



Daniel Artur Berger

**PROPOSTA DE *LAYOUT* PARA OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS EM UMA
EMPRESA METALMECÂNICA**

Horizontina - RS

2023

Daniel Artur Berger

**PROPOSTA DE *LAYOUT* PARA OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS EM UMA
EMPRESA METALMECÂNICA**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenharia de Produção na Faculdade Horizontina, sob a orientação da Prof^a. Me Ivete Linn Ruppenthal.

Horizontina - RS

2023

FAHOR - FACULDADE HORIZONTALINA
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova o trabalho final de curso

**“PROPOSTA DE LAYOUT PARA OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS EM UMA
EMPRESA METALMECÂNICA”**

**Elaborada por:
Daniel Artur Berger**

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia de Produção.

Aprovado em: 05/07/2023
Pela Comissão Examinadora

Mestra Ivete Linn Ruppenthal
Presidente da Comissão Examinadora - Orientadora

Mestra Eliane Garlet
FAHOR – Faculdade Horizontalina

Mestra Beatriz Simone Dockhorn Canssi
FAHOR – Faculdade Horizontalina

**Horizontalina - RS
2023**

Desejo expressar minha profunda gratidão à minha família por sua capacidade de acreditar em mim e investir em meu potencial. Mãe, seu cuidado e dedicação incansáveis foram luzes de esperança em momentos difíceis, impulsionando-me a seguir em frente. Pai, sua presença constante significou segurança e a certeza de que não estou sozinho nessa jornada. Estou verdadeiramente grato por todo o apoio e confiança que vocês têm depositado em mim.

AGRADECIMENTO

Gostaria de expressar minha mais profunda gratidão a todos aqueles que, direta ou indiretamente, fizeram parte do meu processo de formação. A todos vocês, meu sincero e caloroso obrigado. Suas contribuições foram inestimáveis e sou verdadeiramente grato por cada uma delas.

“A coisa mais indispensável a um homem é reconhecer o uso que deve fazer de seu próprio conhecimento”.

(Platão)

RESUMO

Um *layout* adequado oferece diversas vantagens para uma empresa, e é importante considerá-las. Ao adotar um *layout* eficiente, há uma melhora no fluxo de movimentação interna, evitando deslocamentos desnecessários e impulsionando a produtividade. Isso resulta em economia de tempo e esforços, além de reduzir os custos operacionais. Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi desenvolver uma proposta de *layout* que otimiza os processos produtivos de uma empresa metalmeccânica. O problema atual é estabelecido pela seguinte pergunta: como a aplicação de um novo *layout* pode auxiliar a empresa a atingir melhores resultados em seus processos produtivos a fim de diminuir a quantidade de movimentações desnecessárias. O estudo utiliza uma abordagem quantitativa que se baseia em informações que podem ser representadas por dados numéricos, como espaçamentos e dimensionamentos. Esta pesquisa, a partir de seus objetivos é classificada como exploratória e descritiva. Utilizou-se como estratégia de investigação o estudo de caso, uma vez que foi aplicado especificamente para a empresa em estudo. Como auxílio para a coleta dos dados, foram aplicadas técnicas de investigação como observação e entrevistas, e estes dados foram analisados por meio de análise de conteúdo e quantitativa. Nesse contexto, foi apresentado o projeto para a nova estrutura da fábrica, que incluiu detalhes do *layout* proposto. Os tipos de *layouts* definidos foram o *layout* funcional e o *layout* celular, e também foram explicadas as razões para a escolha e a justificativa dos posicionamentos das máquinas, além do mapeamento do fluxo de valor do processo. O estudo também destacou oportunidades de melhoria para a empresa, que poderão ser implementadas no futuro. Essas oportunidades incluem a melhoria da precisão dos estoques, a otimização dos fluxos e processos, e a otimização do espaço fabril e das máquinas. A proposta do *layout* para a nova estrutura industrial será benéfica, uma vez que irá reduzir os desperdícios de movimentação dos itens e agregando mais valor aos produtos fornecidos pela empresa.

Palavras-chave: *Layout*. Metalmeccânica. Posicionamentos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Atividades exercidas no PCP	16
Figura 2 Ilustração do <i>layout</i> por posição.....	21
Figura 3: Ilustração do <i>layout</i> por processos.....	22
Figura 4: Ilustração do <i>layout</i> por produto	23
Figura 5: Ilustração do <i>layout</i> celular.....	24
Figura 6: Ilustração do <i>layout</i> misto.....	25
Figura 7: Fluxograma de delineamento.....	32
Figura 8: Fachada da empresa	34
Figura 9: Fluxograma M.R. Stamm	35
Figura 10: Mapofluxograma dos processos da empresa.....	36
Figura 11: Foto do interior da fábrica	38
Figura 12: Esboço da futura planta da M. R. STAMM	41
Figura 13: Projeções da área industrial.....	42
Figura 14: Proposta do <i>layout</i>	43
Figura 15: Fachada da futura planta fabril da M.R STAMM	45
Figura 16: Proposta do novo <i>layout</i>	46
Figura 17: <i>Layout</i> parte 1	48
Figura 18: Torno Romi GL300 (TR10).....	49
Figura 19: Local de alocação dos tornos TR01 e TR10	50
Figura 20: <i>Layout</i> parte 2	51
Figura 21: Torno Romi G280 (TR08).....	51
Figura 22: Local de alocação da segunda célula de tornos	52
Figura 23: <i>Layout</i> parte 3	53
Figura 24: Centro de usinagem CU01	54
Figura 25: Local de alocação dos centros de usinagens e fresas	54
Figura 26: <i>Layout</i> parte 4	55
Figura 27: Torno TR05 e alimentador	56
Figura 28: Futuro local das células de tornos com alimentadores.....	56
Figura 29: <i>Layout</i> parte 5	57
Figura 30: Local da FR02, RF01 e T.CONV na nova planta	58
Figura 31: <i>Layout</i> parte 6	59
Figura 32: Local da ferramentaria, expedição e solda.....	60

Figura 33: Parte 7 do <i>layout</i>	61
Figura 34: Local do setor de corte.....	61
Figura 35: Mapofluxograma da proposta de <i>layout</i>	62

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 TEMA	11
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	11
1.3 PROBLEMA DE PESQUISA	11
1.4 HIPÓTESES.....	12
1.5 JUSTIFICATIVA	13
1.6 OBJETIVOS	14
1.6.1 Objetivo Geral	14
1.6.2 Objetivos Específicos	14
2 REVISÃO DA LITERATURA	15
2.1 PLANEJAMENTO E CONTROLE DE PRODUÇÃO.....	15
2.2 GESTÃO DE PROCESSOS.....	16
2.3 ARRANJO FÍSICO	17
2.3.1 Motivadores para a modificação de <i>layout</i>	18
2.3.2 Metodologia Projeto de Fábrica e <i>Layout</i> (PFL)	18
2.3.3 Adequação de <i>layout</i>	20
2.3.4 Tipos de <i>Layout</i>	20
2.4 SEGURANÇA DO TRABALHO	26
2.5 ERGONOMIA	26
2.6 DESPERDÍCIO.....	28
3 METODOLOGIA	29
3.1 LOCAL.....	29
3.2 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS.....	29
3.3 DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	31
3.4 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS.....	32
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	33
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA.....	33
4.1.1 Serviços prestados pela empresa	33
4.2 PROCESSOS PRODUTIVOS DA EMPRESA.....	34
4.2.1 Fluxograma dos processos	35
4.3 <i>LAYOUT</i> ATUAL DA M.R. STAMM	36
4.3.1 Análise da disposição organizacional de máquinas e equipamentos	37
4.3.2 Dificuldades apresentadas no <i>layout</i> atual da organização	38
4.3.3 Determinação de desperdícios que acarretam perdas para a organização	40
4.4 DESENVOLVIMENTO DA ANTIGA PROPOSTA DE <i>LAYOUT</i>	40
4.5 DESENVOLVIMENTO DE PROPOSTA DO NOVO <i>LAYOUT</i>	44
4.5.1 MAPOFLUXOGRAMA DO <i>LAYOUT</i> FUTURO	62
4.6 IDENTIFICAÇÃO DE MELHORIAS PARA OS PROCESSOS	63
CONSIDERAÇÕES FINAIS	65
REFERÊNCIAS	67

1 INTRODUÇÃO

A sobrevivência e o sucesso das empresas no mercado, dependem da sua capacidade de ser competitiva. Em um ambiente de negócios acirrado, as empresas precisam se diferenciar e proporcionar um valor exclusivo aos clientes para se manterem competitivas. Neste sentido, a eficiência operacional é um dos fatores que pode ter um grande impacto na competitividade das empresas, pois pode aumentar a produtividade e reduzir custos.

As organizações empresariais buscam constantemente uma maneira de inovar e se desenvolver, com o objetivo de se destacarem no mercado de trabalho em relação aos seus concorrentes. Aspectos diretamente ligados ao cliente apresentam um grande diferencial na corrida pelo destaque no mercado, visto que os mesmos estão cada vez mais exigentes na busca de qualidade dos produtos e serviços. Dessa forma, a preocupação com a qualidade e a eficiência se tornou essencial para as empresas melhorarem constantemente seus processos, superando as expectativas dos clientes ao entregar o produto ideal (GALDÁMEZ; CARPINETTI; GEROLAMO, 2009).

Uma maneira eficaz de melhorar a eficiência operacional de uma empresa, é por meio da implementação de um novo *layout*. De acordo com Souza (2014), é possível utilizar o *layout* para organizar os processos produtivos, as áreas de armazenamento e distribuição de produtos e até mesmo para melhorar a ergonomia dos espaços de trabalho, o que pode ter um impacto positivo na produtividade e satisfação dos colaboradores. A implementação de um novo *layout* deve ser feita levando em consideração as necessidades e objetivos da empresa, bem como, o bem estar dos colaboradores, para garantir que a mudança seja bem-sucedida e traga benefícios para todas as partes envolvidas.

Neste contexto, o problema encontrado na empresa foco do trabalho, está diretamente relacionado ao seu fluxo produtivo e os desperdícios de movimentações que o mesmo apresenta. Como a organização desenvolve as suas atividades em uma planta industrial que dificulta seu fluxo produtivo, é do cotidiano da mesma que alguns colaboradores tenham que desempenhar atividades logísticas que em um melhor cenário não seria necessário. Considerando essa deficiência, não é possível ter um controle sobre o volume de tempo gasto com movimentações desnecessárias, tendo em vista que o desperdício de tempo de trabalho do colaborador está diretamente ligado a determinado produto e demanda.

Partindo do exposto, o presente estudo tem como objetivo desenvolver uma proposta de um novo *layout* para a empresa implementar em sua nova planta fabril. A empresa foco do estudo atua no setor metalúrgico, trabalhando com fabricação de peças usinadas em séries ou especiais, e também dispositivos e equipamentos para diversos segmentos. Diante disso, a mesma está passando por um processo de mudança para uma nova planta fabril, e necessita de *layout* adequado aos seus processos.

1.1 TEMA

O tema deste estudo é o desenvolvimento de uma proposta de *layout* para uma empresa metalmeccânica.

1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

A delimitação do tema deste estudo é o desenvolvimento de uma proposta de *layout* para a M.R. STAMM que é uma empresa metalmeccânica localizada na região noroeste do Rio Grande do Sul. A proposta de *layout* visa aprimorar o fluxo de materiais e informações, reduzir tempos de espera e retrabalhos, melhorar a ergonomia e a segurança dos trabalhadores, além de aumentar a capacidade produtiva e reduzir custos. Para alcançar esses objetivos, é fundamental compreender as características do processo produtivo e a dinâmica das operações, bem como realizar um levantamento detalhado das informações e dos recursos disponíveis. A partir dessa análise, foi possível desenvolver uma proposta de *layout* que atenda às necessidades da empresa, aumentando sua competitividade e proporcionando um ambiente de trabalho mais eficiente e seguro para seus colaboradores.

1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

Produzir de maneira mais eficiente, minimizando movimentações desnecessárias é um dos desafios de uma empresa do ramo industrial de Horizontina. Portanto, o desempenho de seus processos e qualidade dos produtos é de suma importância para que a empresa atenda as expectativas de seus clientes.

Desta forma, o problema encontrado na empresa, está diretamente relacionado aos seus processos e as possíveis melhorias relacionadas a movimentações logísticas que o mesmo apresenta. Como a organização trabalha utilizando a

produção puxada, é de suma importância que a mesma produza da maneira mais eficiente possível, sem deixar de lado seus padrões de qualidade. Considerando essa deficiência, não é possível se ter o controle sobre o volume de tempo perdido com essas movimentações, tendo em vista que atualmente a organização conta com dois prédios, e que sua disposição de máquinas e equipamentos não são adequados, ou seja, dependendo do produto que está sendo manufaturado, há a necessidade de um deslocamento muito grande de uma máquina para a outra.

Como a demanda de produção da empresa é de acordo com a necessidade do mercado, a mesma não trabalha com estoque. Dessa forma, tudo que é manufaturado está no planejamento de produção e já apresenta seu destino de entrega. Assim, a necessidade de diminuir processos que não agregam valor aos produtos confeccionados, como as movimentações desnecessárias é vital para o desenvolvimento da organização. Para realizar a pesquisa, foi analisado o processo produtivo da organização com foco não em seus produtos, mas sim em seus processos logísticos internos.

Com base nos dados apresentados, o problema da pesquisa é estabelecido pela seguinte pergunta: Como a aplicação de um novo *layout* pode auxiliar a empresa a atingir melhores resultados em seus processos produtivos a fim de diminuir a quantidade de movimentações desnecessárias?

1.4 HIPÓTESES

As práticas de investigações devem apresentar algumas perguntas primordiais que estimule a curiosidade do estudante. Uma dessas premissas é o levantamento de hipóteses que devem ser levantadas por meio de indagações. Dessa forma as hipóteses, são proposições que por fim, podem ser a solução de um certo problema (GIL, 2002).

Com base nos dados, levantou-se as seguintes hipóteses:

- Com base na análise de desperdícios, é possível reduzir a quantidade de deslocamentos desnecessários;
- Baseado na análise de espaço, é possível garantir um melhor aproveitamento de seu espaço físico;
- A partir da análise de máquinas e equipamentos, é possível alocá-los a fim de se obter o máximo desempenho possível de cada equipamento.

1.5 JUSTIFICATIVA

Com a atual dificuldade das organizações de se manterem competitivas no mercado, visto o constante desenvolvimento que o mesmo apresenta, as empresas buscam constantemente por diferenciais para alcançar seus objetivos, e apresentar um desempenho melhor que seus concorrentes no mercado. Porém, é frequente que as organizações encontram obstáculos nesse percurso em obter melhores resultados, isso é consequência da administração ineficiente que as mesmas se encontram.

A otimização dos processos nas indústrias é crucial para aumentar a produtividade e reduzir custos. O desenvolvimento de um *layout* adequado é uma das maneiras mais eficazes de alcançar esse objetivo, uma vez que permite a organização física das máquinas e dos equipamentos, melhorando o fluxo de produção e reduzindo a movimentação desnecessária de materiais e pessoas.

Sendo assim, na empresa estudada, a fim de atender os objetivos propostos, a mesma precisa adotar estratégias de gerenciamento e planejamento para auxiliar nos seus processos produtivos, tornando os mais eficientes. Para isso, a utilização de um arranjo físico adequado possibilitará à organização suprimir processos e movimentações que não agregam valor aos seus produtos, e conseqüentemente tornar seus processos mais eficientes.

A proposta de um novo *layout* é um tema de grande importância para a empresa, que está buscando constantemente melhorar a disposição dos espaços físicos e otimizar o fluxo de pessoas e recursos dentro da organização. No entanto, as propostas desenvolvidas até então não foram capazes de solucionar todos os desafios enfrentados pela empresa em relação à eficiência na produção, comunicação entre setores e satisfação dos colaboradores com o ambiente de trabalho.

Frente a necessidade de deixar predefinido locais adequados para as máquinas e equipamentos o *layout* deve estar pronto para sua implementação e necessitou de constantes adequações. Neste contexto, a primeira proposta desenvolvida não atendeu as necessidades da organização e necessitou de ajustes.

Diante do exposto, esse estudo visa as possibilidades de melhorias contínuas para a organização em estudo. A partir da análise do presente estudo de caso, a mesma se beneficiará com o aumento de sua eficiência produtiva, redução de perdas e de tempo de processo. Outro aspecto positivo de desenvolver o *layout* para otimizar processos na indústria M.R. STAMM é a melhoria das condições de trabalho para os

colaboradores. Com uma disposição adequada das máquinas e equipamentos, é possível reduzir o esforço físico exigido dos mesmos, bem como melhorar a ergonomia dos postos de trabalho, contribuindo com o bem estar e produtividade do colaborador.

Também, a elaboração desse projeto permite ao engenheiro de produção adquirir e aprimorar habilidades essenciais para o seu campo de atuação. Durante o processo de desenvolvimento, o profissional terá a oportunidade de aplicar seus conhecimentos teóricos em situações práticas e enfrentar desafios reais, o que contribui para o seu crescimento profissional.

1.6 OBJETIVOS

Objetivos são resultados concretos que se deseja alcançar através de um planejamento bem definido e estratégias específicas. Eles servem como uma bússola para guiar as ações e ajudar a alcançar os resultados desejados em diferentes áreas da vida. Estabelecer objetivos claros, é fundamental para o sucesso em qualquer empreendimento, pois permite focar em tarefas importantes e ter um senso de direção para alcançar as aspirações (GOMES; BRAGA, 2019).

1.6.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste estudo é desenvolver uma proposta de *layout* que otimiza os processos produtivos de uma empresa metalmeccânica.

1.6.2 Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo geral, foram elaborados os seguintes objetivos específicos:

- Realizar o levantamento dos processos produtivos da organização;
- Analisar a disposição organizacional de máquinas e equipamentos;
- Determinar desperdícios que acarretam perdas para a organização;
- Desenvolver uma proposta de *layout* para otimização dos processos para organização;
- Desenvolver um mapofluxograma do novo *layout*;
- Identificar melhorias para seus processos.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Nesta etapa do estudo, encontra-se a revisão bibliográfica necessária para conceituar o desenvolvimento dos processos de uma empresa, através da aplicação do planejamento e controle de produção.

