

## PROPOSTA DE *LAYOUT* ERGONÔMICO E ILUMINADO PARA UMA INDÚSTRIA DE PLÁSTICOS

### RESUMO

**Bacharelado em Engenharia de Produção**  
**Período: 6º**

**Orientadora**

Professora Me. Rosilda do Rocio do Vale

**Autores**

Bruno Felipe Ramos  
Fernanda Araujo de Lara  
Gabriele Pietrala Monteiro  
Leonardo Luciano

O presente estudo é uma pesquisa de campo, realizado em uma empresa de Plásticos, a qual está localizada em São José dos Pinhais. Desenvolveu-se este projeto afim de analisar os setores de Injeção e montagem e padronizar a iluminação do ambiente. Pretendeu-se ainda analisar o tipo e a capacidade de iluminação utilizada na empresa; garantir a luminosidade mínima padrão; comparar os dados obtidos através do aplicativo "Ferramentas inteligentes" que mediu a quantidade de lux (unidade de iluminamento) dos ambientes; e propor um sistema de iluminação de maior qualidade afim de garantir a qualidade de trabalho ideal, no ponto de vista da iluminância. Para o planejamento de iluminação teve-se o foco no estudo da iluminância e base na NR 17 e NBR 5413 entender a importância de um local bem iluminado e os benefícios proporcionado aos que estarão presentes nesta. Dito isso, a luminária do ambiente deve trazer a quantidade ideal de Lúmens (tabelada pela NBR) para garantir a taxa de Lux para cada tipo de trabalho realizados nas linhas de produção da empresa. Após o entendimento das causas, as quais foram identificadas com a utilização das ferramentas de qualidade como o diagrama de árvore e o 5W2H, os resultados aparentes mostram que para os trabalhos manuais padrões requerem uma taxa de iluminação de 300 Lux, já para montagem e inspeção de qualidade, requerem uma taxa entre 750 a 1000 Lux. A fim de suprir as causas identificadas, este trabalho teve o foco de propor uma nova iluminação juntamente com um novo modelo de bancada com maior segurança para os colaboradores.

**Palavras-chave:** 1 – Ergonomia. 2 – Layout. 3 – Iluminância.

## 1. INTRODUÇÃO

Com a revolução industrial, planejar um layout virou sinônimo de evitar desperdiçar tempo e diminuir gastos. É ideal prever o funcionamento de todo o “arranjo físico” afim de maximizar a produção de uma linha. O arranjo físico pode ser definido como o estudo do posicionamento relativo dos recursos produtivos, homens, máquinas e materiais, portanto, o layout é uma disposição adequada e funcional de departamentos, áreas ou atividades funcionais, pertencentes a uma linha de produção (MUTHER, 1986).

Segundo Ferreira e Reaes (2013) a estruturação do layout é uma atividade difícil que demanda muito tempo e dinheiro devido às grandes dimensões dos equipamentos que precisam ser movimentados.

De acordo com Chiavenato (2005) uma seleção adequada do arranjo físico ou layout pode resultar em pequenas alterações na localização de uma máquina ou colocação de produtos, o que pode afetar o fluxo de materiais e pessoas durante a operação. É necessário dentro de uma organização, seja empresa ou um departamento justo.

Tão importante quanto o layout é aplicação correta da ergonomia, que resulta em uma expansão do ambiente de trabalho, aumentando a produtividade e a satisfação dos funcionários dentro da organização (SHIKDAR; SAWAQED, 2004).

A iluminação é um elemento conformador de espaços e fundamental para a ergonomia adequada do colaborador, a qual, geralmente segue o determinado por normas pensadas para a necessidade de pessoas com visão normal ou sem problema de mobilidade, e poucas vezes são utilizadas para sinalizar corretamente os obstáculos que apresentam os espaços (FRESTEIRO, 2010).

Diante desse contexto, notou-se na empresa a necessidade de uma reestruturação do layout melhorando a iluminação da linha de produção no setor da injeção e montagem da empresa.

Portanto este trabalho se obtém com a finalidade utilizar os conhecimentos obtidos acerca do estudo do layout de fábrica e ergonomia para achar uma forma de padronizar a "mesa" de trabalho dos operários e tornar a iluminação mais assertiva contribuindo assim com a saúde e eficiência.

## 2. MÃOS NA MASSA

Nesta etapa é apresentado o contexto da empresa, os objetivos, a metodologia utilizada e a fundamentação teórica.

### 2.1 CONTEXTO DA SITUAÇÃO NA EMPRESA

As informações apresentadas a seguir foram obtidas por meio dos sites da empresa, bem como juntamente com o padrinho Diego que está auxiliando no desenvolvimento do trabalho.

A empresa foi fundada em Portugal, no ano de 1959 e, somente em 1981, a empresa caminhou para o ramo de plásticos. Já no ano de 1996 a fábrica chega ao Brasil, o que seria o início de um grande avanço para a marca. A unidade inclui oito empresas em todo o mundo, tendo sido estabelecidos três escritórios de apoio técnico/comercial (Espanha, Alemanha e França), sendo um dos poucos grupos com capacidade para apoiar e produzir a indústria automotiva.

A sustentabilidade para a empresa é vivida diariamente e constitui um exercício de transparência, melhoria contínua e reflexão fundamental, o compromisso da companhia com a proteção ao ambiente e o desafio da descarbonização estão cada vez mais presentes, por isso investem nas energias renováveis, na eficiência energética, na reciclabilidade e no desenvolvimento de novos materiais mais leves e amigos do ambiente. Agem com responsabilidade empresarial, atuando de forma ética e responsável para a sociedade e o ambiente.

O estímulo de um local seguro e cauteloso em níveis físicos, sociais e psicológicos é um dos pilares fundamentais da gestão dos trabalhadores, assim como um trabalho digno em um ambiente adequado e seguro, garantindo o acesso a condições de saúde de qualidade, também encorajando um modo de vida mais sustentável e saudável.

De acordo com a Metodologia DMAIC na etapa **DEFINIR** é definido o problema que será estudado, e neste estudo está localizado no ambiente de trabalho disposto nos setores de injeção e montagem, nestes, perceptível a discordância de iluminação, visto que as lâmpadas não mantêm padrão de altura nem de luminosidade, sendo está tabela NBR 5413. Ambos os setores estão alinhados num processo puxado, contando com aproximadamente 36 (trinta e seis) bancadas de injeção e 35 (trinta e cinco) pessoas por turno.

De acordo com informações obtidas na segunda visita a empresa, o padrinho, explica o processo que leva aos produtos finais.

Sendo que o material bruto “pellet”, chega na fábrica e é enviado para o processo de derretimento nas injetoras, após colocar numa espécie de funil o material é aquecido e passa por um modelo de “seringa” que por meio de movimentos rotativos é armazenado num cilindro aquecido.

Com a dosagem já pré-disposta, o material é expelido para fora em um molde, formando assim as peças que podem ser parte ou não de um produto para o devido cliente. Após a peça ser feita, um braço mecânico é encarregado de levar a peça para outro tipo de funil, que encaminha através de uma esteira, a peça para as mesas de trabalho, onde é feito manualmente alguns ajustes caso seja necessário algum tipo de acabamento, para a montagem final uma

espécie de “trem” que circula a fábrica, recolhe as peças e leva para o setor de montagem que em mesas semelhantes, montam manualmente o produto final, por exemplo a parte interna da porta de um carro, que é colocada em um tipo de prensa que “clipa” o produto.

O processo ainda conta com a inspeção da qualidade que é responsável pela análise e a aprovação, para assim ser enviado ao embrulho e envio ao cliente final.

## 2.2 OBJETIVOS



Os objetivos, tanto geral, como específicos estão apresentados a seguir, ambos visam a minimização do problema encontrado buscando ações que possam ser retificadoras para ele.

### 2.2.1 Objetivo Geral

Elaborar uma proposta de layout Ergonômico e Iluminado para a Fábrica.

### 2.2.2 Objetivos Específicos

- a) identificar as principais causas do problema;
- b) buscar alternativas de solução para as causas priorizadas;
- c) elaborar um plano de ação para as causas priorizadas.

## 2.3 METODOLOGIA

De acordo com Barros e Lehfeld (2007) após um estudo, a fase de coleta de dados é quando o pesquisador investiga a realidade e recolhe dados através do uso de técnicas. O uso de um diário de campo ou pesquisa de campo é crucial durante as excursões do pesquisador, pois serve como regra dos fatos confirmados por meio de notas ou entrevistas. A pesquisa de campo foi realizada no dia 15 de setembro de 2022, pela integrante Fernanda e teve como finalidade de habituar a empresa com o grupo. Também sendo realizada a pesquisa de campo no dia 26 de setembro pelos integrantes Fernanda, Gabriele e Leonardo, com o intuito de conhecer o problema a ser tratado no presente trabalho.

A figura 1 mostra a foto da primeira visita realizada pela integrante Fernanda juntamente da professora Rosilda e demais colegas da turma na empresa.

FIGURA 1 – PRIMEIRA VISITA À FÁBRICA



FONTE: AUTORES (2022).

