

# Otimização na operação de revestir plataforma traseira em empresa encarroçadora de ônibus

MAURÍCIO ZUCCO DOS PASSOS<sup>11</sup>  
CHARLES RUI<sup>12</sup>

## RESUMO

O estudo de caso apresentado no decorrer do trabalho, trata-se da otimização na operação de revestir com madeira a plataforma traseira das carrocerias de ônibus em uma empresa do ramo metal mecânico da cidade de Caxias do Sul. Este relatório trata-se de uma pesquisa exploratória cujo, o procedimento é um estudo de caso desenvolvido dentro de uma empresa de carrocerias de ônibus. Para o desenvolvimento do estudo foi necessário o envolvimento de várias áreas da empresa, também foram aplicadas as ferramentas como o mapeamento de Shingo para verificar todas as atividades que o colaborador realizava no desenvolvimento da operação, o diagrama de espaguete para verificar a movimentação do colaborador na atividade e mapeamento do fluxo de valores para determinar o que a atividade agrega de valor no produto final. Após a aplicação das ferramentas, os resultados obtidos foram a redução de R\$ 11,64 reais no custo de recorte da matéria-prima, redução de R\$ 178,49 reais no custo da operação, também houve uma redução de 95 minutos e 466 metros de movimentação durante a realização da tarefa, por fim houve uma redução de 3 m<sup>2</sup> na matéria-prima.

**Palavras-chave:** Movimentação. Custo produtivo. Tempo de operação. *Takt time*.

## ABSTRACT

The case study presented in the course of the work deals with the optimization of the operation of covering the rear platform of the bus bodies with wood in a company in the metal mechanic sector in the city off Caxias do Sul. This internship report is an exploratory research whose procedure is a case study developed within a bus body company. For the development of the study, it was necessary to involve several areas of the company, tools such as the Shingo mapping were also applied to verify all the activities that the employee performed in the development of the operation, the spaghetti diagram to verify the movement of the employee in the activity and value stream mapping to determine what the activity adds value to in the final product. After applying the tools, the results obtained were a reduction of R\$ 11,64 reais in the cost of cutting the raw material, a reduction of R\$ 178,49 reais in the cost of the operation, there was also a reduction of 95 minutes and 466 meters of movement during the performance of the task, finally there was a reduction of 3 m<sup>2</sup> in the raw material.

**Keywords:** Movement. Production cost. Operating time. *Takt time*.

---

<sup>11</sup> Graduando em Engenharia de Produção do Centro Universitário Uniftec. Técnico em automação industrial com ênfase em sistemas de controle, concluído no ano de 2010 no Senai Mecatrônica – Caxias do Sul. Atua como analista de processos em uma empresa do ramo metal mecânico da cidade de Caxias do Sul.

<sup>12</sup> Engenheiro de Produção e Mestre em Administração pela UCS - Universidade de Caxias do Sul, pós-graduado em Gestão Empreendedorismo e Marketing pela PUC-RS e pós-MBA em Liderança e Alta Gestão pelo UNIFTEC. É professor do Centro Universitário Uniftec dos eixos de Negócios e Engenharias.

## 1 INTRODUÇÃO

Com a busca pela excelência e a melhor forma de otimizar os processos produtivos, bem como, eliminar os desperdícios em linha de montagem, o presente trabalho aborda algumas das temáticas e aplicações de ferramentas referentes a otimização de um processo dentro de uma empresa do ramo metal mecânico da cidade de Caxias do Sul.

Aplicando ferramentas como o mapeamento de Shingo, o fluxo do mapa de valores e o diagrama de espaguete, é apresentado durante o trabalho, uma melhoria aplicada na operação de montagem do revestimento da plataforma traseira em um determinado tipo de carroceria veicular. É clara a percepção de que existem muitos pontos a serem melhorados e com isso, aumentar a capacidade produtiva do processo. Através dos dados comparando-se o estado atual e a proposta de melhoria através do estado futuro, observa-se que realizando a atividade de forma correta, respeitando assim os seus limites e obrigações, é possível se atingir as metas estabelecidas no planejamento.

Processos confusos misturam trabalho útil com desperdícios, não deixando claro para o colaborador o que realmente agrega valor em sua atividade e o que ele realiza de forma errônea, gastando assim energia desnecessária e com isso comprometendo o andamento das demais atividades ao longo do setor de montagem. O ideal é que o movimento do colaborador seja realizado de forma a produzir, ou seja, agregar valor à sua atividade ou montagem.

Dentro do contexto apresentado e a demanda levantada pela equipe de produção, surgiu o seguinte questionamento: “De que forma será possível otimizar a operação de montagem do revestimento da plataforma traseira? ”, então coube a engenharia de processos da empresa onde o caso foi levantado, realizar um estudo para resolução do tema.

Em consonância com a questão problema definiu-se como objetivo geral “**otimizar a operação de montagem do revestimento da plataforma traseira para atender a demanda diária**”.

Com o intuito de encontrar a solução para a questão levantada pela equipe a produção, a engenharia de processos definiu como meta atender alguns objetivos específicos como identificar os desperdícios do processo, diminuir a movimentação do colaborador no momento da realização da tarefa, melhorar os tempos e o custo da operação, bem como minimizar os desperdícios da matéria-prima.

Verificando a situação *in loco* ficou claro a necessidade de aplicação das ferramentas para que fosse possível mensurar a distância percorrida pelo colaborador, bem como medir a



produtividade da operação. Dessa forma, após finalizar a sua tarefa, consegue auxiliar outro colega em sua atividade, com isso atendendo o *takt time* da linha e por consequência atendendo a eficiência estipulada para o setor.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO**

O Sistema Toyota de Produção atual, começou a ganhar forma no final da segunda guerra mundial, todo esse processo de transformação levou mais de vinte anos para ser consolidado, neste tempo foram desenvolvidos diversos princípios e mecanismos, como: 5 porquês, o conceito de autonomia, o *just-in-time*, o *kanban* e o princípio da completa eliminação de perdas (GHINATO, 1996).

Com todo desenvolvimento e conhecimento adquirido ao longo dos anos a Toyota *Motor Company* se tornou referência mundial e através de seus métodos, ferramentas e políticas aplicadas alavancaram suas vendas, e segundo Alfaia (2007) em 2007, a Toyota torna-se a maior montadora de veículos do mundo e põe um ponto final no fordismo.

