



**ARTUR LAGROTA ANTUNES**  
**BETHÂNIA LOPES RESENDE**

**OTIMIZAÇÃO DE PROCESSO EM UMA CÉLULA PRODUTIVA NA INDÚSTRIA  
AUTOMOTIVA**

**LAVRAS – MG**  
**2023**

**ARTUR LAGROTA ANTUNES**  
**BETHÂNIA LOPES RESENDE**

**OTIMIZAÇÃO DE PROCESSO EM UMA CÉLULA PRODUTIVA NA INDÚSTRIA  
AUTOMOTIVA**

Trabalho de Conclusão de Curso, em concepção básica, apresentado à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Mecânica, para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Fábio Lúcio Santos  
Orientador

**LAVRAS – MG**  
**2023**

**ARTUR LAGROTA ANTUNES  
BETHÂNIA LOPES RESENDE**

**OTIMIZAÇÃO DE PROCESSO EM UMA CÉLULA PRODUTIVA NA INDÚSTRIA  
AUTOMOTIVA  
PROCESS OPTIMIZATION IN A PRODUCTION CELL IN THE AUTOMOTIVE  
INDUSTRY**

Trabalho de Conclusão de Curso, em concepção básica, apresentado à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Mecânica, para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 9 de março de 2023

Dr. Fábio Lúcio Santos UFLA

Dr(a). Joelma Rezende Durão Pereira UFLA

Prof. Dr. Fábio Lúcio Santos  
Orientador

**LAVRAS – MG**

2023

## **AGRADECIMENTOS**

Aos nossos familiares, que suportaram nossas ausências enquanto estudávamos, que nos apoiaram financeiramente para nos dar a oportunidade de tempo para estudar.

Aos amigos que foram compreensíveis sobre nossos tempos livres e foram acessíveis ao se adequarem às nossas limitações. Nos ajudaram durante todo o curso, seja dando uma palavra de apoio ou fazendo companhia ao longo dos dias.

Ao nosso orientador Fábio Lúcio Santos que dedicou seu precioso tempo e paciência a nos orientar, respondendo claramente e objetivamente nossas perguntas o que nos auxiliou no nosso desenvolvimento pessoal.

A equipe acadêmica da UFLA que nos proporciona o suporte intelectual e estrutura para a nossa evolução. Dos mestres professores que sempre estiveram disponíveis e preparados para nos instruir nesta nossa jornada de aquisição de conhecimentos.

“Algo está errado se os trabalhadores não olham em volta todos os dias, encontram coisas que são tediosas ou chatas e depois reescrevem os procedimentos. Mesmo o manual do mês passado deve estar desatualizado.” (Taiichi Ohno)

## RESUMO

Neste trabalho foram abordados os conceitos de *Lean Manufacturing* e a sua aplicação em uma célula produtiva de uma indústria automotiva da cidade de Lavras - MG. A aplicação dos conceitos e ferramentas do *Lean Manufacturing* visa melhorar o desempenho dos sistemas produtivos através da redução dos desperdícios, sendo considerados desperdícios todas as atividades que não agregam valor ao produto, na perspectiva do cliente. Em uma economia globalizada, com mercados cada vez mais competitivos, a melhoria contínua se torna uma necessidade absoluta para o desenvolvimento dos negócios. No âmbito deste projeto foram utilizadas as ferramentas *Value Stream Mapping* (VSM), para identificação das atividades que acrescentam valor dentro do sistema produtivo, ajudando na identificação dos desperdícios, a ferramenta 5S's, a gestão visual e a padronização dos métodos, tendo como suporte a elaboração de mapas de processos internos de produção, análise dos procedimentos operacionais, elaboração dos fluxogramas dos processos e um brainstorming com os operadores e técnico de segurança industrial. Na sequência, verificou-se presencialmente a execução das atividades na fábrica como forma de validar os resultados obtidos nas análises e o levantamento dos itens necessários no posto de trabalho para a execução das tarefas. Adiante, foi estudada a sinalização e segurança aplicável ao ambiente de trabalho. Como resultado foram propostas melhorias nos processos, incluindo a construção do novo layout da célula produtiva. Por fim, foi alcançada uma redução significativa de atividades sem valor agregado, aumentando a eficiência do sistema produtivo e tornando a empresa mais competitiva.

**Palavras-chave:** *Lean Manufacturing*. Redução. Desperdícios. *Value Stream Mapping*. Segurança.

## ABSTRACT

This work will address the concepts of *Lean Manufacturing* and its application in a production cell of an automotive industry in the city of Lavras - MG. The application of *Lean Manufacturing* concepts and tools aims to improve the performance of production systems by reducing waste, considering all activities that do not add value to the product from the customer's perspective. Continuous improvement is necessary for business development in a globalized economy with increasingly competitive markets. Within the scope of this project, the following tools were used to identify activities that add value within the production system, Value Stream Mapping (VSM) helping to identify waste, the 5S's tool, visual management and standardization of methods, supported by the elaboration of internal production processes maps, analysis of operational procedures, elaboration of process flowcharts and an interview with operators and industrial safety technician. Next, the execution of activities on the factory floor was verified to validate the results obtained in the analyses and the survey of the necessary items at the workstation to carry out the tasks. Further, the signaling and safety applicable to the work environment was studied. As a result, process improvements were proposed, including the construction of a new production cell layout. Finally, a significant reduction in activities without added value was achieved, increasing the efficiency of the production system and making the company more competitive.

**Keywords:** Lean Manufacturing. Reduction. Waste. Value Stream Mapping. Safety.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Bancada principal.....	29
Figura 2 - Bancada de medição .....	29
Figura 3 - Armário dos mordentes.....	30
Figura 4 - Vista longitudinal do posto de trabalho .....	33
Figura 5 - Vista lateral do posto de trabalho .....	33
Figura 6 - Movimentação de carga elevadas .....	34
Figura 7 - Value Stream Map .....	36
Figura 8 - Fluxograma de Setup .....	37
Figura 9 - Fluxograma do processo de corte .....	38
Figura 10 - Fluxograma de lavagem.....	39
Figura 11 - Fluxograma de escariação.....	39
Figura 12 - Fluxograma de medição.....	40
Figura 13 - Fluxograma de manutenção autônoma .....	41
Figura 14 - Diagrama de deslocamento de manutenção autônoma - Atual.....	48
Figura 15 - Diagrama de deslocamento de manutenção autônoma - Proposto .....	49
Figura 16 - Diagrama de deslocamento de Setup - Atual.....	50
Figura 17 - Diagrama de deslocamento de Setup - Proposto .....	50
Figura 18 - Diagrama de deslocamento de lavagem e registros - Atual.....	51
Figura 19 - Diagrama de deslocamento de lavagem e registros - Proposto .....	52
Figura 20 - Diagrama de deslocamento de retirada de sobras de matéria-prima .....	53
Figura 21 - Bancada principal – Vista em perspectiva e frontal .....	55
Figura 22 - Bancada de medição – Vista em perspectiva e frontal .....	56
Figura 23 - Bancada de mordentes – Vista em perspectiva e frontal .....	57
Figura 24 - Exemplo de sinalização de emergência .....	61
Figura 25 - Exemplo de sinalização de perigo .....	61
Figura 26 - Exemplo de sinalização de obrigação .....	61
Figura 27 – Posicionamento dos equipamentos no posto de trabalho.....	62
Figura 28 – Vista em perspectiva do posto de trabalho.....	63
Figura 29 - Vista frontal do posto de trabalho.....	64
Figura 30 - Vista lateral direita do posto de trabalho .....	64
Figura 31 - Vista lateral esquerda do posto de trabalho .....	65
Figura 32 - Vista superior do posto de trabalho .....	66

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
1.1	Objetivo geral .....	13
1.2	Objetivos específicos.....	13
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>14</b>
2.1	Principais ferramentas do Lean.....	15
2.1.1	Mapeamento do fluxo de valor - Value Stream Mapping (VSM).....	15
2.1.2	Metodologia 5S .....	16
2.1.3	Just in time.....	17
2.1.4	Gestão visual .....	17
2.1.5	KANBAN.....	17
2.1.6	KAIZEN .....	18
2.2	Os sete tipos de desperdícios.....	19
2.2.1	Superprodução.....	19
2.2.2	Movimentação.....	20
2.2.3	Transportes .....	20
2.2.4	Super processamento .....	20
2.2.5	Estoques.....	20
2.2.6	Defeitos .....	21
2.2.7	Esperas .....	21
2.3	Práticas sustentáveis.....	21
2.3.1	Estratégias Lean and Green .....	22
2.3.2	Disposição de produtos não conformes .....	23
2.4	Vantagens da aplicação do Lean Manufacturing na indústria .....	24
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>25</b>
3.1	Mapeamento do Processo .....	25
3.1.1	Análise dos documentos .....	25
3.1.2	Análise do fluxo de processos .....	26
3.1.3	Brainstorming com os operadores e técnico de segurança industrial .....	27
3.1.4	Verificação dos processos .....	28
3.2	Organização do posto de trabalho .....	28
3.3	Segurança Industrial.....	31
3.3.1	Levantamento dos perigos .....	31

3.3.2	Levantamento dos equipamentos de segurança .....	31
3.3.3	Adequação com as normas de segurança .....	31
3.3.4	Demarcações operacionais.....	32
3.4	Organização do layout .....	32
3.4.1	Análise da planta .....	32
3.4.2	Levantamento dos equipamentos.....	34
3.4.3	Elaboração do Layout.....	35
3.5	Determinação de dados qualitativos e quantitativos.....	35
4	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	36
4.1	Mapeamento do Processo .....	36
4.1.1	Value Stream Mapping.....	36
4.1.2	Análise do fluxo de processos .....	37
4.1.3	Brainstorming com o operador e o técnico de segurança.....	41
4.1.4	Verificação dos processos .....	47
4.2	Organização do posto de trabalho .....	54
4.2.1	Organização das bancadas .....	54
4.3	Segurança Industrial.....	57
4.3.1	Levantamento dos Perigos Existentes no Posto de Trabalho.....	57
4.3.2	Análise dos EPI's utilizados .....	59
4.3.3	Sinalização de segurança .....	60
4.4	Organização do novo layout .....	62
4.4.1	Alocação dos itens necessários no posto de trabalho.....	62
4.4.2	Layout otimizado.....	63
5	<b>CONCLUSÃO</b> .....	67
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	68

## 1 INTRODUÇÃO

Este trabalho descreve como a implantação dos conceitos do *Lean Manufacturing* auxiliam na otimização de processos em uma indústria automotiva, visto que a célula produtiva, objeto de estudo, necessita de melhorias como padronização, gestão visual e segurança. Com esse estudo foi possível contribuir com o aperfeiçoamento dos processos, nas tarefas diárias dos colaboradores e demonstrar a importância de se ter um ambiente de trabalho seguro.

Tal abordagem se justifica para que ocorra a diminuição de desperdícios, de operações desnecessárias, redução de tempo, a fim de se obter uma melhoria na utilização de recursos, mão de obra qualificada, custos, execução de atividades e atender as exigências com um valor agregado nos produtos.

É importante ressaltar a contribuição que o *Lean Manufacturing* tem para as células produtivas; com a produção enxuta é possível analisar todas as etapas de um processo produtivo, utilização de equipamentos e maquinários, auxiliar na estruturação da organização, eliminar as execuções irrelevantes, sempre em busca da melhoria contínua, satisfação de clientes e lucratividade (RAGO, 2003).

O objetivo deste estudo foi demonstrar que com a utilização de metodologias do Lean é possível ter um processo mais eficiente, evitar perdas, desperdícios e tornar a manufatura enxuta, com foco em uma indústria do ramo automotivo.

Este intento foi conseguido mediante estudo de caso, pesquisa de campo, ao qual foi possível a compreensão das atividades diárias, os problemas enfrentados pelos colaboradores e a verificação de possíveis melhorias na célula produtiva, além da padronização de funções. Para estruturação do trabalho as pesquisas bibliográficas, artigos, monografias e teses auxiliaram para um melhor conhecimento do tema abordado, além de pesquisa exploratória a qual foi possível realizar questionamentos aos colaboradores do ambiente onde o estudo foi realizado.

## 1.1 Objetivo geral

Neste trabalho foram abordados os conceitos de *Lean Manufacturing* e a sua aplicação em uma célula produtiva de uma indústria automotiva da cidade de Lavras - MG.

## 1.2 Objetivos específicos

No que diz respeito aos objetivos específicos, o projeto buscou:

- Aumentar a produtividade do sistema;
- Otimizar o posto de trabalho;
- Melhorar a segurança do ambiente;
- Definir uma padronização de toda a célula produtiva.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

A Produção Enxuta surgiu no Japão, no período pós Segunda Guerra Mundial, na *Toyota Motor Company*. Com o país devastado pela guerra, os recursos para realizar altos investimentos necessários para a implantação da produção em massa, era escasso. Utilizar do sistema implantado por Henry Ford e General Motors, era algo quase impossível. Além disso, no país existiam outras séries de problemas e desafios, como: mercado interno limitado e demandando uma grande variedade de produtos; mão-de-obra organizada, empresas do setor interessadas em ingressar no Japão, etc.

Devido a esses fatores, surgiu a necessidade de criar um novo modelo, surgindo, assim, o Sistema Toyota de Produção ou Manufatura Enxuta (*Lean Manufacturing*), estruturado por Taiichi Ohno, vice-presidente da Toyota. O propósito era fazer um sistema que aumentasse a eficiência da produção, totalmente focado na eliminação contínua de desperdícios (ALBINO, 2010).

No final da década de 1980, o termo *Lean* foi estabelecido em um projeto de pesquisa no Massachusetts Institute of Technology (MIT) que conduziu um estudo da indústria automotiva mundial para identificar as melhores práticas do setor. O estudo demonstra os pontos fortes da Toyota no desenvolvimento de produtos e relacionamento com clientes e fornecedores, com a empresa desenvolvendo um novo sistema de gestão avançado. O termo *Lean Manufacturing* ou *Lean Production* é usado para definir este novo sistema de produção que é mais eficiente, ágil, flexível e inovador do que a produção em massa (HINO, 2009).

De acordo com Rago (2003), o *Lean Manufacturing* inclui uma série de processos flexíveis que possibilitam a produção com o menor custo e elimina perdas; além de entregar produtos aos clientes com prazos de entrega menores, o sistema produtivo permite que a empresa seja capaz de fabricar uma variedade de produtos para pedidos específicos.

A manufatura enxuta é baseada na eliminação completa de desperdícios, e nas principais características do método, como seus dois pilares (*Just-in-Time* e Automação ou *Jidoka*), e outros componentes importantes do sistema.

*Just in time* traduzido para o português significa "na hora certa" e, portanto, refere-se à entrega aos clientes, sem criar estoques ou atrasos, o que significa diretamente produtividade e lucratividade (OHNO, 1997).

*Jidoka* é um termo japonês que no mundo da manufatura enxuta significa transferir a inteligência humana para as máquinas. Dessa forma, o próprio sistema pode identificar possíveis anomalias no processo e interrompê-lo. Os aplicativos *Jidoka* fornecem às máquinas

e operadores a capacidade de detectar quando ocorrem anomalias para parar, evitando que produtos defeituosos causem desperdício e superprodução (OHNO, 1997).

O Ohno (1997) conceitua Manufatura enxuta como a maneira de eliminar desperdícios e elementos desnecessários para reduzir custos; e menciona também, que a ideia básica é produzir apenas o desejado, no tempo necessário e a quantidade requisitada.

De acordo com Shinohara (1988) é preciso procurar uma técnica de produção que utilize o mínimo de equipamentos e mão de obra para produzir um produto sem defeitos no menor espaço de tempo, com o mínimo de unidades intermediárias, para assim, entender todo e qualquer elemento que não contribua para o serviço como um desperdício de qualidade, preço ou prazo. Gestão, P&D, produção, distribuição e todos os departamentos da empresa fazem esforços conjuntos para eliminar todos os desperdícios

Enfim, o *Lean Manufacturing* tem como objetivo satisfazer as necessidades do cliente, fornecendo produtos e serviços de alta qualidade, ao custo mais baixo e menor *lead time* possível, além de garantir um ambiente de trabalho seguro.

## **2.1 Principais ferramentas do *Lean***

### **2.1.1 Mapeamento do fluxo de valor - *Value Stream Mapping (VSM)***

O mapeamento do fluxo de valor tem como objetivo identificar os processos que são fundamentais para fazer com que a matéria-prima se transforme no produto final.

O mapeamento do fluxo de valor é a observação direta do fluxo das atividades, visando o melhor desempenho. Com isso, é possível garantir uma visualização do processo fazendo com que os desperdícios fiquem claros, viabilizando uma eficiente análise que auxilia na eliminação dos desperdícios gerais de cada atividade e na otimização do fluxo (FILHO; FERNANDES; GOMES, 2006).

De acordo com um estudo de Andrade, Pereira e Del Conte (2016), onde aplicaram os conceitos do mapeamento do fluxo de valor (VSM) em uma empresa de autopeças da região do ABC paulista. Com o mapeamento do fluxo atual, foi possível identificar os resíduos presentes em uma linha de montagem de discos de embreagem. O estado futuro foi sugerido com melhorias para eliminação de desperdícios e redução do *lead time*, que passou de 60,5 dias para 4,14 dias. Foram feitas simulações utilizando estados atuais e futuros para suportar as melhorias sugeridas, e verificou-se redução de 7% no tempo total de produção, além de aumento de 10% no uso de postos de trabalho. Os resultados mostraram que o VSM aliado à

simulação é uma boa alternativa na tomada de decisão para mudança no processo produtivo (ANDRADE; PEREIRA; DEL CONTE, 2016).

### 2.1.2 Metodologia 5S

Os 5S são uma preparação do ambiente de trabalho para garantir a qualidade. Essa ferramenta tem como objetivo organizar o ambiente de trabalho e padronizar as atividades, tornando-as mais eficientes. Assim, formando um ambiente favorável à saúde física e mental dos colaboradores. Muito além da organização do ambiente de trabalho, a filosofia 5S promove uma mudança comportamental das pessoas, elas compreendem a melhoria contínua, a redução dos desperdícios (OHNO,1997).

No Brasil, o 5 S (cinco palavras em Japonês) foi traduzido para senso de utilização, organização, limpeza, padronização e autodisciplina.

- *Seiri* (Senso de Utilização): Utilizar somente o que é necessário, retirando tudo o que não é necessário ao trabalho do local. Refere-se à prática de verificar todas as ferramentas, materiais, que estão na área de trabalho e manter somente os itens essenciais para realizar o trabalho. Tudo que se considera extra é guardado ou descartado. Desta forma, conduzindo a uma diminuição dos obstáculos à produtividade do trabalho.

- *Seiton* (Senso de Organização): Tudo deve ser claramente indicado, ter local definido e visível de documentos úteis. O processo deve ser feito de forma a eliminar os deslocamentos desnecessários.

- *Seiso* (Senso de Limpeza): Limpeza de equipamentos, mesas, máquinas, bancadas e outros recursos da área de trabalho. O objetivo deste procedimento é notar que a limpeza não é uma atividade eventual realizada quando há desordem, e sim, ser parte do trabalho diário.

- *Seiketsu* (Senso de Padronização): Orientar, conhecer e utilizar componentes padrões e regras já existentes. O controle visual é fundamental para o fácil entendimento de cada norma.

- *Shitsuke* (Senso de Autodisciplina): Entender que o prosseguimento está presente em cada ação do dia a dia. Visto que os 4 S 's mencionados anteriormente tenham sido estabelecidos, transformam-se em uma nova maneira de trabalhar, não permitindo um regresso aos antigos métodos. Contudo, quando surge uma nova evolução ou a decisão de implantação de novas práticas, é recomendável a revisão dos quatro princípios anteriores (OHNO,1997).



