

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS, ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO E SERVIÇO SOCIAL

**IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES DE MELHORIAS A PARTIR
DA APLICAÇÃO DO MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR EM
UMA EMPRESA DO SETOR DE INSTALAÇÃO E REPARAÇÃO
AUTOMOTIVA PARA VEÍCULOS PESADOS**

RENAN BRUNASSI DE ARAUJO

Ituiutaba - MG

2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS, ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO E SERVIÇO SOCIAL

**IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES DE MELHORIAS A PARTIR
DA APLICAÇÃO DO MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR EM
UMA EMPRESA DO SETOR DE INSTALAÇÃO E REPARAÇÃO
AUTOMOTIVA PARA VEÍCULOS PESADOS**

RENAN BRUNASSI DE ARAUJO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação da Faculdade de Administração,
Ciências Contábeis, Engenharia de Produção e
Serviço Social da Universidade Federal de
Uberlândia, para obtenção do grau de Bacharel
em Engenharia de Produção.

Ituiutaba - MG

2021

RENAN BRUNASSI DE ARAUJO

**IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES DE MELHORIAS A PARTIR
DA APLICAÇÃO DO MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR EM
UMA EMPRESA DO SETOR DE INSTALAÇÃO E REPARAÇÃO
AUTOMOTIVA PARA VEÍCULOS PESADOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação da Faculdade de Administração,
Ciências Contábeis, Engenharia de Produção e
Serviço Social da Universidade Federal de
Uberlândia, para obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia de Produção.

Orientador: Profº. Dr. Lucio Abimael Medrano
Castillo

Aprovado em ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Lucio Abimael Medrano Castillo
Universidade Federal de Uberlândia

Prof. Dr. Daniel França Lazarin
Universidade Federal de Uberlândia

Prof. Dr. Luís Fernando Magnanini de Almeida
Universidade Federal de Uberlândia

Ituiutaba - MG

2021

À minha família que, com muito apoio e
carinho sempre estiveram ao meu lado em
todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família por sempre acreditar em mim e dar apoio incondicional perante aos meus objetivos. Em especial aos meus pais, que nunca mediram esforços e sempre incentivaram meus estudos, e minha irmã, pela confiança e suporte em todos os momentos.

Agradeço ao corpo docente do curso de Engenharia de Produção por todo conhecimento passado. Em especial ao meu orientador, Prof. Dr. Lucio Abimael Medrano Castillo, pelo direcionamento, paciência e disposição durante o desenvolvimento deste trabalho.

E a todas as pessoas que fizeram parte desta trajetória, meu muito obrigado por tudo.

“O que você sabe não tem valor; o valor está
no que você faz com o que sabe”
(Bruce Lee)

IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES DE MELHORIAS A PARTIR DA APLICAÇÃO DO MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR EM UMA EMPRESA DO SETOR DE INSTALAÇÃO E REPARAÇÃO AUTOMOTIVA PARA VEÍCULOS PESADOS

Resumo

O presente trabalho foi desenvolvido com a finalidade de identificar oportunidades de melhoria através da aplicação do Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV) no fluxo do serviço de verificação de cronotacógrafos em uma empresa privada atuante no segmento de venda de acessórios e reparação automotiva para veículos pesados, localizada no interior de São Paulo. A partir da elaboração do mapa de estado atual do fluxo de valor, foi possível visualizar sistematicamente todo o fluxo produtivo, desde a chegada do cliente até a entrega do serviço e comparar os tempos *takt*, de ciclo, de troca e disponibilidade de cada etapa, resultando na proposição de melhorias. O procedimento metodológico adotado foi o estudo de caso, com abordagem qualitativa e quantitativa. Foi elaborado o mapa de estado atual e apresentadas propostas de melhorias, como a implementação de CRM (*Customer Relationship Management*), *kaizen*, *andon*, troca rápida de ferramentas, mudança de layout, *heijunka* e metodologia 5S. Como resultado, foi elaborado o mapa de estado futuro contendo propostas de melhoria que beneficiarão a empresa estudada.

Palavras-chave: Mapeamento de fluxo de valor, produção enxuta, reparação automotiva.

Abstract

The present study was developed with the purpose of identifying improvement opportunities through the application of Value Stream Mapping (VSM) in the chronotachograph verification service flow in a private company in the segment of sale of accessories and automotive repair for heavy vehicles, located in São Paulo state. Through the elaboration of the current state map of the value stream, it was possible to systematically visualize the entire production flow, from the arrival of the customer to the delivery of the service and compare the takt, cycle, exchange and availability times of each stage, resulting in the proposition of improvements. The scientific method adopted was the case study, based on a qualitative and quantitative approach. The current state map of the process was elaborated and improvement proposals were presented, such as the implementation of CRM (Customer Relationship Management), kaizen, andon,

quick tool change, layout change, heijunka and 5S methodology. As a result, the future state map was drawn containing improvement proposals that will benefit the studied company.

Keywords: *Value stream mapping, lean manufacturing, automotive repair.*

1. Introdução

A contínua busca pelo aprimoramento dos processos e ferramentas tem conduzido a evolução humana e impactado profundamente a maneira com que as empresas se portam a fim de sobreviver às mudanças e manter a competitividade. Mudanças que exigem o desenvolvimento de novos métodos para suprir as necessidades que seguem o mesmo processo de mutação no decorrer do tempo (SANTOS; ARAÚJO, 2018).

Os modelos de processos produtivos surgidos de tempos em tempos refletem a dinâmica do mercado em que são inseridos, se moldando a partir da concorrência, situação econômica e do poder de decisão do consumidor (TOMIOKA *et al.*, 2020). Cenário precisamente ilustrado na transição entre o modelo de produção em massa popularizado por Henry Ford e a produção enxuta, desenvolvida no Japão (YAMAMOTO *et al.*, 2019) e base para as técnicas e ferramentas discutidas neste trabalho.

A produção enxuta se difundiu rapidamente por ter surgido em tempos de crise e permitido empresas voltarem a serem competitivas através da distinção e eliminação de desperdícios ao longo do processo produtivo, reduzindo gastos e esforços com atividades que não agregam valor (MARQUES *et al.*, 2018). De acordo com o Lean Institute Brasil (2020), o sistema Lean Manufacturing é definido como uma filosofia de gestão, inspirada em práticas e resultados.

A implementação da manufatura enxuta é realizada com o apoio de várias ferramentas desenvolvidas com o objetivo de alcançar os resultados desejados, como *kaizen*, balanceamento de produção, layout celular, mapa de fluxo de valor, entre outros. Sendo o mapa de fluxo de valor, responsável por permitir visualizar ampla e sistematicamente um processo produtivo, auxiliando em tomadas de decisões e execução de melhorias pontuais (LOPES *et al.*, 2018).

Sendo assim, a expressiva concorrência e a dinâmica do mercado tornam de suma importância que pequenos comércios concentrem esforços em aprimorar seus processos a fim de reduzir ao máximo seus custos e desperdícios, mantendo-os eficientes e garantindo um bom nível de competitividade (FERREIRA, 2018). Neste contexto, através de entrevistas com o gestor responsável e diante da alta demanda diária em relação a outros serviços prestados foi identificada a necessidade de análise e melhoria no processo de verificação de cronotacógrafos da empresa objeto de estudo.

Desta forma, o objetivo deste estudo foi identificar oportunidades de melhorias a partir da aplicação do mapa de fluxo de valor em uma empresa do setor de instalação e reparação automotiva para veículos pesados.

Este trabalho está estruturado em 6 seções, sendo a introdução já mostrada, a primeira delas. A segunda seção contempla o referencial teórico base para o estudo, abordando a Manufatura Enxuta e o Mapa de Fluxo de Valor. A terceira seção é composta pela descrição da metodologia de pesquisa utilizada. Na quarta seção é apresentado o estudo de caso, contendo a ambientação e desenvolvimento do mapa do estado atual. Na quinta seção a apresentação das propostas de melhoria e do mapa futuro. Encerrando o trabalho com as conclusões compreendidas.

2. Referencial teórico

2.1. Sistema enxuto de produção

Diante da depressão econômica após a segunda guerra mundial, a empresa automobilística Toyota Motor Company, fundada pela família Toyoda, sofria com a economia fragilizada e a escassez de recursos, como todo o Japão. Assim, Eiji Toyoda e Taiichi Ohno concluíram que os conceitos existentes de produção não seriam adequados à situação da empresa e acreditaram ser possível adaptar o sistema implementado por Henry Ford, desenvolvendo assim, o Sistema Toyota de Produção (STP), conhecido posteriormente como Lean Manufacturing (LIRA; SILVA, 2019).

Como a companhia precisava se adaptar a um mercado bastante restrito, o STP foi desenvolvido com o objetivo de identificar e eliminar desperdícios para conseguir reduzir custos. Assim, o conceito chave da produção enxuta é produzir mais utilizando menos recursos, através da redução de estoques, do espaço utilizado, do esforço humano e do *lead time* de produção, visando sempre manter um bom nível de satisfação dos clientes, atendendo às suas necessidades e exigências, por mais variadas que sejam (BRAZ, 2018).

A seguir serão apresentados os sete desperdícios do STP, seus princípios, a estrutura da Casa Lean e algumas das principais ferramentas associadas ao sistema de produção:

2.1.1. Os Sete Desperdícios

O Lean Manufacturing é um conceito de estudo e eliminação de lacunas em um processo. Rodrigues e Silva (2014) detalham sete tipos de atividades humanas identificadas por Ohno que absorvem recursos sem agregar valor ao processo, sendo elas:

- 1) **Perda por tempo de espera ou tempo de parada de um recurso produtivo.** Pode acontecer por problemas no balanceamento, *setups* longos, problemas de flexibilidade que podem atingir tanto os equipamentos quanto a mão de obra, e

problemas no planejamento/programação do sequenciamento de recursos produtivos. A espera resulta no aumento do *lead time*, tempo entre o recebimento do pedido pelo cliente e a entrega do produto ou serviço (MENDONÇA; MELO, 2018).

- 2) **Perda por defeito**, trata-se do tempo gasto trabalhando em um produto que será descartado por não conformidade ou retrabalhando esse produto para adequação aos padrões (VENTURINI *et al.*, 2019). Pode ocorrer por falha no processamento (equipamento ou mão de obra), problemas de qualidade de matéria prima, ou de especificação das necessidades junto com o cliente.
- 3) **Perda por transporte** é o tempo gasto com logística de materiais ou de ferramentas entre os processos (nesse período não existe agregação de valor ao item). Nesse caso, a causa principal é o layout da empresa, que não prioriza o fluxo de valor e materiais (GOMES, 2019).
- 4) **Perda por movimentação** de mão de obra e/ou equipamentos. Consiste em qualquer movimentação que não faz parte do processo real de trabalho. Ocorre pela falta do uso de layout celular e também quando há falha na alimentação da linha, sendo necessário que o operador precise sair de seu posto para buscar recursos (VOIDILA; BELUSSO, 2019).
- 5) **Perda por estoque**, sejam produtos acabados, materiais em processo ou materiais que ainda não foram inseridos no processo (SARTORI, *et al.*, 2021). Pode ser causado por lotes de processamento grandes, problemas de layout, balanceamento, fornecimento de matéria prima (lead time elevado), e uma programação de produção mal elaborada.
- 6) **Perda por excesso de produção**, ocorre devido a produção de demanda inexistente, flexibilidade de equipamentos, *setup* longo ou conhecida falta de qualidade no planejamento de produção. A superprodução gera gastos desnecessário com estoque e mão de obra (GOMES, 2019).
- 7) **Perda por processamento**, está relacionado a má gestão de processos, na escolha equivocada de procedimentos ou métodos, ou quando a qualidade de um serviço ou ferramenta utilizada é inferior à necessidade. Processos produtivos mal executados acabam por não agregar valor ao produto final (CORDEIRO, 2019).