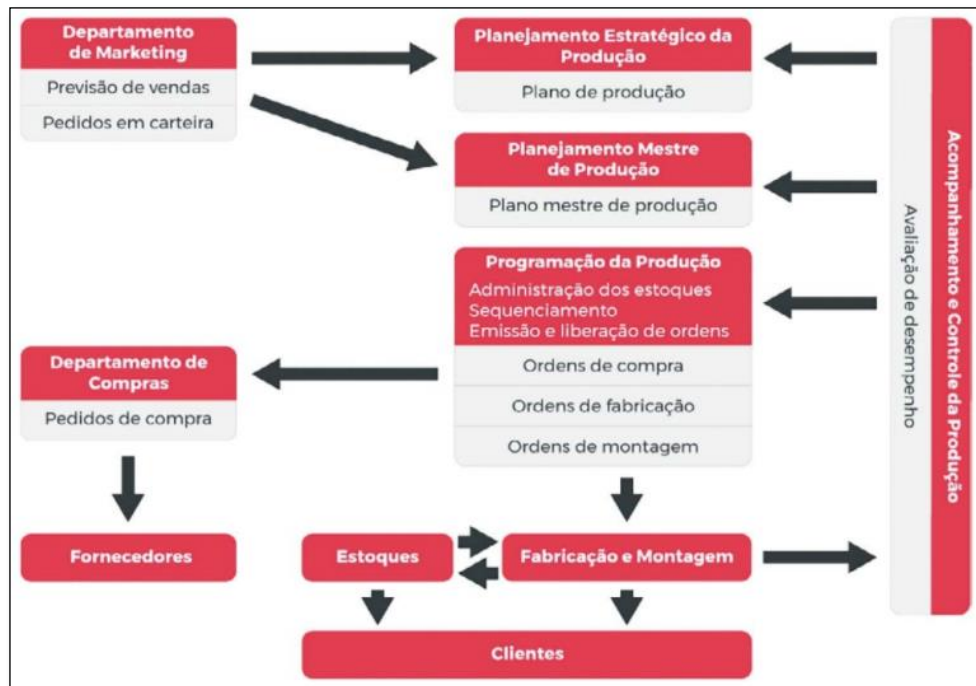
2.1 PLANEJAMENTO E CONTROLE DE PRODUÇÃO

O planejamento e controle da produção (PCP) é uma função de gestão que tem por objetivo coordenar e planejar o sequenciamento de operações de um processo, a fim de suprir os planos previamente estabelecidos pelas organizações (SANTOS, 2013). É o PCP, que se dedica a planejar, programar e coordenar o que será produzido. Ressalta também, que o PCP abrange todas as atividades realizadas na organização, desde a organização de suprimentos a movimentação de recursos humanos, a fim de obter os resultados de produção esperados (RUSSOMANO, 1998).

Como o seu próprio nome indica, compõe-se de duas fases: o planejamento e o controle. Na fase do planejamento, são feitos os planos, isto é, o que deverá acontecer: são respondidas todas as questões acima formuladas. Na fase do controle, determina-se o que foi feito, isto é, encontram-se as respostas efetivas às questões que já haviam sido tentativamente respondidas na fase do planejamento: determina-se o que foi feito, quando foi feito, como foi feito, onde foi feito, quem fez e quando foi feito (MACHLINE, et al, 1979, p. 252).

A utilização do PCP como ferramenta de gestão tem como intuito a obtenção de uma melhor eficácia nos processos produtivos de uma organização. Porém, para atingir os objetivos pré-determinados pela mesma, é necessário que os sistemas produtivos sigam uma série de etapas operacionais, que vão desde o envolvimento do projeto de produtos, até o controle de estoque, aplicação de recursos financeiros, acompanhamento de produção, etc (DOS SANTOS, 2020). Na Figura 1, segue a visão geral das atividades desempenhadas no PCP.

Figura 1: Atividades exercidas no PCP



Fonte: Dos Santos (2020).

Nesse sentido, existem uma série de variáveis que devem ser levadas em conta na hora da tomada de decisões, para que seja possível definir o que, quando e quanto deve ser produzido, a fim de assegurar a compatibilidade entre capacidade disponível, e a capacidade de produção planejada, tudo isso se caracteriza como PCP (FAVARETTO, 2001). Dessa forma, o planejamento e controle de produção é um sistema de informações, pois recebe dados de diversas áreas da organização, como estoque, vendas, capacidade produtiva, etc, e as transforma em ordens de produção (MARTINS; LAUGENI, 2005).

Tubino (2007), acrescenta explanando que o controle de produção oferece a ligação entre o planejamento e as execuções das atividades operacionais, salientando sua importância e afirmando que o PCP não se trata de uma ferramenta de prever o futuro, mas sim de coletas de dados para auxiliar na tomada de decisões.

2.2 GESTÃO DE PROCESSOS

A gestão de processos é definida como um conjunto de funções de planejamento adotadas por organizações a fim de minimizar conflitos de seus processos com o objetivo de atender suas expectativas, tanto de produção como com os clientes. A adoção desse modelo é resultado dos benefícios que o mesmo agrega

para o desenvolvimento da empresa, colaborando a contornar limitações das metodologias funcionais de organizações de trabalho (OLIVEIRA, 2011).

Segundo Paim et al (2009), independentemente da área em que as empresas atuam, a coordenação de seus processos é vital para que a mesma se desenvolva, e quanto maior a complexidade da coordenação do trabalho, maior é a dificuldade de progredir. Os autores acrescentam, dizendo que, mecanismos de gestão buscam inovar de modo que as atividades geridas podem ser aperfeiçoadas e as melhorias nas operações beneficiam no desenvolvimento da organização.

Nesse contexto, Lopes e Bezerra (2008), observam que a utilização desse método tem como base a melhoria contínua, onde o foco principal é nos processos produtivos da organização a fim de ampliar sua eficiência buscando uma maior satisfação do cliente. Os resultados e os benefícios que vem sendo obtidos tem levado organizações a transformações significativas, e pode-se comprovar sua eficácia através da melhoria da performance, eficiência operacional, oferta de novos serviços e automação dos processos (ROSEMANN et al, 2009).

2.3 ARRANJO FÍSICO

Segundo Corrêa e Corrêa (2012), o arranjo físico é a maneira que uma determinada empresa dispõe seus recursos fisicamente dentro de sua planta fabril. SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R., compartilha deste pensamento e ressalta que a o arranjo físico nada mais é que a alocação adequada de todas instalações, máquinas e equipamentos que a empresa dispõe, tendo como objetivo a fluidez de seus recursos transformadores, ou seja, sua matéria prima.

O mesmo autor SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R., ainda define que a implementação de um novo *layout* deve levar em consideração diversos aspectos de movimentação, transporte, capacidade produtiva, estoque, tempo, pessoas, etc. O objetivo do arranjo físico, não abrange apenas a alocação dos recursos da empresa, mas sim, busca definir o fluxo de trabalho mais eficiente para a organização (SILVA; RENTES, 2012).

Corresponde ao arranjo dos diversos postos de trabalho nos espaços existentes na organização, envolvendo, além da preocupação de melhor adaptar as pessoas ao ambiente de trabalho, segundo a natureza da atividade desempenhada, a arrumação dos móveis, máquinas, equipamentos e matérias-primas (CURY, 2006, p.396).

Neste contexto, o objetivo principal do arranjo físico é apoiar as estratégias da organização, devendo o projeto estar alinhado com os objetivos da empresa (CORRÊA; CORRÊA, 2006). O arranjo físico tem como objetivo reduzir os custos de produção, aumentar a qualidade dos produtos e serviços, reduzir os tempos de ciclo e melhorar a flexibilidade (RUSSELL; TAYLOR, 2011).

2.3.1 Motivadores para a modificação de *layout*

Com o objetivo de se manter sempre competitivas no mercado, é natural organizações procurarem expandir sua oferta de serviço. Deste modo, na busca de seu aumento na capacidade produtiva, as mesmas procuram aumentar tanto sua gama de máquinas como de estrutura fabril. Neste contexto, a alocação inadequada de recursos, acarreta em problemas de produtividade, este é o principal motivo da necessidade na transformação do arranjo físico a fim de reduzir suas perdas (NEUMANN; SCALICE, 2015).

Segundo Lida (2000), outro fator que desencadeia a modificação de *layout* por organizações, é a ergonomia e o bem estar de seus colaboradores. O autor continua seu pensamento afirmando que o bem estar dos funcionários é um fator determinante do rendimento funcional dos mesmos, agindo desta forma como motivadores de falta de produtividade. Segundo, Martins e Laugeni (2016), a revisão do *layout* é uma medida importante para solucionar esses problemas e melhorar as condições do ambiente de trabalho, tornando-o mais seguro, saudável e eficiente.

A revisão do *layout* pode contribuir para uma melhor organização do espaço e aumentar a eficiência e produtividade das operações. Nesse contexto, a reorganização do *layout* pode ser motivada pela necessidade de melhorar a utilização do espaço físico disponível, isso porque uma utilização ineficiente do espaço pode acarretar em problemas como excesso de estoque, congestionamento de áreas de trabalho e movimentação desnecessária de materiais e pessoas (SLACK, N., BRANDON-JONES, A., JOHNSTON, R).

2.3.2 Metodologia Projeto de Fábrica e *Layout* (PFL)

A Metodologia PFL tem como objetivo estabelecer instruções para o desenvolvimento de um projeto fabril. Esta metodologia é composta por 5 fases que

possuem a finalidade de atuar como um roteiro para elaborar um projeto de *Layout* que se adapte a qualquer empresa (NEUMANN; SCALICE, 2015).

Para cada uma delas, Neumann e Scalice (2015) tem uma definição específica. São elas:

- **Fase 1: Estruturação**

Nesta fase é realizada a coleta de dados e informações que visam dar início ao projeto. Os principais objetivos desta fase são:

- Definir a ideia geral do sistema produtivo;
- Definir a finalidade e os objetivos da produção;
- Executar estudos dos produtos, materiais e processos;
- Realizar estudos de mercado.

- **Fase 2: Projeto de Fábrica**

Nesta etapa são realizados estudos e análises para a definição do local exato da unidade fabril. Os principais objetivos desta fase são:

- Estudos detalhados dos volumes de produção;
- Estudos da necessidade de compras de máquinas e equipamentos;
- Estudos referentes a matéria prima;
- Detalhamento dos produtos e processos.

- **Fase 3: Projeto de *Layout***

Etapa onde é definido o arranjo físico mais adequado para os processos da organização, ou seja, onde é determinado o posicionamento das áreas e dos equipamentos da empresa. Os principais objetivos desta fase são:

- Estudo do fluxo e dos processos;
- Estudo das necessidades de espaços necessários para os colaboradores desempenharem suas atividades;
- Projeto do *layout*;
- Avaliação da eficiência do *layout*.

- **Fase 4: Projeto de edificação**

Nesta etapa envolve os projetos de construções, ou seja, nesta fase é realizada a construção da planta que abrigará as atividades e processos da empresa. Os principais objetivos desta fase são:

- Determinação das características da construção;
- Estudo dos tipos básicos de edificações;

- Construção da planta.
- **Fase 5: Projeto de Implementação**

Esta fase é onde ocorre a implementação do projeto, ou seja, quando ele sai do papel e começa a tomar forma. Esta etapa também envolve o planejamento nas instalações de máquinas e sucessivamente os testes pré-operacionais das mesmas.

2.3.3 Adequação de *layout*

De acordo com Chiavenato (2005), a elaboração de um novo *layout* é de suma importância para o desenvolvimento de empresas e organizações, em seu pensamento o autor ressalta a necessidade de conhecer o produto a ser produzido, quais materiais são utilizados e os processos envolvidos, para que deste modo a definição de um *layout* seja considerada satisfatória. A partir dessas definições, é possível definir o tipo de *layout* que melhor atende os processos da empresa, podendo estipular a quantidade de máquinas e ferramentas que serão necessárias para atender a demanda de produção, e conseqüentemente alocá-las da melhor maneira possível (MARTINS; LAUGINI, 2005).

Para Slack, Chambers e Johnston (2009), a adequação de um *layout* trata-se de uma tarefa complexa, que envolve não apenas a disposição das máquinas em uma planta fabril, mas sim, diversos fatores como processos, produtos, etc. Já para Ritzman e Krajewsky (2007), o arranjo físico envolve muitas variáveis tanto práticas como estratégicas, e alterar um *layout* pode afetar os processos e a eficiência da organização. Por este motivo deve-se antes de qualquer coisa, fazer o planejamento adequado das necessidades da organização.

2.3.4 Tipos de *Layout*

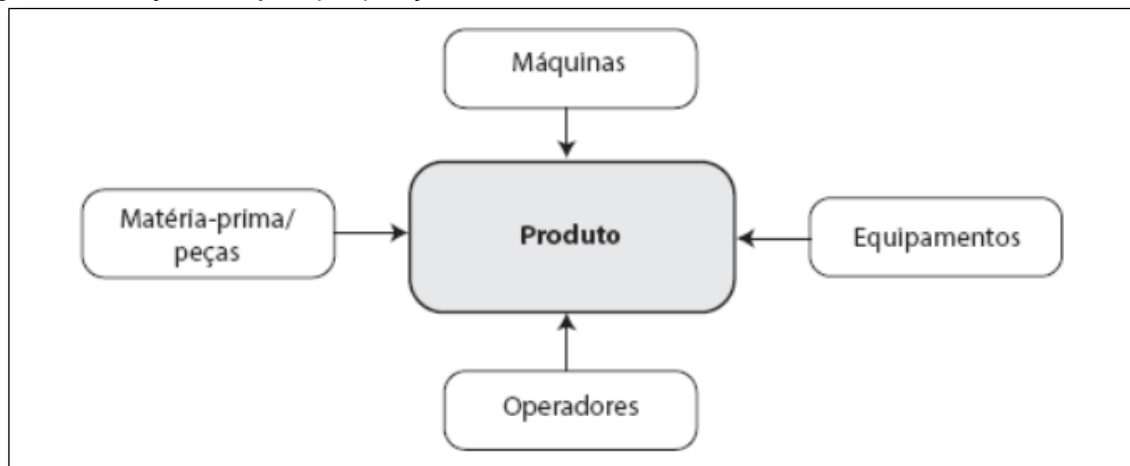
Segundo Neumann e Scalice (2015), a disposição de máquinas e equipamentos em uma empresa necessita a definição adequada do tipo de *layout* que melhor atende os processos da mesma. E de acordo com o mesmo autor, existem quatro tipos tradicionais de *layout*, sendo eles: o *layout* posicional ou por posição, *layout* físico funcional ou por processos, *layout* físico linear ou por produto, *layout* celular e por fim o *layout* misto.

A seguir, apresenta-se a descrição dos principais tipos de *layout*, de acordo com a literatura.

2.3.4.1 *Layout* por posição

Segundo Neumann e Scalice (2015), também denominado como *layout* fixo, esse tipo de arranjo físico é utilizado quando o produto a ser fabricado está centralizado no processo, ou seja, não ocorre o seu deslocamento. Neste contexto, o autor afirma que, o produto é montado em um local fixo, deste modo, os recursos que compõem esse tipo de *layout* deslocam-se até o produto. E por fim, aborda que este tipo de *layout*, é bastante utilizado em produtos que possuem grandes dimensões, fazendo com que não haja o deslocamento do mesmo, e sim de seus recursos. Na Figura 2, é possível compreender o funcionamento deste tipo de *layout*.

Figura 2 Ilustração do *layout* por posição



Fonte: Neumann e Scalice (2015, p.213).

A manufatura de um produto com este modelo de *layout* é estruturada com base na localização dos recursos. Deste modo, não há tanto o deslocamento considerado desnecessário tanto de insumos, como de máquinas e pessoas.

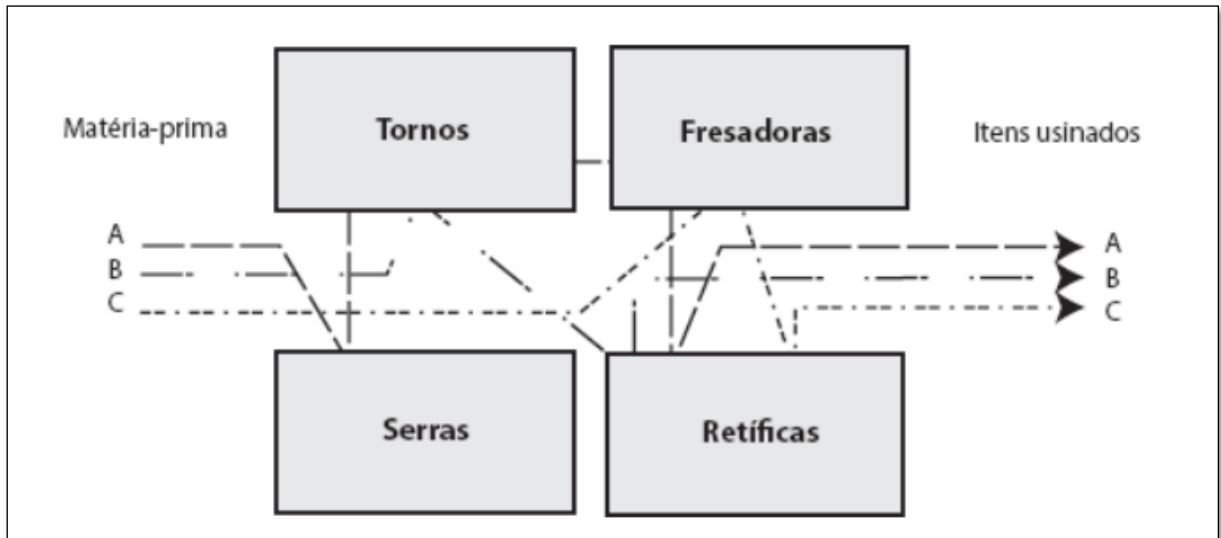
Já para Moreira (2011), a principal característica do *layout* por posição é a baixa produção, visto que este modelo consiste em alocar da melhor maneira possível recursos com características únicas que possuem a finalidade principal a manufatura de um produto em específico. Um exemplo claro deste modelo de *layout*, são os canteiros de obras, que necessitam de espaço físico para a execução das tarefas, ou seja, é necessário alocar de forma eficaz, diversas áreas aos recursos de produção (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

2.3.4.2 *Layout* por processos

De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2009), o *layout* por processos possui a característica de agrupar processos similares, com o intuito de beneficiar os recursos transformadores do produto. Neste modelo, as máquinas não estão alocadas em uma sequência, visto que não há uma sequência específica a ser seguida. Porém, quando necessário ocorre o deslocamento de recursos para um centro de máquinas (BROWN et al., 2005).