### 2.1.3 *Just in time*

O termo “*Just in time*” significa que, durante um processo, as peças corretas indispensáveis para a montagem chegam à linha de montagem quando são necessárias e nas quantidades desejadas. As empresas que constroem esse processo podem atingir estoque zero. Na produção, é possível usar o *just in time*, de forma que todo processo possa receber exatamente o que é necessário, no tempo necessário e na quantidade necessária, os métodos tradicionais de gestão não funcionam bem (OHNO, 1997).

A redução dos desperdícios de estoque deve ser feita através da eliminação das causas geradoras da necessidade de manter os mesmos. Eliminando-se todos os outros desperdícios, reduz-se, por consequência, os desperdícios de estoque. Isto pode ser feito reduzindo-se os tempos de preparação de máquinas e o lead time de produção, sincronizando-se os fluxos de trabalho, tornando as máquinas confiáveis e garantindo a qualidade dos processos.

Segundo Ohno (1997), no sistema de produção enxuta tudo o que não agrega valor ao produto, visto sob os olhos do cliente, é desperdício. Todo desperdício apenas adiciona custo e tempo. Todo desperdício é o sintoma e não a causa do problema.

### 2.1.4 **Gestão visual**

A gestão visual pode ser considerada um sistema de planejamento e controle do processo produtivo e tem como objetivo tornar o posto de trabalho mais simples e intuitivo, reduzindo ou evitando eventuais desperdícios. Assim, toda a organização pode tomar conhecimento do desenrolar dos trabalhos sem necessitar de questionar algum operador em específico. Outra característica é informar os procedimentos de trabalho para a realização de tarefas, desde a ordem sequencial das tarefas até ao tipo de ferramentas utilizadas. Este sistema permite identificar mais rapidamente os desperdícios visto que é feita uma observação contínua e mais próxima dos processos (FUJIMOTO, 1999).

### 2.1.5 **KANBAN**

O termo "*Kanban*" descreve uma ferramenta que controla a produção, onde se é determinando a produção de um lote de peças em um certo posto de trabalho, além do consumo das peças através do uso de cartões (SHINGO, 1989).

Em Japonês, existem diversos significados, como: cartão, símbolo ou painel. Em geral, o *Kanban* é um sistema de controle da produção, com objetivo de minimizar os estoques do material em processo, produzindo lotes pequenos, ou seja, somente o requisitado, com qualidade, produtividade e no tempo correto (SHINGO, 1989).

Para fabricação de novas peças, é necessária uma autorização por meio de cartões *Kanban*. Então, cada lote será armazenado em caixotes contendo um número definido de peças. As peças em caixas padronizadas, juntos com seus cartões, passam pelo centro de produção, por diversas operações de processo até chegar à linha de montagem final, como produto acabado. Além de facilitar a tratativa diretamente com os fornecedores, a principal vantagem com o *Kanban* é a redução do estoque e da quantidade de papel que a fábrica manuseia (HINO, 2009).

#### **2.1.6 KAIZEN**

O *Kaizen* é um termo japonês e significa ‘melhoria’. O conceito do *Kaizen* está ligado à melhoria contínua dos processos, envolvendo todos os níveis da organização. Destaca o uso de metodologias sistemáticas para analisar os problemas crônicos de qualquer processo, desenvolvendo um plano de ação, quebrando os paradigmas instalados e garantindo a implantação da melhoria focando no resultado.

O conceito de *Kaizen* também é focado em melhorias dos diversos ambientes, como melhorias das condições ergonômicas, redução de tempos de certa atividade, prevenção de problemas de qualidade ou manutenção, ou redução de custos e desperdícios (IMAI, 2010).

O Imai (2010) baseia *Kaizen* na filosofia oriental e nos princípios socioculturais e exige o comprometimento de todos os indivíduos da empresa, dos trabalhadores aos gestores. Inclui uma forma de gestão orientada para a maximização da produtividade e rentabilidade e não implica um aumento significativo de custos. As atividades metodológicas envolvem não apenas o processo produtivo, mas também as áreas de marketing, vendas, desenvolvimento, administração e finanças. Os benefícios das empresas ocidentais são: aumento da produtividade sem investimento maciço; custos de produção mais baixos; capacidade de responder às mudanças do mercado e motivação dos funcionários.

Os conceitos *Kaizen* foram usados para identificar as melhorias simples que podem ser implementadas sem muitas despesas, de acordo com o estudo de Ponnambalam e Subramanian (2017). A implementação do *Kobetsu-Kaizen* rendeu bons resultados. A partir dos resultados implementados no estudo de caso verifica-se que o sistema proposto reduz a

taxa de rejeição. A rejeição média foi reduzida em 2,02%. Este trabalho também traz a vantagem de aplicar a ferramenta VSM para minimizar o lead time, o tempo de configuração e o tempo de valor agregado. Os resultados do estudo mostram 60% de melhoria nas atividades sem valor agregado na área fabril por máquina.

Desta forma, mapear e padronizar os processos e atividades, visam a demandar pontos de *Kaizen*, como implementar células para garantir o fluxo contínuo, aumentar a disponibilidade e melhorias na qualidade dos serviços ou tarefas. Entretanto, todos esses pontos devem estar focados em torno das metas específicas de cada fluxo de valor. Esses *Kaizens* devem ser criados a fim de atingir um estado futuro mais eficiente (PONNAMBALAM; SUBRAMANIAN, 2017).

## **2.2 Os sete tipos de desperdícios**

De acordo com Ohno (1997) os desperdícios são todas as atividades que utilizam recursos, mas não contribuem para aumentar o valor do produto entregue ao cliente. Os desperdícios são encontrados nos mais variados tipos de organização e apesar de não agregarem valor ao produto, elevam os custos e chegam ao preço final pago pelo cliente.

De acordo com Shingo (1996), é difícil perceber a ocorrência de problemas nos sistemas produtivos sob as condições normais de trabalho, se tornando de extrema dificuldade a percepção dos desperdícios. Estes são vistos como eventos normais dentro dos processos. O autor ainda afirma que as perdas mais significativas são normalmente imperceptíveis. Adicionalmente, os desperdícios podem afetar a disponibilidade e qualidade dos produtos fornecidos.

### **2.2.1 Superprodução**

O desperdício está diretamente relacionado com a produção de quantidades superiores às realmente necessárias ou antes do momento em que serão incorporadas ao produto, gerando níveis de estoque desnecessários que demandam controles adicionais e área de estocagem adequada para evitar a deterioração dos produtos. Devido a estes fatores, este desperdício é normalmente considerado o mais crítico (SHINGO, 1997).

### **2.2.2 Movimentação**

Os movimentos desnecessários dos operadores durante a execução das operações são um fator de desperdício, pois não agregam valor ao produto. Geralmente gerado pela falta de padronização do processo, bem como inadequado dimensionamento e organização dos postos de trabalho (OHNO, 1997).

### **2.2.3 Transportes**

A perda por transporte é fundamentada no deslocamento de materiais que geram gasto de tempo e de recursos. Que por sua vez faz-se necessários somente por restrições do processo e das instalações, que requerem distâncias a serem cursadas pelo material no decorrer do processamento, sem agregar valor. Este tipo de desperdício pode ter como causa a existência de um *layout* inadequado, apresentando distâncias muito grandes a serem percorridas pelos materiais (WERNKE; BORNIA, 1999).

### **2.2.4 Super processamento**

Resulta da aplicação de operações não necessárias à execução do produto. Podendo ser resultado da utilização de equipamentos inadequados tecnicamente para a execução da operação, ou ainda a necessidade de retrabalhos dentro do ciclo produtivo (OHNO, 1997).

### **2.2.5 Estoques**

As perdas de estoque referem-se em desperdício de investimento e espaço, acarretando custos associados a transportes, armazenamento e até mesmo ao dano dos materiais estocados. Pode ser causado por fatores externos à organização, como longos prazos de entrega de alguns materiais, ou ainda atrasos sistemáticos por parte dos fornecedores. Este desperdício acarreta um maior volume de recursos financeiros aplicados no processo produtivo, que poderia estar sendo melhor aplicados pela empresa (WERNKE; BORNIA, 1999).

### **2.2.6 Defeitos**

O desperdício resulta de produtos que não estejam em conformidade com as especificações técnicas e/ou expectativas dos clientes, sendo considerados, produtos defeituosos ou não conformes. Os produtos não conformes podem demandar operações de retrabalho, reparo, ou serem considerados sucata, sendo de extrema importância a identificação das causas e a implementação efetiva das ações corretivas que virão a evitar a recorrência dos defeitos. Em todos estes casos são imputados custos adicionais ao processo de produção, normalmente denominados custos da não qualidade (OHNO, 1997).

### **2.2.7 Esperas**

Este se faz presente quando são verificados períodos de inatividade num determinado processo. Estes períodos podem estar relacionados, como por exemplo, pela espera do operador pela máquina em manutenção, espera por falta de matéria-prima, ocorre também quando peças que passaram por determinado processo ficam aguardando todas as outras peças do lote para seguirem para próxima operação. Assim sendo, enquanto as pessoas, os equipamentos e os produtos estão no processo de espera, esses recursos inativos não agregam valor ao cliente (BORNIA, 1995).

## **2.3 Práticas sustentáveis**

De acordo com o estudo de Iranmanesh et al. (2019) buscaram identificar a relação entre as práticas de manufatura enxuta e o desempenho sustentável das empresas manufatureiras na Malásia, considerando a cultura enxuta como moderadora. As descobertas mostram que processos e equipamentos, design de produtos, relacionamentos com fornecedores e relacionamentos com clientes têm um efeito positivo e significativo no desempenho sustentável. Além disso, o efeito moderador da cultura enxuta foi confirmado pelos efeitos de processos e equipamentos e relacionamentos com fornecedores no desempenho sustentável.

Os achados do estudo trazem contribuições práticas para os gestores de empresas manufatureiras. Eles podem entender como as práticas de manufatura enxuta podem melhorar o desempenho sustentável das empresas. Os resultados são especialmente úteis para ajudar os gerentes a revisar o atual modelo, considerando as práticas selecionadas, que contribuem para

um maior desempenho sustentável das empresas. Os efeitos significativos de processos e equipamentos, design de produtos, relacionamentos com fornecedores e relacionamentos com clientes no desempenho ambiental sugerem que essas práticas devem ser integradas para melhorar o desempenho sustentável atual da empresa, pois têm efeitos positivos e significativos. Além disso, deve-se dar atenção especial ao desenvolvimento da cultura enxuta, a fim de aumentar os impactos das práticas (IRANMANESH et al., 2019).

### 2.3.1 Estratégias *Lean and Green*

As empresas industriais estão enfrentando crescentes desafios ambientais e sociais para sustentar seus processos. A associação da manufatura enxuta às preocupações sustentáveis cresceu. O “Projeto *Lean & Green*”, pretende estruturar a implementação de uma metodologia baseada na busca e erradicação de desperdícios nos processos produtivos. É apresentado um estado da arte com as principais contribuições científicas e as melhores práticas industriais da Toyota, seguido de uma análise aprofundada das sinergias entre os resíduos *Lean & Green* e as ferramentas que podem eliminá-los (VERRIER; CAILLAUD; ROSE, 2015).

Como pode, à primeira vista, parecer difícil iniciar metodologias *Lean & Green* entre empresas com muitas especificidades e vários processos (Kurdve et al., 2014), a investigação pretende facilitar a implementação de uma forma eficaz e sustentável de pensar na busca e erradicação de resíduos de fabricação.

As melhores práticas são detalhadas por meio de um estudo dos compromissos da Toyota, principalmente com base em observações no local, tanto em Onnaing, na França, quanto na Toyota-Shi, no Japão. A ênfase é então colocada nas correlações existentes entre as respectivas mudas da *Lean & Green* e as ferramentas que podem ajudar a eliminá-las. Os resultados destacaram particularmente três ferramentas que, como direcionadores estratégicos organizacionais, podem ter efeitos positivos, além de aumentar o envolvimento dos colaboradores. Essas ferramentas, de fácil acesso para empresas menos maduras, são *Genba Walk*, *Lean e Green VSM*, Indicadores Chave de Desempenho e Gestão Visual. A eficiência do método no longo prazo é baseada em um forte vínculo entre a gestão *top-down e bottom-up* (VERRIER; CAILLAUD; ROSE, 2015).

O estudo possibilitou o desenvolvimento de um *Lean and Green* original, que apresenta melhores práticas claras e concisas que qualquer tipo de empresa pode executar para gerenciar seu desempenho tanto em nível organizacional quanto operacional. O respeito

à força de trabalho é considerado um pilar indissociável da eficiência *Lean e Green* (VERRIER; CAILLAUD; ROSE, 2015).

### **2.3.2 Disposição de produtos não conformes**

Após a identificação de uma não conformidade, em qualquer etapa do processo produtivo, o produto deve ser segregado e analisado tecnicamente por pessoal qualificado, para definição da disposição a ser aplicada ao produto, sendo consideradas basicamente as opções a seguir (*INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – ISO, 2015*).

#### **2.3.2.1 Reparar**

Esta disposição envolve a aplicação de um ou mais processos adicionais, como por exemplo: soldagem, metalização, usinagem; não originalmente previstos no ciclo produtivo original do produto. O objetivo é eliminar a não conformidade identificada de forma que o produto possa ser considerado como dentro das especificações técnicas definidas, podendo seguir o ciclo produtivo ou receber a aprovação final.

#### **2.3.2.2 Retrabalhar**

Significa a reaplicação de um ou mais processos originalmente previstos no ciclo produtivo. Em termos gerais, se refere a repetição de um processo do ciclo produtivo, que por algum motivo não foi adequadamente aplicado ou não produziu plenamente o resultado esperado. Sendo o retrabalho aprovado, o produto deve seguir normalmente o ciclo produtivo.

#### **2.3.2.3 Rejeição definitiva – sucata**

Neste caso o produto é considerado como definitivamente rejeitado, devido a apresentar não conformidade que não pode ser corrigida através de um processo de reparo ou retrabalho, por não ser tecnicamente ou economicamente viável. Após receber esta disposição, o produto deve receber uma identificação positiva e ser segregado de forma a eliminar a possibilidade de sua utilização.

## 2.4 Vantagens da aplicação do *Lean Manufacturing* na indústria

Com o objetivo de compreender os padrões de implementação da produção enxuta e a relação entre três fatores de contexto, sendo tamanho da empresa, posições dentro da cadeia de suprimentos e duração do tempo da iniciativa enxuta e a adoção de práticas de produção enxuta em empresas do setor automotivo cadeia de suprimentos no Brasil, os autores Marodin et al. (2016), desenvolveram o trabalho.

Observaram que os adotantes de alto nível *lean* tiveram melhor desempenho do que os de baixo nível *lean* em termos de *lead time*, estoque e rotatividade. Empresas do primeiro e segundo nível da cadeia de suprimentos automotiva eram “mais enxutas” do que as empresas do terceiro nível. As empresas de grande porte eram mais propensas a ter um grau de utilização das práticas enxutas do que as médias e pequenas. Os resultados também mostraram que algumas práticas *lean* eram mais comumente adotadas no início da jornada *lean*, outras levaram mais tempo para amadurecer (MARODIN et al., 2016).

Os resultados também indicaram que o uso de *Lean Production* na cadeia automotiva brasileira está se expandindo das montadoras para as empresas de primeiro e segundo nível, com resultados positivos em termos de desempenho operacional. No entanto, nossos resultados sugerem que as principais oportunidades se referem ao uso dessas práticas no segundo nível e, principalmente, em ajudar as empresas posicionadas no terceiro nível da cadeia de suprimentos a atingir um grau de maturidade mais alto. Maior adaptação e esforço das práticas de *Lean* são necessários para que as empresas do segundo e do terceiro nível lidem com seus diferentes contextos em termos de tamanho de lote, valor do produto e poder de barganha (MARODIN et al., 2016).

Para as empresas brasileiras, a pesquisa forneceu evidências de que é possível reduzir *lead time*, estoque e rotatividade usando as práticas do *Lean Production*. Isso é particularmente importante em um país que tem altas taxas de juros e precisa competir no mercado local e internacional. Além disso, uma melhor compreensão em torno da implementação das práticas na indústria automotiva brasileira e suas peculiaridades possibilitam a conquista de uma cadeia produtiva mais eficiente (MARODIN et al., 2016).



### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho consiste na aplicação de conceitos de *Lean Manufacturing*, em uma empresa do setor automotivo na cidade de Lavras – MG, desempenhado durante os meses de janeiro a abril do ano de 2022. Para a sua realização, foi executada uma pesquisa bibliográfica detalhada em várias fontes literárias, sendo pesquisados artigos científicos, dissertações e livros, onde foram realizadas análises anteriores relacionadas com o tema. Após a conclusão das pesquisas, foram sintetizadas as informações consideradas relevantes.

Um dos pontos mais importantes para o desenvolvimento do trabalho foi a criação de um ambiente colaborativo entre todos os envolvidos nos processos produtivos, proporcionando as condições ideais para as análises e identificação das oportunidades de melhoria a serem implementadas, tendo como base a metodologia *Lean Manufacturing*.

Para realização do trabalho foram necessárias uma série de etapas de estudo e análises desenvolvidas principalmente nas instalações da empresa, com o suporte direto de diversos colaboradores, que seguem descritas a seguir.

#### 3.1 Mapeamento do Processo

##### 3.1.1 Análise dos documentos

Nesta etapa, foi realizada a análise dos documentos existentes na empresa, que definem os processos produtivos dentro dos postos de trabalho. Esses documentos são denominados Procedimentos Operacionais Padrão e Plano de Controle, como segue:

O Plano de Controle é o documento que norteia a fabricação de um determinado produto, descrevendo ou referenciando todas as instruções para fabricação de um produto específico. Este documento, contém a descrição do produto e os códigos aplicáveis, a estação de trabalho em que a operação de fabricação deve ser executada, a definição das fases e as características técnicas que estarão sendo produzidas em cada fase.

Além disso, contém a especificação dos Procedimentos Operacionais Padrões aplicáveis a cada fase produtiva, classificação de cada característica especial produzida, que podem ser funcionais, críticas ou importantes, como forma dar um indicativo aos colaboradores da importância funcional ou dentro do processo fabril de cada característica sendo produzida.

Os dispositivos de inspeção e os métodos são definidos, como forma de instruir os operadores ou inspetores, os equipamentos específicos que devem ser utilizados. Adicionalmente, este documento contempla o plano de inspeção do conjunto de produtos, contemplando o tamanho da amostra a ser considerado, a ficha de registros que deve ser preenchida com os resultados obtidos nas inspeções e o plano de reação definindo as ações que devem ser tomadas pelo operador, para os casos em que alguma não conformidade seja encontrada durante o processo de inspeção (ANEXO A).

O Procedimento Operacional Padrão (POP) descreve as instruções necessárias para execução das operações nos postos de trabalho. Este documento técnico se aplica a uma operação específica de um produto em um determinado equipamento operacional. Basicamente contém a descrição das operações por cada fase, as ferramentas e equipamentos necessários a execução do processo, os resíduos gerados durante o processamento, os equipamentos de proteção individual que devem ser utilizados pelo colaborador e algumas informações adicionais de suporte, tais como: tempo estimado para execução da fase, pontos chaves durante a execução, o motivo de se executar a atividade descrita na fase, a reação esperada do operador, alguma ilustração aplicável aos pontos chaves e o layout do posto de trabalho (ANEXO B).