2.1.2. Princípios do Sistema Toyota de Produção (STP)

Segundo Melo (2019), a filosofia de gestão Lean utiliza como estratégia a redução de custos como meio de obtenção de lucros, permitindo que a companhia não precise aumentar

seus preços, mantendo-se competitiva. Considerando o poder concentrado no consumidor, em um cenário competitivo devido a globalização, conseguir manter o nível de lucratividade sem perder competitividade é vital nos dias de hoje.

Como meios de reduzir custos e evitar desperdícios, o Sistema Toyota de Produção se baseia em cinco princípios fundamentais, conforme descreve HILSDORF *et al.* (2019). Sendo eles:

Identificação do valor, em que é necessário conhecer as características e funcionalidades do produto que satisfazem as necessidades e cumpram as expectativas dos clientes, como requisitos de qualidade, tempo e quantidade desejada. O valor do produto é definido pelo cliente, e não pela empresa.

Fluxo de valor, que corresponde ao conjunto de atividades que formam o processo produtivo de determinado produto. Deve-se realizar uma análise detalhada do fluxo de produção a fim de categorizar as etapas em três categorias: processos que geram valor ao propósito final, etapas que não agregam valor e os processos que não agregam valor, mas são essenciais.

Criação de um fluxo contínuo, eliminando as etapas que não agregam valor e geram desperdícios, permitindo a fluidez dos processos que agregam valor, focando estritamente nos produtos, e não nos equipamentos.

O conceito de **produção puxada**, que consiste em produzir sempre sob demanda, apenas o necessário, quando necessário. Este conceito permite a redução do estoque ao máximo e a imediata identificação de falhas na produção, enquanto o conceito de produção empurrada disfarça estas falhas.

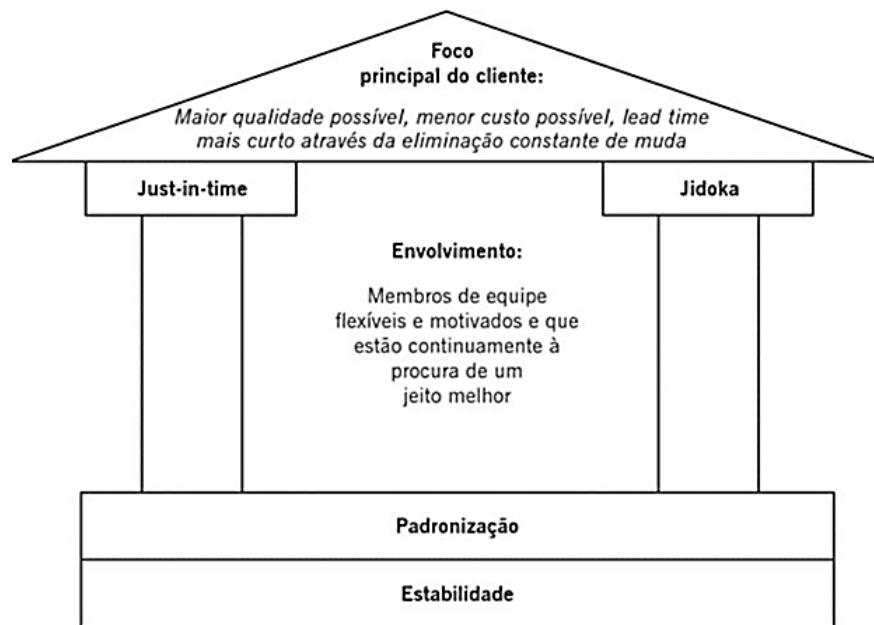
E por fim, a **perfeição**, que exige a busca contínua pela melhoria dos processos e dos produtos, relacionando todos os outros princípios com o objetivo de aumento ininterrupto de eficácia, conseqüentemente, aumentando o grau de satisfação dos clientes.

Para Monzani (2018) a filosofia da produção enxuta é implementada através do envolvimento dos funcionários de todos os níveis hierárquicos da companhia e, quanto maior a quantidade de pessoas engajadas, maior será a taxa de sucesso na implementação do STP.

2.1.3. Casa Lean

O STP é frequentemente representado pelo formato de uma casa, mais conhecido como Casa do Sistema Toyota de Produção ou Casa de Produção Lean, conforme mostrado na Figura 1.

Figura 1 - Casa do Sistema Toyota de Produção



Fonte: Dennis (2008)

De acordo com Villela (2019), a base é composta pelos conceitos de estabilidade do processo e padronização. Os pilares de sustentação são representados pelos métodos *just in time*, com foco na entrega atendendo as especificações demandas, no prazo e quantidade corretos; e *jidoka*, também conhecido como autonomia, e se baseia na automação com a inteligência e um toque humano, não permitindo a passagem de um defeito para a próxima etapa do processo. No telhado, estão os objetivos do STP, que são focados no cliente final: produtos com maior qualidade, menor custo, produzidos em menos tempo. Ao centro do sistema, estão os colaboradores altamente envolvidos e motivados, garantindo a continuidade do processo.

2.1.4. Ferramentas do Sistema Toyota de Produção (STP)

Com o objetivo de colocar em prática os conceitos e métodos da Casa Lean, o STP dispõe de uma série de ferramentas e métodos que estão associadas a implementação da Manufatura Enxuta, conforme mostrado a seguir:

- 1) *Kanban*: é uma ferramenta visual para implementação da produção puxada, com a função de controlar os níveis de estoque, os mantendo o mais baixo o possível sem que a produção seja prejudicada (LEONARDO *et al.*, 2017).
- 2) *Heijunka*: permite nivelar o padrão de variedade e volume de produtos a serem produzidos durante determinado período de tempo, definindo uma programação de

produção fixa por dia. Assim, são evitadas perdas, sobrecargas e o desnivelamento da produção (KULSUM *et al.*, 2019).

- 3) *Kaizen*: sua proposta é, através da busca por melhoria contínua de um processo ou fluxo, reduzir os desperdícios e aumentar o valor agregado do produto final. A filosofia *kaizen* valoriza qualquer ideia simples que venha a beneficiar todos os envolvidos em um processo (DIAS; SANTINI, 2018).
- 4) *Andon*: como uma das bases do pilar *jidoka*, a ferramenta consiste em mecanismos de prevenção de falhas através de controle visual, que permitem a identificação imediata, apoiando na redução do tempo de resposta. O dispositivo suporta o gerenciamento em tempo real do processo, sendo grande aliado da política de zero defeitos na produção (HIRVONEN, 2018).
- 5) Mapa de Fluxo de Valor: se trata de uma ferramenta de gestão que permite a realização de uma análise de todas as etapas de um processo produtivo, verificar se os processos agregam valor, do ponto de vista do cliente final, e identificar oportunidades de melhoria (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

Na sequência, são apontados os fundamentos conceituais do Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV), como ferramenta principal de aplicação na empresa objeto deste estudo:

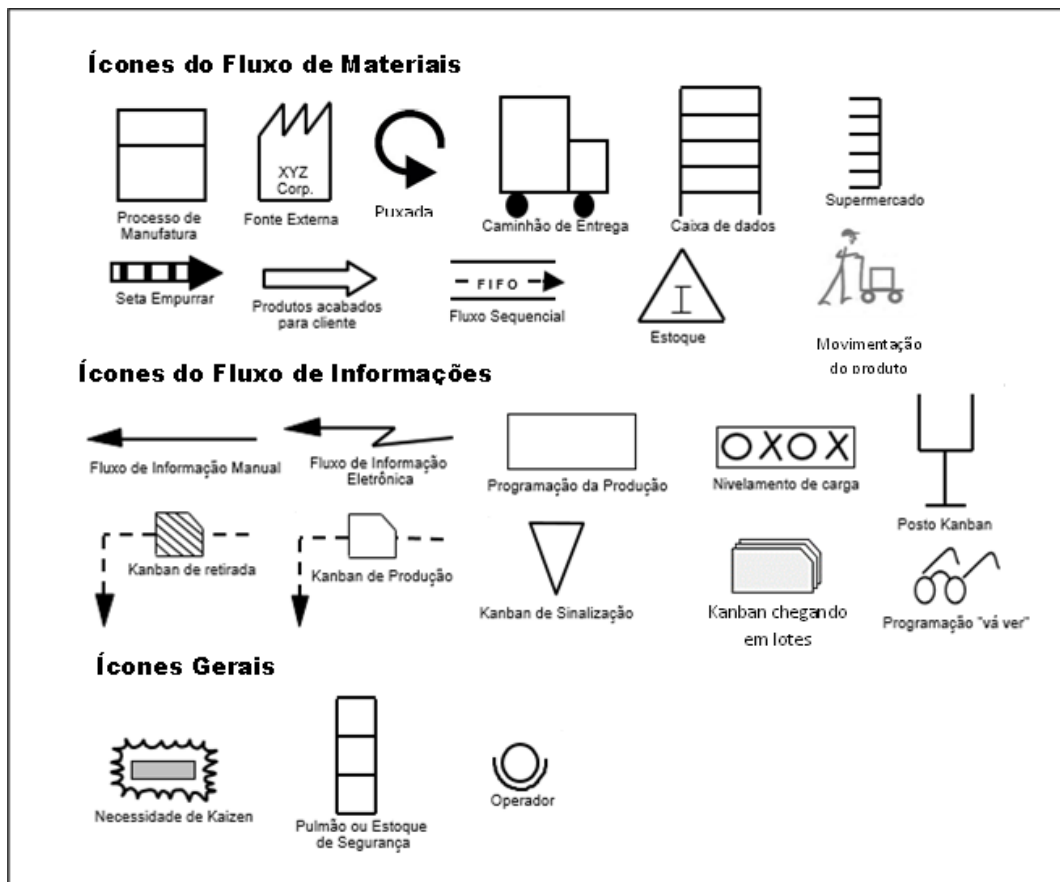
2.1.5. Mapeamento de Fluxo de Valor

O Mapa de Fluxo de Valor (MFV) ou Value Stream Mapping (VSM) é uma ferramenta de auxílio à visualização e compreensão de processos individuais dentro de uma cadeia produtiva e na relação entre eles, sejam estes materiais ou informações, permitindo a identificação de gargalos e perdas, mostrando-se uma importante referência para um plano de implementação de um fluxo contínuo e otimizado (ANDREADIS *et al.*, 2017).

Melo (2019) descreve fluxo de valor como sendo um conjunto de todas as atividades e processos produtivos desenvolvidos desde a entrada a matéria prima até a expedição do produto final, além do tempo necessário para que cada uma seja desempenhada. Deste modo, a modelagem do fluxo de valor permite que todas as etapas do processo de produção sejam mapeadas, identificando o valor agregado ou não por elas, fornecendo informações valiosas para futuras tomadas de decisão e permitindo que a empresa garanta ao cliente um produto ou serviço com maior valor agregado, aumentando sua competitividade.