Para Shingo (1989), o STP deve identificar completamente os desperdícios (perdas), sendo que as principais perdas são por: superprodução; tempo disponível (espera); transporte; processamento em si; estoque disponível; movimentação e produção de produtos defeituosos. De acordo com Ohno (1997), a eliminação das perdas acima descritas, aumenta a eficiência e diminui a força de trabalho, tornando assim a margem mais ampla.

#### **2.1.1 Perda de Movimento desnecessário**

Para Oishi (1995), estes tipos de perda conduzem ao aumento de pessoal ou quantidade de trabalho, não utilização das técnicas recomendadas às operações, instabilidade nas operações e operações desnecessárias.

O pensamento enxuto é um antídoto para o desperdício. Tem-se um modo para se especificar valor, criar valor e realizar as atividades com mais eficiência. O pensamento enxuto é a forma de se conseguir produzir mais com cada vez menos recursos e buscando atender a real necessidade do cliente (WOMACK; JONES, 2003).



O desperdício de movimentos desnecessários é caracterizado como os movimentos considerados inúteis realizados pelo trabalhador, por exemplo, ter que caminhar, procurar, pegar ou organizar as peças e ferramentas (LIKER, 2005).

Ohno (1997) associa estas perdas aos movimentos que podem ser dispensáveis realizado pelos operários. Estar em movimento não significa estar trabalhando ou agregando valor ao produto, sendo que trabalhar é fazer com que o produto avance no processo para o sentido da conclusão.

Antunes et al. (2008) retrata algumas ferramentas, como a utilização do estudo de tempo e movimentos, tempo alocado, método de fator de trabalho e a medida de movimento/tempo. Estas ferramentas estão atreladas para minimização e eliminação das perdas por movimento dos trabalhadores, baseadas continuamente nos padrões operacionais, para uma execução mais efetiva possível das operações.

## 2. 2 MAPA FLUXO DE VALOR

Segundo Lee (2006), o *Value Stream Mapping* (VSM) ou Mapeamento do fluxo de valor (MFP) é uma ferramenta que faculta uma visão abrangente de todo sistema, evidenciando a interação existente entre os processos, o que permite identificar toda fonte ou causa de desperdício existente.

O VSM é muito útil, porque cria um “mapa visual” de cada processo envolvido no fluxo de materiais e informações na cadeia de valores de um produto. Esse mapa consiste em um desenho do estado atual, um desenho do estado futuro e um plano de implementação (KRAJEWSKI et. al., 2009).

Womack e Jones (2004) demonstram, em suas abordagens, a cadeia de valor de um produto, que busca acompanhar todas as etapas da produção, desde a aquisição de matéria-prima até o pós-venda. Essa metodologia parte do princípio de que as atividades executadas, em todo processo, devem agregar o máximo de valor, aos olhos do consumidor final. Por meio do mapeamento do fluxo, é possível realizar a rastreabilidade de cada etapa do processo de produção, identificando os pontos que apresentam desperdício e, assim, trabalhando com os princípios da produção enxuta.

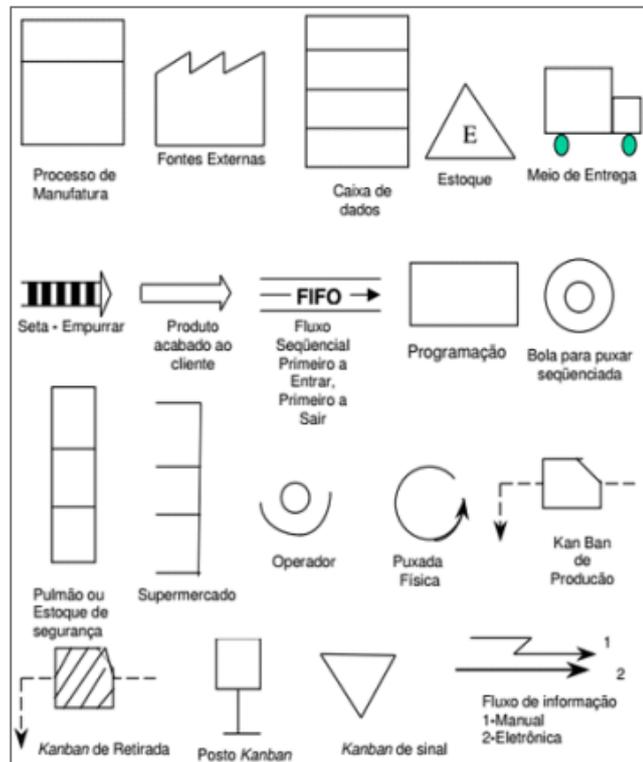
### 2.2.1 Etapas do mapeamento do fluxo de valor

Conforme Werkema (2012), mapa fluxo de valor é o fluxo de valor consiste em todas as atividades, tanto as que agregam quanto as que não agregam valor por uma empresa para projetar, produzir e entregar seus produtos (bens e serviços) aos clientes, sendo constituídos pelos seguintes elementos:

- Fluxo de materiais, desde o recebimento dos fornecedores até a entrega aos clientes.
- Transformação de matéria prima em produto acabado.
- Fluxo de informações que apoiam e direcionam os dois elementos anteriores.

Para Rother e Shook (2012), o mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta que utiliza símbolos gráficos (figura 2), para documentar e apresentar visualmente a sequência e o movimento de informações, materiais e ações que consistem em o fluxo de valor de uma empresa.

FIGURA 2 – Ícones do mapeamento do fluxo de valor.

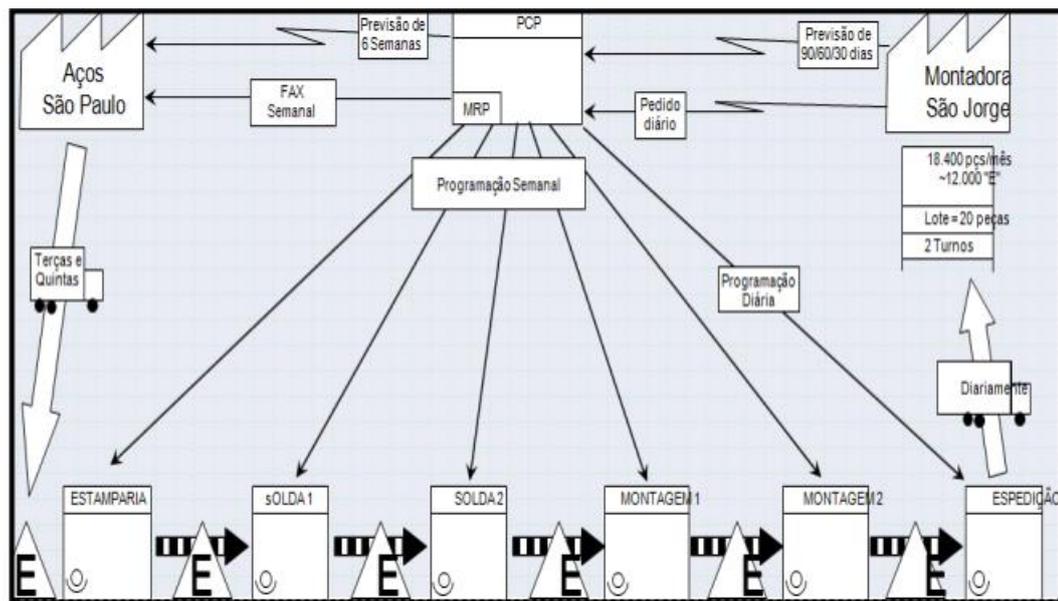


Fonte: Adaptado Rother e Shook (2012)