O Procedimento Operacional Padrão – Parâmetros de Processos, também suporta os processos operacionais, definindo os parâmetros de um determinado equipamento, contendo informações de “*setup*”, especificação de ferramentas e parâmetros de corte e lubrificação dos sistemas quando aplicável (ANEXO C).

### **3.1.2 Análise do fluxo de processos**

Após feito o estudo sobre os documentos já existentes na empresa, foi identificada a necessidade de se analisar o fluxo do processo.

Para isso, foi utilizado a ferramenta VSM evidenciando todas as etapas necessárias para a entrega do produto, incluindo o fluxo de materiais e informações. Desta forma, foram mensurados os tempos de cada etapa e o lead time de estoques intermediários, visualizando de forma macro a produção do posto de trabalho.

Posteriormente, elaborou-se um fluxograma de cada atividade do atual processo dentro do posto de trabalho, conforme estabelecido nos procedimentos operacionais. Os fluxogramas gerados serviram de base para as análises necessárias ao desenvolvimento deste trabalho.

Atrelado a essa análise, foi considerada a filosofia *Kaizen* para analisar o processo de montagem, identificar gargalos e ineficiências, possibilitando a implementação de mudanças como a criação de um sistema *Kanban*, que é um sistema visual para ajudar a coordenar o fluxo de peças através da linha de montagem. Isso pode incluir o uso de cartões ou outras sinalizações visuais para indicar quando uma peça é necessária e quando foi recebida.

A equipe também pode trabalhar para melhorar a comunicação entre diferentes departamentos, garantindo que todos estejam cientes do cronograma de produção atual e possam responder rapidamente às mudanças. Isso inclui a criação de um painel, onde o cronograma de produção é visível para todos.

Por fim, é possível trabalhar no treinamento do novo sistema e fornecer-lhes as ferramentas e os recursos necessários para o desenvolvimento das atividades. Isso pode incluir o fornecimento de instruções detalhadas aos funcionários sobre como usar o sistema *Kanban* e treiná-los para solucionar e corrigir problemas.

### **3.1.3 Brainstorming com os operadores e técnico de segurança industrial**

O brainstorming foi fundamentado em perguntas previamente elaboradas com o objetivo de avaliar o conhecimento dos operadores sobre o fluxo atual dos processos, bem como de todos os documentos que definem as atividades desenvolvidas no posto de trabalho. As perguntas foram divididas em três assuntos distintos: processo e atividades; ferramentas operacionais; manutenção e limpeza. Além das perguntas previamente definidas, foi aberto um espaço para as opiniões e sugestões de melhorias.

Com o objetivo de capturar mais de uma percepção sobre os processos e sistemas implementados, foram abordados dois colaboradores de turnos diferentes. O brainstorming foi aplicado na fábrica, no posto de trabalho de cada operador, de forma a garantir que os eles estivessem confortáveis para responder às questões apresentadas durante o diálogo. Este trabalho contém um resumo dos principais aspectos do brainstorming aplicado a um dos colaboradores, que será apresentado em seu decorrer.

Por ser de suma importância a segurança dos colaboradores durante a execução dos processos, o Técnico de Segurança responsável pela área operacional, também foi abordado. O método foi o mesmo aplicado com os operadores, tomando por base questões previamente elaboradas, mas agora com o objetivo de compreender o grau de atendimento às normas e procedimentos aplicáveis aos processos, bem como a coleta de sugestões e pontos de melhoria

possíveis de implementação. Igualmente, o brainstorming foi aplicado na área produtiva, estando um resumo dos aspectos principais apresentado neste trabalho.

### **3.1.4 Verificação dos processos**

Esta etapa teve por objetivo validação do fluxo dos processos, desenvolvidos durante este trabalho, em comparação com os documentos de processo e os registros do brainstorming com os operadores. Para atingir este objetivo, todas as atividades operacionais desenvolvidas em um turno fabril completo foram acompanhadas.

Adicionalmente, foram registradas para análise as distâncias percorridas pelo colaborador durante a execução das diversas etapas do processo, bem como o tempo despendido na execução das tarefas e nos deslocamentos necessários para conclusão dos processos.

O processo de manutenção autônoma apresentou um deslocamento do operador de 26 metros para conclusão das tarefas definidas no procedimento operacional padrão.

Para o processo de setup foi identificado um deslocamento de aproximadamente 155 metros para realização das atividades, considerado excessivo para este procedimento.

Durante o processo de lavagem e registros, o operador se deslocou 111 metros, evidenciando uma oportunidade de melhoria com a redução significativa desse deslocamento.

Adicionalmente, para o descarte das sobras de produção foi observado um deslocamento de aproximadamente 100 kg de material, percorrendo uma distancia de 133 metros ate a área externa do galpão.

Os dados coletados foram utilizados para a elaboração do Diagramas de Deslocamento, onde evidenciou-se os desperdícios no deslocamento para execução dos processos, apresentando um cenário para análise e implementação de melhorias desenvolvidas neste trabalho.

## **3.2 Organização do posto de trabalho**

Durante a etapa de verificação dos processos na fábrica, foram analisadas as instalações disponíveis para os operadores executarem as tarefas de registro, inspeção e o armazenamento de ferramentas necessárias ao processo. A Figura 1, ilustra a bancada de trabalho principal do operador, onde foram identificadas oportunidades de melhoria e aspectos inadequados para o desenvolvimento produtivo das tarefas diárias. Foi possível observar documentos sobrepostos e/ou aleatoriamente fixados, itens de uso pessoal, resíduos e

produtos químicos não identificados. Estes fatores demonstram a necessidade de redimensionar as bancadas, padronizando todos os itens e documentos que devem constar para suportar a execução das tarefas.

Figura 1 – Bancada principal



Fonte: Do autor

É apresentada na Figura 2 a bancada de medição, onde foi possível observar outros pontos de melhoria, como o recipiente com produto químico sem identificação, ausência parcial de documentação aplicável ao processo a ser executado, resíduos e a ausência de instrumento de medição necessário. Foi evidenciado uma situação similar da bancada anterior, necessitando também de um redimensionamento e padronização.

Figura 2 - Bancada de medição



Fonte: Do autor

A Figura 3 destaca o armário de mordentes, apresentando uma falta de organização dos itens e identificação, e não consta a documentação necessária para o processo, demandando um aperfeiçoamento deste item.

Figura 3 - Armário dos mordentes



Fonte: Do autor

Com base na análise dos dados coletados durante a fase de verificação dos processos, conforme Figuras 1, 2 e 3, e a aplicação dos conceitos da metodologia “*Seiton*”, foi possível a definição de todos os itens e ferramentas, necessárias à execução dos processos; que devem, portanto, estar disponíveis em cada bancada do posto de trabalho.

As bancadas foram projetadas de forma a assegurar condições adequadas para o acondicionamento do material necessário, bem como espaço condizente com as operações de bancada, executadas pelo colaborador, utilizando as ferramentas disponíveis. As sugestões fornecidas pelos colaboradores, consideradas pontos chave de melhoria, também foram incorporadas ao projeto.

### **3.3 Segurança Industrial**

#### **3.3.1 Levantamento dos perigos**

Durante a etapa de verificação dos processos, foi dada uma atenção especial ao aspecto de segurança do trabalho. Foram levantados os perigos de segurança existentes nos postos de trabalho, com o objetivo de identificar se estão descritos no mapa de risco da área e principalmente se foram analisados e mitigados com ações positivas, como o uso de equipamentos de proteção individual ou coletiva, visando a segurança dos colaboradores.

#### **3.3.2 Levantamento dos equipamentos de segurança**

Nessa etapa foi realizado o levantamento de todos os equipamentos de proteção individual e coletiva utilizados no posto de trabalho. Esta atividade foi desenvolvida com o suporte do Técnico de Segurança responsável pela área fabril, de forma a assegurar que todos os equipamentos fossem identificados e analisados.

#### **3.3.3 Adequação com as normas de segurança**

O objetivo desta etapa é assegurar que as instalações e recursos fabris estão de acordo com as Normas Regulamentadoras (NR) emitidas pelo Ministério do Trabalho e Previdência. Esta etapa também foi desenvolvida com o suporte do Técnico de Segurança, sendo consideradas as seguintes NR's:

##### **NR 6 - Equipamento de Proteção Individual (EPI)**

O objetivo desta norma é estabelecer os requisitos para aprovação, comercialização, fornecimento e utilização de Equipamentos de Proteção Individual.

##### **NR 11 – Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais**

Esta norma trata das condições básicas para garantir a segurança para operação de elevadores, guindastes, transportadores industriais e máquinas transportadoras.

### NR 12 - Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos

Como objetivo apresentado pela norma, tem-se a segurança, manuseio e diversas características relacionadas ao correto funcionamento e disposição referentes a instalação e ao manuseio de equipamentos dentro do ambiente de trabalho.

### NR 17 – Ergonomia

Esta norma visa estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente.

### NR 26 - Sinalização de segurança

Esta norma estabelece medidas quanto à sinalização e identificação de segurança a serem adotadas nos locais de trabalho.

## **3.3.4 Demarcações operacionais**

Além da sinalização de segurança, a demarcação da área operacional, de forma a se identificar positivamente as áreas de circulação, armazenagem e execução dos processos, foi considerada como um aspecto fundamental para organização do layout. Estas demarcações são parte integrante do novo layout proposto para o posto de trabalho, de forma a promover a redução de desperdícios.

## **3.4 Organização do layout**

### **3.4.1 Análise da planta**

O primeiro passo para a organização do layout foi a análise da planta existente do posto de trabalho na empresa. Para o desenvolvimento desta etapa as instalações foram medidas e fotografadas, possibilitando a representação em 3D da situação atual e o desenvolvimento do layout recomendado para o posto de trabalho.



A Figura 4, ilustra o posto de trabalho, onde foram observadas a necessidade de reorganização do posicionamento das bancadas, dos equipamentos operacionais, proteção da área de movimentação de tubos, redimensionamento da área operacional, demarcações de segurança contra incêndio.

Figura 4 - Vista longitudinal do posto de trabalho



Fonte: Do autor

Na vista lateral apresentada na Figura 5, foi possível identificar a necessidade de mover o equipamento para possibilitar o livre acesso a de saída dos produtos acabados e demarcação das faixas de circulação.

Figura 5 - Vista lateral do posto de trabalho



Fonte: Do autor

A Figura 6 apresenta uma condição insegura que ocorre durante o transporte de matéria prima para abastecimento do posto de trabalho, onde a carga é movimentada sobre a bancada de trabalho onde o operador desenvolve suas tarefas de registro.

Figura 6 - Movimentação de carga elevadas



Fonte: Do autor

Estes fatores demonstram a necessidade de elaboração do novo layout para a área produtiva.

### **3.4.2 Levantamento dos equipamentos**

Nesta etapa foi realizado o levantamento de cada item existente no posto de trabalho, tomando por base a metodologia “5S”. Esta ação teve por objetivo entender e mensurar os itens, entre eles: equipamentos, ferramentas e materiais que devem ser mantidos e recomendar a retirada dos que não agregam valor ao processo produtivo. Com isso, tornou-se possível especificar e projetar o layout otimizado, registrando em um desenho em 3D. Todos os itens foram considerados em suas dimensões reais de forma a gerar uma melhor visualização do layout proposto para o posto de trabalho.

Adicionalmente, foi sugerido a implementação de uma auditoria interna para verificação da manutenção organização do ambiente de trabalho. A auditoria interna é uma função crítica que ajuda as organizações a atingir seus objetivos. É uma ferramenta importante para as organizações garantirem que estão operando de maneira segura e eficiente.

### **3.4.3 Elaboração do Layout**

A partir de todas as análises realizadas neste trabalho, com base nos dados coletados, foi possível elaborar o layout em 3D do posto de trabalho com todas as melhorias aplicadas, voltadas a redução de desperdícios identificados durante as análises do processo produtivo. Isto inclui, um melhor fluxo de trabalho, faixas horizontais de demarcação das áreas, definição de espaçamento adequado às atividades desenvolvidas e circulação de materiais e produtos, a definição da localização ideal para cada item e ferramentas operacionais, entre outras melhorias implementadas no novo layout proposto.

### **3.5 Determinação de dados qualitativos e quantitativos**

Os dados qualitativos foram coletados através de registros fotográficos durante todo o período em que a equipe acompanhou a execução das etapas do processo na fábrica, representando de forma objetiva o cenário em que os processos são desenvolvidos. Além disso, o brainstorming realizado com os operadores e o técnico de segurança formaram o conjunto de dados necessários para a execução das análises. Parte destes registros fotográficos e os aspectos principais do brainstorming constam no corpo deste trabalho.

Adicionalmente, todos os dados quantitativos que serviram de base para as análises, também foram coletados durante o acompanhamento das atividades na fábrica. As distâncias percorridas pelos operadores foram medidas com o auxílio de trenas, assim como as dimensões dos equipamentos utilizados nas tarefas. Estes dados foram fundamentais para a representação fidedigna no novo layout. As informações referentes aos tempos foram registradas com o auxílio de um cronômetro digital.

O objetivo da equipe em coletar estes dados *in loco* foi o de assegurar a acuracidade de todos as informações que foram utilizadas nas análises no âmbito deste trabalho.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste item serão apresentados os resultados obtidos durante os trabalhos de coleta e análise dos dados fornecidos pela empresa, bem como as propostas de melhoria que foram apresentadas, com o objetivo de reduzir os desperdícios do processo produtivo, tomando por base a metodologia *Lean Manufacturing*.

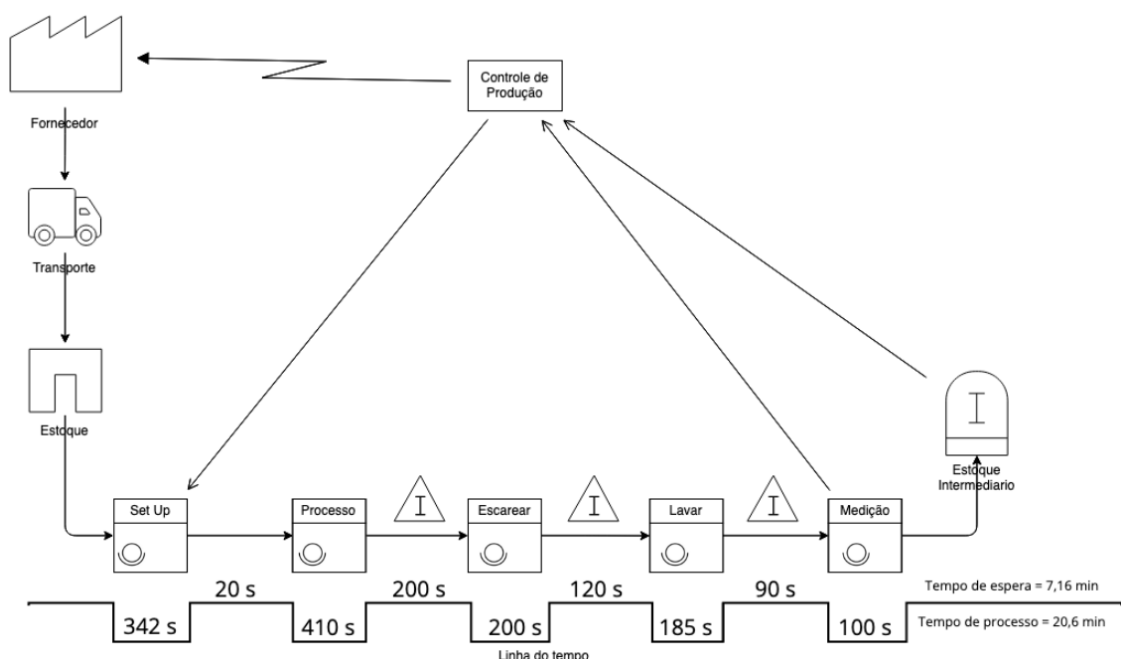
### 4.1 Mapeamento do Processo

#### 4.1.1 Value Stream Mapping

Foi elaborado o *Value Stream Map (VSM)* como uma ferramenta para identificar os processos, buscar a eliminação de desperdícios de tempo, melhorar a eficiência e acelerar o tempo de entrega do produto ao cliente. Cada etapa é representada por um bloco que indica o tipo de atividade realizada, como produção, armazenamento, transporte e inspeção.

O tempo gasto em processamento de cada etapa é registrado na parte inferior da linha do tempo, e o de parada do processo são representados na parte superior da linha do tempo. Quando ocorre a formação de estoque de material nas fases intermediárias do processo este é representado no diagrama por um triângulo preenchido com letra “I”, conforme Figura 7, a seguir.

Figura 7 - Value Stream Map



Fonte: Do autor

No diagrama acima foi possível observar diversos pontos de estoque intermediário, um tempo significativo de espera 7,16 minutos aguardando o próximo processo, representando 35% do tempo efetivo de processamento.

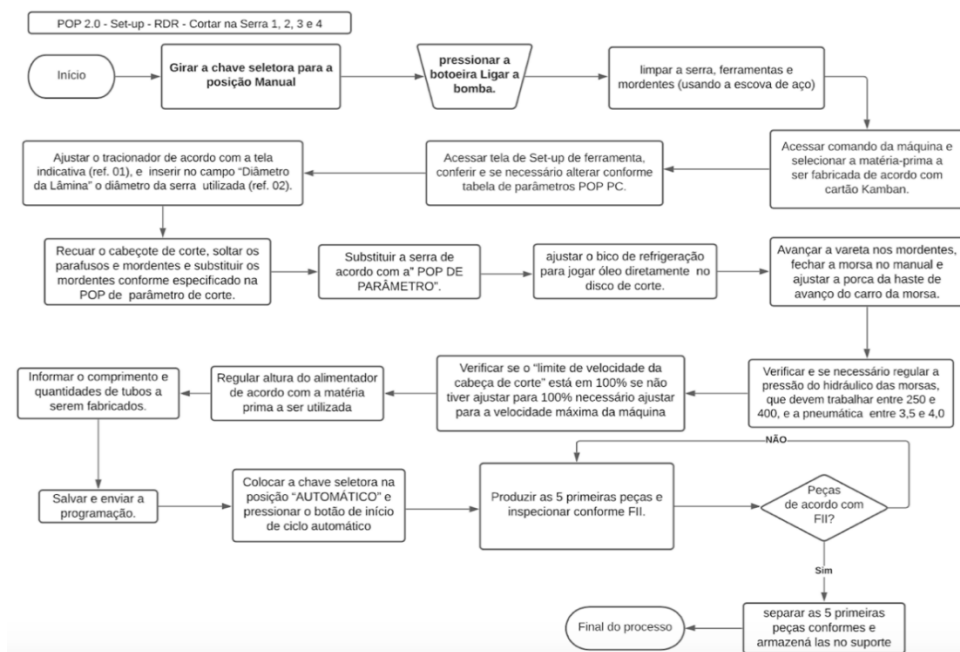
Estas informações obtidas pelo VSM foram importantes para a reestruturação da área baseada nos desperdícios analisados, sendo incorporadas no layout desenvolvido neste trabalho.

#### 4.1.2 Análise do fluxo de processos

O fluxograma apresenta detalhadamente do processo, possibilitando a identificação de todos os equipamentos e instruções necessárias em cada etapa, fornecendo informações fundamentais para o projeto das novas bancadas e o redimensionamento do layout, visando a redução dos desperdícios.

Com base na ordem das atividades, foi realizado o fluxograma do processo de setup do equipamento como apresentado na Figura 8, a seguir. Com base na análise, foi identificado a necessidade de se posicionar os mordentes e as ferramentas de operação na parte frontal da máquina, juntamente com a disponibilização do POP dos parâmetros de corte. Na sequência, foi observado que o suporte para as serras de corte deve ficar localizado na parte traseira do equipamento. Adicionalmente, identificou-se que a bancada de medição deve ser posicionada próxima a saída dos produtos acabados, com os instrumentos de medição.

