

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO DE JOINVILLE
CURSO DE ENGENHARIA DE TRANSPORTES E LOGÍSTICA

AMANDA RIBEIRO GANSKE

REDUÇÃO DO TEMPO DE CARREGAMENTO DE CAMINHÕES COM BASE NO
LEAN MANUFACTURING: UM ESTUDO DE CASO DE UMA SIDERÚRGICA DO
SEGMENTO DE AÇOS PLANOS

Joinville

2019

AMANDA RIBEIRO GANSKE

REDUÇÃO DO TEMPO DE CARREGAMENTO DE CAMINHÕES COM BASE NO
LEAN MANUFACTURING: UM ESTUDO DE CASO DE UMA SIDERÚRGICA DO
SEGMENTO DE AÇOS PLANOS

Trabalho apresentado como requisito para
obtenção do título de bacharel no Curso de
Graduação em Engenharia de Transportes e
Logística do Centro Tecnológico de Joinville da
Universidade Federal de Santa Catarina.

Orientadora: Dra. Janaína Renata Garcia

Joinville

2019

AMANDA RIBEIRO GANSKE

REDUÇÃO DO TEMPO DE CARREGAMENTO DE CAMINHÕES COM BASE NO
LEAN MANUFACTURING: UM ESTUDO DE CASO DE UMA SIDERÚRGICA DO
SEGMENTO DE AÇOS PLANOS

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de bacharel em Engenharia de Transportes e Logística, na Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico de Joinville.

Banca Examinadora:

Dra. Janaína Renata Garcia
Orientadora
Presidente

Dra. Elisete Santos da Silva Zagheni
Membro
Universidade Federal de Santa Catarina

Dra. Christiane Wenck Nogueira Fernandes
Membro
Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais por todo o incentivo, força e apoio dados durante todo esse período de faculdade. Agradeço pelos pais incríveis e pela relação maravilhosa que temos, sem vocês nada disso seria possível. Obrigada de coração por serem as melhores pessoas do mundo e por sempre acreditarem em mim. Vocês são minha base, minha vida e a razão de tudo que sou e faço.

Aos meus avós, Hilário, Vidal, Judite e Grisildes, que para minha tristeza partiram antes de conseguirem me ver formada. Agradecimento especial a vó Grisildes que tanto falava e sonhava em estar presente nesta etapa tão importante da minha vida, espero que esteja orgulhosa da pessoa que estou me tornando, pois cada dia que passa vejo mais de você em mim.

A toda a minha família, em especial a minha outra mãe, minha tia Ione. Você é um exemplo para mim, alguém que sempre vou me espelhar e buscar conselhos. Obrigada por ser essa pessoa incrível, com um coração enorme e que transmite amor e sabedoria por onde passa.

Ao meu namorado, Matheus, que mais do que ninguém viveu essa experiência comigo de perto e compartilhou os momentos de angústias e de felicidades. Obrigada por toda a ajuda nos trabalhos e nas provas e por sempre me incentivar a buscar o meu melhor. Agradeço por todo amor, companheirismo e compreensão.

As minhas amigas de longa data e aos amigos que fiz na faculdade, obrigada pelo apoio nos momentos de desafio e pela celebração das alegrias.

A minha orientadora Janaína Garcia, não poderia ter escolhido alguém melhor para me ajudar a concluir esta etapa. Você é um exemplo de pessoa e de profissional, a dedicação e amor que tens pela profissão é admirável.

A empresa onde realizei estágio por permitirem a elaboração deste estudo e pelas oportunidades de aprendizado, trabalho em equipe e crescimento profissional.

RESUMO

Os princípios e ferramentas baseadas no Lean Manufacturing permitem a eliminação de desperdícios, visando o aumento da competitividade e da eficiência produtiva. O tempo perdido em esperas, processamentos e movimentações geram custos às empresas, fato este que justifica a adoção de medidas para a redução dos tempos de ociosidade e de execução de procedimentos operacionais. Tendo em vista este cenário, o presente trabalho objetiva propor uma metodologia para a redução do Tempo Médio de Permanência (TMP) de veículos durante o carregamento e expedição de bobinas de aço oriundas de uma usina siderúrgica. Para isto, foi elaborado o mapeamento de fluxo de valor estado atual do processo de carregamento de caminhões na empresa e a proposição de Indicadores de Desempenho que permitam o monitoramento diário a partir da imposição de metas e da aplicação de medidas de melhoria contínua para atenuar os gargalos identificados nos processos. A aplicação da metodologia, durante um período de quatro meses, permitiu a construção do mapa de fluxo de valor do estado futuro e mostrou-se eficiente ao apresentar significativa redução no TMP de veículos na empresa.

Palavras-chave: Tempo Médio de Permanência. Lean Manufacturing. Indicadores de Desempenho.

ABSTRACT

The principles and tools based on Lean Manufacturing allow the elimination of waste, aiming at increasing competitiveness and productive efficiency. The time lost in waiting, processing and movement generate costs for companies, a fact that justifies the adoption of measures to reduce downtime and the execution of operational procedures. Given this scenario, the present work aims to propose a methodology for the reduction of the Average Permanence Time (APT) of vehicles during the loading and dispatch of steel coils from a steel mill. For this, the current state value flow mapping of the truck loading process in the company and the proposition of Performance Indicators were elaborated that allow daily monitoring from the imposition of goals and the application of improvement measures to mitigate the bottlenecks identified in the processes. The application of the methodology, during a period of four months, allowed the construction of the value flow map of the future state and proved efficient by presenting a significant reduction in the TMP of vehicles in the company.

Keywords: Average Permanence Time. Lean Manufacturing. Performance Indicators.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - A casa do Sistema Toyota de Produção.....	17
Figura 2 - Fluxo de Produção Tradicional <i>versus</i> Fluxo Unitário Contínuo.....	20
Figura 3 - Sistema Tradicional (produção empurrada) <i>versus</i> produção puxada.....	21
Figura 4 - O guarda chuvas do Kaizen.	30
Figura 5 - Etapas do VSM.....	32
Figura 6 - Simbologia do VSM.	34
Figura 7 - Sequência metodológica do estudo.....	40
Figura 8 - Bobina de aço laminada a quente.	42
Figura 9 - Bobina acabada.....	42
Figura 10 - Esquema do pátio de expedição.....	45
Figura 11 - Berço metálico.....	46
Figura 12 - Estrutura de ponte rolante.....	47
Figura 13 - Posicionamento das catracas de fixação.....	48
Figura 14 - Vista lateral do posicionamento das cintas.	49
Figura 15 - Vista frontal do posicionamento das cintas.	49
Figura 16 - Processo de carregamento concluído.....	50
Figura 17 - VSM do estado atual.....	52
Figura 18 - Tempo total no VSM do estado atual.	53
Figura 19 - TMP no VSM do estado atual.	53
Figura 20 - Tempo de espera para carregamento em junho.	58
Figura 21 - Tempo de espera para carregamento em julho.	59
Figura 22 - Tempo de espera para carregamento em agosto.	60
Figura 23 - Tempo de espera para carregamento em setembro.....	61
Figura 24 - Tempo de carregamento em junho.	62
Figura 25 - Tempo de carregamento em julho.	63
Figura 26 - Tempo de carregamento em agosto.	64
Figura 27 - Tempo de carregamento em setembro.....	65
Figura 28 - Tempo de conferência em junho.	66
Figura 29 - Tempo de conferência em julho.	67
Figura 30 - Tempo de conferência em agosto.	68
Figura 31 - Tempo de conferência em setembro.....	69
Figura 32 - Tempo de peçação em junho.....	70

Figura 33 - Tempo de peçação em julho.....	71
Figura 34 - Tempo de peçação em agosto.....	72
Figura 35 - Tempo de peçação em setembro.....	73
Figura 36 - TMP em junho.....	74
Figura 37 - TMP em julho.....	75
Figura 38 - TMP em agosto.....	76
Figura 39 - TMP em setembro.....	77
Figura 40 - VSM do estado futuro.....	79
Figura 41- Tempo total no VSM do estado futuro.....	80
Figura 42 - TMP no VSM do estado futuro.....	80

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Indicadores de desempenho.	54
Quadro 2 - Tempo de espera para carregamento.....	55
Quadro 3 - Tempo de carregamento.....	56
Quadro 4 - Tempo de conferência.....	57
Quadro 5 - Tempo de peação.	57

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CONTRAN - Conselho Nacional de Trânsito
EPI - Equipamento de Proteção de Individual
GPAO - Gestão de Produção Assistida por Computador
JIT - Just in Time
KPI - Key Performance Indicators
OPI – Operational Performance Indicators
PCP - Planejamento e Controle da Produção
SAP - Systems Analysis and Program Development
STP - Sistema Toyota de Produção
TMP - Tempo Médio de Permanência
VSM - Value Stream Mapping

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 OBJETIVO GERAL.....	14
1.1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
1.2 JUSTIFICATIVA	15
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	16
2.1 LEAN MANUFACTURING	16
2.2 OS PRINCÍPIOS DO SISTEMA DE PRODUÇÃO ENXUTA.....	18
2.2.1 VALOR	18
2.2.2. FLUXO DE VALOR.....	19
2.2.3 FLUXO CONTÍNUO	19
2.2.4 PRODUÇÃO “PUXADA”	21
2.2.5 PROCURA PELA PERFEIÇÃO	22
2.3 OS OITO DESPERDÍCIOS	22
2.3.1 DESPERDÍCIO POR SUPERPRODUÇÃO	23
2.3.2 DESPERDÍCIO POR TRANSPORTE.....	23
2.3.3 DESPERDÍCIO POR ESPERA	24
2.3.4 DESPERDÍCIO POR PROCESSAMENTO	24
2.3.5 DESPERDÍCIO POR MOVIMENTAÇÃO	25
2.3.6 DESPERDÍCIO POR PRODUTOS DEFEITUOSOS	25
2.3.7 DESPERDÍCIO POR ESTOQUE	25
2.3.8 DESPERDÍCIO INTELECTUAL.....	26
2.4 AS FERRAMENTAS DO LEAN MANUFACTURING	26
2.4.1 JUST IN TIME	26
2.4.2 JIDOKA.....	27
2.4.3 5S.....	27
2.4.4 KAIZEN	29
2.4.5 KANBAN	30
2.4.6 POKAYOKE	31
2.4.7 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR.....	31
2.5 INDICADORES DE DESEMPENHO	34
2.6 ESTUDO DE TEMPOS E MÉTODOS	35
2.6.1 ESTUDO DE TEMPOS	36

2.6.2 ESTUDO DE MÉTODOS.....	37
3 METODOLOGIA.....	39
4 ESTUDO DE CASO.....	41
4.1 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA	41
4.2 PROCESSO DE CARREGAMENTO DE CAMINHÕES	43
4.2.1 PLANEJAMENTO E PROGRAMAÇÃO	43
4.2.2 CHECK LIST E PESAGEM	44
4.2.3 CARREGAMENTO DOS CAMINHÕES	45
4.2.4 CONFERÊNCIA E PEAÇÃO	47
4.2 VSM DO ESTADO ATUAL	50
4.3 INDICADORES DE DESEMPENHO OPERACIONAIS	53
5 ANÁLISE DE RESULTADOS.....	58
5.1 TEMPO DE ESPERA PARA CARREGAMENTO	58
5.2 TEMPO DE CARREGAMENTO	61
5.3 TEMPO DE CONFERÊNCIA	65
5.4 TEMPO DE PEAÇÃO	69
5.5 TEMPO MÉDIO DE PERMANÊNCIA	74
5.6 VSM DO ESTADO FUTURO	78
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	81
REFERÊNCIAS	82

1 INTRODUÇÃO

Para superar os desafios do mundo dos negócios globalizados as organizações vêm investindo cada vez mais em práticas que visem tornar os sistemas produtivos mais enxutos, flexíveis e responsivos, resultando na melhoria dos níveis de serviços aos clientes, redução de custos, inovação em produtos e processos, mais investimentos em tecnologia de informação, eliminação de desperdícios e melhor utilização de ativos (TORRES, 2011).

Por esta necessidade, avanços significativos foram obtidos por meio desta abordagem. Segundo Shingo (1996) à medida que as empresas passarem a especificar valor com exatidão, identificar a cadeia de valor como um todo, conseguirem com que o valor possa fluir continuamente, e deixarem que seus clientes “puxem” o valor da empresa, haverá significativa redução dos desperdícios e o cliente será melhor atendido.

Neste cenário, surge o conceito de *Lean Manufacturing*, ou Manufatura Enxuta, criado na *Toyota Motor Company*, onde, com o passar do tempo, seus princípios e ferramentas deixaram de ser exclusividade do setor automotivo, se difundindo em diversos ambientes dos setores de serviços e indústrias de diferentes segmentos, como as siderúrgicas (WILSON, 2010).

A indústria siderúrgica é uma importante fornecedora de insumos para diversos outros setores da indústria de transformação. O Brasil é um dos maiores produtores de ferro gusa, forma impura de ferro produzida em altos fornos, e de aço do mundo, de forma que os investimentos nesse setor sejam cada vez mais constantes (FELÍCIO, 2015).

No ano de 2018, foram produzidas cerca de 34.735 milhões de toneladas de aço, deste número cerca de 14.210 milhões de toneladas foram de aços planos. A produção de aços planos corresponde ao segmento de aços especiais destinados principalmente aos setores da indústria automobilística, eletrodomésticos, tubos e conexões e construção civil (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2019).

Segundo o Instituto Aço Brasil (2019) em agosto de 2019 a produção brasileira de aço bruto foi de 2,5 milhões de toneladas, uma redução de 13,4% frente ao apurado no mesmo mês de 2018. O recuo na produção pode ser explicado pela situação da economia internacional que afetou os mercados estratégicos para o Brasil. Este cenário induziu as usinas a adotarem políticas de contenção de gastos e desperdícios, de forma a se mantarem competitivas no mercado atual (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2019).

Nas siderúrgicas, assim como em grande parte das organizações, o Tempo Médio de Permanência (TMP) de veículos é pouco abordado, no entanto, é um dos principais fatores

determinantes de custos nas empresas. Isto pode ser explicado devido ao fato de o aumento não estimado do tempo ocasionar inúmeros impasses dentro dos processos organizacionais (HIRASSAKA, 2018).

Dentro de cada setor das corporações existe um fluxo adequado para que a mercadoria seja entregue de forma correta ao cliente. Quando algum dos processos não é executado de forma assertiva, a distribuição dos pedidos é feita fora do prazo. Uma das vertentes que causam esse tipo de problema é o TMP do veículo para carregamento de mercadorias, que quando é maior que o estipulado, atrasa todo o fluxograma, impactando diretamente na chegada do produto ao cliente final (TORRES, 2011).

Segundo Carvalho (2015), o TMP de veículos é contabilizado desde o momento de entrada de um veículo até a sua saída da empresa. Esse processo possui um período de duração estipulado conforme o desenvolvimento de cada processo que o veículo é submetido, variando entre os segmentos e estruturas das organizações. Utilizado como indicador, possui importância sobre as tomadas de decisões, pois uma vez que expresse um aumento significativo, sinaliza problemas no planejamento e na execução dos processos.

Tendo em vista este cenário, o presente trabalho realizará um estudo de caso em uma siderúrgica do segmento de aços planos, mais precisamente no setor de logística operacional da empresa. A redução do TMP de veículos durante o processo de carregamento de bobinas de aço em caminhões será estudada por meio da análise de Indicadores de Desempenho Chave, ou no inglês Key Performance Indicators (KPI's), inerentes ao processo e da abordagem de ferramentas intrínsecas ao Lean Manufacturing.

1.1 OBJETIVO GERAL

Propor uma metodologia para a redução do tempo médio de permanência de caminhões durante o processo de carregamento de bobinas de aço em uma siderúrgica com base no Lean Manufacturing.

1.1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever o processo de carregamento de caminhões na empresa;
- Elaborar o mapeamento do fluxo de valor;
- Propor Indicadores de Desempenho;
- Validar a metodologia como ferramenta de melhoria nos processos.

1.2 JUSTIFICATIVA

A implantação do sistema Lean Manufacturing é uma alternativa para as empresas que buscam eliminar suas perdas e aumentar a sua capacidade de competir no mercado (WOMACK; JONES; ROOS, 2004). Desde o princípio, a avaliação da implementação do sistema Lean de produção tem sido uma questão de investigação na área de conhecimentos da gestão industrial (MOREIRA, 2008).

Considerando a importância da função de produção para a melhoria da qualidade e da produtividade em setores da indústria, é fundamental a existência de indicadores que permitam a avaliação do seu desempenho e possam servir como parâmetro de mensuração do nível de desempenho das organizações, sendo ainda elementos importantes para a tomada de decisão, podem proporcionar melhorias significativas nas atividades internas aliadas as estratégias e objetivos da empresa (LANTELME, 2001).

A necessidade da busca pela melhoria contínua e a eliminação de atividades que geram desperdícios, levam as indústrias a monitorar o seu desempenho por meio de indicadores intrínsecos aos processos.

O TMP de veículos corresponde a um importante indicador de desempenho. Este mede o tempo total que os veículos permanecem na empresa desde o momento de sua chegada até sua saída, contabilizando os tempos gastos em cada um dos processos necessários para a expedição de produtos acabados até o cliente final. Atrasos gerados durante este fluxo impactam no nível de serviço e geram custos, além de afetar toda a cadeia de produção e distribuição do insumo (HIRASSAKA, 2018).

Dentro desta problemática, este trabalho visa propor uma metodologia, baseada nos princípios do Lean Manufacturing, para reduzir o TMP de veículos durante o processo de carregamento de caminhões com bobinas de aço em uma usina siderúrgica.

A escassa abordagem deste tema nos acervos bibliográficos acadêmicos, aliados a sua relevância no âmbito industrial e uso de práticas e ferramentas da manufatura enxuta, fundamentam a importância deste estudo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, apresenta-se um esboço da concepção teórica que sustentará a proposição e condução deste estudo referente ao tema por meio de citações de autores clássicos e atuais, quanto ao histórico, princípios e ferramentas do Lean Manufacturing, apresentação da temática dos KPI e a definição da metodologia de estudo dos tempos e métodos.

2.1 LEAN MANUFACTURING

Os conceitos por trás da Lean Manufacturing, também conhecido como Manufatura Enxuta, tem origem na década de 50, na *Toyota Motor Company*, em um cenário onde o Japão encontrava-se em um período pós Segunda Guerra Mundial e a indústria automobilística era dominada por grandes empresas norte-americanas, como a *Ford* e a *General Motors* (OHNO, 1997).

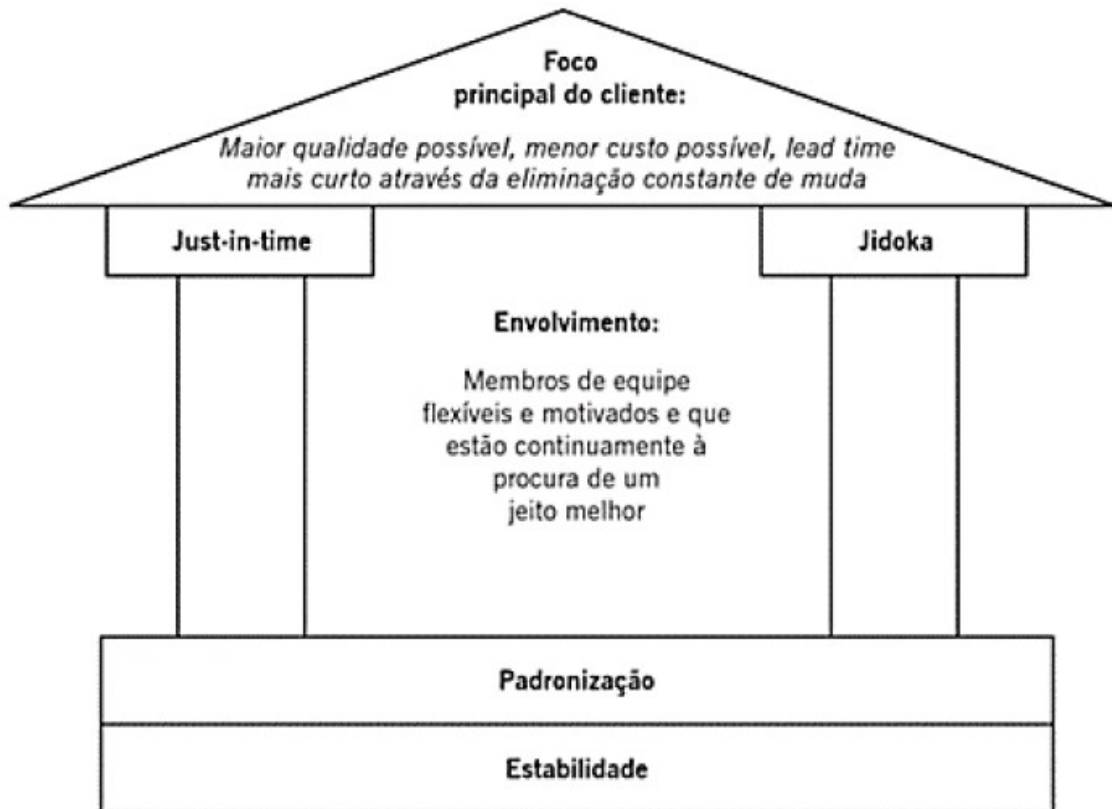
Eiji Toyoda e Taiichi Ohno, responsáveis pelo desenvolvimento do Sistema Toyota de Produção (STP), identificaram a necessidade de eliminar os estoques de peças acabadas que geravam custos aos sistemas de produção em massa (WOMACK; JONES; ROOS, 2004). Desse modo, o STP fundamenta-se na eliminação de desperdícios. Neste contexto, os desperdícios referem-se a qualquer atividade que não agrega valor para o cliente final e emprega recursos (SHINGO, 1996).

Ohno (1997) descreve que o modelo norte-americano de produção em larga escala com reduzidos tipos de automóveis, não era aplicável ao Japão, sendo que este necessitava de produção em menores volumes e com maior variabilidade. Esta necessidade básica e local da economia japonesa levou a Toyota a desenvolver, ao longo de décadas de tentativas e erros, os princípios básicos de seu sistema de produção, que para Shingo (1996) são, a perda por superprodução, *just in time* (JIT) e a separação do trabalho do homem e da máquina.

Quando a Toyota começou a difundir seu incipiente sistema de produção para além do Japão, houve a necessidade de uma fórmula capaz de disseminar, comunicar e treinar fornecedores e operários, de forma rápida, com relação às partes fundamentais de suas melhores práticas (RITZMAN; MALHOTRA; KAJEWSKI, 2009).

Desta forma, o modelo da Casa Toyota foi criado e continua sendo a melhor representação simplificada dos princípios e filosofias do STP.

Figura 1 - A casa do Sistema Toyota de Produção



Fonte: Ohno (1997).

Conforme a Figura 1 apresenta, a estabilidade e padronização representam as bases do STP. A estabilidade na produção ocorre quando se consegue produzir de acordo com o planejado com o menor desperdício possível, sem afetar a segurança e garantindo a qualidade (RITZMAN; MALHOTRA; KAJEWSKI, 2009). Por sua vez, a padronização corresponde a um conjunto de regras e procedimentos que orientam a execução de tarefas, além de constituir um requisito básico para a melhoria do processo produtivo (IMAI, 1994).

Nos pilares encontram-se as ferramentas *jidoka*, que é a automação com objetivo de impedir a fabricação de produtos defeituosos e parar automaticamente o funcionamento do equipamento em caso de anormalidades, permitindo que a situação seja investigada, e o *just in time*, que visa produzir o que é estritamente necessário, na quantidade necessária, e ser entregue no momento certo (OHNO, 1997).

Estes pilares sustentam o telhado, que representa o objetivo do STP: obter elevada qualidade na produção com um baixo custo e um reduzido *lead time*. No centro encontram-se as pessoas e o trabalho em equipe que, orientado para a redução do desperdício, contribui para a melhoria contínua e estabilidade do sistema produtivo (OHNO, 1997).