## 2.2.2 Representação gráfica do mapeamento do fluxo de valor

A figura 3 representa os principais símbolos utilizados para o mapeamento do fluxo de valor. É importante observar que cada representação desta figura contém uma simbologia que é responsável por mostrar as operações existente ao longo do processo.

FIGURA 3 - Mapa do fluxo de valores.



Fonte: Adaptado Rother e Shook (2012).

## 2.3 DIAGRAMA DE ESPAGUETE (D.E.) OU SPAGHETTI

### 2.3.1 Conceito

O nome espaguete vem da semelhança da rota desenhada (*layout*) a um prato de macarrão do tipo espaguete. Ele busca a visualização de circulação de transporte, ao longo de um fluxo durante os processos. Mostra se o percurso traçado realmente foi necessário para a confecção de determinado produto ou para a realização de tal processo em uma unidade (LEXICO LEAN, 2003).

O diagrama de *spaghetti* é utilizado para apresentar o movimento e a distância que determinado elemento (documento, serviço, colaborador, paciente, entre outros) tem que percorrer ao longo de todo processo, podendo ser desenhado sobre uma planta do local com objetivo de detectar desperdícios e caminhadas em excesso, identificando em paralelo, aprimoramentos do processo para aumentar a eficiência (BAHENSKY et al., 2005).



Tapping e Shuker (2010) afirmam que o diagrama de *spaghetti* consiste em traçar o caminho percorrido pelo material ou pessoas em um *layout* específico, permitindo evidenciar e quantificar os desperdícios de movimentação e transporte.

### 2.3.2 Vantagens e desvantagens

Essa ferramenta é utilizada com muita frequência nos conceitos *Lean Manufacturing*, auxiliando, basicamente, na definição de *layout* industrial: analisa graficamente a distância percorrida por um operador, produto em processo, entre outras aplicações (BENEVIDES,2013).

Conforme Quetz (2015), diagrama de espaguete, é uma técnica para ajudar a estabelecer o *layout* ideal, com as observações de distâncias percorridas na realização de uma determinada atividade, que visa entender os caminhos percorridos em um processo produtivo, antes e após a implementação.

### 2.3.3 Etapas de desenvolvimento

Para Freitas (2013), os passos para construção do DE são:

- a) PASSO 1: Desenhar o *layout* da área.
- b) PASSO 2: Desenhar os principais mobiliários, materiais e equipamentos, identificando estações de trabalho e estoque de materiais.
- c) PASSO 3: Identificar a planta baixa do local e adaptar o desenho, iniciando a construção do diagrama.
- d) PASSO 4: Observar a movimentação de pessoas, materiais ou informações.
- e) PASSO 5: Desenhar linhas no diagrama para representar os fluxos das pessoas, materiais ou informações.
- f) PASSO 6: Definir os fluxos, pessoas, materiais ou informações, diferenciando com cores distintas.
- g) PASSO 7: Analisar o diagrama a partir do levantamento dos desperdícios de movimentação e transportes relacionados aos poucos processos realizados.
- h) PASSO 8: Anotar todas as paradas e interrupções durante o processo.
- i) PASSO 9: Identificar as oportunidades de melhorias.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Segundo Yin (2015), o estudo de caso trata de situações reais de fenômenos que originam contextos turvos ao olhar das partes interessadas. A sua importância se deve ao fato de no momento não saber lidar com situações complexas.

Para Marconi (2021), pesquisas exploratórias são investigações com finalidade de formular questões ou problemas, aumentando a familiaridade do pesquisador com um ambiente, fato ou fenômeno, com a intenção de obter uma pesquisa mais precisa.

Este artigo trata-se de uma pesquisa exploratória, cujo procedimento é um estudo de caso. O trabalho é o resultado de um relatório de estágio do curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário Uniftec. Os procedimentos para a realização do trabalho foram os seguintes:

- a) primeiro foi feito um estudo referente as teorias relacionadas ao mapeamento do Shingo, mapeamento do fluxo de valor e diagrama de espaguete;
- b) o trabalho foi desenvolvido em uma empresa da serra gaúcha, cujo objetivo é otimizar a operação de revestir com madeira a plataforma traseira.

#### 3.1 EMPRESA OBJETO DE ESTUDO

A empresa onde o estudo será realizado, iniciou sua trajetória no ano de 1949, tendo sua sede em Caxias do Sul e desde sua criação, tem em seu lema que a inovação é o caminho para o progresso. Com essa evolução constante, foi possível que a empresa alcançasse mercados internacionais, atravessando continentes com seus produtos, criando centros fabris no exterior e com isso gerando emprego para as comunidades locais.

#### 3.2 SETOR DE ESTUDO

O setor onde é realizada a operação de revestir a plataforma traseira das carrocerias com madeira é chamado de 407<sup>13</sup>, onde são feitas diversas montagens, desde o revestimento lateral da carroceria até os chicotes elétricos e mangueiras pneumáticas. Ao todo o setor engloba 250 operações na sua extensão, e essas atividades são distribuídas em 9 postos de

---

<sup>13</sup> Na empresa onde o estudo foi desenvolvido, os setores da empresa são nomeados com numerais, por exemplo, 407, 406, 416 etc. Esses setores citados são linhas de montagem estrutural das carrocerias desenvolvidas.



montagens, desde seu primeiro posto até a liberação para o setor seguinte. As operações são realizadas por aproximadamente 51 operadores, distribuídos ao longo dos postos de trabalho e realizando operações distintas.

O posto onde é realizada a montagem do revestimento da plataforma traseira é o posto 160 e tem o total de 62 operações, essas operações são realizadas por 8 operadores.