O MFV utiliza uma série de imagens e símbolos que representam os fluxos de informações e as atividades de trabalho, conforme mostrado na Figura 2.

Figura 2 – Ícones utilizados no MFV



Fonte: Adaptado de Rother e Shook (2003)

Como auxílio na organização das informações, alguns dados são essenciais, como tempo de ciclo (T/C), tempo de troca/*setup* (TR), disponibilidade da máquina, tamanho dos lotes de produção (TPT), número de operadores, tipos de produto, tempo de trabalho disponível, número de processos, demanda, *lead time*, *takt time* e taxa de refugo (ROTHER; SHOOK, 2003).

Segundo Vieira (2006), a disponibilidade da máquina ou estação de trabalho, corresponde ao tempo de disponibilidade para produção, geralmente medido em porcentagem, obtido através da razão entre o tempo disponível para operação e o tempo total do expediente.

O tempo disponível, por sua vez, se trata do tempo de expediente menos os tempos de parada (ALVAREZ; ANTUNES JR, 2001).

O tempo de *setup* é utilizado ao se referir ao tempo de manutenção ou ajuste necessário para realização de uma atividade (MONZANI, 2018).

O tempo de ciclo é o quanto demora para que determinada atividade seja completada, ou seja, o tempo de saída do processo (MONZANI, 2018).

De acordo com Alvarez e Antunes Jr (2001), o *takt time* é o tempo de disponibilidade produtiva dividido pela demanda a ser atendida, determinando assim, o ritmo de produção necessário para o atendimento da demanda.

Na linha do tempo do MFV há os valores de *lead time* e tempo de agregação de valor (TAV), sendo o lead time, a somatória dos tempos de espera do processo, enquanto o TAV é a somatória dos tempos de ciclo (VIEIRA, 2006).

Rother e Shook (2003) apresentam as 4 etapas de implementação da ferramenta, sendo elas: a seleção de uma família de produtos; a construção do mapa de estado atual; a elaboração do mapa de estado futuro, considerando as oportunidades de melhorias identificadas na etapa anterior; e a criação de um plano de ação para implementação destas melhorias. Implementadas as alterações propostas no mapa futuro, este se torna o novo mapa atual, otimizado em relação ao último, mas ainda aprimorável, criando assim, um ciclo contínuo de melhoria.

Rother e Shook (2003) ainda citam sete procedimentos a fim de tornar o fluxo de valor enxuto: produzir de acordo com seu *takt time*; implantar o fluxo contínuo onde for possível; utilizar supermercados para controlar a produção; programar a produção por um só processo puxador; nivelar o *mix* de produção; nivelar o volume de produção; desenvolver a habilidade de fazer “toda peça todo dia”.

Apesar da metodologia ter sido inicialmente empregada principalmente na manufatura, ANDREADIS *et al.* (2017) reforça que vários setores também podem se beneficiar da implementação do MFV, como o ramo de serviços, saúde, logística, entre outros.

2.2. Indústria automotiva pesada

No Brasil, o transporte rodoviário representa cerca de 64% da matriz de transporte, de acordo com a Confederação Nacional de Transportes - CNT (2020), sendo também o modal que mais recebe investimentos todo ano. Portanto, se consolida como a principal modalidade na movimentação de cargas no país, participando crucialmente da produção de riqueza na indústria.

De acordo com a Pesquisa Anual de Serviço (PAS), realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2016, a participação da receita líquida do segmento do transporte rodoviário de carga se encontra em 9,8%, e o setor de reparação automotiva de veículos pesados se destaca na terceira colocação ranking de receita líquida (MARQUES, 2019).

Mesmo sendo o setor em que mais se investe no país, a extensão da malha rodoviária e a demanda gerada pelo alto volume da população exigem muito mais do que é atualmente

aplicado, o que se reflete na condição precária da maior parte das estradas, não sendo duplicadas, com buracos ou sem pavimentação. O que acaba fomentando o setor de manutenção da linha pesada (BARIVIERA, 2017).

Ainda de acordo com BARIVIERA (2017), diante do recente declínio na economia brasileira, tornou-se perceptível a redução no nível de investimento para a aquisição de novos veículos, trazendo novamente em destaque a necessidade de manutenção das frotas em circulação a fim de manter o nível de abastecimento via transporte rodoviário e, consequentemente, aumentando a demanda e lucratividade de empresas prestadoras de serviços do ramo.

Além da infraestrutura, é necessário aumentar o monitoramento dos motoristas no trânsito, a fim de garantir a maior adesão possível às leis vigentes de trânsito e evitar acidentes (MOREIRA, 2018). Com este propósito, foi implementado no Brasil um instrumento de medição inalterável de velocidade e tempo, conhecido como cronotacógrafo (PEREIRA, 2017).

O cronotacógrafo é uma ferramenta utilizada no registro da velocidade e distância percorrida por um veículo, em um determinado período de tempo. No Brasil, o Código de Trânsito Brasileiro (1997) determina a obrigatoriedade do uso do instrumento em veículos de carga com peso bruto acima de 4.536 kg e também em veículos de passageiros com capacidade acima de 10 lugares (SANTOS, 2017).

O registro detalhado do histórico de velocidades desempenhadas, distâncias percorridas e tempos do veículo parado e em movimento, faz do equipamento uma importante ferramenta na investigação e prevenção de acidentes nas estradas por, de fato, inibir os excessos de velocidade, e também na administração e controle de frotas de veículos, devido ao alto grau de confiabilidade das informações obtidas, que se intensificou devida a determinação da obrigatoriedade da aferição, a cada 2 anos, dos instrumentos pelo Inmetro em 2009. Considerando o grande volume de cronotacógrafos a serem aferidos, o Inmetro optou por capacitar e credenciar empresas privadas para realizar este tipo de verificação, sendo elas reconhecidas pelo órgão como Posto Autorizado de Cronotacógrafo - PAC (INMETRO, 2020).

3. Metodologia

3.1. Caracterização da pesquisa

Uma pesquisa pode ser classificada de variadas formas, de acordo com a maneira em que é analisada, podendo ser caracterizada por: natureza, abordagem do problema, objetivo e procedimentos (GONZALES *et al.*, 2018).

A natureza deste trabalho é considerada pesquisa aplicada, por conta de seu interesse prático em oferecer uma solução real a partir de modelos teóricos (FIORI; BEZERRA, 2018), com abordagem qualitativa e quantitativa, pois são analisados tanto dados numéricos como opiniões coletadas, considerando o ambiente natural como fonte de dados (GONZALES *et al.*, 2018). O objetivo do trabalho é descritivo, pois busca observar, analisar e relacionar fatos sem alterá-los (SILVA *et al.*, 2016). Quanto ao procedimento metodológico, caracteriza-se como estudo de caso, descrito como uma estratégia de investigação empírica centrada na análise do objeto em seu contexto real, permitindo diagnosticar problemas baseados em dados confiáveis (WELTER *et al.*, 2017).

3.2. Técnicas de coleta de dados

O tipo de investigação determina os métodos e técnicas de coleta de dados, e para este estudo foi utilizada a pesquisa documental, tratando-se de dados coletados diretamente da empresa, junto à pesquisa bibliográfica, conhecendo e revisando contribuições científicas relacionadas ao tema do estudo (KRIPKA *et al.*, 2015); observação, consistindo no acompanhamento e registro de dados de forma direta (SILVA *et al.*, 2016); e entrevista semiestruturada, informal, e partindo de um roteiro direcionado ao tema do estudo (BATISTA *et al.*, 2017).

3.3. Técnicas de análise de dados

Neste trabalho, foi utilizado o Mapa de Fluxo de Valor como técnica de análise, uma vez que esta permite uma clara descrição e interpretação do fluxo do processo produtivo estudado, e profundidade no tratamento das informações apresentadas no mesmo, diante da comparação entre os valores coletados no mapa atual e futuro (REAES *et al.*, 2017).

3.4. Procedimentos metodológicos

Para o desenvolvimento deste estudo foi realizado um levantamento bibliográfico acerca do tema Sistema de Produção Enxuta e escolhida dentro das ferramentas da filosofia *lean*, o Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV) diante da problemática empresarial encontrada. Posteriormente, foram coletadas as informações necessárias através de entrevistas e do acompanhamento da rotina e execução dos serviços realizados pelos funcionários ligados diretamente à atividade estudada. Através da organização e análise dos dados coletados, foi elaborado o desenho do fluxo de valor do estado atual em uma planilha eletrônica,

possibilitando o desenvolvimento de propostas de melhorias que foram representadas no mapa do estado futuro.

4. Estudo de caso

4.1. Caracterização da empresa

O estudo possui como objeto de estudo uma empresa de pequeno porte (EPP), atuante no ramo de venda, instalação e reparo de peças e acessórios automotivos para veículos pesados. A empresa está situada no interior do estado de São Paulo desde 1994, havendo também outras duas unidades, uma localizada na região Noroeste Paulista e outra no Triângulo Mineiro. O ponto focal do estudo é o setor de instalação e manutenção de cronotacógrafos da empresa, reconhecida como posto autorizado pela fabricante dos instrumentos de medição e certificado pelo Inmetro.

Além da aferição de cronotacógrafos, a empresa se destaca pelos serviços prestados em tapeçaria, climatizadores, sistemas de som e alarme, redes de calibragem automática, mídia integrada, entre outros.

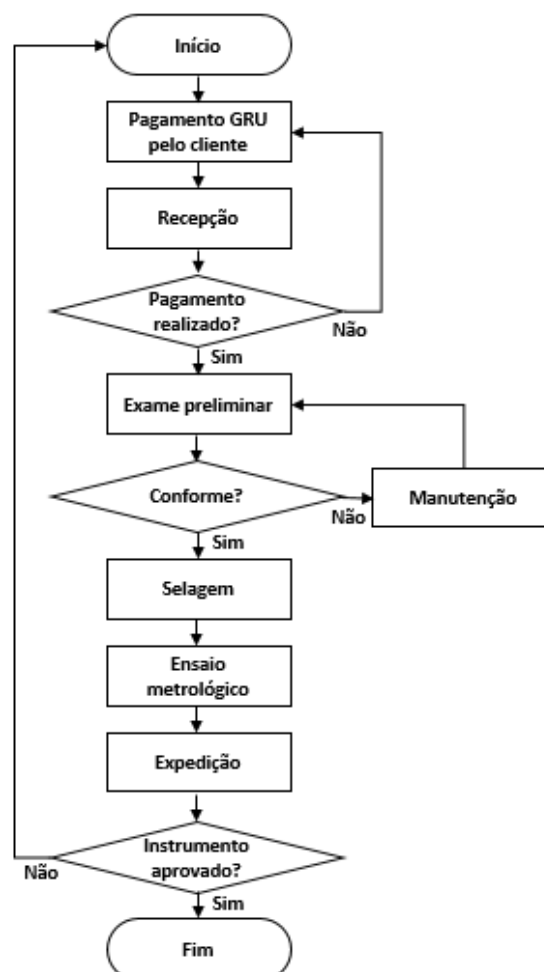
A empresa é composta por 34 funcionários, sendo 4 deles designados para o processo de revisão e manutenção de cronotacógrafos, 1 responsável pelo recebimento e cadastramento dos serviços, bem como seu encerramento, dando entrada dos dados registrados pelo ensaio no sistema e despache dos mesmos ao órgão competente que os validará, 1 funcionário realiza o exame preliminar e, se necessário, fica encarregado pela manutenção do instrumento ou suas conexões, 1 pessoa fica encarregada pelo processo de selagem e 1 funcionário é responsável pela execução do ensaio metrológico, desde a realização dos preparativos iniciais até a verificação do resultado do ensaio. Importante observar que todos os 4 apoiam outros processos na empresa quando há falta de demanda, mesmo que priorizem o processo aqui estudado.