Para Neumann e Scalice (2015), no *layout* por processos, ocorre o agrupamento de máquinas e ferramentas de acordo com o tipo de manufatura, como pode-se observar na Figura 3.

Figura 3: Ilustração do *layout* por processos



Fonte: Neumann e Scalice (2015, p.213).

Já para Corrêa e Corrêa (2012), o *layout* por processos tem o objetivo de aproximar a disposição de recursos, a fim de evitar deslocamentos desnecessários. Brown et al (2005), agrega esse pensamento explanando sobre como o produto não segue uma sequência específica, é necessária a aproximação dos recursos para que os mesmos atendam da melhor maneira o produto.

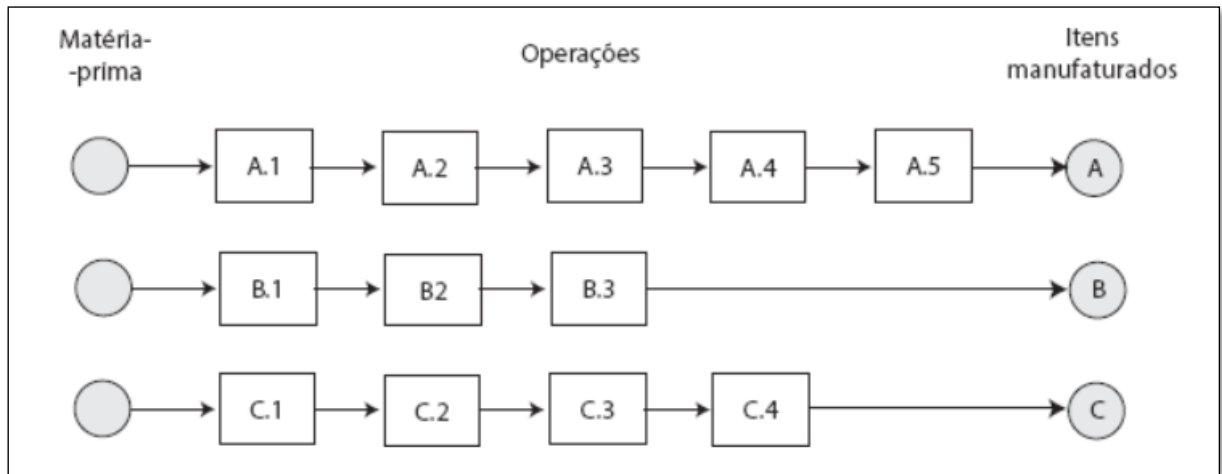
2.3.4.3 *Layout* por produtos

Para Abreu (2017), no *layout* por produtos as estações de trabalho estão definidas de acordo com o produto a ser manufaturado, ou seja, as máquinas e equipamentos são alocadas em linha, não apresentando um caminho alternativo. O

layout por produto, também pode ser chamado de *layout* em linha, é bastante usado por organização que apresenta uma grande demanda de produção. Desta forma, os recursos transformadores seguem uma sequência predefinida ao longo do processo (MOREIRA, 2011).

Este modelo de *layout* é utilizado para a manufatura de produtos semelhantes e que apresentam a necessidade de grandes volumes de fabricação. Trata-se de um *layout* pensado a partir do produto, e apresenta o propósito principal de agrupar máquinas e equipamentos em um fluxo contínuo, fazendo que a empresa produza de maneira mais eficiente (NEUMANN; SCALICE 2015). Pode-se observar na Figura 4 o funcionamento deste tipo de *layout*.

Figura 4: Ilustração do *layout* por produto



Fonte: Neumann e Scalice (2015, p.213).

Para Neumann e Scalice (2015) ao optar-se pelo *layout* por produto, não há alteração na ordem dos processos de fabricação e de montagem. Neste contexto, ao tentar se incorporar este tipo de *layout*, é necessário o estudo detalhado sobre as operações que devem ser executadas em cada estação de trabalho.

2.3.4.4 *Layout* celular

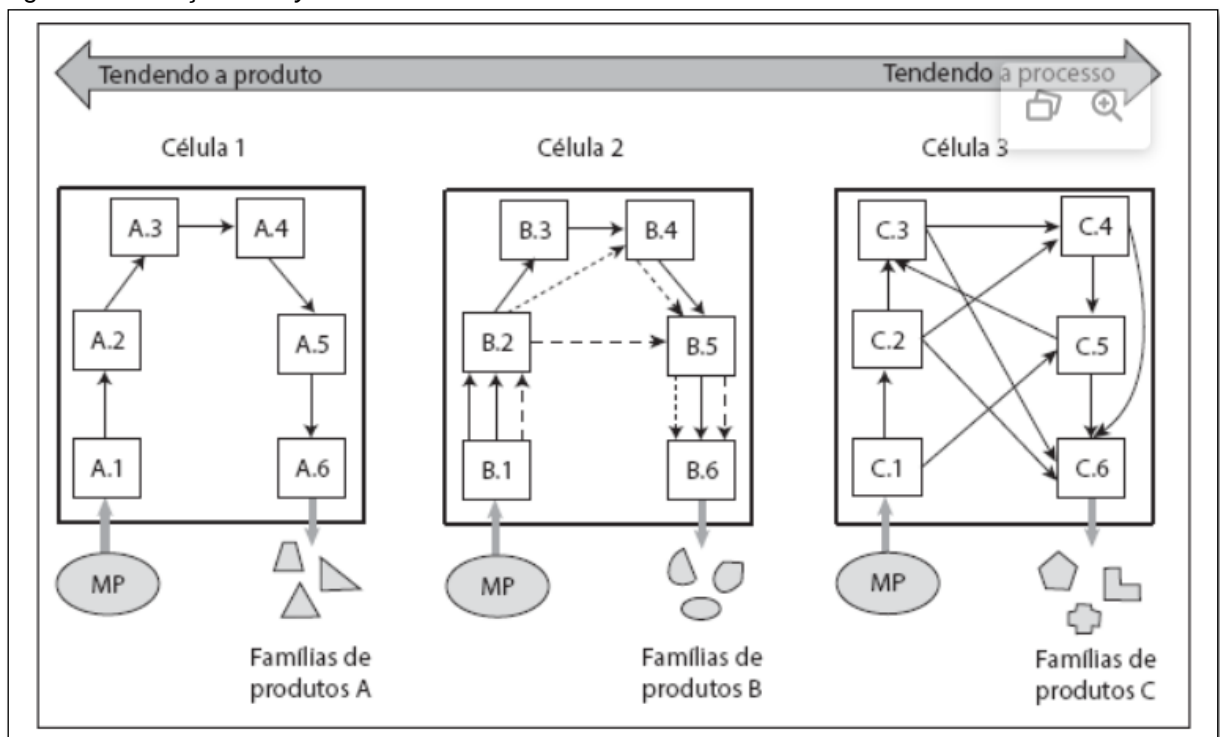
Segundo Martins e Laugeni (2005), este tipo de *layout* destaca-se por ser um *layout* flexível, que permite um nível de qualidade e produtividade alta. O objetivo do *layout* celular em indústrias, é aumentar a eficiência da produção, reduzir os tempos de ciclo, melhorar a qualidade dos produtos e reduzir os custos de produção. Além disso, o *layout* celular permite uma maior flexibilidade na produção, possibilitando a fabricação de diferentes produtos na mesma célula.

Para Corrêa e Corrêa (2009, p. 415):

O arranjo físico celular tenta aumentar as eficiências do geralmente ineficiente arranjo físico funcional, tentando, entretanto, não perder muito de sua desejável flexibilidade. Baseado num conceito às vezes chamado de tecnologia de grupo, recursos não similares são agrupados de forma que com suficiência consigam processar um grupo de itens que requeiram similares etapas de processamento.

Para Neumann e Scalice (2015), afirma que o *layout* celular é muito amplo e pode variar de muitas maneiras, partindo de células muito semelhantes como para *layouts* de células em linha. Como pode-se observar na Figura 5.

Figura 5: Ilustração do *layout* celular



Fonte: Neumann e Scalice (2015, p.222).

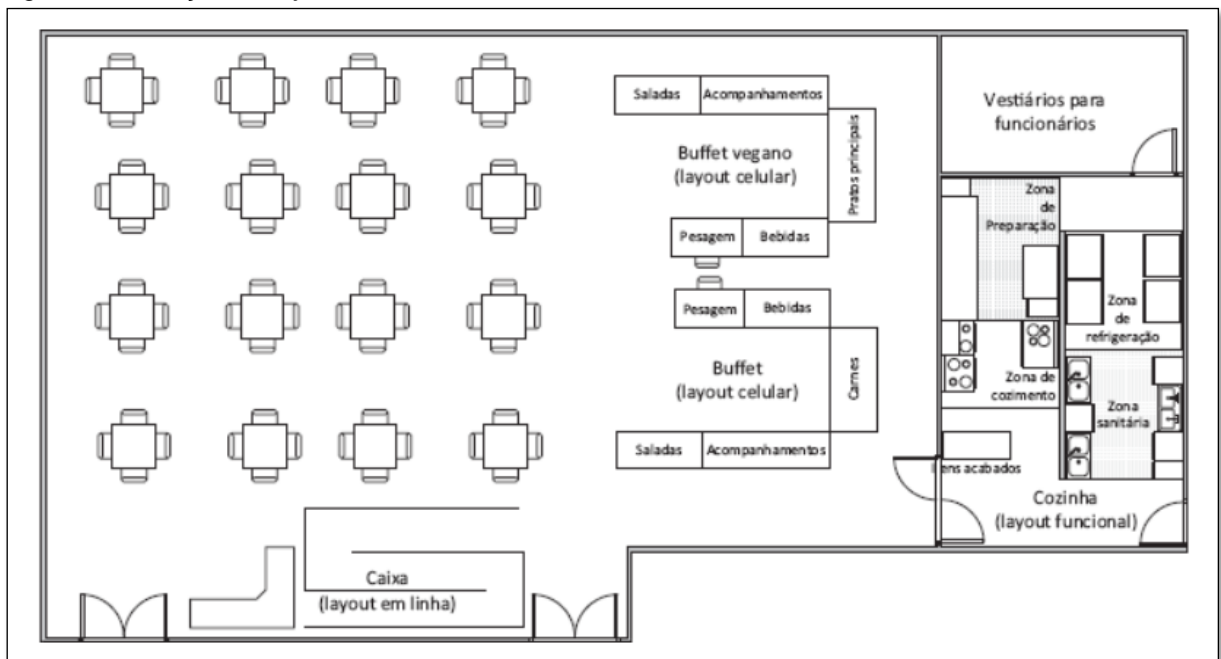
O layout celular está na definição dos agrupamentos de produtos, ou seja, a célula é pensada e definida a partir do produto a ser manufaturado. Neste contexto, as máquinas e equipamentos que compõem estas células, são alocadas de tal maneira pensando nos processos e nos fluxos produtivos de um determinado produto (NEUMANN; SCALICE 2015). Já para Corrêa e Corrêa (2016), essas unidades celulares são pensadas para produzir uma série de peças, onde algumas delas podem apresentar características semelhantes, ou seja, necessitar da utilização da mesma máquina.

2.3.4.5 *Layout misto*

O *layout misto* é utilizado quando há a necessidade de utilizar tipos de arranjos em conjunto, buscando as vantagens que cada um dos tipos de *layout* apresenta, com a finalidade de produzir da maneira mais eficiente possível (GRAEML; PEINADO, 2007). Já para Neumann e Scalice (2015), a definição por *layout misto* por via de empresas e organização se deve a sua alta variedade de volumes que devem ser produzidos num grande *mix* de produção.

De acordo com Neumann e Scalice (2015), na maioria das vezes, organizações optam por implementar o *layout misto* por necessidade. Ou seja, utiliza deste modelo para encontrar soluções que na maioria das vezes é a combinação dos demais modelos de *layout*. Pode-se observar na Figura 6 uma ilustração do funcionamento de um *layout misto*.

Figura 6: Ilustração do *layout misto*



Fonte: Neumann e Scalice (2015, p.223).

Pode-se observar por exemplo na Figura 6 o funcionamento de um *layout misto* de um restaurante que definiu seu *layout* com três tipos de *layout*, sendo a cozinha por arranjo funcional, os *buffets* por arranjos físicos celulares e o caixa por arranjo físico em linha (NEUMANN; SCALICE, 2015).

2.4 SEGURANÇA DO TRABALHO

A segurança do trabalho é caracterizada como um conjunto de práticas técnicas, médicas e educacionais que buscam evitar acidentes e doenças relacionadas ao trabalho, ao mesmo tempo em que preservam e promovem a saúde dos trabalhadores (MENDES, 2007). De acordo com Santos e Miranda (2018), a segurança no trabalho deve ser considerada uma questão estratégica dentro das empresas, uma vez que a sua negligência pode gerar consequências prejudiciais, tais como a queda de produtividade e aumento dos custos.

Uma das principais estratégias usadas pelas empresas, a fim de garantir a segurança de seus funcionários, é a adequação de suas atividades de acordo com as normas regulamentadoras, onde a NR12, que tem como objetivo estabelecer medidas de prevenção e segurança para o uso de máquinas e equipamentos (BRASIL, 2019). Para Carvalho (2020), a NR12 é de fundamental relevância para proteger os colaboradores, uma vez que determina as medidas mínimas de segurança que as empresas devem adotar. O autor acrescenta, dizendo que assim é possível garantir a integridade física e a saúde dos trabalhadores, o que reflete na qualidade do ambiente de trabalho e na produtividade da empresa.

Ribeiro (2010), afirma que a conscientização dos trabalhadores é um aspecto fundamental para a promoção da segurança no ambiente de trabalho, bem como das medidas que devem ser tomadas para evitá-los e da importância de seguir as normas de segurança, assim é possível agir de maneira mais segura e efetiva, contribuindo para prevenir acidentes e proteger sua integridade física e mental no ambiente de trabalho. Já para Pereira (2016), a segurança do trabalho não deve ser vista pelas empresas como um mero custo, mas sim, como um investimento capaz de gerar retornos financeiros. Pois, investir em medidas de segurança no ambiente de trabalho pode contribuir para reduzir os custos decorrentes de afastamentos, indenizações, multas e processos trabalhistas que podem ocorrer em decorrência de acidentes ou doenças ocupacionais.

2.5 ERGONOMIA

A ergonomia organizacional tem como objetivo principal o bem estar do colaboradores buscando a adequação de seu ambiente de trabalho a suas condições físicas, para que o mesmo possa melhorar o seu desempenho. Essas adaptações

ocorrem muitas vezes por meio de ajustes de máquinas e equipamentos que o usuário utiliza para desempenhar as suas tarefas. Neste contexto, o foco da ergonomia é em facilitar a vida dos colaboradores, buscando evitar riscos de acidentes de trabalho, e melhorando a segurança do colaborador (FRANCISCHINI, 2010).

Dul e Weerdmeest (2004, p. 2), acrescentam que:

A ergonomia difere de outras áreas do conhecimento pelo seu caráter interdisciplinar e pela sua natureza aplicada. O caráter interdisciplinar significa que a ergonomia se apoia em diversas áreas do conhecimento humano. Já o caráter aplicado configura-se na adaptação do posto de trabalho e do ambiente às características e necessidades do trabalhador.

Já Falzon (2015), disserta sobre ergonomia dando ênfase nas ferramentas, máquinas e equipamentos, explanando sobre a necessidade de os mesmos serem usados com o máximo de conforto, segurança e eficácia pelos colaboradores, ou seja, o autor define a ergonomia como a adaptação do trabalho ao homem. O autor afirma que um ambiente de trabalho precário e mal dimensionado, pode acarretar ao longo prazo lesões ou até doenças para seus colaboradores.

Neste contexto, Moraes (2014), declara que as doenças provenientes de atividades ocupacionais são derivadas de ambientes de trabalho fora de padrões, onde colaboradores estão expostos a ambientes com riscos físicos, químicos e biológicos. O autor ressalta que a exposição a estas situações, podem desencadear ao colaborador acidentes e o afastamento do mesmo, e em casos mais severos, doenças mais graves.

Porém, a ergonomia trabalha em prol de todos os agentes existentes que possam trazer males para o funcionário, e não apenas nos ergonômicos. Uma das estratégias adotadas por empresas, é o seguimento das normas regulamentadoras de trabalho.

Segundo o item 17.1.1.1 da NR-17:

As condições de trabalho incluem aspectos relacionados ao levantamento, transporte e descarga de materiais, ao mobiliário dos postos de trabalho, ao trabalho com máquinas, equipamentos e ferramentas manuais, às condições de conforto no ambiente de trabalho e à própria organização do trabalho (NR-17, 2022).

Nesse contexto, para Pereira (2015), a ergonomia é o estudo das atividades desempenhadas pelo homem em seu trabalho, que tem por finalidade analisar suas tarefas, os equipamentos e o ambiente, e aplicar conhecimentos de anatomia, fisiologia e psicologia para adaptar este local as necessidades do operador.