Atualmente o *takt time* do setor de montagem é de 127,5 minutos, ou seja, a cada 127,5 minutos a carroceria avança um posto, ou para ficar mais claro, a cada ciclo entra uma carroceria no posto 130 e sai uma carroceria no posto 220. Por turno, a meta especificada para o setor é de 4 carrocerias.

### 3.3 ESTADO ATUAL DA OPERAÇÃO

No estado atual foi verificado que o operador que realiza a tarefa de montagem do revestimento da plataforma traseira na carroceria, se desloca do posto 160 (localizado no meio da linha do setor 407) até o setor de marcenaria, recorta as madeiras para realizar o revestimento e retorna ao seu posto de montagem. Através desse acompanhamento feito pela equipe da engenharia de processos, percebeu-se que devido a essa movimentação, o operador não consegue atingir a meta diária de sua atividade e isso acarreta o sobrecarregamento dos demais operadores do posto, pois como citado anteriormente. O posto de montagem conta com mais de 62 operações que são divididas entre 8 operadores, com essa distribuição, cada operador fica responsável por aproximadamente 7 operações, com um operador realizando somente uma tarefa e mesmo assim não atingindo a meta diária, os outros operadores ficam responsáveis por 8 tarefas. Durante o acompanhamento da tarefa foram aplicadas três ferramentas para verificar os desperdícios, sendo elas: o mapeamento de Shingo, o diagrama de espaguete e o mapa do fluxo de valor.

### 3.4 APLICAÇÃO MAPEAMENTO DE SHINGO

Para facilitar a identificação das perdas no processo em que o operador realiza, foi desenvolvido o mapeamento de Shingo<sup>14</sup>, e nesse mapeamento observou-se que o operador

---

<sup>14</sup> Segundo Shingo (1996), é possível identificar melhorias nos processos produtivos, por meio do mapeamento das atividades, descrevendo todas suas rotinas, e para cada parte do processo, destinar um símbolo. Com os símbolos, fica facilitada a compreensão das atividades, independente da forma ou da quantidade das execuções, indicando assim quais atividades estão sendo realizadas e não estão agregando valor ao produto.

realiza um deslocamento de 498 metros, ou seja, para realizar a montagem do revestimento da plataforma traseira de uma carroceria o operador percorre a distância citada e leva em torno de 133 minutos para realizar o ciclo completo, conforme pode ser observado no Apêndice 01.

Com o mapeamento realizado, ficou evidente que o operador realiza atividades das quais ele não deve ser o responsável, aumentando, dessa forma, o custo e realização de sua atividade. O levantamento da operação trouxe que o tempo que o operador leva para realizar um ciclo, ou seja, realizar a montagem de uma carroceria é dura 133 minutos. Com isso ficou ainda mais claro o porquê de o colaborador não conseguir atingir sua meta diária, pois o tempo de ciclo realizando a atividade ficou 4,13% mais elevado que o tempo de *takt time* do setor. O custo da operação ficou com o valor de R\$ 249,88 por ciclo, como o operador realiza a atividade 3 vezes ao dia, o custo diário da operação ficou R\$ 843,21 e a movimentação total do operador, diariamente somente realizando a operação de montagem do revestimento ficou em torno de 1.680,47 metros.

Para facilitar o entendimento, melhorar a análise e entendimento do diagrama de Shingo, o quadro 1 traz todas as atividades que o operador realiza para concluir a operação de montagem do revestimento da plataforma traseira, com o tempo gasto em cada operação, bem como o percentual que cada atividade representa.

Quadro 1 – Percentual de cada atividade no tempo total

Operações	Tempo (minutos)	Percentual em cima do lead time
Recebimento das madeiras no setor de marcenaria.	10	7,52%
Operador realiza medição da plataforma que será revestida	20	15,04%
Deslocamento do operador até o setor de marcenaria	9	6,77%
Medir aproximadamente a quantidade de madeiras necessárias para o recorte	5	3,76%
Transporte das lâminas de madeira até a serra.	4	3,01%
Recorte das madeiras conforme medição da carroceria	30	22,56%
Armazenamento das madeiras no carrinho para transporte até o posto de montagem	4	3,01%
Transporte das peças recortadas até o posto de montagem	13	9,77%
Colocar as peças dentro da carroceria que será revestida	10	7,52%
Revestir a plataforma traseira com as madeiras, conforme determinado pelo projeto.	28	21,05%
<b>Tempo total operação (lead time)</b>	<b>133</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: Autor (2022).

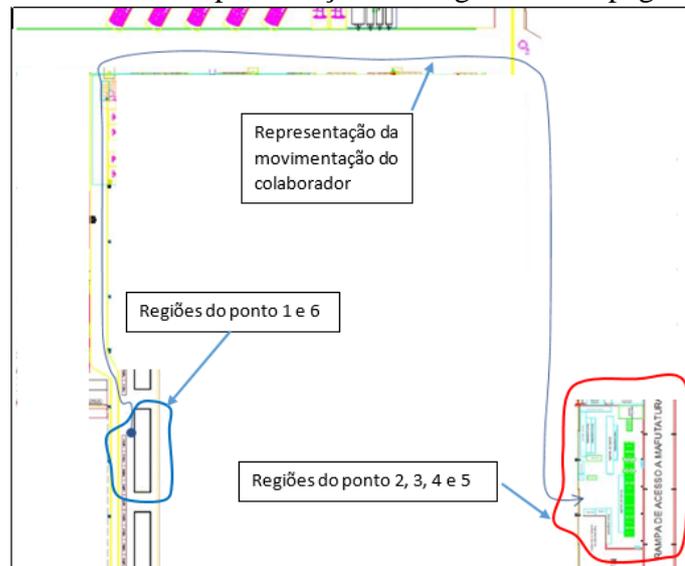
### 3.5 APLICAÇÃO DO DIAGRAMA DE ESPAGUETE

A aplicação do diagrama espaguete, foi desenvolvida acompanhando a movimentação do operador. O ponto 1 identificado na Figura 1, representa o posto de montagem de onde o operador parte para realizar a operação e se desloca até o ponto 2, o qual representa a chegada do operador no setor de marcenaria. A movimentação do ponto 1 até o ponto 2, gerou uma distância de 214 metros, sendo que esse trajeto é realizado duas vezes por ciclo, o que totaliza 428 metros e o tempo gasto nessa atividade é de aproximadamente 22 minutos.