A figura 2 mostra a foto da segunda visita realizada na empresa pelos integrantes da equipe.

FIGURA 2 – SEGUNDA VISITA À FÁBRICA



FONTE: AUTORES (2022).

A pesquisa bibliográfica nada mais é que o levantamento de referências teóricas, analisadas e publicadas em diversos meios, como artigos, revistas e livros, para uso em explicações e discussões acerca de um tema. Para Martins e Theóphilo (2016), trata-se da estratégia “Trata-se de estratégia de pesquisa necessária para a condução de qualquer pesquisa científica.” Para ele é indispensável para qualquer trabalho científico, visando à construção da plataforma teórica do estudo. Sendo assim é uma etapa a ser seguida em toda pesquisa acadêmica, servindo de fundamentação teórica a ela (MARTINS, 2016). Tendo esse conhecimento, o presente trabalho teve a finalidade de colocar o pesquisador em contato direto com tudo o que foi escrito sobre o tema em estudo. Sendo assim, foram consultados livros e artigos científicos para elaborar a fundamentação teórica.

Segundo Felix (2018) considera um artigo científico, uma publicação acadêmica elaborada por um ou mais autores, seguindo uma ideia ou método, que apresenta diversas áreas do conhecimento. O artigo em seu desenvolvimento, em diversos casos será acompanhado por um professor ou educador, onde ele terá o papel de orientador. O artigo científico, foi utilizado para obter o devido conhecimento teórico, assim auxiliando no desenvolvimento do presente

trabalho para a elaboração da fundamentação teórica bem como para busca alternativas de soluções.

Conforme Pazzetto (2003) a pesquisa de internet está trazendo inúmeras possibilidades de pesquisa para professores e alunos, permitindo ter uma base teórica de dentro e fora da sala de aula. A facilidade de a internet ser um serviço de busca possível graças ao acesso a redes de conhecimento, podendo acessar bibliotecas e pesquisadores de todo o mundo, encontrando múltiplas respostas para qualquer tema é uma facilidade deslumbrante, impossível de ser imaginada há bem pouco tempo. No presente trabalho foram realizadas pesquisas na internet para obter informações mais ampla sobre os assuntos a serem abordados na fundamentação teórica, para encontrar informações sobre a empresa.

Segundo Bauer e Gaskell (2017) a entrevista informal é o menos estruturado possível e só se distingue da simples conversação, pois tem como objetivo básico a coleta de dados, no qual existem diversos tipos de entrevistas sendo classificadas em: informais, focalizadas, por pautas e formalizadas. Neste presente estudo será usado a entrevista informal para a obtenção de dados da empresa, foi realizada nos dias 15 de setembro com a coordenadora de RH Patricia e no dia 26 de setembro com o padrinho.

Para Marietto (2018) a observação não participativa ou não participante, é uma forma de observação onde o pesquisador pratica o processo de entrar em contato com a comunidade, o grupo ou a realidade estudada, mas ele ou ela não se integra totalmente. Presencia o fato, mas não participa de fato ou não se permite se envolver em situações, desempenhando mais de um papel de espectador. Isso, no entanto, não implica que a observação não seja intencional, direcionada ou organizada em direção a um determinado objetivo. Usando o método da observação não participativa realizada no dia da visita à fábrica no dia 26 de setembro, para entender o problema da iluminação dentro da fábrica, visto que nenhum integrante da equipe trabalha na empresa.

Segundo Schiavon (2017), a técnica de brainstorming, muitas vezes conhecida como “tempestade de ideias”, visa gerar um número infinito de ideias em busca de uma solução de resolução de problemas.

De acordo com Smith (2020) o objetivo da técnica brainstorming é reunir o maior número possível de ideias, propostas, visões e possibilidades para chegar a uma solução eficaz para um problema.

Para Sinke e Tuttle (1993) é necessário dar espaço para o desenvolvimento para a geração de ideias o famoso brainstorming. A probabilidade de descoberta aumenta à medida que mais ideias são projetadas.

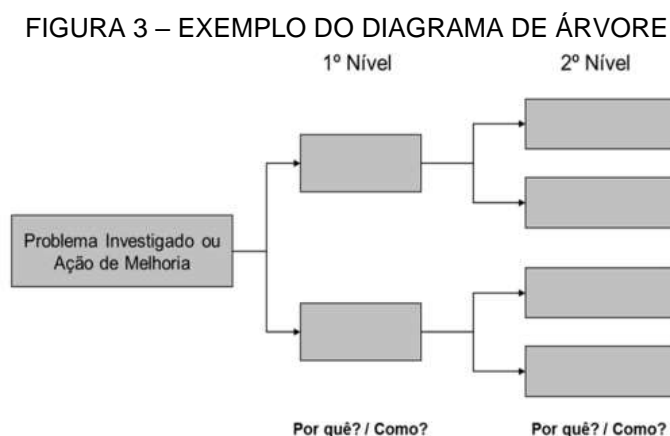
Para este estudo, a composição de ideias começou com o envolvimento da equipe e a colaboração do líder de produção da empresa no setor da montagem e injeção, feito durante a 2ª visita no dia 26 de setembro, com isso serve para ter olhares diferentes sobre o problema. O



brainstorming também foi utilizado para encontrar as alternativas de solução, a qual se encontra no tópico 3.1 do projeto.

Conforme Oribe (2012) o diagrama de árvore é uma ferramenta que tem por objetivo reduzir o tempo na análise e solução de problemas, uma forma de identificar as causas do problema. Pode ser usada, por exemplo, para desenvolver trabalhos e ações de um produto. O diagrama de árvore também é usado para representar a estrutura funcional de uma organização (organograma).

A figura 3 mostra um exemplo do Diagrama de Árvore a qual define a ferramenta.



FONTE: SUBPLAN (2014).

O diagrama de árvore, foi usado para identificar e priorizar as causas a partir do problema tratado no presente trabalho, com visão nos objetivos geral e específicos.

Segundo Martins e Lazazin (2011), o 5 Porquês é uma ferramenta amplamente utilizada que permite chegar à raiz de um problema. É normalmente usado em ambientes industriais e de negócios relacionados ao controle de qualidade e melhoria contínua.

É uma ferramenta direta de solução de problemas criada por Taiichi Ono, o pai do Sistema Toyota de Produção, e implica perguntar "Por quê" cinco vezes para entender o que aconteceu para uma causa/raiz (OHNO, 1997).

Slack, Chambers e Johnston (2008) afirmam que não se deve ficar satisfeito com as causas levantadas imediatamente, mas sim chegar à raiz do problema para abordar suas causas fundamentais.

Weiss (2011) acrescenta que, embora a análise dos cinco motivos seja referida como tal, pode exigir menos por quês (3 por exemplo) ou mais motivos, dependendo da necessidade de identificar a causa raiz. Essa ferramenta consiste em perguntar cinco vezes o que causou um problema ou não conformidade, conforme mostrado no quadro 1.

|             | Defeito                      | Razões |
|-------------|------------------------------|--------|
| 1º Por Quê? | Por que o defeito aconteceu? |        |
| 2º Por Quê? | Por que isso ocorreu?        |        |
| 3º Por Quê? | Por que isso ocorreu?        |        |
| 4º Por Quê? | Por que isso ocorreu?        |        |
| 5º Por Quê? | Por que isso ocorreu?        |        |

FONTE: AUTORES (2022).

A ferramenta dos 5 porquês será utilizada no presente trabalho para realizar o diagrama de árvore, onde foi feito questionamentos em cima do problema para encontrar as causas, para assim organizar quais são as secundárias e as primárias do projeto, portanto sendo necessário responder cada um dos 5 porquês.

Veiga, Polacinski, Silva, Tauchen e Pires (2013) descrevem que a ferramenta 5W2H é um plano de ação para atividades pré-estabelecidas, sendo assim tem que ser desenvolvidas com a maior clareza possível, realizando um mapeamento, através do objetivo da ferramenta 5W2H, que é responder as sete questões básicas e organizá-las.

Para Candeloro (2008) a ferramenta 5W2H é uma espécie de checklist, sendo utilizada para garantir que a operação seja feita sem nenhuma dúvida. Os 5W correspondem às seguintes palavras do inglês: What (o que); Who (quem); Where (onde); When (quando) e Why (por quê). Os 2H são: How (como) e How Much (quanto custa).

Portanto, deve ser tomada uma ação e através de uma tabela padrão aplicando esses métodos, conforme demonstra na Figura 6, onde é desenvolvido perguntas para serem respondidas conforme seja o seu objetivo que deseja alcançar.

FIGURA 4 – MÉTODO DA FERRAMENTA 5W2H

| MÉTODO DA FERRAMENTA 5W2H |                  |               |                                       |
|---------------------------|------------------|---------------|---------------------------------------|
| 5W                        | <i>What?</i>     | O que?        | Que ação será executada?              |
|                           | <i>Who?</i>      | Quem?         | Quem irá executar/participar da ação? |
|                           | <i>Where?</i>    | Onde?         | Onde será executada a ação?           |
|                           | <i>When?</i>     | Quando?       | Quando a ação será executada?         |
|                           | <i>Why?</i>      | Por quê?      | Por que a ação será executada?        |
| 2H                        | <i>How?</i>      | Como?         | Como será executada a ação?           |
|                           | <i>How much?</i> | Quanto custa? | Quanto custa para executar a ação?    |

FONTE: MEIRA (2003).

