



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
ESCOLA DE MINAS**



**Departamento de Engenharia de Produção,
Administração e Economia**

MÍRIAN SILVA FERREIRA MAGALHÃES

**APLICAÇÃO DO ESTUDO DE TEMPOS E MOVIMENTOS PARA A REDUÇÃO
DO TEMPO DE PERMANÊNCIA DE VEÍCULOS NO PÁTIO DE SUCATAS DE
UMA EMPRESA SIDERÚRGICA**

Ouro Preto

2022

MÍRIAN SILVA FERREIRA MAGALHÃES

**APLICAÇÃO DO ESTUDO DE TEMPOS E MOVIMENTOS PARA A REDUÇÃO
DO TEMPO DE PERMANÊNCIA DE VEÍCULOS NO PÁTIO DE SUCATAS DE
UMA EMPRESA SIDERÚRGICA**

Monografia submetida à apreciação da banca examinadora de graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Ouro Preto, como parte dos requisitos necessários para a obtenção de grau de graduado em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Aloisio de Castro Gomes Junior

Ouro Preto

2022



FOLHA DE APROVAÇÃO

Mirian Silva Ferreira Magalhães

Aplicação do Estudo de Tempos e Movimentos para a redução do tempo de permanência de veículos no pátio de sucatas em uma empresa siderúrgica

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção

Aprovada em 04 de novembro de 2022

Membros da banca

Dr. Aloísio de Castro Gomes Júnior - Orientador - (Universidade Federal de Ouro Preto)

Dra. Irce Fernandes Gomes Guimarães - (Universidade Federal de Ouro Preto)

Dr. Magno Silvério Campos - (Universidade Federal de Ouro Preto)

Aloísio de Castro Gomes Júnior, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 04/11/2022.



Documento assinado eletronicamente por **Aloísio de Castro Gomes Junior, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 15/12/2023, às 13:40, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0642932** e o código CRC **458C189C**.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e irmã, que me incentivaram nos momentos difíceis, que me auxiliaram nas diversas fases da minha vida e que me motivaram e inspiraram na tarefa de me tornar a pessoa que sou hoje.

Aos amigos, que sempre estiveram ao meu lado, pela amizade incondicional e pelo apoio demonstrado nos momentos bons e nos momentos ruins da minha vida, me aconselhando e me apoiando.

À UFOP e aos professores, por todos os conselhos, pela paciência com a qual guiaram o meu aprendizado, e ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação profissional ao longo do curso.

Ao meu orientador Aloisio, pela dedicação, tempo, paciência e apoio em todos os momentos necessários.

RESUMO

O presente trabalho apresenta a aplicação de ferramentas de tempos e movimentos que visam reduzir o tempo de permanência dos veículos (TPV) no pátio de sucatas de uma empresa siderúrgica, com o intuito de reduzir o tempo de chegada de matéria prima ao forno e, conseqüentemente, diminuir o tempo do processo de fabricação do aço. Para atingir esse objetivo, foi realizado neste trabalho um estudo para mensurar a capacidade de descarga do Pátio de Sucata. Esse estudo busca, através do levantamento dos dados e identificação dos gargalos, analisar os diversos fatores que influenciam no aumento do TPV. E dessa maneira compilar melhorias para atingir a redução necessária deste índice, e aumentar a produtividade do setor. O estudo foi composto por cinco etapas, na seguinte ordem: mapeamento geral do processo de recebimento de sucata, cronoanálise, estudo de capacidade, levantamento de melhorias, e aplicação da melhoria mais viável, onde foi possível atingir a redução de 43% comparado ao mês anterior.

Palavras-chave: TPV, mapeamento, cronoanálise, coleta de dados, pátio, sucatas, caminhões.

ABSTRACT

The present work presents the application of time and movement tools that aim to reduce the permanence time of vehicles (TPV) in the scrap yard of a steel company, in order to reduce the time of arrival of raw material to the furnace and, consequently, reduce the time of the steel manufacturing process. To achieve this objective, a study was carried out in this work to measure the discharge capacity of the Scrap Yard. This study seeks, through data collection and identification of bottlenecks, to analyze the various factors that influence the increase in TPV. And in this way to compile improvements to achieve the necessary reduction of this index, and increase the productivity of the sector. The study consisted of five steps, in the following order: general mapping of the scrap receiving process, chronoanalysis, capacity study, improvement survey, and application of the most viable improvement, where it was possible to achieve a reduction of 43% compared to the month previous.

Keywords: TPV, mapping, chronoanalysis, data collection, yard, scrap, trucks.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma das células da Aciaria	19
Figura 2 - Mapeamento de Processos	23
Figura 3 - Gráfico de dados micro do processo dos caminhões que descarregam no Pátio de Sucatas	26
Figura 4 - Gráfico de espera estacionamento dos caminhões que descarregam no Pátio de Sucatas	27
Figura 5 - Gráfico de deslocamento até a classificação.....	27
Figura 6 - Gráfico de espera na classificação	28
Figura 7 - Gráfico Geral do TPV dos caminhões que descarregam no Pátio de Sucatas	29
Figura 8 - Gráfico de Gantt das Etapas do Pátio	29
Figura 9 - Gráfico de dados macro do processo dos caminhões que descarregam no Pátio de Sucatas	30
Figura 10 - Gráfico do tempo da chegada na classificação até a pesagem final dos caminhões que descarregaram no Pátio de Sucatas	31
Figura 11 - Tempo da chegada na classificação até a pesagem final dos caminhões que descarregaram no PPC.....	31
Figura 12 - Gráfico de comparação dos tempos da chegada na classificação até a pesagem final dos caminhões que descarregaram no Pátio de Sucatas com os que descarregaram no PPC...	32
Figura 13 - Gráfico de tempo médio de espera na classificação	33
Figura 14 - Gráfico do tempo médio de espera no estacionamento	34
Figura 15- Gráfico de porcentagem de caminhões basculantes e não basculantes	36
Figura 16 - Gráfico de dados micro do processo dos caminhões que descarregam no PPC....	38
Figura 17 - Gráfico de espera estacionamento dos caminhões que descarregam no PPC.....	39
Figura 18 - Gráfico de espera estacionamento dos caminhões que descarregam no PPC sem outliers	40
Figura 19 - Gráfico de espera na classificação dos caminhões que descarregam no PPC	40
Figura 20 - Gráfico de espera no PPC	41
Figura 21 - Gráfico de tempo de descarregamento de sucata no PPC.....	42
Figura 22 - Gráfico do tempo entre o término do descarregamento e a saída do caminhão do PPC	42

Figura 23 - Gráfico Geral do TPV dos caminhões que descarregam no PPC.....	43
Figura 24 - Gráfico Geral do TPV dos caminhões que descarregam no PPC sem outliers	43
Figura 25 - Gráfico de Gantt das Etapas do PPC	44
Figura 26 - Gráfico de dados macro do processo dos caminhões que descarregam no PPC ...	44
Figura 27 - Gráfico do tempo total no PPC	45
Figura 28 - Gráfico do TPV dos caminhões que descarregam no PPC por dia.....	46
Figura 29 - Gráfico de Limpeza de Escória do Forno	50
Figura 30 - Gráfico Real de Descarregamento no PPC no dia 14/07	51
Figura 31 - Gráfico Simulação de Descarregamento no PPC no dia 14/07	51
Figura 32 – Gráfico de tempos por período do dia.....	53
Figura 33 - Gráfico do número de caminhões por período.....	53
Figura 34 - Gráfico de Fila de Caminhões no dia 05/07	54
Figura 35 - Gráfico de Fila de Caminhões no dia 08/07	55
Figura 36 - Gráfico de Fila de Caminhões no dia 14/07	55
Figura 37 - Gráfico de Fila de Caminhões no dia 22/07	55
Figura 38 - Gráfico de Fila de Caminhões no dia 29/07	55
Figura 39 - Gráfico do TPV x Espera no estacionamento por tipo de veículo.....	57
Figura 40 - Gráfico do TPV x Espera no estacionamento x Quantidade de caminhões por tipo	58
Figura 41 - Gráfico do TPV por Peso da Carga	59
Figura 42 - Gráfico média do TPV e espera no estacionamento por tipo de sucata.....	60
Figura 43 - Gráfico da porcentagem de caminhões por tipo de sucata.....	60
Figura 44 - Layout atual do estacionamento do PPC	65
Figura 45 - Layout proposto para o estacionamento do PPC	66
Figura 46 - Proposta de área para troca de eixo	67
Figura 47 - Gráfico do TPV total por mês.....	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados do processo dos caminhões que descarregam no Pátio de Sucatas	25
Tabela 2 - Quantidade de caminhões basculantes e não basculantes	35
Tabela 3 - Dados do processo dos caminhões que descarregam no PPC	37
Tabela 4 – Relação da quantidade de caminhões por tipo de sucata no PPC.....	47
Tabela 5 - Relação de quantidade de caminhões por modelo no PPC	47
Tabela 6 - Dados Gerais dos caminhões do PPC	49
Tabela 7 - Turno de trabalho do Pátio de Sucatas e PPC	52
Tabela 8 - Relação entre turnos de trabalho e períodos de déficit.....	53
Tabela 9 - Dados de deslocamento da classificação ao PPC.....	68
Tabela 10 - Simulação do TPV com a melhoria.....	68
Tabela 11 - Relação do TPV por transportadora	69
Tabela 12 - Dados TPV Mensal	71

LISTA DE SIGLAS

TPV – Tempo de Permanência dos Veículos

PPC – Pátio de Preparação de Cestão

FEA – Forno Elétrico à Arco

VD - Tratamento à Vácuo

LC – Lingotamento Contínuo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	11
1.2	OBJETIVO GERAL.....	12
1.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
1.4	JUSTIFICATIVA.....	13
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1	ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO.....	14
2.2	DESEMPENHO DA PRODUÇÃO	15
2.3	INDICADORES DE DESEMPENHO.....	16
2.4	TEMPOS E MOVIMENTOS.....	17
3	ESTUDO DE CASO	19
3.1	MAPA GERAL	22
3.2	CRONOANÁLISES.....	24
3.3	ESTUDO DE CAPACIDADE	25
3.3.1	Análise Pátio de Sucatas	25
3.3.1.1	Análise por TPV Geral do Pátio.....	28
3.3.1.2	Análise do Pátio por dia de Cronoanálise	30
3.3.1.3	Análise por caminhão basculante	34
3.3.2	Análise do PPC	36
3.3.2.1	Análise TPV Geral PPC	43
3.3.2.2	Análise do PPC por dia de Cronoanálise.....	45
3.3.2.3	Análise TPV do PPC por tipo de sucata.....	46
3.3.2.4	Análise TPV do PPC por tipo de caminhão	47
3.3.2.5	Análise da limpeza da escória do forno da Aciaria:	48
3.3.3	Análise dos Turnos de Trabalho	52
3.3.4	Análise da Fila de Caminhões na Classificação.....	54
3.3.5	Análise por Tipos de Caminhões.....	56
3.3.6	Análise das Cargas e Origens	59
4	RESULTADOS E ANÁLISE	62
4.1	METODOLOGIA DA ANÁLISE DE MELHORIAS	62

4.2	CADERNO DE MELHORIAS	62
4.2.1	Estudo de layout do pátio	62
4.2.2	Estruturação de operação em quatro turnos	63
4.2.3	Alteração na responsabilidade pelo acompanhamento da limpeza da escória do forno da aciaria	64
4.2.4	Alteração no layout do estacionamento dos caminhões que descarregam no PPC	65
4.2.5	Alteração do local de troca de eixos dos caminhões Bi Trem.....	67
4.2.6	Alocação de funcionários para descarregamento no horário do almoço	69
4.3	RESULTADO FINAL	70
5	CONCLUSÕES	72
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

No mercado automotivo, diferentes peças demandam diferentes propriedades mecânicas, exigindo aços com desenvolvimentos particulares e com alto nível de qualidade, considerando-se também os processos aos quais o produto será submetido pelos compradores. Esses aços são chamados de aços especiais, e diferenciam-se dos aços comuns pela restrição das especificações impostas devido às aplicações críticas dos produtos finais, para que as condições de uso sejam atendidas conforme a exigência dos clientes.