Partindo do ponto 2, o operador vai até o ponto 3, onde pega 2 lâminas de madeira e com auxílio de outro colaborador se desloca até o ponto 4, onde está localizada a serra de bancada. Nesse momento são realizados os recortes nas lâminas de madeira, conforme medidas tomadas pelo operador na carroceria. Com os recortes feitos, as peças são armazenadas em um carrinho para facilitar a movimentação e o operador vai até o ponto 5.

A movimentação no setor de marcenaria (pontos 3, 4 e 5) é de 20 metros e o tempo gasto é de 43 minutos. Esses dados foram levantados no mapeamento de Shingo e auxiliaram a ilustrar de forma completa a movimentação do colaborador.

FIGURA 1 – Representação do diagrama de espaguete



Fonte: Autor (2022).

O retorno do colaborador até o posto de montagem, são mais 214 metros e gasta em torno de 13 minutos, pois nesse momento é feito o carregamento das madeiras para realizar a montagem do revestimento. Essa movimentação é vista na imagem 1, ida do ponto 2 até ponto 1.



No posto de montagem, o operador parte então com as madeiras para o interior da carroceria. O ponto 1 como está representado desde o início, representa de onde o operador sai para ir recortar as madeiras e trazê-las de volta para realizar a montagem, já o ponto 6 representa o final da operação, ou seja, é o último estágio feito pelo operador, onde ele coloca as madeiras para dentro da carroceria e realiza a montagem conforme determinação. Nessa última parte da operação, é gasto em torno de 38 minutos e a movimentação é de 32 metros.

### 3.6 APLICAÇÃO MAPA DO FLUXO DE VALOR

O mapa do fluxo de valor da atividade de revestir com madeiras a plataforma traseira da carroceria de um ônibus, se inicia no dia 9 de produção, pois do nascimento da estrutura no começo da linha de produção até a chegada no posto 160, a carroceria passa por outros postos de montagem onde vão sendo realizadas as demais montagens. O *lead time*<sup>15</sup> completo de uma carroceria do modelo onde o estudo está sendo realizado é de 18 dias úteis, desde o início da produção até a entrega ao cliente, para a melhor identificação no apêndice 02. O início do processo se dá quando o cliente finaliza a compra de uma carroceria, dessa forma, o planejamento da produção informa o setor responsável que há necessidade de realizar a compra de matéria-prima, no caso específico que está sendo estudado, é necessário que seja feita a compra das madeiras. Após o pedido expedido, então o fornecedor produz a quantidade especificada na ordem de compra, embala, separa, carrega no caminhão e entrega na empresa compradora, mais especificamente no setor de marcenaria.

Com a matéria prima entregue no setor de montagem, então começa o deslocamento do operador para realizar a atividade. Ele inicia o processo realizando a medição da plataforma a qual será revestida e após a medição realizada, então o colaborador se desloca até o setor de marcenaria onde é feita uma nova medição, só que dessa vez é medida a matéria prima necessária para atender a demanda levantada na primeira medição.

Para realizar o recorte das madeiras, o operador necessita de auxílio de outro colaborador para transportar as lâminas da madeira até a serra circular, para então se dar início ao trabalho de recorte e armazenamento das madeiras em um carrinho para posterior movimentação até o posto de montagem.

---

<sup>15</sup> De acordo com Ericksen e Stoflet (2007), *lead time* é a quantidade de tempo desde o recebimento de um pedido até que ao menos um dos itens pedidos esteja disponível no estoque e seja entregue ao cliente, logo, é o período que a empresa leva para processar o pedido em pelo menos uma porcentagem deste. Portanto, é necessário analisar onde esses processos sofrem atraso para que seja desenvolvido um projeto para redução ao menor tempo possível.



Feito o recorte das madeiras, então o operador se desloca até o setor onde a carroceria está posicionada e pronta para receber o revestimento da madeira. Para finalizar a atividade então o colaborador coloca as madeiras que revestirão a plataforma dentro da carroceria, e se inicia o processo de montagem, para só então a carroceria estar liberada para o posto de montagem seguinte e dando sequência as demais montagens até que a carroceria esteja apta, com todas as atividades de montagem realizadas e liberadas para o setor seguinte.

### 3.7 PROPOSTA E PLANO DE AÇÃO

O plano de ação para o atendimento da proposta foi simples e sucinto, uma vez que, cada uma das áreas envolvidas não viu dificuldades em realizar as suas obrigações. Para a engenharia de produto, o trabalho se tornou mais complexo, visto que, todas as carrocerias deveriam ser desenhadas, não sendo mais desenhos genéricos amarrando a quantidade de matéria-prima utilizada e sim a quantidade exata. A equipe de logística por sua vez, ficou responsável de traçar uma nova rota para realizar a coleta e entrega das peças, bem como a adequação das prateleiras onde os carrinhos serão alocados.

O restante da demanda ficou entre a engenharia de processos e o setor onde a montagem do revestimento é realizada. A engenharia de processos ficou responsável pela realização de uma nova medição de tempo, eliminando assim a movimentação do colaborador e contabilizando somente o tempo o que o operador gasta para realizar o transporte das peças até o interior da carroceria e finalizar a montagem das madeiras. Os operadores do posto 160, bem como seu líder, ficaram então com a tarefa de realizar a montagem das madeiras na carroceria, conforme especificado em projeto, e dividir as atividades novamente entre os colaboradores.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao longo deste capítulo apresenta-se os resultados e discussões obtidos com as melhorias realizadas.

#### 4.1 ESTADO FUTURO DA OPERAÇÃO MONTAGEM REVESTIMENTO DA PLATAFORMA

Com a análise feita através das ferramentas aplicadas em cima da atividade de revestir a plataforma traseira com madeira, verificou-se que grande parte das operações que o colaborador realiza não são de sua competência, elas necessitam ser realizadas, mas não da forma que atualmente estão sendo feitas. Desta forma, apenas 28,57% do tempo, o operador realiza atividade que agrega valor para a operação, o restante, ou seja, 71,43% do tempo gasto na realização da atividade é considerado desperdício. Conforme observado no quadro 2, os itens destacados representam o que realmente agrega valor na operação.

