primeiro passo a ser realizado, tornando-se indispensável em pesquisas exploratórias, na definição de um tema de trabalho, em apresentações de conclusões, entre outros. Logo, a primeira

etapa deste estudo consistiu na escolha do tema e, em seguida, cumpriu-se com a pesquisa bibliográfica acerca do assunto.

Dessa forma, foi realizado uma pesquisa em materiais já elaborados que dissertassem sobre os temas de Sistema Toyota de Produção (STP), os desperdícios da produção e ferramentas do Lean Manufacturing. Os materiais de pesquisas foram, artigos de congresso e periódicos nacionais, monografias e livros. A busca ocorreu por meio das bases de pesquisas Google, Google Acadêmico e os periódicos CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) com o uso das palavras-chaves: *Lean production; aplicação do Lean manufacturing em fábricas de portões; Sistema Toyota de Produção.*

Na segunda etapa da pesquisa, sucederam visitas técnicas in loco, com o intuito de conhecer todo o processo produtivo da empresa, e por meio disto coletar informações e dados primordiais para o estudo. A coleta dos dados utilizados no referido trabalho ocorreu durante a inspeção do processo produtivo, através de diálogos com o proprietário, gerente da produção e funcionários, assim como, por observações diretas.

Ao serem obtidas todas as informações necessárias do processo produtivo, deu-se a terceira etapa, na qual foi estruturado todo o processo produtivo do portão de rolo. Por meio de um fluxo do processo, ilustrou-se o passo a passo da produção, possibilitando a identificação de gargalos e, conseqüentemente, perdas em algumas etapas da produção. De acordo com Shingo (1996) os lucros aumentam quando ocorre redução de custo, e para conseguir reduzir custos, é primordial a total eliminação das perdas do sistema.

A última fase é a proposta de melhorias para as perdas identificadas. As melhorias estão inseridas nas ferramentas oferecidas pelo *Lean Manufacturing*. As proposições de melhorias foram idealizadas para eliminação ou minimização das perdas identificadas, resultando em uma produção mais enxuta e, conseqüentemente, um processo produtivo com menos custos e mais lucros.

4 ESTUDO DE CASO

Este capítulo aborda a aplicação prática deste trabalho. O estudo de caso é referente a produção de portões de rolo, na empresa Grupo A, situada na cidade Patos-PB. O estudo proporcionou a identificação de perdas durante o processo de produção e, em seguida, foram sugeridas melhorias para cada uma das perdas identificadas.

4.1 Caracterização da empresa

O Grupo A é uma empresa localizada na cidade de Patos-PB, que empreende no mercado de construção civil, fornecendo produtos para as regiões da Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte. A empresa atua com a produção de móveis planejados, persianas, fachadas, esquadrias de alumínio, guarda-copos e portões basculantes, além da sua principal produção, predominante no número de vendas, as portas de rolo automatizadas. O principal objetivo da empresa está em fazer exatamente aquilo que o cliente deseja, proporcionando produções exclusivas, e é esse seu diferencial. O grupo A utiliza como materiais dos seus produtos: o aço, inox, alumínio, ACM (Alumínio Composto), policarbonato, vidro e madeira.

A empresa foi fundada em 1988, sendo pioneira na cidade na venda de persianas, com seu fornecimento voltado apenas para a cidade de Patos-PB. O proprietário sempre teve a experiência em consertos eletrônicos. Em 1988 iniciou com consertos de brinquedos infantis e, com o surgimento de novas oportunidades, sua empresa passou a fabricar persianas, portões automatizados e esquadrias. Inicialmente, a organização contava com apenas 4 funcionários e uma estrutura com dimensões de 40x30 metros, localizada na área periférica da cidade.

Em 2020, com a crise provocada pela pandemia do coronavírus, o grupo A atingiu um conhecimento nacional. Ao ter sua produção parada por falta de compradores, o dono da empresa resolveu inovar e empreender naquele momento, então, surgiu a Empresa A Saúde, na qual foram criados e fabricados equipamentos de proteção individual em combate ao vírus. Os equipamentos foram: cabines de acrílico, lavatórios móveis e tótem de álcool em gel com pedal. Essa inovação possibilitou um bom faturamento para empresa, evitando desemprego e, conseqüentemente, a crise nacional.

Atualmente, o grupo A é um grande destaque na construção civil, responsável por prestar serviços em importantes obras da região, como o Patos Shopping (principal shopping da cidade), o Atacadão (maior rede atacadista do Brasil), os Correios, entre outros. Hoje, conta com 20 funcionários e um prédio de 40 metros x 30 metros possuindo área de recepção, dois escritórios, área de estoque e espaço de produção. O prédio encontra-se em reforma para uma expansão de área. O proprietário visa converter sua produção em cerca de 80% automatizada e diminuir em 20% seus funcionários para, assim, conseguir expandir sua capacidade de produção e diminuir seus custos.

4.2 Processo Produtivo

O processo produtivo corresponde ao do portão de rolo automático. Optou-se por esse processo produtivo por representar a maior produção da empresa e conseqüentemente, a maior porcentagem de lucratividade. O processo possui 7 etapas, realizadas por 7 operadores, que se responsabilizam por mais de uma atividade durante cada etapa. Os operários são contratados de acordo com suas capacidades específicas. No entanto, podem ser direcionados para diferentes atividades e, nesses casos, recebem uma orientação do proprietário da empresa durante a execução do serviço. Os insumos utilizados são: Aço galvanizado, eixos, kit de testeiras, tubo retangular metalon galvanizado, travas lâminas, fosfatizante, ponteira de soleira, barra chata de ferro, tubo de aço galvanizado, borracha perfil deslizante e parafusos.

O processamento é realizado em 8 máquinas, sendo elas: Perfiladeira PA 1000, Esmilhadeira, Furadeira, Parafusadeira, Inversora de solda, Serra policorte, Cabine e Forno de pintura eletrostática. O fluxograma do processo é exposto no apêndice A.

1° Etapa – Realização do pedido: O processo da porta de rolo tem seu início na realização do pedido, que ocorre de três maneiras. A primeira forma, que representa cerca de 90% das vendas, é realizada por meio do vendedor responsável por uma determinada rota de busca de possíveis consumidores. Neste caso, o vendedor oferece os serviços da empresa e se propõe a mostrar a proposta de valores aos clientes.

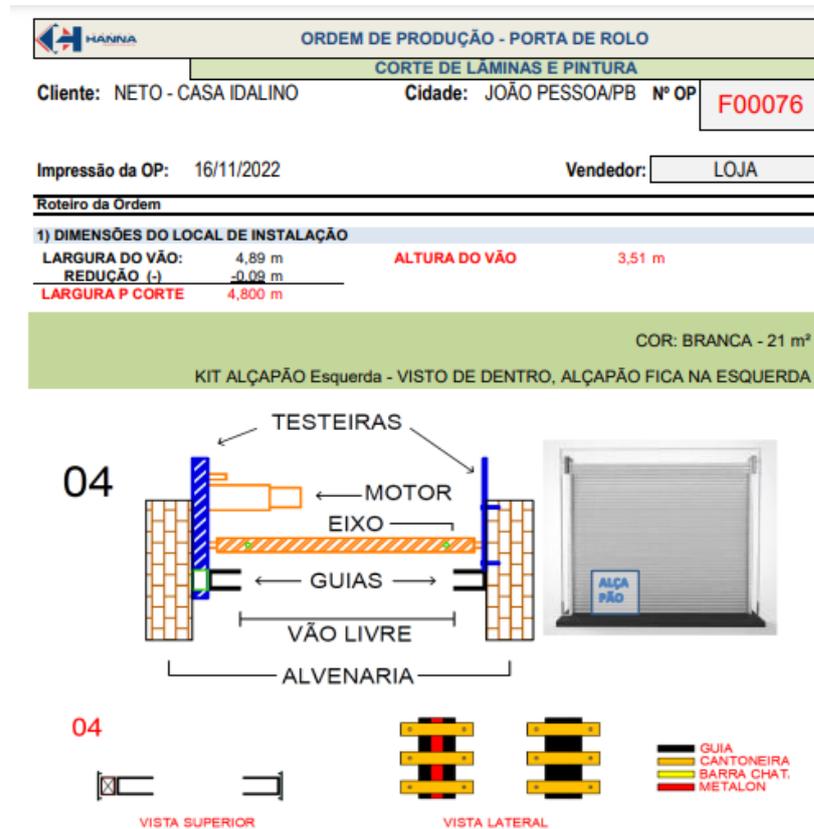
A segunda maneira representa aproximadamente 5% das vendas, e ocorre quando os clientes buscam os serviços da empresa por intermédio das redes sociais.

Nessa opção, os consumidores são atendidos pela recepcionista, também responsável pelas redes sociais da empresa. No caso de o cliente já enviar as medidas do pedido, a funcionária repassa para o orçamentista que envia a proposta de volta e a funcionária reenvia para o cliente. A terceira opção de vendas, que representa os outros 5% das vendas, se trata de uma situação em que o interessado pelo serviço já é um cliente existente da empresa, este faz uma ligação direta para o proprietário. Em seguida o vendedor se desloca até a localização do cliente, faz as dimensões do portão específico e repassa ao setor de orçamento.

No orçamento, por meio de uma planilha de Excel, o engenheiro civil insere as medidas, disponibiliza o valor final do pedido e passa a proposta para o vendedor ou para a recepcionista, aguardando a aprovação, ou não, do cliente. Se houver aprovação, imediatamente o orçamentista envia a proposta para o gerente de produção com todo o detalhamento dos componentes técnicos (lâminas, eixo, soleira, testeiras e alçapão) necessários para confecção em chão de fábrica. Nos pedidos em que o cliente não aprova a proposta sugerida, o orçamentista faz uma nova análise do pedido junto ao proprietário e elabora uma nova sugestão.