2.6 DESPERDÍCIO

O desperdício é um desafio importante enfrentado pelas indústrias, pois afeta negativamente a eficiência operacional, a rentabilidade e a sustentabilidade das organizações. Ele ocorre quando os recursos, tempo e energia são usados de forma ineficiente, resultando em perdas nos processos produtivos. A redução do desperdício é crucial para melhorar a produtividade, reduzir os custos e minimizar o impacto ambiental (BEBER, 2004).

Segundo Abreu (2002), as perdas e desperdícios estão relacionados a atividades que não contribuem para a criação de valor, resultando em um desperdício de tempo, dinheiro e recursos que não trazem retorno financeiro. Além disso, essas atividades adicionam custos desnecessários aos produtos, prejudicando a eficiência e a rentabilidade das empresas. Já para Martins (2010), ao eliminar os desperdícios, as empresas podem desfrutar de uma série de vantagens, incluindo operações mais eficientes, redução de custos, aprimoramento da qualidade dos produtos, satisfação dos clientes e uma contribuição positiva para a preservação do meio ambiente.

Para Gerlach (2013), no contexto da acirrada competição global, as empresas são compelidas a buscar constantemente maneiras de aprimorar seus processos e minimizar perdas. Como resultado dessa busca incessante, elas conseguem oferecer produtos cada vez mais confiáveis e inovadores. A ênfase na eficiência e na minimização de desperdícios é uma tradição que remonta a culturas antigas. O caso do Japão é um exemplo concreto, no qual essas práticas já eram adotadas antes mesmo da ocorrência da Segunda Guerra Mundial (MAXIMIANO, 2008).

3 METODOLOGIA

Segundo Marconi e Lakatos (2021), a metodologia é a etapa onde se estuda as melhores alternativas a seguir no desenvolvimento de um projeto, ou seja, é um conjunto de etapas ou processos que devem ser seguidos no desenvolvimento de uma investigação para que seja possível chegar ao conhecimento.

3.1 LOCAL

O estudo foi desenvolvido na empresa M.R. STAMM & LTDA localizada na cidade de Horizontina/RS, no noroeste do estado do Rio Grande do Sul, que está presente no mercado a mais de 20 anos, trabalhando no setor metalúrgico, prestando seus serviços para diversos segmentos industriais.

A mesma, iniciou suas atividades no ano de 2000, trabalhando como uma empresa prestadora de serviços de manutenção, recondicionamento e instalações de máquinas industriais. Em meados de 2009, a fim de atender o mercado e se desenvolver, expandiu sua infraestrutura com o intuito de aumentar a sua gama de oferta de serviços, vindo a incorporar também em sua metodologia de trabalho novas tecnologias, ampliando seu lugar no mercado, permitindo a prestação de serviços em diversos segmentos.

Buscando se desenvolver constantemente a empresa, está passando por diversas mudanças a fim de cada vez mais atender a demanda estabelecida pelo mercado, ofertando serviços e produtos de qualidade. Neste contexto, com o objetivo de atender as expectativas de seus clientes, trabalhando com maior agilidade, qualidade e respeito ao meio ambiente, a M.R STAMM & LTDA está em processo de mudança para uma nova planta industrial. Diante dos fatos apresentados, é importante enfatizar o novo arranjo físico da organização, que deve estar adequado aos propósitos e processos da empresa.

3.2 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS

O presente trabalho apresenta uma abordagem mista. A pesquisa de abordagem quantitativa é fundamentada com base em informações que só podem ser visualizadas a partir de dados que sofreram alguma transformação para que seja possível ser entendida através de outro ponto de vista. Em outras palavras, é constituída por um conjunto de procedimentos e técnicas que tem o intuito de auxiliar

o pesquisador na extração de dados para responder perguntas relacionadas ao objetivo estabelecido (FALCÃO; RÉGNIER, 2000).

Já a pesquisa de abordagem qualitativa é fundamentada com o objetivo de capturar a complexidade e a diversidade de um fenômeno, permitindo a compreensão aprofundada de um determinado contexto. Em outras palavras é constituída na obtenção de informações ricas e detalhadas, utilizando técnicas como entrevistas, observações e análises (DENZIN. LINCOLN, 2018).

Dentro deste contexto, utilizou-se para a realização deste estudo, tanto a pesquisa quantitativa que embasa as métricas que o *layout* envolve, como a pesquisa qualitativa que embasa informações detalhadas que envolve o *layout*. A partir de uma de coleta de dados focada em medições e dimensões de máquinas e equipamentos foi possível demonstrar através de números, métricas e cálculos, os dados obtidos.

Esta pesquisa, a partir de seus objetivos é classificada como exploratória e descritiva. A pesquisa exploratória é utilizada com o objetivo de obter informações que explorem com profundidade como um dado fenômeno ocorre, a fim de estruturar uma análise sobre um tema, com o intuito de conduzir um projeto com uma base sólida de dados (MALHOTRA, 2006).

Já a pesquisa descritiva tem como objetivo descrever as características de um fenômeno, grupo ou população de forma detalhada, sem se preocupar em estabelecer relações de causa e efeito entre as variáveis estudadas. Em outras palavras, seu objetivo é fornecer informações precisas sobre um determinado assunto, sem tentar explicar as razões por trás dos resultados encontrados (GIL, 2018). Nesse contexto, a pesquisa descritiva foi importante para um maior entendimento da metodologia de trabalho da empresa, auxiliando na descrição do processo produtivo da mesma.

Utilizou-se como estratégia de investigação o estudo de caso, uma vez que foi aplicado especificamente para a empresa em estudo. Para Gil (2017), o estudo de caso permite um amplo e detalhado conhecimento em relação a um determinado evento, possibilitando diversos benefícios através de sua aplicação.

Os dados da pesquisa foram coletados por meio de uma pesquisa bibliográfica, observações e entrevistas. Com o intuito de aumentar a confiabilidade dos resultados e chegar ao objetivo determinado, foi necessário fazer uma análise através de pesquisas bibliográficas mediante livros, teses e artigos científicos, com o intuito de reunir informações e dados para se ter uma base fundamentada para o desenvolvimento da presente pesquisa. De acordo com Gil (2022), a pesquisa

bibliográfica tem como objetivo reunir informações mediante referenciais teóricos manifestados em documentos com o propósito de contribuir na execução de projetos.

Em seguida, foi realizado o levantamento de informações através de visitas na empresa estudada com o intuito de compreender sua metodologia de trabalho e entender os processos desenvolvidos pela mesma. Segundo Gil (2018), a observação permite a coleta de informações sobre o objeto de estudo de maneira direta e sem interferir no fenômeno observado, possibilitando a análise detalhada do comportamento humano e dos fenômenos estudados.

Para maior entendimento, foi adotada a técnica de entrevista juntamente com o gestor e supervisor da organização como auxílio na extração de dados. Para Marconi e Lakatos (2017), a entrevista se torna um meio eficiente para o pesquisador coletar informações diretamente da fonte, possibilitando uma compreensão mais aprofundada do fenômeno estudado.

Após a coleta dos dados, os mesmos foram analisados utilizando *software Excel* e análise de conteúdo. A análise de conteúdo serviu para analisar e interpretar os dados coletados com a observação dos processos da empresa, bem como com a entrevista. Segundo Bardin (1994), a análise de conteúdo tem como finalidade a descrição objetiva, sistemática e quantitativa de um tema em específico.

Nesse contexto, mediante análises, foi possível identificar na organização estudada quais são os principais pontos de impactos para a formulação do trabalho. Trazendo à tona as dificuldades que contribuem de forma negativa para o constante desenvolvimento da empresa. Da mesma forma, as melhorias necessárias a serem realizadas para benefício da mesma.

Em sequência, foi realizado o levantamento dessas melhorias e a partir da utilização do *Software Microsoft Visio* e do *Autocad*, desenvolveu-se uma proposta de melhoria a fim de tornar seu novo arranjo físico o mais adequado possível aos processos da organização.

3.3 DELINEAMENTO DA PESQUISA

O planejamento da pesquisa foi desenvolvido a partir da realização do alinhamento de toda a análise efetuada na organização, elaborando o alinhamento entre os problemas encontrados e as propostas de melhorias, levando sempre em consideração variáveis presentes no dia-a-dia da empresa, como a capacidade e a

viabilidade que a mesma dispõe. Para um maior entendimento, pode-se observar na Figura 7 as técnicas empregadas para a composição do estudo.

Figura 7: Fluxograma de delineamento



Fonte: Autor, 2023.

Como pode ser observado na Figura 7, na primeira etapa do desenvolvimento da pesquisa encontra-se a definição do problema e dos objetivos, e a partir dessa definição foram traçados os objetivos a serem alcançados com o andamento do trabalho. Em seguida, localiza-se a revisão bibliográfica que contém o embasamento teórico sobre o assunto. Na terceira etapa encontra-se a definição da metodologia adotada para o desenvolvimento do estudo. Posteriormente, na quarta etapa é apresentada a análise e a coleta de dados obtidos. E por fim, na quinta e última etapa do delineamento do trabalho, foram apresentados os resultados alcançados, assim como as propostas de melhorias.

3.4 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

Esta seção é destinada a indicação dos recursos e equipamentos necessários a realização da pesquisa. Entre os recursos mais utilizados:

- *Excel;*
- *Autocad;*
- *Microsoft Visio;*
- Amostra de itens.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nessa etapa, utilizou-se as informações obtidas na revisão da literatura para desenvolver uma proposta de arranjo físico para a empresa estudada. Inicialmente, apresenta-se a empresa, seus processos, fluxos internos e o *layout* atual. Em seguida, consta a proposta de arranjo físico, desenvolvida com base nos dados coletados e nos elementos do fluxo de produção da empresa. Ao final, foram listadas possibilidades de melhorias e resultados que poderão ser alcançados com a implementação do novo *layout* proposto. Essa etapa é fundamental para garantir a eficácia do estudo, pois permite a aplicação dos conhecimentos teóricos na prática e a elaboração de soluções sob medida para as necessidades específicas da empresa.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A M.R. STAMM & LTDA, é uma empresa fundada há mais de 20 anos e desde então vem crescendo consideravelmente com o passar dos anos. Inicialmente, a mesma foi fundada com o objetivo de atender a procura na prestação de serviços de manutenção, recondicionamento e instalação de máquinas.

Almejando sempre se desenvolver e acompanhar as necessidades impostas pelo mercado industrial, seus gestores estão sempre atentos às inovações da área. Desta maneira, nove anos após ser estabelecida, em 2009, foi adotada pela organização novos meios de prestação de serviços com o intuito de estar sempre em constante desenvolvimento e ter seu lugar em destaque no mercado. Nesta ampliação, foram introduzidas novas tecnologias e conseqüentemente, foram incorporados novos processos. Desde então, a empresa passou a produzir peças usinadas em séries ou especiais, e também dispositivos e equipamentos para diversos segmentos.

4.1.1 Serviços prestados pela empresa

Os serviços oferecidos pela empresa podem ser definidos como:

- Manutenção de dispositivos;
- Fabricação de peças e ferramentas;
- Usinagem em torno convencional e CNC;
- Corte de materiais;
- Fresadora, retífica plano e furadeira radial.

Neste contexto, 20 anos depois de sua fundação, tendo como essência de sua metodologia de trabalho o desenvolvimento, a M.R. STAMM & LTDA está dando início a um novo projeto de ampliação, com o objetivo principal de potencializar seus serviços. Este novo projeto é pensado a partir do desenvolvimento de uma nova planta estrutural. Esta ideia se deu inicialmente com o intuito de que a mudança para um local mais amplo e adequado, possibilitasse à organização um maior desempenho de suas atividades.

A empresa está localizada na Rua Piratini, 470 - no bairro Operária, em Horizontina/RS, conta com aproximadamente 800 m², tendo 27 colaboradores, que desenvolvem as suas funções em dois turnos diários, sendo um deles o A que tem início às 6h e término às 15:30h e o turno B que tem início às 15:30h e tem término às 00h. A mesma apresenta uma grande demanda em função da sua grande oferta de serviços, abrindo possibilidades para novos investimentos a fim de atender a demanda do mercado. Na Figura 8 é possível observar a fachada da empresa.

Figura 8: Fachada da empresa



Fonte: Autor, 2023.

A seguir, são apresentados os processos produtivos e detalhada a proposta de *layout*.

4.2 PROCESSOS PRODUTIVOS DA EMPRESA

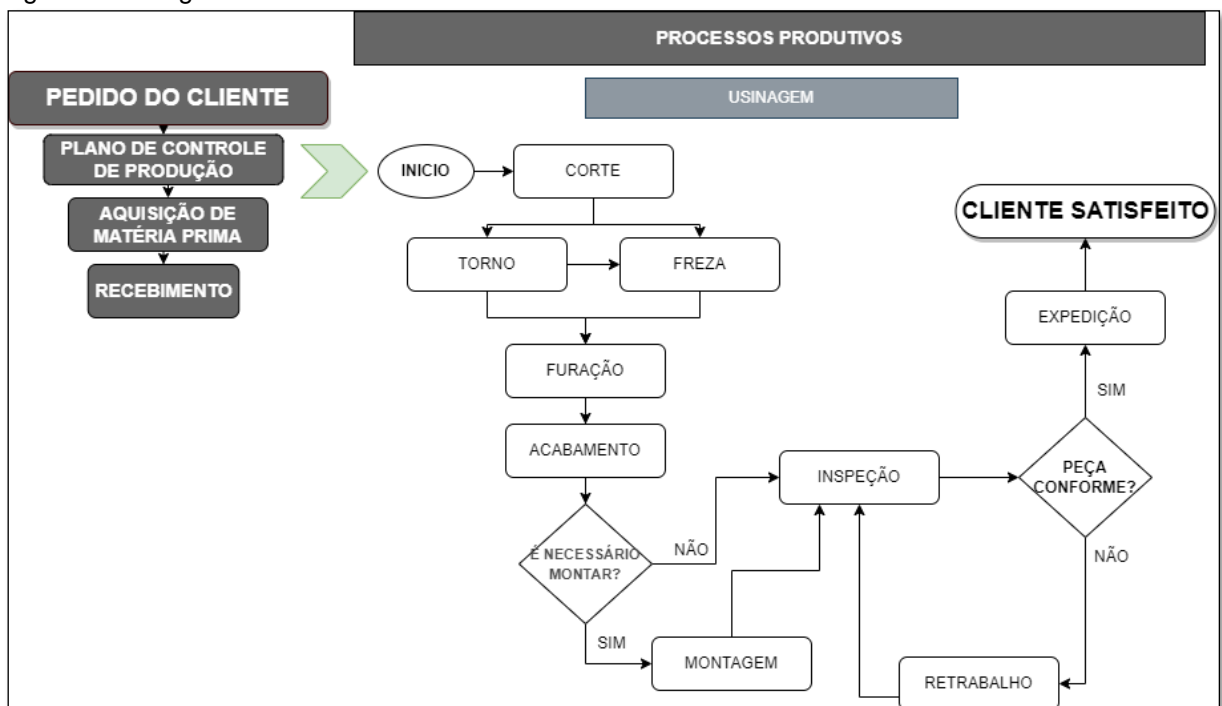
Compreendendo o modo de operação da empresa, foi necessário executar uma análise concisa do seu desempenho e dos seus procedimentos de produção.

Conseqüentemente, as fases do departamento produtivo foram avaliadas, sempre considerando a organização atual da empresa e a localização de suas máquinas e equipamentos.

4.2.1 Fluxograma dos processos

Para melhor compreensão do seu funcionamento e seus processos, foi desenvolvido primeiramente um fluxograma, apresentado na Figura 9, dos processos de gestão realizados na empresa, e posteriormente na Figura 10 foi elaborado um mapofluxograma de seus processos.

Figura 9: Fluxograma M.R. Stamm



Fonte: Autor, 2023.

A Figura 9 apresenta os processos envolvidos, desde a necessidade de compra informada pelo cliente, até a expedição do produto final. O setor comercial é responsável por negociar requisitos como preço, qualidade e prazo de entrega. Em seguida, o setor de planejamento e controle da produção (PCP) interage com o setor de compras para planejar e adquirir os materiais necessários. O PCP emite ordens de produção que são planejadas e executadas em etapas como corte, torneamento CNC, fresamento CNC, acabamento e expedição. Cada etapa possui controles

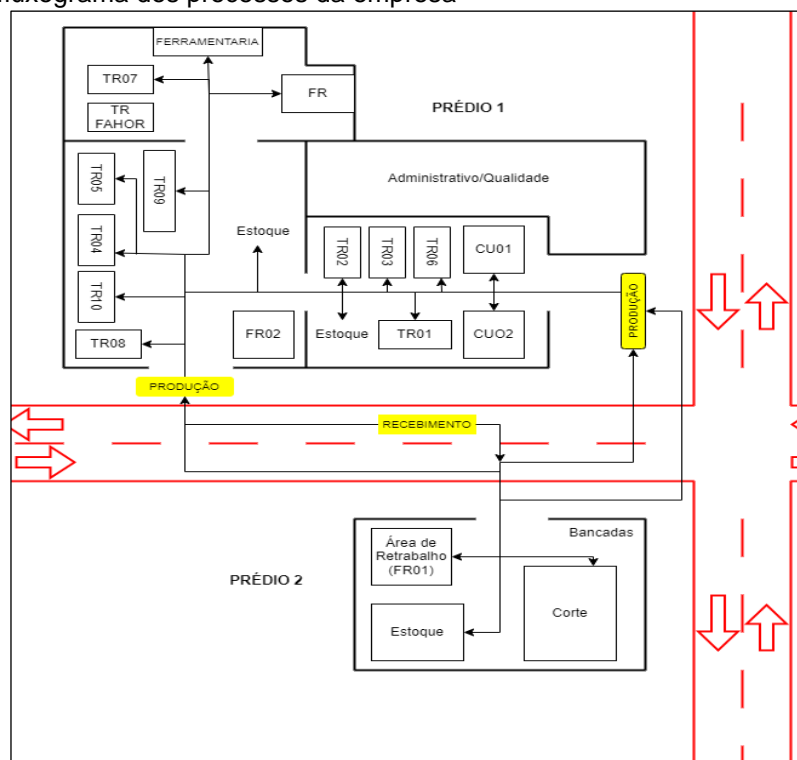
estabelecidos para garantir que os itens atendam aos requisitos do cliente, como tipo de material, cotas, tolerâncias, frequência de inspeção e quantidade a ser produzida.