4.2. Descrição da realidade empresarial

Devido à natureza específica do serviço e da necessidade de mão de obra e equipamentos exclusivos para sua realização, seu processo é realizado separadamente dos demais, não dependendo ou sendo afetado pelas demandas de outros serviços. Desta maneira, há um posto de trabalho dedicado para esta atividade na empresa. Os colaboradores trabalham de segunda à sexta-feira das 7h30min às 17h, com direito à 1h30min de almoço e 15 minutos de descanso, e aos sábados das 8h às 12h, sem horário de almoço e com 15 minutos de descanso, totalizando 44 horas semanais trabalhadas.

Toda a demanda se inicia pelo processo de Pagamento do Guia de Recolhimento da União (GRU) pelo cliente, necessário para a permissão de execução do serviço; na Recepção, ocorre o atendimento ao cliente, onde são coletados, conferidos e cadastrados os dados necessários para dar início à aferição; em seguida, um Exame preliminar é realizado a fim de garantir que veículo, cronotacógrafo e a documentação estão conformes para a realização da aferição com o nível de confiabilidade aceitável; caso seja necessário algum reparo no instrumento, o mesmo passa pela Manutenção, caso contrário, a próxima etapa é a Selagem, que é o processo de substituição dos lacres antigos do equipamento por novos, garantindo a integridade do mesmo; finalizada a Selagem, é realizado o Ensaio metrológico onde é feita a simulação do veículo em movimento para registro da velocidade pelo cronotacógrafo; e por fim, a Expedição do resultado ao órgão responsável pela validação, e emissão do certificado provisório de conformidade ao cliente, que fará o acompanhamento online do resultado final. Segue abaixo o fluxograma do processo na Figura 3:

Figura 3 – Fluxograma do processo



Fonte: Autoria Própria (2021)

Em relação à demanda, diante da dinâmica do serviço, não há um planejamento prévio, portanto, foi utilizado como referência as médias mensais e diárias de atendimentos coletadas a partir dos dados de aferições realizadas entre janeiro e dezembro de 2020, considerando 22 dias úteis por mês, conforme mostrado na Tabela 1:

Tabela 1 – Demanda 2020

Mês	Demanda
Janeiro	95
Fevereiro	107
Março	129
Abril	85
Maio	116
Junho	98
Julho	201
Agosto	171
Setembro	158
Outubro	156
Novembro	74
Dezembro	83
Média (mês)	123
Média (dia)	6

Fonte: Autoria Própria (2021)

O principal *input* do processo são os selos de segurança que são fornecidos pelo Inmetro, de acordo com as solicitações realizadas previamente pelo Posto Autorizado. Conforme entrevista com a funcionária responsável pelos pedidos, eles são realizados, em média, a cada 37 dias, e recebidos em até 2 dias após solicitados, e como são realizados antecipadamente e sem custos para a empresa, não há ocorrências de atraso no serviço por falta dos mesmos.

4.3. Mapa atual do fluxo de valor

Os dados utilizados foram coletados durante 11 dias em acompanhamento dos processos, nos quais foram atendidos 64 clientes neste período. As etapas acima apresentadas serão melhor detalhadas junto aos dados utilizados para a elaboração do MFV.

4.3.1. Pagamento

Antes de solicitar a prestação do serviço a um Posto Autorizado, o cliente precisa emitir e realizar o pagamento da Guia de Recolhimento da União (GRU) referente à análise dos serviços de selagem e ensaio metrológico. Após o pagamento, é necessário aguardar a emissão do comprovante para assim procurar uma empresa autorizada para a realização da aferição do cronotacógrafo. A compensação do pagamento da GRU é regularizada em cerca de 48 horas após o pagamento, considerando dias úteis.

Este tempo será adicionado no processo como tempo de espera para a realização do atendimento na Recepção e, por mais que esta etapa não seja realizada pela empresa estudada, o MFV visa mapear todas as etapas do processo a partir da visão do cliente e, como processo necessário, o pagamento foi mapeado dentro do fluxo de valor.

4.3.2. Recepção

Se trata do atendimento ao cliente desde sua chegada, identificação e aceitação do serviço. O atendimento é realizado presencialmente, em que são coletados ou conferidos os dados do cliente junto ao Sistema de Dados do Inmetro. O aceite do serviço apenas pode ocorrer após a validação dos dados e a apresentação do comprovante do pagamento, pelo cliente, da Guia de Recolhimento da União (GRU) referente a validação da selagem e do ensaio metrológico, que serão certificados pelo Inmetro posteriormente. Caso o cliente já possua o comprovante de pagamento da GRU, o atendimento dura, em média, 8,5 minutos, caso contrário, se faz necessário que o cliente realize antes a etapa do Pagamento para que seja possível executar o serviço, precisando aguardar o período de compensação do pagamento para prosseguir com o processo. O fato de recorrentemente os clientes realizarem o contato sem a realização do pagamento da GRU, acaba se tornando um ponto crítico do processo pois atrasa em cerca de 48 horas o *lead time* do processo.

Todo o atendimento é realizado por ordem de chegada, portanto não há planejamento das atividades diárias. O serviço da Recepção está disponível durante todo o expediente, desconsiderando as pausas para almoço e descanso. Segue abaixo as equações detalhando os tempos calculados.

O cálculo de disponibilidade, na equação (1), considera o tempo total de turno e desconta todos os tempos de parada, representando assim, o tempo total disponível da estação de trabalho:

$$\text{Disponibilidade (s)} = \text{Tempo turno (s)} - \text{Tempo almoço (s)} - \text{Tempo descanso (s)} \quad (1)$$

$$Disponibilidade = 34200 - 5400 - 900 = 27900 \text{ segundos} \quad (1)$$

A equação (2) apresenta a definição do tempo disponível para a execução da atividade, sem paradas:

$$\text{Tempo disponível (s)} = \text{Disponibilidade (s)} - (\text{Tempo de setup (s)} \times \text{Atendimentos}) \quad (2)$$

$$\text{Tempo disponível} = 27900 - 0 = 27900 \text{ segundos} \quad (2)$$

A disponibilidade do processo representa a relação entre o tempo disponível e o tempo total, considerando o tempo de expediente e todas as paradas planejadas, como tempo de almoço e descanso, indicando a porcentagem do tempo em que a estação está disponível, conforme a equação (3):

$$\text{Disponibilidade processo} = \frac{\text{Tempo disponível (s)}}{\text{Tempo total (s)}} \quad (3)$$

$$\text{Disponibilidade processo} = \frac{27900}{34200} = 0,82 \times 100 = 82\% \quad (3)$$

O tempo de operação consiste no tempo de execução, coletado em campo, multiplicado pela quantidade média de atendimentos diários, de acordo com a equação (4):

$$\text{Tempo de operação (s)} = \text{Tempo de execução (s)} \times \text{Atendimentos} \quad (4)$$

$$\text{Tempo de operação (s)} = 510 \times 6 = 3060 \text{ segundos} \quad (4)$$

A equação (5) demonstra o cálculo do tempo de operação ociosa, subtraindo o tempo de operação do tempo disponível da estação, evidenciando a capacidade ociosa da estação de trabalho:

$$\text{Operação ociosa (s)} = \text{Tempo disponível (s)} - \text{Tempo de operação (s)} \quad (5)$$

$$\text{Operação ociosa (s)} = 27900 - 3060 = 24840 \text{ segundos} \quad (5)$$

Se tratando de uma prestação de serviços onde em cada processo, apenas um cliente é atendido, o tempo de ciclo (TC) é o mesmo que o tempo de execução, portanto o TC é igual a 510 segundos/atendimento.

Foram feitos levantamentos em campo cujos tempos coletados conferem com estes aqui apresentados.

4.3.3. Exame preliminar

Nesta etapa se inicia o atendimento técnico em que o funcionário especializado se dirige ao veículo do cliente e realiza a verificação prévia das suas condições, analisando se existe algum fator que possa prejudicar o resultado durante a execução do ensaio metrológico, seja em seu motor, pneus, aros ou bateria. São verificadas as condições do plano de selagem, checando a condição dos selos e sua numeração de identificação, e também as condições do cronotacógrafo, avaliando sua numeração, conservação de seus componentes e integridade dos cabos de instalação e transmissão.

Como este processo é realizado no pátio da empresa, há tempo de *setup* apenas para movimentação do técnico e suas ferramentas ao veículo de 1,5 minutos. Assim, sua disponibilidade é detalhada na equação (1), a seguir:

$$\text{Disponibilidade (s)} = \text{Tempo turno (s)} - \text{Tempo almoço (s)} - \text{Tempo descanso (s)} \quad (1)$$

$$\text{Disponibilidade} = 34200 - 5400 - 900 = 27900 \text{ segundos} \quad (1)$$

Usando a disponibilidade calculada, e a subtraindo pelo tempo de *setup* coletado, obtém-se o tempo disponível, de acordo com a equação (2):

$$\text{Tempo disponível (s)} = \text{Disponibilidade (s)} - (\text{Tempo de setup (s)} \times \text{Atendimentos}) \quad (2)$$

$$\text{Tempo disponível} = 27900 - (90 \times 6) = 27360 \text{ segundos} \quad (2)$$

Calculado o tempo disponível, é possível medir a disponibilidade do processo do exame a partir da equação (3):

$$\text{Disponibilidade processo} = \frac{\text{Tempo disponível (s)}}{\text{Tempo total (s)}} \quad (3)$$

$$\text{Disponibilidade processo} = \frac{27360}{34200} = 0,8 \times 100 = 80\% \quad (3)$$

A multiplicação do tempo de execução da etapa calculado com a média de atendimentos realizados por dia nos permite identificar o tempo de operação da estação usando a equação (4):

$$\text{Tempo de operação (s)} = \text{Tempo de execução (s)} \times \text{Atendimentos} \quad (4)$$

$$\text{Tempo de operação (s)} = 720 \times 6 = 4320 \text{ segundos} \quad (4)$$

O uso da equação (5) nos permite alcançar o valor do tempo de operação ociosa, sendo este resultado do tempo disponível menos o tempo de operação:

$$\text{Operação ociosa (s)} = \text{Tempo disponível (s)} - \text{Tempo de operação (s)} \quad (5)$$

$$\text{Operação ociosa (s)} = 27360 - 4320 = 23040 \text{ segundos} \quad (5)$$

Sendo o tempo de ciclo (TC) o mesmo valor que o tempo de execução, o TC é igual a 720 segundos/atendimento.

4.3.4. Manutenção

Identificada a necessidade de reparo a algum defeito que venha a prejudicar o desempenho do instrumento durante o ensaio, o funcionário que realizou a verificação preliminar realiza os reparos e calibrações necessárias para prosseguimento do processo. Portanto, esta etapa não está presente em 100% dos serviços prestados e logo após sua realização, o fluxo segue para o procedimento de Selagem, conforme a sequência normal.