Após a confirmação da proposta, o gerente de produção faz a análise do estoque disponível. Se possuir material suficiente, reúne todos os operários para a entrega do roteiro de ordem e efetua a ordem de produção. A Figura 6 exibe o roteiro de ordem do modelo de portão de rolo que foi escolhido para o estudo.

Figura 6 - Primeira etapa - roteiro de ordem de porta de rolo



Fonte: Empresa A (2022)

Se acontecer a falta de estoque, a etapa de produção na qual o material que está em falta é necessário fica suspensa até a chegada da matéria-prima.

2º Etapa – Início do processo produtivo: É a etapa em que se inicia o fluxo de produção. Decorre o começo da produção de lâminas, eixos e guias. O manobrista da Perfiladeira começa com o corte do aço de acordo com o tamanho descrito no pedido, o que origina a formação das lâminas, assim como perfura algumas lâminas em suas extremidades para confecção do alça-pão.

Ao mesmo tempo, ocorre o início da produção dos eixos e das guias. O operário responsável pela formação do eixo realiza a montagem das testeiras. Simultaneamente, é cortado o aço para a formação das guias e da soleira na serra de corte policorte por outro trabalhador. Na figura 7 observa-se o operário efetuando o corte do aço, para formação das lâminas.

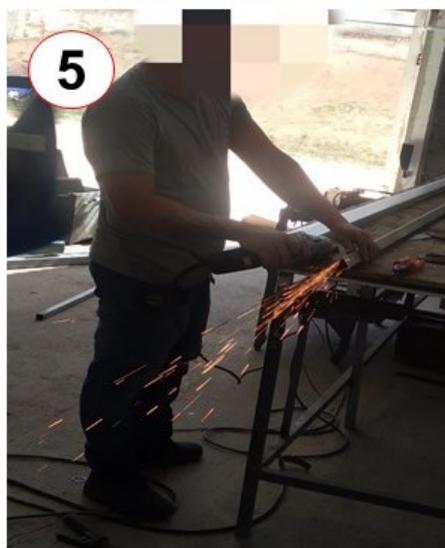
Figura 7 - Segunda etapa- operário formando as lâminas



Fonte: Autoria própria (2022)

3° etapa – Estruturação: O operário transporta as lâminas até o lavatório, e simultaneamente ocorre o corte do tubo redondo, de acordo com as medidas específicas do pedido. Na produção das guias, por meio da máquina de solda elétrica eletromeg, acontece a fixação das chapas de aço, formando a estrutura da guia. As lâminas são posicionadas para secagem, enquanto a soleira é formada mediante uma lâmina soldada em um tubo retangular metalon 50x30. As lâminas secas aguardam a preparação da cabine de pintura para então serem transportadas até o local. Enquanto isso, é produzida a barra chata de 90° necessária nas guias, e uma nova solda é realizada para junção do tubo redondo com a testeira, finalizando a formação.

As lâminas são novamente limpas, devido a possibilidade de apresentarem partículas de sujeira (podem conter partículas de pó de tinta, já que ficam próximo a cabine de pintura), e então é aplicado um pouco de álcool do tipo etanol, com o auxílio de um pedaço de tecido. Simultaneamente é adicionada, através da solda, a barra chata de 90° e o regulador, durante a formação das guias. Também acontece a aplicação das borrachas nas soleiras, ocasionando a finalização de montagem da guia e soleira. A figura 8 demonstra o processo de lavagem, secagem e limpeza das lâminas, bem como a produção de soleiras.

Figura 8 - Terceira etapa

- 1- Processo de lavagem das lâminas
- 2- Lâminas posicionadas para secagem
- 3- Produção das soleiras
- 4- Limpeza de lâmina com álcool
- 5- Produção de guias

Fonte: Autoria própria (2022)

4° etapa - Pintura: As lâminas estão posicionadas e inicia-se o processo de pintura, onde o pó é fixado nas peças dentro da cabine de pintura eletrostática a pó. As guias e a soleira ficam aguardando o término da pintura das lâminas. Os operários atuam na pintura das guias em conjunto com a soleira, e as lâminas são transportadas para as grades do forno, aguardando a finalização da pintura das guias e soleiras. A figura 9 exhibe os operários realizando a etapa de pintura, bem como as peças já anexadas nas grades do forno.

Figura 9 - Quarta etapa



1- Processo de pintura

2- Lâminas posicionadas nas grades do forno

Fonte: Autoria própria (2022)

Em seguida, deve ser realizada a inserção das peças ao forno, na qual operários anexam as guias e a soleira nas grades do forno e, em seguida, deslocam as grades para dentro do forno e aguardam a chegada do gerente de produção. Posteriormente, o gerente de produção realiza o procedimento de ligar o forno. O forno começa a aquecer e liquefaz a tinta em pó, que, em seguida, forma uma película de ótimo acabamento sobre as peças. Assim, a finalização da pintura eletrostática a

pó é desempenhada. Após 1 hora, ocorre o desligamento do forno e as grades são removidas e transportadas até o balcão.

5° etapa - Montagem: As Lâminas, as travas lâminas, a soleira e a ponteira de soleira são fixadas, concluindo a montagem completa do portão. A figura 10 demonstra o encaixe das lâminas, travas lâminas e soleira.

Figura 10 - Quinta etapa



Fonte: Autoria própria (2022)

6° etapa – Transporte do produto: O fluxo do processo é finalizado, o portão é embalado e transportado de imediato, sem a ocorrência de armazenamento. O deslocamento da fábrica até o local de instalação acontece por meio do automóvel

próprio da empresa. Na figura abaixo, é demonstrado o produto embalado e preparado para o transporte até o local de instalação.

Figura 11 - Sexta etapa



- 1- Portão envelopado com plástico
- 2- Transporte do produto no automóvel

Fonte: Autoria própria (2022)

7º Etapa – Instalação: Nessa etapa, são determinados 3 operários para o processo. Os operários efetivam o carregamento do transporte e se descolam até o local de instalação. Chegando ao local, ocorre o descarregamento dos materiais e, em seguida, iniciam a instalação, seguindo a ordem de testeiras junto com o eixo, logo depois o motor e finaliza com a porta. Dois operários atuam diretamente na instalação e o outro é o auxiliar de serviço. Ao finalizar a instalação, um operário faz a regulagem do motor e, posteriormente, produz algumas fotos do produto finalizado e enviam no grupo de WhatsApp, no qual os integrantes são: o vendedor, orçamentista, proprietário e operários.

Vale salientar que o processo produtivo da empresa acontece de forma que a produção de um determinado pedido só ocorre de acordo com a disponibilidade de funcionários e de estoque de matéria-prima no momento. Assim, o gerente de produção analisa como está a presença dos operários no chão de fábrica para iniciar a produção do pedido. Dessa forma, em casos de falta de matéria-prima ou ocupação de alguns funcionários, o fluxo de produção da empresa fica estagnado.

4.3 Perdas no processo

Durante a análise do processo produtivo observou-se uma desordem dentro da empresa devido um grande atraso nas entregas, causado pelo retardo na produção. Ao ser averiguada a origem dessa adversidade, constatou-se a ocorrência de diversos tipos de perdas nas etapas de produção. Ao decorrer do estudo, foram propostas algumas melhorias para cada etapa da produção, a fim de eliminar ou minimizar tais perdas. As etapas de identificação e proposição de melhorias são expostas nas seções a seguir.

4.3.1 Identificação das perdas

Com o intuito de proporcionar a empresa melhorias no processo produtivo, foi realizada uma avaliação das perdas no cenário atual, possibilitando a identificação de vários tipos perdas, ilustradas no quadro 4.

Realização do pedido: O início do processo consiste no atendimento ao cliente. Nessa fase é identificada a perda por subutilização da capacidade de pessoas, visto que a funcionária encarregada pelo atendimento dos clientes de forma presencial, também atua no atendimento online e nos setores de orçamentos e estoque. Além disso, é recorrente a perda por defeito, pois, em algumas situações, o responsável por tirar as medidas dos vãos, seja um cliente ou um vendedor, realiza a medição incorreta e repassa os dados errados para a equipe de orçamento, de forma que o produto é fabricado com metragem incorreta. Ao serem verificadas as causas para esse erro, constatou-se que por falta de atenção, o executor acaba se confundindo e anotando as medidas erradas.

Quadro 4 - Matriz das perdas

Matriz das perdas	Perdas por subutilização da capacidade de pessoas							
	Perdas por Super Capacidade	Perdas por Transição	Perdas por Estoque	Perdas por Defeito	Perdas por Processo	Perdas por Material	Perdas por Meio	Perdas por Método
1.Realização do pedido				X				X
2.Início do processo produtivo		X			X			X
3.Estruturação		X			X			X
4.Pintura		X			X	X		X
5.Montagem		X					X	X
6.Transporte do produto								X
7.Instalação								X

Fonte: Autoria própria (2022)

Realização do pedido: O início do processo consiste no atendimento ao cliente. Nessa fase é identificada a perda por subutilização da capacidade de pessoas, visto que a funcionária encarregada pelo atendimento dos clientes de forma presencial, também atua no atendimento online e nos setores de orçamentos e estoque. Além disso, é recorrente a perda por defeito, pois, em algumas situações, o responsável por tirar as medidas dos vãos, seja um cliente ou um vendedor, realiza a medição incorreta e repassa os dados errados para a equipe de orçamento, de forma que o produto é fabricado com metragem incorreta. Ao serem verificadas as causas para esse erro, constatou-se que por falta de atenção, o executor acaba se confundindo e anotando as medidas erradas.

Início do processo produtivo: Nesta etapa, ocorre a perda por espera devido à falta de estoque dos insumos necessários para a fabricação e por de falta de funcionários disponíveis no chão de fábrica, uma vez que o proprietário destina funcionários que operam em outras etapas para a instalação do produto. Dessa forma,

a produção fica suspensa até que a reposição do estoque aconteça ou que os funcionários retornem do processo de instalação. Outro tipo de perda é a de transporte, pois quando o estoque está abastecido, os operários precisam se deslocar até o início da fábrica, onde geralmente são descarregadas as matérias primas, para transportar os materiais necessários para a operação. Além disso, a perda por subutilização da capacidade das pessoas está presente, já que os operários que realizam as atividades são escolhidos de acordo com sua disponibilidade no momento, independentemente do tipo de serviço que foram contratados para exercer.