A siderúrgica estudada produz aços especiais que são destinados a empresas que fornecem abastecimento de peças e acessórios veiculares, podendo estas serem montadoras ou sub-sistemistas. Outros segmentos de atuação são os aços para ferramentas, forjarias, rolamenteiros e revendas.

No seu processo de formação do aço a usina possui apenas operações de fusão e conformação, excluindo-se a etapa de redução do minério. Sendo que, segundo Mourão (2007), as usinas siderúrgicas são divididas em usinas integradas e usinas semi-integradas, tendo como matéria prima na usina integrada o ferro primário (minério de ferro), que é transformado em ferro na própria usina através dos altos-fornos, diferente da usina semi-integrada utiliza o ferro secundário (sucata de aço), que é transformada novamente em aço através do forno elétrico a arco, sendo assim a sucata sua matéria prima mais importante. Portanto o estudo acontece em uma usina semi-integrada

As sucatas utilizadas na usina em questão vêm de retorno interno, que sendo uma usina de aços especiais contêm muitas impurezas, e de terceiros que também contêm diversas impurezas. À vista disso essas sucatas são enviadas inicialmente para o pátio de sucatas para retirada das impurezas. De acordo com Lopes (2022), a principal função do pátio de sucatas é abastecer o pátio de preparação de cestão (PPC) com sucatas dentro dos padrões de tamanho e limpeza, que será utilizada para confeccionar os cestões e abastecer o forno elétrico a arco (FEA). Sendo que, os cestões, são recipientes no formato de uma cesta, fabricados em chapas de aço, que são utilizados para o transporte da sucata até o FEA.

Ao chegar na usina, a sucata passa primeiramente pela classificação, para assim ser destinada ao local ideal, podendo ir direto para o PPC, ou ir para o pátio de sucatas para passar por algum processo de limpeza e corte.

Sobre a classificação da sucata, Lopes (2022, p. 13) afirma que:

A sucata é classificada de acordo com densidade, tamanho e quantidade de impurezas e então destinadas ao Pátio de Preparação de Cestão se todos esses parâmetros estiverem dentro dos padrões. O classificador é a pessoa que tem função de analisar a quantidade de impurezas presentes na carga e garantir sua conformidade com as características estabelecidas seguindo a instrução técnica interna de sucatas. Quando algum dos parâmetros não estiver conforme, a sucata é classificada como não pronta e é enviada para ser processada no maquinário mais adequado, que varia conforme o tipo de sucata.

Sendo a sucata de terceiros a principal fonte de matéria prima da siderúrgica estudada, por consequência, o fluxo de caminhões dentro da usina é muito grande, tendo o tempo de permanência dos veículos (TPV) muito alto. Dessa forma, esse trabalho visa a redução do tempo de permanência de veículos, e pretende responder às seguintes questões: Quais são os principais problemas encontrados durante o fluxo dos veículos? Quais os principais gargalos encontrados no processo de recebimento de sucata? Quais possíveis melhorias para redução do TPV?

1.2 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral desse trabalho é relatar a aplicação do estudo de tempos e movimentos para reduzir o tempo de permanência dos veículos (TPV) no pátio de sucatas de uma empresa siderúrgica.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para alcançar o objetivo geral deste trabalho, os seguintes objetivos específicos foram definidos:

- Fazer um mapeamento/fluxograma que representa todo o processo de descarregamento de sucata na usina;
- Fazer coleta de tempo dos processos;
- Analisar os tempos coletados, distâncias, turnos de trabalho, tipos de caminhões, cargas e origens.
- Levantar melhorias que visam reduzir o TPV e melhorias gerais para melhorias do setor.

1.4 JUSTIFICATIVA

O processo de recebimento de sucata do pátio de sucatas da empresa siderúrgica estudada é composto por diversas etapas que dependem majoritariamente da mão de obra humana para realizar os serviços. Dessa forma, durante os processos há ocorrência de espera para seguir para outras etapas. E com isso, o tempo de entrega da sucata pode se tornar maior que o planejado. Sendo a sucata a primeira etapa do fluxo macro da Aciaria e a sua principal matéria prima, os gargalos no processo de recebimento trazem como consequência atrasos em todos os processos seguintes até a chegada ao cliente, portanto, anteriormente ao início do projeto, para medir o *lead time* do processo de entrada da sucata foi criado o indicador de TPV (Tempo de Permanência dos Veículos), que é medido desde a chegada da carreta carregada na portaria. Através dos tempos dos processos seguintes da Aciaria, sendo eles dependentes predominantemente de máquinas que contêm tempos definidos, foi possível estabelecida uma meta de tempo máximo para o indicador de 150 minutos.

Além da melhora produtiva para a siderúrgica, foi firmado com os fornecedores de sucata para uma redução do preço da carga em troca do TPV reduzido, o que permitiria a eles realizarem mais viagens, aumentando seus lucros.

A partir disso, viu-se a necessidade de mapear o fluxo completo do descarregamento de sucata na usina, visando a identificação dos gargalos e de potenciais recursos que podem vir a limitar a capacidade produtiva da empresa. Além disso, foi feito um estudo com o intuito de mensurar a capacidade de descarregamento do Pátio de Sucata e do PPC (Pátio de Preparação de Cestões), procurando analisar os diversos fatores que influenciam no aumento do TPV. Por fim, foi realizado o levantamento e a compilação de melhorias, que visam reduzir esse índice, e resultando em um aumento de produtividade do setor.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO

Para Corrêa e Corrêa (2011), a administração da produção é o gerenciamento estratégico de recursos, para transformação desses insumos em serviços e produtos com baixo custo, que atendam às expectativas da sociedade e do mercado. Lopes e Lima (2008) afirmam que, por muito tempo, as empresas priorizavam a eficiência e a redução de custos, mas que com as mudanças econômicas, políticas e sociais passaram também a priorizar a qualidade, a confiabilidade e a flexibilidade, assim somando custo e eficiência.

Segundo Slack, Brandon-Jones e Johnston (2018), a atividade fundamental para qualquer tipo de empresa é a utilização dos recursos da organização para criar *outputs* que atendam às exigências do mercado, sendo a administração da produção cada vez mais importante devido às mudanças no ambiente empresarial atual que requer sempre novas ideias. Sendo a atividade fundamental dos gerentes de produção dirigir a natureza e a estratégia global da produção, ter o entendimento geral das operações e dos processos e seu propósito e desempenho estratégico, transformando o propósito estratégico em realidade. (SLACK; BRANDON-JONES; E JOHNSTON,2018).

Diante disso, Tubino (2000) enfatiza que devido à globalização são constantes as mudanças e melhorias de seus sistemas produtivos que as empresas devem adequar para se manterem competitivas no cenário econômico, tendo elas então que possuírem um sistema produtivo ágil e flexível.

Van Assen, Berg e Pietersma (2010) afirmam que os modelos de gestão se destinam a resolver problemas e desafios empresariais e proporcionar novas perspectivas, resultando em mudanças positivas. Concluindo, a administração da produção pode fornecer um processo robusto para orientar as melhores escolhas, sendo mais claro no contexto do dinamismo ambiental que caracteriza a empresa moderna. Alguns benefícios são: senso de direção, centralização dos esforços, aumento da eficiência, redução dos impactos, definição de parâmetros, além de poder ser uma fonte de motivação e aumentar a conscientização da organização.

2.2 DESEMPENHO DA PRODUÇÃO

Slack, Brandon-Jones e Johnston (2018) afirmam que, a administração da produção é capaz de construir e destruir qualquer empresa, não só pelo fato de a função produção ser grande, representando maior volume de ativos e funcionários, mas principalmente por ser a responsável por alavancar a competitividade dela ao dar resposta aos clientes e ao desenvolver as capacitações que manterão a empresa à frente de seus concorrentes no futuro.

Conforme Rocha (2008, p. 3) “administrar a produção e operações pode ser vista como a parte da administração que comanda o processo produtivo, pela utilização eficaz dos meios de produção e das funções gerenciais, na busca de obter produtos ou serviços com elevados índices de desempenho”.

Slack, Brandon-Jones e Johnston (2018) alegam que contém cinco objetivos de desempenho da produção em nível operacional, que inclui os fatores mais diretamente relacionados à produção: qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade e custo.

- **Qualidade:** Conforme Jacobs, Chase e Souza (2009), o objetivo qualidade está dividido em qualidade do projeto e qualidade do processo, sendo a qualidade do projeto ligada às necessidades do cliente e a do processo se refere a confiabilidade do produto ou serviço.
- **Velocidade:** Segundo Slack, Brandon-Jones e Johnston (2018), a velocidade é o tempo decorrido desde que o cliente solicita produtos ou serviços até o momento em que os recebe, sendo esse tempo de resposta ajudado pela rapidez na tomada de decisão e pela movimentação rápida de materiais e informações dentro da operação.
- **Confiabilidade:** Para Slack, Brandon-Jones e Johnston (2018, p.104) a “confiabilidade significa fazer as coisas em tempo para os clientes receberem seus serviços ou produtos exatamente quando são necessários ou pelo menos quando foram prometidos”.
- **Flexibilidade:** De acordo com Slack, Brandon-Jones e Johnston (2018, p.107) a “flexibilidade significa ser hábil em mudar a operação de alguma forma”.
- **Custo:** Todas as empresas, mesmo as que não competem em preço gostariam de ter baixos custos, e quanto menor o custo de prestar e entregar serviços e produtos, menor pode ser o preço pago pelos clientes. (SLACK; BRANDON-JONES; E JOHNSTON,2018).

Slack, Brandon-Jones e Johnston (2018) completam que, as medidas de desempenho mais importantes são as que atingem o equilíbrio, assegurando o vínculo entre a estratégia global da operação, os indicadores de desempenho mais importantes que refletem os objetivos

estratégicos e o conjunto de medidas detalhadas que são usadas para completar cada indicador de desempenho-chave.

2.3 INDICADORES DE DESEMPENHO

De acordo Corrêa e Corrêa (2007) a medição de desempenho é o processo de quantificação da eficiência e da eficácia das ações que levam ao desempenho, ou seja, em uma lógica competitiva, para atingir seus objetivos, as empresas buscam satisfazer a seus clientes de forma mais eficiente e eficaz que seus concorrentes.

Para Fischmann e Zilber (2000), os indicadores de desempenho são instrumentos que auxiliam na determinação de planejamentos estratégicos, na definição das estratégias que serão aplicadas pela empresa e permite verificar a propriedade com que as decisões foram tomadas.

Soares e Souza (2020) afirmam que o desempenho pode ser medido a partir de uma ampla variedade de indicadores, mas pela disponibilidade, confiabilidade e representatividade em termos de resultados e efetividade, são mais utilizados os financeiros e operacionais, como produção, vendas, receita ou lucro das firmas.

Dennis (2008) defende que em uma fábrica há diversos setores ligados uns aos outros, sendo o aumento da eficiência e cada setor essencial para as organizações se manterem competitivas. Desta forma, há diversas ferramentas e métodos disponíveis para a gestão de melhorias de produtividade e eficiência.