Quadro 2 – Identificação dos temas que agregam valor na operação

Operações	Tempo (minutos)	Percentual em cima do lead time
Recebimento das madeiras no setor de marcenaria.	10	7,52%
Operador realiza medição da plataforma que será revestida	20	15,04%
Deslocamento do operador até o setor de marcenaria	9	6,77%
Medir aproximadamente a quantidade de madeiras necessárias para o recorte	5	3,76%
Transporte das lâminas de madeira até a serra.	4	3,01%
Recorte das madeiras conforme medição da carroceria	30	22,56%
Armazenamento das madeiras no carrinho para transporte até o posto de montagem	4	3,01%
Transporte das peças recortadas até o posto de montagem	13	9,77%
Colocar as peças dentro da carroceria que será revestida	10	7,52%
Revestir a plataforma traseira com as madeiras, conforme determinado pelo projeto.	28	21,05%
<b>Tempo total operação (lead time)</b>	<b>133</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: Autor (2022).

Através do teste realizado pela engenharia de processos, após a identificação das perdas de processo demonstrados no diagrama de Shingo, verificou-se que é possível que o operador diminua a sua movimentação, com isso otimizando o seu tempo e aumentando a sua produtividade.

#### 4.2 NOVO MAPEAMENTO DE SHINGO

O diagrama de Shingo, agora apresenta somente duas operações, sendo elas a de posicionar as madeiras dentro da carroceria, ou seja, retirá-las do carrinho onde a marcenaria armazenou para o transporte e colocar próximo da plataforma e realizar a montagem, conforme determinado em projeto.



A nova movimentação realizada pelo colaborador é de apenas 32 metros, em uma comparação com o formato anterior que a operação era desenvolvida, houve uma diminuição de 93,57% da movimentação, a qual era considerada desperdício. Falando-se em números, para realizar a operação o colaborador se movimentava 498 metros, agora como o operador se move apenas 32 metros, a movimentação que deixou de ser realizada foi de 466 metros, um dos efeitos que essa movimentação causava era o não atingimento da meta diária, que são 4 carrocerias.

#### 4.3 NOVO DIAGRAMA DE ESPAGUETE

O novo diagrama de espaguete consiste em mudanças na operação de revestir a plataforma traseira, então foi necessário fazer uma reunião com os setores da empresa envolvidos no trabalho. Após a apresentação dos resultados do estado atual da operação, surgiram algumas demandas para que a implementação fosse realizada conforme o novo conceito de aplicação, onde a engenharia de produto ficou responsável por desenhar o revestimento da plataforma traseira, de acordo com a definição de projeto. Com isso o setor de marcenaria, recorta as madeiras conforme detalhe de montagem e armazena as peças em um carrinho que será possível ser puxado por um trator.

Então o setor de logística, quando for fazer a entrega das demais peças que serão montadas na carroceria, passa pelo setor de marcenaria, engata o carrinho com as madeiras recortadas no trator e entrega no posto 160 do setor 407, e com isso restando ao operador somente a parte onde ele é responsável pela montagem, que seria pegar as peças do carrinho entregue no posto, transportá-las até a parte traseira da carroceria e fizesse a montagem do revestimento na plataforma traseira.

Eliminando os desperdícios apontados no diagrama de Shingo, seria possível aumentar a produtividade do colaborador, melhorando assim o aproveitamento de seu tempo e elevando a produção diária de 3,37 carrocerias para a possibilidade de produzir 11,81 carrocerias por dia, o que representa um aumento de capacidade de 71,46%.

#### 4.4 RESUMO DOS GANHOS COM O TRABALHO IMPLEMENTADO

Com a implementação do trabalho realizado, os ganhos em movimentação, custo de matéria-prima, custo da atividade, obteve-se ganhos significativos. O quadro 3, traz de forma clara e simples os resultados que foram obtidos.

Quadro 3 – Resumo dos ganhos do trabalho

Apresentação dos ganhos por unidade produzida			
Descrição da operação	Antes do estudo	Depois do estudo	Redução
Custo recorte das madeiras da plataforma	R\$ 71,39	R\$ 59,75	R\$ 11,64
Custo da operação de revestir a plataforma	R\$ 249,88	R\$ 71,39	R\$ 178,49
Tempo para realizar a operação	133 minutos	38 minutos	95 minutos
Movimentação do colaborador	498 metros	32 metros	466 metros
Matéria prima	12 m <sup>2</sup>	9 m <sup>2</sup>	3 m <sup>2</sup>

Fonte: o autor (2022).

Obteve-se uma redução no processo de recorte das madeiras, devido ao custo da taxa hora homem da marcenaria ser menor que o valor da taxa hora homem da linha de montagem. A grande redução do custo da operação se deu, pois, o operador diminuiu o tempo para realizar a operação de revestir a plataforma traseira com as madeiras, a diminuição do tempo se deu pela eliminação da movimentação desnecessária.

Outro ganho foi na redução de matéria-prima amarrada em projeto, pois antes das plataformas serem desenhadas uma a uma, o desenho paramétrico trazia um valor aproximado para revestir a plataforma com madeiras, porém com os desenhos feitos por modelo da carroceria, se conseguiu deixar o valor mais próximo do real utilizado.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho foi desenvolvido com a ideia de responder à questão problema levantada pela equipe envolvida na melhoria do processo de revestir a plataforma traseira das carrocerias com madeira. A questão problema referida é a seguinte: “**Otimizar a operação de montagem do revestimento da plataforma traseira para atender a demanda diária**”.

Partindo da determinação do tema, também surgiram os objetivos específicos: identificar os desperdícios de processo, diminuir a movimentação do colaborador, melhorar os tempos e os custos da operação e minimizar os desperdícios de matéria-prima.



Tendo um aporte teórico de diversos autores que trazem em sua escrita manufatura enxuta, *lean manufacturing*, ferramentas de qualidade, formas de produzir maior quantidade e com melhor qualidade, no decorrer das avaliações e tratativas foram aplicadas ferramentas para facilitar a identificação dos pontos que deveriam ser trabalhados.

Inicialmente foi aplicada a ferramenta do diagrama de Shingo, onde foram listadas todas as operações que o colaborador desenvolvia para realizar a tarefa, esse diagrama se complementou com a aplicação do diagrama de espaguete, onde foi possível se verificar a excessiva movimentação do colaborador. Ainda na construção do diagrama de Shingo e durante a realização do estudo em cima do diagrama de espaguete, foi possível analisar o tempo que o colaborador gastava para concluir a tarefa.

Com o estudo em estágio avançado, então começou o trabalho de construção do mapa do fluxo de valor, onde cruzando as informações do diagrama de espaguete e diagrama de Shingo, com a metodologia do mapa do fluxo de valor, foi possível verificar *lead time* da operação, o quanto cada uma das movimentações e tempo gasto na atividade influenciam no desenvolvimento da atividade e contribuem para agregar valor no produto. Entende-se como satisfatório o resultado do trabalho, uma vez que, todos objetivos definidos foram alcançados.