Estruturação: As perdas nesse processo são referentes a transporte, espera e subutilização da capacidade de pessoas. Durante essa etapa, acontece a formação de guia e soleira. Esses segmentos são estruturados através da junção das partes de aço com as barras chatas, com o uso da inversora de solda e parafusadeira. Esse maquinário fica disperso pela fábrica por falta de local para guardá-lo, fazendo com que os operários se locomovam até o local em que as máquinas se encontram, para então, levá-las até o seu setor de operação, originando a perda por transporte. Além disso, é comum o acontecimento da perda por espera, uma vez que os operários, ao serem encarregados para realizarem tais atividades, necessitam pausar outras. Além disso, também é recorrente a falta de estoque de matérias primas. Neste sentido, quando é exigido que o operário pause uma atividade para iniciar outra que não é de sua especialidade, ocorre a perda por subutilização da capacidade de pessoas.

Pintura: A cabine de pintura da empresa possui pulmão de exaustão e filtros das cores branca e prata, que são as mais pedidas no mercado. Quando acontece a manufatura de um produto com outra cor, surge a perda por processamento, pois antes de transferir as peças para as grades da cabine de pintura necessita-se de uma limpeza geral dentro da cabine e ao seu redor, pois a fabricação do produto de outra coloração deixa o pó da tinta espalhada por todo o espaço de produção, o que pode contaminar outros produtos e gerar retrabalho. Além disso, as peças ficam estagnadas durante o processo de limpeza do local, resultando em perda por espera.

Além disso, o forno da empresa é de alta capacidade, possuindo 10 metros de comprimento e o gerente de produção só realiza o procedimento de ligar quando aproximadamente 50% da sua capacidade é preenchida. Com isso, a perda por espera acontece quando as peças que já estão posicionadas nas grades e prontas para irem ao forno, ficam à espera de outras peças até obter a capacidade exigida,

para então serem colocadas para aquecer e suceder o procedimento de finalização da pintura das peças.

Durante a remoção das peças finalizadas, ocorre a perda por perda por subutilização de capacidade de pessoas, pois é necessário a participação de três operários que pausam suas atividades para realizarem o transporte das peças até o local de montagem. Em conjunto, acontece a perda por espera no momento que os operários se ausentam das suas atividades, deixando-as inativas até finalizar o transporte das peças.

É importante destacar que a distância entre o forno e o setor de montagem é mínima, mas as peças são de grande porte, de maneira que é necessário aos operários irem e virem várias vezes. Também é notória a presença da perda por transporte, para o deslocamento das peças até o balcão de montagem.

Montagem: Observou-se a falta de organização do maquinário e equipamentos da fábrica. Assim, para realizar a atividade de encaixe de todos os componentes, os operários precisam se deslocar até os diferentes locais em que se encontram os equipamentos, sucedendo a perda por transporte. No balcão de montagem, os operários atuam com a perda de movimentos e transporte, pois precisam pegar as peças do outro lado da banca de montagem, assim como são realizados inúmeros transportes de lâminas do forno até o balcão. A última perda identificada, refere-se à subutilização de capacidade de pessoas alocadas para realizar essa etapa, isso porque são atribuídos dois funcionários que estejam desocupados naquele momento, independentemente de suas qualificações.

Transporte do produto e Instalação: nas duas últimas fases do processo produtivo do portão, verificou-se a existência de um único tipo de perda: a subutilização da capacidade de pessoas. Assim como em outras etapas, os operários são encarregados nos serviços de acordo com seu status de ocupação e não com a sua capacitação.

4.3.2 Propostas de melhorias

No quadro 5 são apresentadas as perdas identificadas em cada etapa da produção, assim como os agentes causadores desses desperdícios e as propostas de melhorias.

Quadro 5 - Análise de perdas.

ETAPA	TIPO DE PERDA	CAUSA	MELHORIA
Realização do pedido	Defeito	As dimensões do vão em que a porta será instalada são retiradas de forma incorreta.	- Aplicação do procedimento operacional padrão (POP) para a atividade de cálculo das dimensões.
	Subutilização da capacidade de pessoas	A funcionária encarregada pelo atendimento dos clientes de forma presencial também atua no atendimento online e nos setores de orçamentos e estoque.	- Contratação de funcionário para atendimento online e controle de estoque; - Manual de trabalho por cargo
Início do processo produtivo	Espera	Ocorre falta de estoque dos insumos necessários para a fabricação e a insuficiência de funcionários no chão de fábrica.	- Elaboração de uma planilha de Excel para controle de estoque; - Contratação de um funcionário para controle de estoque e atendimento online; - Aplicação do cartão Kanban para identificação no estoque.
	Transporte	Os operários se deslocam até o início da fábrica, para transportar alguns dos materiais necessários para a operação.	- Mudança no layout; - Aquisição de um carrinho de ferramentas para ser posicionado próximo a banca de montagem.
	Subutilização da capacidade de pessoas	Os operários são escolhidos para a realização das atividades de acordo com sua disponibilidade no momento, independentemente do tipo de serviço que foram contratados para exercer.	- Definir um operário exclusivo para essa função;

Estruturação	Transporte	Os trabalhadores precisam se locomover até o local em que as máquinas se encontram, para então, levá-las até o seu setor de operação.	<ul style="list-style-type: none"> - Utilização do 5S para auxiliar na organização do setor, de forma que o maquinário disperso passe a ficar em um local fixo e próximo aos balcões de estruturação. - Modificações no Layout.
	Espera	Os trabalhadores, ao serem encarregados para realizarem tais atividades, necessitam pausar outras.	<ul style="list-style-type: none"> - Consolidar dois funcionários nessa etapa.
	Subutilização da capacidade de pessoas	Quando é exigido que o operário pause uma atividade para iniciar outra que não é de sua especialidade.	<ul style="list-style-type: none"> - Os operários desta etapa irão ser fixos, sem realizar a execução de outras atividades.
Pintura	Espera	As peças que já estão posicionadas nas grades do forno e prontas para o procedimento, ficam à espera de outras peças até obter 50% da capacidade seja atingida.	<ul style="list-style-type: none"> - Não se pode modificar esse procedimento, pois é inviável financeiramente acender o fogo antes de atingir 50% da capacidade. Entretanto, mudanças propostas em outras etapas diminuirão o tempo para atingir essa quantidade.
	Processamento	Ao ser fabricado um produto de cor escura, fora do padrão de cor que é ofertado pelo maquinário (branco ou cinza), é preciso que antes de transferir as peças para as grades da cabine de pintura, seja realizada uma limpeza geral dentro da cabine e ao seu redor.	<ul style="list-style-type: none"> Separar um dia específico da semana para a etapa de pintura dos produtos de cor escura. Ao final do trabalho, realizar uma limpeza geral, sem a necessidade de estagnar a produção.

	Subutilização da capacidade de pessoas	A participação de três operários atuantes em outras etapas, que pausam suas atividades para realizar o transporte das peças até o local de montagem.	- Através de um carrinho de transporte, passará a ser necessária a participação de apenas um funcionário;
	Transporte	Deslocamento das peças posicionadas no forno até o balcão de montagem.	- Desenvolvimento de um carrinho de transporte das lâminas e guias.
Montagem	Movimento	Os funcionários precisam pegar as peças do outro lado da bancada de montagem.	- Aquisição do carrinho de ferramentas, posicionado ao lado da bancada no qual ocorre o processo.
	Transporte	- Os operários precisam se deslocar até os diferentes locais em que se encontram os equipamentos; - Transporte das lâminas, retirando-as do forno e transportando até o balcão de montagem. São realizadas incontáveis voltas, dependendo do tamanho do produto.	- Aplicação da ferramenta 5S para organização do local.
	Subutilização da capacidade de pessoas	Para essa etapa são atribuídos dois funcionários que estejam desocupados naquele momento, independentemente de suas qualificações.	- Após a finalização da 2° etapa, os operários responsáveis pelas atividades de Corte do aço e formação do eixo, irão atuar na 3° etapa, na produção das guias e soleiras; - Padronização (POP); - Manual de cargo de trabalho.

Transporte e Instalação	Subutilização da capacidade de pessoas	Assim como nas etapas anteriores, os funcionários são encarregados para quaisquer serviços, de acordo com seu status de ocupação, e não conforme sua capacitação.	- Contratação de um funcionário para, juntamente com outro operário, ser responsável por essas duas etapas.
-------------------------	--	---	---

Fonte: Autoria própria (2023)

Após a maioria das perdas identificadas serem relacionadas com melhorias adequadas, priorizou-se as perdas mais relevantes do processo produtivo para o detalhamento das melhorias, sendo elas: perda por espera, transporte, movimentação e subutilização da capacidade de pessoas. Desta forma, serão apresentadas as soluções elaboradas para cada perda priorizada.