Deste modo, o Lean Manufacturing é uma filosofia de gerenciamento que otimiza a organização para atender às necessidades do cliente no curto prazo e manter a alta qualidade (RITZMAN; MALHOTRA; KAJEWSKI, 2009). Segundo Liker (2005), o contínuo êxito da Toyota na implantação das ferramentas enxutas origina-se nessa filosofia empresarial sustentada na compreensão das pessoas e motivação. O autor afirma que o sucesso da Toyota se baseia na habilidade de cultivar liderança e equipes, construir relacionamentos com fornecedores, aprender continuamente, estimular o envolvimento de todos os colaboradores e reduzir os desperdícios.

2.2 OS PRINCÍPIOS DO SISTEMA DE PRODUÇÃO ENXUTA

Segundo Womack; Jones; Roos (2004), a Produção Enxuta pode ser resumida em cinco princípios básicos cujo objetivo é tornar as empresas mais flexíveis e capazes de responder efetivamente às necessidades dos clientes, são estes valor, fluxo de valor, fluxo contínuo, produção “puxada” e procura pela perfeição.

2.2.1 VALOR

Womack; Jones; Roos (2004) determinam que o ponto inicial crítico no pensamento Lean é o valor. O valor pode ser determinado apenas pelo cliente final, e só tem significado quando expresso em termos de um produto específico (um produto ou um serviço, e com frequência os dois de uma só vez) que esteja de acordo com a necessidade do cliente a um preço e tempo específicos.

Neste princípio o cliente está sempre em foco, interferindo ativamente, ou não, nas decisões da empresa com relação ao desenvolvimento de um novo produto ou melhoria do produto já existente. Ao mesmo tempo em que sinaliza para a empresa quanto às atividades do processo produtivo que possa não agregar valor aos produtos, necessitando de ajustes, ou maior controle (NEGRÃO, 2016).

2.2.2. FLUXO DE VALOR

Para Womack; Jones; Roos (2004) as atividades que não podem ser medidas, não poderão ser gerenciadas, melhoradas e levadas à perfeição. Desta forma, o primeiro objetivo é criar um mapa de fluxo de valor identificando ações necessárias para desenvolver um produto específico. Os autores ainda definem que ao longo do fluxo de valor, podem-se identificar três tipos básicos de ações: ações que agregam valor; ações que não agregam valor, mas são necessárias para a produção e ações que não agregam valor e não são necessárias, ou seja, desperdícios elimináveis.

Uma vez que as ações da última categoria forem eliminadas é possível trabalhar com as que não agregam valor, mas que ainda são necessárias, bem como com os outros princípios de fluxo, sistemas puxado e perfeição (CANTANHEDE, 2014).

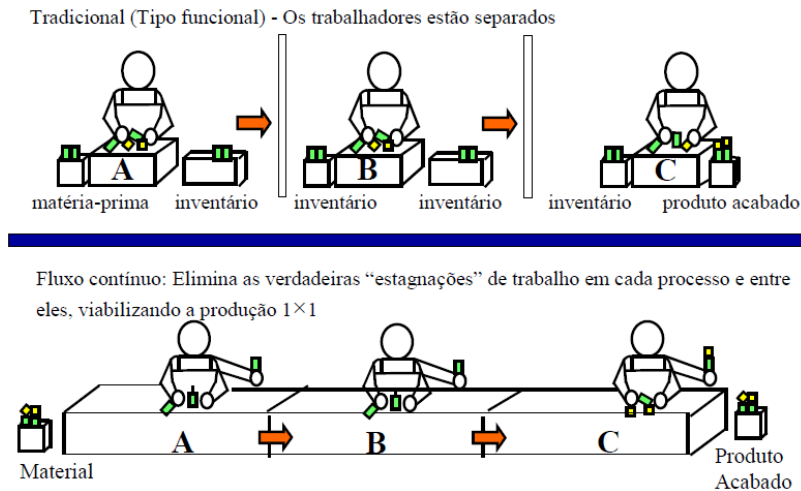
2.2.3 FLUXO CONTÍNUO

Segundo Womack; Jones; Roos (2004) no Lean Manufacturing o conceito de fluxo se refere à forma de alinhar todas as etapas de uma cadeia de valor de um determinado produto, essenciais à realização do trabalho em um fluxo contínuo, sem movimentações inúteis, sem interrupções, sem lotes e sem filas.

De acordo com Rother e Shook (2003), o fluxo contínuo é a resposta à necessidade de redução do *lead time* de produção, uma vez que permite que cada peça percorra seu fluxo de valor sem interrupções, evitando esperas, formação de estoques intermediários e superprodução, reduzindo o número de movimentações.

O que realmente conduz ao fluxo contínuo é a capacidade de implementar um fluxo unitário (um a um) de produção, onde, no limite, os estoques entre processos sejam completamente eliminados, conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2 - Fluxo de Produção Tradicional *versus* Fluxo Unitário Contínuo.



Fonte: Ohno (1997).

Para aplicar o fluxo contínuo, são necessárias três etapas (WOMACK; JONES; ROOS, 2004):

1. Após a definição do valor e identificação de toda a cadeia de valor, é preciso focalizar o objeto real (produto, projeto ou pedido);
2. Eliminar todos os obstáculos ao fluxo contínuo do produto ou da família específica do produto;
3. Eliminar os retro fluxos, sucatas e paralisações de todos os tipos, possibilitando que o projeto, a emissão de pedidos e a fabricação dos produtos, possam prosseguir de forma contínua.

Na produção enxuta o pedido e o produto específico fluem sequencialmente da venda à produção por meio do *takt time*, que sincroniza precisamente a velocidade de produção à velocidade das vendas aos clientes. O cálculo deste tempo é demonstrado na expressão 1.1 (WOMACK; JONES; ROOS, 2004):

$$TKT = \frac{T_D}{D} \quad (1.1)$$

Onde:

TKT: *takt time*;

TD: tempo total disponível para um determinado período de trabalho;

D: demanda do cliente para o mesmo período de trabalho.

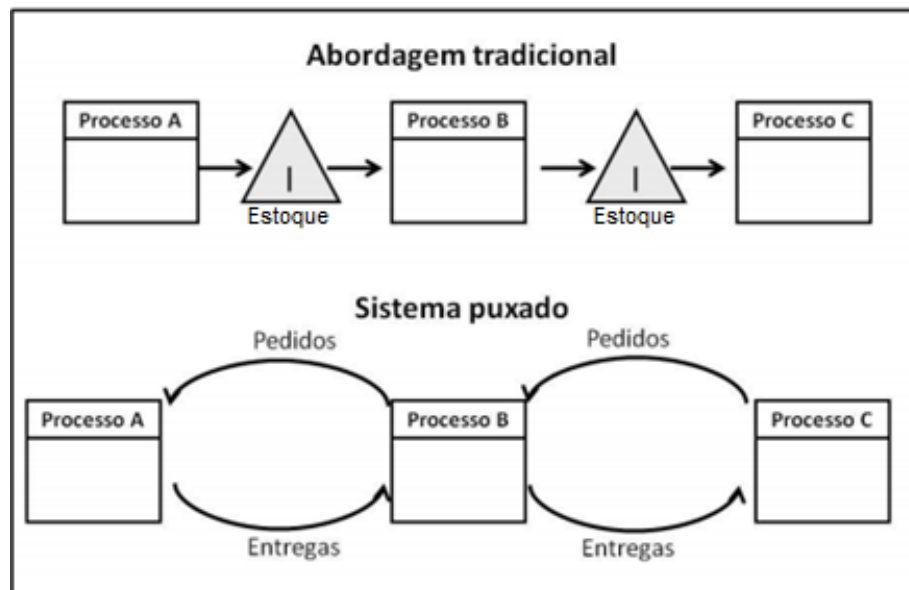
Desta forma, Cantanhede (2014) explica que o *takt time* é usado para sincronizar o ritmo de produção com o ritmo de vendas. Trata-se de um número de referência que proporciona uma noção do ritmo com o qual cada processo precisa produzir.

Levando em consideração a produção puxada pelo cliente, determina que o produto seja produzido pelo fornecedor somente quando houver demanda do cliente (CANTANHEDE, 2014).

2.2.4 PRODUÇÃO “PUXADA”

Segundo Slack et al. (1999), embora a abordagem tradicional e o sistema puxado busquem uma alta eficiência da produção, elas são feitas de maneiras distintas. No sistema tradicional cada processo é protegido de qualquer parada causada por um processo anterior através de estoques amortecedores.

Figura 3 - Sistema Tradicional (produção empurrada) *versus* produção puxada.



Fonte: Adaptado de Slack *et al.* (1999).

Por sua vez, na produção puxada uma etapa do processo inicial não deve produzir um bem ou um serviço ou a combinação de ambos, sem que o cliente (interno ou externo) da etapa posterior do processo, o solicite (WOMACK; JONES; ROOS, 2004).

Para Ohno (1997), deve-se olhar o processo do início para o fim, considerando somente o que as atividades finais do processo necessitam em termos de componentes. Dessa forma, as atividades iniciais do processo só produzam aquilo que as finais demandam.

2.2.5 PROCURA PELA PERFEIÇÃO

Womack; Jones; Roos (2004) afirmam que, no pensamento enxuto, todos os passos de um fluxo de valor podem ser melhorados. De modo que, em todas as etapas da busca pela perfeição, os gerentes precisam aprender a ver, o fluxo de valor, o valor do fluxo de valor e o valor colocado pelo cliente, tornando os objetivos de perfeição claros e atingíveis.

Com isto, pode-se dizer que a busca pela perfeição é um processo contínuo; quanto mais se analisa o fluxo de produção, mais melhorias são possíveis realizar (NEGRÃO, 2016).

2.3 OS OITO DESPÉRDÍCIOS

Na Toyota, a redução dos custos por meio da eliminação das perdas passa por uma análise detalhada da cadeia de valor, isto é, a sequência de processos pela qual passa o material, desde o estágio de matéria-prima até ser transformado em produto acabado. O processo sistemático de identificação e eliminação das perdas passa ainda pela análise das operações, focando na identificação dos componentes do trabalho que não adicionam valor (INVERNIZZI, 2006).

Ohno (1997) afirma que o Sistema Toyota de Produção, ou Manufatura Enxuta, tem como objetivo aumentar a eficiência da produção pela eliminação consistente e completa de desperdícios ao longo de toda a cadeia de produtos, denominados *muda* em japonês. Desta forma, o autor propôs que as perdas presentes no sistema produtivo fossem classificadas em sete grupos, sendo estes:

1. Desperdício por superprodução;
2. Desperdício por transporte;
3. Desperdício por espera;
4. Desperdício por processamento;
5. Desperdício por movimentação;
6. Desperdício por produtos defeituosos;
7. Desperdício por estoque.

Liker (2006) propôs uma nova categoria de desperdício, representado pelo desperdício intelectual, de tempo, ideias, habilidades, melhorias e oportunidades de aprendizagem por não envolver ou ouvir os empregados.

2.3.1 DESPERDÍCIO POR SUPERPRODUÇÃO

O excesso de produção é considerado a maior fonte de desperdícios. Isto está relacionado ao fato de se produzir mais do que o requerido pela demanda dos clientes ou por produzir em um ritmo acima do necessário. Portanto, dentro do STP a produção deve ser sustentada pela filosofia *just in time*, que significa produzir peças ou produtos exatamente na quantidade e momento requeridos (OHNO, 1997).

Invernizzi (2006) define que existem dois tipos de desperdícios por superprodução:

- Desperdício por Superprodução por Quantidade: é o desperdício por produzir além do volume programado ou requerido, sobrando peças e produtos;
- Desperdício por Superprodução por Antecipação: é o desperdício decorrente de uma produção realizada antes do momento necessário, obrigando as peças e produtos a serem estocados aguardando a ocasião de serem consumidos ou processados.

2.3.2 DESPERDÍCIO POR TRANSPORTE

Este elemento é de grande importância na produção devido ao seu envolvimento com as entregas aos clientes, de peças e materiais dos fornecedores e entre os processos envolvidos no chão de fábrica (OHNO, 1997).

De acordo com Shingo (1996) o transporte é uma atividade que não agrega valor e, desta forma, pode ser encarado como um desperdício a ser minimizado. A eliminação ou redução do transporte deve ser encarada como uma das prioridades no esforço de redução de custos, pois, em geral, o transporte ocupa em média 45% do tempo total de fabricação de um produto.

Invernizzi (2006) afirma que as melhorias mais significativas em termos de redução das perdas por transporte são aquelas aplicadas ao processo de transporte, obtidas através de

alterações no *lay out* da empresa, de forma a dispensar ou eliminar as movimentações de material durante o fluxo produtivo.

2.3.3 DESPERDÍCIO POR ESPERA

Segundo Ohno (1997) o desperdício com o tempo de espera origina-se de um intervalo de tempo no qual nenhum processamento, transporte ou inspeção é executado.

Desta forma, existem três tipos de desperdícios por espera (INVERNIZZI, 2006):

- Desperdício por Espera no Processo: ocorre quando um lote inteiro aguarda a disponibilidade de máquina, dispositivo e/ou operador até o término da operação de execução do lote anterior;
- Desperdício por Espera do Lote: corresponde a espera a que cada peça de um lote é submetida até que todas as peças tenham sido processadas para seguir para a próxima etapa ou operação;
- Desperdício por Espera do Operador: tempo ocioso gerado quando o operador é forçado a permanecer junto à máquina, acompanhando e monitorando os processos do início ao fim.

Segundo Shingo (1996) a sincronização do fluxo de trabalho e o balanceamento das linhas de produção podem contribuir para a eliminação deste tipo de desperdício.

2.3.4 DESPERDÍCIO POR PROCESSAMENTO

Shingo (1996) define que a atividade de acrescentar ao processo mais trabalho ou esforço do que o requerido pelas especificações dos clientes também deve ser tratada como desperdício. O valor deve ser criado pelo produtor, e o cliente deve enxergá-lo e querer pagar por ele.

O autor ainda salienta que estas parcelas do processamento poderiam ser eliminadas sem afetar as características e funções básicas dos produtos e serviços.

2.3.5 DESPERDÍCIO POR MOVIMENTAÇÃO

As perdas por movimentação relacionam-se aos movimentos desnecessários realizados pelos operadores na execução de uma operação. Este tipo de perda pode ser eliminado através de melhorias baseadas no estudo de tempos e movimentos (OHNO, 1997).

Para Shingo (1996) as movimentações dentro do setor produtivo devem ser aquelas que são necessárias para o processamento de atividades. Muitas vezes essas movimentações podem ser reduzidas, agrupadas ou até mesmo eliminadas. O ideal para a produção é que as atividades de movimentação sejam realizadas sem comprometimento do ciclo produtivo e do rendimento do operador.

2.3.6 DESPERDÍCIO POR PRODUTOS DEFEITUOSOS

Segundo Invernizzi (2006) este item está entre os piores fatores de desperdício, pois os mesmos podem gerar retrabalho e alto custo de recuperação ou mesmo a perda do material. Além do risco de se perder clientes os produtos devem ser manufaturados de forma correta logo na primeira vez, caso contrário será adicionado tarefas desnecessárias para sua finalização.

Para o autor, produzir produtos defeituosos significa desperdiçar materiais, disponibilidade de mão de obra, disponibilidade de equipamentos, movimentação de materiais defeituosos, armazenagem de materiais defeituosos, inspeção de produtos, entre outros.

2.3.7 DESPERDÍCIO POR ESTOQUE

É a perda sob a forma de estoque de matéria-prima, material em processamento e produto acabado (OHNO, 1997).

A redução dos desperdícios de estoque deve ser feita através da eliminação das causas geradoras da necessidade de manter estoques. Eliminando-se todos os outros desperdícios, reduzem-se, por consequência, os desperdícios de estoque. Isto pode ser feito reduzindo-se os tempos de preparação de máquinas e o *lead time* de produção, sincronizando-se os fluxos de trabalho, reduzindo-se as flutuações de demanda, tornando as máquinas confiáveis e garantindo a qualidade dos processos (SHINGEO, 1996).

2.3.8 DESPERDÍCIO INTELECTUAL

Para Liker (2006) este desperdício corresponde à limitação de autoridade ou responsabilidade para os funcionários em relação a tarefas básicas, centralizando o controle e gerenciamento, utilizando ferramentas de negócio inadequadas e não aproveitando o máximo potencial do empregado.

2.4 AS FERRAMENTAS DO LEAN MANUFACTURING

Como já citado anteriormente, o Lean Manufacturing consiste na implantação de um conjunto de técnicas e ferramentas que visam à redução de desperdícios ao longo da linha produtiva. No presente estudo foram aplicadas algumas dessas ferramentas e técnicas que serão descritas respectivamente, como, *Just in Time*, *Jidoka*, *5S*, *Kaizen*, *Kanban*, *Poka Yoke* e Mapeamento do Fluxo de Valor.

2.4.1 JUST IN TIME

Segundo Ohno (1997) o conceito *just in time* surgiu da ideia de Kiichiro Toyoda de que, numa indústria como a automobilística, o ideal seria ter todas as peças ao lado das linhas de montagem no momento exato de sua utilização.

Liker (2006) define o Sistema JIT como uma filosofia que busca atender ao máximo o consumidor enquanto melhora a qualidade e a produtividade. O autor ainda destaca que o JIT pode ser também definido como: manufatura de classe mundial, manufatura de valor agregado, ou manufatura de melhorias contínuas.

O *JIT* é mais que um sistema de redução de estoque, de tempo de preparação e de modernização da fábrica. É fazer a fábrica operar para a empresa, assim como o corpo humano opera para o indivíduo. O sistema nervoso autônomo responde quando surge um problema no corpo. O mesmo ocorre numa fábrica: deve haver um sistema que responde automaticamente quando problemas ocorrem (OHNO, 1997).

Desta forma, Ohno (1997) explica que o princípio do JIT é garantir que cada processo seja suprido com os itens certos, no momento certo, na quantidade certa e no local certo, objetivando identificar, localizar e eliminar as perdas, de forma a garantir um fluxo contínuo de produção.

2.4.2 JIDOKA

Em 1926, quando a família Toyoda ainda concentrava seus negócios na área têxtil, Sakichi Toyoda inventou um tear capaz de parar automaticamente quando a quantidade programada de tecido fosse alcançada ou quando os fios longitudinais ou transversais da malha fossem rompidos. Desta forma, ele conseguiu dispensar a atenção constante do operador durante o processamento, viabilizando a supervisão simultânea de diversos teares (AZAMBUJA, 2011).

A invenção de Sakichi Toyoda, aplicada às máquinas da *Toyota Motor Company*, deu origem ao conceito de *jidoka* ou automação, como também é conhecido.

Shingeo (1996) salienta que apesar de *jidoka* estar frequentemente associado à automação, ele não é um conceito restrito às máquinas. No STP, ele é ampliado para a aplicação em linhas de produção manuais. Neste caso, o *jidoka* consiste em facultar ao operador ou à máquina a autonomia de parar o processamento sempre que for detectada qualquer anomalia.

O autor ainda explica que a ideia central é impedir a geração e propagação de defeitos e eliminar qualquer anormalidade no processamento e fluxo de produção. Quando a máquina interrompe o processamento ou o operador para a linha de produção, imediatamente o problema torna-se visível ao próprio operador.

2.4.3 5S

A metodologia 5S surgiu no Japão em 1960, e é uma das ferramentas mais utilizadas para incutir a melhoria contínua de forma sequencial e gradual nas empresas (OHNO, 1997).

Segundo Cunha (2012) o 5S proporciona uma organização de trabalho que visa o desenvolvimento de um ambiente limpo, organizado, com fluxos claramente identificados, com os materiais e as informações prontamente disponíveis e com os procedimentos operacionais normalizados. O desenvolvimento destes novos hábitos e regras de trabalho reduzem significativamente as avarias e perdas de tempo em atividades usuais.

A autora também demonstra que o objetivo principal da implantação da metodologia 5S é o aperfeiçoamento do comportamento das pessoas, envolvendo uma mudança de hábitos e atitudes, visando à melhora da qualidade do ambiente de trabalho e a eliminação de desperdícios.

A implementação do 5S baseia-se em cinco palavras de origem japonesa começadas pela letra S, sendo que cada palavra define um passo para a implementação da metodologia.

Para implantar o 5S seguem-se a tarefa de eliminar (*SEIRI*) tudo que é desnecessário no posto de trabalho, organizar (*SEITON*) materiais indispensáveis, limpar (*SEISO*) a área de trabalho, normalizar (*SEIKETSU*) e manter (*SHITSUKE*) o local limpo e organizado (JORGE, 2016). As tarefas serão descritas detalhadamente abaixo (CUNHA, 2012):

- *SEIRI* – Senso de Utilização: consiste na identificação dos objetos e limpeza da área em que se pretende aplicar o 5S, separando os objetos que não tenham uma utilização regular. Este procedimento visa reduzir a necessidade e gastos com armazenagem e estoque, evitar a compra de materiais em duplicidade e aumentar a produtividade das máquinas e pessoas envolvidas nos processos.
- *SEITON* – Senso de Ordenação: corresponde a identificação e organização dos objetos na área de atuação. Todos os objetos devem ser classificados e etiquetados como pertencendo a esta área. Isto faz com que o operador tenha rápido e visível acesso à ferramenta, recursos e materiais pretendidos. Esta fase pretende estabelecer um acesso fácil e uniformizado aos objetos com vista a diminuir desperdícios associados a movimentos, transportes e espera na área de trabalho, facilitar ações de abastecimento e maior facilidade de controlo do trabalho.
- *SEISO* – Senso de Limpeza: diz respeito à identificação das fontes de sujeira e à limpeza do ambiente de trabalho. Este deve ser limpo pelo operador que, deve ter noção da importância de manter limpo o seu local de trabalho tanto para o próximo operador utilizar, quer seja para benefício próprio. Para tal, os equipamentos de limpeza devem estar próximos ao posto de trabalho, onde devem existir regras de limpeza e a frequência da mesma. Como vantagens deste comportamento estão estabelecer uma cultura de zelo pelo posto de trabalho, mantendo os equipamentos e ferramentas em boas condições e melhorar a qualidade do ambiente de trabalho e companheirismo.
- *SEIKETSU* – Senso de Normalização: diz respeito à normalização e padronização dos 3S anteriores. Se as atividades estabelecidas não se tornarem regra, os postos de trabalho voltarão às velhas condições. Nesse sentido, devem ser realizadas auditorias com expectativas qualitativas e quantitativas das áreas de responsabilidade e devem envolver todos os operários com vista a fomentar a responsabilidade dos envolvidos. Esta fase é considerada como um ponto -

chave para o sucesso do 5S por ter o objetivo de assegurar a metodologia no futuro.

- SHITSUKE – Senso de Compromisso: esta última fase é mais complicada, pois consiste em focar todos os intervenientes do espaço de trabalho, desde os operários da produção até à gestão, em criar responsabilidade na manutenção dos 5S. Este é o senso que dita o sucesso ou não do 5S, o mesmo necessita de elevado senso de compreensão, responsabilidade e acima de tudo autodisciplina já que cada indivíduo terá de desenvolver o seu próprio senso de ordenação e assumir o compromisso com a metodologia.

2.4.4 KAIZEN

O termo *kaizen* provem de duas palavras japonesas “*kai*”, que significa mudança, e “*zen*”, que significa bom, desta forma, *kaizen* pode ser definido como melhoria contínua (INVERNIZZI, 2006).

A ferramenta *kaizen* foi criada no Japão pelo engenheiro Taichi Ohno, com a finalidade de reduzir os desperdícios gerados nos processos produtivos, à procura da melhoria contínua, da qualidade dos produtos e do aumento da produtividade (OHNO, 1997).

Para Ghinato (1996) este conceito utiliza questões estratégicas com base no tempo, nos quais os pontos chave para a produção ou processos produtivos são: a qualidade (como melhorá-la), os custos (como reduzi-los e controlá-los) e a entrega pontual (como garanti-la). O fracasso de um destes três pontos significa perda de competitividade e sustentabilidade nos atuais mercados globais (GHINATO, 1996).

O autor ainda apresenta que a filosofia *kaizen* significa a busca da melhoria contínua em todos os aspectos. De forma geral, mudanças feitas nos processos que objetivam melhorar continuamente o sistema e a rotina das empresas, são intituladas *kaizen*. Neste sistema de gestão visa-se eliminar as causas fundamentais que ocasionam os resultados indesejáveis e, a partir da introdução de novas ideias e conceitos, estabelecer novos níveis de controle.