Segundo Bezerra, Melo, Seixas e Lima (2020), os indicadores de desempenho servem para medir a eficiência da implementação de estratégias e comparar com os objetivos estabelecidos, podendo eles ser utilizados nas empresas para medir e controlar processos e desenvolver estratégias de redução de custos com base nos resultados apresentados.

De modo geral, para Santos, Viana, Damasceno e Silva (2021), para avaliar o desempenho, é necessário definir e manter indicadores e/ou métricas para desenvolver padrões operacionais eficazes, que também contribuem para a execução do sistema de gerenciamento de desempenho de uma empresa. Neste caso, a gestão do desempenho operacional significa medir, monitorizar e também melhorar o desempenho das equipes de trabalho, como colaborador direto para o desempenho global da organização.

Zeltzer (2005) pontua que indicadores de desempenho envolvem um modelo e uma variável aleatória em função do tempo, podendo defini-lo como uma representação quantificável de

características (atributos ou requisitos) de produtos (bens e serviços) e processos, que são utilizados como forma de melhorar o acompanhamento e resultados ao longo de um intervalo de tempo. Os indicadores de desempenho foram criados com a intenção de corrigir possíveis falhas identificadas a partir do acompanhamento de dados da empresa (CAMPOS, 2008).

2.4 TEMPOS E MOVIMENTOS

Souto (2002) afirma que a engenharia de métodos, através de estudos e análises sistêmicas para padronizar o processo, tem como objetivo aperfeiçoar tais processos, modificando-o em busca de otimizar os tempos e custos dele, e conseqüentemente, eliminando os movimentos repetitivos que causa estresse ao trabalhador, gargalos e atrasos no processo.

De acordo com Andrade (2006), os principais objetivos que justificam o estudo dos tempos e métodos:

- Melhoria do posto de trabalho, melhoria de máquinas e equipamentos, melhorias de condições de trabalhos;
- Ergonomia, redução no esforço físico;
- Fadiga e melhor utilização dos recursos, instalações, materiais e mão de obra.

Slack et al (2018) salientam que o estudo do tempo é um método de medição dos tempos de trabalho para os elementos de um processo específico, com o intuito de analisar esses dados coletados, e obter o tempo necessário para realizar o trabalho a determinado nível de produtividade desejada.

Barnes (1977) completa que estudo de movimentos tem como objetivo encontrar o melhor método para a execução de um processo específico. Enquanto o objetivo do estudo do tempo é estabelecer o tempo ideal para a execução de um trabalho.

Para as análises de tempos e métodos, é essencial desenvolver quatro práticas, sendo elas: investigação, anotação de dados e informação, avaliação crítica e projeto de novos procedimentos ou oportunidade de melhoria. Além dessas práticas, são importantes as ferramentas que ajudam no seu desenvolvimento, podemos citar: cronômetro centesimal, além de folha de observação e prancheta (PEREIRA; FENERICH, 2019).

Dessa forma, de acordo com Peinado e Graeml (2004), o estudo de tempos através da cronoanálise é um método utilizado para medir e controlar estatisticamente a tarefa a ser

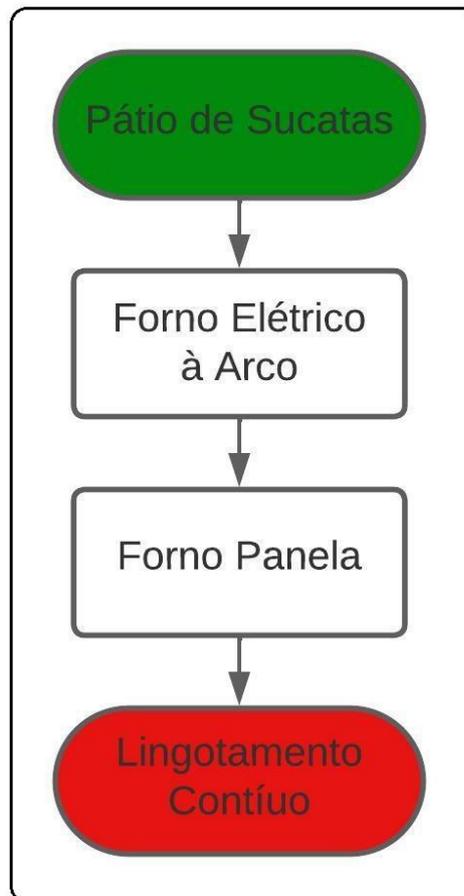
realizada, calculando o tempo padrão que determina qual a capacidade produtiva da organização.

A cronoanálise é uma técnica onde são feitas cronometragens para analisar o tempo que um operador ou uma máquina leva para realizar alguma tarefa na linha de produção, sendo considerado todo tempo ocioso (OLIVEIRA, 2009).

3 ESTUDO DE CASO

Visando um maior contato e entendimento de todo o processo produtivo da área estudada, na Figura 1 tem-se um diagrama representativo das células que compõem a Aciaria, com o caminho das etapas/células para a produção dos aços especiais.

Figura 1 - Fluxograma das células da Aciaria



Fonte: Autor

A produção do aço tem seu início no pátio de sucatas, ele é um conjunto de áreas destinadas ao armazenamento, corte e seleção de sucatas para serem posteriormente utilizadas para abastecer o Forno Elétrico à Arco (FEA).

A segunda etapa após a preparação das sucatas é o Forno Elétrico à Arco (FEA), que é um reator metalúrgico que tem capacidade de transformar sucata em aço líquido de qualidade. A fusão dos materiais é realizada através do calor fornecido pelo arco elétrico, a partir de eletrodos de grafita e de correntes elétricas. Atinge-se assim temperaturas entre 1590°C e 1700°C,

dependendo da composição química do aço a ser produzido. Nesta etapa nomeada Refino Primário ou Refino Oxidante, ocorre à retirada de impurezas do banho metálico, como carbono e fósforo. Há injeção de oxigênio no metal líquido para retirada e oxidação destes elementos, com a formação de óxidos que são separados da fração líquida, permanecendo na escória.

Após passar pelo FEA, o aço segue para o Forno Panela, dando sequência na cadeia produtiva. Nesta etapa nomeada Refino Secundário ou Refino Redutor ocorre a adição simultânea de ferro ligas e de desoxidantes para ajustar a qualidade do aço. Nela ocorre a etapa de redução de teor de enxofre (dessulfurário) e a redução do teor de oxigênio (desoxidação), além da introdução de elementos de liga, e da limpeza do aço através de agitação com gases inertes.

Há também uma etapa de refino adicional para maior controle das composições dos produtos, o Tratamento à Vácuo (VD). É nesta fase do processo em que ocorre remoção de hidrogênio, nitrogênio e de inclusões ainda em sua forma líquida.

Nesta etapa o operador do VD acompanha meticulosamente a temperatura do aço e os níveis de hidrogênio e oxigênio para garantir que o aço seja vazado no lingotamento contínuo nas condições apropriadas. Durante o refino secundário amostras de aço são retiradas pelo operador e enviadas ao laboratório para avaliação, são elas conhecidas como provas, ou P's.

A última etapa do processo de aciaria é o lingotamento contínuo (LC). O aço do VD é vazado para o distribuidor do LC, sendo que ele faz com que a transferência do aço seja suave e constante, resultando em uma homogeneidade do produto. E por meio de uma válvula, que tem como princípio evitar contaminação com o ar, o banho metálico é transportado para o molde do equipamento, constituindo o resfriamento primário.

A solidificação do aço inicia quando o aço líquido entra em contato com as paredes refrigeradas do molde, que tem uma camada de pó de molde aplicada, formando uma casca sólida na direção contrária à extração do calor. O resfriamento secundário é realizado por sprays d'água para a obtenção da solidificação completa do material, passando posteriormente por rolos extratores e endireitadores. Ao fim, as barras lingotadas são cortadas pelo mecanismo de oxicorte.

O estudo foi realizado na célula Pátio de Sucatas, sendo a primeira parte da área produtiva Aciaria. Ele é um conjunto de áreas destinadas ao armazenamento, corte e seleção de sucatas para serem posteriormente utilizadas na etapa de fabricação dos aços. Uma série de procedimentos de rotina são necessários para o bom funcionamento da célula. Esses procedimentos serão descritos posteriormente.

As matérias-primas secundárias utilizadas na aciaria são compradas de indústrias e de sucateiros. Sendo que, no Pátio de Sucatas ocorre um processo de classificação e beneficiamento antes da sucata ser encaminhada para a Aciaria.

A classificação destes materiais é de suma importância, pois afeta diretamente as etapas posteriores do processo, em que se trabalha com uma faixa restrita de parâmetros para cada tipo de aço. Entre os critérios avaliados estão: composição química, densidade, qualidade e impurezas, impactando no valor de compra destes lotes. Tem-se como impurezas componentes presentes que não devem aparecer no aço pronto, como terra, madeira, concreto, borrachas, além de água, pois sucatas úmidas podem provocar explosões quando inseridas no forno.

Além destas impurezas, evita-se através de um processo de seleção visual e manual metais não ferrosos, como alumínio, cobre, chumbo e zinco, ou com resíduos de óleo e solventes. Alguns materiais não ferrosos como o cobre são separados e direcionados para a área de não ferroso para serem vendidos futuramente. Os lotes que possuem estas restrições são devolvidos ao fornecedor de sucata responsável. Sendo assim, o Pátio de Sucatas além de a primeira etapa para a produção do aço, é a célula com maior impacto no custo final da produção.

As sucatas são separadas conforme a sua classificação (especial, GM, fundo de baía, entre outras), cortadas no oxicorte manual ou no oxicorte automático nas dimensões adequadas, e enviadas ao PPC, etapa responsável pela preparação dos cestões que serão encaminhados ao forno elétrico à arco. Uma boa preparação da sucata e das cargas garante uma boa faixa de composição química e uma redução nas probabilidades de interrupções no FEA.

Os gargalos nas etapas da célula do pátio de sucatas trazem consequências para todos os outros processos da usina, gerando atrasos na entrega do produto ao cliente. Após identificar o valor muito acima da meta no TPV, foi vista a necessidade de iniciar este projeto para redução do indicador.

Este estudo é composto por quatro etapas. Na primeira, consta o mapeamento do processo. Neste item, será descrito como foi feita a construção do fluxograma que representa todo o processo de descarregamento de sucata na usina.

A segunda etapa é a de Cronoanálises. Neste item, será explicada a metodologia de coleta de dados utilizada, além do detalhamento da quantidade de horas dos processos que observados.

O terceiro item, que descreve uma das principais etapas do projeto, é a do Estudo de Capacidade. Aqui serão detalhadas todas as análises realizadas, especificando os diferentes fatores que influenciam no TPV. Este item está dividido em Análise do Pátio de Sucatas, Análise do PPC, Análise dos Turnos de Trabalho, Análise da Fila de Caminhões na Classificação, Análise por Tipos de Caminhões, Análise das Cargas e Origens.

Por fim, temos a última etapa, que é o Relatório de Melhorias. Neste item, serão destrinchadas cada uma das melhorias levantadas ao longo do projeto, incluindo tanto aquelas que visam reduzir o TPV, quanto melhorias gerais para otimização do setor.