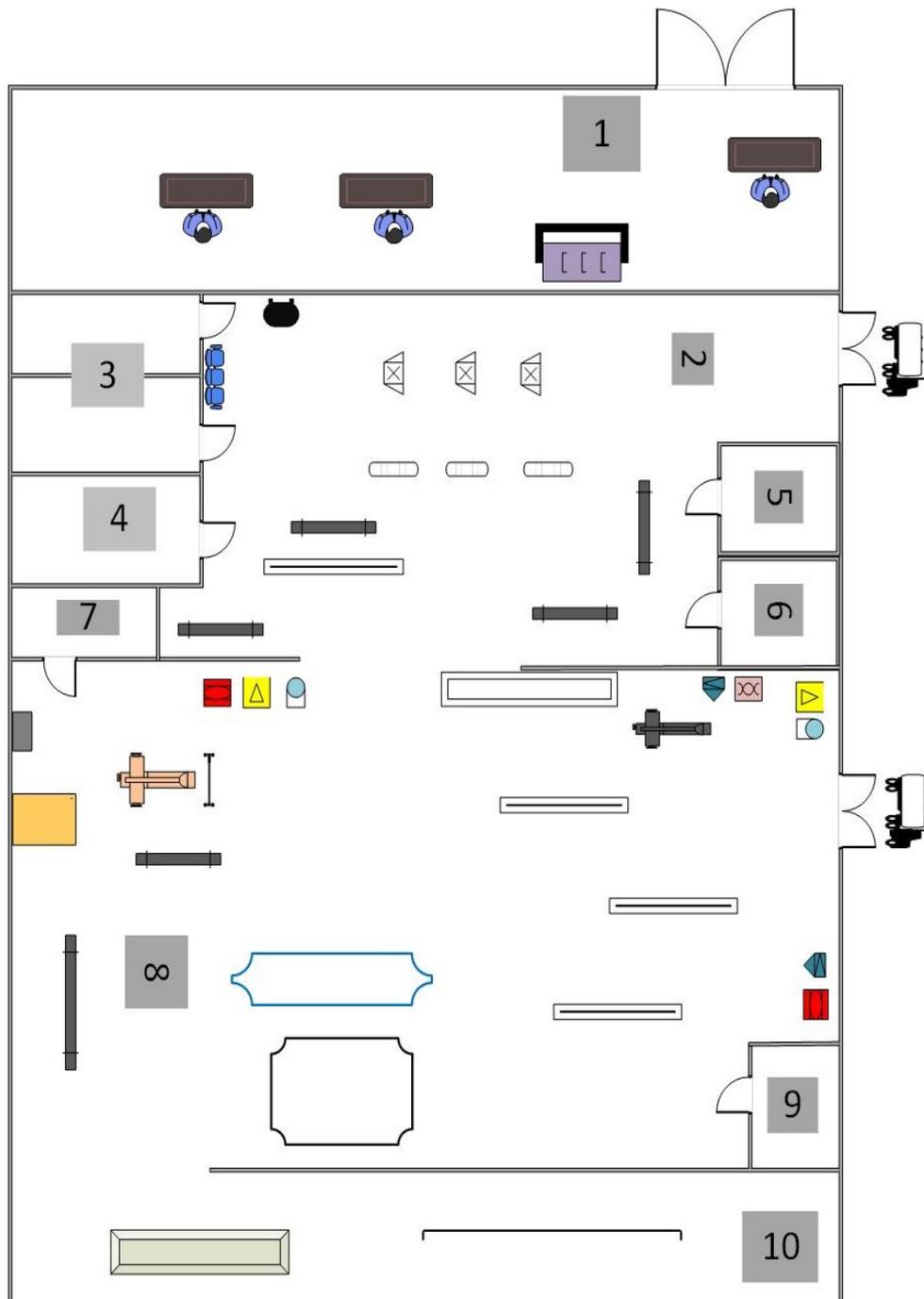
4.3.2.1 *Layout*

O layout de uma organização consiste em um espaço em que os equipamentos e maquinários são acoplados, local onde os operários transitam para manusear as máquinas, além de ser um espaço para a transição das matérias primas e dos produtos manufaturados. Assim, possui grande importância para a empresa, tendo a responsabilidade de um bom ou um mal funcionamento dos sistemas produtivos. Um layout adequado permite um melhor fluxo de indivíduos, informações e utensílios, favorecendo a movimento e a eficiência do processo.

A estrutura física da empresa é composta por 10 espaços. Inicialmente tem-se a recepção, em seguida, nas áreas 2, 3, 4, 5, 6 e 7 estão localizados os setores de recebimento de matéria prima, produção de vidros, alumínios e estocagem no geral; escritórios; estoque de pequenas peças; banheiros e armazenamento do gás do forno, respectivamente. Na área 8, é representado o setor de produção de porta de enrolar automática, na área 9 temos um setor de descarte de material inutilizável, e, por fim, na área 10, o setor de lavatório e secagem das lâminas. Vale destacar que as áreas onde estão localizados os setores 2 e 8 possuem escadarias, o que dificulta ainda mais a circulação dos trabalhadores.

Durante a análise crítica, observou-se que o layout está desorganizado em relação aos maquinários de pequeno porte, e que havia espaços que estavam sendo mal aproveitados. Assim, conclui-se que será necessária uma reconstrução do layout para aumento da produtividade. Para uma melhor visualização, a planta baixa da empresa é apresentada na figura 12.

Figura 12 - Planta baixa da empresa.



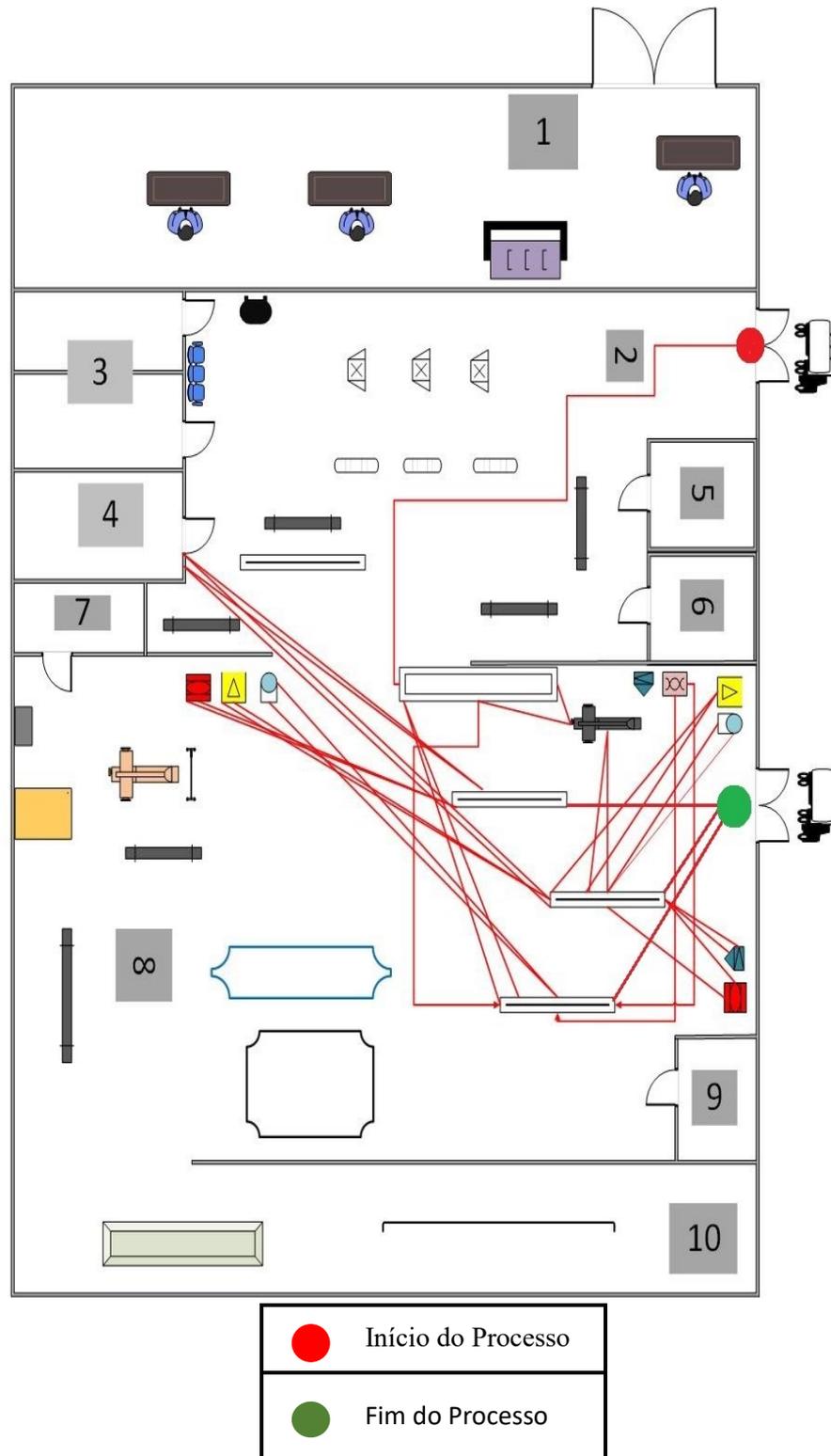


1. Recepção;
2. Setor de recebimento de matéria prima, setor de produção de vidros e alumínio, e estocagem no geral;
3. Escritórios;
4. Estoque de pequenas peças;
5. Banheiro;
6. Armazenamento do gás do forno;
7. Depósito de aços defeituosos;
8. Setor de produção de Porta de enrolar automática;
9. Depósito de objetos inutilizáveis;
10. Setor de lavatório e secagem das lâminas.