Figura 4 - O guarda chuvas do Kaizen.



Fonte: Imai (1994).

Segundo Imai (1994), o *kaizen* é um guarda-chuva que abrange todas as técnicas de melhoria, unindo-as de maneira harmoniosa para tirar o máximo proveito do que cada uma oferece. Conservando também as relações operacionais entre a administração e a mão de obra da empresa.

2.4.5 KANBAN

A palavra *kanban* vem do japonês e significa registro ou cartão visual. Esta é uma técnica criada pelo STP com o objetivo de controlar os níveis de estoques, produção e fornecimento de componentes, cooperando com o conceito JIT (OHNO, 1997).

Por intermédio desse sistema, a produção de um recurso é disparada segundo a necessidade de peças do recurso que o procede. Dessa forma, partindo-se das necessidades da demanda final, todo o processo produtivo é "puxado" até que se alcancem as necessidades de produção do primeiro recurso fabril. Para viabilizar esse tipo de sistema, cartões tipo *kanban* são utilizados, os quais determinam um lote de peças para cada item do mix de produção da fábrica (LIKER, 2006).

O STP utiliza dois modelos de *kanban*: de produção e movimentação. O *kanban* de produção sinaliza para um processo produtivo a necessidade de começar a produzir um item para ser armazenado no estoque. Geralmente este *kanban* contém informações como quantidade, número do item, lote e destino final. Por sua vez, o *kanban* de movimentação, mostra a etapa anterior que o material foi retirado e se há a necessidade de reposição (SHINGO, 1996).

Nazareno (2007) afirma que para garantir o sucesso da implantação do sistema *kanban* é necessário considerar alguns fatores como gestão, compromisso da alta administração, participação de fornecedores, melhorias e controle da qualidade. Para o autor o *kanban* limita a quantidade de estoque em processo por meio de um determinado número de cartões. A produção ou retirada de peças só ocorre se houver os cartões correspondentes e na quantidade fixada.

2.4.6 POKAYOKE

Um dos componentes do pilar *jidoka* é o dispositivo *pokayoke*. Este é um mecanismo de detecção de anomalias que, colocado em uma operação, impede a execução errada de uma atividade. O *pokayoke* é uma maneira de impedir as principais interferências na execução da operação. Em geral, são dispositivos simples e de baixo custo utilizados na linha de produção, durante o processo de fabricação (SHINGO, 1996).

Na *Toyota*, os dispositivos *pokayoke* são utilizados na detecção da causa raiz dos defeitos, ou seja, os erros na execução da operação. Para tanto, são aplicados com frequência na inspeção da fonte causadora da anomalia. A utilização destes dispositivos está associada à inspeção sucessiva ou auto inspeções, neste caso, somente se justifica em situações de inviabilidade técnica ou econômica para a aplicação na fonte.

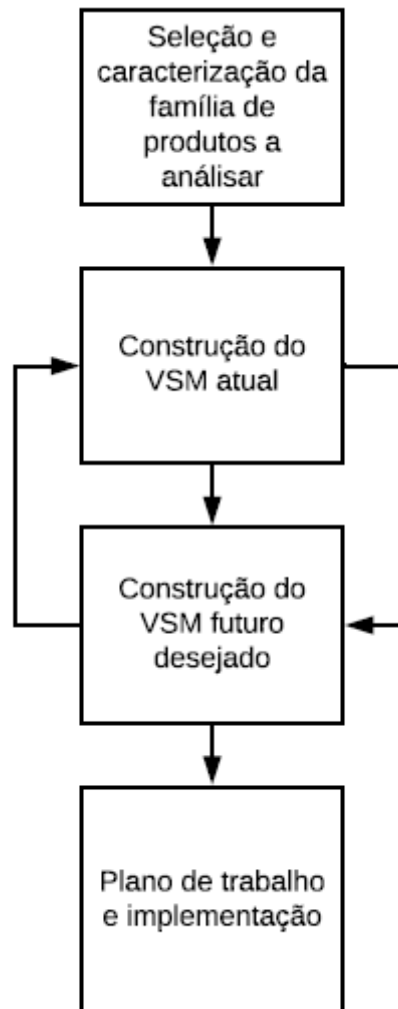
2.4.7 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR

Segundo Rother e Shook (2003) o mapeamento do fluxo de valor, em inglês Value Stream Mapping (VSM) é uma ferramenta de diagnóstico que propõe o desenho de um diagrama representativo de todas as atividades envolvidas no fluxo de material e informação necessários para a produção de um artigo ou prestação de um serviço, ao longo de toda a sua cadeia de valor.

O principal objetivo do desenho deste diagrama é conseguir uma visão global da cadeia de valor do produto, identificando as atividades que agregam valor, as fontes de perdas

associadas a cada atividade, e a partir disto ser capaz de desenvolver ações de melhoria. Esta ferramenta consiste em quatro etapas fundamentais que estão expressas na Figura 5.

Figura 5 - Etapas do VSM.



Fonte: Adaptado de Rother e Shook (2003).

A primeira etapa da aplicação do VSM é identificar uma família de produtos a partir do consumidor no fluxo de valor, baseado em produtos que passam por etapas semelhantes de processamento e utilizam equipamentos comuns na transformação (ROTHER; SHOOK, 2003).

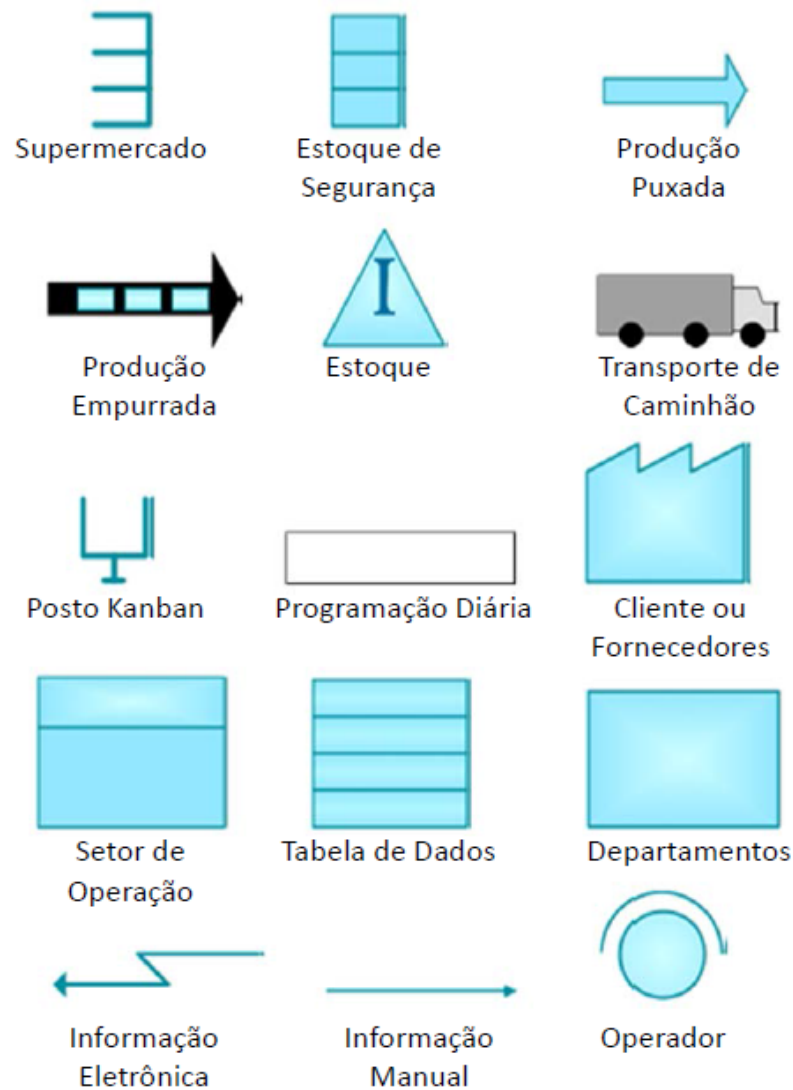
O primeiro diagrama VSM é desenhado com base na coleta de informações no chão de fábrica e em todos os elos da cadeia de valor, bem como em informações obtidas pelos sistemas informáticos da empresa (ROTHER; SHOOK, 2003).

O segundo VSM é desenhado com base nas ações de melhorias definidas depois da análise do VSM atual e identificadas às atividades que não agregam valor e os vários tipos de desperdícios e perdas (ROTHER; SHOOK, 2003).

Sendo que a elaboração do estado atual e futuro são esforços sobrepostos, isto é, as ideias sobre o estado futuro virão à tona enquanto você estiver concebendo o estado atual. Do mesmo modo, desenhar o estado futuro possibilitará alguns insights e informações importantes sobre o estado atual até então não percebido. O passo final é preparar e começar ativamente usando um plano de implantação que descreve como se planeja a transição do estado atual para o estado futuro (ROTHER; SHOOK, 2003).

Segundo Cunha (2012) com a simbologia utilizada é garantindo a homogeneidade dos mapas fornecendo uma linguagem comum para todas as pessoas da organização, respeitantes às diferentes hierarquias com o objetivo de identificar problemas e desperdícios existentes definindo estratégias para eliminá-los, contribuindo para o progresso da linha produtiva de forma sustentada. Na Figura 6 estão representados alguns dos símbolos utilizados no VSM, juntamente com seus significados correspondentes.

Figura 6 - Simbologia do VSM.



Fonte: Cunha (2012).

Conforme Liker (2006) realizar o mapeamento do fluxo de valor permite expor o fluxo visual completo de informação e do material de forma a possibilitar o suporte em tomadas de decisão e o desenvolvimento de indicadores de desempenho, colocando em evidência todos os desperdícios, de forma a representar a ligação entre a informação e o fluxo de matérias, contribuindo e servindo como base para a melhoria contínua.

2.5 INDICADORES DE DESEMPENHO

A utilização de indicadores nas organizações permite estabelecer padrões, assim como acompanhar sua evolução com o passar do tempo. Desta forma, seu uso comporta-se como

elemento crucial na tomada de decisão, podendo proporcionar melhorias significativas nas atividades internas, alinhando as estratégias e objetivos da empresa (MENDES, 2013).

Podem ser entendidos como KPI's, o número de devoluções e reclamações de clientes, o tempo de produção, o tempo esperado para entrega, o lucro por colaborador, o custo de contratação, entre outros (BARBOSA, 2008).

Segundo Lobato *et al.* (2009) os KPI'S, auxiliam os gestores a acompanhar a evolução das operações, evitando assim o acúmulo e a utilização de informações irrelevantes. Esta ferramenta permite as organizações medir as atividades cujo efeito é significativo no desempenho futuro, de forma a manter o foco direcionado às metas.

Os KPI's são usados para medir objetivos estratégicos, ou seja, monitorar onde uma organização está agora em relação à onde deseja estar no futuro. Os KPI's também podem ser usados para medir objetivos operacionais, ou seja, monitorar a operação interna diariamente. Essas duas atividades não são as mesmas, exigindo tipos diferentes de KPI's.

Os KPI's operacionais, conhecidos como Operational Performance Indicators (OPI's), procuram se aproximar cada vez mais das medições em tempo real, para que seja possível avaliar o que realmente está acontecendo na empresa a cada hora, diariamente, semanalmente e mensalmente. Eles oferecem informações importantes sobre onde os sistemas, processos ou pessoas estão ficando para trás ou se desviando do curso, permitindo a tomada de ações corretivas (BARBOSA, 2008).

Este controle do desempenho em tempo real não é necessário para medições estratégicas. Por sua vez, os KPI's estratégicos têm mais a ver com o acompanhamento do progresso ou as tendências em direção a um destino determinado. Desta forma, é importante o monitoramento dos KPI's ao longo do tempo para que se possa obter uma imagem precisa do progresso obtido (BARBOSA, 2008).

Lobato *et al.* (2009) afirmam que outra função importante dos KPI's é facilitar a transmissão da visão e da missão de uma empresa a todos os funcionários, implicando em uma cultura organizacional de melhoria de desempenho.

2.6 ESTUDO DE TEMPOS E MÉTODOS

Segundo Contador (2010) a produtividade está ligada ao lucro que a empresa irá conseguir da sua operação. Desta forma, o surgimento de técnicas e métodos associados à melhoria da produtividade de uma organização é de suma importância, pois tanto podem ser

utilizadas para detectar problemas, como para a verificação do acerto de decisões tomadas no passado perante as mudanças no processo produtivo da organização.

Moreira (2008) observa que as técnicas e métodos associados à melhoria da produtividade, podem e devem funcionar como um termômetro, tanto para auxiliar no diagnóstico de uma situação atual, como para acompanhar os efeitos de mudanças nas práticas gerenciais e na rotina de trabalho.

O estudo de tempos e métodos tem como definição uma análise metodológica de sistemas de trabalho com a finalidade de projetar o melhor método para o ambiente de trabalho, visando à redução de custo, padronização dos métodos de trabalho e determinação do tempo gasto por uma pessoa qualificada e devidamente treinada, trabalhando em um ritmo normal, para executar um determinado processo produtivo e orientar o treinamento do montador no método preferido (BARNES, 1977).

Nesse sentido, a implantação do estudo de tempos e métodos se torna imprescindível dentro de uma organização, uma vez que suas técnicas propõem uma melhoria do trabalho, tornando-a competitiva e diferenciada no mercado atual (CONTADOR, 2010).

2.6.1 ESTUDO DE TEMPOS

O estudo dos tempos, ou medição do trabalho, evidencia a eficiência da aplicação de recursos disponíveis no alcance dos objetivos de desempenho no trabalho. Podendo, desta forma, ser visto como um instrumento para auxiliar na detecção de problemas e no acompanhamento e aperfeiçoamento do desempenho dos trabalhadores no sistema produtivo (BARNES, 1977).

Contador (2010) define o estudo de tempos como um procedimento para a melhoria da produtividade ao estabelecer padrões de tempo e classificar os movimentos utilizados para executar uma operação. O autor complementa que este estudo elimina qualquer elemento desnecessário e determina o método mais eficiente para executar uma determinada série de tarefas.

Segundo Tardin *et al.* (2013) o estudo de tempos trata-se da aplicação de técnicas estabelecidas para determinar o tempo necessário em que um trabalhador qualificado realiza uma tarefa em um nível definido de desempenho. Este tempo é denominado tempo padrão de operação.

Contador (2010) define o tempo padrão como a quantidade de tempo necessário para a execução de uma tarefa específica por um operário, incluindo o tempo requerido com margens para acontecimentos, necessidades pessoais, repousos e atrasos imprevisíveis.

Desta forma, através do tempo padrão, deve-se padronizar o método e estabelecer o tempo para cada tarefa, fazendo com que o trabalhador opere em um ritmo considerado normal, com isso, servirá como referência para a determinação da capacidade produtiva de determinada área e a elaboração de programas de produção (BARNES, 1977).

Tardin *et al.* (2013) afirma que existem duas técnicas de observação direta do trabalho para a determinação do tempo padrão, a cronoanálise (cronometragem) e a amostragem do trabalho.

A utilização da cronoanálise pode determinar o método mais eficiente e rápido para execução de uma operação, sendo possível identificar falhas e reduzir o custo operacional. Como resultado da cronoanálise busca-se o tempo padrão que determina um tempo de produção onde o analista determina os parâmetros relativos à produtividade (TARDIN *et al.*, 2013).

Por sua vez, a amostragem do trabalho trata-se um método que consiste em fazer observações em um período maior do que na cronoanálise, porém alcançando os mesmos resultados. Este método também permite a estimação da porcentagem, seja do trabalhador ou da máquina, em cada atividade. Outro ponto a considerar é que a utilidade principal da amostragem do trabalho é a observação geral de um grande número de tarefas e operadores (TARDIN *et al.*, 2013).

2.6.2 ESTUDO DE MÉTODOS

Para a implantação de métodos melhores e mais fáceis de executar uma tarefa, é preciso que sejam estudados todos os detalhes relativos ao trabalho, em busca de informações particulares com uma análise de cada um dos passos sobre determinada operação no processo (MOREIRA, 2008).

Nesta perspectiva, Contador (2010) afirma que a engenharia de métodos estuda e analisa o trabalho de forma sistemática, objetivando desenvolver métodos práticos e eficientes na busca pela padronização do processo. Desta forma, a mesma tem como intuito a garantia de que a utilização dos recursos seja feita do modo mais efetivo possível.

Para Cunha (2012) através da padronização do trabalho, dentro de toda a organização, os produtos são produzidos com qualidade e semelhanças, devido aos procedimentos de produção serem análogos.

A autora também afirma que a metodologia de base para executar um estudo de métodos assenta na realização de quatro atividades que serão cumpridas com rigor, para que o resultado final seja fiável. São estas atividades, a observação, levantamento e registro de dados e informações, análise crítica e proposta de novos métodos ou oportunidades de melhoria.

O primeiro passo consiste na observação do processo produtivo. Este pode ser feito através de entrevistas, experimentação ou visualização. Neste ponto, ferramentas como máquinas de filmar e cronómetros são de vital importância, já que enquanto uns permitem a observação detalhada outros associam na hora uma referência temporal à ação (CUNHA, 2012).

As informações recolhidas durante a fase de observação deveram ser organizada e devidamente tratadas, para tal é preciso identificar o objeto da análise de forma a identificar como é que a informação deverá ser organizada. Consoante se pretende analisar o processo, para isto pode-se utilizar gráficos de processo, fluxogramas ou diagramas de deslocamento (CUNHA, 2012).

A análise crítica deve incidir nos pontos chave através da análise da informação compilada. Normalmente os pontos de melhoria provem da alteração da sequência, da introdução de ferramentas que diminuam tempos de execução, eliminação de tarefas desnecessárias e no aumento de funções por parte dos operadores (CUNHA, 2012).

3 METODOLOGIA

Segundo Silva e Menezes (2005), pesquisar significa buscar respostas para indagações propostas. No presente estudo a pesquisa é de natureza aplicada, uma vez que segundo Silva e Menezes (2005, p. 20), “[...] pesquisa é um conjunto de ações, propostas para encontrar a solução para um problema, que têm por base procedimentos racionais e sistemáticos”.

Neste trabalho a pesquisa é caracterizada como estudo de caso, que utiliza métodos como, descrição de processos, aplicação e validação de metodologia afim de explorar, descrever e explicar certo fenômeno em determinado contexto ou área de aplicação (YIN, 2005).

Quanto à forma de abordagem do problema, a pesquisa é classificada como mista, misturando técnicas de pesquisa qualitativa com quantitativa.

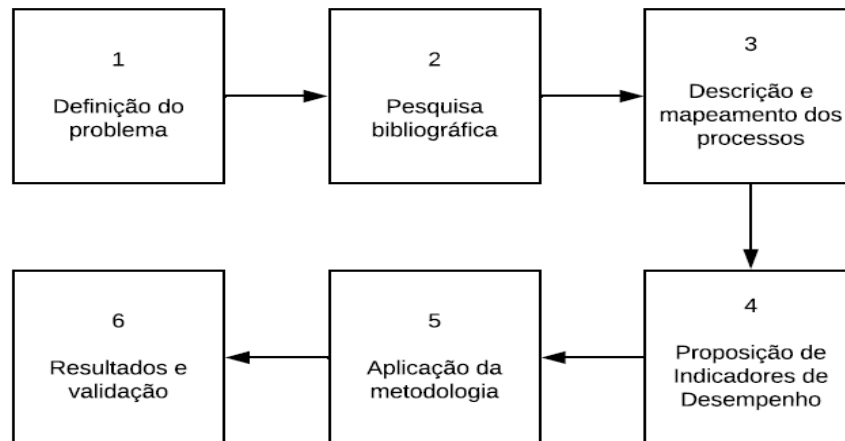
Os métodos qualitativos buscam explicar o porquê das coisas, exprimindo o que convém ser feito, mas não quantificam os valores e as trocas simbólicas nem se submetem à prova de fatos, pois os dados analisados são não métricos e se valem de diferentes abordagens (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Por sua vez, os métodos quantitativos consideram que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números as informações levantadas a fim de classificá-las e analisá-las. Esta abordagem requer o uso de recursos e de técnicas estatísticas (porcentagem, média, moda, mediana, desvio padrão, coeficiente de correlação, análise de regressão, etc.) (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Ao explicar os aspectos que diferenciam a pesquisa qualitativa da quantitativa, Denzin e Lincoln (2006) destacam que o pesquisador qualitativo acredita que tem melhor condição de se aproximar da perspectiva do ator por meio da entrevista e da observação direta. Já os pesquisadores quantitativos preferem o uso de questionários e ferramentas estatísticas para a validação do estudo.

A sequência metodológica do presente estudo está estruturada pelo fluxograma apresentado na Figura 7.

Figura 7 - Sequência metodológica do estudo.



Fonte: Autora (2019).

Inicialmente, verificou-se junto à empresa a problemática relacionada ao elevado TMP de veículos na usina durante o processo de carregamento de caminhões com bobinas de aço acabadas. A incidência de atrasos, a dificuldade na gestão de janelas de carregamento e o custo intrínseco ao processo motivaram a realização do estudo.

Na segunda etapa foi realizada uma pesquisa bibliográfica de autores que desenvolveram trabalhos acerca da temática proposta, a fim de se obter o embasamento teórico necessário para desenvolver e aplicar a metodologia sugerida no estudo.

A seguir foi feita a descrição de todos os processos inerentes a operação de carregamento de caminhões na empresa, detalhando os procedimentos e maquinários empregados. Após, foi realizado o mapeamento de fluxo de valor atual do processo.

Na quarta etapa do estudo foi feita a proposição de KPI's e OPI's, os mesmos foram monitorados durante um período de quatro meses a fim de obterem-se dados diários para um controle mais acurado do processo.

Em seguida foi proposta uma metodologia baseada nos princípios do Lean Manufacturing, a mesma serviu como parâmetro para a construção do mapa de fluxo de valor futuro do processo.

Na última etapa foram apresentados e discutidos os resultados obtidos, juntamente foi analisada a viabilidade da metodologia para sua posterior validação.

4 ESTUDO DE CASO

Este capítulo aborda a caracterização do problema, apresentando a empresa e as operações desenvolvidas no local onde foi realizado o presente estudo, assim como, a metodologia proposta para o levantamento de dados e a elaboração de análises pertinentes ao tema.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

O estudo de caso abordado neste trabalho trata da aplicação do Lean Manufacturing como metodologia para a redução do tempo médio de permanência em uma usina durante o processo de carregamento de caminhões com produtos acabados.

A empresa onde este estudo foi realizado é considerada umas das maiores produtoras de aço do mundo. Com sede em mais de 60 países, a siderúrgica atua no segmento de produção de aços longos, aços planos, bobinas e laminados para o mais diversos setores das indústrias de transformação, como automobilística, eletrodomésticos, tubos e conexões e construção civil.

No Brasil, uma de suas sedes está localizada na região sul do país.

Inaugurada em 2004, a sede é responsável pela produção exclusiva de aços planos especiais para o setor automotivo e tem posição consolidada como fornecedor de diversos outros setores como os de construção civil, naval, eletrodomésticos e infraestrutura. A unidade tem capacidade de produção total de 1,6 milhão de toneladas/ano de bobinas decapadas, laminadas a frio e revestidas por imersão a quente.

Este estudo de caso foi realizado no setor de logística operacional da empresa. A área é responsável por uma diversa gama de operações que compreendem o abastecimento da usina e expedição de produtos acabados.

O processo de abastecimento diz respeito ao recebimento de bobinas de aço laminadas a quente, ilustradas na Figura 8, que corresponde à matéria prima para a produção na empresa. Este material chega ao terminal portuário da cidade por meio da navegação de cabotagem, e é transportado via modal rodoviário até a usina, onde será processado.

Figura 8 - Bobina de aço laminada a quente.



Fonte: Instituto Aço Brasil (2019).

Por sua vez, a expedição corresponde à programação dos carregamentos e transporte, via modal rodoviário, do produto processado e acabado, representado pela Figura 9, até o cliente final. Esta operação será o foco do presente estudo.

Figura 9 - Bobina acabada.



Fonte: Instituto Aço Brasil (2019).