3.1 MAPA GERAL

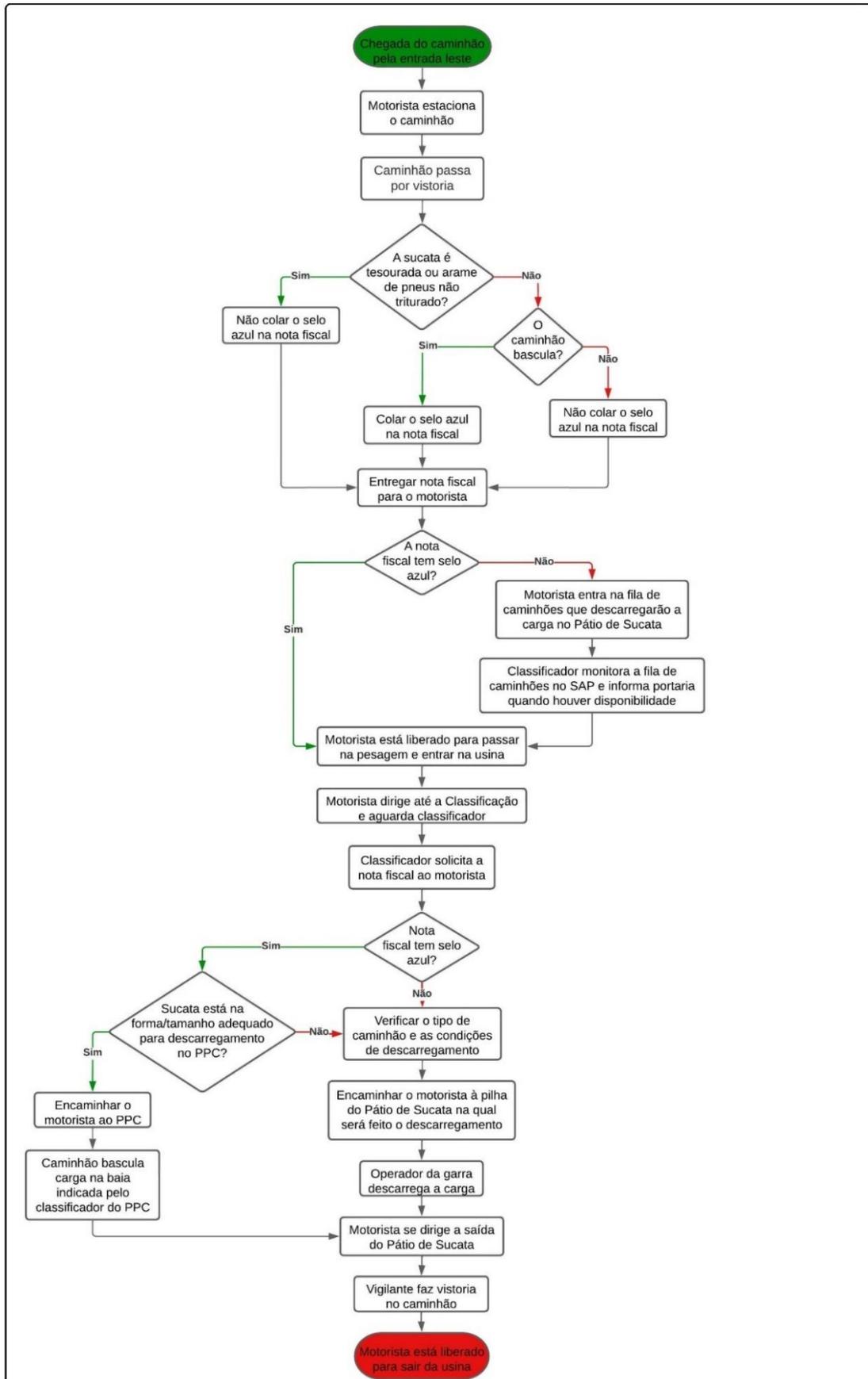
A fim de compreender e representar o processo macro, que descreve todas as etapas percorridas ao longo do período em que se está sendo contabilizado o tempo de permanência dos veículos na usina, foi desenvolvido um Mapa Geral do processo de descarregamento da sucata. Como o nome indica, é um mapeamento do processo, ou seja, representa a situação atual do fluxo, descrevendo as atividades conforme são realizadas atualmente.

Para a construção do Mapa Geral, foi feita diversas entrevistas com os colaboradores de todos os locais por onde passam os caminhões durante o processo de descarregamento da sucata: o estacionamento externo de caminhões, a Portaria Leste (onde se encontra a balança), a plataforma de Classificação, o Pátio de Sucata e o PPC. Além disso, após a construção inicial do Mapa, ocorreu uma validação com os colaboradores da siderúrgica, de forma que o fluxograma estivesse de acordo com o que de fato ocorre no processo atualmente, ou seja, retratando fielmente a realidade do fluxo.

Esta etapa do projeto teve uma grande relevância, visto que o entendimento macro do processo é o primeiro passo para que se possa analisar os gargalos que estão limitando a capacidade da empresa, acarretando o aumento do TPV.

O Mapa Geral pode ser visto na Figura 2:

Figura 2 - Mapeamento de Processos



Fonte: Autor

3.2 CRONOANÁLISES

Para possibilitar o estudo de melhorias para o Pátio de Sucatas, com o objetivo de diminuir o TPV, eram necessários os dados de duração de cada etapa que os caminhões percorrem. Com essa necessidade, a solução ideal para tal, foi a utilização de cronoanálises. Essa parte do projeto consiste na coleta dos tempos iniciais e finais dessas etapas. Além disso, a cronoanálise permite a visualização de quais etapas levavam mais tempo, menos tempo, e se apresentavam gargalos, para então estudar como poderiam ser reduzidos.

Para a coleta destas cronoanálises, foram realizadas coletas dos dados no PPC e na classificação. Na classificação foram registrados os horários das principais etapas daqueles que descarregaram no pátio de sucatas, ou seja, horário de chegada e saída da classificação, o início e fim dos descarregamentos e a limpeza dos caminhões. Também foram registrados na classificação os horários daqueles que descarregaram no PPC, coletando os horários de chegada e saída da classificação, troca de eixo, o tipo de caminhão, se era basculante e o horário de saída do pátio.

No local, os dados foram registrados em tabelas previamente criadas a fim de facilitar a anotação. Após a coleta de todos os dados necessários, uma planilha foi criada para que fosse possível reunir os dados, de todos os dias e etapas. O objetivo desta planilha foi tornar o mais claro possível a visualização dos dados, para que assim a realização de estudos e análises não fosse prejudicada.

Com essa planilha em mãos, foram retirados dados do sistema SAP da própria usina, ajudando assim na análise mais aprofundada dos dados.

Esta parte do projeto foi de suma importância, pois com todos os dados em mãos, tornou-se possível a realização de análises em micro e macro escalas, essenciais para entender os motivos dos principais focos de gargalos do TPV, podendo, em seguida, sugerir melhorias para que seja possível solucionar tais problemas. Esta planilha está incluída no estudo de capacidade, com todo o detalhamento feito, para que, se necessário, a busca por algum dado em específico seja feito da maneira mais rápida e dinâmica possível.

3.3 ESTUDO DE CAPACIDADE

3.3.1 Análise Pátio de Sucatas

O Pátio de Sucatas é o local onde são descarregadas as sucatas que ainda não estão prontas para serem usadas como matéria-prima na Aciaria, necessitando de classificação, descarga, preparação e deslocamento.

A classificação de cada tipo de sucata se dá através de um colaborador com a função de classificador. Os caminhões chegam da balança até a classificação e aguardam instruções sobre em qual pilha descarregar. A descarga é feita com o auxílio de garra mecânica e do eletroímã, já disponíveis no pátio.

O TPV dos caminhões que descarregam no pátio é consideravelmente maior dos que descarregam no PPC. Este fato se dá devido ao maior tempo de espera em suas etapas.

O TPV dos caminhões que descarregam no pátio pode ser dividido nas seguintes etapas:

- Abertura do Ticket - Pesagem Inicial (Espera);
- Pesagem inicial - Chegada na Classificação (Deslocamento);
- Espera Classificação (Espera);
- Saída classificação - Início descarga (Espera);
- Descarregamento (Processo);
- Descarga - Saída (Deslocamento);
- Saída do Pátio - Pesagem Final (Deslocamento).

Juntando os dados coletados para Cronoanálises com os dados do sistema SAP, foi possível chegar nos seguintes dados de média, desvio padrão, máximo e mínimo para cada etapa do processo no pátio, apresentados na Tabela 1:

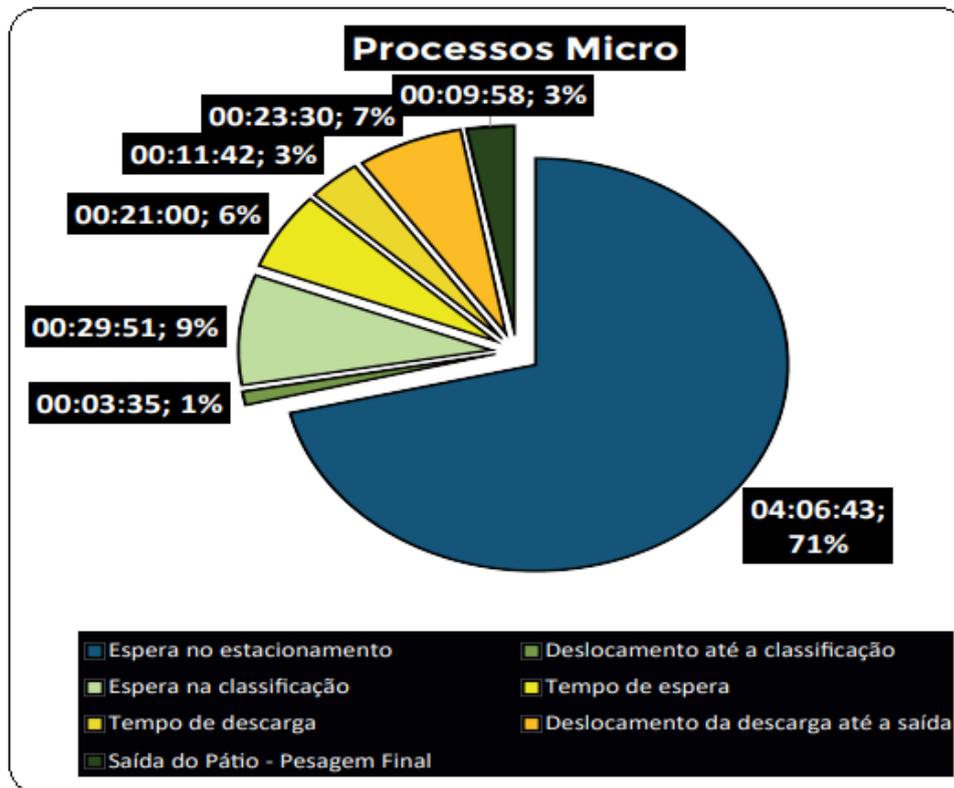
Tabela 1 - Dados do processo dos caminhões que descarregam no Pátio de Sucatas

Processos	Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
Espera no estacionamento	04:06:43	03:54:45	12:58:39	00:05:48
Deslocamento até a classificação	00:03:35	00:07:32	00:46:00	00:00:02
Espera na classificação	00:29:51	00:34:37	02:51:00	00:00:00
Tempo de espera	00:21:00	00:20:51	01:10:00	00:02:00
Tempo de descarga	00:11:42	00:06:32	00:22:00	00:05:00
Deslocamento da descarga até a saída	00:23:30	00:22:56	01:02:00	00:02:00
Saída do Pátio - Pesagem Final	00:09:58	00:13:11	00:55:17	00:00:29
Tempo total no pátio	01:17:19	00:50:32	03:30:00	00:16:00
TPV	06:22:11	03:52:20	14:09:09	01:13:44

Fonte: Autor

Além disso, os tempos médios de cada etapa do processo dos caminhões que vão para o pátio foram representados na Figura 3:

Figura 3 - Gráfico de dados micro do processo dos caminhões que descarregam no Pátio de Sucatas