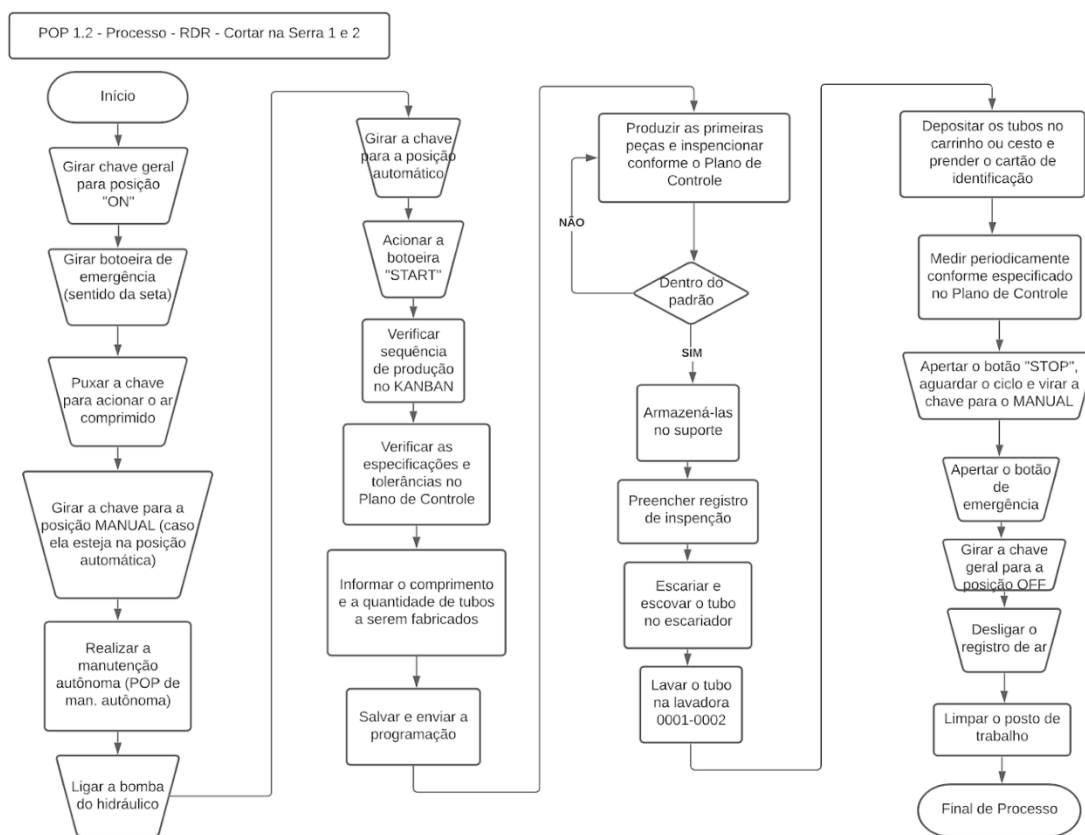
Figura 8 - Fluxograma de Setup



Fonte: Do autor

Em seguida, foi elaborado o fluxograma do processo de corte, como apresentado na Figura 9. Com análise desse fluxo foi identificada a necessidade do reposicionamento do suporte para as caixas de tubos, do equipamento de lavagem, o de escariação e da bancada para o registro de inspeção. Esta foi reprojeta para acomodar os documentos, facilitando o preenchimento do registro de inspeção. Além disso, o depósito de cestos de produtos acabados também foi reposicionado e foram adicionados equipamentos para a limpeza do posto de trabalho, conforme instruções do procedimento.

Figura 9 - Fluxograma do processo de corte



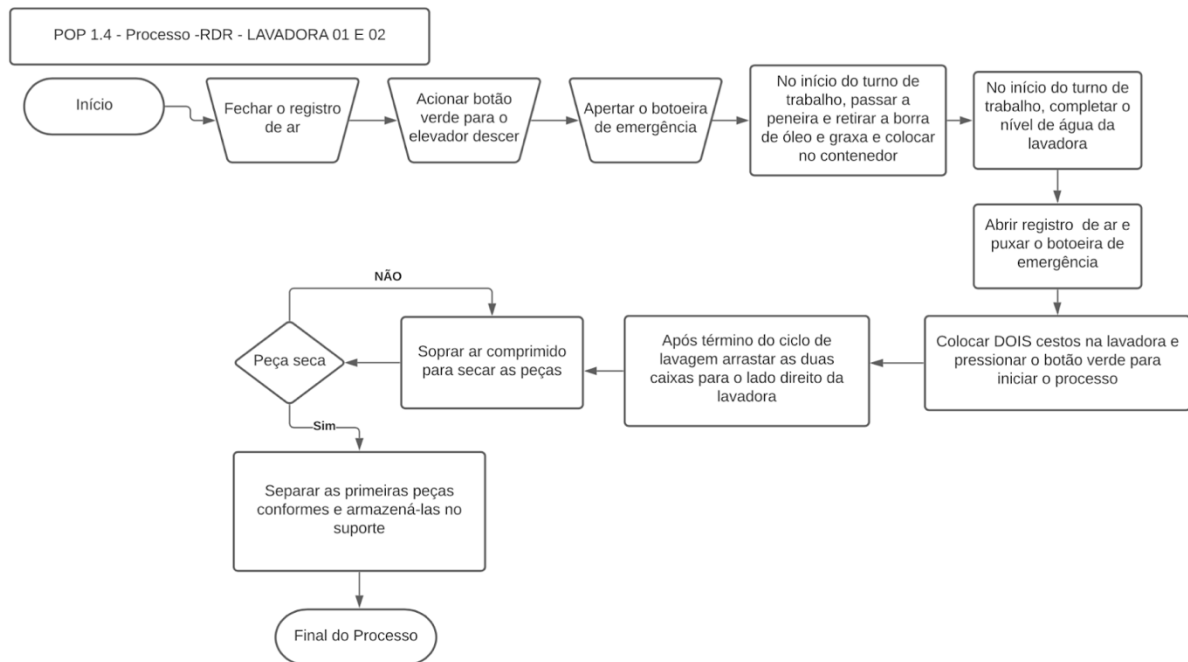
Fonte: Do autor



Na sequência, foi realizado o fluxograma do processo de lavagem de tubos cortados, como apresentado na Figura 10. Cabe ressaltar, que os itens necessitam desse processo para remover as limalhas geradas durante o corte.

Após a análise foi identificado que o processo opera de forma eficiente, não havendo necessidade de intervenção.

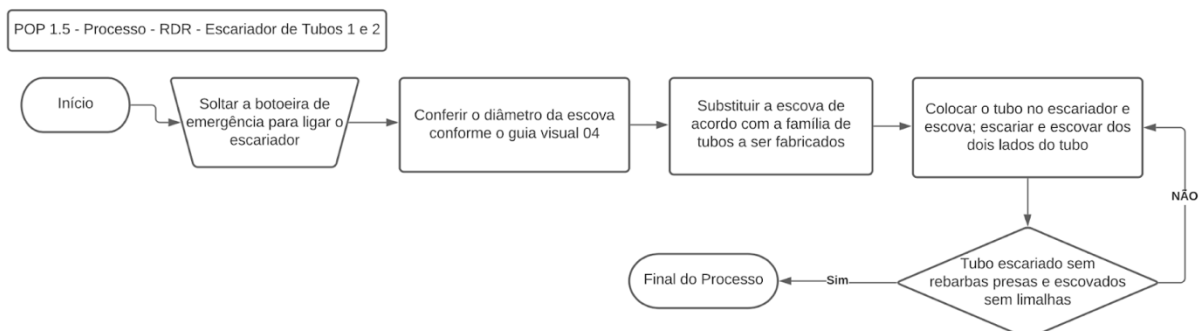
Figura 10 - Fluxograma de lavagem



Fonte: Do autor

Durante o processamento, alguns tubos necessitam passar por escariação para remoção de rebarbas geradas durante o corte. Para essa tarefa, o procedimento foi representado no fluxograma na Figura 11. Este processo também opera de forma consistente, não havendo necessidade de intervenção.

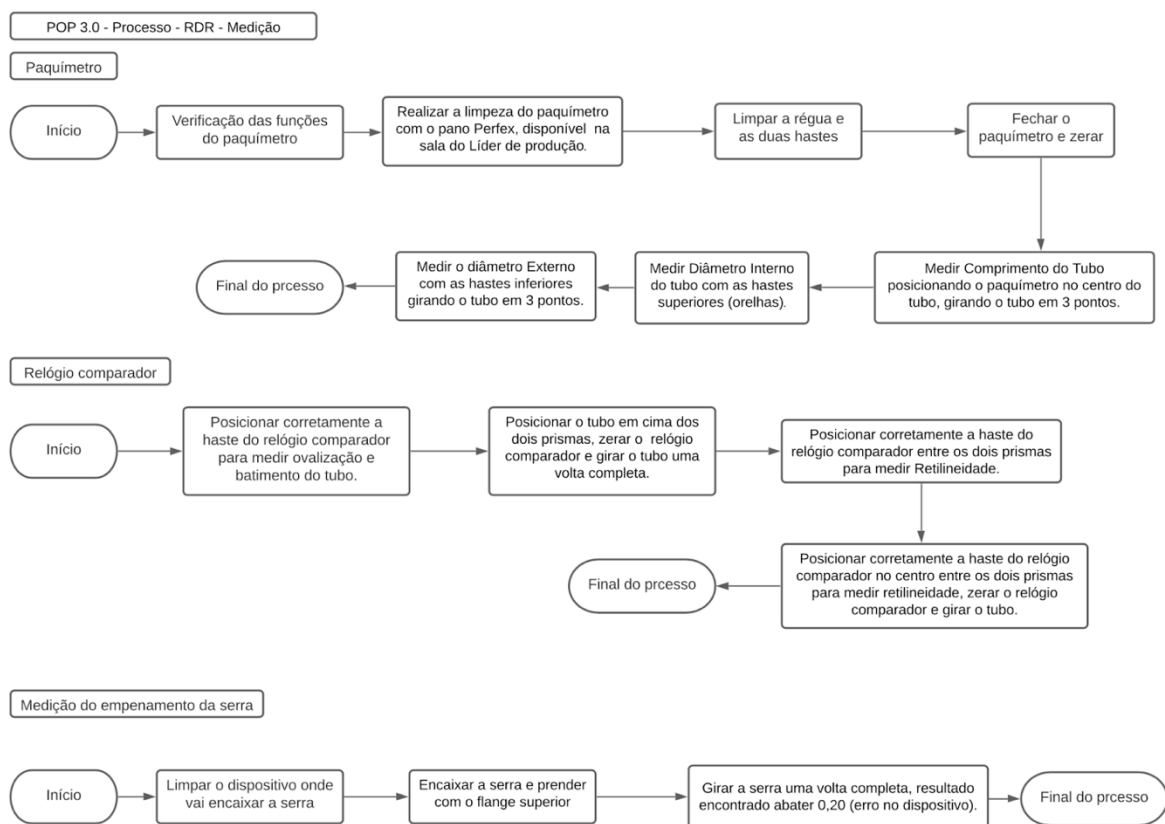
Figura 11 - Fluxograma de escariação



Fonte: Do autor

Para verificar o atendimento a especificação técnica do produto, é realizado o processo de medição das dimensões básicas do tubo. Para isso, são utilizados um paquímetro e um relógio comparador. O fluxograma para esses dois processos está apresentado na Figura 12. Com base na análise do fluxograma foi identificada a necessidade da disponibilização dos dois instrumentos de medição, bem como das instruções aplicadas a atividade, gerando a necessidade de redimensionamento da bancada para a acomodação adequada de todos os itens.

Figura 12 - Fluxograma de medição

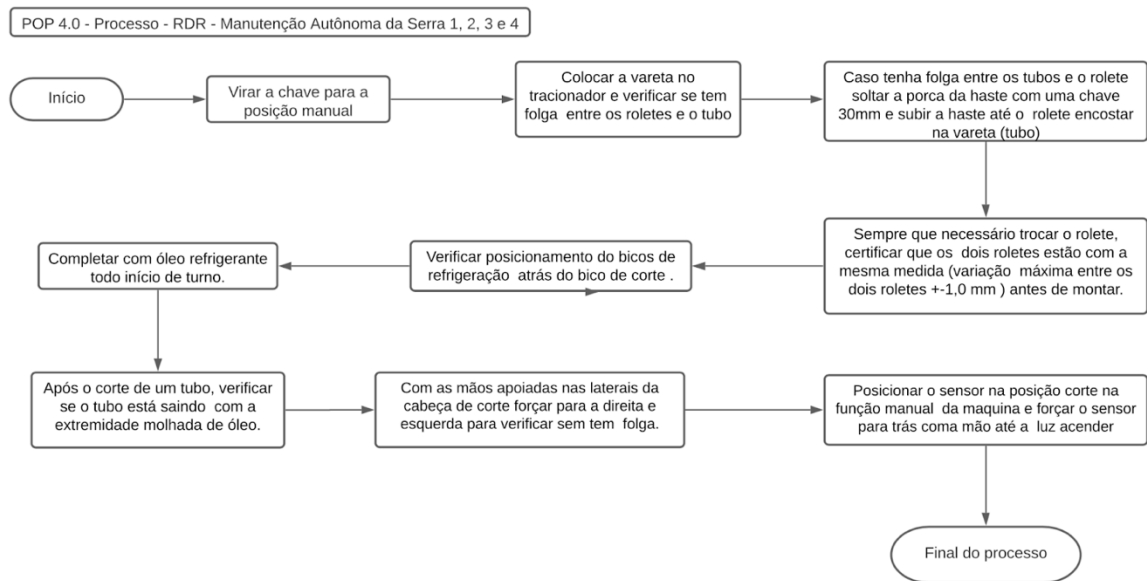


Fonte: Do autor



Como procedimento padrão, foi implementado na empresa um processo de manutenção autônoma onde o operador realiza atividades para garantir que o equipamento esteja operando de forma satisfatória. Este processo é apresentado no fluxograma da Figura 13. Como os processos são realizados de maneira manual, não foi identificada nenhuma necessidade de disponibilização de ferramentas para execução das atividades.

Figura 13 - Fluxograma de manutenção autônoma



Fonte: Do autor

#### 4.1.3 Brainstorming com o operador e o técnico de segurança

A seguir, um resumo do brainstorming com o operador, que atua na empresa há mais de 7 anos e pode ser considerado uma referência na execução deste processo. O brainstorming foi preparado com o foco em três principais fatores: processos e atividades executadas no posto de trabalho, ferramentas utilizadas nas operações e manutenção e limpeza.

##### 4.1.3.1 Processos e atividades

Foram apresentadas ao operador questões relativas aos processos e atividades desenvolvidas no dia a dia do posto de trabalho, como segue:

EQUIPE: *Quais são as maiores dificuldades dentro do processo?*

OPERADOR: *A utilização da lavadora, no momento tenho que **compartilhar** o uso com a serra ao lado, **umentando meu deslocamento**. Às vezes tenho que esperar o colega terminar a lavagem dele, para que eu coloque as minhas peças. Isso atrasa muito o processo.*

ANÁLISE: Segue destacado acima em negrito os desperdícios descritos pelo operador, basicamente gerados pelo compartilhamento de um equipamento nesta linha de produção. Esta situação não é vantajosa pois além do processo de lavagem ser consideravelmente longo, com aproximadamente 2 minutos por caixa de tubos cortados, ainda envolve o deslocamento do operador do seu posto de trabalho. Por isso, foi sugerido a implementação de uma lavadora exclusiva para cada posto de trabalho, de forma a eliminar os desperdícios citados.

EQUIPE: *Quais são os momentos de ociosidade (parada) de trabalho e da máquina? Quando e por que isso acontece?*

OPERADOR: *Os momentos de máquina parada acontecem na hora do setup e regulagem, no deslocamento do material, na retirada da caçamba de pontas e na busca por embalagem para colocar as peças prontas.*

ANÁLISE: A caçamba de pontas é um reservatório de metal que fica localizado atrás da máquina e coleta as pontas dos tubos (sobras), em que não foi possível realizar o corte no tamanho necessário especificado. Estas pontas são expulsas automaticamente pela máquina para dentro da caçamba. Logo como essa operação é constante, quando o operador precisa retirar a caçamba cheia e levar para o depósito localizado atrás da fábrica, a máquina deve ser colocada em modo de espera, pois caso contrário os tubos serão lançados no piso.

Mantendo o foco no desperdício de tempo, foi avaliado o processo de retirada da caçamba de pontas e apresentadas sugestões de melhoria.

EQUIPE: *O POP condiz com o procedimento realizado pelos operadores? Existem atividades executadas que não contém nos POPs?*

OPERADOR: *Sim, porém não tem nenhum procedimento sobre os “jacarés” e da retirada da caçamba de pontas. O ideal seria ter um lugar mais próximo para gente fazer o descarte.*

ANÁLISE: A área de depósito das caçambas de ponta fica extremamente afastada da localização da máquina operatriz, necessitando um grande deslocamento do operador, acarretando desperdício de tempo.

EQUIPE: *Quais são os documentos de auxílio e de anotações que você precisa? Onde fica localizado cada um deles?*

OPERADOR: *Eu preciso do apontamento diariamente para saber quais itens e quantidades vou ter que produzir, preciso também do plano de controle. O apontamento fica na bancada do inspetor.*

ANÁLISE: Foi observado que o local para o operador retirar o seu apontamento diário, fica afastado do seu local de trabalho, aumentando seu deslocamento e atrasando o início das atividades do turno.

EQUIPE: *Sugestões de mudanças?*

OPERADOR: *Trocar a ordem do setup, para iniciar antes do “cancan” e melhorar o plano de controle. Para as anotações acho embolado, principalmente o registro.*

ANÁLISE: Todas as sugestões foram amplamente exploradas durante os processos de análise.

#### **4.1.3.2 Ferramentas**

Neste ponto do brainstorming, foram apresentadas questões objetivando identificar a efetiva disponibilidade e adequação das ferramentas e instrumentos aplicáveis ao processo, como segue:

EQUIPE: *Durante a execução do trabalho, quais os instrumentos de medição que são utilizados?*

OPERADOR: *Eu preciso do paquímetro e do relógio comparador.*

EQUIPE: *Quais ferramentas não estão no posto de trabalho? A falta de disponibilidade das ferramentas atrasa muito as tarefas?*

OPERADOR: *Relógio comparador de empenamento de serra, “jacaré” para retirar a caçamba de pontas, e não tem carrinho de limpeza para todos os postos de trabalho. Sim, um bom tempo, às vezes mais de 5 minutos só para achar algum item.*

ANÁLISE: Com as informações acima, foi sugerido equipar este posto de trabalho com uma bancada com o relógio comparador de empenamento de serra e carrinho de limpeza. Também foi definida a posição adequada para os itens citados pelo operador, de forma a eliminar desperdício de tempo e deslocamentos na procura dos itens necessários a execução de cada fase do processo.

EQUIPE: *Os cestos vazios ficam ao alcance do operador (para acomodar as peças prontas)? Onde?*

OPERADOR: *Os cestos ficam na área de expedição, se todos estiverem cheios, temos que buscar do lado de fora da fábrica.*

ANÁLISE: A falta de cestos próximo ao posto de trabalho para alocar os tubos cortados atrasa de forma significativa a produção, pois o operador necessita colocar o equipamento em modo de espera para buscar os cestos.