Fonte: Autoria própria (2023)

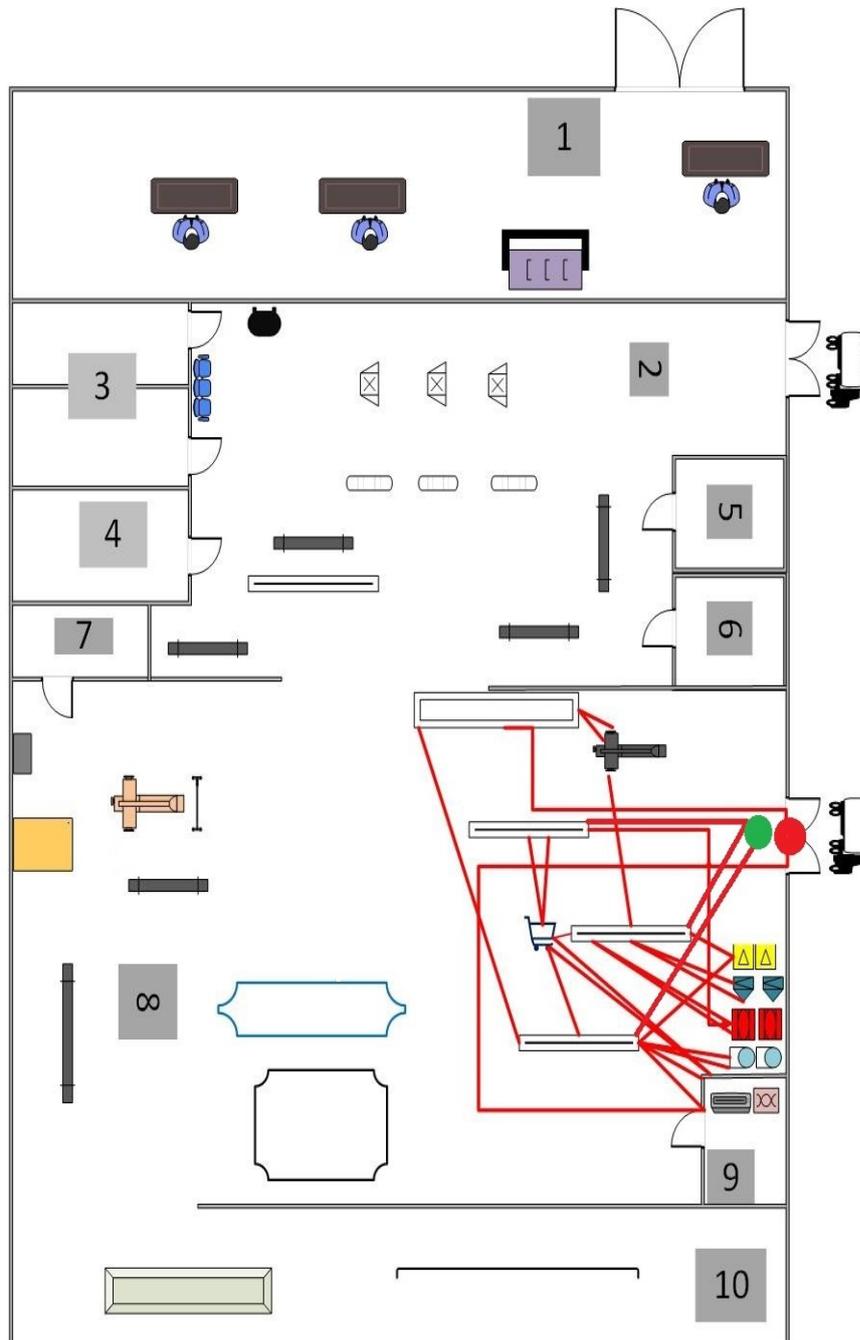
Na figura 13 é possível verificar, por meio das linhas vermelhas, o fluxo do processo produtivo da empresa. Através da trajetória traçada pode-se constatar as perdas com deslocamentos. Ao analisar o diagrama, percebe-se um número considerável de linhas, e isso tem o significado de pouca eficiência nos fluxos, ou seja, há perda de tempo nos deslocamentos.

Deste modo, é fundamental a redução nos espaços percorridos e a otimização das movimentações, visando uma melhor eficiência nos processos e, por consequência, uma redução nos desperdícios. Com isso, idealizou-se uma melhoria no layout atual, para que o fluxo do processo fosse otimizado, diminuindo a trajetória e o tempo.

Figura 13 - Movimentação do processo dentro da empresa

Fonte: Autoria Própria (2023)

A figura 14 demonstra a planta da empresa com as melhorias propostas.

Figura 14 - Movimentação do trabalho com layout melhorado

Fonte: Autoria própria (2023)

Com algumas modificações no sistema de produção, é perceptível a diferença no fluxo do processo. Comparando o layout proposto com o anterior, há uma diminuição da distância percorrida, o que afeta diretamente o tempo total de processamento. No decorrer das alterações do arranjo físico da organização, considerou-se a restrição de que as máquinas de grande porte não poderiam ser

deslocadas. Diante disto, as mudanças que foram empregadas são simples e eficientes, pois não é necessário alto investimento ou estagnação do processo para empregá-los.

A primeira mudança foi no local de recebimento de matéria-prima. Sugeriu-se uma separação, na qual as matérias-primas utilizadas na fabricação de produtos de vidros e alumínio continuou no setor 2, enquanto as matérias primas da produção de portão de enrolar passou para o setor 8. Dessa forma, o setor 8 passa a ser o início e o final do processo produtivo do portão, uma vez que trata-se de um espaço maior e o sistema produtivo passa a ser executado em apenas uma área, diminuindo deslocamentos desnecessários, e viabilizando apenas movimentações dos operários atuantes no setor, sem a ocorrência de tumultos.

A segunda modificação ocorreu nos locais 4 e 9. Como o estoque das pequenas peças está situado no setor 2, os operários precisavam mudar de setor para adquirir uma peça, sendo os setores separados por escadas. Então, como o setor 8 possuía um local de armazenar apenas para objetos inúteis (Número 9), sugeriu que o local fosse esvaziado, transformando-se em um local para estoque das pequenas ferramentas e dos kits de testeiras, adicionando apenas uma prateleira para armazenamento das peças. Com a reorganização do layout, os colaboradores evitam escadas, não se deslocando até o setor 2, o que acarreta a diminuição da distância percorrida e em um menor tempo de processamento.

Por fim, decorreu modificações na locação dos maquinários de pequeno porte, uma vez que ficavam dispersos e distantes dos seus locais de uso, a partir da modificação, aconteceu a junção de todos em apenas um local, optando por um lugar próximo aos balcões de montagem e estruturação, deixando o ambiente mais organizado. Ainda, verificou que os kits de testeiras não tinham local de armazenamento, sendo depositado em qualquer local do setor 8, então, recomendou-se que os kits de testeiras fossem armazenados também no setor 9. No layout otimizado, percebe-se que a distância percorrida durante a efetuação do fluxo produtivo foi minimizada, assim como as movimentações desnecessárias, resultando em um processo mais enxuto e em uma otimização no tempo de produção.

4.3.2.2 Aquisições de carrinhos de transporte

Para as perdas de transporte e subutilização da capacidade de pessoas na etapa de pintura, sugeriu-se a aquisição de carrinhos de apoio para o transporte do material, de forma a eliminar deslocamentos desnecessários, diminuir a quantidade de trabalhadores atuando e auxiliar no trabalho, agregando valor ao processo produtivo.

Com a implementação dos carrinhos de apoio para transporte de material, a única movimentação necessária é realizada por um único colaborador, desde o forno até o balcão de montagem. A introdução deste utensílio de apoio à produção auxilia tanto na operação de montagem, como na eliminação dos múltiplos deslocamentos. Além disso, melhora a operação de retirada das peças nas grades do forno, uma vez que era necessário a participação de dois ou três operadores para esta atividade e, com a participação do carrinho, apenas um operário retira todas as peças, posicionando-as no carrinho e transportando até a banca de montagem. O modelo do carrinho é demonstrado na figura 15.

Figura 15 - Ilustração do carrinho de transporte



Fonte: Loja do Mecanico (2023)

Ainda na etapa de montagem foi perceptível a movimentação desnecessária dos operários durante o encaixe das peças para montar o portão. Também foi observado que as ferramentas ficavam sobrepostas ao produto, devido à falta de espaço, próximo a banca de montagem, para posicioná-los. Pensando nisso, utilizou-se da metodologia de troca rápida de ferramentas (TRF), propondo que por meio de uma unidade do carrinho de ferramentas, houvesse praticidade para os colaboradores pegar e depositar as ferramentas, de forma que um funcionário, ao receber a ordem de produção, possa ir até o estoque e acondicionar todas as peças no carrinho, levando-o até as proximidades do balcão de montagem, deixando-o no seu local fixo.

A figura 16 expõe uma ilustração do carrinho para ferramentas sugerido.

Figura 16 - Ilustração do carrinho para ferramentas



Fonte: LojadoMecanico (2023)

O uso desses objetos contribuirá significativamente para facilitar o trabalho dos operários e, conseqüentemente, diminuir as perdas por deslocamentos, transportes, espera e subutilização da capacidade das pessoas no processo.

4.3.2.3 Implementação da metodologia 5s

A metodologia 5S foi sugerida como solução para o desperdício de movimento causado pelo maquinário de pequeno porte, que ficava disperso pelo espaço de produção. Assim, os funcionários não encontram com facilidade as ferramentas necessárias para execução do serviço. A causa dessa perda foi atribuída a falta de organização dentro do setor produtivo. Visto isso, iniciou-se a organização dos maquinários, através da seguinte sequência:

- a) Senso de utilização: No cômodo 9, foram retirados os materiais sem uso;
- b) Senso da organização: Realizou-se a organização do maquinário do setor e adicionou prateleiras no cômodo 9 para depósito das ferramentas.
- c) Senso de limpeza: Sucedeu uma limpeza no setor;
- d) Senso de saúde: Retirou-se utensílios que não agregavam valor na produção e estavam apenas atrapalhando o campo de visão e a movimentação dos operários;
- e) Senso da Autodisciplina: Sugeriu-se ao gestor que realizasse uma reunião para explanar aos funcionários as melhorias alcançadas e assim, conseguir manter um ambiente limpo e organizado.

A definição do local mais vantajoso para os maquinários se deu considerando onde e por quem os materiais eram utilizados, trazendo mais eficiência para a produção, e assim, através do layout melhorado (Figura 24), é possível observar a proposta do maquinário reorganizado. É notória a melhoria advinda da prática adotada, uma vez que, a movimentação dos colaboradores é minimizada, e conseqüentemente, a produtividade avançada.