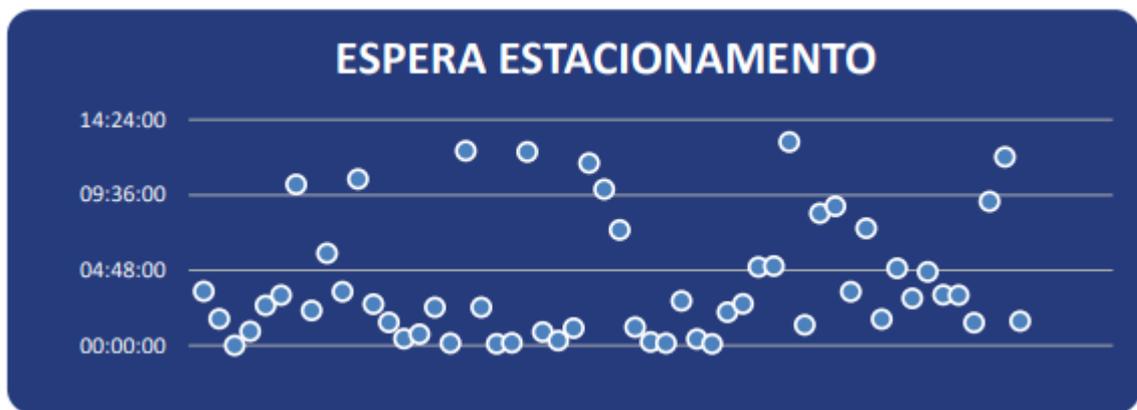
Fonte: Autor

Como pode-se observar pela Figura 3, a etapa que gera maior impacto no TPV é a da espera no estacionamento, isto é, o período entre a abertura do ticket, até a pesagem inicial. Um dos principais motivos da média ter ficado tão elevada é devido ao grande número de motoristas que chegam à noite, os quais abrem o ticket, mas não passam pela balança em direção a classificação. A maior parte dos caminhões que chegam à noite, acabam esperando no estacionamento até o turno da manhã seguinte.

Outros dois processos que merecem atenção, são a espera na classificação e o tempo de espera depois de sair da mesma. O valor de tempo máximo e de média mostram que os caminhões ficam mais tempo do que o ideal nessas etapas. Estes dois tempos, conforme será mostrado neste relatório, são significativos muito em função de ausência e de problemas envolvendo as máquinas necessárias para o descarregamento.

É importante salientar que estes dados são compostos por médias, ou seja, estes resultados podem não representar os tempos como um todo. Como uma forma de contornar este problema, foram feitos outros gráficos, que mostram como os dados se dispersam. Tais gráficos foram feitos utilizando apenas um eixo, possibilitando a visualização de todos os dados juntos.

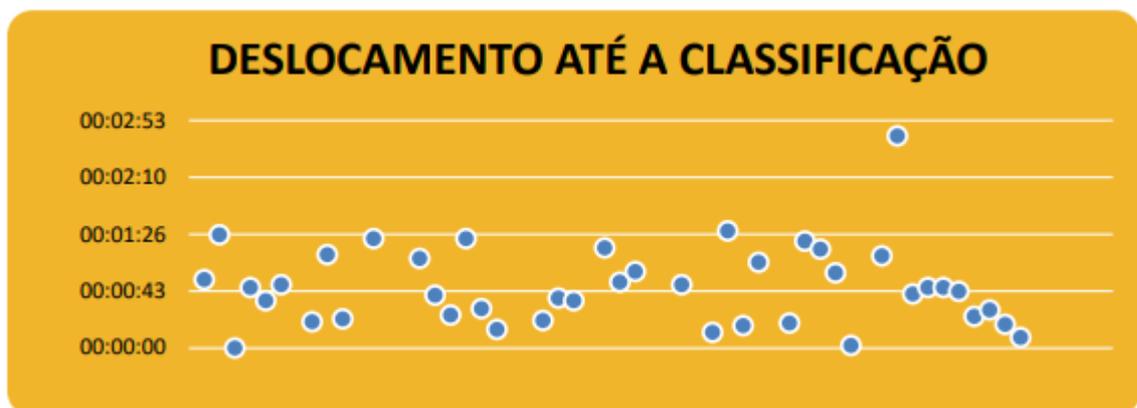
Figura 4 - Gráfico de espera estacionamento dos caminhões que descarregam no Pátio de Sucatas



Fonte: Autor

Analisando a Figura 4, pode-se perceber, o tempo muito elevado de espera no estacionamento. Como dito anteriormente, um dos principais motivos deste problema é devido ao fato de que os caminhoneiros que chegam à noite, abrem o ticket e precisam passar a noite no estacionamento. Um problema que isso causa é no aumento do tempo médio, que é de 04 horas e 06 minutos.

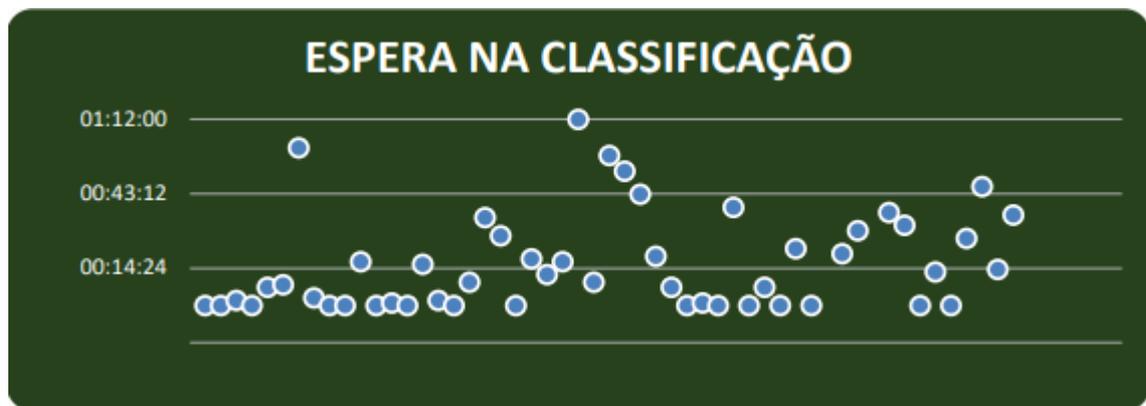
Figura 5 - Gráfico de deslocamento até a classificação



Fonte: Autor

A Figura 5 mostra o deslocamento até a classificação, ou seja, o tempo de percurso entre a pesagem inicial até a chegada na classificação, apresenta um padrão entre os tempos. Apesar de haver exceções que elevam a média desta etapa (casos em que ocorre algum problema na balança da pesagem inicial), a grande maioria dos dados estão com tempo abaixo de 1 minutos e 30 segundos. Tais dados, mostram que este deslocamento não é um grande problema para o TPV, pois além de tempos estáveis, eles apresentam valores baixos.

Figura 6 - Gráfico de espera na classificação



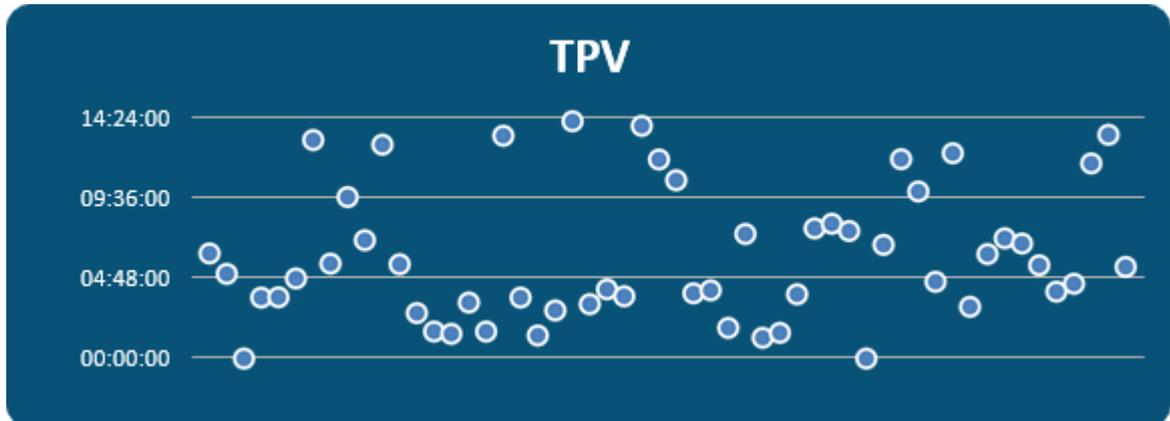
Fonte: Autor

Outro grande problema visto no gráfico de processos micro, a espera na classificação, mostrada na Figura 6, possui tempos muito elevados. Isto ocorre devido a diversos fatores, seja na própria classificação, seja no pátio (problemas com máquinas, por exemplo), onde muitas vezes acarreta um acúmulo de caminhões aguardando. Por causa desses valores altos, a média acaba sendo afetada, ficando com o valor de 29 minutos e 51 segundos.

3.3.1.1 Análise por TPV Geral do Pátio

Como uma visualização final, foi realizado um gráfico com o TPV geral, para que fosse possível perceber o tamanho do problema, pois analisando gráfico por gráfico talvez não fique claro como suas parcelas de tempo ficam num todo. A Figura 7, que representa o intervalo de tempo entre a abertura do ticket até a pesagem final, mostra que são muitos os casos com valores exorbitantes, como os acima de 9 horas. Uma grande parcela disso se dá devido ao período da noite, como já analisado anteriormente.

Figura 7 - Gráfico Geral do TPV dos caminhões que descarregam no Pátio de Sucatas

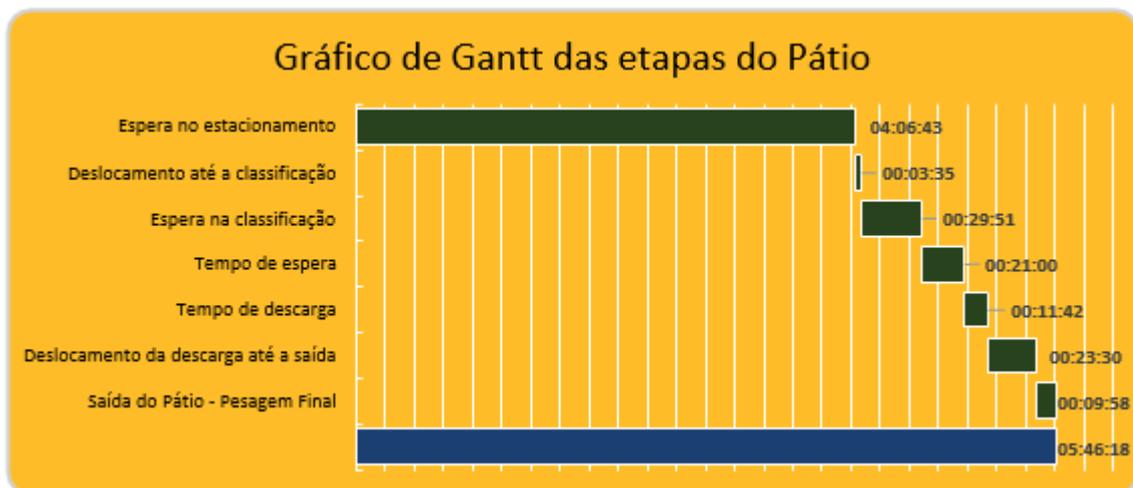


Fonte: Autor

Com valor médio de 6 horas e 22 minutos e desvio padrão de 50 minutos e 32 segundos, será necessário uma série de melhorias para que o TPV fique dentro do valor máximo desejado, ou seja, 150 minutos (2 horas e 30 minutos).