Tendo em vista que existem etapas de controle de qualidade, cada item possui um caminho dentro do processo de manufatura. A partir do momento que esse produto não atende os padrões de qualidade da organização, o mesmo passa por um caminho de retrabalho para que possa estar conforme e posteriormente, prontos para a expedição ao cliente.

4.3 LAYOUT ATUAL DA M.R. STAMM

Atualmente a empresa desenvolve as suas atividades em dois prédios distintos. Ambos os prédios estão localizados em esquinas, sendo elas próximas, tendo apenas a rua fazendo sua separação. O prédio denominado A, é onde está localizada a parte administrativa da organização, além dos setores de usinagem e ferramentaria. Já o prédio B, é utilizado para armazenamento de matéria prima, e para os processos de cortes e retrabalhos, como pode-se observar na Figura 10.

Figura 10: Mapofluxograma dos processos da empresa



Fonte: Autor, 2023.

Analisando o prédio 1 na Figura 10, é possível verificar que as primeiras máquinas identificadas no layout foram as CU01 e CU02, ambos centros de usinagem

CNC que recebem materiais para processamento tanto em início de processo ou não. Em seguida, foram identificados os tornos CNC, que variam de TR01 até TR10. Entretanto, é possível notar que a disposição dos equipamentos no *layout* atual apresenta uma grande dispersão, não seguindo um padrão organizado.

Ainda no prédio 1, é possível identificar dois locais de estoque intermediário (pulmão) e a máquina FR2, que se trata de uma fresa CNC. Também, é a área onde estão localizadas três furadeiras rosqueadeiras, classificadas como FR. E por fim, o local da ferramentaria.

Já no prédio 2, estão localizados outros setores, como o setor de corte e retrabalho. Neste prédio estão localizados os equipamentos de corte como as serras fitas, e no local de retrabalho contém outra fresa, a FR01. Está presente neste prédio também a área de estoque da organização.

4.3.1 Análise da disposição organizacional de máquinas e equipamentos

A empresa estudada atua no ramo de usinagem e precisa de várias máquinas para atender as demandas dos clientes. Algumas dessas máquinas possuem comandos computadorizados, como centro de usinagem, fresadoras e tornos. Para complementar o processo, é necessário ter outras máquinas que possam realizar atividades não seriadas ou etapas específicas do processo, como serra-fita horizontal, torno, furadeiras de bancada, furadeira radial, retífica plana e forno para tratamento térmico. Todas essas máquinas são alimentadas por sistemas pneumáticos, que dependem de compressores para garantir o bom funcionamento do sistema.

A empresa enfrenta dificuldades devido à atual limitação de espaço físico, o que prejudica seus processos e leva à má distribuição de máquinas e equipamentos. Conforme mencionado anteriormente, a área de produção da empresa se estende por dois edifícios, os quais são divididos por uma rua da cidade e possuem diferenças de altura entre si. Essas particularidades tornam a organização do espaço físico da empresa mais desafiadora.

Em relação à disposição de suas máquinas e equipamentos devido ao espaço físico inadequado, o que prejudica o desempenho de suas operações. Muitas máquinas estão localizadas distantes umas das outras, o que causa movimentações desnecessárias e sem valor agregado para seus processos. Além disso, a estrutura atual da organização não foi planejada de acordo com suas necessidades, o que

resulta em dificuldades diárias para os colaboradores, como a necessidade de subir escadas ou rampas para acessar determinadas máquinas que não estão no mesmo nível que outras. Isso consome muito tempo e recursos da empresa. Observa-se na Figura 11.

Figura 11: Foto do interior da fábrica



Fonte: Autor, 2023.

Para garantir o funcionamento adequado de seus equipamentos, a empresa realiza manutenções preventivas regularmente, que incluem verificações de itens como lubrificação, nível de óleo e limpeza de filtros. É importante manter um registro e controle para cada equipamento, o que é feito através de códigos de identificação.

4.3.2 Dificuldades apresentadas no *layout* atual da organização

As principais dificuldades apresentadas pela organização estão diretamente relacionadas com a falta de espaço fabril e com o atual arranjo físico que a mesma apresenta. Esses dois fatores são os principais motivadores que limitam o desempenho produtivo da organização.

Na análise realizada junto a empresa nota-se que tanto sua atual estrutura fabril, quanto a disposição de suas máquinas e equipamentos não agregam positivamente à produtividade da mesma. Estas dificuldades em suas operações acarretam no excesso de movimentações que não agregam valor ao produto final.

Estas movimentações desnecessárias, é o atual gargalo apresentado pela empresa. Pois, a partir do momento que é necessário que seu colaborador se desloque de um local para o outro, ou que realize movimentações desnecessárias, o mesmo estará deixando de desempenhar suas atividades, reduzindo a sua produtividade.

Para contornar tais dificuldades, a empresa está com um projeto de mudança de local fabril em andamento. Para minimizar essas movimentações foi desenvolvida uma proposta de um novo arranjo físico para a empresa a qual será apresentada na sequência.

Ao desenvolver a proposta de um novo arranjo físico para a organização, foram considerados diversos fatores essenciais para atender às suas necessidades. Uma das principais preocupações foi alocar todas as máquinas e equipamentos da empresa na nova estrutura fabril da organização. Essa atividade foi crucial para determinar o local de cada equipamento antes da finalização da construção do piso da nova estrutura, visto que máquinas como tornos CNCs e centros de usinagem precisam ser fixados ao chão para garantir maior estabilidade. Por isso, foi fundamental dimensionar a planta da nova estrutura para garantir que todos os equipamentos estivessem alocados da melhor forma possível.

O chumbamento de tornos CNCs no chão é importante para garantir a estabilidade e precisão dessas máquinas durante o processo de usinagem. Tornos CNCs são equipamentos que exigem estabilidade para produzir peças com a qualidade e as dimensões requeridas. Para isso, é fundamental que esteja firmemente fixado ao chão por meio do processo de chumbamento, que consiste na fixação da base do torno ao piso. Essa fixação garante que o torno não se mova nem vibre durante a usinagem, o que é essencial para garantir a qualidade do produto final. Além disso, o chumbamento também ajuda a reduzir a transmissão de vibrações para outras máquinas próximas, garantindo um ambiente de trabalho mais seguro e confortável. Em síntese, o *layout* precisa estar bem dimensionado e planejado, pois o chumbamento de tornos CNCs no chão é uma prática fundamental para garantir a estabilidade, precisão e qualidade do processo de usinagem.

4.3.3 Determinação de desperdícios que acarretam perdas para a organização

Durante a análise do atual cenário da empresa, foi constatado que ela enfrenta algumas dificuldades em suas operações, como excesso de movimentação desnecessárias devido à disposição inadequada no arranjo físico, falta de controle de estoque efetivo e gerenciamento insuficiente dos tempos de produção de cada item, apesar de possuírem ordens de produção. Esses gargalos têm impactos negativos ou ineficientes sobre a qualidade do produto final entregue e reduzem a eficiência do processo produtivo como um todo. Portanto, mitigar ou solucionar esses problemas seria uma forma de agregar valor ao processo, reduzir desperdícios e impulsionar os resultados da empresa.

Ao identificar os gargalos que causam atrasos, excesso de movimentações e falta de gerenciamento de estoque e tempos de produção, a empresa buscou adotar medidas para solucionar esses problemas. Essas medidas incluem a construção de uma nova planta industrial para a organização, e conseqüentemente a reorganização do novo arranjo físico.

Ao projetar a nova planta, a empresa tem como objetivo principal melhorar a produtividade e a eficiência dos processos. A nova planta industrial será cuidadosamente planejada levando em consideração fatores como a disposição dos equipamentos, a localização dos estoques, a fluidez dos fluxos de produção e a minimização de movimentações desnecessárias.

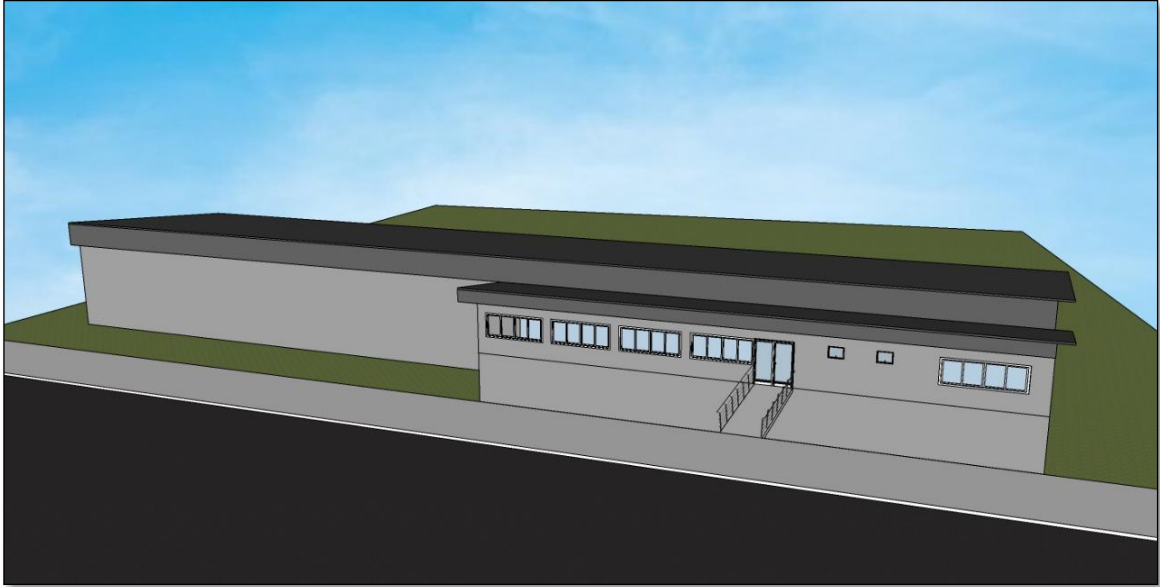
A reorganização do novo arranjo físico também envolverá a otimização do *layout* da planta, visando reduzir as distâncias percorridas pelos colaboradores e os tempos de deslocamento. Ao posicionar as áreas de trabalho de forma mais estratégica, a empresa busca diminuir os gargalos, facilitar a comunicação entre os diferentes setores e promover uma melhor integração das equipes.

4.4 DESENVOLVIMENTO DA ANTIGA PROPOSTA DE LAYOUT

Com o intuito de solucionar os problemas encontrados na empresa M.R. STAMM, no ano de 2022 foi realizado um trabalho pelo mesmo autor do presente estudo, onde foi desenvolvida uma proposta para criar um novo arranjo físico que tornesse o *layout* da empresa mais eficiente e confortável para os funcionários. Para essa proposta, foram considerados diversos fatores, como a planta da futura fábrica,

a produtividade, a capacidade produtiva e os processos logísticos. Para facilitar o entendimento, também foi criado um esboço da futura planta da empresa, como pode-se observar na Figura 12.

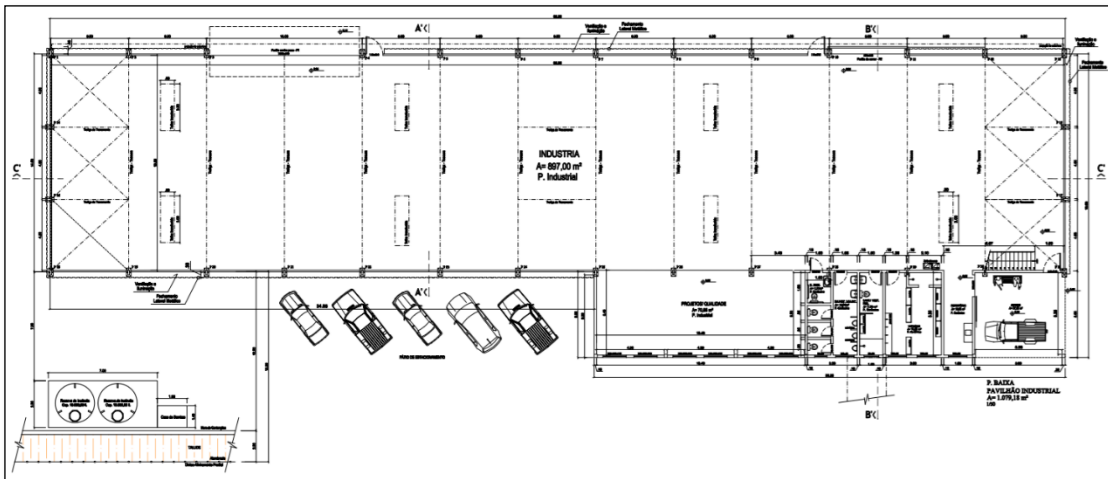
Figura 12: Esboço da futura planta da M. R. STAMM



Fonte: Autor, 2023.

Após um processo de estudo onde foram levados em consideração diversos fatores que consumiram um tempo significativo de seus gestores, a empresa concluiu que, para atender às expectativas do mercado, é necessário que sua nova planta possua uma área útil de aproximadamente 910m², dedicada exclusivamente à produção de seus produtos, como pode-se observar na Figura 13.

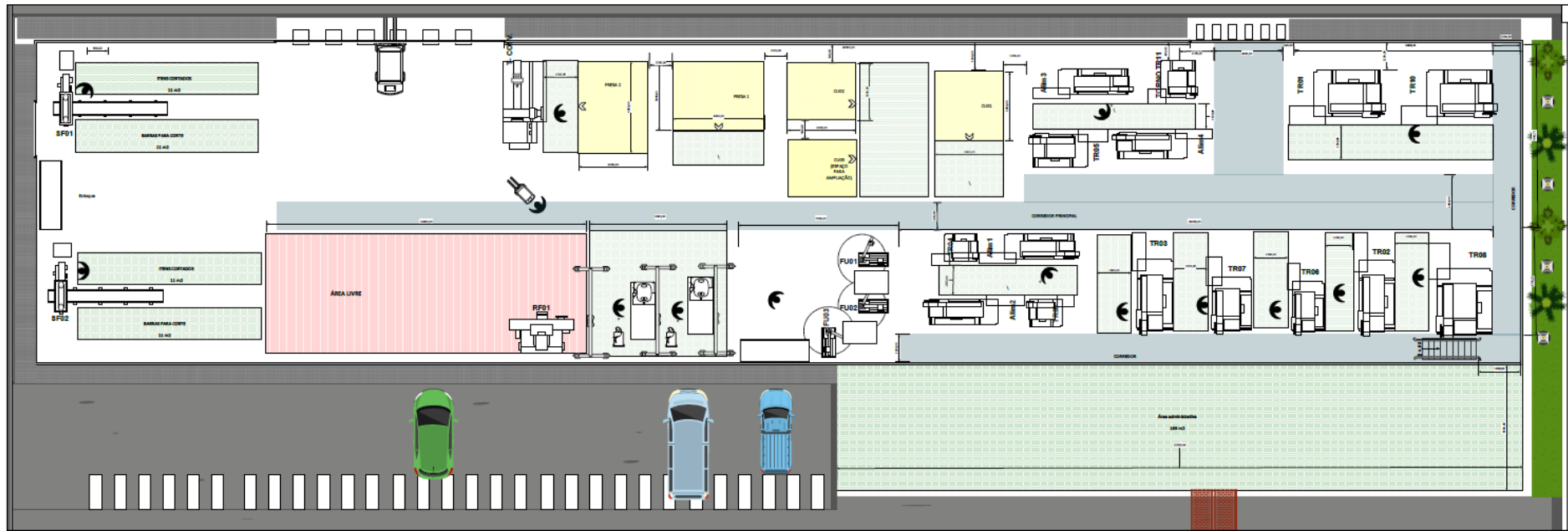
Figura 13: Projeções da área industrial



Fonte: Empresa, 2023.

Ao estruturar o novo arranjo físico para a empresa, foram considerados diversos fatores importantes, tais como as dimensões da futura planta industrial, os equipamentos e maquinários disponíveis, o fluxo de produção, o número de colaboradores envolvidos e a possibilidade de ampliação futura. Com base nessas informações, foi elaborado um *layout* que visa facilitar todos os processos, reduzindo perdas e minimizando movimentações desnecessárias ao processo produtivo. A primeira proposta de arranjo físico foi desenvolvida a partir das necessidades específicas da empresa e da análise realizada em conjunto com seus gestores, conforme a Figura 14.

Figura 14: Proposta do layout



Fonte: Autor, 2023.

Foi utilizado um *software* para desenvolver a proposta, levando em consideração medidas precisas da estrutura e dos equipamentos da empresa. O projeto foi cuidadosamente elaborado em conformidade com as normas técnicas brasileiras, com especial atenção às normas de segurança industrial, como a NR 12- SEGURANÇA NO TRABALHO EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS” e a “NR 17 – ERGONOMIA.”. Isso garante que as normas de segurança industrial sejam atendidas durante a implementação da proposta.

O *design* atualizado da organização foi elaborado respeitando os critérios e as normas de segurança industrial, onde foram considerados corredores com uma largura de 1,2 m para permitir que os trabalhadores se movimentem com segurança no seu ambiente de trabalho. Além disso, o projeto inclui um corredor que atravessa toda a estrutura industrial, permitindo o fluxo seguro de pessoas e materiais.

Porém, esta proposta de *layout* não atendeu as necessidades da empresa, onde, foi necessário elaborar um novo *layout* levando em consideração a exigência da empresa em dispor determinadas máquinas em locais específicos durante a construção da base da planta. Esse planejamento prévio era essencial para garantir que no piso fosse deixado espaço necessário para o chumbamento adequado dessas máquinas.