Com isso, a ferramenta 5W2H é utilizado no presente trabalho para que após a identificação e priorização das causas, seja possível montar um plano de ação para solucionar as causas que estão gerando o problema identificado.



Segundo Escobar (2010) o uso da metodologia DMAIC para processos de fabricação leva a oportunidades para aumentar a produtividade, economia de custos e melhoria contínua, além da redução de erros.

De acordo com Pande, Neuman e Cavanagh (2001) a metodologia DMAIC é uma estrutura que busca iterativamente soluções para problemas e leva em conta as seguintes fases e definições:

- a) Definir: procure os detalhes do problema e as condições necessárias para sua solução.
- b) Medir: tem o objetivo de descrever o tamanho do problema quantificando as variáveis relacionadas a ele.
- c) Analisar: consiste em identificar as causas e a raiz dos problemas que precisam ser melhorados.
- d) Melhorar (Improve): nesta fase, são definidas as ações a serem tomadas para melhorar o processo.
- e) Controlar: o objetivo desta fase é garantir que as melhorias perdurem ao longo do tempo.

496

## 2.4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para contextualizar esta etapa do trabalho, serão fundamentados temas relacionados ao problema e as alternativas de solução, os quais foram baseados em pesquisas bibliográficas em livros e artigos científicos.

### 2.4.1 Projeto de Fábrica e Instalações Industriais

Para Slack et al (2009), o estudo do arranjo físico se faz crucial para o sucesso de um projeto, de forma interna, tem foco em melhorar o layout das empresas a fim de aperfeiçoar o fluxo de materiais, pessoas e informações, aumentando a eficiência de utilização dos operadores e equipamentos. Dessa forma, o planejamento do arranjo físico se preocupa com a distribuição física dos recursos. Há 4 tipos de arranjos, sendo eles posicional, funcional, linear ou celular, sendo assim, de acordo com o autor, temos as seguintes definições conforme a seguir:

**Arranjo físico Posicional:** caracteriza-se pelo material ou pessoa permanecer em um local de forma estática (por impossibilidade ou inviabilidade de locomoção). Dessa forma todos os recursos necessários ao processo se deslocam até o objeto. São exemplos: Construções e Aviões e Barcos (devido ao tamanho).

**Arranjo físico Funcional:** caracteriza-se pelo material ou pessoa se deslocar de um centro ou posto de trabalho a outro, conforme sua necessidade. Esses centros por sua vez, são

divididos conforme a função que irão desempenhar dentro de uma organização, sendo assim, muito comuns em industriais. São exemplos: fábricas e supermercados

**Arranjo físico por Produto:** caracteriza-se por uma sequência linear de operações, onde o produto ou o serviço, passa por uma série de centros que tem uma certa função acerca do mesmo, sendo na maioria das vezes processos que possuem dependência do processo anterior. São exemplos: Cozinhas e Refinarias

**Arranjo físico Celular:** caracteriza-se pelos materiais serem pré-selecionados para circularem em determinadas células onde todo serviço ou recursos estão dispostos no local. São exemplos: Maternidades e Empresas de componentes de computador

497

#### 2.4.1.1 Instalações Industriais

De acordo com Valle (1975) o processo de reflexão sobre uma instalação industrial é complexo e deve ser conduzido por especialistas em relação a questões como a localização da indústria (com base em algoritmos de otimização e na localização de fornecedores e consumidores), o arranjo físico do equipamento e configuração e os requisitos técnicos dos processos de fabricação.

Valle (1975) formula a metodologia de implementação em algumas etapas fundamentais, sendo elas:

1. A viabilidade de estudos de implementação, que analisam e apoiam os aspectos técnicos, econômicos e financeiros do empreendimento.
2. Os estudos de localização com o objetivo de selecionar a região e o terreno onde a indústria será instalada.
3. Desenvolver o projeto de construção das instalações tendo em conta a premissa acima referida.
4. A aquisição de insumos e equipamentos necessários à execução do projeto.
5. As obras de construção e instalação dos equipamentos.
6. Testes pré-operacionais da indústria e testes antes das operações.
7. A entrada do setor em um regime operacional normal.

#### 2.4.1.2 Movimentação de Material e Fluxo de Produção

Segundo Chiavenato (2005), o manuseio dos materiais deve ser feito corretamente, para evitar escassez que interromperia a produção e excessos que aumentariam o custo desnecessariamente, suas quantidades devem ser planejadas e gerenciadas.

De acordo com Paoleschi (2008), na logística industrial integrada o setor de movimentação de materiais tem que manter a fábrica operando o trabalho contínuo e implacável

de mover e fornecer as entradas, embalar, componentes, produtos gerados e equipamentos relacionados à produção, a fim de manter a fábrica operando ininterrupta em suas operações.

## 2.4.2 Ergonomia e Segurança do Trabalho

Segundo Ilda e Guimarães (2016) a ergonomia é uma disciplina relacionada as interações entre os seres humanos e outros elementos/sistemas, com isso aplica-se em teorias, princípios, dados e métodos a projetos a fim de satisfazer o bem-estar humano e o desempenho do sistema.

Para Daniellou (2004), a análise ergonômica do trabalho apresenta dois principais conceitos, uma sendo no desempenho da tarefa, portanto observando a questão da produtividade, eficiência, confiabilidade, qualidade etc. e outra com o foco nas pessoas, visando o tratando em termos de segurança, saúde, conforto facilidade de uso, bem-estar etc.

Conforme Rosa e Quirino (2018), diz que são muitas as definições de ergonomia, no entanto, todas tem o foco de buscar formas de garantir o máximo de conforto e segurança ao trabalhador, visando se seu desempenho está sendo eficiente e a produtividade, com o menor risco possível de acidentes.

Pinheiro e França (2006) define que a ergonomia como uma ciência inovadora que combina conhecimentos da engenharia, arquitetura, sociologia, psiquiatria, medicina do trabalho e outras áreas com o objetivo de facilitar a humanização do trabalho por meio do estabelecimento de regras, normas e precauções. O mesmo estudo enfatiza a importância dos fatores humanos, incluindo fadiga, monotonia, motivação, idade, estresse que têm implicações diretas na forma como os trabalhadores realizam seus trabalhos e exigem adaptação ergonômica para reduzir os riscos para os seres humanos.

### 2.4.2.1 Efeitos do ambiente no desempenho humano

Conforme Balbinotti (2003) a ergonomia consiste na aplicação de um gerenciamento que alinhe as atividades das pessoas e dos setores por toda a empresa, de maneira que possam alcançar suas metas e reagirem rapidamente às mudanças ambientes.

Conforme Corrêa e Boletti (2015) os principais objetivos da ergonomia tem que ser o conforto e bem-estar das pessoas, com isso garantindo que o uso de equipamentos e execução de atividades não levem a gerar problemas a longo, médio ou curto prazo a saúde física e mental de quem está realizando a tarefa, portanto para alcançar seus objetivos, essa disciplina analisa desde os comportamentos humanos (posturas físicas e movimentos repetitivos) até condições ambientais (ruídos ou iluminação).

Portanto, é importante ressaltar que quem sai beneficiado por essa aplicação de ergonomia no ambiente de trabalho são os funcionários da organização, pois traz uma nova

forma de organizar o trabalho, sendo assim as condições de trabalho se torne mais leve e consequentemente alcança as metas da empresa (Balbinotti 2003).

#### 2.4.2.2 Concepção de postos de trabalho

Conforme Davis e Wacker (1982) um posto de trabalho é um “conjunto de tarefas referente a um papel numa organização, com isso definem que a concepção de postos de trabalho como um processo em que são tomadas decisões que determinam o seguinte:

- a) as tarefas deverão ser realizadas pela força de trabalho;
- b) as tarefas podem ser agrupadas e em que postos de trabalho;
- c) como os postos de trabalho podem ser interligados.

Conforme Moniz (1993) a concepção de postos de trabalho depende das decisões relativas ao sistema empregado da organização e a sua própria política de recursos humanos.

#### 2.4.2.3 Análise ergonômica

Conforme Ferreira (2017) em uma Análise Ergonômica do Trabalho (AET), consiste em realizar as etapas corretas de pesquisa em campo, portanto verificando os postos de trabalho e as atividades desenvolvidas pelos funcionários, investigando se a maneira que está sendo feito a atividade está corretamente, com isso visualizando as posições diante as suas atividades, para que não gere problemas ergonômicos.