4.3.2.4 Procedimento operacional padrão

O procedimento operacional padrão (POP) é um tipo de instrução em modelo de documento, no qual são apresentadas as informações necessárias de como determinada atividade deve ser desenvolvida. Além das orientações, o conteúdo do POP disponibiliza uma descrição de todas as atividades e como deve ocorrer a realização destas, mostrando o passo a passo, como um tipo de manual de instruções. Assim, foram criados POP's para os cargos de vendedor e operador de chão de fábrica, atuantes nas etapas de recepção e montagem, respectivamente. Visto que,

ao serem analisadas as atividades e as perdas ocorridas no decorrer dessas etapas, constatou-se a necessidade de uma padronização dos processos, a fim de deter ou diminuir as possíveis ocorrências ocasionadas por erros ao desenvolver a execução das atividades. Nos quadros 6 e 7 estão expostos os POP's com as instruções cabíveis para realização das atividades citadas.

Quadro 6 - POP para cálculo das medidas

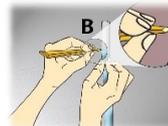
Empresa A	PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO	POP N° 00001
		ELABORADO EM: 05/01/2023 REVISADO EM:
TAREFA: CÁLCULO DAS MEDIDAS DO VÃO		
LOCAL DE EXECUÇÃO: LUGAR ONDE A PORTA SERÁ INSTALADA		
EXECUTANTE: VENDEDOR		
RESULTADOS ESPERADOS: <ul style="list-style-type: none"> • Estabelecer práticas para o cálculo das dimensões e do nível do piso do vão em que a porta será instalada, assim como definir um padrão a ser seguindo nesta etapa. 		
MATERIAL NECESSÁRIO: <ul style="list-style-type: none"> • Mangueira tradicional; • Água; • Trena; • Lápis; • Caderneta. 		
ATIVIDADES: <p>1° Conferir o Nível de onde a porta será instalada por meio de uma mangueira tradicional.</p> <p style="text-align: center;">Passo a passo para conferir o nível do vão:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pegue a mangueira, unindo suas pontas, e deixando o resto no chão. <div data-bbox="753 1592 932 1722" data-label="Image"> </div> • Encha a mangueira com água, até faltar 20cm para transbordar. <div data-bbox="753 1783 919 1904" data-label="Image"> </div> • Estique suavemente a mangueira com as pontas para cima, até não tocar mais no chão. 		



- Retire as bolhas de ar de dentro da mangueira e está pronta a ferramenta de nível.
- Escolha o primeiro ponto riscando a parede com o lápis de pedreiro A.



- Com cuidado, ir com a outra ponta da mangueira até o lugar que deseja igualar, sinalizando o outro ponto B. Após a água subir, baixar a mangueira, até se estabilizar e, por fim, marcar o ponto B em nível com A.



2° Retirar as medidas do vão onde o portão será instalado por intermédio de uma trena.

Passo a passo da utilização da trena:

- Esticar a trena;
- Apoiar a folga da trena na extremidade da parede;
- Puxar o outro lado da trena, até chegar na outra extremidade do vão a ser medido.

Fonte: Autoria própria (2023)

Quadro 7 - POP para a etapa de montagem

Empresa A	PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO	POP N° 00001
		ELABORADO EM: 05/01/2023 REVISADO EM:
TAREFA: MONTAGEM		
LOCAL DE EXECUÇÃO: SETOR DE PRODUÇÃO		
EXECUTANTE:		
RESULTADOS ESPERADOS: Estabelecer práticas para o processo produtivo de montagem do portão de enrolar automático, assim como definir um padrão a ser seguido nesta etapa.		

MATERIAL NECESSÁRIO:

- Lâminas;
- Travas lâminas;
- Parafusos;
- Parafusadeira
- Soleira;
- Borracha da soleira
- Ponteira da soleira.

ATIVIDADES:

- 1° Fixas as lâminas uma a uma;
- 2° Encaixar a soleira ao final do portão, na última lâmina;
- 3° Recolher a parafusadeira e o total de parafusos que serão usados
- 4° Inserir as travas lâminas:
 - a) As travas lâminas devem ser encaixados nas lâminas, devendo ser intercalado (uma sim e outra não) com uma distância de cerca de 15 cm.
- 5° Cortar a borracha para ser acoplada na soleira;
 - a) Conferir se a borracha está limpa.
- 6° Adicionar a borracha na soleira;
- 7° Enovelar o produto;
- 8° Embalar o produto com plástico;
- 9° Transferir o produto finalizado até o carro de transporte.

Fonte: Autoria própria (2023)

Por meio da padronização, é possível uma melhor execução das atividades. Assim, ao elaborar os POP'S para demonstração do passo a passo dos processos, proporcionou-se o aprendizado ou auxílio para realização da atividade, favorecendo a diminuição nos desperdícios por defeitos e garantindo que os funcionários novatos ou substitutos sejam corretamente informados e treinados. Os benefícios advindos do POP estão em facilitar a execução da atividade, reduzindo a probabilidade de erros.

4.3.2.5 Manual de trabalho por cargo

Para maior padronização das atividades e melhor entendimento do colaborador que irá se responsabilizar pelo controle de estoque e atendimento aos clientes online, foi concebido um manual de cargo de trabalho, registrando de maneira mais simplificada e detalhada as funções que este deverá executar ao ser contratado para o cargo. O manual de trabalho por cargo elaborado é apresentado no Quadro 8.

Quadro 8 - Manual de trabalho por cargo

LOGO DA EMPRESA	MANUAL DE TRABALHO POR CARGO
SETOR:	Estoque e Recepção
CARGO:	Estoquista e Atendente
EXECUTANTE:	
MATERIAIS:	Computador, lápis e caderneta.
PROCESSOS:	<p style="text-align: center;">ATIVIDADES DIÁRIAS</p> <p>1°: Ao iniciar o expediente, ligar o computador e verificar se ele está funcionando:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Caso esteja: continuar o processo; b) Caso não esteja: contatar conserto. <p>2°. Verificar se tem algum atendimento online pendente do dia anterior:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Caso tenha atendimento pendente: realizar atendimento; b) Caso não tenha: seguir para planilha de controle de estoque. <p>3° Análise da planilha de estoque;</p> <p>4° Ir até o estoque;</p> <p>5° Averiguar se a quantidade de peças está de acordo com o status do respectivo cartão kanban:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Em casos das peças com o cartão kanban de alerta: executar pedido de abastecimento de estoque; b) Em casos de peças com o cartão kanban de atenção: verificar a quantidade e atualizar o cartão kanban em caso de necessidade; <p>6° Executar abastecimento e organização do estoque;</p> <p style="text-align: center;">EM CASO DE ATENDIMENTO AO CLIENTE ONLINE</p> <p>1° Iniciar atendimento;</p> <p>2° Solicitação das dimensões do vão em que a porta será instalada:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Cliente já possui as medidas: Enviar para orçamento; b) Cliente solicita que a empresa retire as medidas: Enviar o vendedor responsável; <p>3° Repassar medidas para o setor de orçamento;</p> <p>4° Enviar orçamento para cliente e aguardar aprovação ou não:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Cliente aprova o orçamento: Repassar ordem de produção para o gerente b) Cliente reprovou o orçamento: Comunicar ao proprietário da empresa.
CAUIDADOS ESPECIAIS:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ter atenção no repasse das medidas; 2. Pontualidade no atendimento ao cliente; 3. Averiguar estoque no turno da manhã e no turno da tarde.
EPIS:	Não é necessário.

Fonte: Autoria própria (2023)

Além de implementar os POP'S e o Manual de cargo de trabalho na organização, é importante proporcionar aos funcionários o treinamento, assim os documentos são seguidos de forma correta e a padronização é totalmente aplicada. Essa ação oferece inúmeros benefícios para a empresa, como o impedimento de erros e perdas, assim como a facilidade em informar e treinar os substitutos do funcionário responsável.

4.3.2.6 Controle e gerenciamento do estoque

A gestão de estoques é uma espécie de controle que tem o objetivo de manter o equilíbrio nas compras, no armazenamento e na entrega dos materiais. O seu intuito está em prevenir que ocorra o excesso ou a falta de matéria-prima, pois isso pode acarretar grandes prejuízos para a organização. Então, pode-se concluir que o controle de estoque é um fator determinante para se obter sucesso no negócio.

Portanto, verificou-se que havia falta de controle de estoque na empresa em estudo, e propôs-se como melhoria o uso do sistema Kanban, que foi aplicado nas caixas de armazenamento das mercadorias de pequeno porte, e na planilha de Excel elaborada para controle de estoque.

O mecanismo de funcionamento do sistema Kanban em estoque físico será por meio de cartões Kanban, fixados nas caixas de estoque das peças de pequeno porte, como: Travas lâminas, parafusos, borrachas, dentre outros. Nos cartões Kanban serão descritos o tipo de material, o tamanho do lote e o número do cartão. Por meio disto, será possível que o responsável pela gestão de estoque possa acompanhar o nível de entrada e saída dos materiais, podendo repor quando necessário.

Os cartões Kanban estão fundamentados em três cores:

- Verde: Sinaliza que o estoque está em boa quantidade;
- Amarelo: indica que parte lote já foi consumido e o estoque está entrando em estado de alerta, ou seja, em um curto espaço de tempo é importante verificar novamente o estoque;
- Vermelho: O estoque necessita de reabastecimento.

A seguir, são representadas as figuras de exemplos de cartões Kanban para controle de estoque da empresa.

Figura 17 - Cartão Kanban de cor verde

BOM	Descrição: Parafusos de 10 MM	
	Tamanho do lote: 2 caixas 300 unidades	Nº do cartão: 1/3

Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 18 - Cartão Kanban de cor amarela

ATENÇÃO	Descrição: Parafusos de 10 MM	
	Tamanho do lote: 1 caixas 150 unidades	Nº do cartão: 2/3

Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 19 - Cartão Kanban de cor vermelha

PERIGO	Descrição: Parafusos de 10 MM	
	Tamanho do lote: 75 unidades	Nº do cartão: 2/3

Fonte: Autoria própria (2023)

Para o gerenciamento de estoque virtual, que abrange todos os tipos e tamanhos de mercadorias, foi desenvolvida uma planilha eletrônica no Excel com quatro abas. As respectivas abas da planilha, são:

1. Cadastro e controle de estoque mínimo e máximo;
2. Lançamento com as entradas das mercadorias;
3. Saídas de mercadorias;
4. Resumo de todas as mercadorias e quantidades existentes em estoque.