EQUIPE: *Tem estoque das ferramentas mais essenciais?*

OPERADOR: *Os mordentes ficam no posto de trabalho da Serra 1, em um armário compartilhado.*

ANÁLISE: Com este comentário, foi possível observar outro caso em que o operador deve se deslocar para outro posto de trabalho para buscar as ferramentas essenciais para desenvolvimento de suas atividades.

#### 4.1.3.3 Manutenção & limpeza

A manutenção e limpeza dos postos de trabalho é fundamental para a adequada execução e eficiência dos processos. Portanto, foi identificado com as questões apresentadas a seguir a periodicidades da execução do processo de limpeza, bem como a disponibilidade dos itens necessários:

EQUIPE: *Como é realizada a limpeza/organização do posto de trabalho? Qual frequência?*

OPERADOR: *Quando finaliza o turno. Fazemos a limpeza do chão e da gaveta de limalhas.*

EQUIPE: *Quais são essas ferramentas disponíveis para limpeza? Estão em local de fácil acesso?*

OPERADOR: *Vassoura, pá e panos. Todos os postos de trabalho possuem, porém não tem um local ideal para acomodar.*

ANÁLISE: Foi definido no layout proposto, um lugar adequado para armazenamento destes itens de limpeza mencionados pelo operador.

EQUIPE: *Os panos para limpeza do paquímetro estão acessíveis? Onde ficam?*

OPERADOR: *Sim, porém ficam na sala do almoxarifado.*

ANÁLISE: Os panos de limpeza devem estar sempre disponíveis e de fácil acesso para sua utilização. Limalhas e outras impurezas, tanto nos instrumentos de medição quanto no ambiente de trabalho, podem interferir negativamente no resultado do processo de medição dos tubos. Este item foi adicionado no projeto da bancada de medição, facilitando a sua utilização.

#### 4.1.3.4 Segurança

Considerando que a segurança dos colaboradores é fundamental para a formação de um ambiente de trabalho adequado e produtivo, foi realizada um brainstorming com o técnico de segurança da empresa. Neste brainstorming, buscou-se entender em linhas gerais, como a empresa atende às normas de segurança aplicáveis, quais processos estão aplicados e observar e sugerir pontos de melhoria.

EQUIPE: *Quais tipos de itens de segurança industrial são empregados dentro da empresa?*

TÉCNICO DE SEGURANÇA: *Hidrante, rota de fuga, EPI 's.*

EQUIPE: *Existe inspeção sobre a segurança e uso de EPIS dentro da empresa? Como ela é realizada e com que frequência?*

TÉCNICO DE SEGURANÇA: *Sim, diária.*

EQUIPE: *Quantas vezes o operador foi instruído a reconhecer a exposição a riscos?*

TÉCNICO DE SEGURANÇA: *Quando o operador é admitido e depois de uma a três vezes ao ano.*

EQUIPE: *No PPRA não foi comentado sobre riscos envolvendo a estrutura do elevador/guindaste. O operador foi instruído sobre riscos envolvendo o elevador/guindaste?*

TÉCNICO DE SEGURANÇA: *Sim, na sua admissão.*

EQUIPE: *Com relação aos acidentes, quais são os mais comuns?*

TÉCNICO DE SEGURANÇA: *Sem registros nos postos de trabalho das serras, mas acidentes típicos são pequenos cortes.*

EQUIPE: *Que tipo de riscos você acha que um operador das serras estaria exposto?*

TÉCNICO DE SEGURANÇA: *Ruído, acidente, névoa na lavadora, ergonômico.*

EQUIPE: *Existe mapa de riscos da empresa? Onde ele está localizado?*

TÉCNICO DE SEGURANÇA: *Sim, na gestão à vista.*

EQUIPE: *Quando há vazamentos ou até mesmo interrupções em alguma máquina, são feitas marcações e sinalizações de segurança para evitar acidentes? Há um plano de ação para resolver essas questões?*

TÉCNICO DE SEGURANÇA: *Tem um procedimento, mas não é efetivo. Para químico tem um processo de contenção, mas não tem uma norma para isso.*

ANÁLISE: Durante o período de acompanhamento das atividades no posto de trabalho, foi possível evidenciar os aspectos descritos pelo Técnico de Segurança e foram identificados alguns pontos de melhoria, com base nas análises dos dados coletados.

#### **4.1.4 Verificação dos processos**

Como forma de diminuir os desperdícios com deslocamentos desnecessários, que acarretam perda de tempo, elaborou-se os diagramas de deslocamento dos principais processos executados pelos operadores. Estes diagramas serviram de base para análise e desenvolvimento dos novos diagramas propostos, visando a eliminação completa ou parcial dos desperdícios identificados.

Nos diagramas referentes ao cenário atual construídos em 2D, estão representados todos os equipamentos existentes no posto de trabalho em suas posições originais, identificados nominalmente. As linhas tracejadas representam o deslocamento do operador durante a execução do processo.

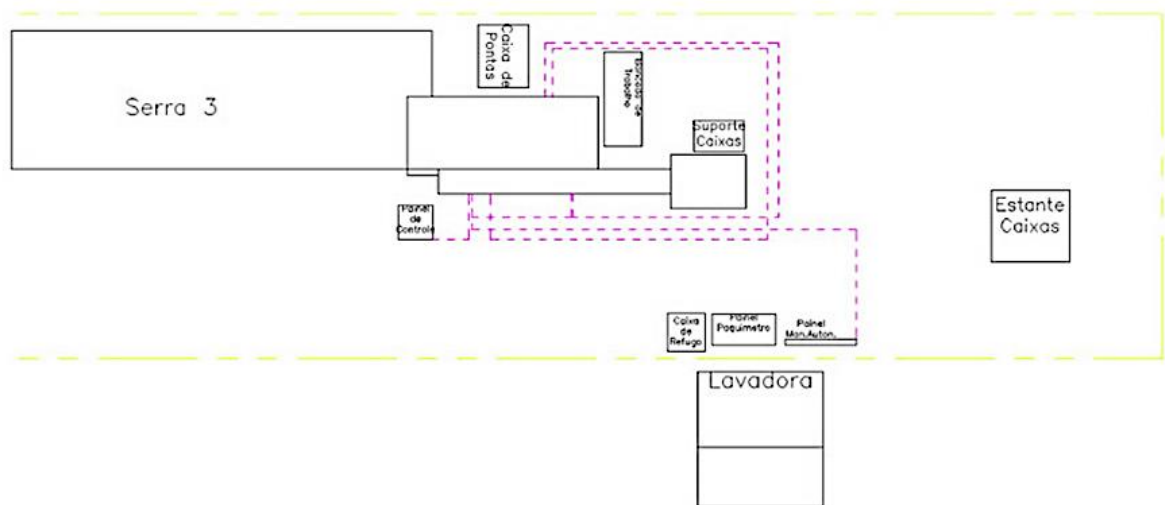
Após as análises desenvolvidas, buscando a redução dos deslocamentos com conseqüente redução do tempo associado, foram gerados os diagramas em 3D referentes aos cenários propostos, onde o novo deslocamento do operador se encontra representado por uma linha contínua na cor verde.

#### 4.1.4.1 Manutenção Autônoma

##### a) Cenário Atual

Neste cenário foi mensurado um deslocamento de 26m para que o operador realize todas as atividades do descritas no procedimento operacional padrão. O diagrama da Figura 14 representa a movimentação no posto de trabalho.

Figura 14 - Diagrama de deslocamento de manutenção autônoma - Atual



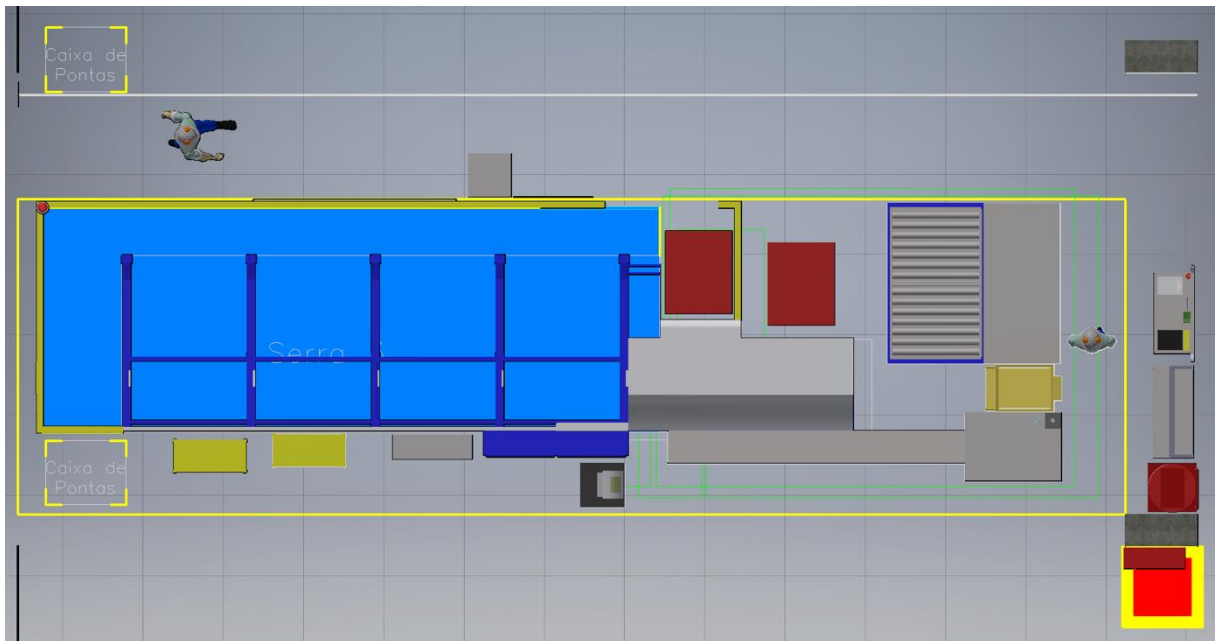
Fonte: Do autor

##### b) Cenário proposto

Com a observação do deslocamento, foi possível analisar posições mais adequadas para alocar painéis e ferramentas necessárias para realização desse procedimento. Então, foi possível elaborar um layout ajustado, obtendo uma redução no deslocamento de 12%, passando a ser de 22,8 m, conforme Figura 15.



Figura 15 - Diagrama de deslocamento de manutenção autônoma - Proposto



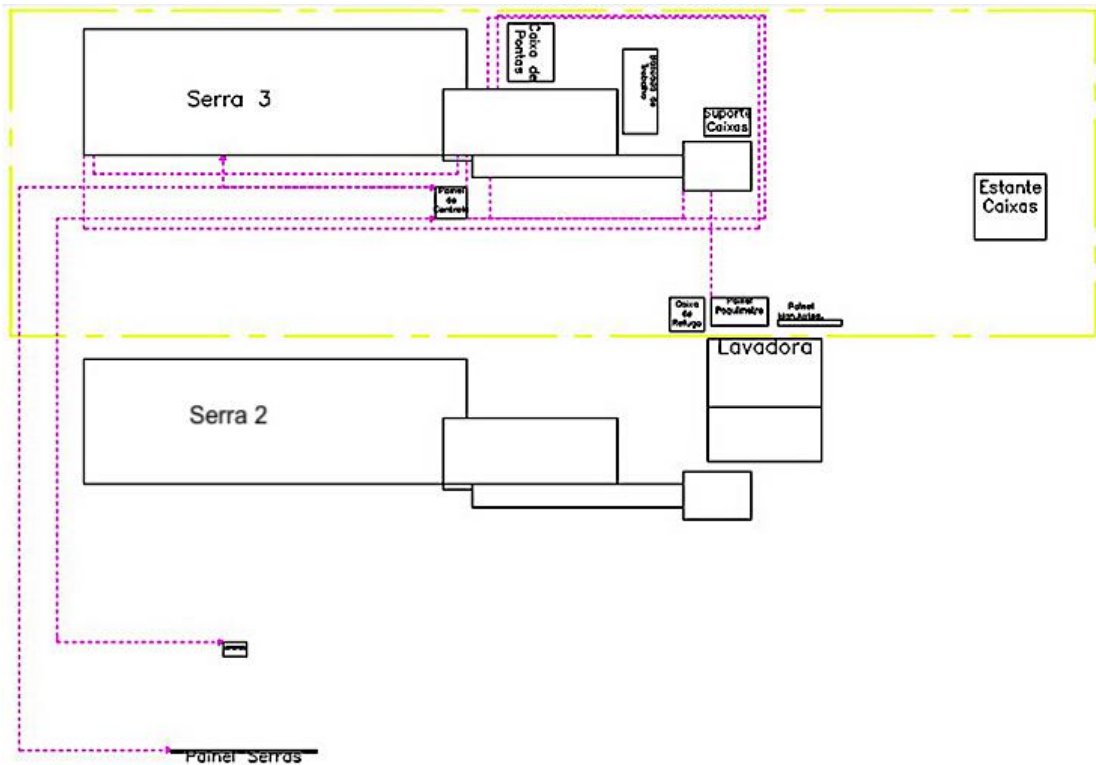
Fonte: Do autor

#### 4.1.4.2 Setup

##### a) Cenário Atual

Fica nítido o nível de desperdícios, quando o deslocamento foi representado no diagrama a movimentação do operador para realização das atividades de setup. Cabe destacar a distância percorrida para coletar a serra de corte e os mordentes para iniciar a operação. Foi possível observar que o armário de mordentes se localiza em outro posto de trabalho. Neste processo, foi medido um deslocamento de 155,4 m conforme apresentado na Figura 16.

Figura 16 - Diagrama de deslocamento de Setup - Atual

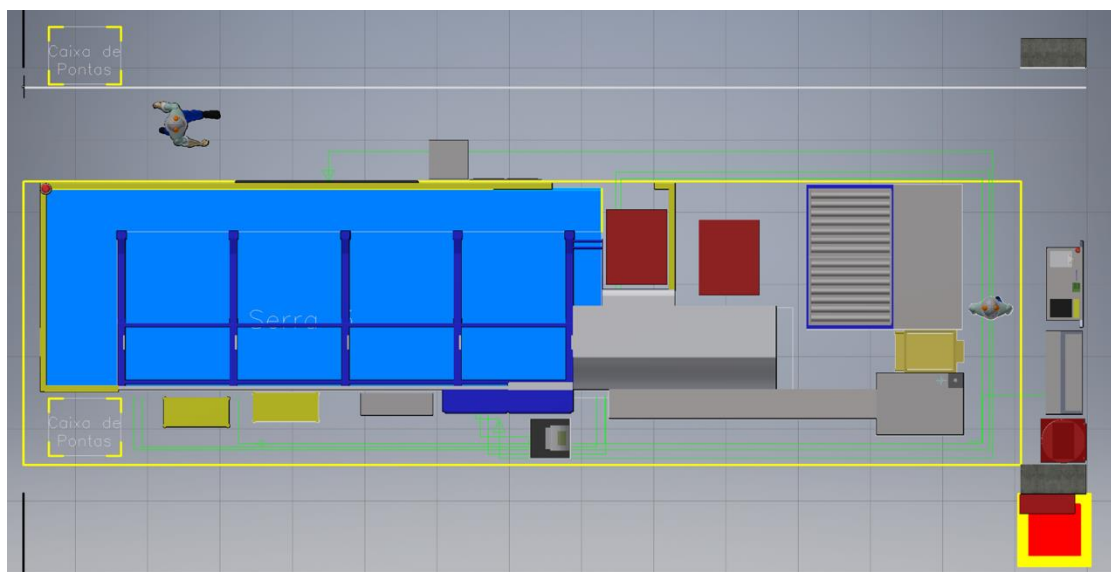


Fonte: Do autor

b) Cenário proposto

Com a análise deste deslocamento, foi proposto a alocação de todos os equipamentos e ferramentas necessárias para que o operador possa realizar o procedimento de setup no início de seu turno. Com o layout projetado, apresentado na Figura 17, foi possível reduzir este deslocamento para 88,2 m, representando uma redução de 43% do total percorrido.

Figura 17 - Diagrama de deslocamento de Setup - Proposto



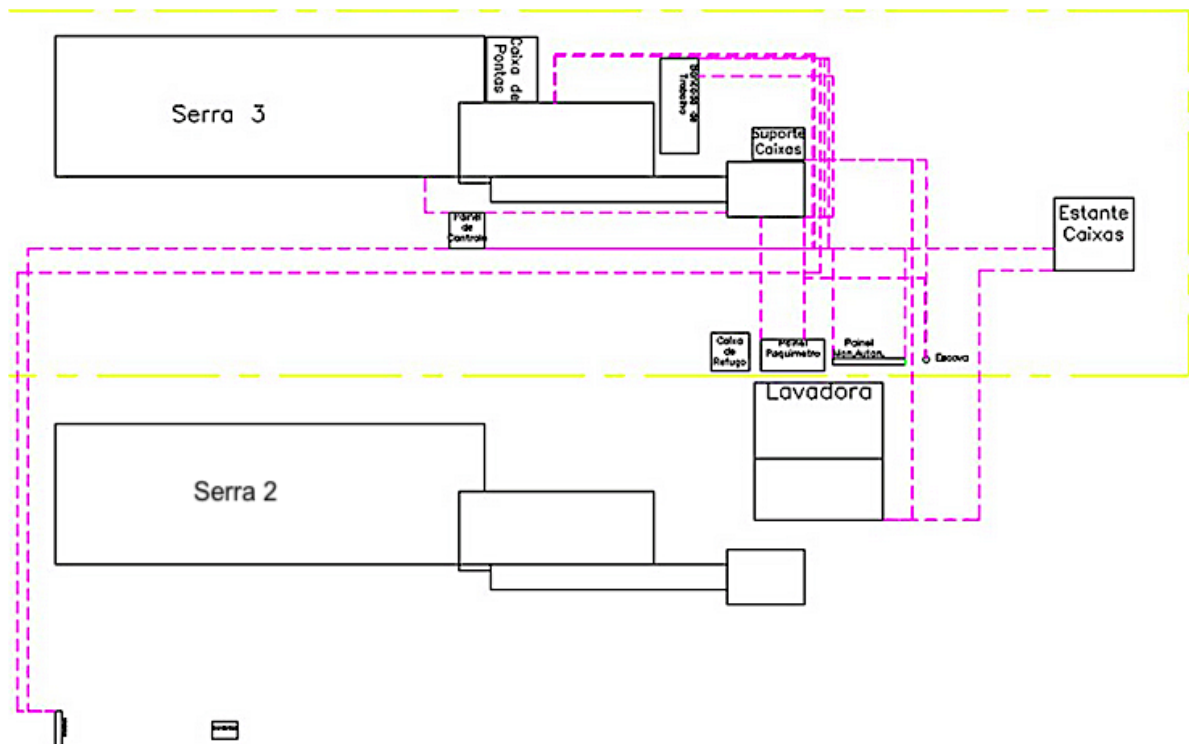
Fonte: Do autor

#### 4.1.4.3 Processo de Lavagem e Registros

##### a) Cenário Atual

Como identificado no brainstorming, o operador atualmente precisa se deslocar dois postos de trabalho para coletar o apontamento diário. Além disso, ele ainda precisa compartilhar o uso da lavadora com o operador da serra ao lado. Todos estes pontos aumentam o deslocamento e conseqüentemente a perda de tempo. A Figura 18 representa o percurso de 110,6 m para realização das atividades.