Tudesco, Zizemer, Santos e Amaral (2013) buscam entender como métodos analíticos ergonômicos como HTA (Análise Hierárquica da Tarefa) e AET (Análise Ergonômica do Trabalho) contribuem para a identificação de possíveis dificuldades no desempenho das atividades laborais. Ao realizar uma análise ergonômica além dos dados relacionados ao ambiente de trabalho, é necessário conhecer as peculiaridades de cada uma das atividades de trabalho desenvolvida, a análise de resultados de produtividade esperados ou exigidos, métodos do trabalho usado para alcançar essa produção e as atividades desempenhadas pelo trabalhador.

Para Sampaio e Batista (2021) a análise ergonômica permite a identificação, diagnóstico e desenvolvimento de medidas para solucionar os problemas ergonômicos que afetam a saúde e desempenho do trabalho humano.

#### 2.4.3 Engenharia de Manutenção

Conforme Santos (2018) para que se tenha uma engenharia de manutenção que funcione, é preciso estar alinhada com o que acontece no mundo, as principais tecnologias, as novas ferramentas de gestão

Conforme Kardec e Nascif (2009), a manutenção foi dividida em quatro gerações. A primeira geração os equipamentos eram de baixa complexidade, portanto as estratégias de manutenção também não eram bem planejadas, com isso era basicamente feito limpezas, lubrificações e reparos após a quebra, a competência que se buscava era a habilidade realizar o reparo necessário. A segunda geração descobriu que fossem fabricados produtos dos mais diversos tipos, enquanto a mão de obra foi reduzida. Isso levou a uma mecanização do maquinário e um aumento de complexidade. A terceira geração não poderia ser aceita grandes paradas, pois impactavam nos custos de produção e qualidade do produto. Na quarta geração a disponibilidade e a confiabilidade ganham ainda mais importância, portanto priorizavam a manutenção para diminuir todas as falhas da máquina, com isso leva a utilização do monitoramento das condições do equipamento.

500

#### 2.4.3.1 Gestão da manutenção

Conforme Mouta (2011) qualquer processo industrial tem por objetivo de empregar um certo capital em instalações, maquinaria e mão-de-obra para obter a qualidade e quantidade desejadas de produção, com isso para ter uma alta produtividade precisa ser eficaz e económico as instalações industriais e dos colaboradores, portanto tem que ser feitos as reparações às máquinas, inspeções, substituições de peças, mudanças de óleo, limpezas, pinturas, correção de defeitos, fabricação de componentes para substituição de outros já gastos, etc e sendo assim, este conjunto de ações se chama Manutenção.

Ainda para Mouta (2011) a Gestão da Manutenção, constitui um ponto de equilíbrio entre o conjunto das ações destinadas a encontrar e a situar o nível da manutenção desejada/necessária, portanto uma eficiente gestão da manutenção regulariza os gastos evitando que se produzam elevados custos.

#### 2.4.3.2 Custos de manutenção

De acordo com Freitas e Resende (2005) os custos de manutenção são todos os gastos relacionados aos serviços que suportam a organização e suas operações, como limpeza, compra de ferramentas de reparo, peças de reposição para a segurança, reparação da máquina, o custo do trabalho, entre demais valores de trabalho utilizado. Frisam a importância da manutenção, visto o custo de manutenção correspondente ao ciclo operacional sob o setor mais comum sendo da energia elétrica, informam também a importância de um bom planejamento, requerendo análises básicas e objetivas, evitando assim o desperdício de mão de obra, material e ferramentas.

Helmann, Maravieski, Hatakeyama e Marçal (2006) definir qualquer procedimento requer análise e consideração aos custos relacionados, a qual vem a necessidade de uma explicação clara de seus custos, além de sua correta inclusão na estrutura do processo produtivo. Para fins de inspeção, os custos de manutenção podem ser divididos em três grandes grupos, conforme abaixo:

- a) Custos Diretos: Estes são todos os custos necessários para manter o equipamento funcionando. Os custos diretos incluem os custos de manutenção preventiva, os custos de manutenção preditiva, reparos e revisões gerais e manutenção corretiva em geral.
- b) Custos de perda de produção: São custos decorrentes da perda de produção causada por mau funcionamento de equipamentos no processo produtivo.
- c) Custos Indiretos: São custos administrativos de manutenção, como gerenciamento de projetos, supervisão, custos de desenvolvimento, entre outros.

#### 2.4.4 Eletricidade Aplicada

De acordo com Vieira (2018) o IDAAM (Instituto de Desenvolvimento Econômico Rural e Tecnológico Dados da Amazônia) define que eletricidade aplicada é o estudo que compreende os fundamentos da eletricidade e a ocorrência dos fenômenos elétricos por meio das leis de eletricidade. Dentro dessa matéria é possível observar e entender circuitos elétricos e suas propriedades, como correntes elétricas, resistências, tensões e ainda calcular os seus produtos.

Além disso, Deaecto (2012) também destaca os conceitos básicos de eletricidade aplicando-os os nos métodos de soluções de circuitos elétricos em correntes contínuas (CC) e correntes alternadas (CA).

Para estudarmos iluminância temos que entender o que é potência elétrica e, de acordo com Marçula (2016), potência é uma grandeza física que mede quanto de um tipo de energia está sendo transformada em um determinado tempo, ou seja, mede o trabalho realizado por algo. Ele se refere a potência como o “apetite” (consumo) por energia que um determinado dispositivo ou máquina apresenta. A unidade de medida da potência é o Watt (W).

##### 2.4.4.1 Iluminância

De acordo com a NBR e ISO/CIE (2013) a Iluminância é um fator de quantidade de luz que se distribui sobre uma área iluminada. Para calcular a iluminância podemos utilizar um aparelho chamado luxímetro, que traz a quantidade de lux (unidade de medida SI para iluminância).

De acordo com Carreira (2009), a iluminação está diretamente ligada ao conforto em um ambiente de trabalho e sua distribuição é essencial para a visibilidade. A iluminância afeta



diretamente ainda as relações no local, produtividade, a concentração do trabalho e no número de erros, dessa forma deve se planejar a iluminação e classificar o trabalho realizado no local para chegar na quantidade ideal de lux no ambiente.

Existem hoje tabelas que determinam a iluminância de cada lâmpada e essas tabelas ajudam na hora de escolher a iluminação adequada para cada tipo de trabalho. O quadro 2 mostra um exemplo útil para elaboração de escolha de uma iluminação dentro de uma fábrica.

QUADRO 2 – EXEMPLO PARA ESCOLHA DE ILUMINAÇÃO DENTRO DE UMA INDÚSTRIA

| Indústria de borracha, indústria plástica e química          |                |         |       |   |
|--|----------------|---------|-------|---|
| Tipo de ambiente, tarefa ou atividade                        | $E_m$<br>(lux) | $UGR_L$ | $R_a$ | Observações                                     |
| Instalações de processamento operadas remotamente            |                | 50      | 20    | As cores para segurança devem ser reconhecíveis |
| Instalações de processamento com intervenção manual limitada | 150            | 28      | 40    |   |
| Instalações de processamento com trabalho manual constante   | 300            | 25      | 80    |   |
| Metrologias, laboratórios                                    | 500            | 19      | 80    |   |
| Produção farmacêutica  | 500            | 22      | 80    |   |
| Produção de pneus  | 500            | 22      | 80    |   |
| Inspeção de cor  | 1000           | 16      | 90    | Tcp no mínimo 6 500 K                           |
| Corte, acabamento, inspeção                                  | 750            | 19      | 80    |   |

FONTE: NBR; ISO/CIE (2013).

### 3. VIVENCIANDO A INDÚSTRIA

Nesta etapa do trabalho é apresentada a justificativa de forma a contextualizar o problema apresentando dados reais que comprovam a sua existência e também serão apresentadas as causas que contribuem para a ocorrência do problema, as quais são identificadas, analisadas e priorizadas com a utilização das ferramentas Diagrama de Árvore e 5 porquês.

#### 3.1 JUSTIFICATIVA

Para que no posto de trabalho os operadores tenham um aumento da produtividade e concentração, o layout ergonômico deve ser aplicado na empresa, pois é de suma importância no desempenho da produção dentro de uma linha, assim evitando o retrabalho e prezando a saúde dos colaboradores, garantindo o investimento preciso, se adaptando da forma correta.

De acordo com a metodologia DMAIC na etapa **MEDIR** são apresentados os dados e evidências que demonstram a existência do problema. A partir das informações obtidas por meio da visita realizada na empresa, nos dias 15 e 26 de setembro de 2022, a equipe de pesquisa obteve uma visão mais ampla referente aos processos realizados e qual é a real situação da empresa.

O problema proposto se dá devido ao fato da falta de padronização das luzes no local e suas incidências, como foi possível observar na segunda visita a empresa no dia 26 de setembro, as lâmpadas estão queimadas, fracas e mal posicionadas. Se entende que os principais pontos levam a questão ergonômica da iluminação, revendo a intensidade da luz. A figura 7 mostra a bancada de trabalho no setor de injeção e montagem.

503

FIGURA 5 – BANCADA DE TRABALHO NO SETOR DE INJEÇÃO E MONTAGEM



FONTE: AUTORES (2022).