Na Figura 8 é possível observar a sequência completa das etapas do processo do pátio, considerando as médias dos tempos de cada etapa para os caminhões observados.

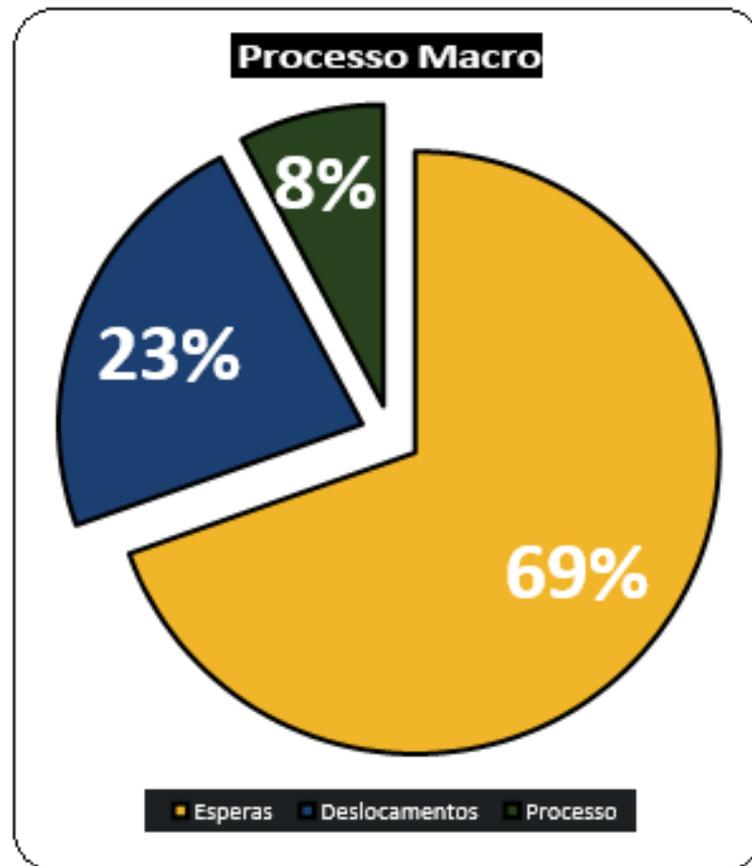
Figura 8 - Gráfico de Gantt das Etapas do Pátio



Fonte: Autor

A Figura 9 mostra a divisão do TPV para os caminhões que descarregam no pátio em esperas, deslocamentos e processo:

Figura 9 - Gráfico de dados macro do processo dos caminhões que descarregam no Pátio de Sucatas



Fonte: Autor

Conforme analisado anteriormente, as esperas representam a maior parcela do TPV, seguida dos deslocamentos e, por fim, os processos de fato, onde as duas últimas etapas não possuem grande representatividade no tempo total.

3.3.1.2 Análise do Pátio por dia de Cronoanálise

A seguir, estão os gráficos detalhando o tempo total dos caminhões que descarregam no pátio. Seus valores são o período entre a chegada na classificação até a pesagem final. Cada coluna representa um dia de coleta de dados:

Figura 10 - Gráfico do tempo da chegada na classificação até a pesagem final dos caminhões que descarregaram no Pátio de Sucatas



Fonte: Autor

Através da Figura 10, que representa o tempo da chegada na classificação até a pesagem final dos caminhões que descarregaram no Pátio de Sucatas, é possível perceber que os dados se mantiveram estáveis. Isso ocorre principalmente porque a etapa de espera no estacionamento não está incluída neste gráfico (fator mais agravante do TPV). Todavia, é necessário se atentar aos valores consideravelmente altos. Abaixo, como título de comparação, está o gráfico (utilizando o mesmo intervalo entre etapas) dos caminhões que descarregaram no PPC:

Figura 11 - Tempo da chegada na classificação até a pesagem final dos caminhões que descarregaram no PPC

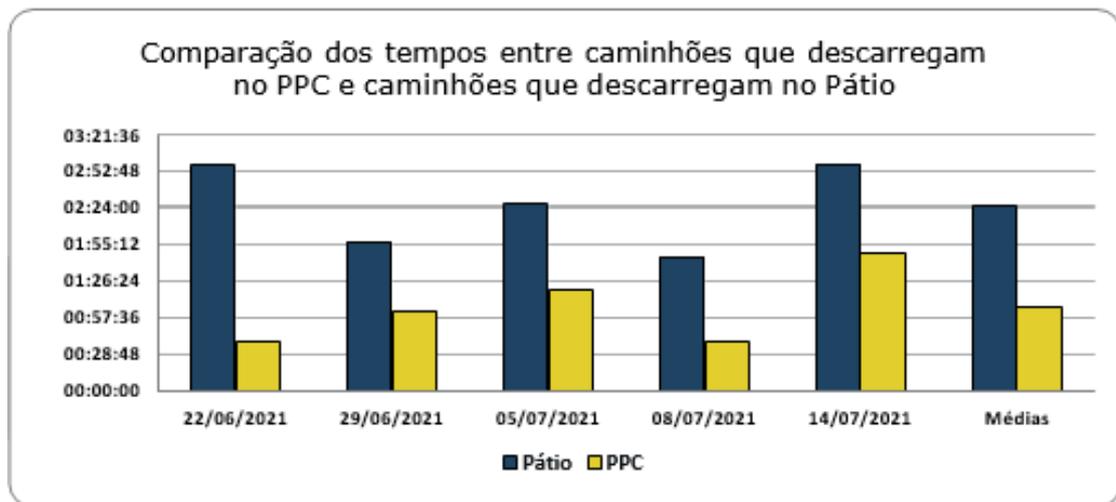


Fonte: Autor

Na Figura 11 é possível perceber o oposto do outro gráfico, pois apesar dos dados serem instáveis, eles apresentam valores baixos.

Como uma forma de tornar a comparação mais visual, abaixo, na Figura 12, está a junção entre os dois gráficos:

Figura 12 - Gráfico de comparação dos tempos da chegada na classificação até a pesagem final dos caminhões que descarregaram no Pátio de Sucatas com os que descarregaram no PPC

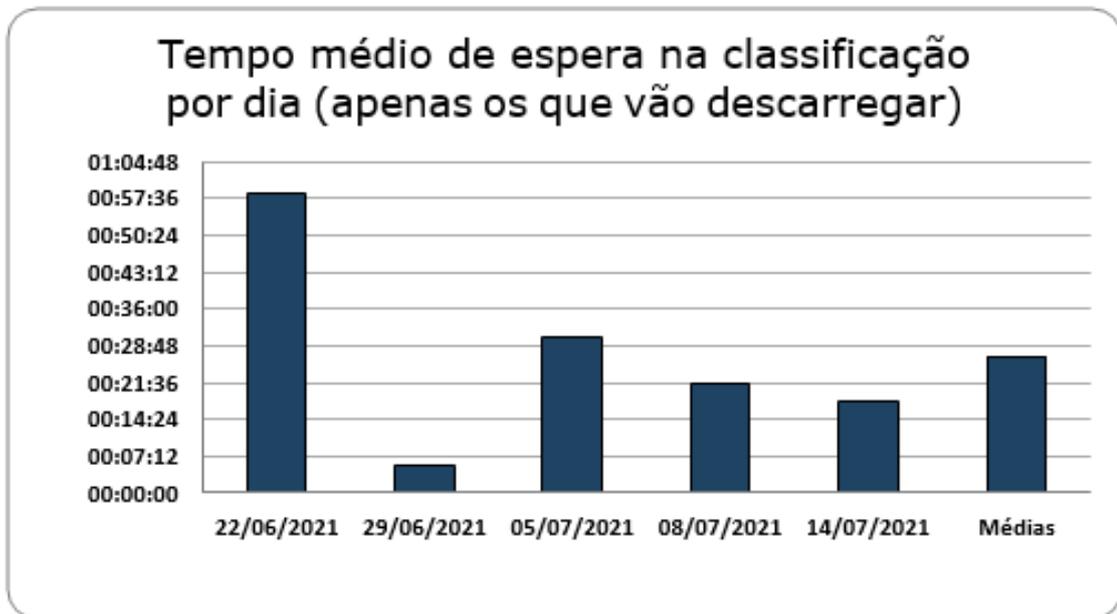


Fonte: Autor

Desta forma, é possível ter uma percepção maior do problema no TPV do pátio, pois há, também, problemas no TPV do PPC (os quais serão apresentados ainda nesse estudo), e ainda assim os valores do pátio são consideravelmente maiores.

Ainda analisando por dia de coleta de dados, foram criados dois gráficos que mostram o tempo médio de espera em duas etapas: na classificação e no estacionamento. Assim, é possível descobrir se há algum padrão no tempo dessas etapas.

Figura 13 - Gráfico de tempo médio de espera na classificação



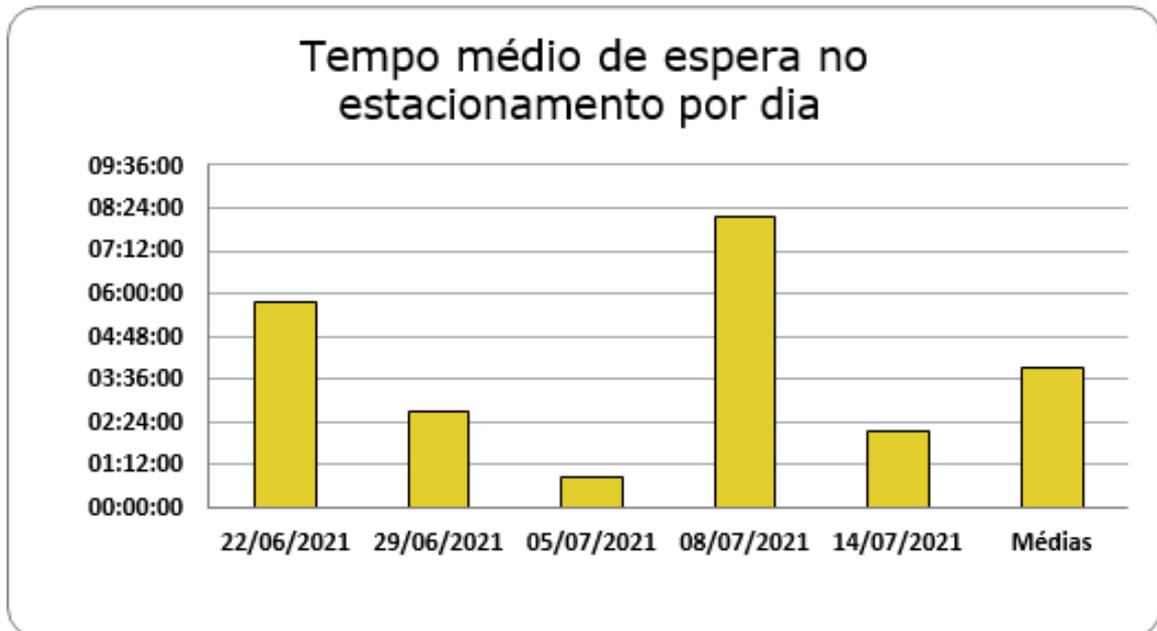
Fonte: Autor

De acordo com a Figura 13, a média de espera está próxima dos 30 minutos, o que, considerando que esta etapa seja apenas a classificação do tipo de sucata pelo classificador, é um tempo elevado. Em dois dos cinco dias de cronoanálise, houve situações que divergiram das demais. No primeiro dia, o tempo médio de espera ficou próximo de 1 hora, ou seja, quase o dobro da média geral. Diversos fatores podem ter afetado isso, como por exemplo problemas e ausência de maquinário para descarga da sucata.