Mesmo não sendo aplicado em todos os casos, optou-se por incluir esta etapa no mapa de fluxo de valor pois é uma atividade indispensável para a conclusão do serviço de acordo com as necessidades do cliente. Caso alguma falha seja identificada, mas não reparada, os resultados do ensaio metrológico serão reprovados e o cliente deverá submeter-se ao processo desde o início, praticamente dobrando o tempo de espera e o custo, acarretando no menor grau de satisfação em relação ao serviço.

Como a preparação deste processo é o mesmo que o da etapa de selagem, e a necessidade do reparo exclui a necessidade de preparação da próxima etapa, para melhor entendimento sem que haja prejuízo ou alteração nos valores, o tempo de *setup* do reparo será apenas demonstrado na descrição dos dados da selagem, já que se trata do mesmo processo e esta etapa está presente em todos os atendimentos.

A disponibilidade calculada está descrita na equação (1):

$$\text{Disponibilidade (s)} = \text{Tempo turno (s)} - \text{Tempo almoço (s)} - \text{Tempo descanso (s)} \quad (1)$$

$$\text{Disponibilidade} = 34200 - 5400 - 900 = 27900 \text{ segundos} \quad (1)$$

A partir da equação (2), encontra-se o valor do tempo disponível da estação:

$$\text{Tempo disponível (s)} = \text{Disponibilidade (s)} - (\text{Tempo de setup (s)} \times \text{Atendimentos}) \quad (2)$$

$$\text{Tempo disponível} = 27900 - 0 = 27900 \text{ segundos} \quad (2)$$

Sendo assim, possível calcular o valor de disponibilidade da atividade através da equação (3):

$$\text{Disponibilidade processo} = \frac{\text{Tempo disponível (s)}}{\text{Tempo total (s)}} \quad (3)$$

$$\text{Disponibilidade processo} = \frac{27900}{34200} = 0,82 \times 100 = 82\% \quad (3)$$

A equação (4) é usada para o cálculo do tempo de operação da estação:

$$\text{Tempo de operação (s)} = \text{Tempo de execução (s)} \times \text{Atendimentos} \quad (4)$$

$$\text{Tempo de operação (s)} = 4500 \times 6 = 27000 \text{ segundos} \quad (4)$$

Subtraindo o tempo de operação do tempo disponível, tem-se o valor do tempo de operação ociosa, conforme equação (5):

$$\text{Operação ociosa (s)} = \text{Tempo disponível (s)} - \text{Tempo de operação (s)} \quad (5)$$

$$\text{Operação ociosa (s)} = 27900 - 27000 = 900 \text{ segundos} \quad (5)$$

O tempo de ciclo (TC) é igual a 4500 segundos/atendimento, conforme o tempo de execução.

4.3.5. Selagem

Neste processo é realizada a remoção e substituição dos selos ou lacres de proteção do cronotacógrafo fornecidos pelo Inmetro, que possuem a função de garantir que determinados componentes do instrumento sejam mantidos invioláveis, com as devidas condições de uso.

Para os cálculos, foi considerado o tempo de remoção e reinstalação do medidor do veículo de 6 minutos, o tempo de movimentação do instrumento até o laboratório de 1,5 minuto, e o tempo de organização e separação das ferramentas na bancada de trabalho de 1 minuto.

Sendo assim, a disponibilidade da estação foi calculada usando a equação (1), considerando o tempo total de turno e descontando os tempos de pausa:

$$\text{Disponibilidade (s)} = \text{Tempo turno (s)} - \text{Tempo almoço (s)} - \text{Tempo descanso (s)} \quad (1)$$

$$\text{Disponibilidade} = 34200 - 5400 - 900 = 27900 \text{ segundos} \quad (1)$$

Subtraindo os tempos de *setup* do tempo de disponibilidade, encontra-se o tempo disponível, conforme a equação (2):

$$\text{Tempo disponível (s)} = \text{Disponibilidade (s)} - (\text{Tempo de setup (s)} \times \text{Atendimentos}) \quad (2)$$

$$\text{Tempo disponível} = 27900 - ((360 + 90 + 60) \times 6) = 24840 \text{ segundos} \quad (2)$$

A disponibilidade do processo foi calculada a partir da equação (3):

$$\text{Disponibilidade processo} = \frac{\text{Tempo disponível (s)}}{\text{Tempo total (s)}} \quad (3)$$

$$\text{Disponibilidade processo} = \frac{24840}{34200} = 0,73 \times 100 = 73\% \quad (3)$$

O tempo de operação foi calculado pela equação (4), multiplicando o tempo de execução do processo vezes a quantidade de atendimentos por dia:

$$\text{Tempo de operação (s)} = \text{Tempo de execução (s)} \times \text{Atendimentos} \quad (4)$$

$$\text{Tempo de operação} = 792 \times 6 = 4752 \text{ segundos} \quad (4)$$

A equação (5) demonstra o cálculo do tempo de operação ociosa, descontando o tempo de operação do tempo disponível:

$$\text{Operação ociosa (s)} = \text{Tempo disponível (s)} - \text{Tempo de operação (s)} \quad (5)$$

$$\text{Operação ociosa (s)} = 24840 - 4752 = 20088 \text{ segundos} \quad (5)$$

Como o tempo de ciclo (TC) e o tempo de execução possuem o mesmo valor, o TC é de 792 segundos/atendimento.

4.3.6. Ensaio metrológico

Após a selagem o cronotacógrafo é reinstalado no veículo e o mesmo é conduzido ao banco de rolos para a realização do ensaio. Uma vez que o veículo esteja posicionado, o funcionário ajusta uma câmera que capta a placa do veículo durante o ensaio e instala os componentes de segurança, compostos de calços, sistema exaustor e itens de isolamento da pista, para depois ligar o veículo e realizar o alinhamento e a medição dos pneus do mesmo no banco de rolos. Finalizados os preparativos, se inicia o ensaio, com o motor ligado, sendo necessário conter obrigatoriamente 3 fases de medição, sendo elas: 1) Registro em repouso inicial: o ensaio se inicia com a contagem de cerca de 2 minutos com o veículo parado e motor em funcionamento para registro em diagrama. 2) Registro em movimento simulando o deslocamento do veículo por 2 km, à velocidade constante de 50 km/h. 3) Registro final em repouso por mais 2 minutos. Coletados os registros, o funcionário remove os componentes de segurança e confere os dados gerados durante o ensaio.

Toda o processo preparatório descrito acima, é calculado como o tempo de *setup*, necessário para a realização do ensaio em si. Sendo que sua duração, em média, é de 9 minutos.

A disponibilidade da estação calculada é descrita na equação (1), abaixo:

$$\text{Disponibilidade (s)} = \text{Tempo turno (s)} - \text{Tempo almoço (s)} - \text{Tempo descanso (s)} \quad (1)$$

$$\text{Disponibilidade} = 34200 - 5400 - 900 = 27900 \text{ segundos} \quad (1)$$

O cálculo do tempo disponível descontando os tempos de *setup*, é descrito a seguir pela equação (2):

$$\text{Tempo disponível (s)} = \text{Disponibilidade (s)} - (\text{Tempo de setup (s)} \times \text{Atendimentos}) \quad (2)$$

$$\text{Tempo disponível} = 27900 - (540 \times 6) = 24660 \text{ segundos} \quad (2)$$

A partir da relação entre o tempo disponível e o tempo total, considerando a soma do tempo de expediente e tempos de paradas, a equação (3) demonstra o cálculo da disponibilidade da estação:

$$\text{Disponibilidade processo} = \frac{\text{Tempo disponível (s)}}{\text{Tempo total (s)}} \quad (3)$$

$$\text{Disponibilidade processo} = \frac{24660}{34200} = 0,72 \times 100 = 72\% \quad (3)$$

O tempo de operação é obtido através da equação (4):

$$\text{Tempo de operação (s)} = \text{Tempo de execução (s)} \times \text{Atendimentos} \quad (4)$$

$$\text{Tempo de operação} = 480 \times 6 = 2880 \text{ segundos} \quad (4)$$

Pela equação (5), obtém-se o valor do tempo de operação ociosa na estação de trabalho:

$$\text{Operação ociosa (s)} = \text{Tempo disponível (s)} - \text{Tempo de operação (s)} \quad (5)$$

$$\text{Operação ociosa (s)} = 24660 - 2880 = 21780 \text{ segundos} \quad (5)$$

Sendo a atividade, uma prestação de serviços onde em cada processo apenas um cliente é atendido, o tempo de ciclo (TC) é o mesmo que o tempo de execução, portanto o TC é igual a 480 segundos/atendimento.

4.3.7. Expedição

Validados os dados gerados no ensaio, determina-se a aprovação ou não do cronotacógrafo e o relatório contendo os registros da aferição é encaminhado ao Instituto de Pesos e Medidas (IPEM), órgão delegado pelo Inmetro para avaliar o diagrama e as informações lançadas no sistema e emitir o certificado final de verificação, e é realizado o recebimento do pagamento pela prestação dos serviços de aferição (selagem, ensaio metrológico e reparo, caso aplicável).

Caso o resultado prévio indique a aprovação do instrumento de medição, um certificado provisório com duração de 30 dias é emitido ao cliente e o mesmo pode consultar o certificado definitivo online no site do Inmetro, assim que disponível. Caso não seja aprovado, o cliente deve realizar novamente o pagamento das taxas e solicitar a execução de nova verificação.

Esta etapa não possui nenhum tempo de *setup*, portanto os valores obtidos para análise são demonstrados nas equações abaixo, começando pelo cálculo de disponibilidade da estação, na equação (1):

$$\text{Disponibilidade (s)} = \text{Tempo turno (s)} - \text{Tempo almoço (s)} - \text{Tempo descanso (s)} \quad (1)$$

$$\text{Disponibilidade} = 34200 - 5400 - 900 = 27900 \text{ segundos} \quad (1)$$

Subtraindo os tempos de *setup* da disponibilidade total, tem-se o tempo disponível, descrito na equação (2):

$$\text{Tempo disponível (s)} = \text{Disponibilidade (s)} - (\text{Tempo de setup (s)} \times \text{Atendimentos}) \quad (2)$$

$$\text{Tempo disponível} = 27900 - 0 = 27900 \text{ segundos} \quad (2)$$

A equação (3) descreve o cálculo de disponibilidade do processo:

$$\text{Disponibilidade processo} = \frac{\text{Tempo disponível (s)}}{\text{Tempo total (s)}} \quad (3)$$

$$\text{Disponibilidade processo} = \frac{27900}{34200} = 0,82 \times 100 = 82\% \quad (3)$$