As bancadas em que se ocorre o trabalho diário, a qual é realizada a montagem do componente de plástico da parte lateral e interior da porta do carro, é o principal alvo de melhoria na iluminação, como as lâmpadas estão divergentes, seus tamanhos não são padronizados, as potências estão divergentes e são mal aproveitadas, o fato de que já ocorreu o caso de uma das lâmpadas se soltar da base, o que poderia acarretar um acidente no local de trabalho, vindo a prejudicar o processo fabril. Além disso, após uma pesquisa com os funcionários da empresa, recolhendo opiniões dos que trabalham no devido cenário, observa uma notável quantidade de colaboradores que reclamou da intensidade da lâmpada, que pode causar problemas de saúde, como, dor de cabeça, problemas oculares e manchas na pele.

### 3.2 CAUSAS DO PROBLEMA

Após o debate das causas através de um brainstorming, com base nas informações obtidas pela companhia, na visita do dia 26 de setembro e observando a linha de produção dentro do setor de montagem, conforme figura 8.

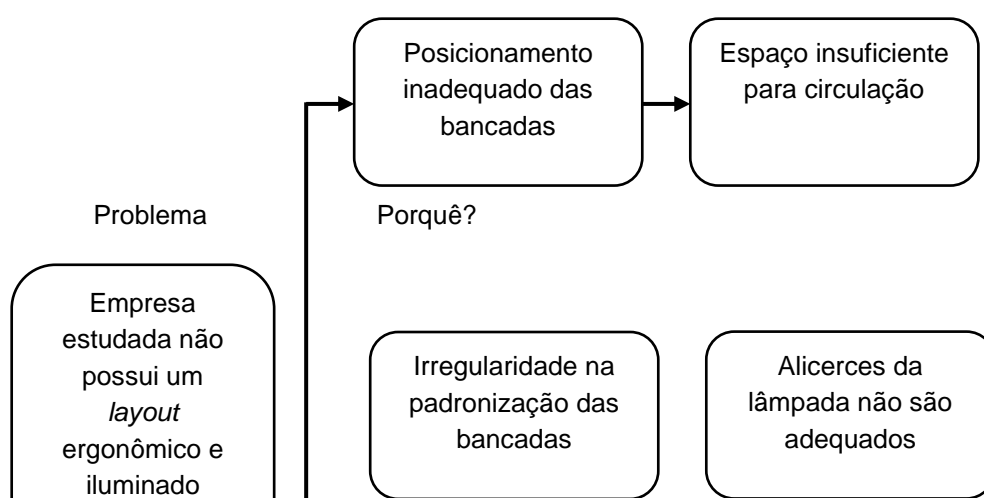
FIGURA 6 – LINHA DE PRODUÇÃO NO SETOR DE MONTAGEM

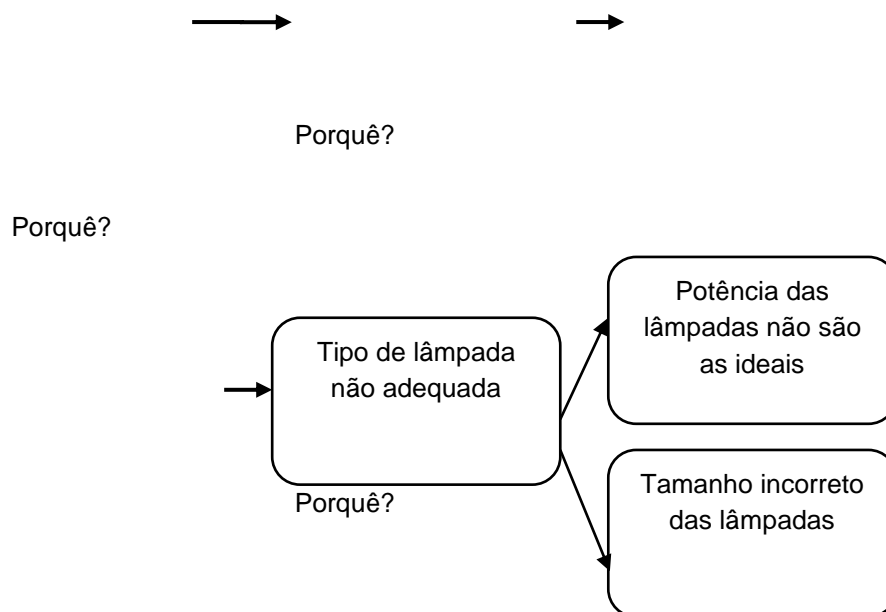


FONTE: AUTORES (2022).

Deu-se continuidade na etapa **MEDIR** da metodologia DMAIC nesta etapa para que fosse possível identificar as principais causas, sendo elas primárias e secundárias, assim todas foram colocadas na ferramenta do diagrama de árvore, o qual possibilita a melhor organização dos dados, a fim de buscar soluções durante esse processo de análise, podendo detectar medidas corretivas ideais. A figura 7 mostra as causas identificadas por meio do Diagrama de Árvore e da ferramenta dos 5 porquês.

FIGURA 7 – DIAGRAMA DE ÁRVORE PREENCHIDO COM AS CAUSAS IDENTIFICADAS





FONTE: AUTORES (2022).

Conforme demonstra o diagrama de árvore, foram identificadas 8 causas, identificando em causas principais (primárias) e as causas secundárias, dessa forma, sendo possível medir e priorizar as 3 causas primárias as quais são descritas a seguir.

Para a etapa **ANALISAR** da metodologia DMAIC, identificaram-se as causas raízes do problema, com a ajuda da ferramenta do Diagrama de Árvore para identificar as causas primárias e secundárias, neste tópico pode-se analisá-las, para entender que se deve priorizar o posicionamento e no tipo de lâmpada que são utilizados atualmente, devido ao entendimento ergonômico, para que problemas causados pela iluminação sejam sanados, como dor de cabeça e problemas de visão que podem aparecer futuramente.

No que se refere a causa do posicionamento, as lâmpadas estão sendo mal aproveitadas, dessa forma causando uma iluminação irregular.

Já referente a causa do tipo de lâmpada, entende-se que devido aos tamanhos diversos, a forma de prender a lâmpada e de iluminar o ambiente, ocasionam o desconforto no trabalho.

Em relação a causa **posicionamento inadequado das bancadas**, observou-se que as bancadas são distribuídas da maneira que o espaço possibilita, como as máquinas de injetoras demandam muito espaço e entende-se que não podem ser movidas, com isso as bancadas acabam sendo colocadas onde sobrar espaço, não havendo nenhum planejamento de iluminação ou ergonômico.

Para a causa **irregularidade na padronização das bancadas**, tem-se que as bancadas não mantem um padrão, é de fato que as lâmpadas são posicionadas na parte superior da bancada, porém não de forma ideal, além disso os alicerces que mantem a lâmpada fixada não são suficientes, sendo até colocada abraçadeiras para evitar que a lâmpada caia, de acordo com relatos recolhidos, já aconteceu de uma lâmpada cair devido ao movimentar das máquinas que, de certa forma, tremem o ambiente.

A causa **tipo de lâmpada não adequada**, tem-se que as lâmpadas presentes na iluminação das bancadas que não estão padronizadas, deve-se ao fato que as bancadas são de tamanhos e fixações diferentes. Também se observa que existem diversas lâmpadas com a taxa de iluminação abaixo ou acima do ideal, adequado ao tipo de luz.

#### 4. TROCANDO IDEIAS

Nesta etapa do trabalho são apresentadas as alternativas de solução e o plano de ação estabelecido para as causas priorizadas.

##### 4.1 ALTERNATIVAS DE SOLUÇÃO

Na etapa **MELHORAR (IMPROVE)** da metodologia DMAIC, após a definição das causas do problema, foram relacionadas as alternativas de solução, assim sendo definidas as ações a serem tomadas para melhorar o processo.

Como alternativa de solução para as três causas priorizadas e consequentemente para o problema, propõe-se desenvolver uma mudança de layout das mesas e das lâmpadas para a mais adequada, mediante o processo fabril. As alternativas de solução foram obtidas por meio de um brainstorming elaborado entre os membros da equipe do presente trabalho e artigo científico. Conforme são apresentados no quadro 3.

QUADRO 3 – ALTERNATIVAS DE SOLUÇÃO

| Causas                                      | Alternativas de Solução   | Origem das Alternativas                  |
|---|---|--|
| Posicionamento inadequado das bancadas      | Reorganizar as bancadas na empresa  | <i>Brainstorming</i>                     |
| Irregularidade na padronização das bancadas | Substituir as bancadas atuais por bancadas padronizadas                           | <i>Brainstorming</i>                     |
| Tipo de lâmpada não adequada                | Colocar lâmpadas adequadas conforme as normas regulamentadoras (NR 17 / NBR 5413) | <i>Brainstorming e Artigo Científico</i> |

FONTE: AUTORES (2022).