Durante o intervalo de tempo em que o veículo permanece na empresa, desde a sua chegada até a liberação para dar seguimento a viagem até o destino final, são realizados procedimentos de pesagem, carregamento de bobinas, conferência da carga, amarração e enlonamento do produto para o transporte. O TMP de veículos na empresa corresponde ao

tempo médio necessário para a execução de todas as operações exigidas para o carregamento de veículos e expedição de produtos acabados.

Utilizado como indicador de desempenho, o TMP de veículos possui grande importância na tomada de decisões em uma empresa, pois uma vez que expresse um aumento significativo, sinaliza problemas no planejamento e na execução de processos (HIRASSAKA, 2018).

Permanecer com um indicador de TMP elevado, não expõe somente as falhas na programação e planejamento, como também gera atrasos na expedição de mercadorias para o cliente final, desavenças entre funcionários da empresa e os caminhoneiros, aumento no custo dos fretes a serem contratados e afasta possíveis parceiros (HIRASSAKA, 2018).

A descrição do processo de carregamento de caminhões na usina, assim como a construção do VSM atual serão apresentados nas próximas seções.

4.2 PROCESSO DE CARREGAMENTO DE CAMINHÕES

Nas seções a seguir serão descritas as etapas referentes ao processo de carregamento de caminhões na empresa.

4.2.1 PLANEJAMENTO E PROGRAMAÇÃO

É no setor de Planejamento e Controle da Produção (PCP) que tem início o processo de carregamento de caminhões na usina. O PCP trata do gerenciamento das atividades de produção. É por meio dele que todos os recursos operacionais serão definidos. O PCP envolve funções de planejamento (o que será produzido e com que recursos), programação (definição de recursos e sequência entre os fluxos) e controle (monitoramento e correção de desvios).

Todos os dados referentes ao planejamento da operação são transmitidos para o SAP® (*Systems Analysis and Program Development*), software integrado de gestão que abrange todas as áreas da empresa e o gerenciamento das suas relações com os colaboradores: clientes, fornecedores e empregados, e para o GPAO (Gestão de Produção Assistida por Computador), software empregado na usina para o controle da produção. Estes sistemas permitem a integração de dados e a interface com os setores da usina, de forma a garantir acesso unificado às informações em tempo real.

A área de logística é responsável por atualizar diariamente o relatório de material liberado, tanto para faturamento como para transferência entre centros. Este relatório é utilizado

para suportar o processo de programação de cargas, de forma a abranger informações referentes ao volume liberado para expedição, programado, aguardando programação, bem como informações sobre o tempo de liberação das remessas.

Antes de ter início o processo de programação de carga deverá ser analisado o relatório de material liberado, de forma a verificar o volume disponível para a programação. Além disto, para melhor utilização dos recursos de transporte e disponibilidade de baias de carregamento, deve-se observar, o número de veículos ofertados pelas transportadoras e a localização das bobinas nos pátios de expedição.

A programação de carga é realizada por meio do portal do transportador. Neste ambiente, o programador verifica a capacidade de oferta de veículos das transportadoras e otimiza o carregamento de forma a garantir a máxima utilização permitida, evitando a incidência de frete morto, situação em que o peso total programado é menor que a capacidade mínima do veículo contratado.

Também faz parte do escopo de atividades do programador verificar a posição de recebimento da bobina pelo cliente final, no eixo horizontal ou vertical, e realizar o rastreamento (*tracking*) da carga durante o percurso até o cliente final.

4.2.2 CHECK LIST E PESAGEM

Após efetuado o agendamento para carregamento, os veículos que chegam à planta da usina devem, primeiramente, se apresentar à empresa terceirizada que opera como gerenciadora de risco para realizar todos os trâmites necessários para dar início ao processo de carregamento. Os principais procedimentos dizem respeito ao recebimento e liberação da ordem de embarque e o preenchimento de um check list, neste constam perguntas referentes ao uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI's) pelo motorista, condição do veículo e regras de condução e segurança dentro da indústria.

O processo de pesagem tem início com a verificação da ordem de embarque, entregue pelo motorista ao responsável pela balança. São registrados no sistema a tara do veículo (peso do veículo vazio), o peso programado após o carregamento, a diferença entre os pesos carregado e vazio e o número da nota fiscal de faturamento.

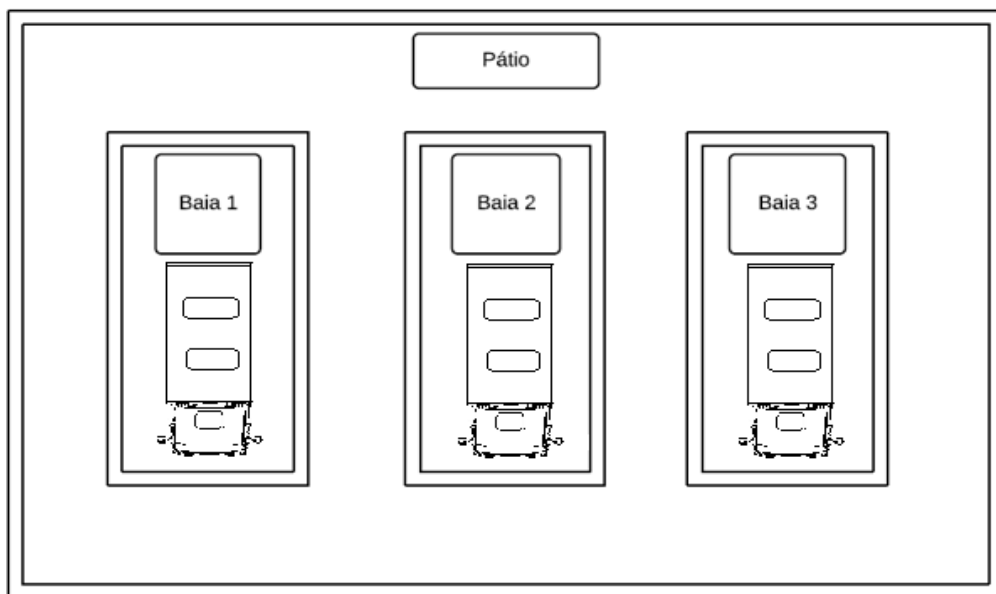
Ao fim desta etapa, o painel de controle do programador muda o status do veículo de “agendado” para “em carregamento”.

4.2.3 CARREGAMENTO DOS CAMINHÕES

Ao adentrar as instalações da usina, o veículo deve se dirigir ao pátio de expedição, esquematizado pela Figura 10. O motorista deve, então, manobrar o caminhão de forma a entrar de ré na baía de carregamento.

Estacionado o veículo, o motorista deve deixar o mesmo e aguardar o carregamento fora do pátio em uma zona de segurança.

Figura 10 - Esquema do pátio de expedição.



Fonte: Autora (2019).

Para o veículo ser autorizado a dar continuidade ao processo de carregamento deve ser feita a inspeção do estado das carrocerias e lonas, a verificação da composição e quantidade de dispositivos de amarração e a avaliação dos pontos de fixação destes.

Após certificado que todos os itens do veículo estão conforme, deve se iniciar o processo de carregamento de acordo com a lista de bobinas descritas na ordem de embarque.

As bobinas acabadas e devidamente embaladas, as quais os pesos variam de 6 a 32 toneladas, sendo a maior parte dos carregamentos feitos com bobinas de 6 a 15 toneladas, são posicionadas nos berços dos caminhões com o uso de uma ponte rolante.

Os berços são estruturas, metálicas ou de madeira, obrigatórios no transporte de bobinas via modal rodoviário. Além de garantirem a fixação da bobina no caminhão, os berços são revestidos com borracha de forma a evitar danos a superfície do produto e melhorar a

aderência durante o transporte. Um exemplo de berço construído em estrutura metálica está representado na Figura 11.

Figura 11 - Berço metálico



Fonte: Tajax (2016).

Por sua vez, as pontes rolantes são equipamentos amplamente empregados na movimentação de cargas siderúrgicas. São utilizadas no içamento e translação de cargas diversas. As pontes rolantes se movem sobre trilhos, apoiados em vigas de rolamento, a carga de içamento da ponte rolante é movimentada tridimensionalmente, limitada apenas pelo vão do equipamento, pelo comprimento do caminho de rolamento e pela altura de elevação. Um exemplo de estrutura de ponte rolante está representado pela Figura 12.

O controle operacional da ponte rolante é realizado por um operador, este fica instalado em uma cabine fixada à estrutura e executa todos os movimentos necessários para a movimentação de cargas dentro dos pátios à partir de dados recebidos por meio de sistemas próprios e do SAP.

Figura 12 - Estrutura de ponte rolante.



Fonte: Líder (2019).

No intervalo de tempo correspondente a pesagem do veículo até o carregamento da primeira bobina no berço do caminhão, fatores como atraso na emissão de documentos na gerenciadora de risco e balança, tempo de manobra do veículo, elevada taxa de ocupação da ponte rolante e demora na localização da bobina no pátio de expedição, podem contribuir com o aumento do tempo de carregamento.

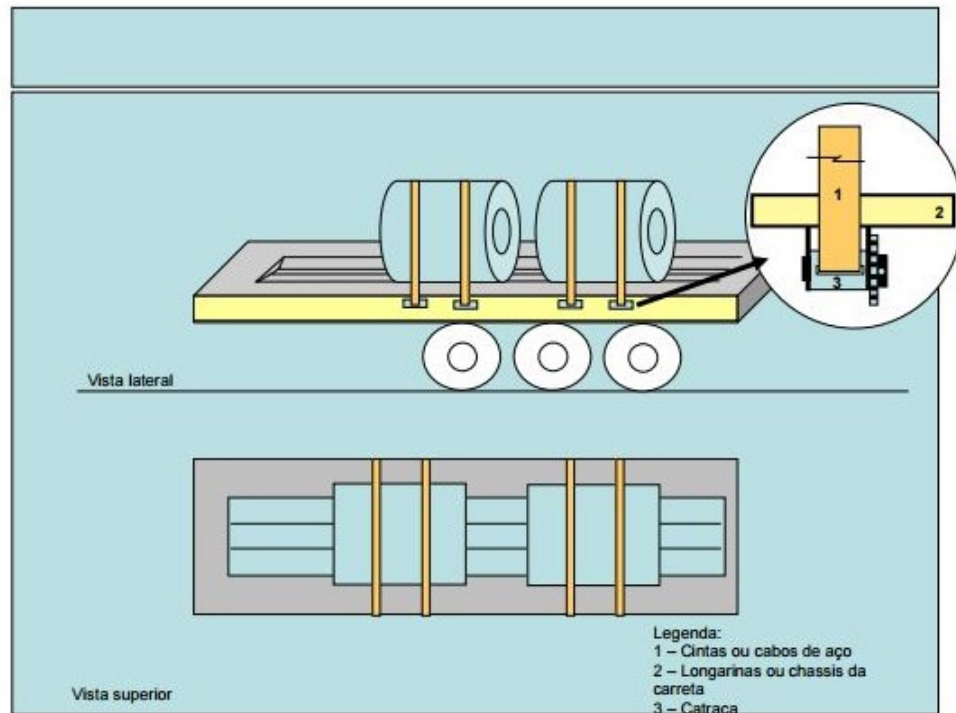
4.2.4 CONFERÊNCIA E PEAÇÃO

Após o carregamento da última bobina no caminhão, deve se conferir se as bobinas estão de acordo com a ordem de embarque por meio de um coletor de dados que faz a leitura do código de barras/QR – Code da etiqueta da bobina. Além de realizar a conferência o expedidor deve tirar quatro fotos de cada uma das bobinas. Este procedimento visa seguir os padrões de qualidade e registrar o estado das bobinas ao saírem da empresa em caso de avaria durante o trajeto até o cliente final.

Em seguida, o expedidor realiza o enlonamento das bobinas para evitar que molhem durante a viagem.

Terminado o enlonamento tem início o processo de amarração das bobinas. Neste, as catracas devem ser afixadas nas longarinas ou chassi da carreta e cintas são passadas por baixo ou entre a guarda lateral do veículo, conforme a Figura 13.

Figura 13 - Posicionamento das catracas de fixação.



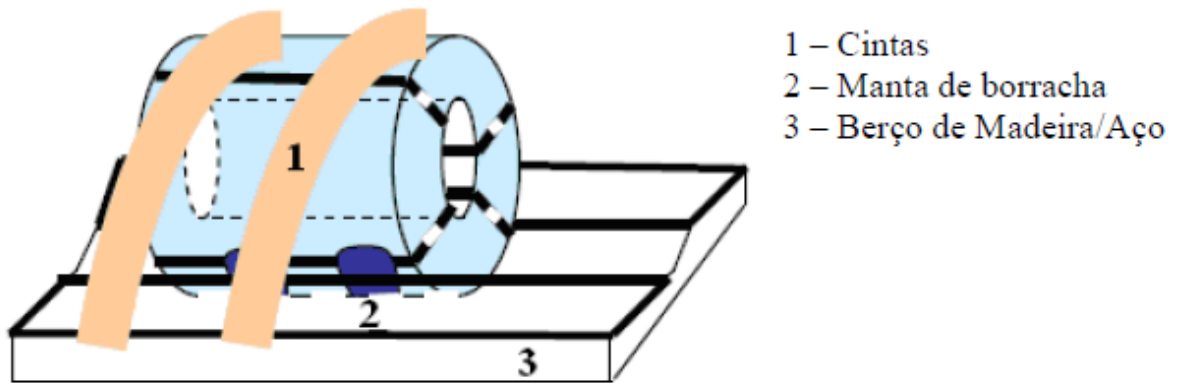
Fonte: Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN (2017).

As cintas devem ter capacidade mínima de resistência de dez toneladas, estarem em bom estado de conservação, sem rasgos e com a ponta/garra aderente a estrutura da longarina da carreta.

O número de cintas por bobina e a forma de amarração são determinados pelos pesos e dimensões das mesmas, conforme Resolução 701 (CONTRAN, 2017).

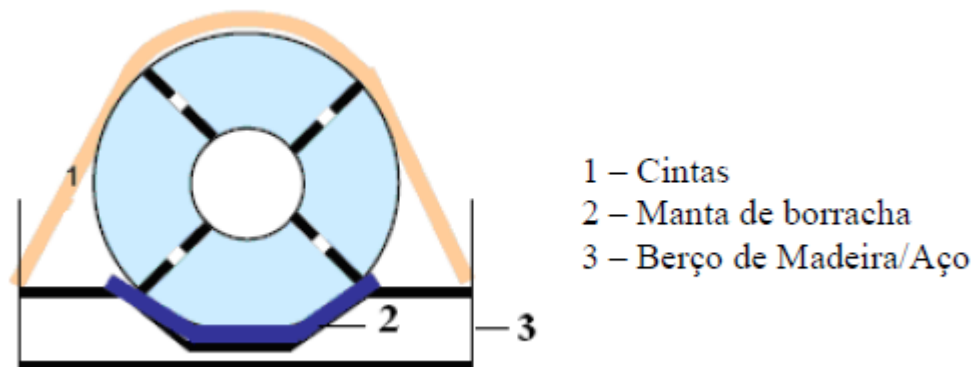
Para bobinas com peso menor ou igual a dez toneladas, devem ser utilizados, no mínimo, dois dispositivos de amarração, conforme Figuras 14 e 15. Por sua vez, para bobinas com peso maior que dez toneladas são necessários pelo menos três dispositivos de amarração.

Figura 14 - Vista lateral do posicionamento das cintas.



Fonte: CONTRAN (2017).

Figura 15 - Vista frontal do posicionamento das cintas.



Fonte: CONTRAN (2017).

Ao final da peça (enlonamento e amarração), é concluído o processo de carregamento do caminhão, conforme Figura 16.

Figura 16 - Processo de carregamento concluído.



Fonte: Autora (2019).

O motorista é, então, chamado para manobrar o veículo, saindo da baia de carregamento e voltando a balança para uma nova pesagem. Este procedimento é realizado para verificar se o peso carregado corresponde ao informado na ordem de embarque.

É, também, aferido o Peso Bruto Total Combinado (PBTC), peso máximo que pode ser transmitido ao pavimento pelo veículo, e se o mesmo respeita o limite máximo estabelecido pela Resolução nº 211/ 06 (CONTRAN, 2006),

Ao fim destes processos, o veículo é liberado pela gerenciadora de risco para dar início ao transporte do produto acabado até o cliente final.

4.2 VSM DO ESTADO ATUAL

A construção do VSM do estado atual, ilustrado pela Figura 17, teve como base o processo de carregamento de caminhões descrito na seção anterior. Foram mapeados todos os fluxos de materiais e informações inerentes a este processo, possibilitando entender quais etapas agregam, ou não, valor ao produto, propor melhorias nos processos e visualizar onde é possível aplicar ferramentas para redução de desperdícios e aumento da produtividade.

O tempo padrão de cada processo foi aferido por intermédio de um estudo de tempos e métodos.

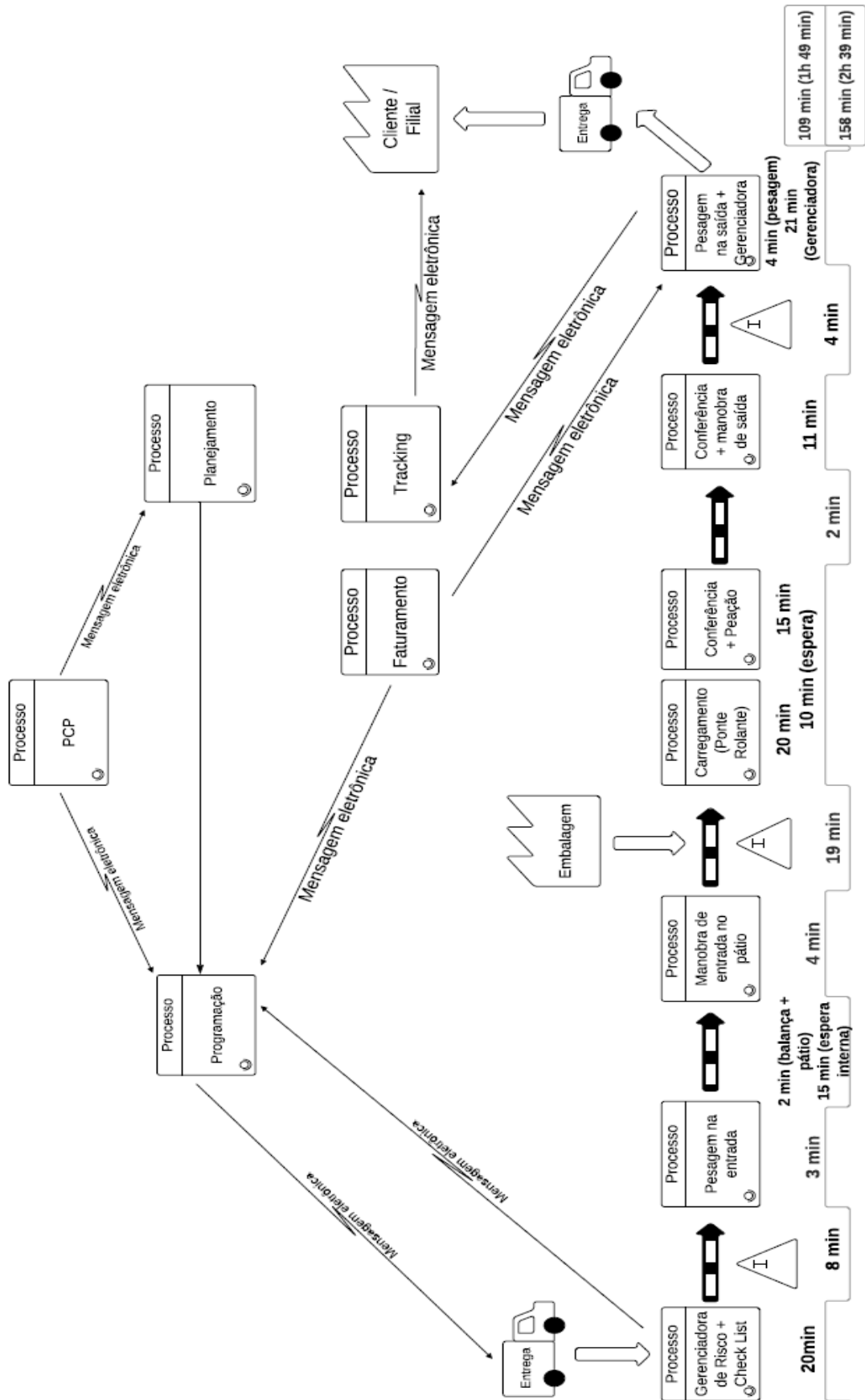
A partir da análise de vídeos de câmeras instaladas na portaria, balança e pátios de expedição, foi utilizado o método da cronoanálise para verificar o tempo gasto na realização de cada operação, tanto pelo operador responsável pela tarefa quanto pela máquina ou sistema

empregados. O estudo foi realizado no mês de maio durante um período de 3 semanas e com base nos dados levantados, foi feita uma média das observações para se chegar ao tempo padrão associado a cada processo.

O somatório dos tempos de referência resultou em 2h 39 min, tempo este que engloba todos os fluxos mapeados, desde a apresentação do veículo à gerenciadora de risco na entrada até a pesagem na saída e liberação para dar seguimento à viagem, executada, também, pela gerenciadora de risco.

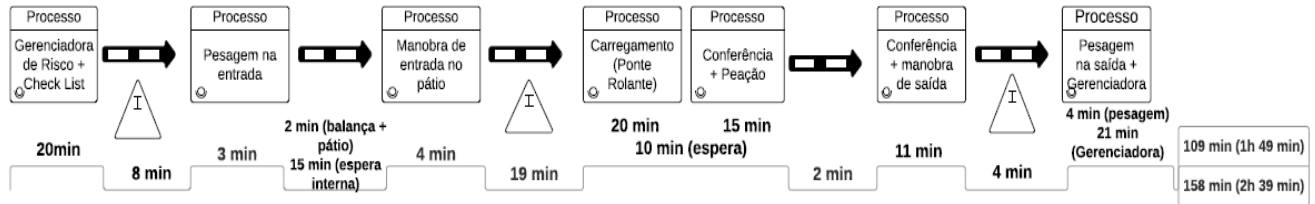
Por sua vez o TMP de veículos, foco do presente estudo, foi estimado em 1h 49 min. Este tempo corresponde ao intervalo entre a chegada do veículo à balança até a pesagem do mesmo na saída. Ou seja, representa o tempo total de permanência de veículos sem contabilizar as operações desenvolvidas pela gerenciadora de risco. Esta premissa foi adotada em virtude da terceirização dos serviços prestados pela mesma.

Figura 17 - VSM do estado atual.



Fonte: Autora (2019).

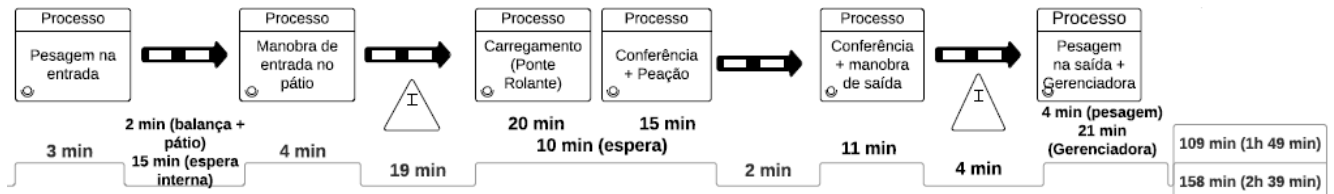
Figura 18 - Tempo total no VSM do estado atual.



Fonte: Autora (2019).

A Figura 18 representa o mapeamento do tempo total do processo, desde a apresentação do veículo à gerenciadora de risco até a pesagem no mesmo na saída, resultando em 2h 39 minutos.

Figura 19 - TMP no VSM do estado atual.



Fonte: Autora (2019).

Por sua vez, a Figura 19 apresenta o mapeamento referente ao TMP, partindo da premissa de considerar o tempo de operação da pesagem do veículo na entrada até a pesagem na saída, desconsiderando as atividades desenvolvidas na gerenciadora de risco, resultando em um TMP de 1h 49 minutos.

O tempo de 19 minutos, entre a manobra de entrada no pátio até o início do carregamento, diz respeito ao tempo de espera relativo a movimentação e taxa de ocupação da ponte rolante para dar início a operação.