A identificação dos desperdícios do processo se deu com a aplicação do diagrama de Shingo, pois no desenvolvimento dele ficou evidente que o colaborador fazia atividades que não eram de sua alçada. Dentre as atividades que não deveriam ser realizadas pelo colaborador que realiza a montagem das madeiras na plataforma traseira, estavam a questão que o mesmo retirava as medidas das madeiras que deveriam revestir a plataforma traseira e após ele se movimentava até outro setor onde ele mesmo realizava o recorte das madeiras para concluir sua operação. Para diminuir a sua movimentação e melhorar o seu tempo de agregação de valor no produto, foi identificado que seria necessário que a engenharia de produto da empresa desenhasse os revestimentos, conforme a geometria de cada uma das carrocerias. Essa foi a atividade em que ocorreu maior desgaste durante a realização do trabalho, pois foi necessário que o assunto subisse os níveis hierárquicos dentro da empresa para que fosse realizado.

A fim de diminuir a movimentação do colaborador, foi aplicado o diagrama de espaguete, para isso a equipe da engenharia de processos da empresa acompanhou a movimentação do colaborador durante a realização da tarefa, e em cada passo que o colaborador realizava, dois representantes da equipe de engenharia realizavam a medição da distância e o tempo gasto durante todo o trajeto. Após esse acompanhamento e cruzando as



informações com o diagrama de Shingo, foi possível que fosse eliminado uma movimentação de 466 metros. A consequência da aplicação do diagrama de espaguete, além da eliminação da movimentação, foi possível melhorar os tempos e o custo da operação, pois as atividades que o operador realizava foram redirecionadas para os setores que deveriam realizar, ou seja, foi possível observar que se cada setor realizar a sua atividade como determinado, todos trabalham em harmonia e as operações são concluídas com êxito.

Por fim, a minimização do desperdício de matéria-prima aconteceu de forma natural, quando a engenharia de produto da empresa começou a desenhar o revestimento conforme a geometria da plataforma, em média se reduziu 3 m<sup>2</sup> de madeira por carroceria. Atualmente os colaboradores do setor de marcenaria recortam as madeiras conforme a geometria do desenho, com isso tem um melhor aproveitamento das lâminas de madeiras recebidas do fornecedor. Para trabalhos futuros, sugere-se que sejam analisados a forma de recorte das madeiras, onde atualmente é feita de forma manual, porém é um ponto onde pode-se pensar em automatizar a operação. Outro ponto que chamou atenção no desenvolvimento da tarefa e que pode ser repensado, é a forma de transporte das madeiras para o interior da carroceria.

Durante esse estudo de caso, sugere-se estudos na célula de fabricação das poltronas, onde com melhorias de projeto é possível que se aplique ferramentas de qualidade, como por exemplo, a troca rápida de ferramentas, com isso diminuindo tempo produtivo das peças, outro item que deve ser analisado é o arranjo do *layout* para melhorar o fluxo produtivo e otimizar a utilização dos robôs, fazendo com que eles tenham menos paradas e um tempo maior de operação.

## REFERÊNCIAS

ALFAIA, Taiz Vieira. **Teoria Geral da Administração**. Salvador: Editora Faculdade de Tecnologia e Ciências, 2007. Disponível em: Acesso em: 06 ago. 2016.

ANTUNES, J. et al. **Sistemas de produção**: conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta. Porto Alegre: Bookman, 2008. 328 p.

BAHENSKY, J. A.; MS, R. J.; BOLTON, R. **Lean Sigma – Will It Work for Healthcare?** Journal of Healthcare Information Management, vol. 19, nº1, 2005. p.39-44.

BENEVIDES, Eder. **Diagrama de Espaguete**. 2013. Disponível em: Acesso em: 13 nov. 2018.

ERICKSEN, P. D.; STOFLET, N. J.; **Manufacturing Critical-path Time (MCT): the QRM metric for lead time**. Wisconsin-Madison: Technical Report, Center for QRM, 2007.



FREITAS, E. B. **Diagrama de Espaguete**. Engenharia de Produção, v 5, 2013. Disponível em: [http://engenhariadeproducaoindustrial.blogspot.com.br/2013/03/diagrama-de-espaguetespaghetti\\_10.html](http://engenhariadeproducaoindustrial.blogspot.com.br/2013/03/diagrama-de-espaguetespaghetti_10.html). Acesso em: agosto, 2015.

GHINATO, Paulo. **Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente just-in-time**. 1. Ed. Caxias do Sul: Educus, 1996.

KRAJEWSKI, L. J.; RITZMAN, L. P.; MALHOTRA, M. **Administração de produção e operações**. 8. Ed. São Paulo: Prentice Hall, 2009.

LEE, Q. **Value Stream and Process Mapping: The Strategos Guide to Genesis of Manufacturing Strategy**. Bellingham, Washington: Enna Products Corporation, 2006.

LEXICO LEAN. **Glossário ilustrado para praticantes do Pensamento Lean**. 4 ed. Lean Enterprise Institute, 2003.

LIKER, J. K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2005. 320 p.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de Pesquisa**. 9. ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2021.

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

OISHI, Michitoshi. **Tips: Técnicas Integradas na Produção e Serviços: Como Planejar, Treinar, Integrar e Produzir para ser Competitivo: Teoria e Prática**. 1. ed. São Paulo: Pioneira, 1995.

QUETZ, Josiane da Silva. **Diagram-A-Spaghetti-diagram**. disponível em < [www.researchgate.net/figure/Walking-pattern-of-the-employees-at-PL-ICCSpaghetti-diagram-A-Spaghetti-diagram-of\\_fig1\\_276025185](http://www.researchgate.net/figure/Walking-pattern-of-the-employees-at-PL-ICCSpaghetti-diagram-A-Spaghetti-diagram-of_fig1_276025185) > autor Josiane da Silva Quetz 2015 .Acesso em 20 de agosto de 2018.

ROTHER; SHOOK. **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício**. 1 ed. Lean enterprise institute, 2012.

SHINGO, S. **A Study of the Toyota Production System**. New York: Productivity Press: 257 p., 1989.

TAPPING, D.; SHUKER, T. **Lean Office: Gerenciamento do Fluxo de Valor para Áreas Administrativas**. 1ª ed. São Paulo: Leopardo, 2010. 186p.

WERKEMA, Cristina. **Lean Seis sigma: Introdução às Ferramentas do Lean Manufacturing**. 2. ed.: Elsevier, 2012.