O tempo de operação da etapa é calculado conforme a equação (4), através da multiplicação do tempo de execução da tarefa e o número de atendimentos diários:

$$\text{Tempo de operação (s)} = \text{Tempo de execução (s)} \times \text{Atendimentos} \quad (4)$$

$$\text{Tempo de operação} = 420 \times 6 = 2520 \text{ segundos} \quad (4)$$

O cálculo de operação ociosa é demonstrado na equação (5), pela subtração do tempo de operação da etapa do tempo disponível:

$$\text{Operação ociosa (s)} = \text{Tempo disponível (s)} - \text{Tempo de operação (s)} \quad (5)$$

$$\text{Operação ociosa (s)} = 27900 - 2520 = 25380 \text{ segundos} \quad (5)$$

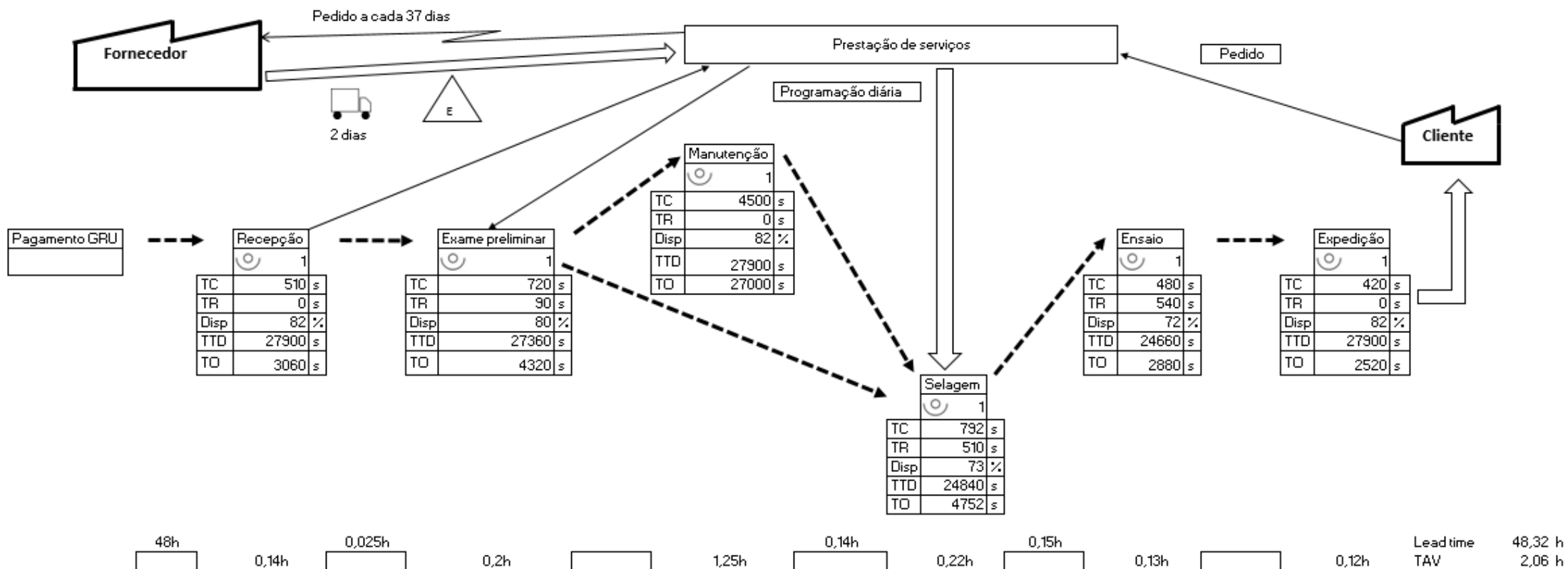
De acordo com o tempo de execução, o tempo de ciclo (TC) possui o valor de 420 segundos/atendimento.

4.4. Mapa atual do fluxo de valor

Detalhado o processo, segue abaixo o mapa de fluxo de valor atual na Figura 4, elaborado de acordo com a metodologia revisada neste trabalho.

Nas caixas de informação, encontra-se: tempo de ciclo (TC), tempo de *setup* (TR), disponibilidade (Disp), tempo disponível (TTD) e o tempo de operação total (TO).

Figura 4 – Mapa atual do fluxo de valor



Fonte: Autoria Própria (2021)

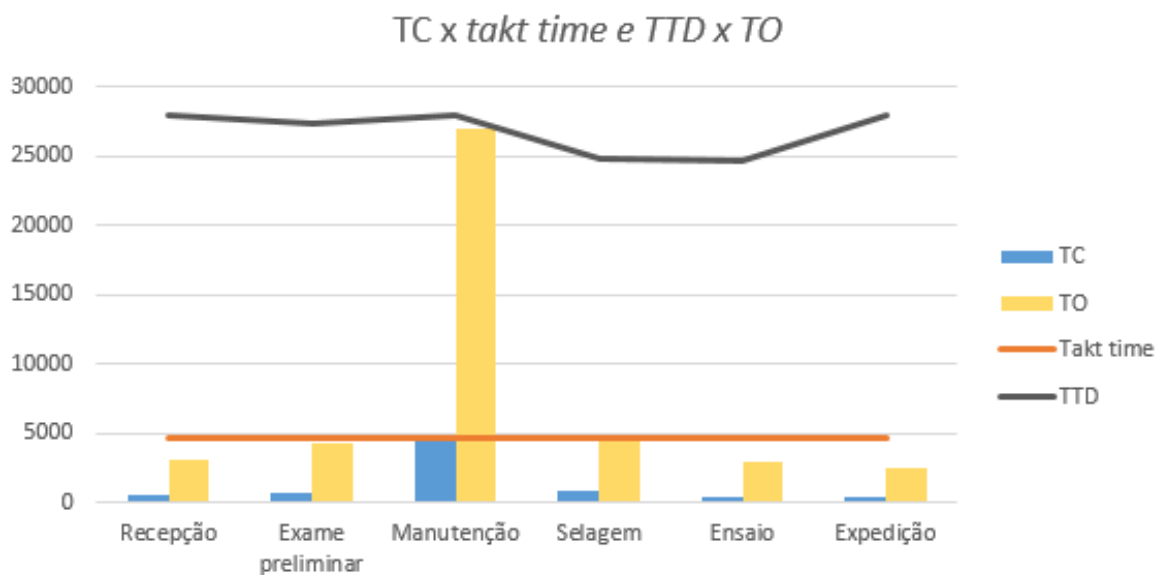
4.5. *Takt time* e cálculo da linha do tempo

O cálculo do *takt time* foi realizado utilizando a demanda média de atendimentos em 2020 (Tabela 1), e disponibilidade de 27900 segundos, considerando um turno de 7 horas e 45 minutos. Segue a equação (6):

$$Takt\ time = \frac{Disponibilidade\ (s)}{Demanda} = \frac{27900}{6} = 4650\ \frac{segundos}{atendimento} \quad (6)$$

Portanto, como o *takt time* determina o ritmo de atendimento para que se atenda a demanda diária dentro do tempo disponível de trabalho, a empresa precisa finalizar um atendimento a cada 4650 segundos.

Gráfico 1 – TC x *Takt time* e TTD x TO



Fonte: Autoria Própria (2021)

Conforme mostrado no Gráfico 1, todos os tempos de ciclo (TC) estão bem abaixo do *takt time*, com exceção do processo de manutenção que segue abaixo da linha, mas se encontra próximo à linha de ritmo. Um tempo de ciclo menor que o *takt time* indica ociosidade no serviço, e o cenário ideal é que seus valores estejam próximos um do outro. Ainda analisando pelo aspecto da ociosidade, percebe-se uma diferença muito grande entre a linha de tempo disponível (TTD) e os tempos de operação total (TO), reforçando a necessidade de reduzir esta lacuna de tempo ocioso.

Além do *takt time*, a elaboração do mapa atual forneceu os dados necessários para a construção da linha do tempo do processo, calculando-se os tempos de *lead time* e de valor agregado. O *lead time* consiste no somatório dos tempos de espera do ciclo produtivo e, neste estudo, o valor encontrado foi de 48,32 horas. Enquanto o tempo de valor agregado, ou tempo de processamento, resulta da soma dos tempos das etapas produtivas que agregam valor final ao cliente, correspondente em 2,06 horas.

4.6. Resultados e discussões

Em análise detalhada às informações levantadas e o mapa atual elaborado, identificou-se algumas oportunidades de melhoria onde conceitos e ferramentas de Produção Enxuta poderão ser aplicados:

4.6.1. CRM, Andon e Kaizen na recepção

Como se observa que quase todo o tempo de espera se concentra no tempo necessário para compensação do pagamento da GRU que antecede ao atendimento na recepção, e há grande recorrência de clientes que procuram realizar o serviço sem antes terem pago a taxa obrigatória, apesar de o pagamento não ser executado pela empresa prestadora do serviço, entende-se de que a mesma pode, através da implementação do Customer Relationship Management (CRM) compilar, analisar e utilizar dados coletados dos clientes com o propósito de estreitar a relação e aumentar o nível de conhecimento e envolvimento dos mesmos no processo.

Através destes dados e de um sistema eficiente de comunicação, é possível identificar antecipadamente quais clientes precisarão efetuar a verificação obrigatória, e acrescentando um sistema *andon* de prevenção de falhas, disparar alertas sobre a necessidade da aferição do cronotacógrafo e também informar os passos necessários que o cliente deve realizar antes de procurar o Posto Autorizado, reduzindo assim, a quantidade de casos nos quais o cliente não tenha realizado o pagamento da GRU previamente, e o tempo de espera para o início do processo de aferição, e garantindo um maior índice de fidelidade dos clientes, podendo aumentar a quantidade daqueles que retornarão para a execução de futuras aferições e também os estimular a realizarem mais tipos de serviços no estabelecimento.

Também é proposto utilizar deste canal de comunicação com os clientes e estar sugerindo e instruindo-os a começarem a realizar o pagamento da GRU via transferência instantânea (PIX), recém implementada pelo Banco Central e aprovado pelo Inmetro como

forma de pagamento a partir de 15/03/2021. Tal recurso reduz totalmente o tempo de espera de compensação bancária.

A implementação do CRM e do *andon* deve ser suportada pela filosofia *kaizen*, pois a sua complexidade exigirá um alto grau de envolvimento da funcionária responsável pelo processo para garantir que a ferramenta seja utilizada de acordo com a realidade das atividades da empresa, procurando maneiras de otimizar seu uso, e que haja um padrão no uso das informações e quando comunicar os clientes.

4.6.2. Heijunka

A alta capacidade ociosa indica a necessidade de atuar sobre a demanda. Um sistema eficiente de CRM implantado deve permitir tanto que a empresa consiga planejar melhor sua demanda, realizando agendamentos em vez de apenas atender por ordem de chegada, quanto também pode aumentar o nível de demanda diante da proximidade e fidelização de seus clientes. Adicionalmente se torna possível prever com maior precisão a necessidade de peças para reposição na manutenção, agilizando o processo de aquisição trabalhando em um relacionamento mais estreito com fornecedores.

A partir da análise de mercado e identificação do perfil dos clientes e possíveis clientes, deve-se intensificar a utilização de canais de comunicação e colocar em prática estratégias de marketing de acordo com a posição de cada um deles dentro do funil de vendas, com a finalidade de atrair novos clientes, intensificar o relacionamento com clientes antigos e gerar mais oportunidades de vendas, sendo também importante capacitar os responsáveis pelas vendas para de fato se concretizar o aumento das vendas, aumentando assim, a demanda do serviço.

Estas ações de nivelamento, tanto interno quanto externo contribuirão com a redução do tempo ocioso identificado no estado atual e aproximando os tempos de ciclo do *takt time*, tornando o fluxo produtivo mais balanceado, o que também garante à empresa o benefício de conseguir trabalhar a demanda a longo prazo.