Já o tempo de espera de 10 minutos, registrado entre o processo de carregamento e a conferência e peação, corresponde ao tempo da colocação da última bobina no caminhão até a chegada do expedidor para dar início aos procedimentos de conferir e apeaar as bobinas.

4.3 INDICADORES DE DESEMPENHO OPERACIONAIS

Os OPI's estão estreitamente ligados aos processos e à operação da empresa como um todo. Por serem considerados de curto prazo, permitem que sejam medidos mensalmente, diariamente ou por hora (LANTELME, 2001).

Visando o monitoramento diário das operações, foram criados quatro OPI's intrínsecos ao processo de carregamento de caminhões na empresa. A partir destes pode-se ter uma visão detalhada e um controle apurado da evolução do TMP de veículos na usina.

A descrição dos OPI's, os tempos associados a eles e o TMP atual podem ser verificados no Quadro 1.

Quadro 1 - Indicadores de desempenho.

Indicador	Descrição	Tempo Observado
Tempo de Espera para Carregamento	Entrada na balança até carregamento da 1ª bobina.	51 minutos
Tempo de Conferência	Carregamento da última bobina até final da conferência.	25 minutos
Tempo de Peação	Final da conferência até saída da baia.	13 minutos
Tempo Médio de Permanência	Entrada na balança até pesagem na saída	1h 49 minutos

Fonte: Autora (2019).

Visando a melhoria contínua dos processos, foram identificados os principais gargalos associados a cada um dos quatro indicadores propostos e, então, sugeridas soluções para atenuar os desvios e contribuir para a redução do TMP de veículos na empresa. Os problemas verificados juntamente com as soluções propostas no tempo de espera para carregamento, tempo de carregamento, tempo de conferência e tempo de peação são apresentados pelos Quadros 2, 3, 4 e 5, respectivamente.

De acordo com o Quadro 2, o problema referente as divergências geradas na pesagem de veículos pode ser atenuado a partir da instalação de balanças de pesagem entre eixo, estas são capazes de realizar as medições de peso de forma segmentada a fim de dar uma medição mais precisa, e sem a necessidade de parada total do veículo na plataforma.

A situação relativa a demora no atendimento das chamadas pelos motoristas, por estes estarem longe da gerenciadora de risco ou esperando dentro do veículo, pode ser favorecida pela implantação de um sistema de chamadas remoto, via mensagem no celular, que notifique a liberação do veículo para carregamento.

Já a dificuldade na realização de manobras, em virtude do comprimento de alguns veículos chegarem a 25 metros, requer a realização de projetos de ampliação da área de manobra para acesso aos pátios de expedição.

Quadro 2 - Tempo de espera para carregamento.

Problema	Solução
Redundância na pesagem de veículos.	- Eliminar a parada de veículos na balança de entrada e saída. - Instalação de equipamentos para pesagem entre eixos.
Demora no atendimento das chamadas para carregar pelos motoristas.	- Implantação de um sistema de chamadas remoto que avise o motorista quando estiver liberado para carregar.
Dificuldade de realização de manobras para acesso às baias.	- Realizar estudos de viabilidade da ampliação da área de manobra nos pátios.

Fonte: Autora (2019).

Segundo consta no Quadro 3, a ponte rolante realiza operações simultâneas durante o processo de carregamento, ou seja, carrega mais de um veículo durante o seu ciclo operacional. Deste modo, torna-se necessária a padronização deste processo, visando o fluxo contínuo do carregamento de um veículo.

O problema referente a perda de bobinas nos pátios ocorre quando estas não estão localizadas nos endereços que constam no sistema, causando transtornos e lentidão no carregamento. Para evitar a ocorrências desta situação faz-se necessária a utilização do dispositivo Pokayoke, de forma a garantir a rastreabilidade das movimentações e localização precisa das bobinas nos pátios de expedição.

Em se tratando do carregamento fora do local sinalizado nas baias dos caminhões, esta situação acarreta no retrabalho da ponte rolante, de modo que, esta deve operar reposicionando a bobina no local indicado. A solução proposta corresponde a implantação de um dispositivo à prova de erros para o posicionamento das bobinas.

Por sua vez, a falta de acuracidade na localização de bobinas no estoque torna necessário o uso do método do inventário rotativo, que corresponde a contagem física e contínua de todo o estoque em uma frequência pré-determinada visando aumentar sua precisão.

Já o excesso de movimentação de bobinas demanda a criação de uma zona de picking, que faz a separação dos pedidos dos clientes. Os colaboradores coletam o mix de produtos dentro do estoque e enviam para a área de expedição para serem carregados.

Quadro 3 - Tempo de carregamento.

Problema	Solução
Ponte rolante realiza operações simultâneas durante o processo de carregamento.	- Padronizar o processo, objetivando o fluxo contínuo (do início ao fim do carregamento de um veículo).
Perda de bobinas nos pátios de expedição.	- Pokayoke para otimizar rastreabilidade da movimentação de bobinas nos pátios.
Carregamento fora do local sinalizado causando retrabalho da ponte rolante.	- Implantar um dispositivo para mitigar o risco do posicionamento incorreto da bobina nos berços dos caminhões.
Falta de acuracidade das informações de localização de bobinas no estoque.	- Criar método para inventários rotativos.
Excesso de movimentação de bobinas.	- Criação de zona de picking para a operação.

Fonte: Autora (2019).

Em relação ao indicador de tempo de conferência, apresentado no Quadro 4, dois principais problemas foram identificados, as falhas na conexão com a rede sem fio nos pátios e a ausência de padronização da operação.

A primeira situação pode ser resolvida através de estudos junto a área de tecnologia da informação e a instalação de equipamentos que melhorem o desempenho da rede. A necessidade de se ter uma conexão rápida e eficaz se dá pelo uso dos coletores que fazem a leitura do código de barras/QR – Code da etiqueta das bobinas e repassam as informações para os sistemas integrados da empresa.

Por sua vez, o segundo problema requer a padronização do processo de conferência, de forma que o expedidor faça à leitura das etiquetas de todas as bobinas da carreta para, então, dar início ao processo de peação.

Quadro 4 - Tempo de conferência.

Problema	Solução
Queda de sinal de Wi-Fi nos pátios de expedição para o uso do coletor.	- Envolver corpo técnico para avaliar a causa. - Realizar manutenção preventiva.
Processo de conferência ocorre de forma não padronizada.	- Padronizar o processo para que expedidor confira todas as bobinas da carreta antes de iniciar a peação.

Fonte: Autora (2019).

De acordo com o Quadro 5, o processo de peação de bobinas de aço deve atender as novas exigências impostas pela Resolução 701 (CONTRAN, 2017), que estabelece novos requisitos de segurança obrigatórios para a amarração e transporte de produtos siderúrgicos. Desta forma, torna-se necessária à adequação dos veículos, sob a responsabilidade das transportadoras, e dos procedimentos de amarração e enlonamento, a cargo da usina.

No que lhe concerne a padronização do processo de peação, este deve ser realizado por dois expedidores que devem aprear as bobinas da mesma carreta juntos e seguir para a próxima apenas após a finalização da primeira.

O monitoramento diário de cada OPI e do TMP, juntamente com as análises da evolução dos tempos a partir da adoção das medidas de melhoria contínua será feito na seção seguinte.

Quadro 5 - Tempo de peação.

Problema	Solução
Atendimento da Resolução 701 (CONTRAN, 2017).	- Adequação do processo de amarração e enlonamento das bobinas.
Processo de peação ocorre de forma não padronizada.	- Padronizar o processo de forma à utilizar dois expedidores por veículo.

Fonte: Autora (2019).

5 ANÁLISE DE RESULTADOS

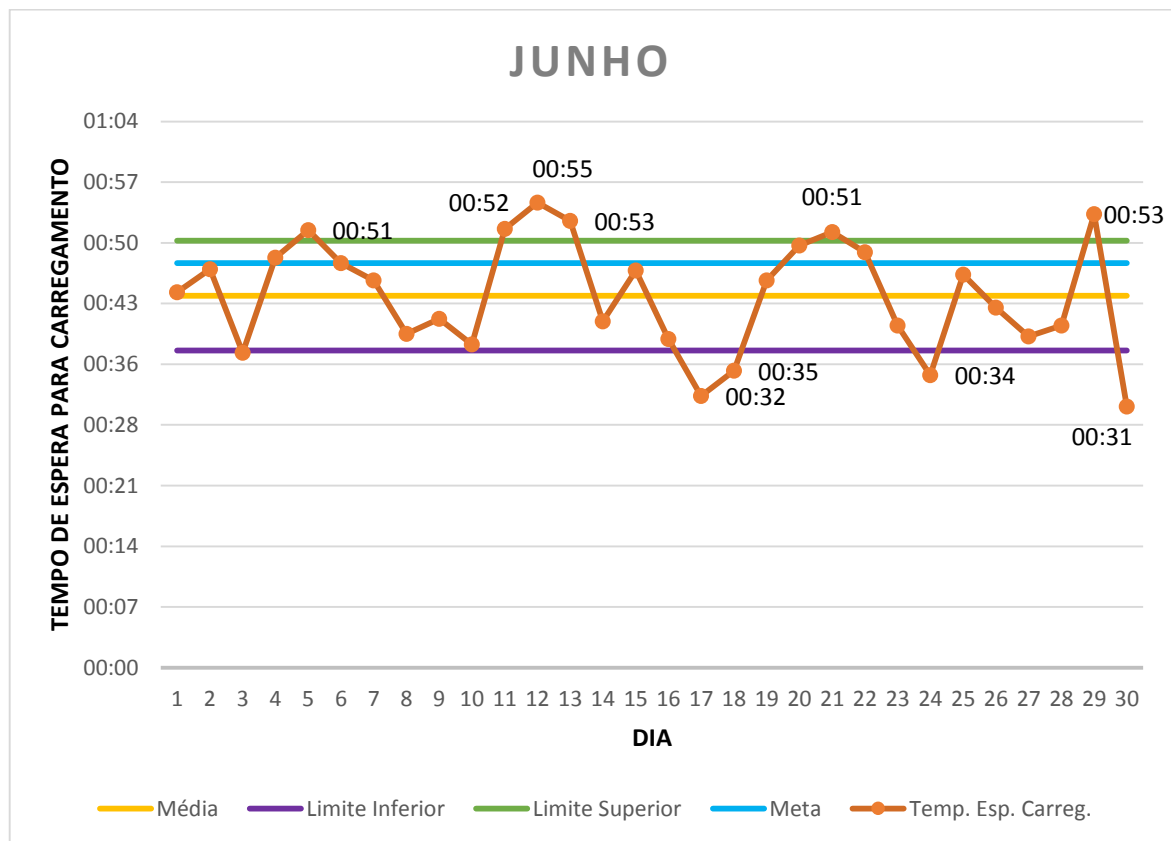
Esta seção apresentará análises associadas à evolução dos OPI's durante um período de tempo de quatro meses, de junho a setembro do ano de 2019, juntamente com as metas impostas para a redução do TMP de veículos na empresa. As metas foram estipuladas via nível gerencial da empresa, levando em consideração os possíveis ganhos obtidos a partir da imposição de medidas de melhoria contínua.

Com base nos resultados obtidos será elaborado o VSM do estado futuro.

5.1 TEMPO DE ESPERA PARA CARREGAMENTO

A meta imposta pelo indicador do tempo de espera para carregamento corresponde a uma redução de tempo de três minutos em relação ao tempo de referência, resultando em 48 minutos. O principal ganho associado ao indicador corresponde à eliminação da parada do veículo na balança para a pesagem.

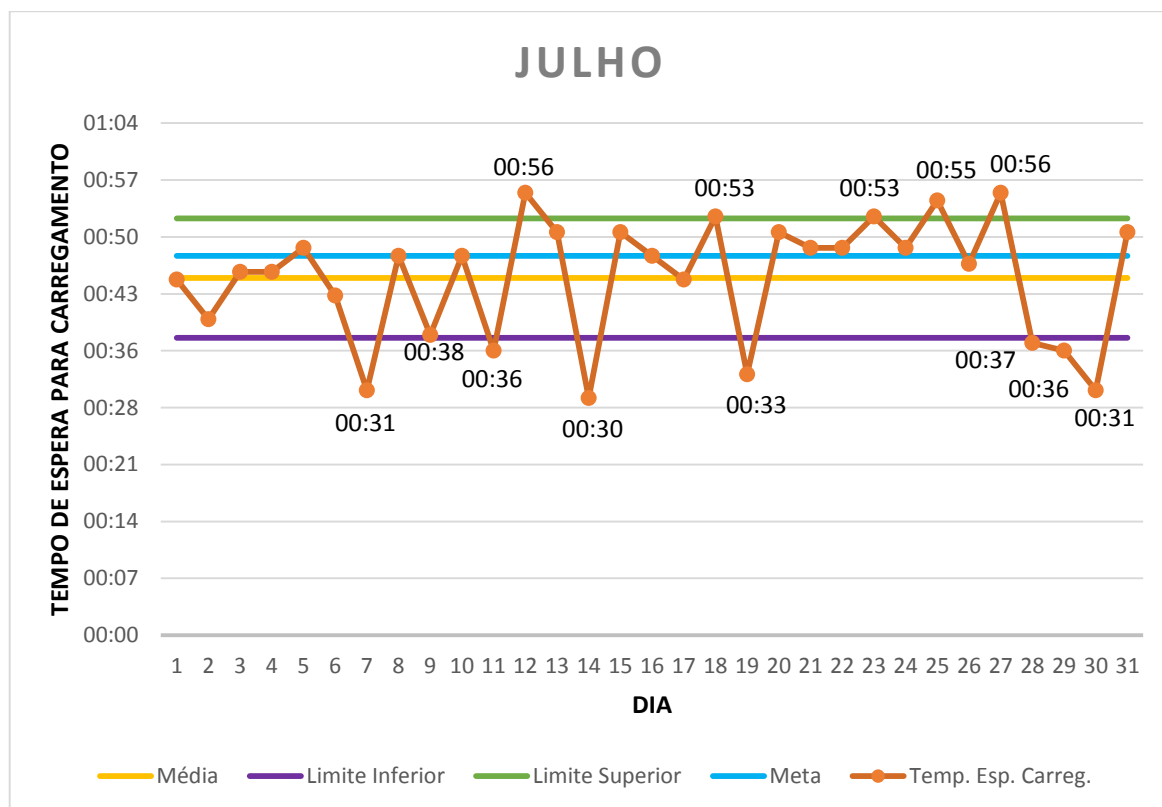
Figura 20 - Tempo de espera para carregamento em junho.



Fonte: Autora (2019).

Conforme análise da Figura 20 nota-se que em um período de 30 dias, o indicador foi maior ou igual à meta em 10 dias, sendo seis dias acima do limite superior tolerado. Nos demais dias o indicador oscilou permanecendo a baixo da meta, inclusive abaixo do limite inferior em quatro dias.

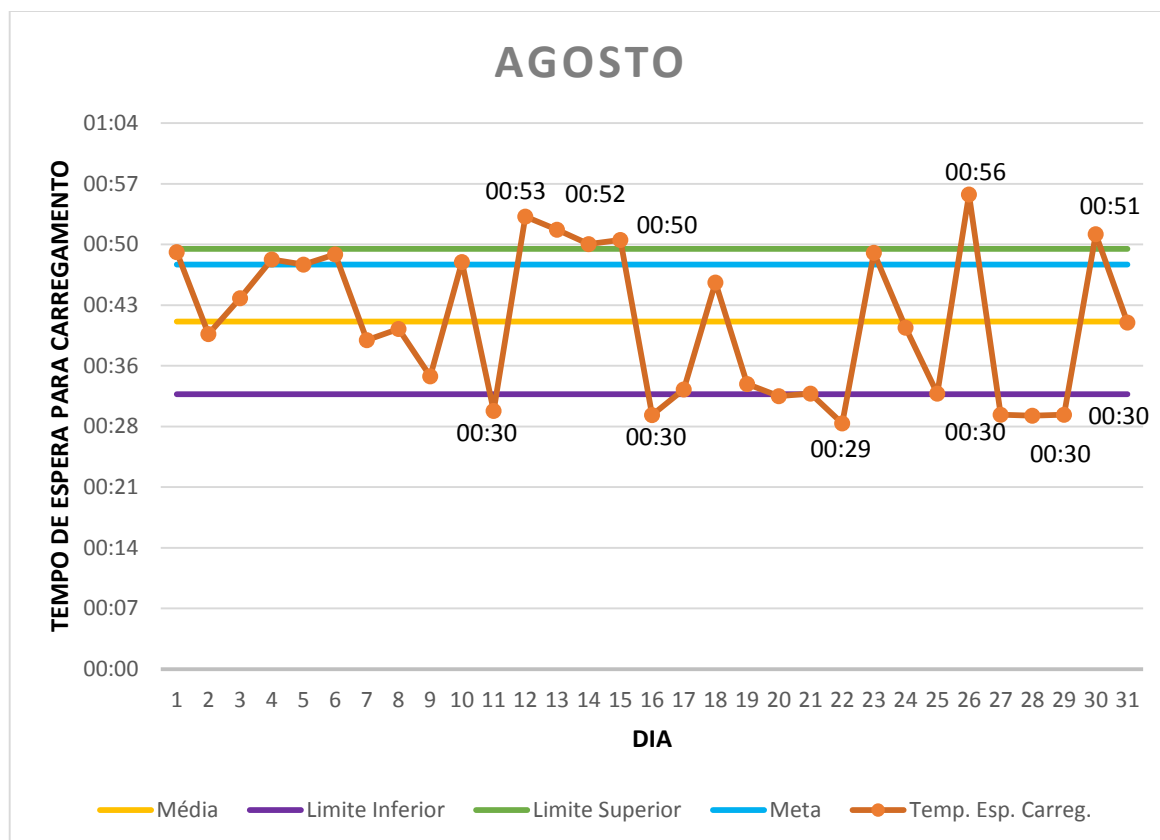
Figura 21 - Tempo de espera para carregamento em julho.



Fonte: Autora (2019).

O mês de julho, ilustrado pela Figura 21, apresentou piora em comparação ao mês anterior, de forma que em 16 dias o indicador manteve-se igual ou acima da meta. O desvio padrão em torno da média, estimado em 6 minutos, também foi maior acarretando na acentuada dispersão dos dados e elevando o limite superior da amostra.

Figura 22 - Tempo de espera para carregamento em agosto.

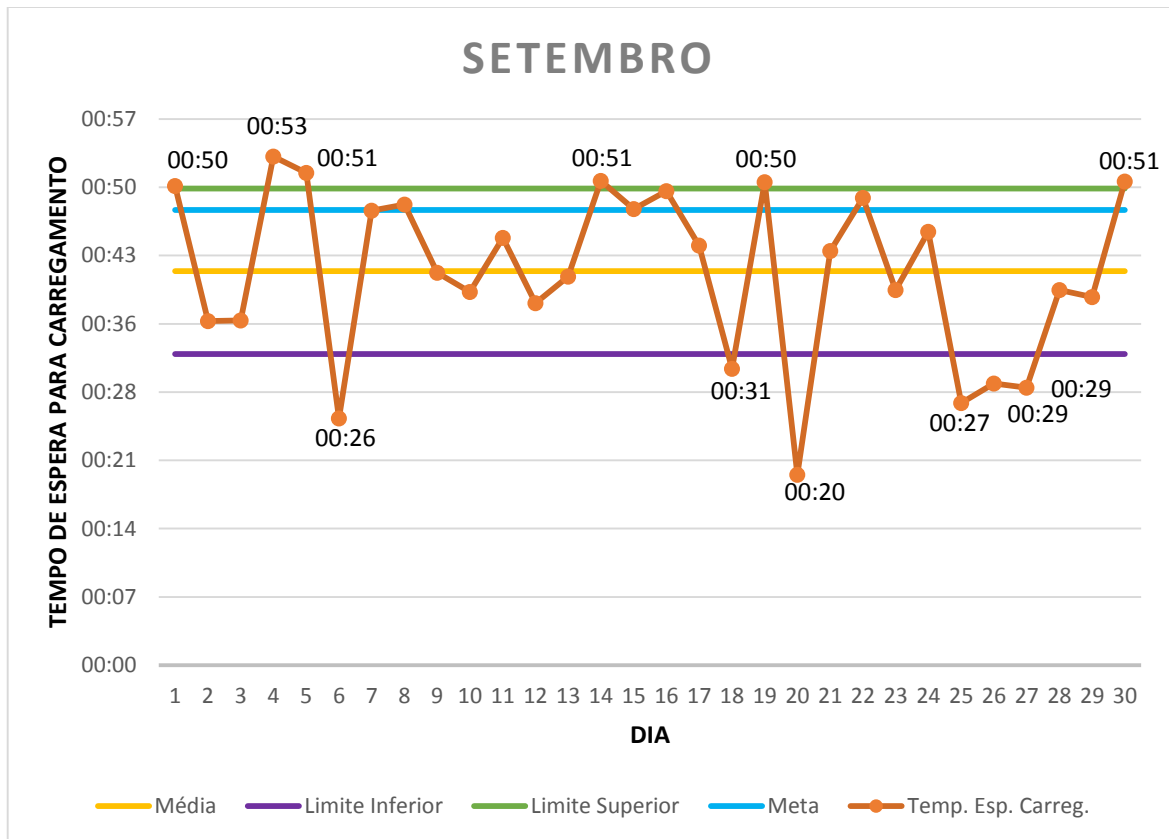


Fonte: Autora (2019).

Em se tratando do mês de agosto, este apresentou melhora em comparação ao mês anterior, mas manteve-se acima do mês de junho, conforme Figura 22. A média dos dados, registrada em 41 minutos, foi a menor quando comparado com os dois meses anteriores, porém, o desvio padrão, estimado em 8 minutos, foi o mais acentuado.

No período de 31 dias, nove dias apresentaram tempos abaixo ou igual ao limite inferior, o maior número em comparação aos meses anteriores.

Figura 23 - Tempo de espera para carregamento em setembro.



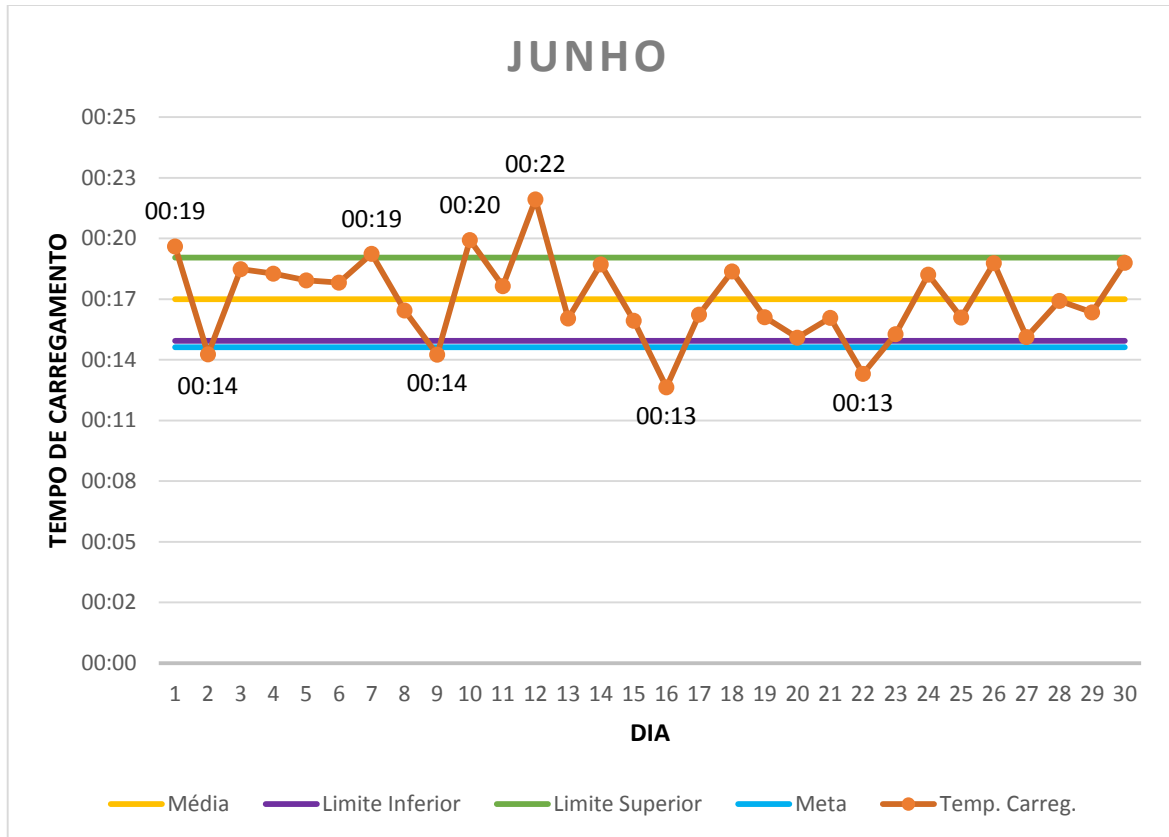
Fonte: Autora (2019).