Para solucionar a causa **posicionamento inadequado das bancadas**, a alternativa de solução foi obtida por meio do brainstorming, realizado com os membros da equipe, com isso se vê a necessidade de organizar a maneira que as bancadas estão inseridas no setor, para melhorar o fluxo das pessoas durante a produção das peças, sugere-se criar um sistema onde

seja capaz a movimentação entre as bancadas, assim sendo, capaz de realizar um melhor aproveitamento do espaço da empresa.

Para solucionar a causa **irregularidade na padronização das bancadas**, a alternativa da solução foi obtida por meio do brainstorming entre a equipe de pesquisa e sugere-se a troca a bancada atual por uma de tamanho comum e alicerces fixos na parte superior, dessa forma, garante-se a regulação da bancada, além de maior segurança aos seus usuários, devido aos movimentos que as máquinas injetoras proporcionam ao ambiente, que de certa forma, treme conforme relatos. Ainda com relação as lâmpadas a serem fixadas, uma nova bancada permitiria uma distância ideal do ponto de luz em relação a visão dos operadores.

E para solucionar a causa **tipo de lâmpada não adequada**, a alternativa de solução foi obtida por meio do brainstorming realizado entre a equipe e por meio do artigo científico: “Aplicação da NR 17 em uma enfermaria de uma santa casa de misericórdia: Um estudo de caso. (ALVES, 2010)”, nele descreve a importância da iluminação no ambiente de trabalho, com isso dependendo da quantidade de luz é necessário desenvolver um método onde as lâmpadas fiquem mais eficientes e com maior aplicação no ambiente, com isso é necessário organizar onde a sua localização fique mais adequada e que possa iluminar tudo a sua volta, com uma taxa de lumens ideal para as atividades do local, assim promovendo o crescimento do rendimento, evitando problemas na saúde visual como: cansaço nos olhos, sonolência, dores de cabeça e além disso, evita dispersões, garantindo um ambiente confortável e também a possível necessidade de usar óculos.

Determinar a iluminação necessária a um ambiente significa estabelecer a intensidade e distribuição da radiação visível adequadas aos tipos de atividades e às características do local, a fim de proporcionar melhores condições de trabalho e, conseqüentemente, maior eficiência e conforto, contudo um planejamento da iluminação correta e em cores, contribui para o aumento da satisfação no trabalho, melhora a produtividade e a visão do trabalhador, por fim, ressalta quanto ao contraste, entre uma figura e o fundo, a importância de observar que, se esta relação não houver, será impossível visualizar tal figura, sendo necessário certos cuidados ou modificações que seria substituir uma lâmpada por um conjunto com intensidade menor, reduzindo a fonte de brilho ou afastando-a dos olhos e aumentar a luminosidade geral do ambiente.

Como visto anteriormente, para cada atividade exercida na empresa existe um tipo de iluminação adequada para que os colaboradores não tenham algum tipo de desconforto visual, portanto a NBR 5413 descreve quais as atividades e o seu nível de iluminação a ser utilizada, com isso a figura 10 mostrará a iluminância por classe de tarefa visual.



Tabela 1 - Iluminâncias por classe de tarefas visuais

| Classe   | Iluminância (lux)     | Tipo de atividade  |
|--|-----------------------|--|
| A<br>Iluminação geral para áreas usadas intermitentemente ou com tarefas visuais simples | 20 - 30 - 50          | Áreas públicas com arredores escuros   |
|  | 50 - 75 - 100         | Orientação simples para permanência curta  |
|  | 100 - 150 - 200       | Recintos não usados para trabalho contínuo; depósitos                              |
|  | 200 - 300 - 500       | Tarefas com requisitos visuais limitados, trabalho bruto de maquinaria, auditórios |
| B<br>Iluminação geral para área de trabalho  | 500 - 750 - 1000      | Tarefas com requisitos visuais normais, trabalho médio de maquinaria, escritórios  |
|  | 1000 - 1500 - 2000    | Tarefas com requisitos especiais, gravação manual, inspeção, indústria de roupas   |
| C<br>Iluminação adicional para tarefas visuais difíceis                                  | 2000 - 3000 - 5000    | Tarefas visuais exatas e prolongadas, eletrônica de tamanho pequeno                |
|  | 5000 - 7500 - 10000   | Tarefas visuais muito exatas, montagem de microeletrônica                          |
|  | 10000 - 15000 - 20000 | Tarefas visuais muito especiais, cirurgia  |

Nota: As classes, bem como os tipos de atividade não são rígidos quanto as iluminâncias limites recomendadas, ficando a critério do projetista avançar ou não nos valores das classes/tipos de atividade adjacentes, dependendo das características do local/tarefa.

FONTE: ADAPTADO PELOS AUTORES DA NBR 5413 (1992).

## 4.2 PLANO DE AÇÃO

A partir do entendimento das causas analisadas e priorizadas no tópico 2.2 no diagrama de árvore, foi proposto um plano de ação com o uso da ferramenta 5W2H, para chegar as possíveis ações corretivas.

Para solucionar a causa **posicionamento incorreto das bancadas**, foi sugerido como plano de ação ajustar as distribuições das bancadas, conforme apresentado no quadro 4.

QUADRO 4 – POSICIONAMENTO INADEQUADO DAS BANCADAS

| O quê?<br>(What?)                     | Quem?<br>(Who?) | Onde?<br>(Where?)                 | Quando?<br>(When?) | Por quê?<br>(Why?)                 | Como?<br>(How?)                            | Quanto?<br>(How Much?) |
|---------------------------------------|-----------------|-----------------------------------|--------------------|------------------------------------|--|------------------------|
| Ajustar as distribuições das bancadas | Diego           | Nos setores de injeção e montagem | Janeiro/2023       | Para aproveitar o espaço iluminado | Posicionando as bancadas de frente a outra | Sem custo              |

FONTE: AUTORES (2022).

Conforme o quadro 4 demonstra o plano de ação referente a causa posicionamento inadequado das bancadas, sugere-se reposicionar as bancadas que se encontram entre as máquinas injetoras, normalmente em pares, as bancadas estariam de costas a outra, dessa forma se aproveitaria a iluminação de ambas para um ambiente mais iluminado e harmônico.

O quadro 5 mostra o 5W2H preenchido com suas respectivas informações para a causa **irregularidade na padronização das bancadas**.

QUADRO 5 – IRREGULARIDADE NA PADRONIZAÇÃO DAS BANCADAS

| O quê?<br>(What?)                           | Quem?<br>(Who?)      | Onde?<br>(Where?)                 | Quando?<br>(When?) | Por quê?<br>(Why?)                                    | Como?<br>(How?)          | Quanto?<br>(How<br>Much?) |
|---|----------------------|-----------------------------------|--------------------|---|--------------------------|---------------------------|
| Aderir nova bancada com tamanho padronizado | Empresa de Plásticos | Nos setores de injeção e montagem | Janeiro/2023       | Para ajustar altura da lâmpada e adequar os alicerces | Substituindo as bancadas | R\$2.574,95<br>(unidade)  |

FONTE: AUTORES (2022).

Tendo em vista a causa **irregularidade na padronização das bancadas**, propõe-se como plano de ação substituir as bancadas atuais por modelos em que a bancada seja ajustável além de ter um suporte ideal para as lâmpadas, dessa forma, a iluminação estaria em uma altura ideal para cada operador e o risco de uma queda iminente das lâmpadas seria diminuído. Como exemplo temos a bancada na figura 11, modelo da empresa E-LIT comercio de produtos mecatrônicos LTDA, que traz a lâmpada também no ponto superior da bancada, entretanto, com maior segurança devido ao suporte incluso. As dimensões da bancada são de 1750mm x 1055mm x 600mm, com perfis de 40x40. A bancada se enquadra na linha de produção, sendo possível manter a forma com que chega o produto ao operador.

FIGURA 9 - BANCADA DE TRABALHO



FONTE: ALU-CEK (2022).

O plano de ação para a causa **tipo de lâmpada não adequada**, foi demonstrado no quadro 6, abaixo, por meio do 5W2H.

QUADRO 6 – TIPO DE LÂMPADA NÃO ADEQUADA

| O quê?<br>(What?)                           | Quem?<br>(Who?) | Onde?<br>(Where?)                 | Quando?<br>(When?) | Por quê?<br>(Why?)                         | Como?<br>(How?)                      | Quanto?<br>(How<br>Much?)                  |
|---|-----------------|-----------------------------------|--------------------|--|--------------------------------------|--|
| Instalar luminárias com a taxa de lux ideal | Diego           | Nos setores de injeção e montagem | Janeiro/2023       | Para prevenir possíveis problemas de saúde | Substituindo as lâmpadas irregulares | R\$1.500,00 + M.O (Mão de Obra) da Empresa |

FONTE: AUTORES (2022).

Para solucionar a causa **tipo de lâmpada não adequada**, sugere-se como plano de ação a compra de novas lâmpadas com luminosidade ideal para cada tipo de trabalho feito a fim de garantir a saúde dos funcionários e uma iluminação adequada para garantir um trabalho eficiente. Para trabalhos de inspeção, a solução é aderir lâmpadas com 750 a 1000 lumens, já para trabalhos no setor de injeção, uma iluminação de 300 lumens sobre a bancada deve ser satisfatória para a atividade exercida. O valor definido para este plano de ação é de R\$1.500,00 para todas as 71 lâmpadas de led que foram escolhidas, a qual se pode observar na figura 12 o seu modelo de exemplo, suas dimensões são as mesmas conforme da nova bancada proposta.