4.5 DESENVOLVIMENTO DE PROPOSTA DO NOVO *LAYOUT*

Assim como a antiga proposta de *layout*, ao desenvolver a nova proposta foram considerados vários fatores, como as limitações da nova estrutura da fábrica, a quantidade e a disposição das máquinas, além do fluxo produtivo. Optou-se por um arranjo que facilite todos os processos, tornando as operações mais eficazes e eficientes. A proposta mantém o mesmo tipo de *layout* utilizado atualmente pela empresa, que é um arranjo funcional, que busca minimizar deslocamentos desnecessários e melhorar a eficiência do fluxo de produção. No entanto, realizou-se um planejamento estratégico dos posicionamentos das máquinas e equipamentos, buscando otimizar o fluxo de materiais e aproveitar ao máximo o espaço disponível na fábrica. Essa abordagem proporcionará melhorias significativas no fluxo de trabalho e na utilização dos recursos.

A elaboração da proposta levou em consideração as normas regulamentadoras de segurança do trabalho. As normas NR 12 (máquinas e equipamentos) e NR 17 (ergonomia) foram utilizadas como base para desenvolver um *layout* que esteja em conformidade com essas regulamentações. O cumprimento das normas foi um ponto fundamental no projeto, visando facilitar a implementação na nova planta e garantir que o *layout* esteja em conformidade com as normas de segurança estabelecidas. Na Figura 15 pode-se observar uma imagem da obra da futura planta.

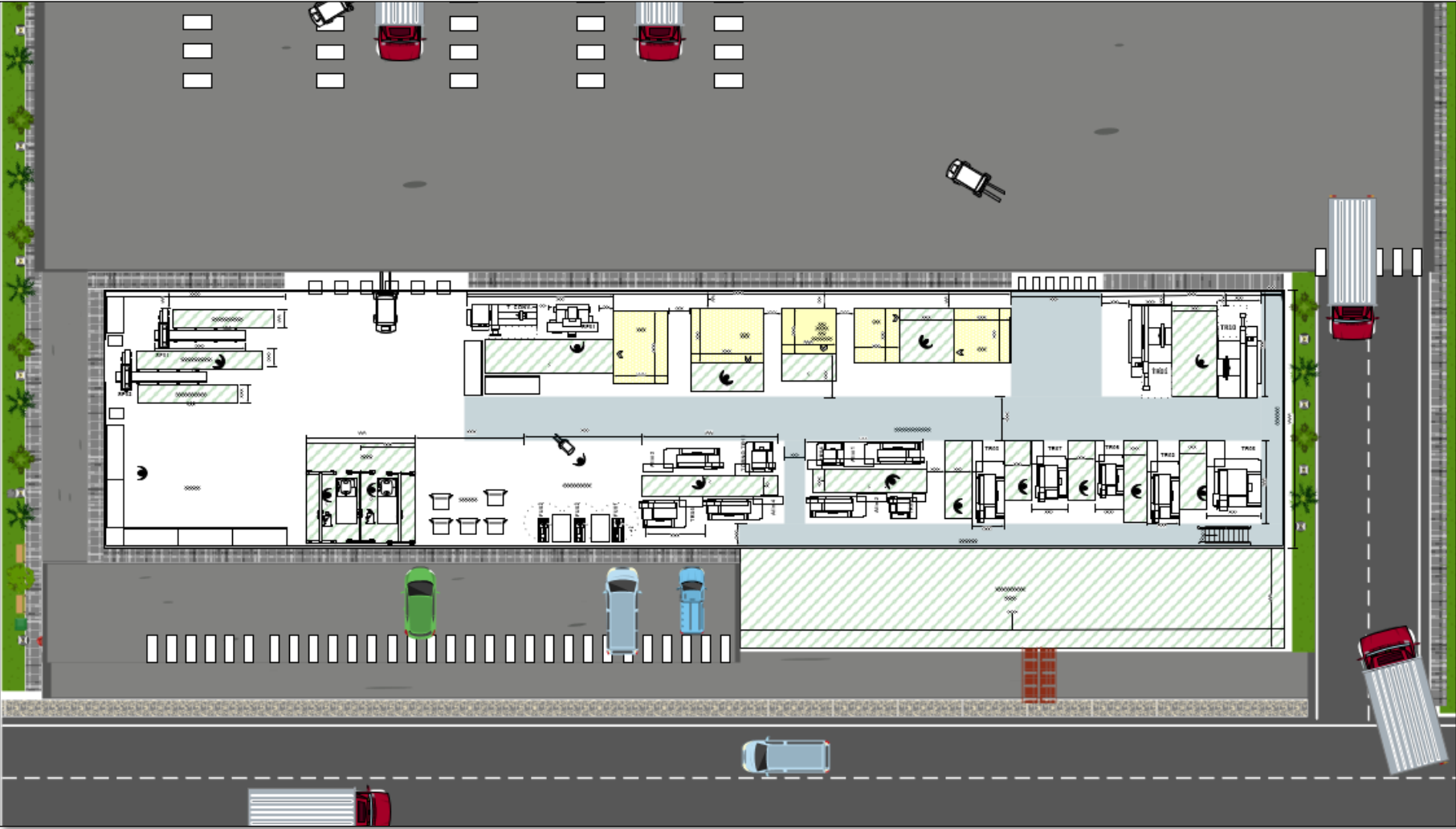
Figura 15: Fachada da futura planta fabril da M.R STAMM



Fonte: Autor, 2023.

Na Figura 15, está representada a obra da futura planta juntamente com seu portão de acesso para veículos de carga. Para um maior entendimento, na Figura 16 está ilustrada a nova proposta de *layout* da empresa.

Figura 16: Proposta do novo layout

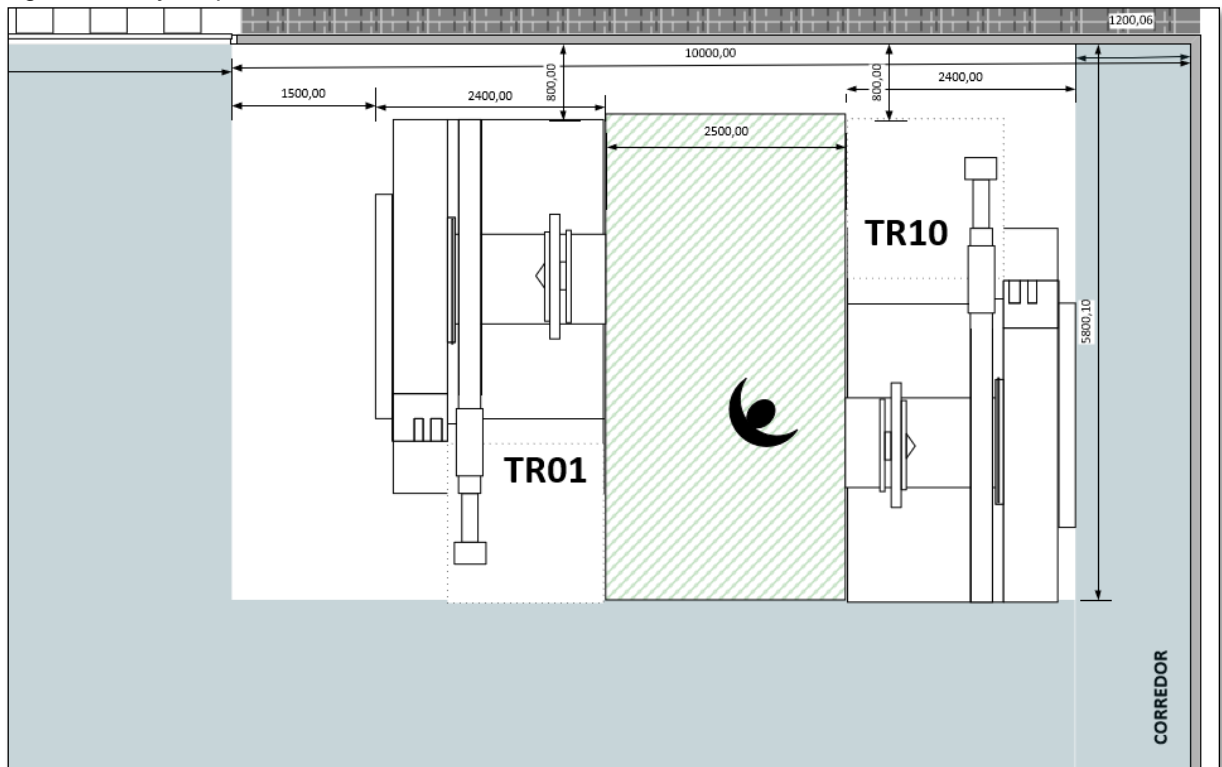


Fonte: Autor, 2023.

A proposta de *layout* desenvolvida neste estudo, ilustrada na Figura 16, utiliza uma abordagem de *layout* misto, incorporando elementos do *layout* funcional e do *layout* celular. A maior parte da proposta é baseada e classificada como um *layout* funcional, onde as áreas são organizadas de acordo com suas funções ou departamentos. No entanto, para melhor representar um agrupamento específico de máquinas dentro do *layout* funcional, utilizou-se o termo "célula", como por exemplo célula de tornos. Essa terminologia foi adotada para destacar a existência de um conjunto de máquinas que trabalham de forma integrada e dedicada a uma etapa específica do processo de produção. Essa combinação de *layout* funcional e uso do termo "célula" busca facilitar o entendimento e a representação de áreas com agrupamentos de máquinas específicas.

No entanto, destaca-se também a inclusão de uma única célula de *layout* celular, posicionada próxima ao segundo portão de acesso. Dentro dessa célula, as máquinas e estações de trabalho são agrupadas com base nas etapas de produção necessárias para atender a uma demanda específica de produtos. Essa abordagem é utilizada para promover uma maior eficiência e fluidez no fluxo de trabalho, permitindo uma execução mais rápida e eficiente do processo produtivo. A composição de *layout* misto busca combinar as vantagens do *layout* funcional e do *layout* por célula, adaptando-se de forma personalizada às necessidades específicas da organização em questão.

Com o objetivo de facilitar o entendimento, a proposta do futuro *layout* foi dividida em partes para uma melhor descrição. Na Figura 17, que corresponde à parte 1 do novo arranjo físico da empresa, é apresentada a primeira etapa do processo produtivo. Levando em consideração a análise das necessidades do fluxo de produção, as características da nova planta industrial e dos equipamentos disponíveis, os principais tornos CNCs da organização foram alocados nessa área específica.

Figura 17: *Layout* parte 1

Fonte: Autor, 2023.

Conforme mencionado anteriormente, o projeto foi desenvolvido levando em consideração as normas regulamentadoras, bem como as sugestões e necessidades do gestor da empresa. A primeira decisão foi criar dois corredores de circulação ao longo das paredes da planta industrial. Esses corredores, identificados com a cor azul claro na Figura 17, possuem uma largura de 1,2 metros, conforme exigido pela NR 12. Além disso, atendendo a uma solicitação específica do gestor, foi projetado um corredor principal que atravessa o centro da fábrica. Essa decisão foi tomada para acomodar os fluxos dos processos da empresa. O corredor principal tem uma largura de 2,4 metros e percorre a fábrica desde uma extremidade até a área de corte, localizada na outra extremidade da planta fabril.

A decisão de agrupar as máquinas traz consigo benefícios como a maximização e otimização dos recursos disponíveis. Nesse contexto, na parte superior optou-se em alocar o TR01 e o TR10 que são dois dos tornos mais robustos que a empresa dispõe, tendo em vista que ambas as máquinas devem passar pelo processo de chumbamento ao chão para que haja uma maior estabilidade e precisão para suas atividades. Nota-se, que essas máquinas foram alocadas a distância

mínima imposta pela NR12 de uma máquina para uma parede e de maneira lateral ao corredor principal. Na Figura 18, pode-se observar uma imagem do TR10.

Figura 18: Torno Romi GL300 (TR10)



Fonte: Autor, 2023.

Também se optou por essa alocação levando em consideração tanto a necessidade de movimentação desses equipamentos, onde foram dispostos nesse local devido ao fácil acesso pelo portão ao lado, como pelo fato que ambas as máquinas podem ser controladas simultaneamente por um único colaborador. Essa abordagem é possível, devido a utilização dessas máquinas para a usinagem de itens de maiores proporções, com diâmetros e comprimentos maiores.

Além das considerações mencionadas anteriormente, também foi levado em conta o direcionamento do fluxo de resíduos gerados por cada máquina, conhecidos como cavacos. Para alocar os tornos de forma adequada, foi necessário fazer um ajuste na posição de cada um, de modo que um ficasse mais próximo do corredor e o outro mais próximo da parede, já que ambos estão posicionados frente a frente.

Além disso, foi deixado um espaço de 1,50m entre o torno TR01 e o portão, com a intenção de criar uma área intermediária de armazenamento, conhecida como estoque intermediário ou "pulmão". Isso proporcionará maior flexibilidade e agilidade no fluxo de materiais. Na Figura 19, está retratado o local onde essas máquinas serão alocadas na nova planta.

Figura 19: Local de alocação dos tornos TR01 e TR10



Fonte: Autor, 2023.

A Figura 19, mostra o progresso da construção da nova fábrica industrial. Ainda não foi iniciada a construção do piso, ou seja, a base da planta. Essa etapa foi deixada por último, pois a prioridade inicial é definir o *layout* que a organização irá implementar. Como mencionado anteriormente, isso se deve à necessidade de ancorar algumas máquinas. Portanto, a base da área de produção da organização será construída com espaços vazios estrategicamente posicionados, onde as máquinas que precisam ser ancoradas serão instaladas.

Na Figura 20, que representa a segunda parte do *layout*, está ilustrada a parte inferior do corredor principal, onde foi criada uma célula de produção com os demais tornos que não requerem alimentadores para seu funcionamento. Iniciando essa célula, o torno TR08 foi alocado e também necessita de chumbamento no chão, assim como os tornos TR01 e TR10 posicionados acima do corredor principal. A escolha dessa localização para o TR08 considerou sua robustez e as atividades específicas que realiza. Continuando a célula, os tornos TR02, TR06, TR07 e TR03 foram alocados. Essas máquinas não exigem chumbamento no chão e a maioria dos itens produzidos por elas são fabricados a partir de barras, sejam sextavadas ou redondas.

A disposição destes cinco equipamentos irá ocupar um espaço considerável na nova área fabril, nesse sentido foi calculado o espaçamento necessário para cada uma das máquinas para que o operador realize suas atividades de maneira ergonômica e satisfatória. Foi necessário colocá-los o mais próximo ao corredor principal, para que na extremidade oposta, possa ter espaço o suficiente para a saída de cavaco dessas máquinas em questão. Na Figura 22, observa-se o local onde essas máquinas serão alocadas.

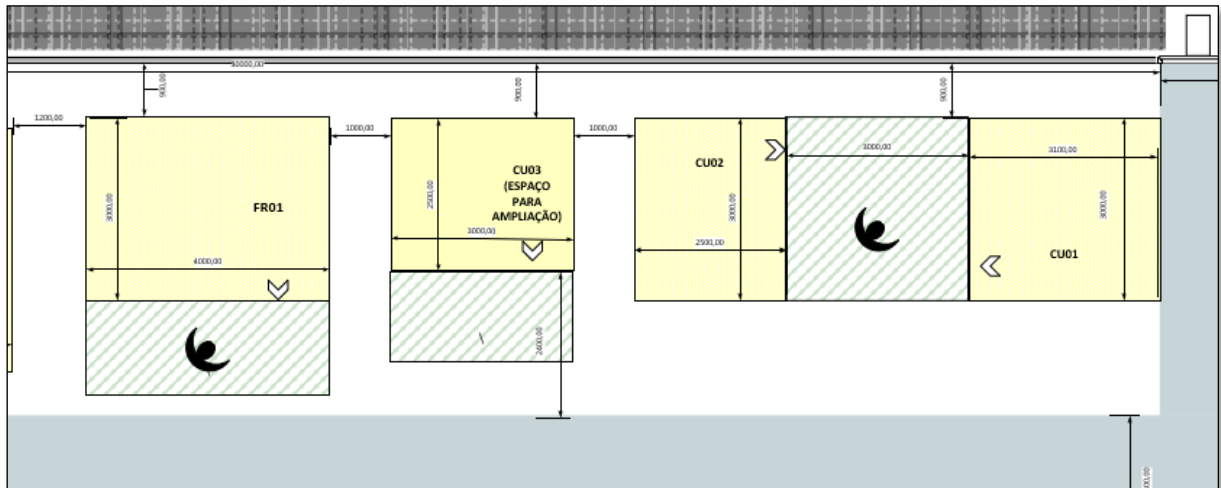
Figura 22: Local de alocação da segunda célula de tornos



Fonte: Autor, 2023.

Conforme ilustrado na Figura 23, na parte 3 do *layout*, foram designados espaços para os centros de usinagem CU01, CU02 que a empresa já dispõe, e o CU03, o qual ainda a empresa não dispõe, mas foi considerado no projeto visando uma possível expansão futura. Além disso, ao lado desses centros de usinagem, foram alocadas a fresa FR01 e posteriormente a fresa FR02 retratada na parte 5 do *layout*. Nota-se que todas as máquinas foram alocadas a um espaçamento de 0,90m de uma parede da empresa, respeitando assim o distanciamento estabelecido pela NR 12, e conseqüentemente atendendo o espaçamento necessário de abertura das portas das máquinas para sua manutenção.

Figura 23: Layout parte 3



Fonte: Autor, 2023.

A necessidade de alocar essas máquinas na parte superior ao corredor principal se deve a necessidade de que no ramo da usinagem, os itens passam por vários processos nos quais são transformados para atender às especificações dos desenhos. Nesse sentido, foi identificada a necessidade de posicionar essas máquinas logo após os tornos, devido ao fato de que a maioria das peças usinadas nelas são provenientes dos processos de torneamento e requerem detalhes específicos que essas máquinas podem fornecer. Durante o processo, essas máquinas são utilizadas para realizar diversas funções, como furações, usinagem de roscas e interpolações de perfis.

Nota-se que os centros de usinagens CU01 e CU02, foram alocados um de frente para o outro e de maneira lateral para o corredor principal. Essa disposição foi escolhida porque ambos os equipamentos podem ser operados pelo mesmo operador simultaneamente. Além disso, foi reservado um espaço de 3 metros entre as máquinas para permitir um fácil acesso aos componentes e matéria-prima. Na Figura 24 está ilustrado o centro de usinagem CU01.