O mês de setembro, representado pela Figura 23, manteve a média e os limites, inferior e superior, uniformes em relação ao mês anterior. Neste último período levantado do indicador, o destaque ficou por conta do tempo aferido no dia 20, menor tempo registrado desde o início da análise.

5.2 TEMPO DE CARREGAMENTO

A meta estabelecida para o indicador de tempo de carregamento foi de 15 minutos, resultando em uma redução de cinco minutos em comparação ao tempo de referência. A imposição desta meta leva em consideração a possibilidade de ganho no tempo a partir da adoção de medidas, como, a padronização do fluxo da ponte rolante, diminuição da movimentação de bobinas entre os pátios e a elaboração de inventários rotativos.

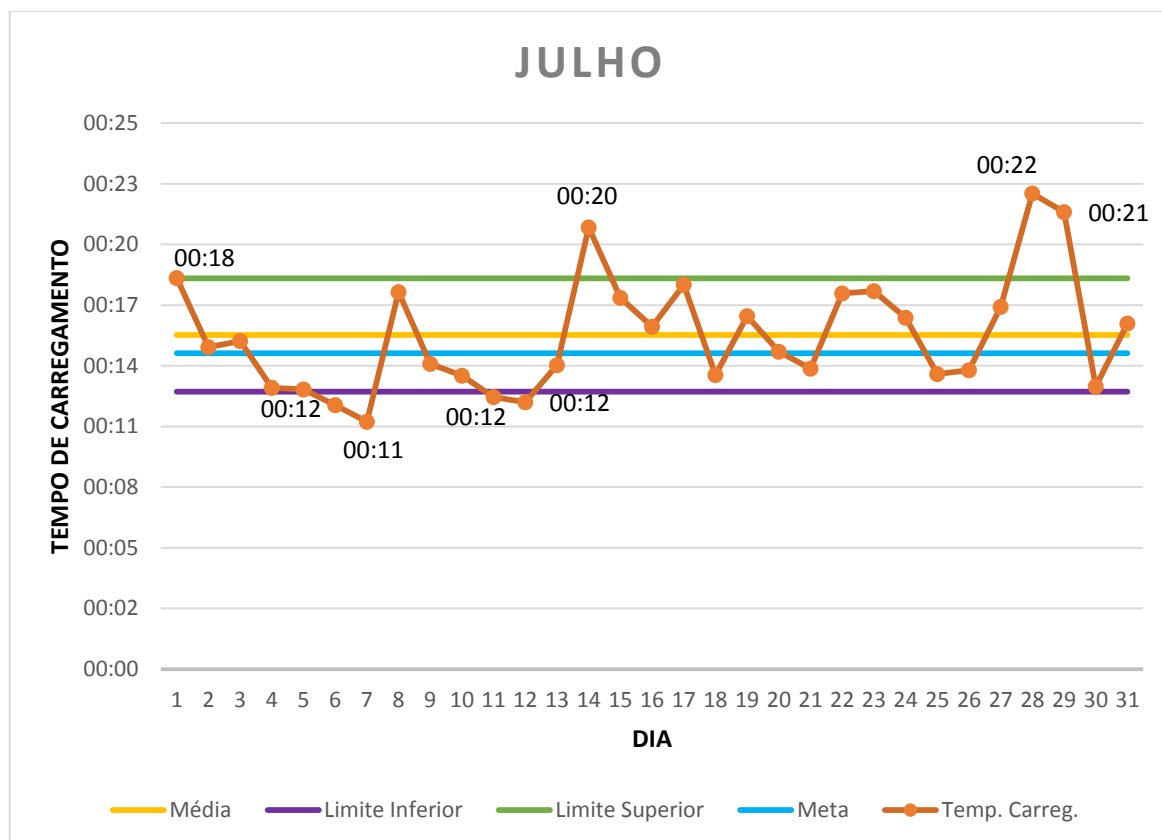
Figura 24 - Tempo de carregamento em junho.



Fonte: Autora (2019).

O mês de junho apresentou um baixo desvio padrão, estimado em um minuto, o qual pode ser verificado na Figura 24 a partir da aderência dos tempos em relação à média. Em apenas dois casos, nos dias 12 e 16, o desvio foi mais acentuado. Porém, em um período de 30 dias, 26 dias apresentaram tempos iguais ou superiores a tolerância, ocasionado em apenas quatro dias abaixo da meta.

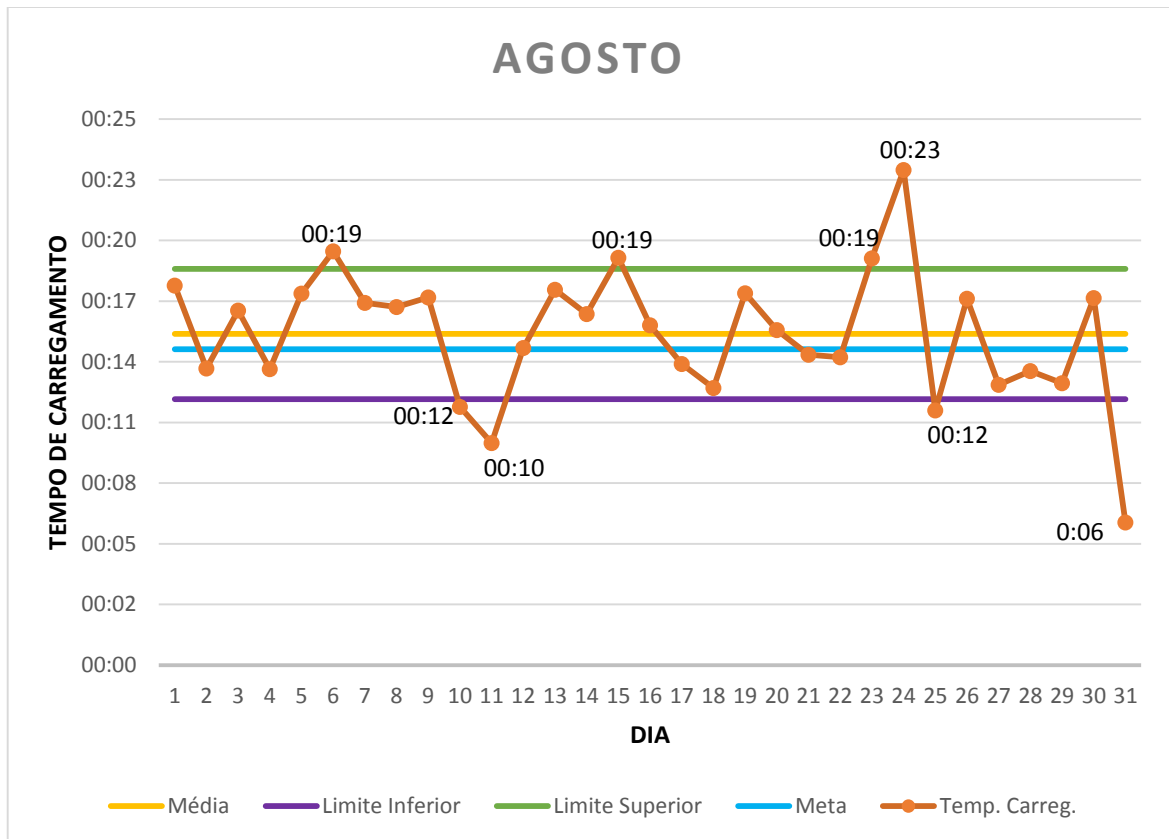
Figura 25 - Tempo de carregamento em julho.



Fonte: Autora (2019).

A Figura 25 apresenta o tempo de carregamento em julho. Em comparação ao mês anterior a média foi menor, porém, o desvio padrão, registrado em 3 minutos, foi mais acentuado. Este período também apresentou redução dos tempos acima da meta, ocasionando em 17 dias de pico elevado.

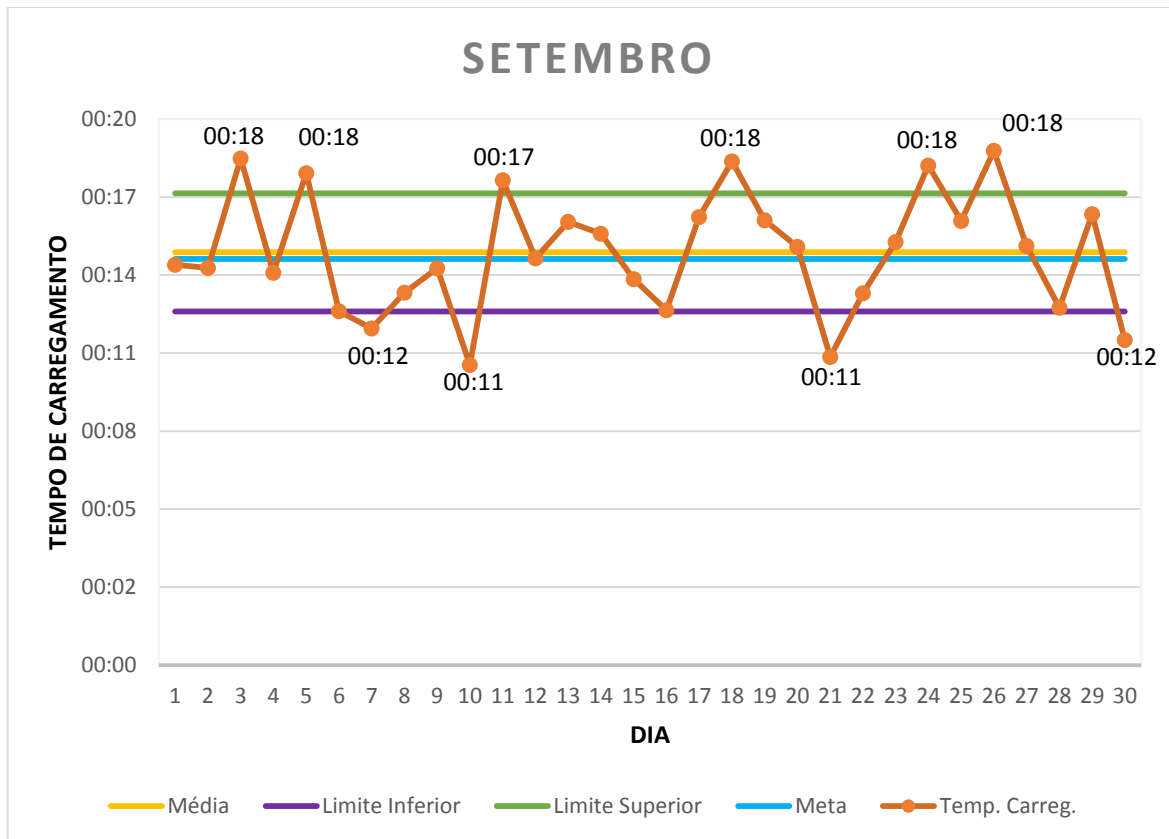
Figura 26 - Tempo de carregamento em agosto.



Fonte: Autora (2019).

No mês de agosto, ilustrado pela Figura 26, os picos de tempo dos dias 24 e 31 elevaram o desvio padrão, estimado em 5 minutos, dos dados em comparação aos dois meses anteriores Além disto, este período apresentou acentuado aumento dos tempos de carregamento em relação a julho.

Figura 27 - Tempo de carregamento em setembro.



Fonte: Autora (2019).

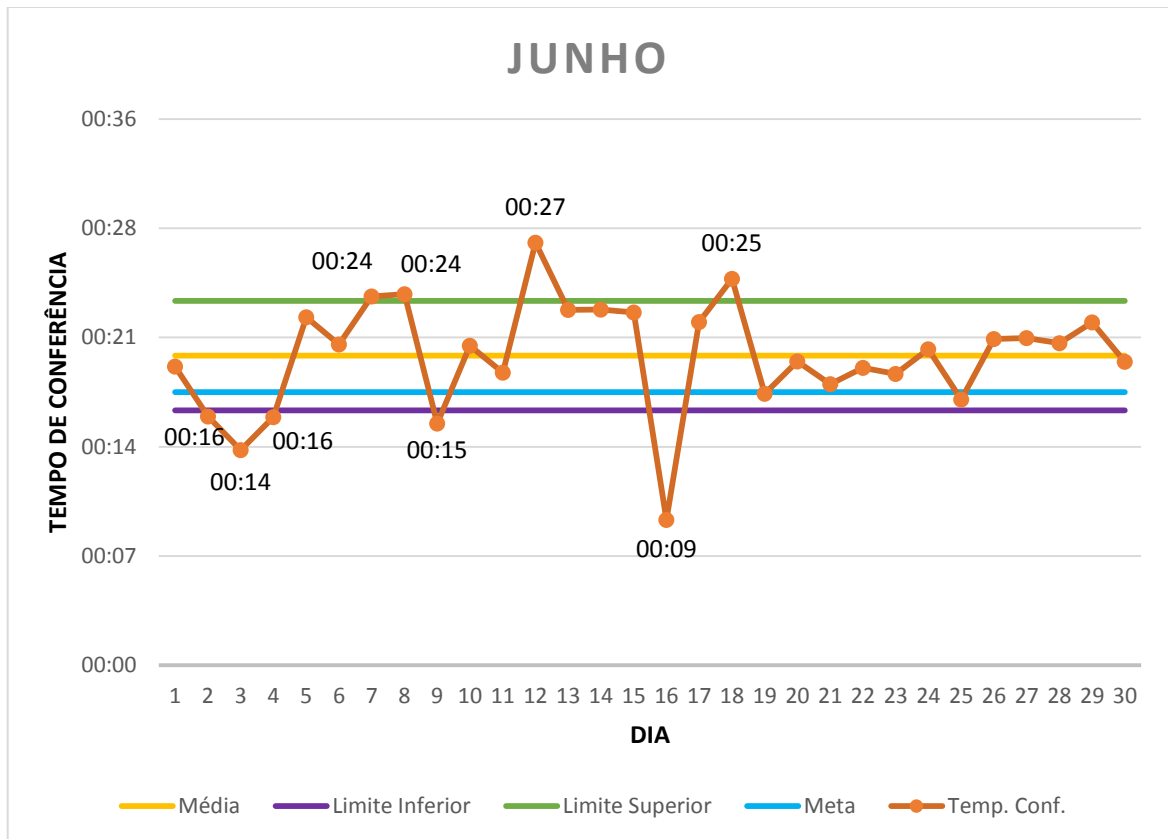
Por sua vez o mês de setembro, representado pela Figura 27, apresentou o menor número de tempos acima da meta em relação aos três meses anteriores, contando com um total de 16 dias fora da tolerância. Em relação ao mês de agosto, a dispersão dos dados, registrada em 2 minutos, foi, também, menor.

5.3 TEMPO DE CONFERÊNCIA

Em se tratando do indicador do tempo de conferência, a meta estabelecida visa à redução do tempo em sete minutos, resultando em uma tolerância de 18 minutos em relação ao tempo de referência.

Este indicador pretende maior redução do tempo em comparação aos demais indicadores propostos, devido ao fato da detecção de elevada ociosidade dos expedidores durante este procedimento. A proposta de padronizar esta operação visa atenuar esta situação e contribuir para a redução do tempo necessário para sua realização.

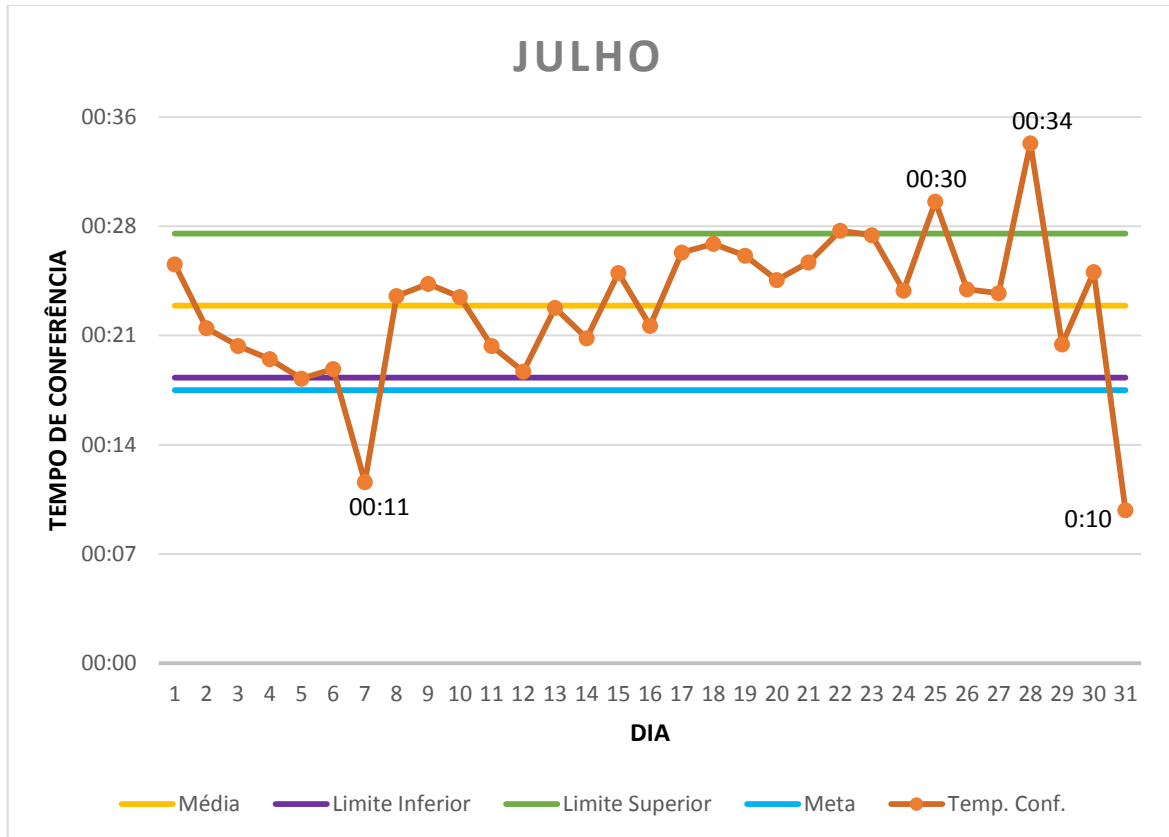
Figura 28 - Tempo de conferência em junho.



Fonte: Autora (2019).

Durante o mês de junho, que consta na Figura 28, em 23 dias o tempo permaneceu igual ou acima da meta tolerada. Porém, o dia 16 apresentou um tempo discrepante em relação a dispersão dos dados, caracterizando um dia atípico em comparação a todo o período.

Figura 29 - Tempo de conferência em julho.

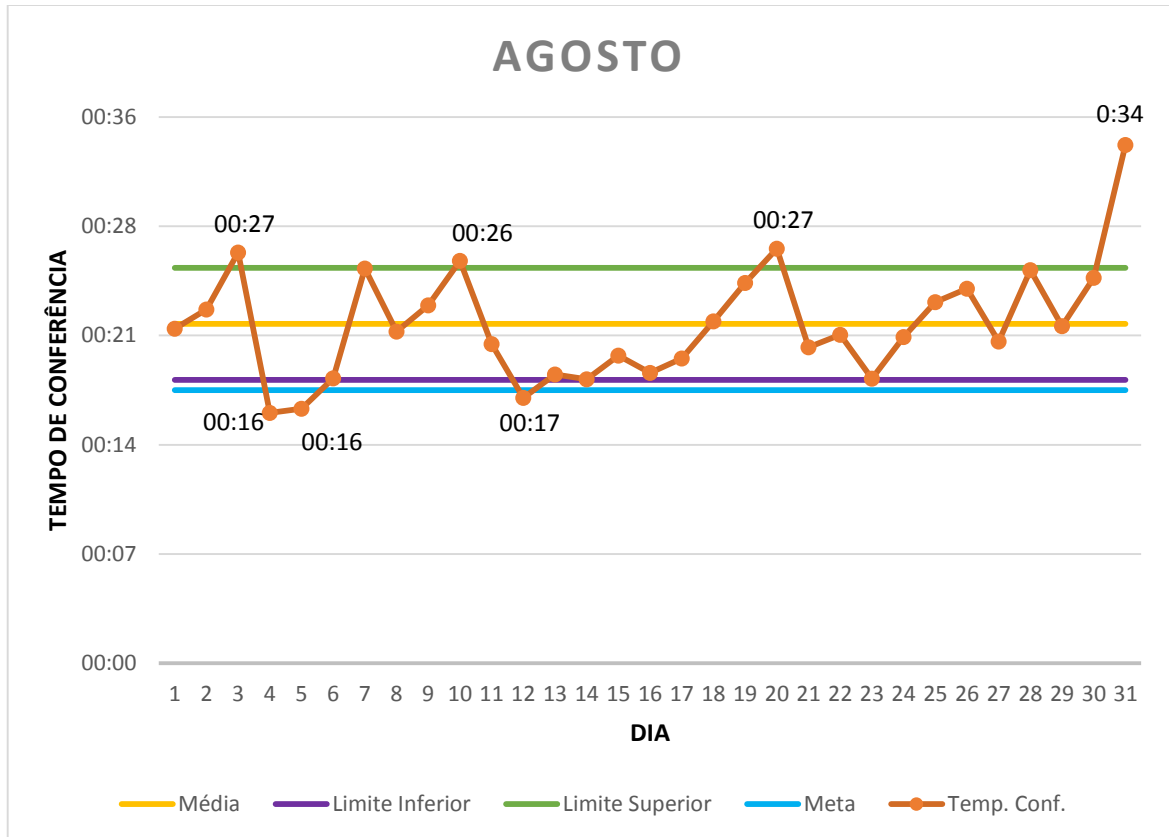


Fonte: Autora (2019).

Segundo a Figura 29, o mês de julho apresentou uma média de tempos maior em comparação ao mês anterior. O desvio padrão, de 4 minutos, foi, também, mais acentuado, fato este que pode ser explicado pelos três dias, dia 7, 28 e 31, cujos tempos oscilaram fora do padrão.

Durante este mês, o tempo de conferência permaneceu 29 dias igual ou acima do tolerado, um resultado expressivamente ruim considerado o período de tempo analisado.