FIGURA 10 – LÂMPADA LED TUBO



FONTE: YAMAMURA LTDA (2022).

### 4.3 RESULTADOS ESPERADOS

Para a última etapa **CONTROLAR** da metodologia DMAIC, foi utilizado com o objetivo de garantir que a empresa continue explorando a melhoria contínua do processo. Após todo o trabalho, colocar o plano de ação em prática, é fundamental monitorar o desempenho e os resultados alcançados.

Conforme apresentado neste presente trabalho, foi organizado no espaço da empresa onde o fluxo era grande de pessoas, melhorar o ponto principal do projeto, sendo a questão da saúde dos colaboradores, pois utilizando o aplicativo ferramentas inteligentes para medir a quantidade de lumens expostos nas bancadas, se percebe que as lâmpadas utilizadas nas bancadas eram consideradas fortes e inadequadas, com isso, a iluminação excessiva segundo Jordão (2019) provoca uma maior evaporação da película lacrimal, o que causa um *déficit* na lubrificação dos olhos, portanto a equipe da pesquisa focou em sanar a dificuldade mostrada pela

empresa e assim prevenir que os colaboradores sejam afastados por doenças, como irritações nos olhos, dores de cabeça, cansaço visuais, entre outras.

Com isso o projeto alcançou as expectativas e as necessidades, sendo assim apresentando resultados positivos, por ser simples e funcional, com as melhorias e customizações, podendo ser implantado dentro da companhia.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS



O âmbito profissional, na maioria das vezes, é o espaço físico em que os trabalhadores ocupam e direcionam seu maior tempo de amenidade e atividade. Manter esse ambiente organizado, confortável e produtivo é um desafio necessário a ser enfrentado pelas companhias. O motivo disso, é como a ergonomia impacta na execução de projetos, saúde (física e mental) e desempenho dos colaboradores. Pode-se destacar que o impacto a longo prazo da má iluminação seja o aumento de números de acidentes, pois como não se obtém de uma iluminação adequada, o operador tem facilidade em errar ao sair da bancada, existem os problemas de saúde, como irritação nos olhos, cansaço visual, problemas de pele e distúrbio emocional, dentre outros.

Com base nas informações obtidas no estudo de proposta de layout ergonômico e iluminado para a empresa, pôde-se notar diversos déficits com que diz respeito ao ambiente arquitetônico. Lâmpadas e móveis mal posicionados, falta de padronização das iluminações são exemplos mais evidentes dentre outros problemas apresentados.

Ademais, através da ferramenta brainstorming e análise elencada dos problemas supracitados, a solução para o mau aproveitamento de espaço, é alinhar a disposição das bancadas de maneira que o fluxo de pessoas seja mais fluído. Conforme orçamento realizado na empresa E-LIT comercio de produtos mecatrônicos LTDA, para as 71 bancadas novas no valor de R\$2.574,95 (unidade), sairia no valor de R\$182.819,32 como preço final, porém fechando o contrato com esta empresa, eles realizam um desconto de R\$24.844,32 e com isso tendo um investimento total de R\$159.475,00 pois precisa-se tem em conta o valor das 71 lâmpadas necessárias para essas bancadas a qual têm o de R\$1.500,00. Determinar um ponto fixo das lâmpadas é essencial para sanar a falta de luminosidade ampla e equitativa no ambiente. Além da implementação da NR 17 e NBR 5413 para adequação da intensidade e luminosidade às quais as pessoas são expostas, podendo causar problemas na produtividade e até mesmo, na visão do exposto.

Espera-se que o estudo supracitado possa contribuir para com a implementação e ou o reforço de reconhecer a ergonomia como fator indispensável nas indústrias, comércios etc. E que de maneira indubitável, a ausência dessa preocupação, ocasiona a insalubridade do ambiente de trabalho e consequentemente, o mal-estar do trabalhador.

## 6. PRÓXIMO DESAFIO

Considerando o presente trabalho desenvolvido até o momento, para sugestão de melhoria e atender as necessidades propostas para a empresa, futuramente podendo fazer novas alterações, sendo assim sugere-se um replanejamento da estrutura da iluminação da fábrica, visto que na segunda visita à fábrica foi percebido uma má iluminação entre o espaço de circulação entre as bancadas e máquinas injetoras, especificamente no setor de injeção. Com o novo planejamento das bancadas que foi proposto pela equipe, o espaço disponível para circulação seria de certa forma maior e, entre a disposição de bancada – máquina injetora, cria-se ainda mais a necessidade de uma iluminação voltada para a circulação, tanto para segurança de tráfego entre as máquinas tanto para maior visibilidade.

Com o maior consumo de energia, visto que serão instalados mais luminárias pela fábrica, surge-se outra proposta e pensando no futuro da empresa em busca de uma melhor alternativa em questão da sustentabilidade, sugere-se investir em um método chamado de energia verde, onde a mesma serve para gerar impactos mínimos ao meio ambiente, portanto inserir a sustentabilidade na rotina dos empreendimentos não é mais uma novidade, ou seja, é algo que tem sido cada vez mais prioritário por empresários mundo afora, incluindo o Brasil, pois nesse novo modelo de energia verde existe três vantagens principais para a empresa, sendo o estímulo pela a cultura de inovação e preservação, o fortalecimento da marca no mercado e para uma maior economia da empresa.

## 7. REFERÊNCIAS

ABNT NBR; ISO/CIE. **Iluminação de ambientes de trabalho parte 1**: interior, 2013.

**ABNT NBR 5413**. Iluminância de interiores, 1992.

ALU-CEK, Indústria e Comércio LTDA (Estruturas Modulares). **Bancada de Trabalho com Lampadas Fluorescentes**, 2022. Disponível em: <<https://loja.alu-cek.com.br/produto/bancada-de-trabalho-com-lampadas-fluorescentes/>>. Acesso em: 07 novembro 2022.

ALVES, Priscila Moreira. **Aplicação da NR 17 em uma enfermaria de uma Santa Casa de Misericórdia**: um estudo de caso. 2010. 70 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, 2010.

BALBINOTTI, Giles Cesar. **A ergonomia como princípio e prática nas empresas**: Uma metodologia de desdobramento das diretrizes para a questão ergonômica, um estudo de caso. Curitiba: Genesis, 2003.

BARROS, A. J.S.; LEHFELD, N. A. S.; **\*Fundamentos da metodologia científica.\*** São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

BAUER, M. W., Gaskell, G. (2017). **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: Um manual prático**. Brasil: Editora Vozes.

CANDELORO, Raúl. **Não Tenha Dúvidas: Método 5W2H**, 2008. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/artigos/negocios/nao-tenha-duvidas-metodo-5w2h/26583/>>. Acesso em: 30 agosto 2022.

CARREIRA, Dorival. **Organização, sistema e métodos**: ferramentas para racionalizar as rotinas de trabalho e a estrutura organizacional da empresa/ 2. Ed. - São Paulo: Saraiva, 2009

CHIAVENATO, Idalberto. **Administração da produção**: uma abordagem introdutória. Rio de Janeiro: Elsevier. 2005.

CHIAVENATO, Idalberto. **Gestão de pessoas**; segunda edição. Rio de Janeiro, RJ, 2005.

CORRÊA, Vanderlei Moraes; BOLETTI, Rosane Rosner. **Ergonomia**: Fundamentos e aplicações. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

DANIELLOU, François et al. **A ergonomia em busca de seus princípios**: debates epistemológicos. São Paulo: Edgard Blücher, 2004.

DAVIS, Louis E. e WACKER, Gerald J.: **“Job Design” in SALVENDY, Gavriel: Handbook of Industrial Engineering**, Nova Iorque, John Wiley, 1982.

**Eletricidade, Magnetismo e Circuitos**. Copyright c 2009-2013 Jaime E. Villate Versão: 7 de janeiro de 2014

ESCOBAR, Jefferson. **DMAIC**. Kaizen Institute, 2010.

FELIX, John Hebert Silva. **Como Escrever Bem**: Projeto de Pesquisa e Artigo Científico. Brasil, Editora Appris, 2018.

FERREIRA, J.C.E; REAES, P.A. **Performance comparison of the virtual cell layout with cellular and job shop configurations using simulation and design of experiments**. In: *9th IEEE International Conference on Automation Science and Engineering*. IEE CASE, Madison, Wisconsin, EUA: IEEE Robotics and Automation Society, p.795-800, 2013.

FERREIRA, N. **Tópicos em Ergonomia e Segurança do Trabalho**. 1. ed. Belo Horizonte: Poisson. 2017.

FREITAS, Menildo Jesus de Sousa; RESENDE, Nourival de Sousa Filho. **Custos de manutenção**: competência e racionalidade na gestão de recursos objetivando maior competitividade, 2005. Disponível em: <<https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/download/2207/2207>>. Acesso em: 28 setembro 2022.