Figura 24: Centro de usinagem CU01



Fonte: Autor, 2023.

Na continuação do processo, foi deixado um espaço vazio de 5 metros, indicado no *layout* como o esboço do CU03, considerando uma possível expansão futura da organização. Em seguida, a fresa FR01 foi posicionada de frente para o corredor, a fim de facilitar as operações logísticas da empresa. Na Figura 25, está ilustrado o local que essas máquinas irão ocupar na nova planta.

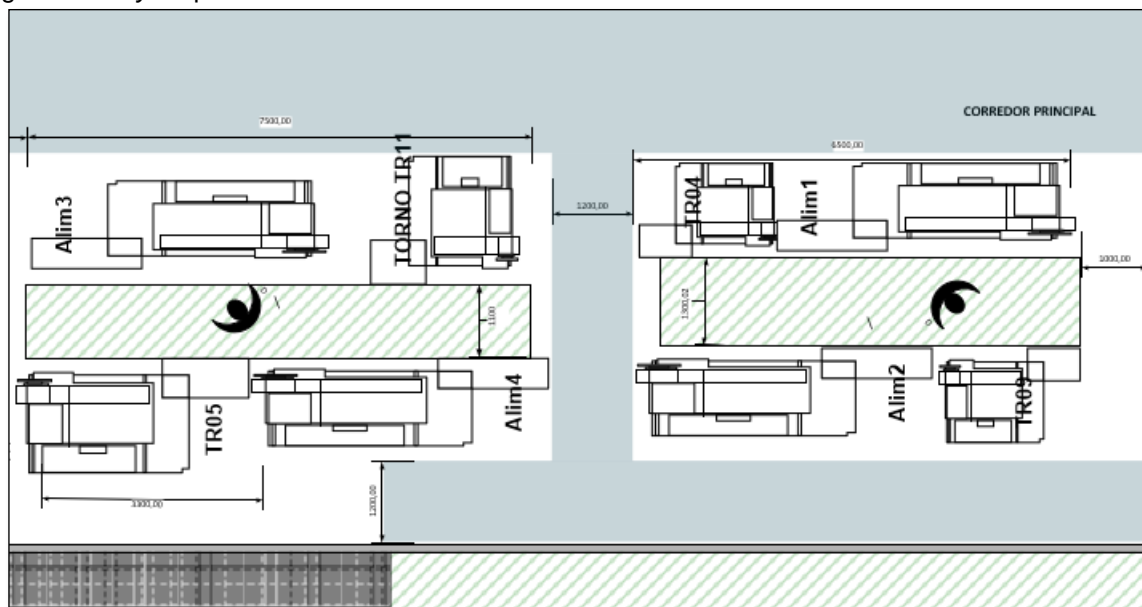
Figura 25: Local de alocação dos centros de usinagens e fresas



Fonte: Autor, 2023.

Na parte inferior do corredor, definida como *layout* parte 4 como observa-se na Figura 26, foram alocadas de costas para o corredor principal as duas células de tornos que requerem alimentadores para seu funcionamento. Foi necessário alocá-los no sentido horizontal devido ao grande espaçamento que ambas as células ocupam. Inicialmente, foram posicionados os tornos TR04 e TR09, seguidos pelos tornos TR05 e TR11, dispostos um de frente para o outro, juntamente com seus alimentadores. Essa configuração foi escolhida porque ambas as máquinas não são robustas individualmente e podem ser operadas simultaneamente pelo mesmo operador.

Figura 26: *Layout* parte 4



Fonte: Autor, 2023.

Observa-se na Figura 26 que foi traçado um corredor que divide ambas as células com o objetivo de facilitar a movimentação de pessoas no chão de fábrica, e também foi deixado um espaço de 1,30 metro e 1,10 metro, respectivamente, entre as máquinas. Essa distância foi estabelecida levando em consideração que não é necessário um espaçamento significativo entre elas para que o colaborador possa desempenhar suas tarefas. Na Figura 27 pode-se observar uma imagem do alimentador do torno TR09 e atrás do mesmo o torno TR05.

Figura 27: Torno TR05 e alimentador



Fonte: Autor, 2023.

Como citado anteriormente, alocar ambas as células desta forma se deve a necessidade destes tornos funcionarem apenas com seus alimentadores. Este motivo, torna ambas as células relativamente grandes devido ao seu comprimento, resultando em uma ocupação considerável de aproximadamente 65m² de área fabril. Neste contexto, na Figura 28 está ilustrado o local que ambas as células de tornos com alimentadores irão ocupar.

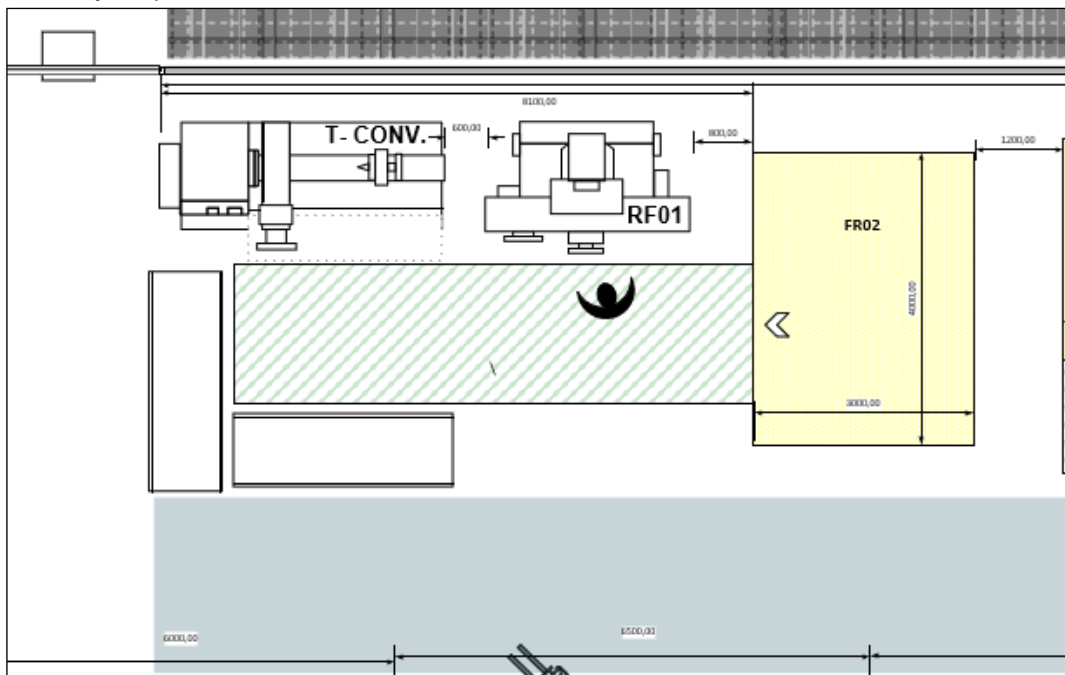
Figura 28: Futuro local das células de tornos com alimentadores



Fonte: Autor, 2023.

Após a disposição das máquinas mencionadas, foi planejada e proposta uma área onde seja possível trabalhar e retrabalhar peças específicas, onde foi alocado lado a lado a retífica RF01 e o torno convencional T.CONV, ao lado da fresa FR02. Esta distribuição de máquinas possui a finalidade de trabalhar com peças únicas, e que são produzidas em grande escala. Por esse motivo, ela foi colocada perto ao portão para facilitar e agilizar o acesso aos itens que serão fabricados. Na Figura 29 pode-se observar a parte 5 do *layout*.

Figura 29: *Layout* parte 5



Fonte: Autor, 2023.

A célula representada na Figura 29, abrange uma área fabril considerável, porém, tem a possibilidade de adequações caso necessário. Como citado anteriormente, essas três máquinas em questão, são utilizadas para desempenhar atividades de pequena proporção e também apresenta a possibilidade de ser operada apenas por um colaborador. Na atual área industrial da empresa, esses equipamentos não possuem um local definido para esse tipo de atividade, e a distância entre elas dificulta esse processo. Neste contexto, o intuito de projetar um ambiente assim, é otimizar os processos da empresa e minimizar movimentações que não agregam valor ao produto. Pode-se observar na Figura 30 onde será o local desta célula na nova planta industrial.

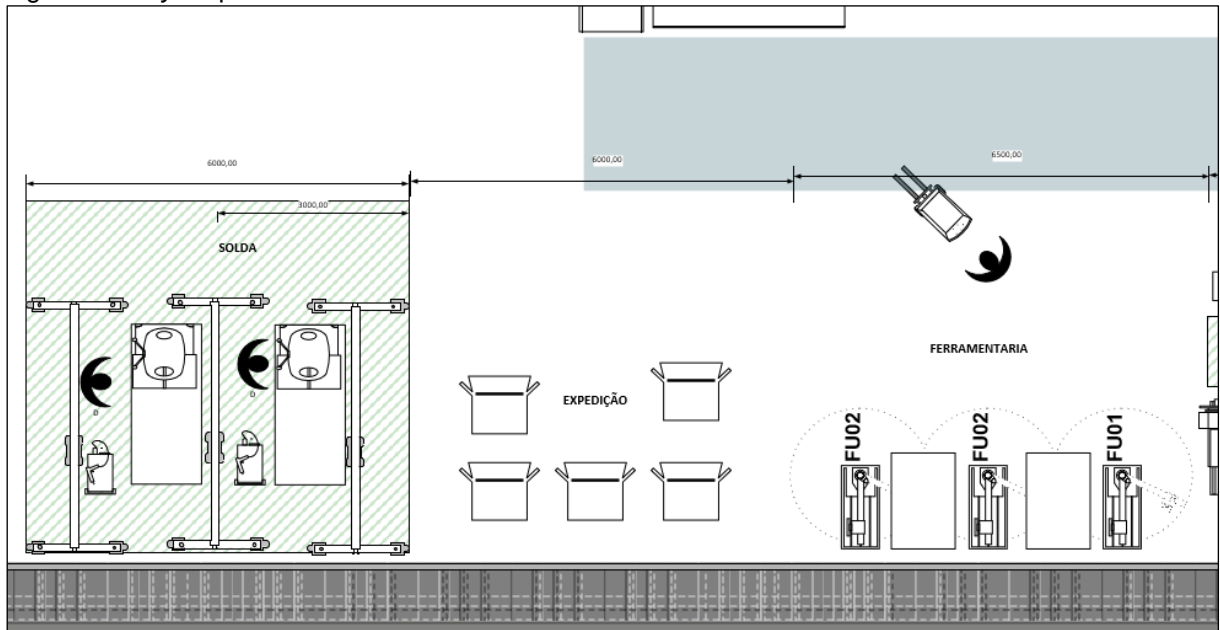
Figura 30: Local da FR02, RF01 e T.CONV na nova planta



Fonte: Autor, 2023.

Dando sequência, a parte 6 do *layout* apresenta o setor de ferramentaria, solda e expedição na empresa. Estas áreas foram projetadas com base no espaço que cada uma ocupa. Primeiramente, foi distribuída a área da ferramentaria logo após as células de tornos e seus alimentadores retratados na parte 4 do *layout*. O principal motivo de alocar a ferramentaria neste local, é devida a projeção de crescimento da empresa.

Neste cenário, considerando a oportunidade de a organização adquirir novos tornos com o objetivo de melhorar sua eficiência operacional nos próximos anos, há uma relação direta com os setores de ferramentaria, expedição e solda. Existe a possibilidade de mover essas áreas mais próximas do setor de corte, que será apresentado na parte 7 do *layout*, criando assim um espaço para incorporar os novos tornos. Na Figura 31, pode-se observar a parte 6 do *layout*.

Figura 31: *Layout* parte 6

Fonte: Autor, 2023.

A ferramentaria foi planejada para realizar retrabalhos e finalização de dispositivos e itens do processo. Devido à necessidade de várias ferramentas nesse setor, a ferramentaria foi posicionada logo abaixo da fresadora FR02 e do torno T.CONV. Isso permite uma comunicação mais frequente entre essas áreas, seja para usar dispositivos na fresadora ou para realizar ajustes nos dispositivos na ferramentaria.

A área da expedição por sua vez, foi alocada de frente para o portão, visto que a mesma requer constantes deslocamentos de empilhadeiras motorizadas e paletes manuais, tornando necessário ter um espaço maior para acomodar essas movimentações. Esta área também apresenta a possibilidade de ir se ajustando à medida que a empresa busque expandir.

O setor de solda também é um local pré-definido pensando em uma futura ampliação da organização. Atualmente a M.R Stamm não apresenta um setor de solda em sua gama de atividades, porém, devido as projeções realizadas junto com o gestor, já foi estabelecido um local adequado dentro da nova planta. Levando em consideração as movimentações necessárias neste setor, o mesmo também foi alocado em frente ao portão principal, facilitando assim os processos logísticos. Também é importante ressaltar que até que esta nova atividade seja implementada, este local será utilizado pelo estoque, aumentando assim seu espaço físico. Na Figura 32, está ilustrado o local que estas áreas irão ocupar na nova planta industrial.

Figura 32: Local da ferramentaria, expedição e solda

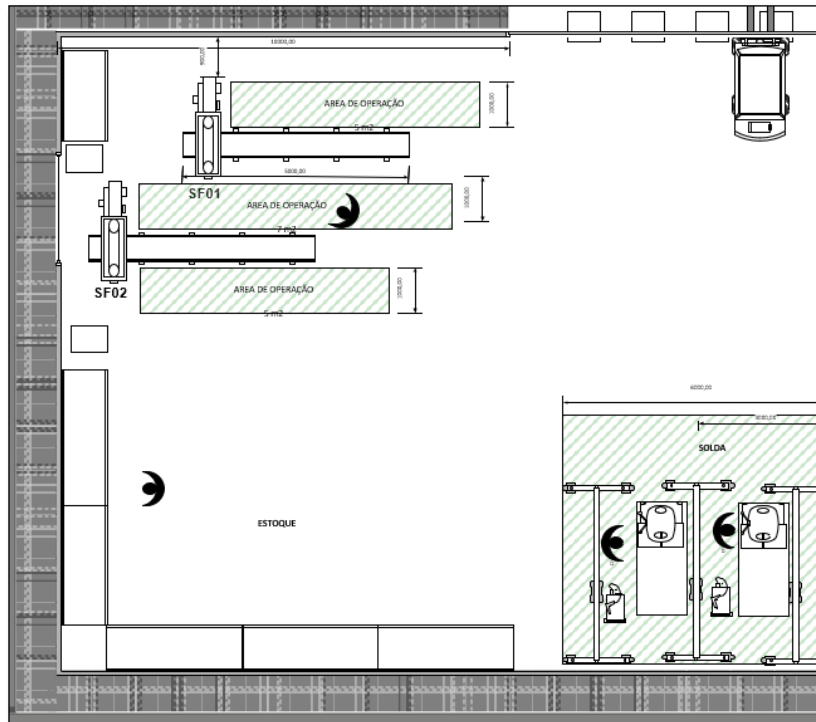


Fonte: Autor, 2023.

Como citado anteriormente, esta parte do *layout* foi projetada considerando a possibilidade de futura expansão da empresa. Essa área foi concebida com flexibilidade, permitindo que seja adaptada para acomodar novas máquinas e equipamentos conforme a organização os adquirir. À medida que novos equipamentos forem incorporados, essa área pode ser ajustada e realocada mais próxima à área de corte. Isso permitirá a incorporação de mais tornos e centros de usinagem, garantindo uma distribuição uniforme desses equipamentos juntamente com as células anteriores.

No final da planta industrial, encontra-se o setor de corte e estoque, que ocupam toda a área fabril após o portão principal de acesso. Essa área é representada na Figura 33.

Figura 33: Parte 7 do layout



Fonte: Autor, 2023.

Por se tratar de cortes de barras de comprimentos maiores, foi projetado este espaço para que não haja dificuldade nas movimentações das mesmas. Também, nesta área, foi projetado um espaço para que conforme os itens forem cortados, os mesmos possam ser armazenados no estoque e coletados para o processo. Na Figura 34, observa-se o local que o setor de corte irá ocupar na nova planta industrial.

Figura 34: Local do setor de corte



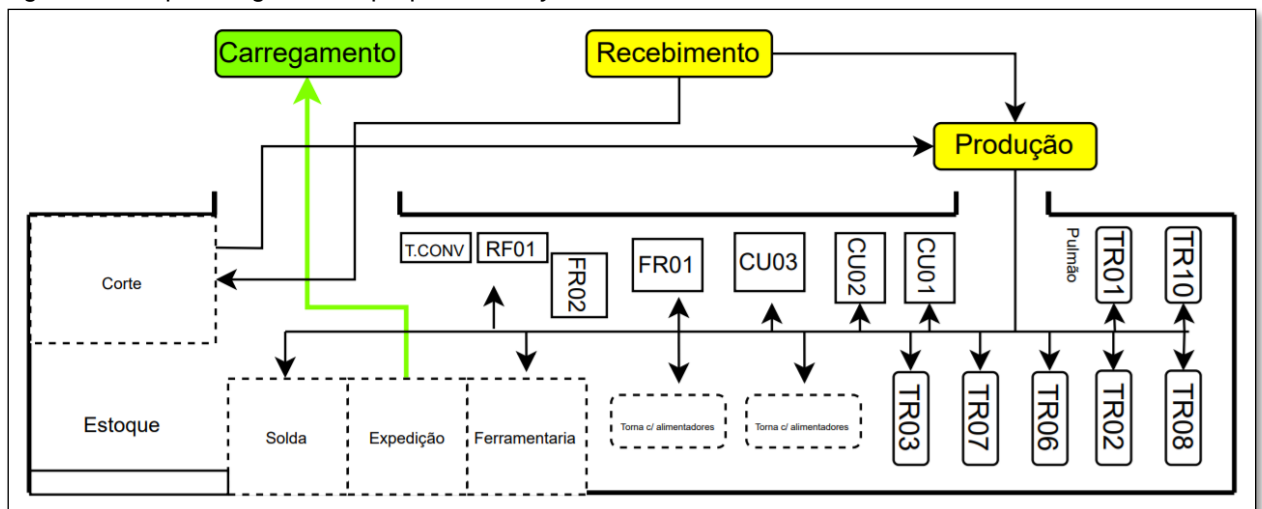
Fonte: Autor, 2023.