No entanto, no segundo dia houve o oposto. O tempo médio de espera ficou entre os 5 minutos. É importante levar em consideração o número pequeno de caminhões que chegaram na classificação este dia.

Entretanto, em um contexto geral de diminuição do TPV, o tempo médio de espera apresentado neste dia seria o ideal, pois por se tratar apenas de uma etapa de espera, não teria motivo pelo qual os caminhões permanecerem tanto tempo na classificação.

Figura 14 - Gráfico do tempo médio de espera no estacionamento



Fonte: Autor

Já na Figura 14 mostra por dia o tempo médio de espera no estacionamento, o principal agravante do TPV. A média dos dias ficou próximo das 4 horas, o que é extremamente alto. Dos cinco dias de coleta, é mais importante comentar sobre dois deles.

No dia 08/07/2021, a média ficou em torno de 8 horas. A causa desse valor se dá pelo fato do grande número de caminhões que abriram o ticket na noite anterior e tiveram que passar a noite no estacionamento, podendo descarregar apenas no turno da manhã desse dia.

Por outro lado, no dia 05/07/2021 a média ficou abaixo de 1 hora. Considerando o TPV máximo desejado de 150 minutos, esse tempo ainda é relativamente alto, porém em comparação com os outros dias analisados, é um valor muito mais viável e próximo do ideal para esta etapa.

3.3.1.3 Análise por caminhão basculante

Como uma forma de entender e visualizar melhor as descargas, foi realizado um estudo dos caminhões, com os dados do sistema, para analisar a porcentagem de basculantes e não basculantes. A melhor maneira para tal, foi a criação de uma tabela. Nela, pode-se separar por tipo de caminhão, o total dos que basculam e dos que não, deixando os dados claros. A tabela pode ser vista a seguir:

Tabela 2 - Quantidade de caminhões basculantes e não basculantes

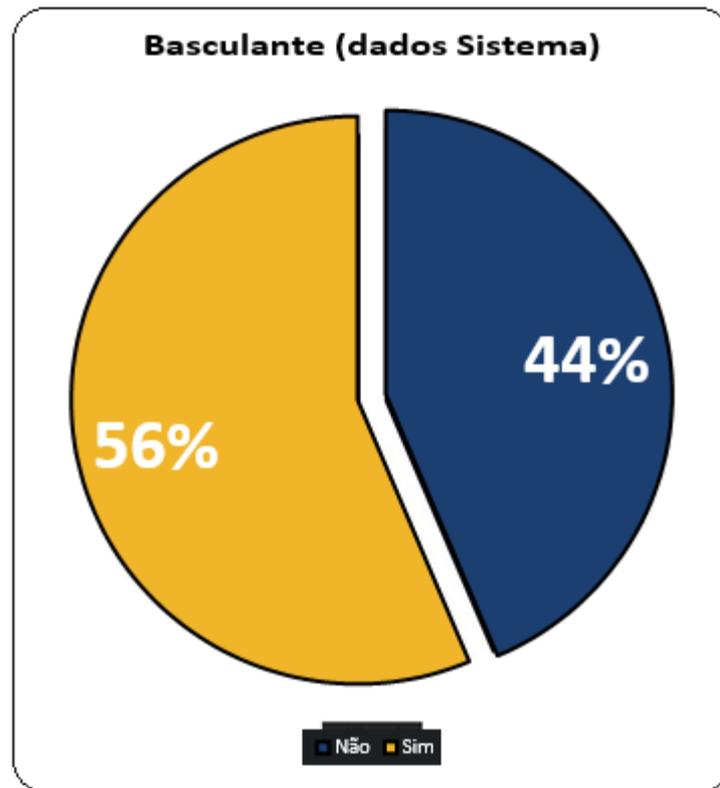
Dados TPV	Não Basculante	Basculante	Soma	% Não Basculante	% Basculante
TRUCK 11 a 14m-3eixos-23t	40	10	50	80%	20%
TRUCK CAÇAMBA BASCULANTE	1	0	1	100%	0%
TRUCK MUNCK-3eixos-23t	2	1	3	67%	33%
TRUCK G18	155	362	517	30%	70%
BI-TRUCK-4eixos-29t	37	10	47	79%	21%
CARRETA-5eixos-41,5t	37	16	53	70%	30%
CARRETA TRUCADA-6eixos-48,5t	118	27	145	81%	19%
CAÇAMBA BASCULANTE 27-5eixos	64	251	315	20%	80%
CARR.CAÇAMBA BASCULANTE 3	548	657	1205	45%	55%
CARRETA VANDERLEIA-6eixos es	8	1	9	89%	11%
BI TREM 7m-7eixos-57t	13	8	21	62%	38%
RODOTREM 12m-9eixos-74t	1	2	3	33%	67%
MET BI-TREM GAIOLA	211	132	343	62%	38%
MET CONTAINER 75m3	79	0	79	100%	0%
MET CARRETA-CV-GAIOLA-5 EIX	0	28	28	0%	100%
MET POLIGUINDASTE	0	219	219	0%	100%
CARRETA BASCULANTE RODO	5	3	8	63%	38%
CAMINHAO CENTOPEIA 8X4	4	0	4	100%	0%
Total	1339	1730	3069	44%	56%

Fonte: Autor

A Tabela 2 contém a relação dos tipos de caminhões por quantidade que basculam ou não, o total, e as respectivas porcentagens. Com ela foi possível analisar o número de caminhões que de fato bascularam ou não, independente se a carroceria é apropriada para isso. Importante salientar que, aqueles caminhões que basculam após descarregar no pátio com o auxílio da garra, não estão inclusos na coluna de basculante. Ali, estão apenas os caminhões que basculam por completo, sem auxílio.

Para uma análise mais visual e ampla, foi criado um gráfico de pizza contendo apenas as porcentagens dos que basculam (em amarelo) e dos que não basculam (em azul):

Figura 15- Gráfico de porcentagem de caminhões basculantes e não basculantes



Fonte: Autor

Analisando a Figura 15, conclui-se, que mais da metade dos caminhões que chegam à usina, descarregam e basculam sem necessidade da garra.

3.3.2 Análise do PPC

O PPC é o local no qual é descarregada a sucata que já está pronta para ser utilizada como matéria-prima para a produção na Aciaria. A peculiaridade dos caminhões que vão fazer a descarga no PPC é que eles são todos basculantes, ou seja, conseguem despejar a sucata no local indicado sem necessitar do auxílio de uma garra mecânica (salvo raras exceções).

O TPV dos caminhões que vão descarregar no PPC é significativamente menor do que o dos caminhões que vão descarregar no Pátio de Sucata. Isso porque, ao chegarem, eles recebem prioridade de descarregamento dentro da usina, não precisando esperar na fila juntamente com os caminhões que vão descarregar no Pátio de Sucata.

O TPV dos caminhões que descarregam no PPC pode ser dividido nas seguintes etapas:

- Abertura do Ticket - Pesagem Inicial (Espera);
- Pesagem inicial - Chegada na Classificação (Deslocamento);
- Espera Classificação (Espera);
- Deslocamento ao PPC (Deslocamento);
- Espera PPC (Espera);
- Descarregamento (Processo);
- Espera Liberação (Deslocamento);
- Saída do Pátio - Pesagem Final (Deslocamento).

Juntando os dados dos dias coletados para etapa de cronoanálise com os dados do sistema SAP para os mesmos dias, foi possível chegar nos dados de média, desvio padrão, máximo, mínimo e porcentagem do TPV para cada etapa do processo no PPC, apresentados na Tabela 3.

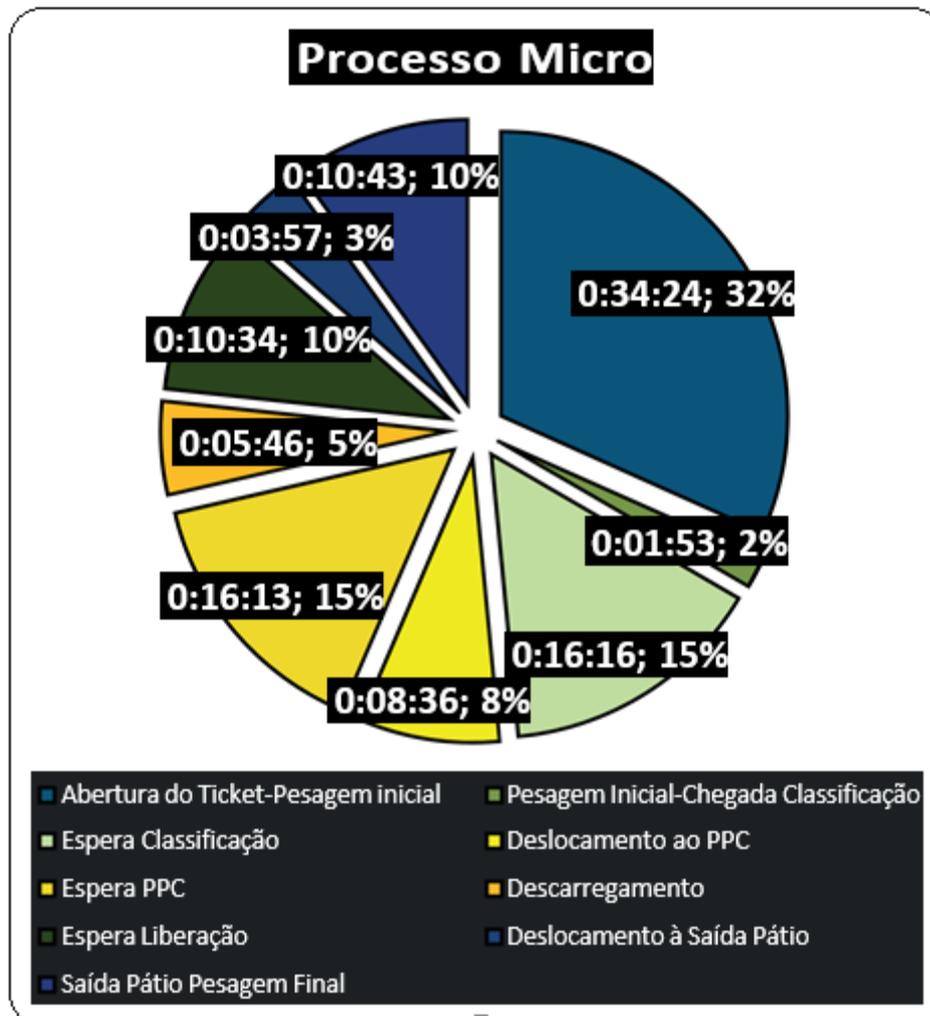
Tabela 3 - Dados do processo dos caminhões que descarregam no PPC

Cálculo	Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo	% do TPV
Abertura do Ticket-Pesagem inicial	0:34:24	1:20:58	10:10:20	0:01:48	30%
Pesagem Inicial-Chegada Classificação	0:01:53	0:05:18	0:41:38	0:00:00	2%
Espera Classificação	0:16:16	0:28:09	1:46:00	0:00:00	14%
Deslocamento ao PPC	0:08:36	0:12:23	1:01:00	0:01:00	8%
Espera PPC	0:16:13	0:11:44	0:36:00	0:00:00	14%
Descarregamento	0:05:46	0:04:36	0:24:00	0:02:00	5%
Espera Liberação	0:10:34	0:23:19	2:01:00	0:00:00	9%
Deslocamento à Saída Pátio	0:03:57	0:02:40	0:15:00	0:01:00	4%
Saída Pátio Pesagem Final	0:10:43	0:15:32	1:50:31	0:00:00	9%
Tempo Total PPC	0:38:16	0:35:56	4:34:38	0:05:00	34%
TPV	1:53:00	1:50:44	11:50:43	0:22:22	100%

Fonte: Autor

Além disso, os tempos médios de cada etapa do processo dos caminhões que vão para o PPC foram representados na Figura 16:

Figura 16 - Gráfico de dados micro do processo dos caminhões que descarregam no PPC



Fonte: Autor

Conforme pode-se observar na Figura 16, a etapa do processo do PPC que mais demora, em média, é a da espera no estacionamento, ou seja, o período entre a abertura do ticket e a pesagem inicial. Essa demora se deve por uma lentidão no processo da balança ou até do próprio motorista, visto que os caminhões que descarregam no PPC não precisam passar pela fila de caminhões.