FRESTEIRO, Rosalia Holzchuh. **A influência da iluminação nos ambientes acessíveis – Identificando barreiras**. In: ORNSTEIN, Sheila Walbe (Org.); ALMEIDA PRADO, Adriana Romeiro de (Org.); LOPES, Maria Elisabete (Org.). **Desenho universal**: caminhos da acessibilidade no Brasil São Paulo: Annablume, 2010.

Fundamentos de eletricidade / Kelly Vinente dos Santos. – Manaus: Centro de Educação Tecnológica do Amazonas, 2011.



DEAECTO, Grace S. **Eletricidade Aplicada no Instituto de Ciência e Tecnologia / UNIFESP**, Brasil, 2012.

HELMANN, K. S.; MARAVIESKI, V. C.; HATAKEYAMA, K.; MARÇAL, R. F. M. **Controle dos custos da manutenção e aplicação de técnicas preventivas e preditivas para aumento do desempenho produtivo**: um estudo de caso, 2006. Disponível em: <[https://simpep.feb.unesp.br/anais/anais\\_13/artigos/157.pdf](https://simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/157.pdf)>. Acesso em: 17 outubro 2022.

ILDA, Itiro; GUIMARÃES, Lia Buarque de Macedo. **Ergonomia projeto e produção**. 3 Ed. São Paulo: Bucher, 2016.

JORDÃO, Patrícia. **Entenda como a iluminação do ambiente afeta a saúde da equipe**, 2019. Disponível em: <<https://c4m.com.br/entenda-como-a-iluminacao-do-ambiente-afeta-a-saude-da-equipe/#:~:text=J%C3%A1%20a%20ilumina%C3%A7%C3%A3o%20excessiva%2C%20por,lacri-mejamento%2C%20irrita%C3%A7%C3%A3o%20ocular%20e%20vermelhid%C3%A3o>>. Acesso em: 07 novembro 2022.

KARDEC, Alan; NASCIF, Julio. **Manutenção: Função estratégica**. 3. Ed. Rio de Janeiro: *Qualitymark*, 2009.

MARÇULA, Marcelo. **Eletricidade aplicada – corrente contínua**, 2016. Disponível em: <[https://www.academia.edu/40579311/ELETRICIDADE\\_APLICADA\\_CORRENTE\\_CONT%3%8DNUA\\_PROF\\_MARCELO\\_MAR%C3%87ULA?sm=b](https://www.academia.edu/40579311/ELETRICIDADE_APLICADA_CORRENTE_CONT%3%8DNUA_PROF_MARCELO_MAR%C3%87ULA?sm=b)>. Acesso em: 19 outubro 2022.

MARIETTO, Marcio L. **Observação participante e não participante**: contextualização teórica e sugestão de roteiro para aplicação dos métodos, 2018. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/journal/3312/331259758002/html/>>. Acesso em: 24 agosto 2022.

MARTINS, G. de A.; THEÓPHILO, C. R. **Metodologia da investigação científica para ciências sociais aplicadas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2016.

MARTINS, Thayna Souza Coelho.; LAZARIN, Daniel França. **A Aplicação de Ferramentas da Qualidade em uma Empresa do Setor Terciário**. XLI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2021.

MEIRA, R. C. **As ferramentas para a melhoria da qualidade**. Porto Alegre: SEBRAE, 2003.

MONIZ, António. **Concepção de postos de trabalho em novos sistemas produtivos: o exemplo da robótica industrial**. 1993.

Mouta, Carla Sofia Pereira. **Gestão da manutenção**. Diss. Universidade da Beira Interior (Portugal), 2011.

MUTHER, R. **Planejamento do layout**: sistema SLP. São Paulo: Edgard Blucher, 1986.

OHNO, Taiichi. **O sistema Toyota de produção**: além da produção em larga escala, 1 ed. Porto Alegre: Bookman, 1997.

ORIBE, Claudemir Y. **Diagrama de Árvore**: a ferramenta para os tempos atuais. Banas Qualidade, São Paulo: Editora EPSE, ano XIII, n. 142, março 2004, p. 78-82.

PANDE, P. S.; NEUMAN, R. P.; CAVANAGH, R. R. **Estratégia seis sigma**: como a GE, a Motorola e outras grandes empresas estão aguçando seu desempenho. Rio de Janeiro: *Qualitymark*, 2001.

PAOLESCHI, Bruno. **Logística Industrial Integrada – Do planejamento, produção, custo e qualidade à satisfação do cliente**. 1 Edição – São Paulo: Érica.2008.

PAZZETTO, V.M. **Pesquisas na Internet**: uma abordagem através da metodologia. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. 2003.

PINHEIRO, A. K. da S.; FRANÇA, M. B. A. **Ergonomia aplicada à anatomia e à fisiologia do trabalhador**. Goiânia: AB Editora Ltda,2006.

ROSA, Mislene Aparecida Gonçalves; QUIRINO, Raquel. **Ergonomia, saúde e segurança no trabalho**: interseccionalidade com as relações de gênero. CIENTEC-Revista de ciência, Tecnologia e Humanidades do IFPE, v.9,n.3, 2018.

SAMPAIO, Keila R. A.; BATISTA, Valmir. **Análise ergonômica do trabalho (AET) no ambiente de escritório**: um estudo de caso em uma empresa na cidade Manaus-AM, 2021. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/download/16478/15136/216061>>. Acesso em: 17 outubro 2022.

SANTOS, Cassio Guimarães dos. "**Determinação e otimização de vida útil em eixos rotativos através da aplicação de técnicas de análise de elementos finitos**: uma abordagem voltada à manutenção preditiva e engenharia de manutenção." (2018).

SCHIAVON, A. (2017). **Criatividade**: seu guia de criatividade em publicidade e propaganda [livro eletrônico] /Adriana Schiavon. Curitiba: InterSaberes. (série Mundo da Publicidade e propaganda) 2Mb; PDF

SHIKDAR, Ashraf A.; SAWAQED, Naseem M. **Ergonomics, and occupational health and safety in the oil industry: A managers' response**. *Computers and Industrial Engineering*, v. 47, n. 2–3, p. 223–232, 2004.

SINKE, D.S. e TUTTLE, T.C. **Planejamento e Medição para a Performance**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1993

SLACK, Nigel. CHAMBERS, Stuart. JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. Traduzido por Teresa Corrêa de Oliveira, Fábio Alher; revisão técnica Henrique Luiz Corrêa – 2. Ed. – São Paulo: Atlas, 2009.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 3.ed. São Paulo. Editora Atlas, 2008.

SMITH, R. Red, Green, **Blue: A Speedy Process for Sorting Brainstorm Ideas**. 2020.

SUBPLAN. **Curso para gestão de processos**: módulo I – mapeamento e melhoria de processos do MP-PR, 2014. Disponível em: <[https://planejamento.mppr.mp.br/arquivos/File/gerenciamento\\_de\\_processos/modulo\\_1\\_oficina\\_3\\_reuniao\\_6\\_com\\_fotos.pdf](https://planejamento.mppr.mp.br/arquivos/File/gerenciamento_de_processos/modulo_1_oficina_3_reuniao_6_com_fotos.pdf)>. Acesso em: 07 setembro 2022.

THERJ, A Fábrica de Carrinhos Inox. **Bancada de trabalho em inox com ajuste eletrônico de altura**, 2022. Disponível em: <<https://www.therj.com.br/bancada-de-trabalho-em-inox-com-ajuste-eletronico-de-altura>>. Acesso em: 07 novembro 2022.

TUDESCO, Ana P. K.; ZIZEMER, Vitor A. S.; SANTOS, Carla L. S.; AMARAL, Fernando G. **A integração da análise ergonômica do trabalho (AET) e análise hierárquica da tarefa (HTA) – estudo de caso em uma indústria de tintas**, 2013. Disponível em:

<<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/196515/000903887.pdf?sequence=1>>.  
Acesso em: 17 outubro 2022.

VALLE, Cyro Eyer do. **Implantação de indústrias**. Livros Técnicos e Científicos Editora, 1975.  
VEIGA, R. S; POLACINSKI, É.; SILVA, V. B.; TAUCHEN, J.; Pires, M. R. (2013). **Implantação dos 5Ss e proposição de um SGQ para uma indústria de erva-mate**. Revista ADMPG, 6(1).

VIEIRA, André Filho. **Eletricidade aplicada**, 2018. Disponível em:  
<<http://repositorio.idaam.edu.br/jspui/handle/prefix/110>>. Acesso em: 29 setembro 2022.

WEISS, A.E. **Key business solutions: essential problem-solving tools and techniques that every manager needs to know**. Grã-Bretanha: *Pearson Education Limited*, 2011.

YAMAMURA. **Lâmpada led tubo t8 9w 4000k 900lm**, 2022. Disponível em:  
<<https://www.yamamura.com.br/lampada-led-tubo-t8-9w-4000k-900lm-p8849579-p267>>. Acesso em: 10 novembro 2022.