Figura 18 - Diagrama de deslocamento de lavagem e registros - Atual

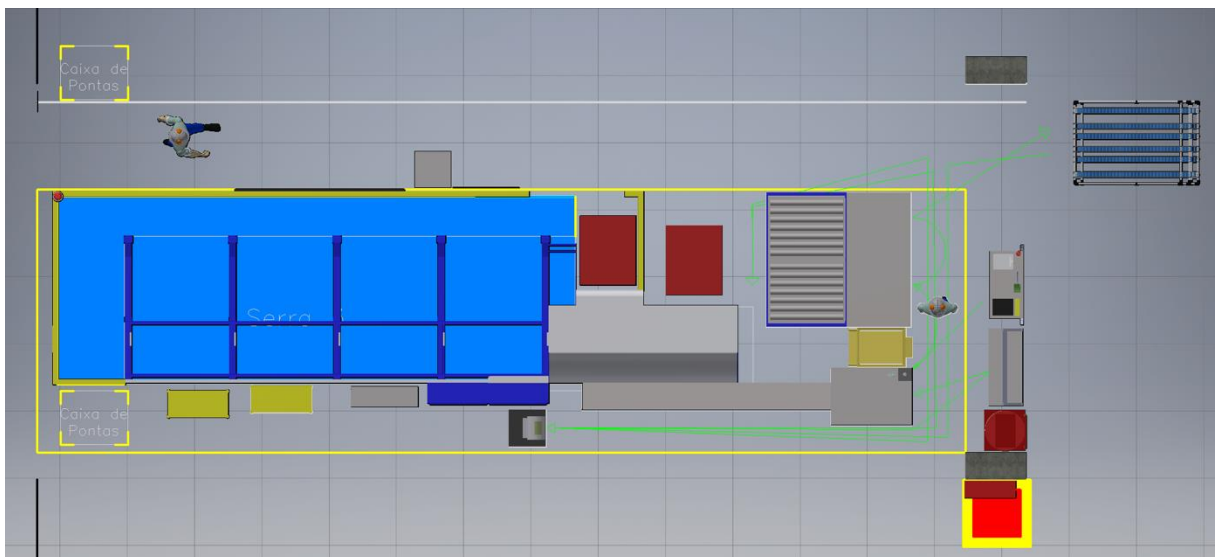


Fonte: Do autor

## b) Cenário proposto

Neste cenário foi identificada a necessidade de instalação de uma lavadora para o posto de trabalho, sendo que o apontamento passará a ser entregue pelo supervisor de produção no início dos turnos, evitando o deslocamento do operador. Além disso, com as bancadas reposicionadas e o deslocamento das caixas para o produto final para uma posição próxima ao operador, foi obtida uma redução considerável de 40%, conforme apresentado na Figura 19, consolidando um deslocamento de 66,5 m.

Figura 19 - Diagrama de deslocamento de lavagem e registros - Proposto



Fonte: Do autor

### 4.1.4.4 Processo de retirada de sobras de matéria-prima

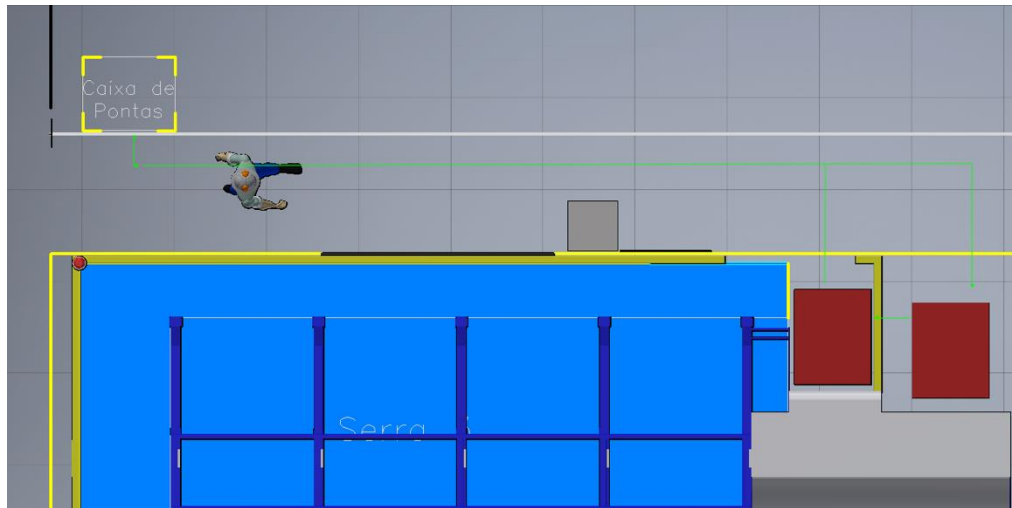
Com a análise do processo, apesar de não estar descrito no procedimento operacional, regularmente o operador deve esvaziar a caçamba de pontas para dar continuidade ao processo produtivo. O deslocamento observado desta atividade foi de 133 m. Adicionalmente, esta atividade exige um esforço físico significativo para deslocar a paleteira com a caçamba de aproximadamente 100 kg por todo o percurso.

Em análise desenvolvida com os responsáveis do setor, foi avaliada a possibilidade de utilizar uma empilhadeira para realizar esta atividade. Este equipamento necessita de um operador de empilhadeira qualificado, que seria encarregado da execução da tarefa, cabendo ao operador apenas o deslocamento da caçamba até a área demarcada próxima ao corredor, onde a empilhadeira realizará o processo de retirada, conforme mostrado no diagrama da

Figura 20. Com isso, o deslocamento do operador será de 11 m, atingindo uma redução de 92%.

Cabe salientar que neste caso não foi desenvolvido um diagrama de deslocamento apresentando o cenário atual.

Figura 20 - Diagrama de deslocamento de retirada de sobras de matéria-prima



Fonte: Do autor

#### 4.1.4.5 Redução de deslocamento atingida

Na Tabela 1, são apresentados os dados obtidos com as otimizações, considerando as análises dos deslocamentos de cada processo:

Tabela 1 - Deslocamento por processo

PROCESSO	DESLOCAMENTO ATUAL	DESLOCAMENTO PROPOSTO	GANHO
	Metros	Metros	%
<b>Manutenção autônoma</b>	26	22,8	12
<b>Setup</b>	155,4	88,2	43
<b>Lavagem e Registro</b>	110,6	66,5	40
<b>Retirada de sobras</b>	133	11	92

Fonte: Do autor

Com base na Tabela 1, foi possível observar que o deslocamento atual do operador foi de 425 metros e o deslocamento proposto otimizado pelas análises apresenta um valor de 236,5 metros, que representa uma redução de 52% por turno de trabalho.

A redução dos deslocamentos obtida após a reestruturação do posto de trabalho pode ser convertida em eliminação de horas sem valor agregado ao produto. Para este cálculo foi considerado que a empresa opera em 3 turnos e o processo de retirada de sobras de matéria-prima ocorre 3 vezes por turno de trabalho. O valor da redução obtido foi de 11,6 horas por mês. Para este cálculo foi considerado apenas a redução do tempo de deslocamento necessário a execução de cada tarefa específica.

## **4.2 Organização do posto de trabalho**

Para o desenvolvimento desta etapa, foram utilizados os conceitos da Ferramenta 5 S, que serviu de base para as análises e soluções propostas pela equipe.

### **4.2.1 Organização das bancadas**

Após a análise do processo e o entendimento dos itens necessários para a realização das atividades deste posto de trabalho, foram projetadas novas bancadas otimizadas utilizando os conceitos de *Seiri* e *Seiton*.

#### 4.2.1.1 Bancada Principal

Para a bancada principal, são necessários quatro documentos, um quadro branco para anotação das manutenções realizadas, dois fichários, um espaço para preenchimento de documentos, caneta, calculadora e uma caixa com adesivos para identificação do produto acabado. Com esses itens levantados, foi projetado a bancada, conforme Figura 21, com as dimensões necessárias e definição da localização para cada item.

Não foi projetada uma gaveta pois por observação no local, foi constatado que esse espaço só serve para acumular objetos não úteis (senso de utilização) ou destinados à produção.

Figura 21 - Bancada principal – Vista em perspectiva e frontal

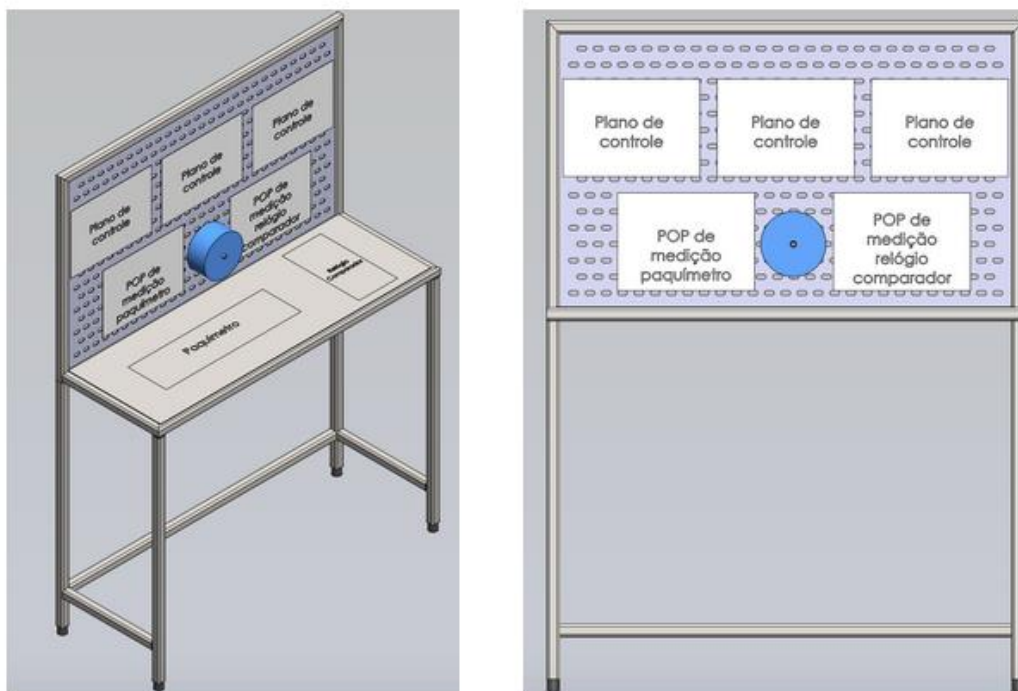


Fonte: Do autor

#### 4.2.1.2 Bancada de Medição

Para a bancada de medição, são necessários cinco documentos, um rolo de pano multiúso para limpeza da peça e instrumentos de medição. Foi delimitado o espaço para fixar o paquímetro e o relógio comparador. Com esses itens levantados, foi projetado a bancada, conforme Figura 22.

Figura 22 - Bancada de medição – Vista em perspectiva e frontal



Fonte: Do autor

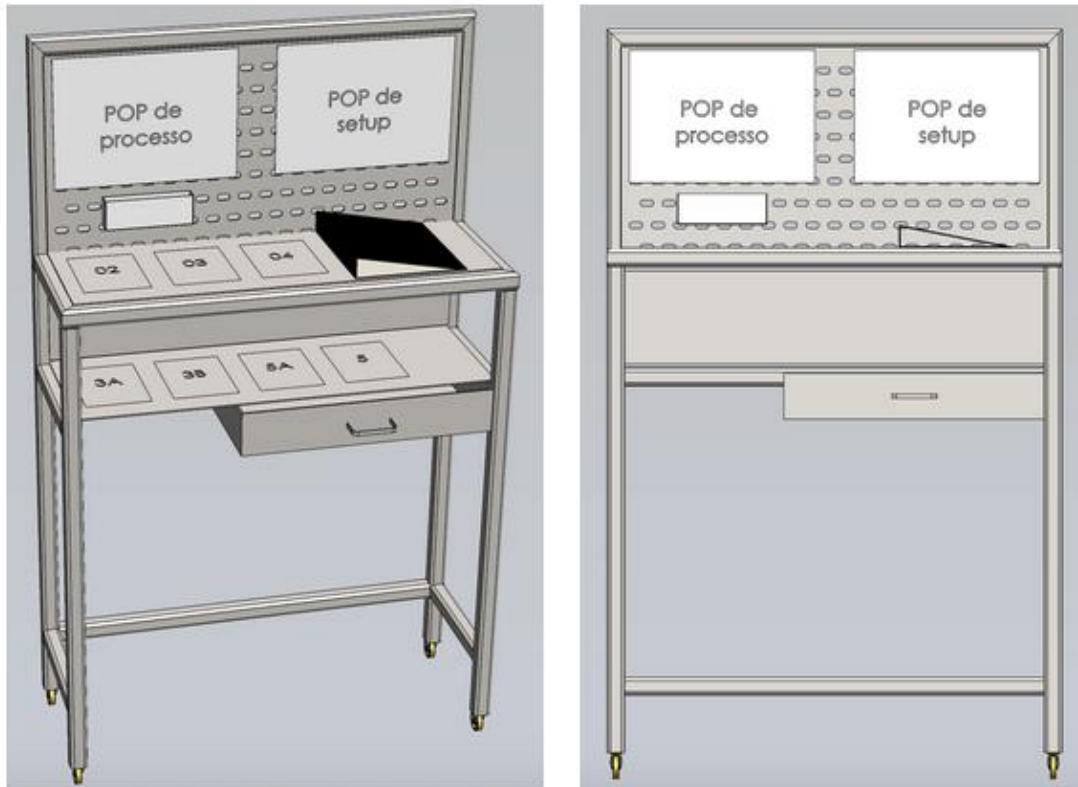
#### 4.2.1.3 Bancada dos Mordentes

Para a bancada dos mordentes, são necessários dois documentos, um fichário e um suporte para o apontamento diário da produção. Como citado anteriormente neste trabalho, foi definido na empresa que o apontamento será entregue pelo gerente e alocado nesses suportes para a visualização do operador. Além disso, foi feito um levantamento dos tipos de mordentes que são utilizados neste equipamento, sendo definido o local para cada um deles. Com esses itens levantados, foi projetado a bancada, conforme Figura 23, com as dimensões necessárias e definindo a localização para cada item.



Neste projeto, foi solicitado pela equipe da empresa que incluísse uma gaveta na bancada.

Figura 23 - Bancada de mordentes – Vista em perspectiva e frontal



Fonte: Do autor

### 4.3 Segurança Industrial

#### 4.3.1 Levantamento dos Perigos Existentes no Posto de Trabalho

Nessa etapa foram analisadas as atividades no posto de trabalho, sendo levantados os perigos existentes a seguir:

##### a) Esmagamento de mãos e membros;

O operador eventualmente posiciona a mão em uma zona de risco durante a operação de uma máquina, seja por uma falha de sinalização ou por desatenção. Como por exemplo, ocorre no momento de carregamento da matéria prima na máquina, no ajuste manual realizado dentro da bandeja, na saída da bandeja de tubos cortados e na hora do setup do equipamento.

**b) Projeções abruptas de partículas e peças;**

Na fábrica, além do equipamento de corte de tubos existem máquinas como esmeril e lixadeira, onde o perigo de projeções de partículas e peças é sempre iminente. Ainda que os funcionários sejam treinados para a tarefa, distrações ou mesmo falhas de equipamento podem causar acidentes graves. Os cuidados em situações de projeções devem ser redobrados através da correta proteção do rosto, mãos e olhos. Os EPI's recomendados normalmente são óculos de segurança, protetor facial, coletes, botas e macacões. Todos os EPI's devem estar dentro do prazo de validade e identificados com o número do Certificado de Aprovação, emitido pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO).

**c) Cortes e perfurações corporais;**

É um tipo de perigo frequente nas indústrias metalúrgicas, em função de distrações ou mesmo por esforço físico excessivo do trabalhador durante a operação de uma máquina cortante. Diante disso, pode-se tomar atitudes como revezamentos na operação das máquinas que exigem maior esforço e intervalos programados. Além disso, o uso dos EPIs corretos, como: luvas de aço, óculos de segurança, capacete e botas aumentam a proteção do colaborador.

**d) Intoxicação por gases e produtos químicos;**

A identificação deste perigo ocorreu na área do equipamento de lavagem, devido a névoa dos produtos químicos de limpeza utilizados. Durante o processo de lavagem, gotículas e névoa são expelidas da lavadora podendo atingir o operador devido a sua proximidade. Este líquido, em contato com a pele pode causar irritações e se inalado, doenças respiratórias.

**e) Queda;**

Foi observado o posicionamento inadequado de itens no posto de trabalho, como: cabos de equipamentos no chão, posicionamento inadequado de caixas de itens produzidos, e outros objetos não utilizados no processo obstruindo a área de circulação, aumentando significativamente o risco de quedas durante as operações.

#### **f) Ergonômico.**

Foram identificados esforço físico excessivos durante a realização das atividades de operador, como o levantamento e transporte das caixas de tubos. Além disso, foi observada a postura inadequada durante a movimentação de cargas. Este aspecto foi considerado durante a definição do novo layout e projeto das novas bancadas.

#### **4.3.2 Análise dos EPI's utilizados**

Na indústria automotiva, a proteção facial é um aspecto importante da segurança do trabalhador. Os trabalhadores automotivos são frequentemente expostos a vários perigos, como detritos, produtos químicos e máquinas perigosas, que podem causar ferimentos graves no rosto e nos olhos. Para proteger os trabalhadores desses perigos, uma variedade de equipamentos de proteção são usados, incluindo óculos de segurança, óculos de proteção, protetores faciais e respiradores.

Nessa etapa foi realizado o levantamento de todos EPI's e equipamentos de segurança utilizados atualmente no posto de trabalho, como segue:

- a) Óculos de proteção
- b) Luvas
- c) Bota de segurança

Porém, com o estudo e observação das atividades, foram identificados outros equipamentos de proteção individual que promovem mais segurança para o operador, evitando que eles venham a ser atingidos por limalhas expelidas durante os processos de usinagem, líquidos e vapores emitidos pelo processo de lavagem. Além disso, durante o processo de carregamento das máquinas, as cintas que seguram os tubos podem prender no equipamento e chicotear com pressão quando são puxadas. Com isso, além da luva e dos óculos de proteção é sugerido a utilização de capacete de segurança. Então foi sugerido a utilização dos seguintes equipamentos, em adição aos atualmente em uso:

- a) Macacão
- b) Protetor facial
- c) Máscara
- d) Capacete

### 4.3.3 Sinalização de segurança

A sinalização de segurança existe com o objetivo de garantir segurança no ambiente de trabalho, sinalizando os perigos inerentes aos processos produtivos. A utilização de uma sinalização adequada ajuda a prevenir os perigos, mas apenas como um complemento das medidas de segurança adotadas, pois ela por si só, não elimina o perigo existente.

A norma NR-26 trata das cores para segurança em estabelecimentos ou locais de trabalho, a fim de indicar e advertir acerca dos perigos existentes. As cores utilizadas nos locais de trabalho devem atender as normas técnicas oficiais para identificar os equipamentos de segurança, delimitar áreas, identificar tubulações empregadas para a condução de líquidos e gases e advertir contra perigos. O uso de cores deve ser o mais reduzido possível, a fim de não ocasionar distração, confusão e fadiga ao trabalhador. No âmbito deste trabalho, foram utilizadas as cores relacionadas a seguir, para demarcação das áreas operacionais do layout proposto:

- a) Vermelho — para identificar água e outros elementos relacionados com o combate a incêndios;
- b) Amarelo — usado em situações e locais de risco, indicando a necessidade de tomar cuidado;
- c) Branco — usado em faixas horizontais, indicando sentidos de circulação, demarcação de passarelas e zonas de segurança;
- d) Verde — indica segurança, sendo utilizado em caixas de EPIs e primeiros socorros, além de determinados itens, como chuveiros de emergência e insígnias relacionadas com a segurança.