Com isso é finalizada a apresentação do *layout* proposto. O mesmo foi cuidadosamente planejado levando em consideração as necessidades operacionais, a eficiência e a segurança.

4.5.1 MAPOFLUXOGRAMA DO LAYOUT FUTURO

A Figura 35 apresenta o mapa de fluxograma da proposta de *layout*, proporcionando um melhor entendimento da disposição das máquinas e setores da empresa, bem como dos processos futuros da organização. Por meio dessa ilustração, é possível visualizar de forma clara como serão realizados os processos de recebimento, armazenagem, logística e produção da empresa. Também pode-se ter uma visão abrangente e compreensível de como todas essas atividades se interligam, fornecendo uma representação visual que auxilia na compreensão e análise dos processos envolvidos. Isso contribui para uma melhor visualização do fluxo de trabalho, permitindo uma análise mais precisa e identificação de possíveis melhorias e otimizações nos procedimentos da empresa.

Figura 35: Mapofluxograma da proposta de *layout*



Fonte: Autor, 2023.

Ao analisar a Figura 35, pode-se observar como os processos da empresa serão organizados em sua futura planta fabril. Uma estratégia adotada é a disposição das máquinas mais robustas em uma extremidade da planta, enquanto os setores que requerem maior movimentação de máquinas são colocados em outra extremidade. Isso permite que a empresa tenha um fluxo definido, com um início e um fim claros.

Nesse contexto, a área de corte, a área de estoque e expedição são alocadas próximas ao maior portão de entrada. Isso se deve à necessidade de constante movimentação de insumos e pessoas que essas áreas envolvem. É interessante notar que o recebimento de matéria-prima é realizado entre os dois portões da empresa, o que possibilita direcionar a matéria-prima que precisa ser cortada diretamente para o setor de corte, enquanto as outras peças podem ser direcionadas para o estoque ou para o início do processo de produção.

Uma vez que as peças são cortadas ou armazenadas (ou vice-versa), o deslocamento ocorre tanto do setor de corte como do estoque pela parte externa da empresa, ou seja, saindo de um portão e entrando no outro, para que possam prosseguir com seus processos de manufatura. Dessa forma, a empresa garante a clareza e eficiência dos seus processos produtivos, o que resulta em maior eficiência operacional e segurança para os colaboradores.

A decisão de alocar os setores que requerem maior movimentação próximo aos portões de acesso e dispor as máquinas de produção de forma homogênea dentro dos processos da empresa, contribui para um fluxo contínuo, com um início e fim bem definidos. Isso otimiza a circulação de materiais, reduz os deslocamentos desnecessários e facilita o acompanhamento e controle de cada etapa do processo. Como resultado, a empresa pode alcançar um desempenho mais eficiente em suas operações e proporcionar um ambiente de trabalho mais seguro e organizado para seus colaboradores.

4.6 IDENTIFICAÇÃO DE MELHORIAS PARA OS PROCESSOS

A implementação desse novo *layout* irá possibilitar que a empresa trabalhe com um fluxo produtivo claro, que irá beneficiar a mesma com a otimização de seus processos. A proposta foi desenvolvida levando em consideração exclusivamente os processos produtivos da organização e em seus processos logísticos, buscando minimizar gargalos e movimentações que não agregam valor para a empresa.

Desta forma, esse *layout* possibilitou oportunidades de melhorias para a M.R STAMM. Primeiramente, a empresa terá um processo logístico com início e fim, o que proporcionará um ganho de tempo em seus processos de deslocamentos. Através da definição da alocação das máquinas e setores, da forma que pode-se observar na Figura 15, a mesma irá trabalhar de forma mais eficiente, tendo uma otimização no

tempo gasto em deslocamentos desnecessários, influenciando diretamente nos gargalos logísticos os quais a empresa apresenta atualmente.

Uma segunda área de melhoria é a operação da empresa, onde a disposição das máquinas próximas umas das outras permitirá que um único operador trabalhe em mais de um equipamento simultaneamente. Isso resultará em um aumento da eficiência, redução de custos e uma melhor coordenação no fluxo de trabalho. Além disso, essa abordagem também levará a uma otimização do espaço disponível, aproveitando melhor as áreas de trabalho.

Uma terceira oportunidade de melhoria diz respeito à precisão do estoque. Com a empresa tendo um espaço adequado para armazenar sua matéria-prima, ao contrário da situação atual, isso terá um impacto direto na precisão dos estoques. A área de armazenamento estará localizada próxima ao acesso principal e será bem definida e organizada. Isso resultará em uma maior precisão no registro dos estoques da empresa, permitindo uma medição precisa do custo e da quantidade de cada item. Conseqüentemente, será possível manter um controle mais efetivo sobre as compras, ajustando-as de acordo com a disponibilidade à medida que são utilizadas.

Essas melhorias devem ser estudadas futuramente, quando a proposta de *layout* já tenha sido implementada na organização. Elas trarão para a empresa diversos benefícios que irão refletir no mercado, pois permitirá que a empresa trabalhe com uma maior eficiência e qualidade, conseguindo aumentar seu fornecimento de novos produtos e serviços, trazendo para a mesma um diferencial competitivo em relação aos seus concorrentes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A área de atuação metalúrgica é afetada constantemente com momentos de instabilidade e com a constante competitividade no mercado. Para garantir o sucesso nesse segmento altamente competitivo, é essencial que as metalúrgicas priorizem a eficiência operacional, a segurança e a qualidade dos produtos. Nesse contexto, um aspecto fundamental é o *layout* adequado das instalações e processos. O *layout* em uma empresa metalmecânica envolve a organização estratégica de máquinas, equipamentos, áreas de trabalho e fluxos de produção, com o objetivo de otimizar o desempenho e garantir resultados positivos.

Neste sentido, desenvolveu-se este estudo com o objetivo geral de desenvolver uma proposta de *layout* que otimiza os processos produtivos de uma empresa metalmecânica. Como evidenciado na seção 4.6, esse objetivo foi alcançado por meio do desenvolvimento de um *layout* que atende às necessidades específicas da empresa em foco neste trabalho.

Em relação aos objetivos específicos listados, onde o primeiro foi realizar o levantamento dos processos produtivos da organização, o mesmo foi alcançado, conforme demonstrado na seção 4.2, na qual apresenta-se os processos da empresa. O segundo objetivo específico que foi realizar uma análise da disposição organizacional de máquinas e equipamentos, conforme demonstrado na seção 4.4.1, o mesmo também foi alcançado. Nessa seção, foi realizado um estudo da planta atual da M.R. STAMM, e também do funcionamento e a alocação de suas máquinas e equipamentos.

O terceiro objetivo específico que é determinar desperdícios que acarretam perda para a organização, também foi alcançado conforme demonstrado na seção 4.4.3 do presente estudo. Onde destacam-se o excesso de movimentações desnecessárias devido à disposição inadequada no arranjo físico, falta de controle de estoque efetivo e gerenciamento insuficiente dos tempos de produção de cada item, apesar de possuírem ordens de produção.

O quarto objetivo específico, que consistia em criar uma proposta de *layout* para otimizar os processos da organização, também foi alcançado, conforme descrito na seção 4.6. Nessa seção, foi apresentada a proposta de *layout* que melhor se adequou aos processos específicos da organização. O quinto objetivo específico, que era desenvolver um mapofluxograma do novo *layout*, também foi alcançado, conforme

descrito na seção 4.6.1. Nesta seção, foi apresentado o mapofluxograma da M.R STAMM em sua futura planta industrial, demonstrando de maneira visual clara o fluxo produtivo da mesma.

O sexto e último objetivo específico que era identificar melhorias para os processos da organização, também foi atendido conforme a seção 4.7. Nesta seção, foram identificadas e apontadas as melhorias que a implementação deste novo *layout* irá trazer para a empresa e seus processos. Onde destacam-se os processos produtivos padronizados, o ganho de espaço com a proximidade de máquinas que podem ser operadas simultaneamente pelo mesmo operador, e também a acuracidade do estoque da empresa.

Com relação ao problema da pesquisa que era Como a aplicação de um novo layout pode auxiliar a empresa a atingir melhores resultados em seus processos produtivos a fim de diminuir a quantidade de movimentações desnecessárias. Pode-se concluir que o desenvolvimento da proposta de layout, resultará em uma redução significativa das movimentações internas no fluxo de trabalho. Isso resultará na eliminação de movimentos desnecessários dos itens, agregando maior valor aos produtos.

Em relação as hipóteses elencadas na seção 1.4, chega-se à conclusão que todas foram alcançadas com a implementação do *layout* na empresa. Onde, a partir do melhor aproveitamento de seu espaço físico e da alocação adequada a fim de obter o máximo desempenho possível de cada equipamento, será reduzida a quantidade de deslocamentos desnecessários, diminuindo assim o tempo de produção.

Uma limitação deste estudo, foi a inviabilidade de efetuar a implementação prática do *layout* na empresa devido ao fato de que a organização está passando até o final do ano por obras em suas instalações. Porém, o mesmo foi aceito pela empresa, e deverá ser implementado assim que suas instalações estejam prontas.

Diante desta limitação, como sugestão para trabalhos futuros, é possível considerar o acompanhamento do processo de implementação do novo *layout* na organização. Nesse sentido, um estudante que esteja finalizando a sua graduação poderia se envolver nesse acompanhamento. Com base em seus conhecimentos e experiências, poderia sugerir novas melhorias para o projeto, contribuindo para a evolução contínua do arranjo físico e aprimoramento dos processos da organização.

REFERÊNCIAS

ABREU, J. A. **Análise comparativa entre o método multicritério e simulação discreta no estudo do *layout* de uma pequena indústria.** 2017. 97 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes-RJ, 2017.

ABREU, R. A. **Perdas no processo produtivo.** In: Artigos do curso de administração. Rio de Janeiro: UES, 2002.

BARDIN, I. **Análise de conteúdo.** Lisboa: Edições Setenta, 1994. 226 p.

BEBER, S. J. N. et. al. **Princípios de custeio:** uma nova abordagem. XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Florianópolis, Santa Catarina, Brasil - 03 a 05 de novembro de 2004.

BRASIL. Ministério da Economia. **Secretaria Especial de Previdência e Trabalho. Norma Regulamentadora nº 12. Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos.** Brasília, DF, 2019.

BROWN, S.; LAMMING, R.; BESSANT, J.; JONES, P. **Administração da produção e operações: um enfoque estratégico na manufatura e nos serviços.** 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

CARVALHO, A., *et al.* NR-12: Importância para a segurança do trabalho em máquinas e equipamentos. **Revista IODA**, v. 1, n. 1, p. 1-12, 2020.

CHIAVENATO, I. **Gestão de pessoas.** 2 ed. Rio de Janeiro: ELSEVIER, 2005.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações, manufatura e serviços:** uma abordagem estratégica. São Paulo: Atlas, 2006.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços - uma abordagem estratégica**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2016.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de Produção e Operações: Manufatura e Serviços: uma abordagem estratégica**. 2. Ed., 4. reimpr. São Paulo: Atlas, 2009.

CORRÊA, H.L., CORRÊA, C.A. **Administração de produção e de operações: manufatura e serviços**. São Paulo: Atlas, 2012.

CURY A. **Organização e Métodos: Uma Visão Holística**. São Paulo: Atlas, 2006.

DENZIN, N. K., & LINCOLN, Y. S. **The SAGE Handbook of Qualitative Research**. SAGE Publications, 2018.

Disponível em: < <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521213475/> >. Acesso em: 07 mar. 2023.

DOS SANTOS, A. F. dos; LOZADA, G.; JORDAO, E. de A.; SILVA, G. G. R.da; AFFONSO, L. M. F.. **Planejamento e Controle de Produção**. Porto Alegre: Sagah, 2020. Disponível em: < <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786556900735/> >. Acesso em: 24 mar. 2022.

DUL, J.; WEERDMEESTER, B. **Ergonomia prática**. São Paulo: Edgard Blücher, 2004.

FALCÃO, J. T. da R.; RÉGNIER, J. Sobre os métodos quantitativos na pesquisa em ciências humanas: riscos e benefícios para o pesquisador. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, Brasília, v. 81, n. 198, p. 229-243, 2000.

FALZON, P. **Ergonomia**. 2 ed. São Paulo: Blucher, 2015.

FAVARETTO, F. **Uma contribuição ao processo de gestão da produção pelo uso da coleta automática de dados de chão de fábrica**. Tese de Doutorado em

Engenharia Mecânica, 58 f. São Paulo: USP – Universidade de São Paulo/Escola de Engenharia. 2001.

FRANCISCHINI, P. G. **Gestão de operações**: a engenharia de produção a serviço da modernização da empresa. São Paulo: Edgard Blücher, 2010.

GALDÁMEZ, E. V. C.; CARPINETTI, L. C. R., GEROLAMO, M. C. Proposta de um sistema de avaliação do desempenho para arranjos produtivos locais. **Gestão & Produção**, v. 16, n. 1, p. 133-151, 2009.

GERLACH, G. **Proposta de melhoria de layout visando a otimização do processo produtivo em uma empresa de pequeno porte**, In: Artigos do curso de Engenharia de Produção. Rio Grande do Sul, 2013.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**, 6ª edição.: Grupo GEN, 2017. 9788597012934. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597012934/>. Acesso em: 19 abr. 2022.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2018.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**.: Grupo GEN, 2022. 9786559771653. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786559771653/>. Acesso em: 19 abr. 2022.

GOMES, F. C. O.; BRAGA, R. **Administração**: teoria e prática no contexto brasileiro. 3. ed. São Paulo: Pearson, 2019.

GRAEML, A. R.; PEINADO, J. **Administração da Produção**: Operações Industriais e de Serviços, 1 ed. Curitiba: Editora UnicenP, 2007.

IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. São Paulo: Edgard Blucher: 2000.

LOPES, M. A. B. et BEZERRA, M. J.S. (2008), **Gestão de processos: fatores que influenciam o sucesso na sua implantação**, Rio de Janeiro, 13-16 de outubro, 2008.

MACHLINE, C. et. al. **Manual de administração e produção**. 5 ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1979.

MALHOTRA, N. K. **Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada**. 4a ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MARCONI, M. A.; LAKATOS. **Metodologia do Trabalho Científico**.: Grupo GEN, 2021. 9788597026559. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597026559/>. Acesso em: 19 abr. 2022.

MARTINS, E. Contabilidade de custos. - 9. ed. - São Paulo: Atlas, 2010.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da produção**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da produção**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

MAXIMIANO, A. C. A. **Teoria geral da administração: da revolução urbana à revolução digital**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008. 491 p.

MENDES, R. W. **Segurança do trabalho: prevenção e controle de riscos**. São Paulo: Atlas, 2007.

MORAES, M. V. G. **Doenças Ocupacionais – Agentes: Físico, Químico, Biológico, Ergonômico**. São Paulo: Saraiva, 2014.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

NEUMANN, C.; SCALICE, R. K. **Projeto de Fábrica e Layout**. 1 ed. [Reimpr.] - Rio de Janeiro: GEN/LCT, 2021. Disponível em: < <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595154452/> >. Acesso em: 27 fev. 2023.

NR-17. (2022). **Norma Regulamentadora nº 17 - Ergonomia**. Ministério da Economia, Secretaria Especial de Previdência e Trabalho. Recuperado em 17 de Abril de 2023, de <http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR17.pdf>.

OLIVEIRA, D. P. R., **Sistemas, organizações e métodos: uma abordagem gerencial**. 7 ed., São Paulo: Atlas, 2011.

PAIM, R.; CARDOSO, V.; CAULLIRAUX, H.; CLEMENTE, R. **Gestão de Processos: pensar, agir e aprender**. Porto Alegre: Bookman, 2009. Disponível em: < <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788577805327/> >. Acesso em: 19 abr. 2022.

PEREIRA, A. D. **Tratado de segurança e saúde ocupacional: aspectos técnicos e jurídicos - NR 16 a NR 18**. 1ª ed, v.4.: Editora Saraiva, 2015. E-book. ISBN 9788502230705. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788502230705/>. Acesso em: 09 mar. 2023.

PEREIRA, C. A **Segurança do trabalho: conceitos e práticas**. São Paulo: Atlas, 2016.

RIBEIRO, A. L. **Segurança e saúde no trabalho: orientações básicas para prevenção de acidentes**. São Paulo: LTr, 2010.

RITZMAN, L. P., KRAJEWSKI, L.J. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2007.

ROSEMANN, M.; MACIEIRA, A.; KARRER, D.; JESUS, L. **Um framework para operação do escritório de processos**. Elo Group, 2009.

RUSSELL, R. S.; TAYLOR, B. W. **Operations Management: Creating Value Along the Supply Chain**. Hoboken: Wiley, 2011.

RUSSOMANO, V. H. **Planejamento e Controle de Produção**. 6 ed. São Paulo: Pioneira, 1998-

SANTOS, J. G. Planejamento e Controle da Produção de Havaianas: um estudo de caso na Alpar-gatas de Campina Grande/PB. **Revista Gestão Industrial**, v. 9, n. 3, p. 623-640, 2013.

SANTOS, J. M.; MIRANDA, F. A. Segurança no trabalho: uma questão estratégica para as empresas. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 3, n. 10, p. 7-19, 2018.

SILVA, A. L. D., RENTES, A. F. Um modelo de projeto de *layout* para ambientes *job shop* com alta variedade de peças baseado nos conceitos da produção enxuta. **Gestão e Produção**, v. 19, n 3, p. 531-541.

SLACK, N., BRANDON-JONES, A., JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2013.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

Souza, F. **Layout de empresas: uma abordagem ergonômica e produtiva**. LTC, 2014.

TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2007