4.6.3. 5S e troca rápida de ferramentas

Diante da observação das atividades dos funcionários durante as etapas de exame preliminar, selagem e ensaio metrológico, percebe-se que os tempos de *setup* se estendem além do necessário por conta da falta de organização e ordenação das ferramentas, traduzidos em tempo desperdiçado procurando as ferramentas corretas, troca de ferramentas desnecessária entre funcionários e não disposição das ferramentas conforme a frequência de uso.

Estão descritos na Figura 5 os caminhos do funcionário, sendo ida e volta do laboratório de manutenção e selagem até o caminhão, para remoção e reinstalação do cronotacógrafo, e do caminhão, conforme a legenda.

Propõe-se aqui analisar a viabilidade do ajuste do layout que requereria alguns ajustes, como a quebra de uma parede para abrir caminho ao fluxo proposto e checar a necessidade de inversão de alguns equipamentos que acompanham o banco de rolos.

4.6.5. CAPEX

Durante o acompanhamento da rotina na empresa, presenciou-se alguns problemas na conexão de internet da empresa, que é vital para a realização dos processos de recepção, ensaio metrológico e expedição, por conta da necessidade de inserção ou consulta de dados no Sistema de Dados do Inmetro.

Diante disto, propõe-se a substituição do plano de internet atual da empresa, que se mostra obsoleto comparado às opções de mercado, sem a necessidade de grande investimento adicional, contratando um plano de distribuição via fibra ótica, garantindo maior estabilidade e reduzindo significativamente as paradas não planejadas por falta de acesso ao sistema.

4.6.6. Diagrama de Ishikawa, 5 Porquês, *Kaizen* e *Heijunka* na manutenção

Não é necessariamente sempre que algum instrumento passa pela manutenção, mas sempre que identificado algum problema é imprescindível que aconteça para a garantia da qualidade do serviço, e também é nesta etapa que se encontra o maior tempo de ciclo do processo.

Mas percebe-se que sua operação não é padronizada, além da mistura de demandas entre serviços prestados no fluxo de aferição de cronotacógrafos e reparos avulsos, havendo pouca clareza na sequência de atividades do colaborador.

Para sucesso na implementação das soluções a serem discutidas, é sugerida uma análise detalhada dos motivos da falta de padronização na execução do serviço. Para tal, sugere-se a implementação do Diagrama de Ishikawa para determinação das causas potenciais ou reais, de forma ampla sobre o processo, seguida da utilização da ferramenta 5 Porquês para maior aprofundamento a partir da análise gerada pelo diagrama. A combinação das ferramentas deve garantir um resultado confiável, orientando objetivamente a aplicação de outras soluções.

Em relação à padronização, é sugerida a implementação do Quadro de Trabalho Padronizado, como objeto da melhoria contínua *kaizen*, gerando uma documentação orientadora do processo, especificando todas as situações e suas particularidades e provendo

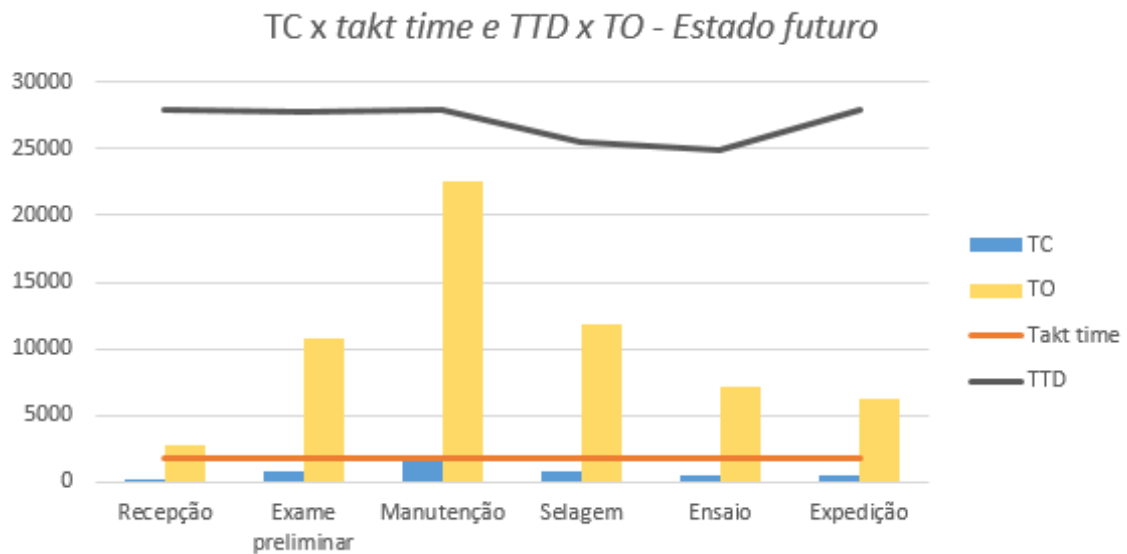
toda a sequência de ações de acordo com cada uma delas, reduzindo riscos e índices de variabilidade, além de tornar mais fácil o treinamento de novos colaboradores. A determinação de padrões a serem seguidos de acordo com as demandas recebidas auxilia na redução do tempo de ciclo e evita a variação do mesmo, suportando decisões mais rápidas pelo colaborador responsável.

E através do uso do quadro de nivelamento (*heijunka*) consegue-se realizar o acompanhamento e priorização de atividades de acordo com a demanda, garantindo que toda sua sequência seja realizada da maneira correta, no tempo correto, provendo também o controle mais preciso sobre a disponibilização de peças para reposição, evitando atrasos por falta de material. O quadro permite, através de gestão visual de fácil compreensão que o operador consiga monitorar a demanda, quantidade de peças disponíveis e o andamento do fluxo produtivo de acordo com os tempos determinados para cada atividade durante a padronização do processo, mantendo o fluxo de saída e seu tempo de ciclo muito mais estável.

4.7. Mapa futuro do fluxo de valor

A partir das propostas sugeridas neste estudo, é possível esboçar o mapa futuro do fluxo de valor e evidenciar as possibilidades de redução, tanto do *lead time* quanto do tempo agregação de valor (TAV). Em relação as medidas para aumento da demanda e redução da capacidade ociosa identificada, considerando que seja ideal que a linha de *takt time* esteja 20% acima do tempo de ciclo (TC), pode-se concluir que com uma demanda de 15 atendimentos por dia, haveria um bom índice de balanceamento, minimizando o tempo ocioso sem que se deixe de atender à demanda.

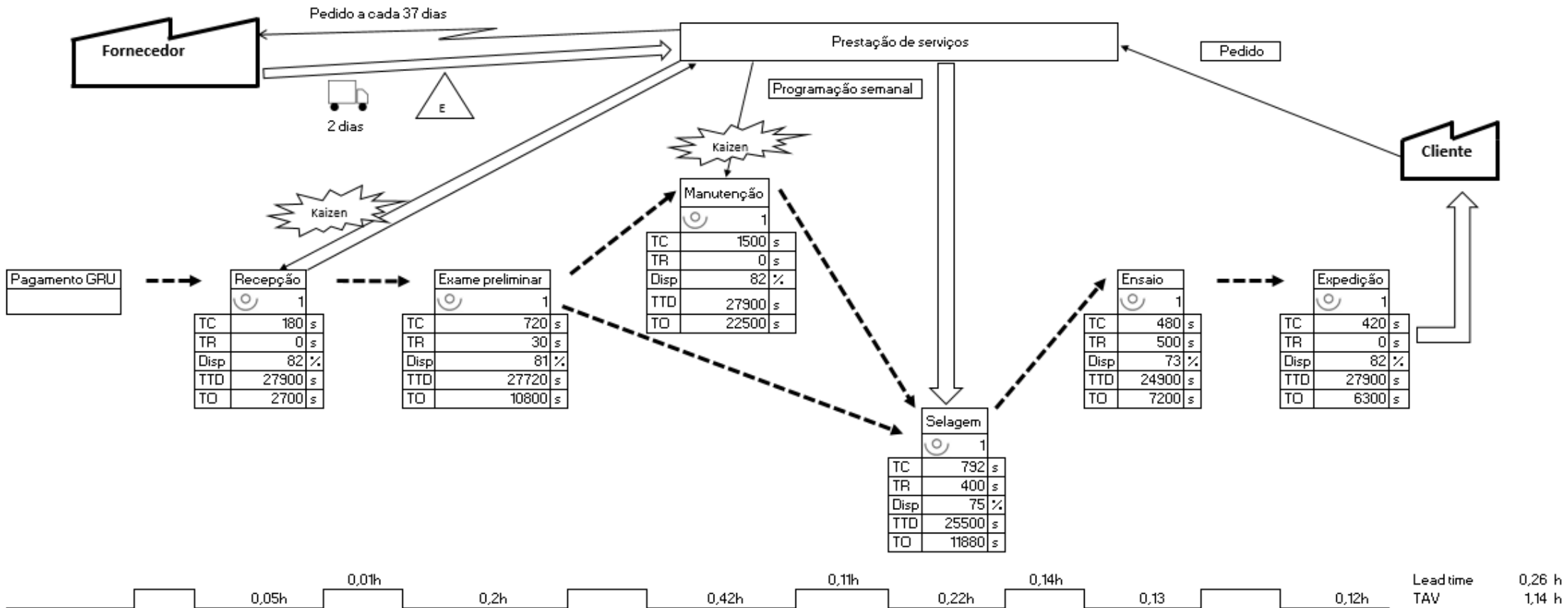
O Gráfico 2 ilustra o possível impacto das melhorias considerando este aumento de demanda:

Gráfico 2 – TC x *Takt time* e TTD x TO – Estado futuro

Fonte: Autoria Própria (2021)

Como resultado, é possível reduzir o *lead time* em até 99,5%, de 48,32 horas para 0,26 horas, e o tempo de valor agregado em 44,7%, de 2,06 horas para 1,14 horas, conforme a Figura 6, a seguir. A redução do *lead time* é obtida principalmente através das melhorias propostas na recepção que aumentam a proximidade e reforçam a comunicação com os clientes, praticamente removendo o tempo de espera de pagamento da GRU, além de contribuições do ajuste de layout, metodologia 5S e troca rápida de ferramentas, que reduzem os desperdícios de movimentação e transporte. E a redução sobre o tempo de valor agregado é alcançado através da padronização do processo de manutenção e aplicação de gestão visual para acompanhamento de demanda e produção, reduzindo o tempo médio de cada reparo.

Figura 6 – Mapa futuro do fluxo de valor



Fonte: Autoria Própria (2021)

5. Considerações finais

O presente trabalho apresentou um estudo de caso que, através da aplicação do mapa de fluxo de valor e ferramentas da produção enxuta, foi capaz de analisar e propor melhorias no fluxo produtivo da prestação de serviços em aferição de cronotacógrafos. A construção do MFV atual permitiu que fossem identificados desperdícios, como perda por espera, movimentação e transporte, além de falta de comunicação entre empresa e cliente.

Após a realização de análise sobre os processos, foram propostas melhorias como: aplicação de *kaizen*, metodologia 5S, implementação de Customer Relationship Management (CRM), *heijunka*, mudança de layout, *andon*, troca rápida de ferramentas, diagrama de Ishikawa, 5 porquês e quadro de trabalho padronizado.

Importante ressaltar que a aplicação do mapa de fluxo de valor é apenas o primeiro passo para a identificação de oportunidades de melhoria, e mais delas podem ser encontradas durante a aplicação das propostas, cabendo à empresa estudar a viabilidade de implementação de cada solução e acompanhar todo seu processo de execução.