Para sinalização com placas é recomendado utilizar a tabela de contrastes para que as placas sejam visualizadas de uma distância maior e fiquem de fácil entendimento. As placas possuem diferentes formatos, cores e tamanhos, a depender do perigo, e podem ser divididas em:

- a) Sinalização de Emergência:

São utilizadas para sinalizar e orientar em situações de emergência, como indicar saídas de emergência, portas resistentes ao fogo, etc. Também indicam a localização de equipamentos utilizados em situações emergenciais como extintor, mangueira de incêndio,

etc. Geralmente são retangulares e a cor de fundo varia, podendo ser verde ou vermelho, conforme Figura 24.

Figura 24 - Exemplo de sinalização de emergência



Fonte: IFSC

b) Sinalização de Perigo:

Tem o objetivo de alertar os trabalhadores sobre situações, locais ou substâncias inseguras no ambiente, avisando de locais que requerem atenção e/ou precaução. Geralmente são triangulares e amarelas, conforme Figura 25.

Figura 25 - Exemplo de sinalização de perigo



Fonte: IFSC

c) Sinalização de Obrigação:

São utilizadas para locais ou situações em que é obrigatório o uso do EPI, na intenção de instruir o trabalhador ao uso, evitando possíveis acidentes de trabalho. São redondas e possuem o fundo azul, conforme Figura 26.

Figura 26 - Exemplo de sinalização de obrigação



Fonte: IFSC

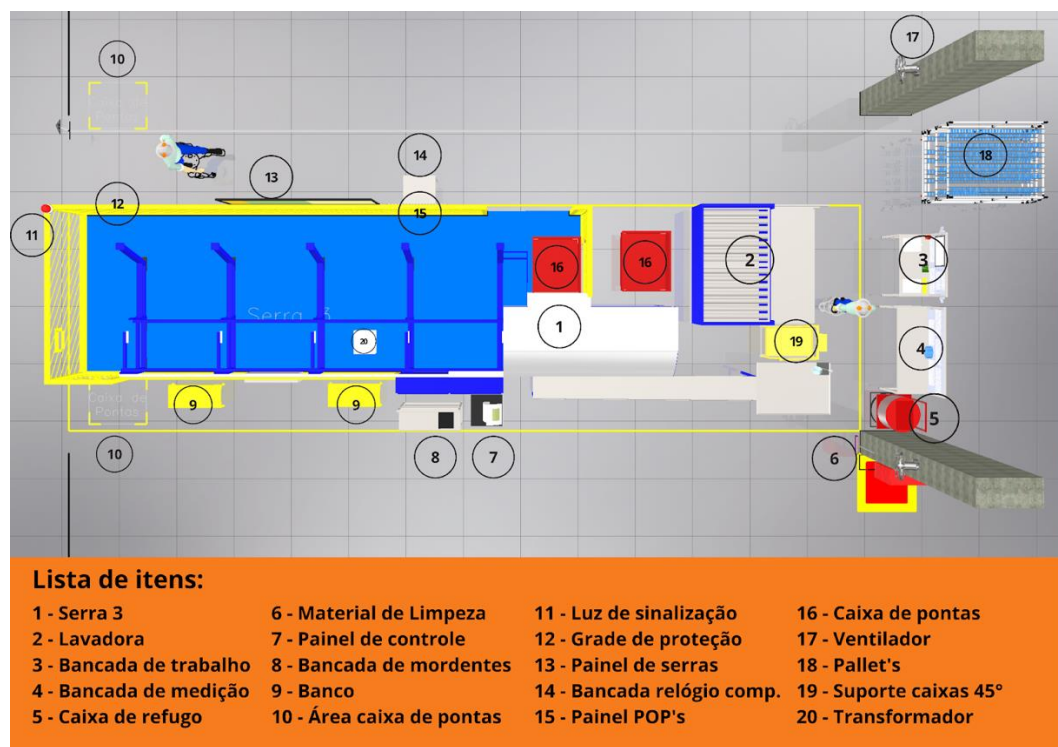
#### 4.4 Organização do novo layout

O novo layout apresentado a seguir, foi desenvolvido com base nas análises dos processos produtivos, incluindo o VSM, os fluxogramas de processos, os brainstorming com os colaboradores, os novos projetos de bancadas, os diagramas de deslocamentos gerados e o estudo sobre as normas de segurança. Todos estes dados foram utilizados para definir a nova célula produtiva otimizada, que contém todos os equipamentos necessários à execução do processo produtivo, reduzindo os desperdícios de deslocamentos e diminuindo os tempos para execução de tarefas.

##### 4.4.1 Alocação dos itens necessários no posto de trabalho

Com o levantamento de cada item necessário para o desenvolvimento das atividades produtivas do posto de trabalho e os novos projetos das bancadas finalizados, foi possível construir o novo layout. Todos os itens foram desenhados em escala e apresentam as dimensões reais, fornecendo uma noção exata do arranjo completo do posto de trabalho, conforme Figura 27. Esta representa uma vista superior do posto de trabalho, contendo a localização proposta de cada equipamento integrante do processo, numerados conforme lista de itens contida na Figura.

Figura 27 – Posicionamento dos equipamentos no posto de trabalho



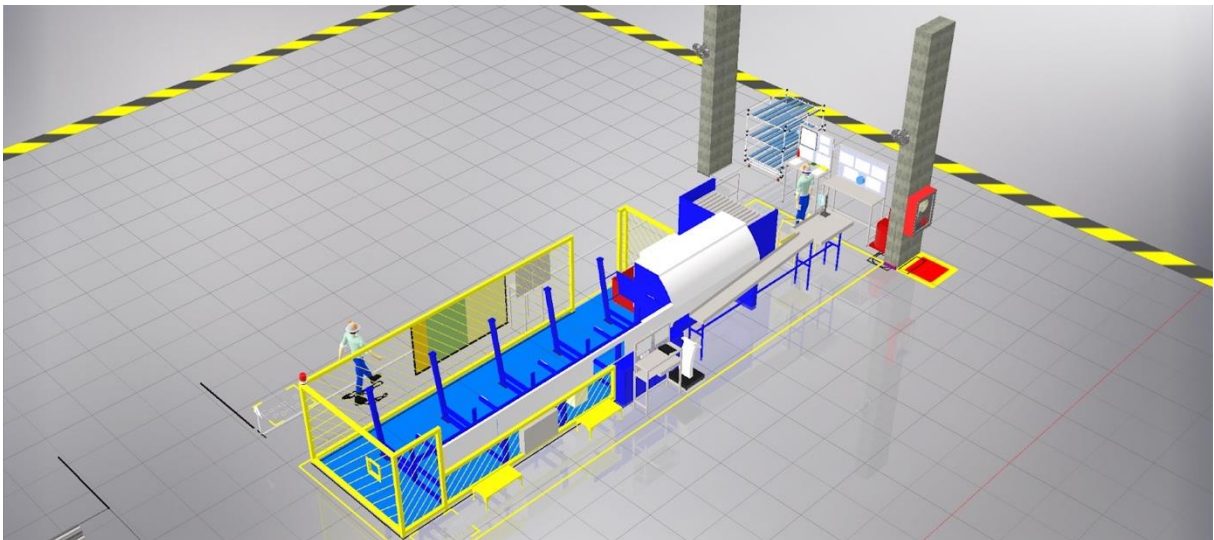
Fonte: Do autor

#### 4.4.2 Layout otimizado

A partir de todas as análises realizadas neste trabalho, foi possível elaborar o layout em 3D no posto de trabalho com todas as melhorias aplicadas. Isto inclui, um melhor fluxo de trabalho, faixas horizontais, espaçamento adequado, localização ideal para cada item, entre outras implementações.

A seguir é apresentado o layout otimizado com todas as melhorias aplicadas, onde pode ser a melhoria do fluxo de trabalho, a sinalização com faixas horizontais, o espaçamento adequado entre os equipamentos, a localização ideal para cada item necessário ao processo, conforme Figura 28.

Figura 28 – Vista em perspectiva do posto de trabalho

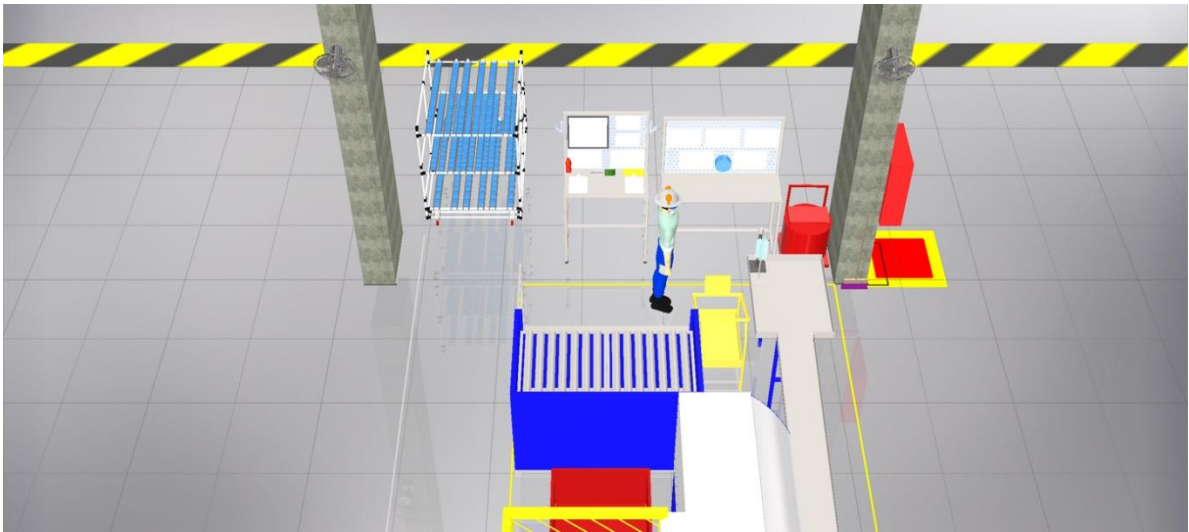


Fonte: Do autor

Com a vista frontal apresentada pela Figura 29, pode-se observar o novo posicionamento dos equipamentos e bancadas, otimizando a movimentação dentro da célula. Os itens concluem seu processamento de corte na extremidade da esteira do equipamento próxima a coluna. Nesta posição são alocadas as caixas sobre o suporte amarelo utilizadas para o processo de lavagem, cujo equipamento se encontra ao lado, facilitando o manuseio e posteriormente são armazenadas no suporte azul, sendo este o estoque final deste processo. Além disso, as bancadas de medição e registro estão posicionadas próximas a saída dos tubos, facilitando o processo de medição e registro, promovendo uma redução significativa do deslocamento do operador.



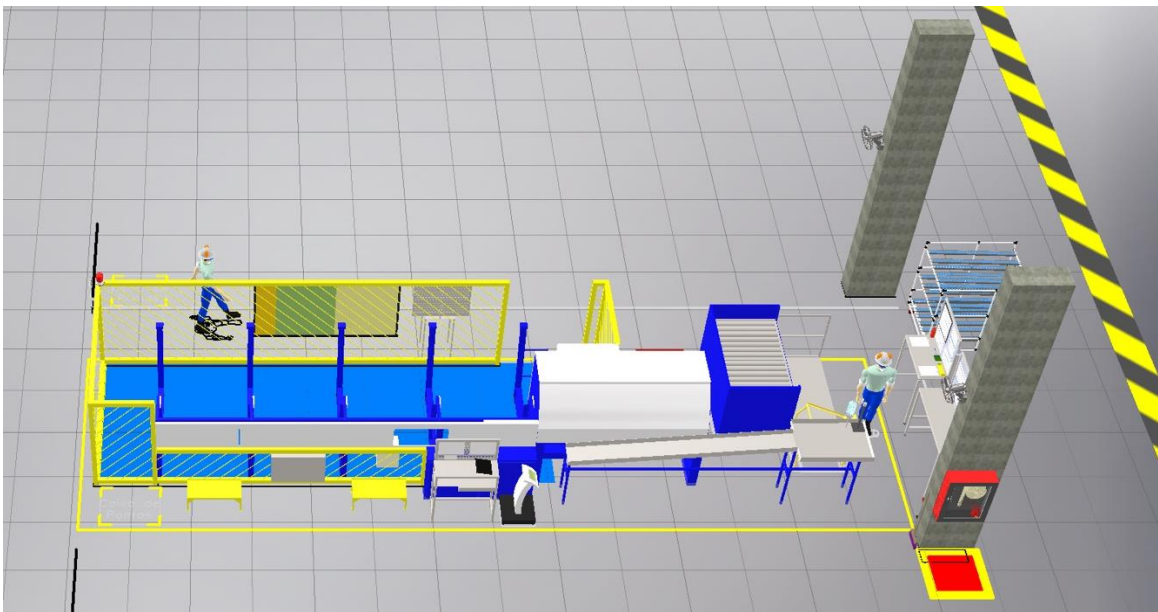
Figura 29 - Vista frontal do posto de trabalho



Fonte: Do autor

Na vista lateral direita, pode-se observar a bancada de mordentes próximo a parte frontal da máquina, onde ocorre a sua utilização. Foi incluída uma grade de proteção na cor amarela, delimitando a área de carregamento do equipamento e auxiliando na proteção do colaborador caso ocorra alguma falha no transporte e carregamento da matéria-prima.

Figura 30 - Vista lateral direita do posto de trabalho

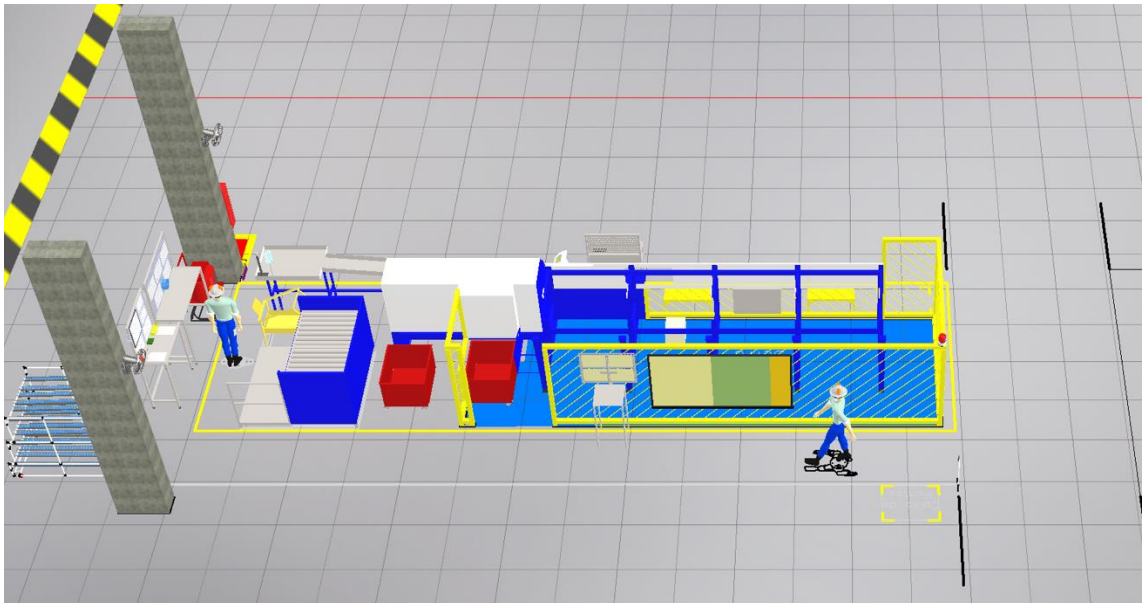


Fonte: Do autor



Na vista lateral representada na Figura 31, pode-se observar o painel de lâminas de corte, localizado na parte traseira da máquina onde ocorre a troca. Ao lado, foi posicionada a bancada de medição com o relógio comparador para medir o empenamento das lâminas de corte. Além disso, foram adicionados duas caixas para retirada de sobra de matéria prima, para que o novo procedimento seja possível. O operador deve retirar a caixa quando estiver cheia e transportar para a área demarcada próximo ao corredor, acionando a sinalização vermelha indicativa ao operador da empilhadeira que a caixa a caixa está disponível para coleta.

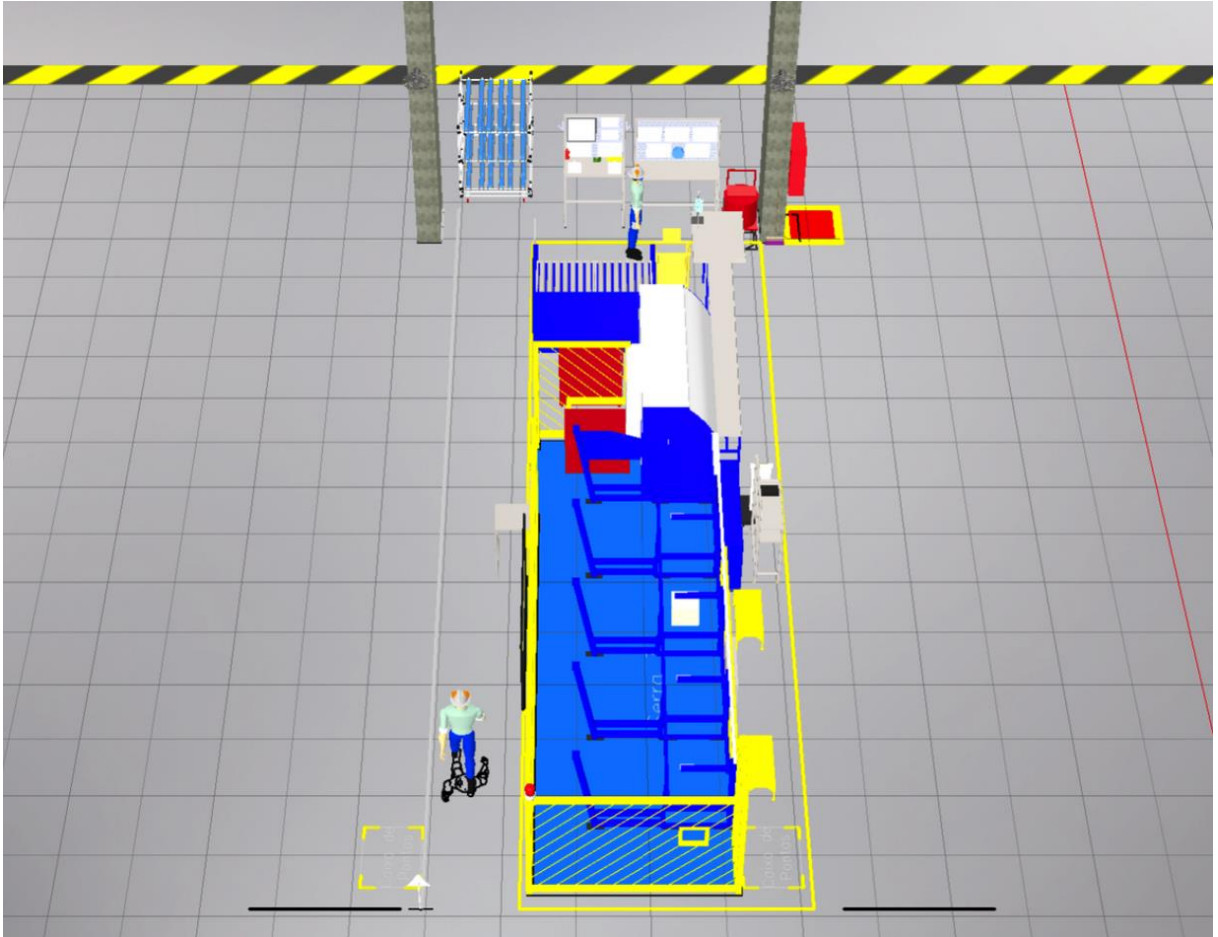
Figura 31 - Vista lateral esquerda do posto de trabalho



Fonte: Do autor

Na vista superior representada na Figura 32, pode-se observar as faixas de sinalização aplicadas, onde a amarela indica as áreas de risco, a branca indica a área de circulação, e a amarela preenchida em vermelho, delimita a área de acesso ao hidrante.