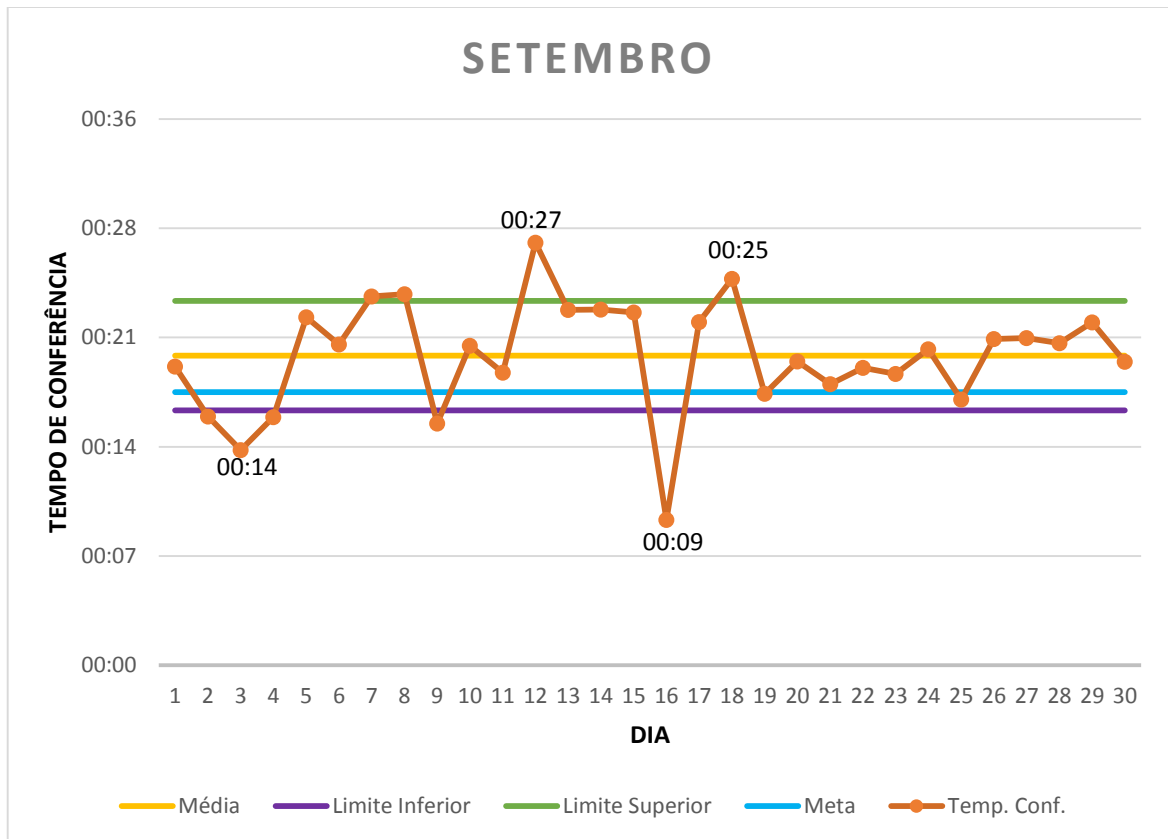
Figura 30 - Tempo de conferência em agosto.



Fonte: Autores (2019).

O mês de agosto, ilustrado pela Figura 30, permaneceu com os indicadores de tempo alterados. Durante o período de 31 dias foram registrados 28 dias de tempos iguais ou superiores a meta. Dado que apresenta inexpressiva melhora em relação ao mês anterior.

Figura 31 - Tempo de conferência em setembro.



Fonte: Autora (2019).

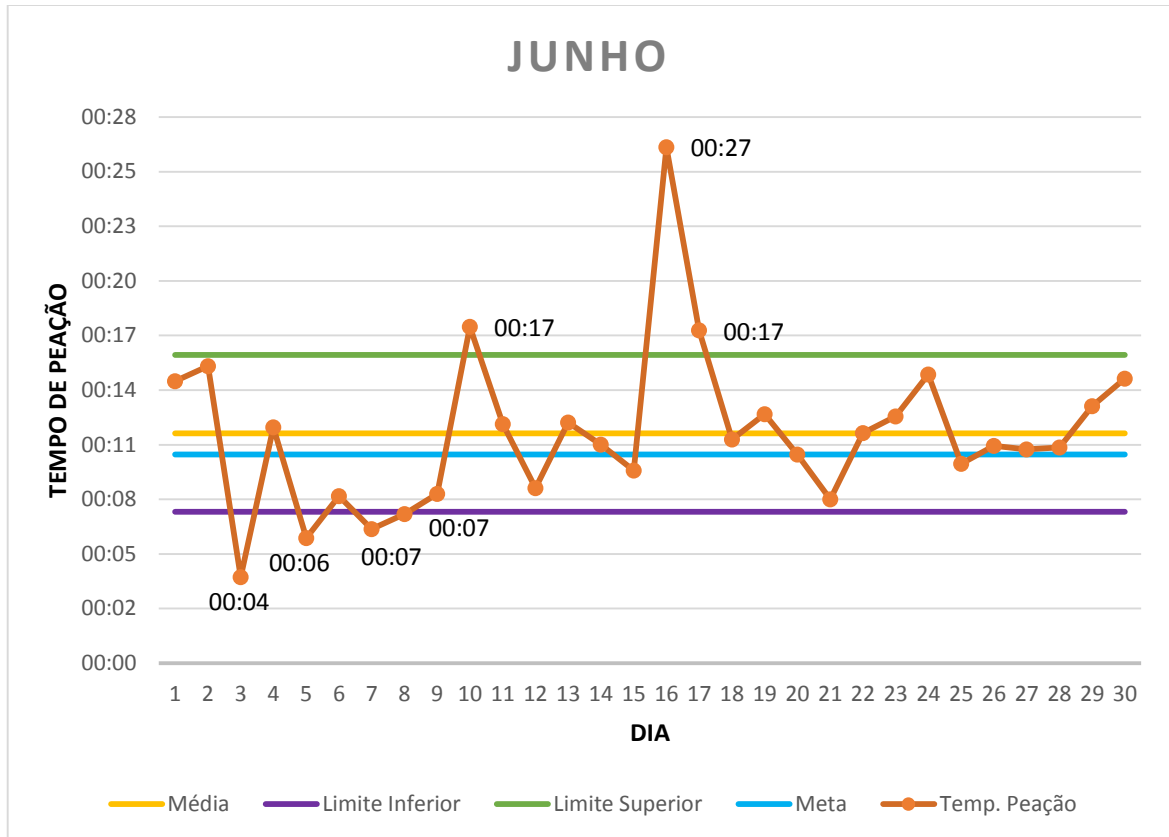
Já o mês de setembro, representado pela Figura 31, registrou melhora no indicador de tempo de conferência em comparação aos três meses anteriores. No período analisado, 20 dias permaneceram iguais ou acima da meta.

5.4 TEMPO DE PEAÇÃO

Para o indicador do tempo de peçação foi estabelecida a meta de 11 minutos, resultando em dois minutos de redução em relação ao tempo de referência.

A meta estipulada apresentou uma baixa redução no tempo de peçação devido, principalmente, os novos padrões de amarração de bobinas exigidos pela Resolução 701 (CONTRAN, 2017). Desta forma, mesmo instaurando a padronização do processo de peçação, este levará um tempo relativamente maior devido ao aumento do número de cintas necessárias pra a fixação das bobinas aos berços dos caminhões.

Figura 32 - Tempo de peação em junho.

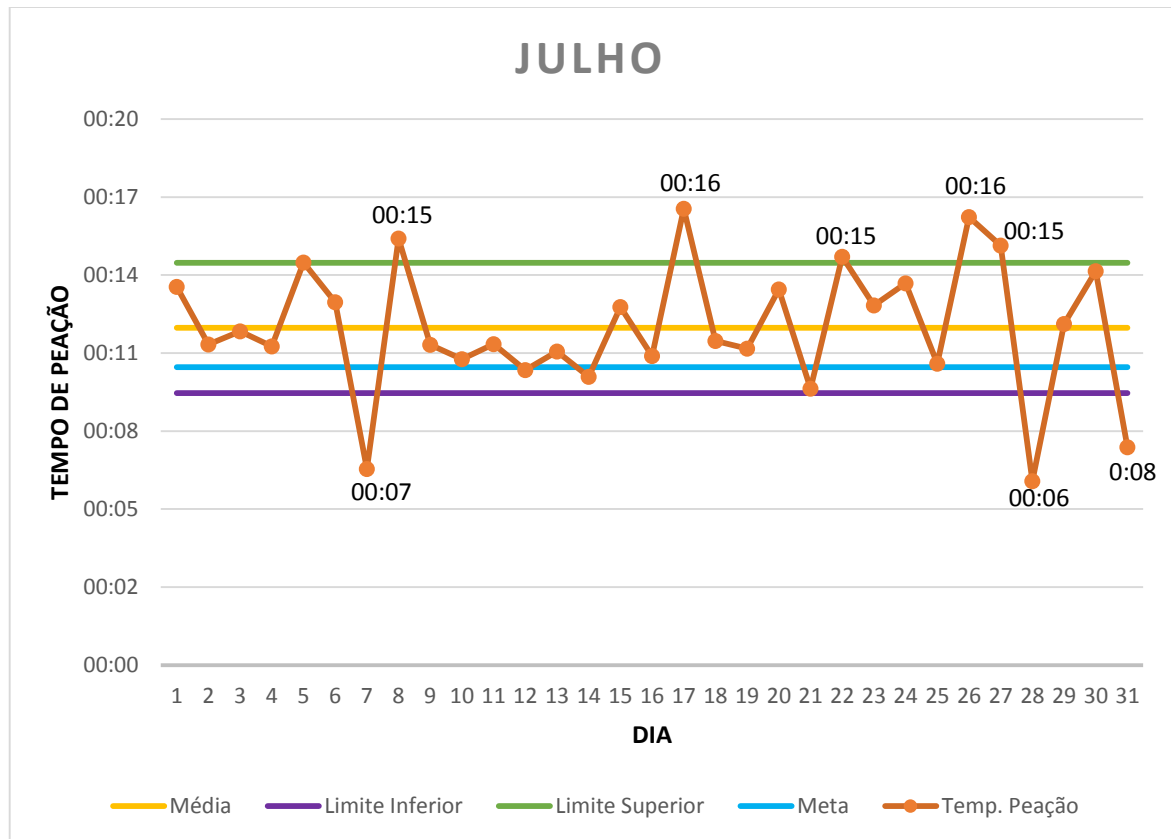


Fonte: Autora (2019).

O mês de junho apresentou acentuado desvio padrão, estimado em 6 minutos, fato este que pode ser verificado pela dispersão dos dados do gráfico ilustrado na Figura 32. Os picos registrados nos dias 3 e 16, abaixo do limite inferior e acima do limite superior, respectivamente, contribuíram para este cenário.

Neste período em um total de 20 dias o tempo de peação permaneceu igual ou acima da meta tolerada.

Figura 33 - Tempo de peça em julho.

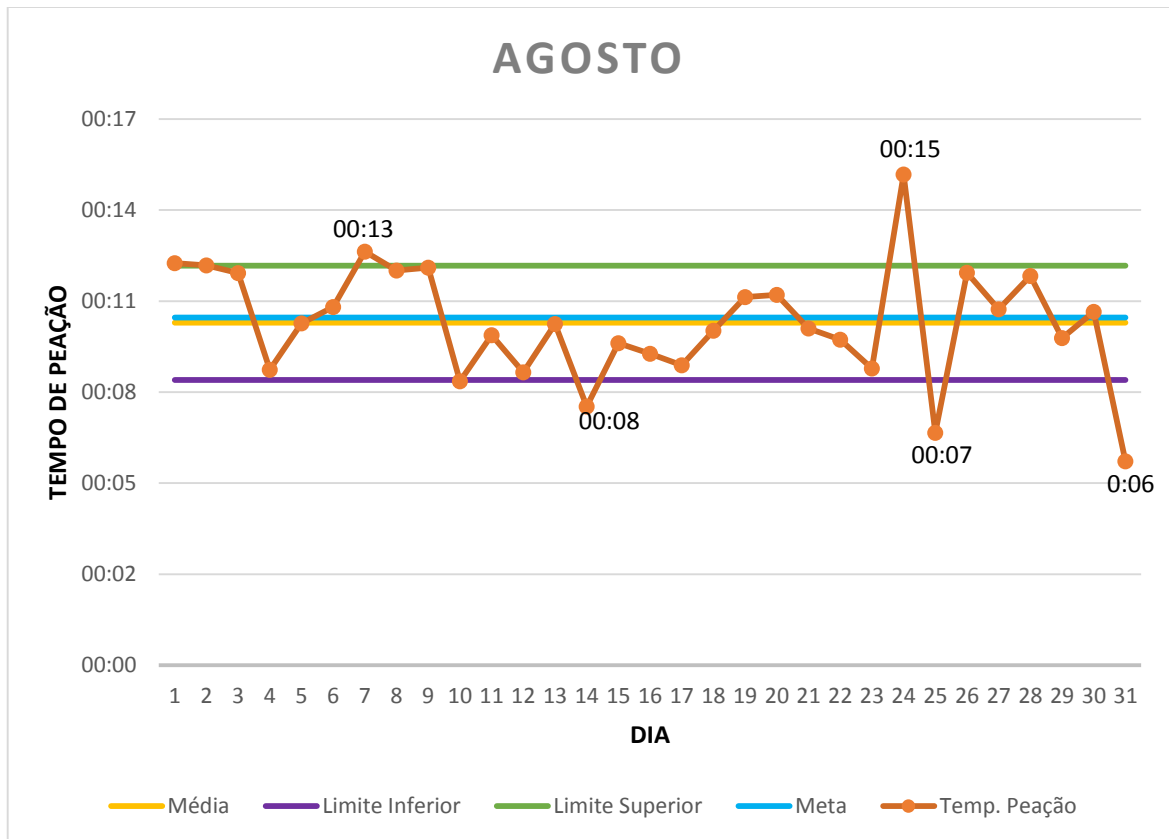


Fonte: Autora (2019).

Por sua vez o mês de julho, representado pela Figura 33, registrou diminuição no desvio padrão, registrado em 2 minutos, e conseqüentemente, maior aderência dos dados em relação à média.

Neste período foram registrados 25 dias de meta igual ou acima da tolerada, portanto, uma piora em relação ao mês anterior.

Figura 34 - Tempo de peçação em agosto.

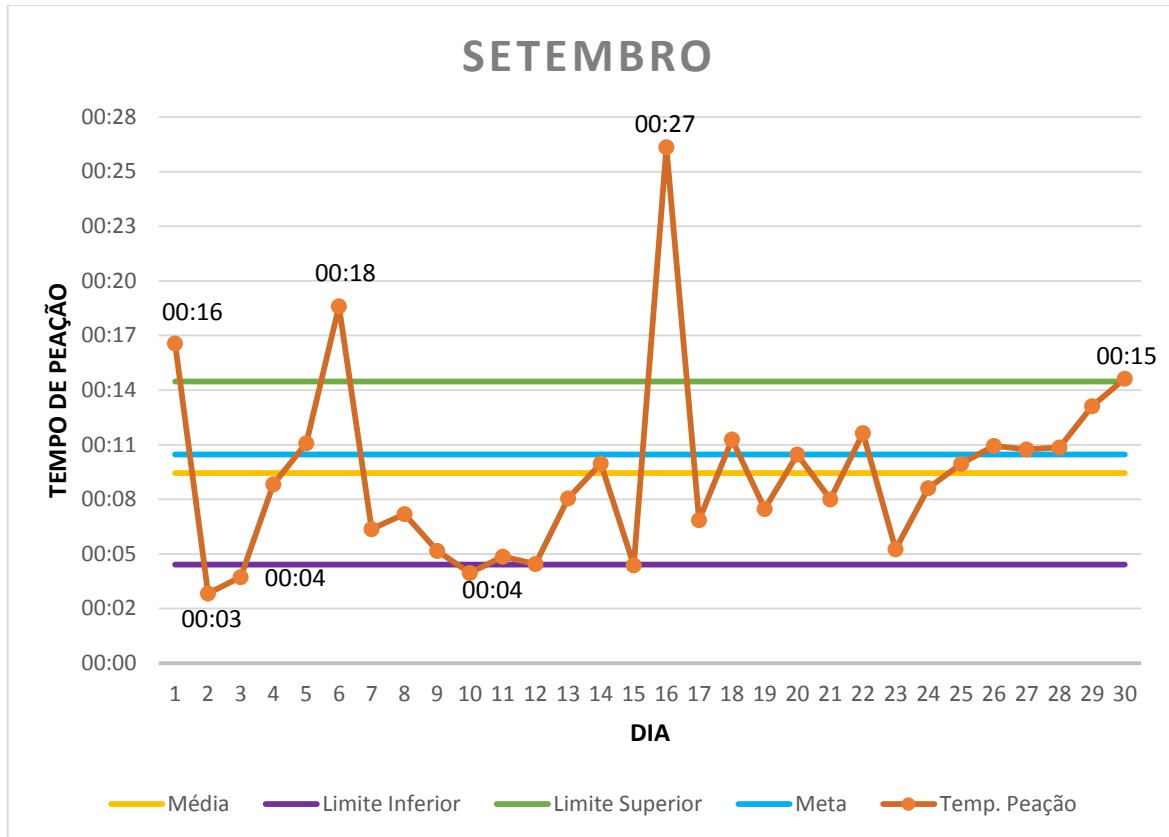


Fonte: Autora (2019).

Na Figura 34, que representa o mês de agosto, nota-se que a média dos tempos e a meta coincidiram. Este fato representa um resultado positivo e inédito na avaliação dos indicadores.

Outra melhora perceptível em relação aos dois meses anteriores ficou por conta dos desvios iguais ou acima da meta, que para este caso resultaram em 14 dias fora do nível tolerado.

Figura 35 - Tempo de peação em setembro.



Fonte: Autora (2019).

O mês de setembro, representado pela Figura 35, apresentou um acentuado desvio padrão, estimado em 6 minutos, que pode ser explicado pelo pico acima do limite superior registrado no dia 16.

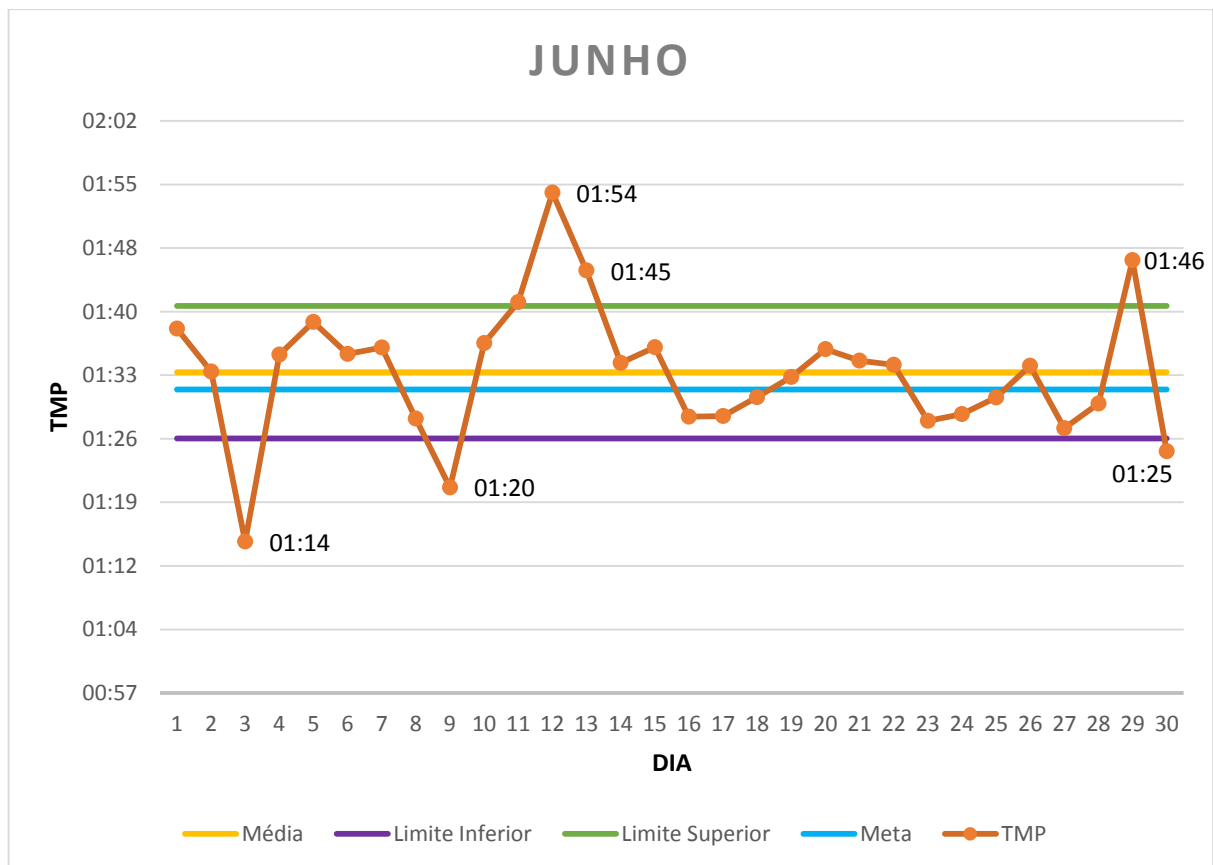
Por sua vez, este período apresentou os melhores tempos em relação aos meses analisados do indicador, de forma que, em 14 dias o tempo aferido ficou igual ou acima da meta tolerada.

5.5 TEMPO MÉDIO DE PERMANÊNCIA

O último indicador a ser analisado diz respeito ao KPI do TMP de veículos na empresa durante o processo de carregamento. A meta imposta para este indicador foi o somatório das metas associadas aos OPI's do tempo de espera para carregamento, tempo de carregamento, tempo de conferência e tempo de peação, resultando em 92 minutos (1h 32 minutos).

Os tempos referentes a cada indicador, registrados durante o período de junho a setembro, foram somados e resultaram no TMP de veículos.

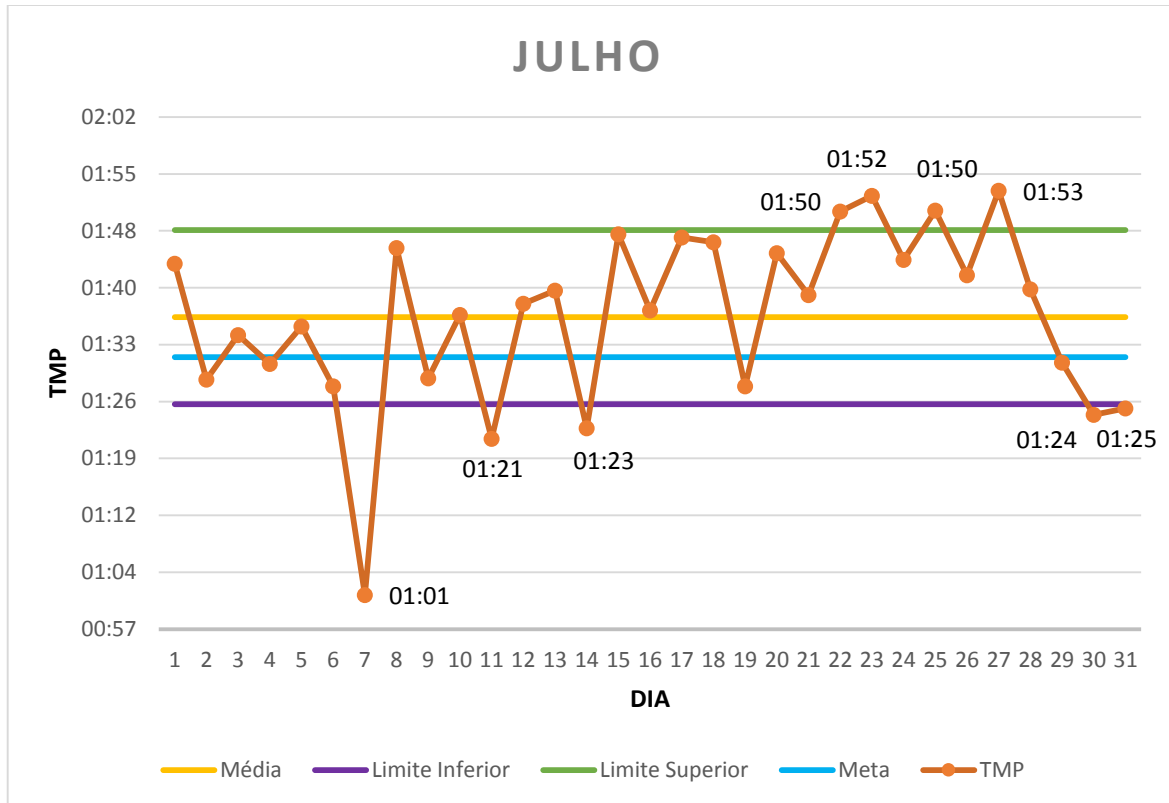
Figura 36 - TMP em junho.



Fonte: Autora (2019).

Durante o mês de junho, que consta na Figura 36, em um total de 18 dias o TMP permaneceu igual ou acima da meta. A dispersão dos dados mostrou relativa aderência a média, porém, os dias 3 e 12 apresentaram picos fora do padrão, registrando tempos acentuadamente abaixo do limite inferior e acima do limite superior, respectivamente.

Figura 37 - TMP em julho.