A planilha também contém o sistema Kanban no seu funcionamento, na aba de resumo. Os dados inseridos na planilha foram coletados através de conversas com o proprietário, não havendo base documental, pois a empresa não possui nenhum tipo de controle de estoque, já que os pedidos de mercadorias são realizados por qualquer funcionário ou até mesmo pelo proprietário.

A primeira aba da planilha eletrônica desenvolvida refere-se ao cadastro. Nesta aba, é realizado o cadastro do produto que ainda não está arquivado, inserindo os seguintes dados: nome do produto, tipo de medida, média de uso semanal e diário, tempo previsto para reposição do material, a quantidade de reposição necessária do lote. Por meio desta planilha de cadastro, é possível identificar o estoque mínimo e máximo, determinados de forma automática após a inserção os dados de entrada. Na figura 20 é demonstrada a aba de cadastro.

Figura 20 - Aba de cadastro na planilha eletrônica

CONTROLE DE ESTOQUES								
ESTOQUE MAX E MIN		LANÇAMENTOS		RESUMOS				
Estoque Máximo e Mínimo								
Nome do Produto	Medida	Média de uso semanal	Média de uso diário	Tempo de reposição	ESTOQUE MÍNIMO		ESTOQUE MÁXIMO	
					Estoque Mínimo	Lote de reposição	Estoque Máximo	
Aço Galvanizado	m	4	0,8	5	4	6	10	
Tinta em pó	Kg	0,9	0,18	15	3	25	28	
Eixos	un	1	0,2	3	1	15	16	
Kit de testeiras	un	5	1	3	3	5	8	
Metalon Galvanizado	m	4	0,8	5	4	6	10	
Travas lâminas	un	22	4,4	5	22	200	222	

Fonte: Autoria própria (2023)

Na segunda aba são fornecidos os dados de entradas de mercadorias, com a data de chegada do material, sua identificação, seu fornecedor, a quantidade, o preço e o valor total, possibilitando o controle de recebimento de mercadorias e dos seus respectivos valores. A figura 21 ilustra a planilha de lançamento de estoque.

Figura 21 - Aba de lançamento na planilha Excel

Data	Nome do Produto	Fornecedor	Quantidade	Preço Unitário	Valor Total
01/02/2023	Aço Galvanizado		6		R\$0,00
01/02/2023	Tinta em pó		25		R\$0,00
01/02/2023	Eixos		15		R\$0,00
01/02/2023	Kit de testeiras		5		R\$0,00
01/02/2023	Metalon Galvanizado		6		R\$0,00
01/02/2023	Travas lâminas		200		R\$0,00

Fonte: Autoria própria (2023)

A terceira aba da planilha eletrônica refere-se a saída das mercadorias, e proporciona o controle de saída dos materiais em estoque. São inseridos o nome e a quantidade do material que está sendo retirado para produção, assim como a data da ação. A figura 22 apresenta a planilha das saídas das mercadorias do estoque.

Figura 22 - Aba dos lançamentos de saídas de mercadorias

Data	Nome do Produto	Quantidade

Fonte: Autoria própria (2023)

A quarta aba da planilha eletrônica descreve os status dos estoques de acordo com suas quantidades. Esta aba é atualizada automaticamente, de acordo com os

dados inseridos nas abas de entradas e saídas. Na atualização do status, foi utilizado o sistema Kanban para identificação de estoque baixo, estoque ótimo e estoque alto.

Os significados das cores do sistema Kanban na planilha eletrônica, são:

- O verde indica que o estoque está em ótima quantidade;
- O amarelo representa o status de estoque alto;
- O vermelho simboliza que o estoque está baixo.

A seguir, a quarta aba da planilha, é apresentada na Figura 23.

Figura 23 - Aba de resumo de estoque da planilha no Excel

CONTROLE DE ESTOQUES						
ESTOQUE MAX E MIN	LANÇAMENTOS	RESUMOS				
KANBAN						
KANBAN						
Nome do Produto	Quantidade em Estoque	Custo Médio	Valor do Estoque		Status	
Aço Galvanizado	6	R\$ -	R\$ -	-	Estoque Ótimo	
Tinta em pó	30	R\$ -	R\$ -	-	Estoque Alto	
Eixos	5	R\$ -	R\$ -	-	Estoque Ótimo	
Kit de testeiras	1	R\$ -	R\$ -	-	Estoque Baixo	
Metalon Galvanizado	6	R\$ -	R\$ -	-	Estoque Ótimo	
Travas lâminas	300	R\$ -	R\$ -	-	Estoque Alto	

Fonte: Autoria própria (2023)

Por meio dessas aplicações, as perdas por espera são minimizadas, posto que o estoque passa a ser monitorado, evitando a falta de matérias primas, o que causa estagnação da produção.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema Toyota de Produção proporcionou uma grande revolução no mercado competitivo de diversos segmentos, e por consequência disto, as organizações visando alcançar vantagens competitivas, passaram a buscar otimizar seus processos, para assim, minimizar os desperdícios e reduzir seus custos, bem como, aumentar a qualidade dos seus produtos. Assim, a produção enxuta é uma metodologia adequada para as organizações que buscam por melhorias contínuas dos seus sistemas de produção.

Portanto, o estudo desenvolvido realizou a aplicação das ferramentas do *Lean Manufacturing* na produção de portão de enrolar automático de uma empresa situada na cidade de Patos, Paraíba. A pesquisa ocorreu por intermédio de análises críticas do processo produtivo durante visitas *in loco*, nas quais identificou-se diversos gargalos e perdas presentes em cada etapa do processo. Posteriormente, foram propostas melhorias através da implementação das ferramentas do *Lean Production* para minimizar ou eliminar os desperdícios identificados.

Os desperdícios identificados com maior frequência foram as perdas por espera, transporte e subutilização da capacidade de pessoas. Observou-se que essas perdas ocorriam devido a empresa atuar com uma grande desorganização na sua quantidade de funcionários e no controle do seu estoque, além de ter um layout incorreto, no qual as máquinas ficavam dispersas por todo o setor, o estoque de algumas peças ficava em outra área e possuía espaços utilizados de maneira inútil.

Neste sentido, propôs-se a aplicação de alguns métodos e ferramentas para diminuir essas perdas. A primeira melhoria sugerida referiu-se ao layout da organização, com a limitação de que não era possível a modificação da estrutura do prédio, assim como não era viável o descolamento de alguns maquinários de grande porte ou fixos no piso. Assim, foi proposta uma reorganização das máquinas de pequeno porte, mais utilizadas nas etapas de estruturação e montagem, que ficavam dispersas por todo o setor, em um único local e próximos as bancas que eram utilizadas nas etapas, bem como uma mudança nos locais de estoque, deixando o estoque dos materiais utilizados apenas na produção das portas em um compartimento que era utilizado de forma inadequada. Em relação a perda de transporte das peças que saiam do forno para o balcão de montagem, foi sugerida a aquisição de um carrinho de grande porte para auxílio ao transporte de carga. Com

isso, houve uma diminuição no percurso do processo, podendo ser observado no fluxo melhorado que o Layout irá cumprir com as expectativas, diminuindo as perdas no transporte e movimentação, além de reduzir o tempo de processo.

Nas perdas por espera e subutilização da capacidade de pessoas foram propostos o controle de estoque, uma definição dos operários para serem fixos em cada etapa e contratação de funcionários. Para o controle de estoque foi aplicada a metodologia Kanban, com o uso de cartões no estoque das pequenas peças, acoplados nas caixas, para identificação da quantidade de peças armazenadas, e se estavam em status de segurança, alerta ou de perigo. Além disso, elaborou-se uma planilha eletrônica no Excel para um controle virtual e geral de todo o estoque, na qual também é utilizado o sistema Kanban para controle da quantidade dos materiais armazenados.

Para a perda por subutilização da capacidade de pessoas, assim como para a perda por defeito, propôs-se a implementação da padronização de alguns processos, fazendo uso do POP para processo e o manual de cargo de trabalho para a contratação de um novo funcionário, com mais de um cargo, ou no caso de um funcionário que já realizou sua etapa atuar em outra etapa. Assim, é possível que aconteça um monitoramento de estoque constante, que os processos sejam efetuados corretamente e a integração de novos colaboradores seja facilitada.

Sugeriu-se, através da aquisição de um carrinho para ferramentas, a facilitação no manuseio dos instrumentos durante a etapa de montagem, já que este pode ser levado ao estoque para abastecer e posto em uma localização próxima aos balcões de montagem e estruturação. Dessa forma, serão evitadas movimentações desnecessárias.

Para a perda por processamento, recomendou-se a definição de um único dia da semana para a manufatura de produtos com cores escuras, que estão fora do padrão do maquinário utilizado, evitando as pausas para limpeza do local, realizando uma limpeza geral nesse único dia, ao final do processo produtivo.

O proprietário optou por aplicar as ferramentas e os métodos propostos, após a finalização de uma obra geral que vai ser iniciada, e considerará o layout proposto. Neste sentido, conclui-se que o objetivo do presente estudo foi alcançado com êxito, visto que foi analisado todo o processo e detectadas as perdas ocorridas, propondo-se melhorias, que podem acarretar aumento da vantagem competitiva da organização.

5.1 Recomendações para trabalhos futuros

Em futuras aplicações recomenda-se realizar eventos Kaizen na organização, visto que, esse processo pode identificar quais os tipos de desperdícios que causam mais consequências na empresa, sejam essas físicas ou financeiras e assim, buscar por uma melhoria contínua.