Também se destaca que, para obter sucesso na implementação dos conceitos do Sistema Toyota de Produção, é necessária grande mobilização e conscientização por todos os colaboradores, criando assim, um sistema de valores compartilhados em todos os níveis.

Para trabalhos futuros, as melhorias aqui propostas podem ser implementadas e recomenda-se seu monitoramento por meio da elaboração de um novo mapa de fluxo de valor atual e o comparando com um mapa futuro, verificando se há novas oportunidades de melhoria cabíveis ao processo. Além de procurar expandir o método a outros processos da empresa, buscando sempre a reavaliação dos mesmos e o aprimoramento contínuo.

Quanto às limitações encontradas durante a pesquisa, se destaca a complexidade em mapear o processo diante de suas particularidades, junto à dificuldade em encontrar, na bibliografia analisada, trabalhos a serem utilizados como referência para este mapeamento, pela baixa quantidade em pesquisas envolvendo prestação de serviços, e menor ainda sobre o setor de automotivos pesados.

Referências

- ANDREADIS, E.; GARZA-REYES, J.A.; KUMAR, V. **Towards a conceptual framework for value stream mapping (VSM) implementation: an investigation of managerial factors**. International Journal of Production Research, v. 55, n. 23, p. 7073-7095, 2017.
- ALVAREZ, R.R.; ANTUNES JR, J.A.V. **Takt-time: conceitos e contextualização dentro do Sistema Toyota de Produção**. Gestão & Produção, v. 8, n. 1, p. 1-18, 2001.
- BARIVIERA, C. **Qualidade de serviços e satisfação dos clientes: estudo em uma oficina mecânica de veículos automotores da linha pesada**. Monografia (Bacharel em Administração). Universidade de Passo Fundo, Sarandi, RS, 2017.
- BATISTA, E.C.; MATOS, L.A.L.; NASCIMENTO, A.B. **A entrevista como técnica de investigação na pesquisa qualitativa**. Revista Interdisciplinar Científica Aplicada, v. 11, n. 3, p. 23-38, 2017.
- BRAZ, R.F. **A evolução do processo do Sistema Toyota de Produção perante a ergonomia**. Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização (Engenharia e Segurança do Trabalho), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2018.
- CNT (Confederação Nacional do Transporte). **Boletim Unificado 2020**, 2020. Disponível em: <<https://cnt.org.br/boletins>>. Acesso em: 26 de jan. 2021.
- CORDEIRO, G.U. **Aplicação das ferramentas lean no setor de manutenção industrial**. Engevista, v. 21, n. 1, p. 1-13, 2019.
- DENNIS, P. **Produção Lean Simplificada**. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- DIAS, J.L.Z.; SANTINI, B. **Mapeamento do Fluxo de Valor no processo de rotomoldagem**. Revista Liberato, v. 19, n. 32, p. 135-240, Novo Hamburgo, RS, 2018.
- FERREIRA, G.A.O. **Aplicação do lean em pequenas empresas: um estudo de caso no setor de alimentação fora do lar**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção). Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2018.
- FIORI, F.C.; BEZERRA, C.A. **Relações entre Tipos de Bolsas e Número de Publicações de Bolsistas de Iniciação Científica em Ciências Sociais Aplicadas: Um Estudo na Universidade Federal do Paraná**. Revista Administração em Diálogo-RAD, v. 20, n. 1, p. 57-81, 2018.
- GOMES, V.S.M. **O mapeamento do fluxo de valor como mecanismo de aperfeiçoamento no processo produtivo em uma fábrica de eletrodos revestidos**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, 2019.
- GONZALES, K.G.; NEVES, T.G.; SANTOS, C.M. **Abordagens metodológicas de pesquisa: algumas notas**. Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas, v. 19, n. 2, p. 217-226, 2018.
- HILSDORF, W.C.; LOPES, A.P.V.B.V.; CITTATINI, C.; GHISINI, J.S. **Aplicação de ferramentas do lean manufacturing: estudo de caso em uma indústria de remanufatura**. Revista Produção Online, v. 19, n. 2, p. 640-667, 2019.
- HIRVONEN, J. **Design and implementation of Andon system for Lean manufacturing**. Master's Programme in Automation and Electrical Engineering. Aalto University School of Electrical Engineering, 2018.
- IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **PAS 2016: setor de serviços gera receita de R\$1,5 trilhão**, 2018. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/22350-pas2016-setor-de-servicos-gera-receita-de-r-1-5-trilhao>>. Acesso em: 17 de abr. 2020.

INMETRO. **O que é cronotacógrafo?**, 2020. Disponível em: <<https://cronotacografo.rbmlq.gov.br/o-que-e-cronotacografo>>. Acesso em 16 de set. 2020.

KRIPKA, R.M.L.; SCHELLER, M.; BONOTTO, D.L. **Pesquisa documental na pesquisa qualitativa: conceitos e caracterização**. Revista de investigaciones UNAD, Bogotá, v. 14, n. 2, p. 55-73, 2015.

KULSUM; MUHARNY, Y.; PRATIWI, A.S. **Comparison of job shop production scheduling by using the non-delay method and the Heijunka method at PT XYZ**. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. IOP Publishing, 2019.

LEAN INSTITUTE BRASIL. **Definição do Lean Manufacturing**, 2020. Disponível em: <<https://www.lean.org.br/o-que-e-lean.aspx>>. Acesso em 12 de abr. 2020.

LEONARDO, D.G.; SERENO, B.; SILVA, D.S.A.; SAMPAIO, M.; MASSOTE, A.A.; SIMÕES, J.C. **Implementation of hybrid Kanban-CONWIP system: a case study**. Journal of Manufacturing Technology Management, v. 28 n. 6, p. 714-736, 2017.

LIRA, M. K. C.; SILVA A.N. **Estudo da viabilidade técnica para implementação do sistema Toyota de produção em uma linha produtiva industrial metalúrgica**. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia de Produção). Centro Universitário Tabosa de Almeida, Caruaru, 2019.

LOPES, N.R.; FONTENELLE A.O.; GASQUE, D.H.F.; SAGAWA, J.K. **Aplicação do mapa de fluxo de valor: estudo de caso em uma indústria do segmento de utilidades domésticas**. XXXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2018, Maceió, AL.

MARQUES, C.B.A.; PIRATELLI, C. L.; DAGOSTIN, A. M. **Adaptação do SERVQUAL ao segmento de reparação automotiva de veículos pesados na visão dos gestores**. XXVI Simpósio de Engenharia de Produção, 2019, Bauru, SP.

MARQUES, F.E.N.S.; FREITAS, N.C.S.; FERRAZ JUNIOR, F. **Utilização do mapeamento do fluxo de valor e cronoanálise em uma indústria de confecção de pequeno porte**. XXVI Simpósio de Engenharia de Produção, 2018, Bauru, SP.

MELO, K.F. **Mapeamento do fluxo de valor em oficina de funilaria e pintura**. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Elétrica). Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Panambi, RS, 2019.

MENDONÇA, A.C.L.; MELO, M.E.S. **O uso do lean manufacturing para identificação de desperdícios no processo de fabricação de engates**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção). Centro Universitário CESMAC, Maceió, 2018.

MONZANI, G.M. **Mapeamento do fluxo de valor: Um estudo de caso em serviços de hotelaria**. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia de Produção), Universidade Federal de Uberlândia, Ituiutaba, MG, 2018.

MOREIRA, F.G. **SEGURANÇA NO TRÂNSITO: uma abordagem prática dos acidentes de trabalho**. Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação (EIGEDIN), v. 2, n. 1, 2018.

OLIVEIRA, F.S.; MENDES, L.D.S.; COSTA, R.A. **Implantação do sistema de produção enxuta em uma indústria de autopeças utilizando a metodologia lean manufacturing**. Anais... X Simpósio de Engenharia de Produção de Sergipe, 2018.

PEREIRA, E.J. **A importância do controle de velocidade na redução de acidentes com motocicletas**. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-Graduação em Perícia de Acidentes de Trânsito). Instituto Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2017.

REAES, P.A.; FERREIRA, J.C.E.; SOUZA, M. **Estudo e levantamento estatístico do Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) através da análise de seus efeitos em trinta e três estudos de caso**. IX Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação, Joinville, SC, 2017.

- RODRIGUES, R.; SILVA, G.L. **Proposta de implementação de ferramentas do Lean Manufacturing para redução de desperdícios e melhoria contínua do processo**. Anais do Congresso e Iniciação Científica da FEPI, Varginha – Itajubá, 2014.
- ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a Enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício**. 3 ed. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.
- SANTOS, P.V.S.; ARAÚJO, M.A. **Aplicação de Ferramentas Lean no setor de Logística: um estudo de caso**. Revista Gestão em Análise, v. 7, n. 2, p. 168-183, 2018.
- SANTOS, W.W.I. **Sistema de indicação de ajuste da constante K do cronotacógrafo eletrônico EC 1318**. 2017. 64f. Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica). Departamento Acadêmico de Elétrica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2017.
- SARTORI, A.; OLIVEIRA, R.; SIQUEIRA, R.N.; BOTELHO, M.P.; VIEIRA, A.N. **Mapeamento e modelagem de processos de um centro de distribuição utilizando a filosofia Lean**. Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 1, p. 348-362, 2021.
- SILVA, E.R.; SAVARIS, T.; MARCHALEK, A.L.; CASTILHOS, N.C.; TONDOLO, V.A.G. **Caracterização das pesquisas de teses em administração com abordagem qualitativa**. Revista de Administração de Roraima-RARR, v. 6, n. 1, p. 204-223, 2016.
- TOMIOKA, A.M.; LEITE, J.S.; NEVES, J.M.S.; SILVA, M.L.P. **A Filosofia Lean na indústria brasileira: revisão da literatura**. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 3, p. 11823-11843, 2020.
- VENTURINI, S.F.; SILVA, G.A.; GONÇALVES, L.G.; SILVA, T.O. **O impacto das interrupções em uma empresa de TI – Análise dos 7 desperdícios**. Cippus, v. 7, n. 1, p. 11-23, 2019.
- VILLELA, L.T. **Proposta de modelo para análise de riscos em projetos Lean Six Sigma**. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Gestão), Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, 2019.
- VIEIRA, M. G. **Aplicação do mapeamento do fluxo de valor para avaliação de um sistema de produção**. 2006. 129f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Florianópolis, 2006.
- VOIDILA, P.E.; BELUSSO, M. **Proposta de Melhoria do Processo de Movimentação de Produtos em uma Indústria de Implementos para o Transporte**. Anais da Engenharia de Produção / ISSN 2594-4657, [S.l.], v. 3, n. 2, p. 157 - 179, 2019.
- YAMAMOTO, K.; MILSTEAD, M.; LLOYD, R. **A Review of the Development of Lean Manufacturing and Related Lean Practices: The Case of Toyota Production System and Managerial Thinking**. International Management Review, v. 15, n. 2, p. 21, 2019.
- WELTER, C.V.N.; SAUSEN, J.O.; CAPPELLARI, G. **Capacidade inovativa como estratégia de mudança de posicionamento estratégico: um estudo de caso de uma empresa do ramo da refrigeração médica científica**. Revista Teoria e Evidência Econômica, v. 23, n. 49, 2017.