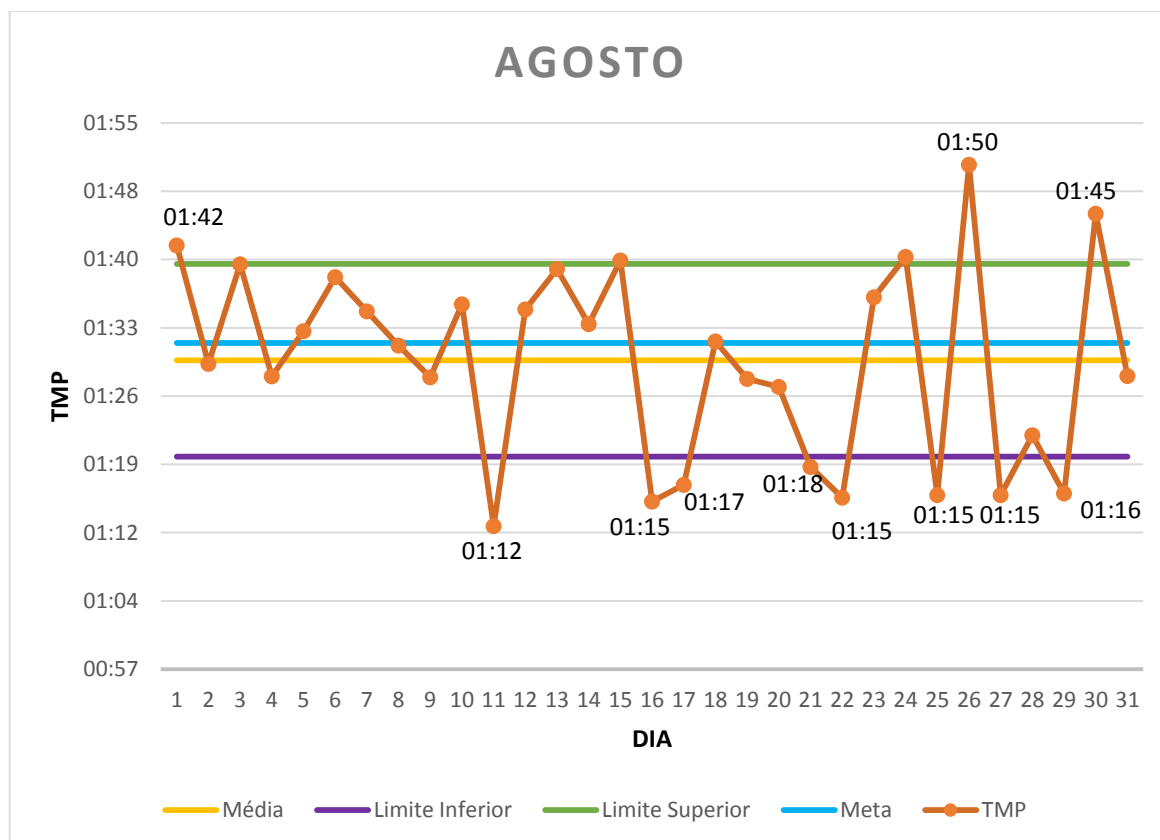


Fonte: Autora (2019).

A Figura 37 apresenta o TMP em julho, neste período destaca-se o dia 7 que apresentou um tempo aproximadamente 30 minutos menor em relação à meta estabelecida.

Apesar do tempo reduzido registrado naquele dia específico, em um período de 20 dias o tempo permaneceu igual ou acima da tolerância, acarretando em um acentuado aumento em relação ao mês anterior.

Figura 38 - TMP em agosto.

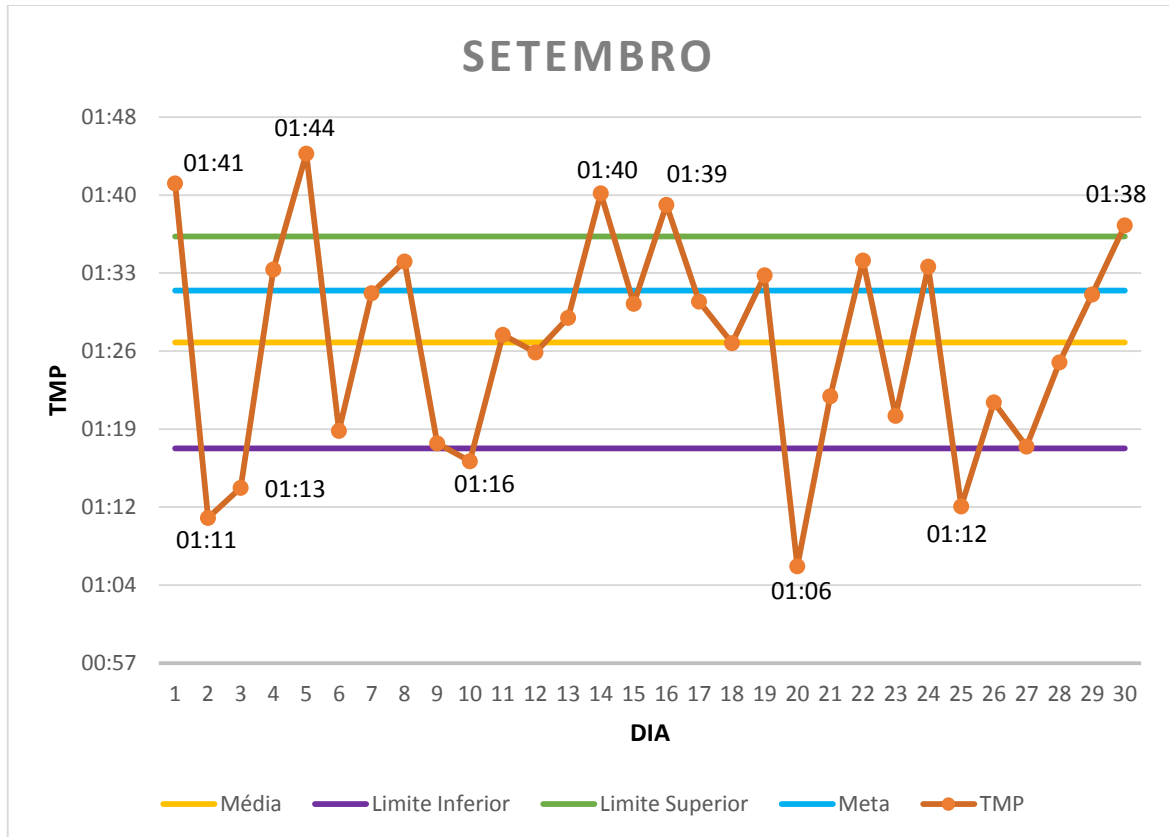


Fonte: Autora (2019).

O mês de agosto, representado pela Figura 38, apresentou grandes oscilações em torno de dias consecutivos, aumentando o desvio padrão da amostra, que foi estimado em 11 minutos,

Neste período, 15 dias registraram tempos iguais ou acima da meta. Este resultado demonstrou uma melhora considerável no indicador em comparação aos meses anteriores.

Figura 39 - TMP em setembro.



Fonte: Autora (2019).

Em se tratando do mês de setembro, ilustrado pela Figura 39, este manteve acentuadas oscilações registradas dia após dia, apresentando um desvio padrão de 12 minutos, situação semelhante ao mês anterior.

Durante este período foram registrados 10 dias de tempos iguais ou acima da meta. Este resultado representa os melhores tempos relativos ao KPI do TMP em comparação a todos os meses observados.

A partir do desmembramento do KPI em quatro OPI's foi possível acompanhar a evolução diária do indicador e monitorar os processos intrínsecos ao carregamento de veículos na empresa de forma mais acurada, permitindo entender onde estão os principais gargalos e verificar se as medidas tomadas para atenuá-los atingiram os resultados esperados.

No período analisado, apesar das diversas oscilações registradas diariamente, verificou-se que houve redução no TMP de veículos em se tratando do primeiro ao último mês observados. O mês de julho apresentou o pior desempenho do indicador, porém, pôde-se notar uma melhora na responsividade às medidas adotadas até o mês de setembro, de forma que, este registrou os melhores tempos referentes ao TMP.

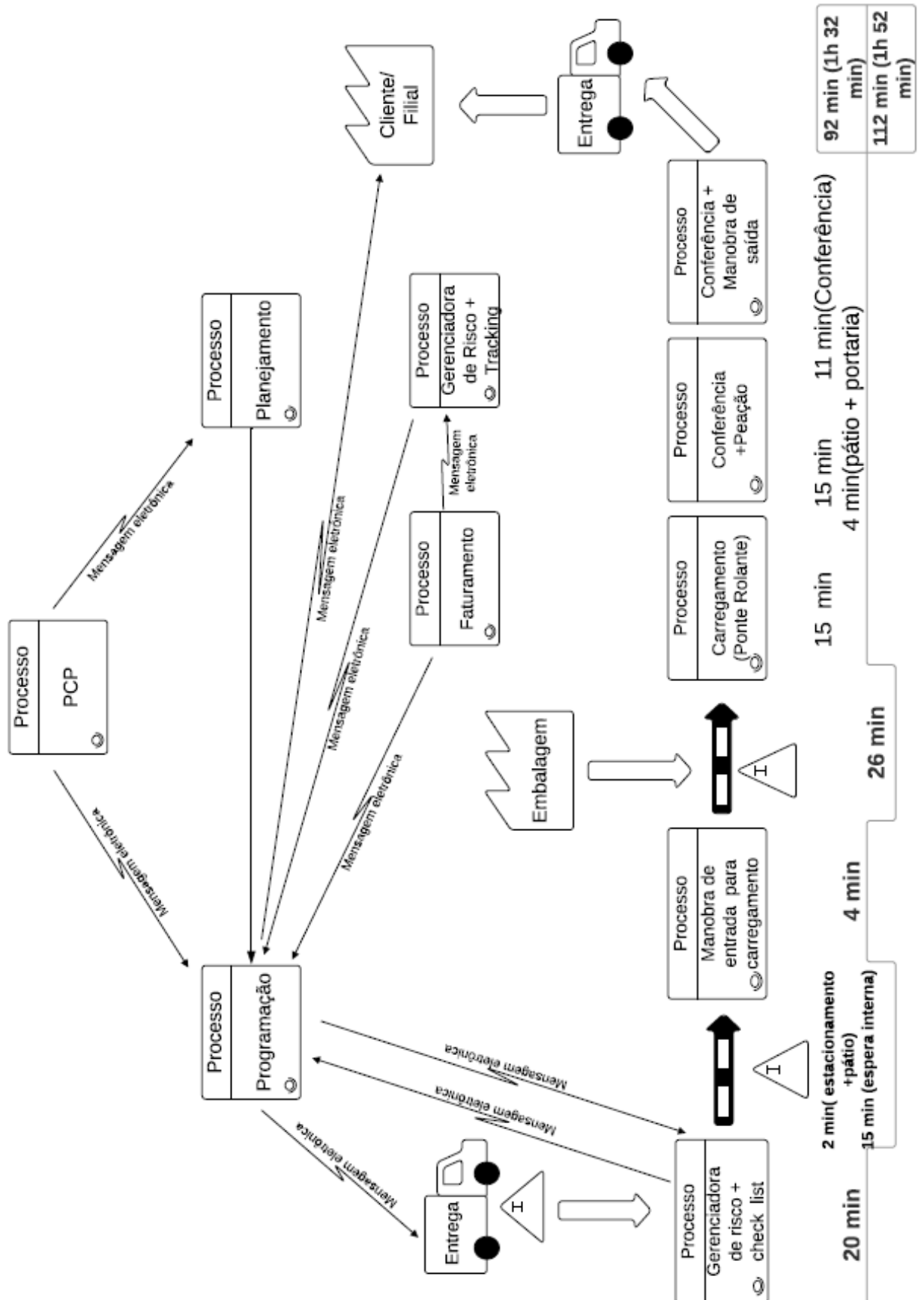
5.6 VSM DO ESTADO FUTURO

A partir da identificação e análise dos gargalos inerentes ao processo de carregamento de veículos, por intermédio do VSM do estado atual, representado pela Figura 17, e estimando a redução no tempo acarretada pelas medidas propostas à cada indicador, foi possível construir o VSM do estado futuro, ilustrado pela Figura 40.

Em relação ao VSM do estado atual, cujo TMP é de 1h 49 minutos, o VSM do estado futuro visa uma redução de tempo total de 17 minutos, obedecendo a meta imposta pela empresa de 1h 32 minutos.

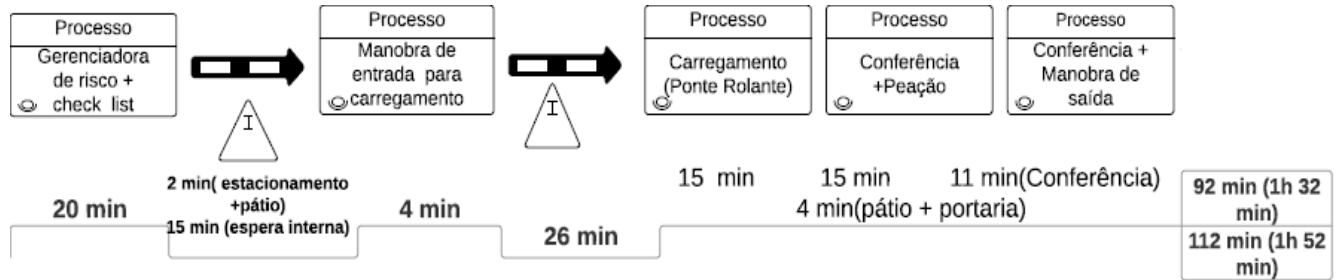
O VSM do estado futuro corresponde a uma projeção do cenário a ser alcançado através das metas propostas pelos indicadores, considerando a eliminação de processos que geram desperdícios, como a parada de veículos na balança, na chegada e saída da empresa, para pesagem e aferição da ordem de embarque e a sistematização e padronização dos processos.

Figura 40 - VSM do estado futuro.



Fonte: Autora (2019).

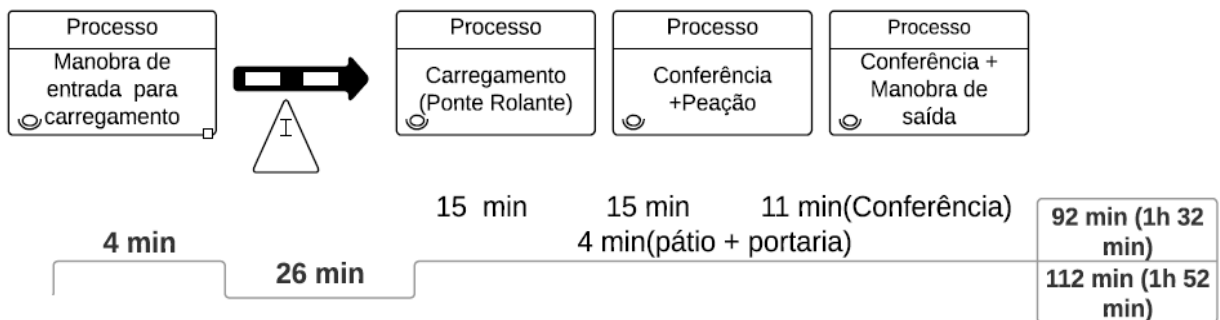
Figura 41- Tempo total no VSM do estado futuro.



Fonte: Autora (2019).

A Figura 41 apresenta o cenário futuro referente ao tempo total do processo, no qual nota-se a eliminação da parada na balança para pesagem do veículo, tanto na entrada da usina como na saída, resultando em 1h 52 minutos.

Figura 42 - TMP no VSM do estado futuro.



Fonte: Autora (2019).

Na Figura 42 está representado o mapeamento futuro do processo referente ao TMP, ainda partindo da premissa da não consideração das operações realizadas na gerenciadora de risco, o qual resultou em um TMP estimado em 1h 32 minutos.

O tempo entre a manobra de entrada e o início do carregamento, aferido em 26 minutos, foi maior que o registrado no VSM do estado atual, onde o tempo foi estimado em 19 minutos. Isto pode ser explicado devido ao fato de atualmente a empresa adotar a premissa de efetuar 3 carregamentos por hora em cada uma das baias dos pátios de expedição, e a partir da eliminação de desperdícios e padronização das operações inerentes a este processo visa se ser possível carregar 4 veículos por hora em cada baia.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho buscou propor uma metodologia para a redução do TMP de caminhões durante o processo de carregamento de bobinas de aço em uma siderúrgica, com base nos princípios e ferramentas do Lean Manufacturing.

Acerca dos objetivos específicos, estes foram fundamentais para a estruturação da sequência metodológica e alcance do objetivo geral do presente estudo.

A descrição do processo de carregamentos de caminhões na empresa permitiu o entendimento da dinâmica organizacional que rege o sistema operacional da empresa, tornando possível a construção do VSM do estado atual. Este, por sua vez, possibilitou a identificação de gargalos inerentes ao processo e a posterior proposição de medidas para a eliminação de desperdícios de espera, de processamento e de movimentação, de forma a reduzir o tempo necessário para a execução de cada processo.

Em se tratando da proposição de Indicadores de Desempenho, estes foram desenvolvidos com o intuito de monitorar diariamente os tempos relativos aos processo de carregamento de veículos. Esta ferramenta se mostrou eficiente, de modo que, viabilizou o acompanhamento e comparação dos tempos registrados durante um período de quatro meses, demonstrando os pontos críticos, as boas práticas adotadas e a evolução diária de cada indicador.

A elaboração do VSM do estado futuro foi possível graças as etapas descritas anteriormente, que levaram a construção de um cenário com desperdícios eliminados, processos padronizados e um TMP reduzido.

Desta forma, nota-se que o objetivo geral e os específicos foram alcançados, de modo que a metodologia proposta se utilizou de conceitos baseados no Lean Manufacturing e na proposição de indicadores para obtenção de resultados satisfatórios no período de tempo em que foi analisada, sendo possível observar redução do TMP em se comparando o mês de julho com setembro.

Como proposta para trabalhos futuros sugere-se o monitoramento dos indicadores por um período de tempo maior, de forma a verificar como a metodologia converge em um intervalo de um semestre a um ano de observação. Outro ponto possível de ser explorado diz respeito ao estudo de um determinado OPI, acompanhando-o diariamente e investigado com afinco os principais desvios registrados, de modo a tratar a causa raiz.

REFERÊNCIAS

- AZAMBUJA, R. **Influência do conhecimento dos trabalhadores em sistema de manufatura enxuta sobre os indicadores de produção de uma empresa automobilística**. 2011. 179 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Centro de Tecnologia e Inovação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.
- BARBOSA, H. C. **Indicadores de desempenho dos negócios: avaliação de sua importância no acompanhamento e revisão de ações estratégicas em empresas de manufatura (um estudo de caso)**. 2008. 188 p. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas) - Escola de Administração de Empresas, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2008.
- BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho**. 6ª ed. São Paulo: Blucher, 1977.
- CANTANHEDE, M. A. **Lean Thinking em desenvolvimento de software: estudo e aplicação de ferramenta para avaliação do Lean em software**. 2014. 161 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) – Centro de Tecnologia e Inovação, Universidade Estadual de Campinas, Limeira, 2014.
- CARVALHO, E. F. **Gestão da qualidade e utilização do Método de Ishikawa na diminuição do Tempo de Permanência dos Veículos - TPV Inbound: estudo de caso**. 2015. 104 p. Dissertação (Mestrado Em Gestão Industrial) – Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda, 2015.
- CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Resolução nº 211**. 2006. Disponível em: <<https://www.denatran.gov.br/Resolucoes/Resolucao2112006.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2019.
- CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Resolução nº 701**. 2017. Disponível em: <<https://www.denatran.gov.br/Resolucoes/Resolucao7012017.pdf>>. Acesso em: 14 out. 2019.
- CONTADOR, J. C. **Gestão de operações: A engenharia de produção a serviço da modernização da empresa**. 3ª ed. São Paulo: Blucher, 2010.
- CUNHA, O. **Implementação de metodologia 5S e análise de Tempos e Métodos numa linha de montagem de carrocerias**. 2012. 88 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial) - Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Coimbra, Coimbra, 2012.
- DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. **O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens**. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.
- FELÍCIO, E. A. **Estudo da implementação de conceito da produção enxuta para redução de resíduos em uma manufatura do ramo siderúrgico**. 2015. 66 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2015.
- GERHARDT, T. E; SILVEIRA, D.T. **Métodos de pesquisa**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1ª ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. 120 p.

GHINATO, P. **Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente um *Just-in-Time***. 1ª ed. Caxias do Sul: Educs, 1996.

HIRASSAKA, S. A. **A aplicação de ferramentas da qualidade no auxílio da redução do tempo de permanência do veículo em uma indústria metalúrgica**. 2018. 97 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade de Mogi das Cruzes, Mogi das Cruzes, 2018.

IMAI, M. **Kaizen: a estratégia para o sucesso competitivo**. 2ª ed. São Paulo: Editora Imam, 1994.

INSTITUTO AÇO BRASIL. **Estatísticas de desempenho**. 2019. Disponível em: <<http://www.acobrasil.org.br/site2015/estatisticas.asp>>. Acesso em: 09 set. 2019.

INVERNIZZI, G. **O Sistema Lean de Manufatura aplicado em uma indústria de autopeças produtora de filtros automotivos**. 2006. 111 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Gestão da Qualidade Total, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

JORGE, D. P. **Desenvolvimento de soluções *Lean Manufacturing* aplicadas num sistema produtivo de moldes**. 2016. 97 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Técnico Lisboa, Lisboa, 2016.

LANTELME, E. M. V. **A implementação de sistemas de medição de desempenho em empresas do setor de construção: processo cognitivo e competências gerenciais**. 2001. 149 p. Dissertação (Pós Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

LÍDER. **O operador de ponte rolante**. 2019. Disponível em: <<http://www.liderestreinamentos.com/cursos/aperfeicoamento-profissional/operador-ponte-rolante.html>>. Acesso em: 12 out. 2019.

LIKER, J. **O Modelo Toyota: 14 Princípios de Gestão do Maior Fabricante do Mundo**. 1ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

LOBATO, D. M. *et al.* **Estratégia de Empresas**. 9ª ed. Rio de Janeiro: FGV Management, 2009.

MENDES, J. M. **Balanced Scorecard e Painel de Indicadores: implementação numa entidade pública do setor dos transportes**. 2013. 102 p. Dissertação (Mestrado em Gestão) - Faculdade de Economia, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2013.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. 2ª ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

NAZARENO, R.R. **Proposta de um método para a Concepção, Desenvolvimento, Implementação e monitoramento de um sistema de produção enxuta**. 2007. 104 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

- NEGRÃO, L. L. **Caracterização da implementação do Lean Manufacturing na região Amazônica: identificação do grau de adoção e seu efeito no desempenho empresarial.** 2016. 197 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2016.
- OHNO, T. **O Sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala.** 1ª ed. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- RITZMAN, L. P; MALHOTRA, M; KAJEWSKI, L. J. **Administração de produção e operações.** 8ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.
- ROTHER, M., SHOOK, J. **Aprendendo a Enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício.** 1ª ed. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.
- SHINGO, S. **O sistema Toyota de produção do ponto de vista da engenharia de produção.** 1ªed. Porto Alegre: Bookman, 1996.
- SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação.** Universidade Federal de Santa Catarina. 4ª ed. Florianópolis: Atual, 2005.138 p.
- SLACK, N. *et al.* **Administração da produção.** 1ª ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- TAJAX. **Berço metálico para transporte rodoviário de bobinas de aço.** 2016. Disponível em: < http://tajax.com.br/apresentacao_tecnica_berco_metalico_modelo_3.pdf>. Acesso em: 12 out. 2019.
- TARDIN, M. G. *et al.* **Aplicação de conceitos de engenharia de métodos em uma panificadora: um estudo de caso na panificadora Monza.** Salvador: out. 2013. XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, **Anais...** 2013.
- TORRES, L.F. **Avaliação da aplicação da Manufatura Enxuta em uma empresa do setor automobilístico: um estudo de caso.** 2011. 123 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia Mecânica – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.
- WILSON. L. **How to implement Lean Manufacturing.** 1ª ed. Nova York: McGraw-Hill Companies, 2010.
- WOMACK, J.P.; JONES, D.T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo.** 5ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.
- YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.