Dessa forma, é possível identificar de maneira mais assertiva qual a principal causa do problema e por fim, implantar uma melhoria. Vale salientar, que em primeiro momento, não foi viável a realização dessa ação neste estudo, uma vez que, o proprietário explicitou que a organização estava passando por um momento de transição, e ele estava modificando muitos aspectos, havendo muitas perdas fora do habitual.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, PauloHylder da Silva. **O Impacto do programa 5S na implantação e Manutenção de Sistemas de Qualidade**. Santa Catarina: UFSC, 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) PPGE/UFSC. 2002.
- A MOURA, Reinaldo. **Kanban: a simplicidade do controle da produção**. São Paulo: Imam, 2003. 256 p.
- BARROS, Elsimar; BONAFINI, Fernanda. **Ferramentas da Qualidade**. São Paulo: Academia Pearson, 2015.
- BASTOS, R. M.; TURRIONI, J. B.; SANCHES, C. E. A implementação da padronização participativa sob a ótica do TQC: estudo de caso na CSN (Companhia Siderúrgica Nacional). In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 23., 2003, Ouro Preto.
- BORNIA, Antonio Cezar. **Mensuração das perdas dos processos produtivos: uma abordagem metodológica de controle interno**. 1995. 125 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Ppgep/Ufsc, Florianópolis, 1995.
- BRISON, James A. **Contabilidade por atividades: uma abordagem de custeio baseado em atividades**. São Paulo: Atlas, 1996. 232 p.
- CAKMAKCI, MEHMET. Process improvement: performance analysis of the setup time reduction-SMED in the automobile industry. **International journal of advanced manufacturing technology**, v. 41, n. 1-2, 2008.
- CARNEIRO, Fabio Luiz. **Proposição de melhoria para o sistema de produção enxuta e sua implantação na Volkswagen do Brasil**. 2003. 129 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Usp, São Carlos, 2003.
- CHAVES FILHO, José Geraldo Batista. **Aplicação da padronização do método de trabalho segundo uma metodologia baseada na produção enxuta: um estudo de caso**. Trabalho de Graduação. Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos/SP, 2007.
- CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A.. **Administração de Produção e Operações – Manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 3. ed. São Paulo: Atlas S.A, 2012. 680 p.
- DENNIS, Pascal. **Produção Lean Simplificada: Um Guia para Entender o Sistema de Produção Mais Poderoso do Mundo**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008. 192 p
- DEGANI, Eng. Jonathan. **O Impacto e a Importância da Construção Civil no Brasil**. 2022. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/construcao-civil-no-pais/>. Acesso em: 30 jan. 2023.
- DETONI, Simoni Raquel, KOLLING, Evandro Marcos, KLAIS, Rafael Gaffuri, JUNIOR, Milton José Schumacher, HEINRICH, Cristiano Eduardo. **Implantação do sistema de troca rápida de ferramentas (TRF) no processo de furação de peças em uma indústria moveleira**. XXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA

DE PRODUCAO, Foz do Iguaçu, 2007. Disponível em: <
<https://docplayer.com.br/51431844-Implantacao-do-sistema-de-troca-rapida-de-ferramentas-trf-no-processo-de-furacao-de-pecas-em-uma-industria-moveleira.html>>
 Acesso em: 04 Fev. 2023

FOGLIATTO, F. S.; FAGUNDES, P. R. M. Troca rápida de ferramentas: proposta metodológica e estudo de caso. **Gestão & Produção**, vol. 10, n. 2, p. 163-181, 2003.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 176 p.

GHINATO, Paulo. **Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente just-in-time**. Caxias do Sul: Edusc, 1996. 178 p.

Herr, Karsten. 2014. **Quick Changeover Concepts Applied: Dramatically Reduce Set-Up Time and Increase Production Flexibility with SMED.**: CRC Press.

LAZZAROTTO, C. T. et al. **Proposta de implantação do programa 5s em um laboratório de industrialização de vegetais da UTFPR Campus Medianeira**. XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Belo Horizonte, MG, Brasil, 2011.

LIKER, Jeffrey K.. **O Modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Porto Alegre: Bookmam, 2005. 320 p.

MANDUJANO, María G *et al.* Identifying waste in virtual design and construction practice from a Lean Thinking perspective: A meta-analysis of the literature. **Rev. de la Construcción**, Santiago, v. 15, n. 3, p. 107-118, 2016. Disponível em: . Acessado em: 07 de março de 2021

MARTINS, C. A. **Proposta de implementação da ferramenta 5S em empresa de tampografia e serigrafia: um estudo de caso**. Universidade Tuiuti do Paraná, Curitiba, 2014.

MELLO, Carlos Henrique Pereira. **Qualidade total**. São Paulo: Academia Pearson, 2011.

MERCADO de portas automáticas e industriais cresce graças ao desempenho de diversos setores. 2013. Disponível em: <https://www.logweb.com.br/mercado-de-portas-automaticas-e-industriais-cresce-gracas-ao-desempenho-de-diversos-setores/>. Acesso em: 30 jan. 2023.

MÓROZ, Guilherme. **Avaliação da aplicação da Manufatura Enxuta para a indústria moveleira**. 2009. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Utfpr, Ponta Grossa, 2009.

NAKAGAWA, Masayuki. **Gestão Estratégica de Custos. Conceito, Sistemas e Implementação**. São Paulo: Atlas, 1991. 112 p.

OHNO, Taiichi. **Sistema Toyota De Produção - Além Da Produção Em Larga Escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997. 150 p.

OLIANI, Luiz Henrique; PASCHOALINO, Wlamir José; OLIVEIRA, Wdson de. Os Benefícios da ferramenta de qualidade 5s para a produtividade. **Revista Científica UNAR**, Araras (SP), v.12, n.1, p. 112-120, 2016. DOI: 10.18762/1982-4920.20160009. Disponível em:http://revistaunar.com.br/cientifica/documentos/vol12_n1_2016/9-OS%20BENEF%C3%8DCIOS%20DA%20FERRAMENTA%20DE%20QUALIDADE%20S%20PARA%20A%20PRODUTIVIDADE.pdf. Acesso em: 01 fev. 2023.

PAIXÃO, Lais G.A.. **Implementação de Práticas da Produção Enxuta: um estudo de caso em uma fábrica de produtos de papel**. 2011. 119 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Produção, Usp, São Paulo, 2011.

PORTAS de Enrolar Industriais. 2016. Disponível em: <https://www.oliveirajuns.com.br/porta-enrolar-automatica/page/2/>. Acesso em: 27 jan. 2023.

PORTA de enrolar: vantagens e desvantagens. 2022. Disponível em: https://guaruportas.com.br/porta-de-enrolar-vantagens-e-desvantagens/?gclid=Cj0KCQiAic6eBhCoARIsANlox86ZiChN6FZj56vJtntO5hPGPgC37ooDV3c2HkwE66jk5uX4bw8eh0AaAth_EALw_wcB#link-3. Acesso em: 31 jan. 2023.

SAGO, Murilo. **Sistema Kanban**. 2014. Disponível em: < <http://slideplayer.com.br/slide/2264125/> >. Acesso em: 28 de jan. 2023

SELEME, Robson; STADLER, Humberto. **Controle da Qualidade: as ferramentas essenciais**. 20ª ed. Barueri: Ibpex, 2018.

SILVA, W. L. V.; DUARTE, F. M.; OLIVEIRA, J. N. Padronização: um fator importante para a engenharia de métodos. **Qualitas Revista Eletrônica**, v. 3, n. 1, 2004.

SILVA, Jannayna Barreto da. **Avaliação Das Características De Produção Enxuta No Fluxo Produtivo Com Base Na Norma Sae J4000: Um Estudo De Caso Em Uma Farmácia De Manipulação**. 2015. 60 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

SILVA, K.M.; VOLANTE, C.R. A Importância do Sistema Kanban para o Gerenciamento e Controle de Estoque de uma Empresa. **Revista. Fatec Interface tecnológica**, 2019.

SILVEIRA, A. O.; COUTINHO, H. H. Trabalho padronizado: A busca por eliminação de desperdícios. **Revista INICIA**, n. 8, p. 8-16. Santa Rita do Sapucaí, MG, 2008.

SARAVANAN, V.; NALLUSAMY, S.. Lean Tools Execution in a Small Scale Manufacturing Industry for Productivity Improvement: a case study. **Indian Journal Of Science And Technology**. Chennai, p. 1-7. set. 2016.

SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de Produção**: ponto de vista da engenharia de produção. Porto Alegre: Bookmam, 1996. 291 p.

SHINOHARA, Isao. **Nps New Production System: Jit Crossing Industry Boundaries**. Cambridge: Productivity Pr, 1998. 224p.

SOUZA, Regiane A. Olmedo. **Implantação do sistema kanban na produção para minimização de custo e maximização de lucros**. 2007. Disponível em: <http://www.unisalesiano.edu.br/encontro2007/trabalho/aceitos/CC2558230881.pdf>. Acesso em: 17 de mar. 2019

TIRAR O NÍVEL: Como nivelar dois pontos distantes?. Como nivelar dois pontos distantes?. 2012. Disponível em: <https://www.fazfacil.com.br/reforma-construcao/nivelar-dois-pontos-distantes/>. Acesso em: 28 jan. 2023.

TUBINO, D. F. **Planejamento e Controle da Produção: Teoria e Prática**, 2. ed. São Paulo. Editora Atlas, 2009. 190 p.

VELOSO, T.D; FONSECA, C.F. Controle e Gestão de Estoques: Estudo de Caso em uma Microempresa, v.6 n.9. **Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção**, 2018.

WERKEMA. C. Kanban. IN: Lean Seis Sigma. **Introdução às Ferramentas do Lean Manufacturing**. 1 ed. Belo Horizonte. Editora Werkema. 2006. P. 59-62.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.; ROOS, Daniel. **A Máquina que Mudou o Mundo**. 5. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004. 332 p.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.; ROOS, Daniel. **A Máquina que Mudou o Mundo**. 5. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

APÊNDICES

APÊNDICE A – FLUXO DO PROCESSO