WOMACK, J. P., JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riquezas**. 5 ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **Lean Thinking**: Banish waste and create wealth in your corporation. Simon & Schuster: London, UK, 2003.

YIN, Robert K.. **Estudo de Caso**: Planejamento e Métodos. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

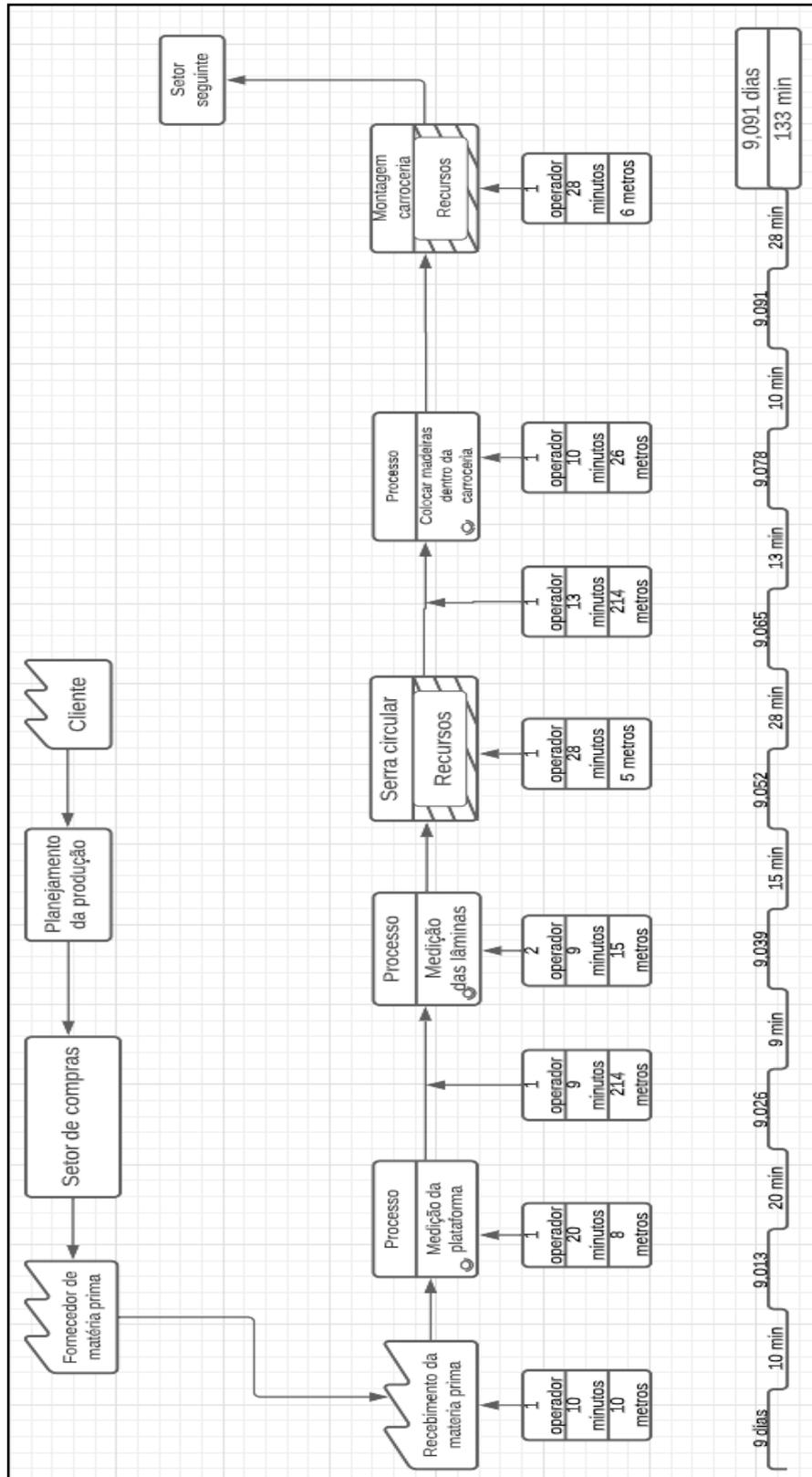
## APÊNDICES

Apêndice 01 - Mapeamento de Shingo da atividade atual

MAPEAMENTO SHINGO DE PROCESSOS												
ESTADO ATUAL												
	ESTOQUE MATERIA PRIMA	TRANSPORTE	ESPERA DE LOTES	ESPERA DO PROCESSO	PROCESSAMENTO	INSPEÇÃO	ESTOQUE DE PRODUTO ACABADO	DESCRIÇÃO DO PROCESSO:	LOTE	TEMPO	Nº DE OPERADORES	DISTÂNCIA
								Montagem revestimento plataforma traseira	Conjunto do revestimento de 1 carroceria x 12 m <sup>2</sup> de madeira	Minutos	Funcionários	Metros
01	▲	○	△	▽	○	▽	▽	Recebimento das madeiras no setor de marcenaria.	Pacote com 6 lâminas de madeira (6 m x 385 mm)	10	1	10
02	△	○	△	▽	●	▽	Operador realiza medição da plataforma que será revestida	-	-	20	1	8
03	●	▲	△	▽	○	▽	Deslocamento do operador até o setor de marcenaria	-	-	9	1	214
05	△	○	△	▽	○	▽	Medir aproximadamente a quantidade de madeiras necessárias para o recorte	-	-	5	1	8
06	●	▲	△	▽	○	▽	Transporte das lâminas de madeira até a serra.	2 lâminas de madeira		4	2	7
07	△	○	△	▽	●	▽	Recorte das madeiras conforme medição da carroceria	Recorte conforme medidas operação 2		30	1	2
08	△	○	△	▽	○	▽	Armazenamento das madeiras no carrinho para transporte até o posto de montagem	Aproximadamente 10 m <sup>2</sup>		4	1	3
09	●	▲	△	▽	○	▽	Transporte das peças recortadas até o posto de montagem	-		13	1	214
10	△	○	△	▽	●	▽	Colocar as peças dentro da carroceria que será revestida	Lote de peças recortadas para plataforma		10	1	26
11	△	○	△	▽	●	▽	Revestir a plataforma traseira com as madeiras, conforme determinado pelo projeto.	-		28	1	6
<b>TOTAL</b>									<b>Tempo operação</b>	133		
<b>TOTAL</b>									<b>Distância</b>			438

Fonte: Autor (2022).

Apêndice 02 – Mapa do fluxo de valor



Fonte: Autor (2022).