Figura 32 - Vista superior do posto de trabalho



Fonte: Do autor

## 5 CONCLUSÃO

É de fundamental importância que as empresas invistam em aperfeiçoamento contínuo de seus processos, pois sua ausência coloca em risco a continuidade do negócio.

A otimização do posto de trabalho foi realizada através da análise do mapeamento dos processos elaborados neste trabalho, gerando uma redução de 236,5 metros percorridos para executar as tarefas relativas ao processo, que representa uma diminuição de 52% no deslocamento realizado pelo operador, atingindo este objetivo específico.

Com o desenvolvimento do novo layout, o posto de trabalho foi reorganizado com o reposicionamento de todos os itens, tais como: equipamento de lavagem, novas bancadas de registro, medição e mordentes, facilitando a circulação e o desenvolvimento das atividades dos colaboradores.

Foi possível atingir uma redução de 11,6 horas por mês em atividades sem valor agregado. Estas horas podem significar um ganho de produtividade do sistema, uma vez que esta redução representa um aumento na capacidade produtiva. Foi considerado apenas a redução do tempo de deslocamento necessário a execução de cada tarefa específica.

Foi sugerido a introdução de alguns equipamentos de proteção individual, melhoria na sinalização de segurança da área e eliminação de alguns perigos, devido a reorganização da área produtiva, tornando o ambiente de trabalho mais seguro.

Para que a operacionalização efetiva deste projeto ocorra de forma eficaz, deve haver uma mudança de cultura e pensamento de todos os envolvidos. Durante as atividades desenvolvidas ao longo deste projeto, ficou nítido o desejo da implementação das mudanças por parte dos operadores.

A metodologia utilizada no âmbito deste trabalho pode ser aplicada nas demais áreas, onde diversas outras melhorias podem ser atingidas, proporcionando um impacto positivo nos resultados globais da empresa.

## REFERÊNCIAS

ALBINO, M. F. V. **Utilização do Lean Office (Escritório Enxuto) em ambiente público administrativo.** São José dos Campos, 2010.

ANDRADE, Patricia & Pereira, Vinicius & Del Conte, Erik. (2016). **Value stream mapping and lean simulation: a case study in automotive company.** International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 10.1007/s00170-015-7972-7.

BORNIA, Antônio Cezar. **Mensuração das perdas dos processos produtivos: uma abordagem metodológica de controle interno.** Florianópolis: UFSC, 1995. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) PPGEP/UFSC.

DHIRAVIDAMANI, P. & Ramkumar, A. & S.G., Ponnambalam & Subramanian, Nachiappan. (2017). **Implementation of lean manufacturing and lean audit system in an auto parts manufacturing industry – an industrial case study.** International Journal of Computer Integrated Manufacturing. 31. 1-16. 10.1080/0951192X.2017.1356473.

FERNANDES, F. C. F., GOMES, E. C., GODINHO Filho, M. **Utilização conjunta das ferramentas PFA e VSM para a simplificação e melhoria do fluxo de materiais: proposta e análise de resultados em uma empresa fabricante de abrasivos.** XXVI ENEGEP – Fortaleza, CE, Brasil, 9 a 11 de Outubro de 2006. Disponível em: [http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2006\\_TR450301\\_6936.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2006_TR450301_6936.pdf).

HINO, S. **O Pensamento Toyota - Princípios de Gestão para um Crescimento Duradouro.** 1. ed., Porto Alegre: Bookman, 2009.

IFSC - Eduardo Rodolpho Alcantú, Valdomiro Santi Neto - **NR26 - Sinalização e Segurança.** Disponível em: <http://docente.ifsc.edu.br/>. Acesso em: 10 fev. 2023.

IMAI, M. **Kaizen Institute.** Disponível em < <https://br.kaizen.com/blog/post/2016/10/21/prof-imai-e-o-kaizen-lean-baixando-os-custos-e-melhorando-a-qualidade>>. Acesso em: 10 fev. 2023.

IRANMANESH, Mohammad, Suhaiza Zailani, Sunghyup S. Hyun, Mohd H. Ali, and Kwangyong Kim. 2019. **"Impact of Lean Manufacturing Practices on Firms' Sustainable Performance: Lean Culture as a Moderator"** Sustainability 11, no. 4: 1112. <https://doi.org/10.3390/su11041112>

MARODIN, Giuliano & Frank, Alejandro & Tortorella, Guilherme & Saurin, Tarcisio. (2016). **Contextual factors and Lean Production implementation in the Brazilian automotive supply chain.** Supply Chain Management. 21. 10.1108/SCM-05-2015-0170.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: Além da produção em larga escala.** Porto Alegre: Bookman, 1997.

RAGO, S. F. T. **Atualidades na gestão da manufatura.** São Paulo: IMAM, 2003.







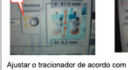







SHINGO, S. **Study of Toyota Production System from Industrial Engineering Viewpoint.** Tokyo, Productivity Press, 1989.

WERNKE, Rodney; BORNIA, Antônio Cezar. **Mensuração dos Desperdícios: Uma ferramenta eficiente para verificar as melhorias decorrentes dos programas de qualidade.** In: Anais do Congresso Brasileiro de Custos-ABC. 1999.

ANEXO A – Plano de Controle

PLANO DE CONTROLE – PRODUTO E PROCESSO																																									
DENOMINAÇÃO DA PEÇA		CÓDIGO DA PEÇA		ESTAÇÃO TRABALHO / OPERAÇÃO		CORTADEIRAS SER 0001 / SER0002 / SER0003 / SER0004 / SER0005 / SER000																																			
TUBO RESERVATÓRIO		Vide Tabela 1 abaixo		DISTRIBUIÇÃO DO DOCUMENTO		CORTADEIRA SER 0001 / SER0002 / SER0003 / SER0004 / SER000																																			
ITEM	CARACTERÍSTICA	Processo / Produto	ESPECIFICADO	CLASS. CARACT. ESPECIAL	DISPOSITIVO / MÉTODO	RESP. INSPEÇÃO	PLANO DE AMOSTRAGEM / REGISTRO	TAMANHO DA AMOSTRA	FICHA DE REGISTRO																																
A	Empenamento das serras circulares	Processo	Vide (POP-RDR- 3.2)	I	Relógio Comparador + Disp. des. AM 0924-000-00-1 / Método (POP-RDR-3.2)	Operador	1) Primeira utilização da serra 2) Após cada intervenção mecânica ou choque na serra 3) Após qualquer falha / Irregularidade na lubrificação de corte	1 unidade	03.CQL.004																																
B	Parâmetros de corte Tubos	Processo	Vide (POP-RDR-5.0/5.1/5.2/5.3/5.4)	I	VISUAL / Comparando os valores dos parâmetros do display em relação ao especificado Na (POP-RDR-5.0/5.1/5.2/5.3/5.4)	Operador	1) Início do lote 2) A cada set up de matéria-prima	1 leitura	03.CQL.004																																
C	Concentração do banho da Lavadora	Processo	Vide (01 CQL 007)	I	Vidriaria, componentes e produtos Lab / Coletando amostras dos banhos para ensaio de titulação	Inspetor	1) Início do turno	1 leitura	01.CQL.006																																
D	Temperatura do banho da lavadora	Processo	Vide (01 CQL 007)	I	Termômetro Digital / Apontando o termômetro em direção ao banho e aguardando até que o mesmo faça a leitura	Inspetor	1) Início do turno 2) Após cada intervenção mecânica / desligamento de energia	1 leitura	01.CQL.006																																
E	Nível do banho da lavadora	Processo	Vide (POP-RDR-1.4)	I	VISUAL / Verificando em relação a marcação Mm./ Mâx. na lavadora	Inspetor	1) Início do turno 2) Após cada troca ou reposição do banho	1 leitura	01.CQL.006																																
F	Nível de contaminação do banho da lavadora	Processo	Vide (POP-RDR-1.4)	I	VISUAL / Verificando a presença de partículas metálicas e não metálicas no banho	Inspetor	1) Início do turno	1 leitura	01.CQL.006																																
G	Manutenção Autônoma de equipamentos	Processo	Vide (POP-RDR-4.0 / 4.1)	I	VISUAL / Verificando o passo a passo de manutenção dos equipamentos conforme POP	Operador	1) Início do turno	1 leitura	03.CQL.004																																
H	Comprimento	Produto	Vide Tabela 1 abaixo	I	Paquímetro + base AM 0922-000-00-1 / Método (POP-RDR-3.0)	Operador	1) No início e no final do lote, dentro do mesmo turno 2) A cada intervenção no equip./ ferram. 3) A cada cesto a ser preenchido de tubos com registro no início e final de lote	3 peças	03.CQL.004																																
I	Ø Interno	Produto	Vide Tabela 1 abaixo	CONF. TABELA	OGIVA / Passando o tubo pela ogiva verificando a conformidade do diâmetro interno	Operador	1) No início e no final do lote, dentro do mesmo turno 2) A cada cesto a ser preenchido de tubos com registro no início e final de lote	3 peças	03.CQL.004																																
J	Presença de Contaminantes nas superfícies dos tubos após Lavar	Produto	Vide Tabela 1 abaixo	I	VISUAL / Isento da presença de contaminação nas superfícies internas e externas	Operador	1) No início e no final do lote, dentro do mesmo turno 2) A cada cesto a ser preenchido de tubos com registro no início e final de lote	3 peças	03.CQL.004																																
K	Acabamento das superfícies internas e externas dos tubos	Produto	Superfícies isentas de amassados, riscos; marcas de cavaco (limalhas) e rebarbas	I	VISUAL / Verificando qualquer anomalia existente nas superfícies internas e externas	Operador	1) No início e no final do lote, dentro do mesmo turno 2) A cada cesto a ser preenchido de tubos com registro no início e final de lote	3 peças	03.CQL.004																																
TABELA 1																																									
OPERAÇÃO 10																																									
	COD. DA PEÇA	COD. DA VARETA	COTA (H) COMPRIMENTO				COTA (I) OGIVA	CLASS. CARACT. ESPECIAL COTA (I)																																	
	014 - 29	110VF1546	"L + 1,0" ± 0,25 mm				RDR-0042-046-1546	I																																	
	020-29	110VF1546	"L + 1,0" ± 0,25 mm				RDR-0042-046-1546	I																																	
	042-29	110JC1522	"L + 1,0± 0,3 mm				AM-0042-046.01.3	I																																	
	045-29	110JC1522	"L + 1,0± 0,3 mm				AM-0042-046.01.3	I																																	
	054-29	110VF1534	"L + 1,0" ± 0,25 mm				LV-0042-046-14-3	I																																	
	055-29	110VC1519	"L + 1,0± 0,3 mm				LML-300	♦																																	
	057-29	110VF1546	"L + 1,0" ± 0,25 mm				RDR-0042-046-1546	I																																	
	058-29	110VF1546	"L + 1,0" ± 0,25 mm				RDR-0042-046-1546	I																																	
	090-29	110VC1519	"L + 1,3" ± 0,3 mm				LML-300	♦																																	
	093-29	110VF1332	"L + 0,2 ± 0,40 mm				RDR-0042-046-1332	I																																	
	096 - 29	110JC1522	"L" +0,3 ± 0,3 mm				AM-0042-046.01.3	I																																	
	097 - 29	110VC2224	"L" +0,5± 0,3 mm				AM-0042-046.01.3	I																																	
	105 - 29	110VF1546	"L + 1,0" ± 0,25 mm				RDR-0042-046-1546	I																																	
	116 - 29	110VF1546	"L + 1,0" ± 0,25 mm				RDR-0042-046-1546	I																																	
	117 - 29	110JC1522	"L + 1,0± 0,3 mm				AM-0042-046-01-3	I																																	
	142 - 29	110JC1522	"L + 1,0± 0,3 mm				AM-0042-046-01-3	I																																	
	153 - 29	110JC1522	"L + 1,0± 0,3 mm				AM-0042-046-01-3	I																																	
	159 - 29	110VF1534	"L + 1,0" ± 0,25 mm				-	I																																	
	180 - 29	110VF1519	"L + 1,0"± 0,3 mm				LML-300	♦																																	
	210 - 29	110VF1530	"L + 0,2 ± 0,40 mm				LV-0042-046-11-3	I																																	
	234 - 29	110VF1332	"L + 0,2 ± 0,40 mm				RDR-0042-046-1332	I																																	
	268 - 29	110VF1530	"L + 0,7 ± 0,40 mm				RDR-0042-046-1530	I																																	
	516 - 29	110VF1332	"L + 0,7 ± 0,40 mm				RDR-0042-046-1332	I																																	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>LEGENDA</p> <p>CARACTERÍSTICAS ESPECIAIS</p> <p>I FUNCIONAL</p> <p>♦ CRÍTICO</p> <p>I IMPORTANTE</p> </div> <div style="width: 80%;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>ELABORADO POR:</th> <th>DATA:</th> <th>APROVADO POR:</th> <th>DATA:</th> <th>REVISÃO:</th> <th>DATA:</th> <th>REVISADO POR:</th> <th>APROVADO POR:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>JOÃO PAULO MONTUARI</td> <td>22/06/20</td> <td>FELIPE OLIVEIRA</td> <td>22/06/20</td> <td>A</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>B</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>C</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> </div> </div>										ELABORADO POR:	DATA:	APROVADO POR:	DATA:	REVISÃO:	DATA:	REVISADO POR:	APROVADO POR:	JOÃO PAULO MONTUARI	22/06/20	FELIPE OLIVEIRA	22/06/20	A								B								C			
ELABORADO POR:	DATA:	APROVADO POR:	DATA:	REVISÃO:	DATA:	REVISADO POR:	APROVADO POR:																																		
JOÃO PAULO MONTUARI	22/06/20	FELIPE OLIVEIRA	22/06/20	A																																					
				B																																					
				C																																					

## ANEXO B – Procedimento Operacional Padrão

POP – Procedimento Operacional Padrão										
Registro do POP	Nível de Validação	Tipo de POP	Nº da máquina	Descrição da máquina	Nº da Operação	Descrição da Operação	EPIs necessários			
0	2	Set-up	SER 01.02.03 e 04	Controladora Serra	OP 10	Corte	1. Proteção dos Braços 7. Cadeira Posterior	2. Capacete 8. Cinto de segurança	3. Óculos 10. Avental	4. Mangote 11. Perniceira 12. Touca higiênica
Legenda Pontos Chaves		Tempo Standard (em segundos)	N/A/A	Resíduos Gerados no posto		Ferramentas/equipamentos necessários no posto				
Segurança / Ergonomia	Qualidade Refugo	Técnico		Conforme Tabela TC Serra	64%	Carvoos e Limas/has	Pauzimento, Capoteira de cavaco, carrinho de saída de peças			
Outros	Mão Ambiente	Qualidade Retrabalho								
Fase	Descrição da operação (1) (2) (3) (4)	TS	FC	Pontos - Chaves	Porquê?	Reação	Ilustração Pontos Chaves			
1	 Girar a chave seletora para a posição Manual e pressionar a botoneira. Ligar a bomba.	0.50	●	Chave na posição automática, risco da máquina ser acionada durante o set-up.	A chave na posição manual interrompe o acionamento automático e sensorizado da máquina.	Na falta ou não funcionamento, acionar o líder de produção.				
2	 Antes de iniciar o set-up, limpar a serra, ferramentas e mordentes (usando a escova de aço).	1.00	●	Mordente e serra sujo.	Pode ocasionar amassamento e corte irregular do tubo.	Efetuar limpeza da serra e do mordente.				
3	 Acessar comando da máquina e selecionar a matéria-prima a ser fabricada de acordo com cartão Kambar.	0.30	●	N/a	Ao selecionar a matéria-prima o equipamento mostra os parâmetros a serem utilizados no processo.	Conferir na tela se abriu o programa conforme a matéria-prima a ser cortado.				
4	 Acessar tela de Set-up de ferramenta, conferir e se necessário alterar conforme tabela de parâmetros POP-PC.	0.30	●	Tela de set-up diferente da pop de parâmetros.	Ocasiona amassamento, rebarbas variação no comprimento.	Conferir a tela de set-up parâmetros de acordo com a pop de parâmetros. Se não estiver conforme alterar conforme pop de parâmetro.				
5	 Ajustar o tracionador de acordo com a tela indicativa (ref. 01), e inserir no campo "Diâmetro da Lâmina" o diâmetro da serra utilizada (ref. 02).	0.30	●	Não regulagem conforme especificado na tela de set-up	O tubo pode amassar ou não chegar até o batente (stop que regula a medida a ser cortado), gerando variação de medida.	Ajustar o tracionador de acordo com a tela de set-up, se não tiver como regular acionar o Líder de Produção.				
6	 Recuar o cabeçote de corte, soltar os parafusos e mordentes e substituir os mordentes conforme especificado na "POP de parâmetro de corte".	4.10	●	1- mordente incorreto e mordente solto.	1- gera amassamento do tubo/ faz o tubo girar.	Trocar mordentes conforme pop de parâmetro de corte, se não tiver como ajustar acionar o Líder de Produção.				
7	 Substituir a serra de acordo com a "POP DE PARÂMETRO" e ajustar o bico de refrigeração para jogar óleo diretamente no disco de corte.	5.10	●	1- serra de corte incorreta 2- falta de lubrificação da serra 3- flange eixo onde encaixa a serra danificado	1- gera rebarbas nas extremidades do tubo. 2- gera rebarbas nas extremidades do tubo, gera empenamento e quebra da serra. 3- gera empenamento da serra de corte.	Inserir serra ajustar bico e limpar flange e eixo conforme pop de parâmetro de corte, se não tiver como regular acionar o Líder de Produção.	  			
<b>Observação: Toda parada de equipamento proceder conforme especificado na POP SHUT DOWN.</b>										
Elaborado Por:	Data	Aprovado Por:	Data	REVISÃO:	DATA:	REVISADO POR:	APROVADO ENGENHARIA:	HISTÓRICO DE REVISÃO		Página
Josiane Melo	06/10/20	Jefferson Borges	20/10/20	A B C						1-2

ANEXO C – Procedimento Operacional Padrão – Parâmetros de Processos

POP- Procedimento Operacional Padrão - Parâmetros De Corte			PÁG 001
Equipamento	SERRA 0004	POP	Nº 5.2
Descrição Do Programa:	110JC0851		
SETUP DE FERRAMENTAS			
	VELOCIDADE DE AVANÇO	REDUZIR VELOCIDADE NO RETORNO	0,0MM
ENTRADA DA LÂMINA	40,0%		58,0
	40,0%		50,0
	50,0%		35,0
	50,0%		25,0
	50,0%		15,0
	30,0%		
SAÍDA DA LÂMINA			
VELOCIDADE DA SERRA: 180 RPM CORRENTE MÁXIMA: 20,0 A			V:54,7
DIÂMETRO DA LÂMINA: CONFORME ENCONTRADO NA LÂMINA			H:10,7
			LUBRIFICAÇÃO
			DESACELERAÇÃO MORDENTE
			PROLONGADOR
			MICRO NÉVOA
			120 MM
			15,5
			DESTOPO:10 MM
			ESPESS: DA LÂMINA:2,5
Elaborado Por	Aprovado	Revisão	Revisado
		A DATA / /	
		B DATA / /	
		C DATA / /	
		Histórico De Revisão	
SMB://192.168.3.62			