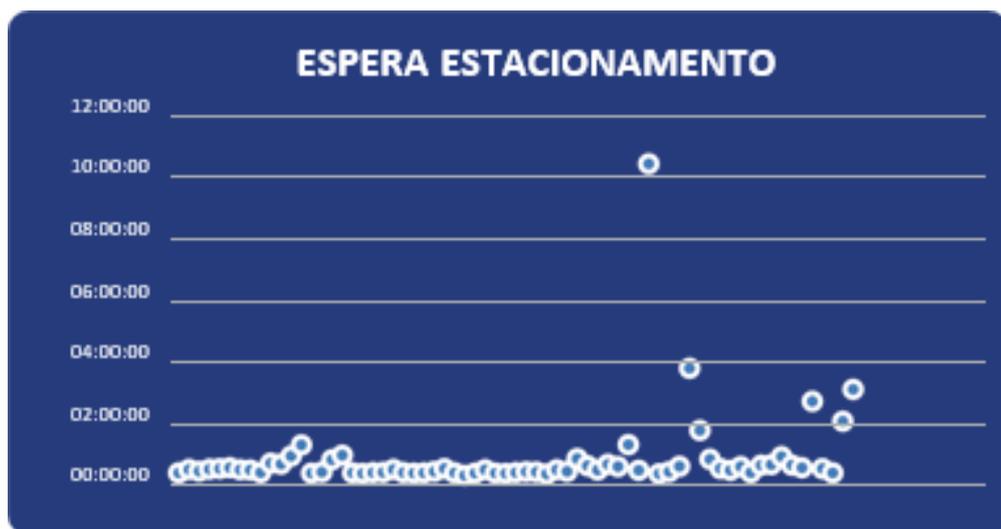
Além disso, outro tempo que se demonstrou elevado foi o da espera de caminhões na Classificação. Esse tempo não deveria ser alto, visto que os caminhões que descarregam no PPC, teoricamente, não precisam ficar esperando na Classificação. Entretanto, na coleta feita no dia 05/07/2021, muitos caminhões precisaram ficar esperando na Classificação durante o horário de almoço do classificador do PPC, o que acabou elevando a média. Outros dois tempos que se destacam são o "Espera PPC" (tempo entre a chegada do caminhão no PPC e o início do descarregamento) e o "Espera Liberação" (tempo entre o término do descarregamento e a

liberação da saída do caminhão por parte do classificador). Estes dois tempos, conforme será mostrado neste relatório, são significativos muito em função do classificador do PPC ter a função de acompanhar a limpeza da escória do forno da Aciaria.

É importante atentar que estes gráficos representam médias, portanto, deve-se tomar cuidado para saber se a média de fato representa a realidade do processo. Para tanto, foram feitos gráficos para entender como os dados se dispersam.

Por meio da Figura 17, pode-se observar que, apesar de haver exceções que elevam a média desta etapa (casos em que ocorre algum problema na balança da pesagem inicial ou em que algum caminhão que ia descarregar no PPC teve de passar a noite esperando para entrar na usina), essa espera apresenta um comportamento padrão, dificilmente ultrapassando 30 minutos. A média desse processo é de 568 segundos.

Figura 17 - Gráfico de espera estacionamento dos caminhões que descarregam no PPC



Fonte: Autor

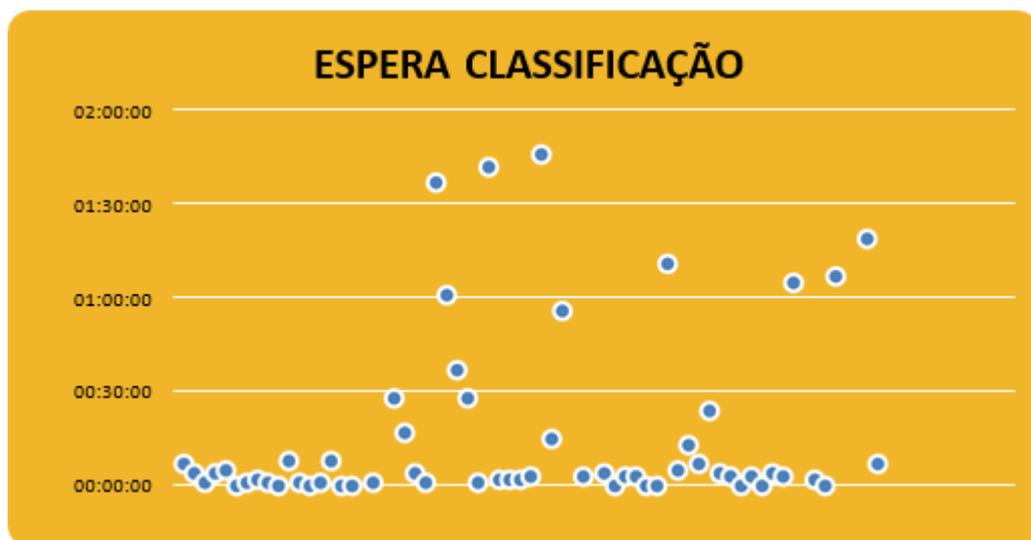
Figura 18 - Gráfico de espera estacionamento dos caminhões que descarregam no PPC sem outliers



Fonte: Autor

No caso da espera na Classificação, pode-se observar na Figura 19 que a maioria dos caminhões apresenta um tempo baixíssimo de espera. Porém, nota-se que alguns dados fogem do padrão. Isso ocorre, tanto pelo motivo de espera no horário de almoço explicado anteriormente, quanto pelo fato de que, em um dos dias observados (14/07/2021), alguns caminhões que iam descarregar no PPC necessitavam do auxílio da garra, o que fez com que precisassem aguardar a disponibilidade dela. A média desse processo é de 976 segundos.

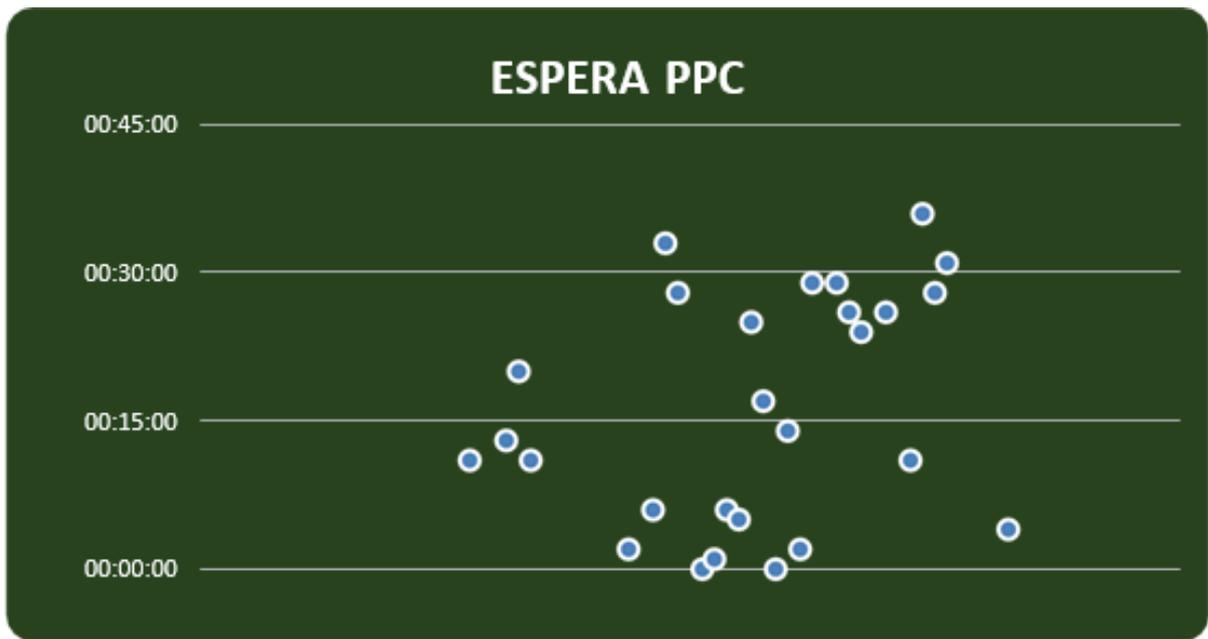
Figura 19 - Gráfico de espera na classificação dos caminhões que descarregam no PPC



Fonte: Autor

A Figura 20 aponta que os dados de espera no PPC, ou seja, o tempo entre a chegada do caminhão no PPC e o início do descarregamento, variam muito. Os fatores que mais influenciam nesta variabilidade são a quantidade de caminhões aguardando descarregamento e a ocorrência de limpeza da escória do forno da Aciaria. A média desse processo é de 973 segundos.

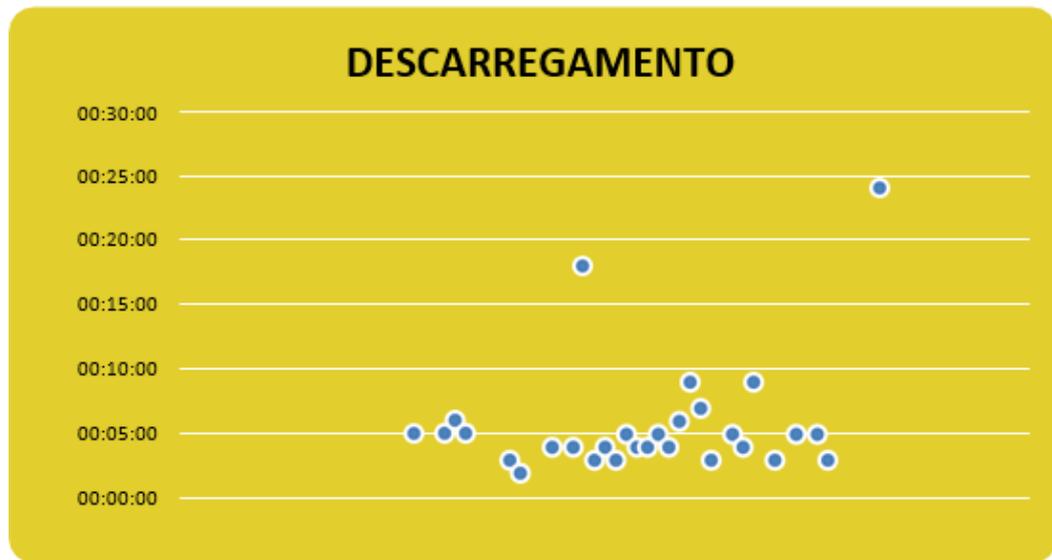
Figura 20 - Gráfico de espera no PPC



Fonte: Autor

Na Figura 21 pode-se observar que o descarregamento de sucata no PPC apresenta um padrão estável de tempo. Os dois *outliers* são devido a situações em que os caminhões precisaram do auxílio da garra mecânica no descarregamento. O primeiro, inclusive, iniciou a descarga por basculamento, que precisou ser interrompido, pois a carga ficou presa na tampa. A média desse processo é de 346 segundos.

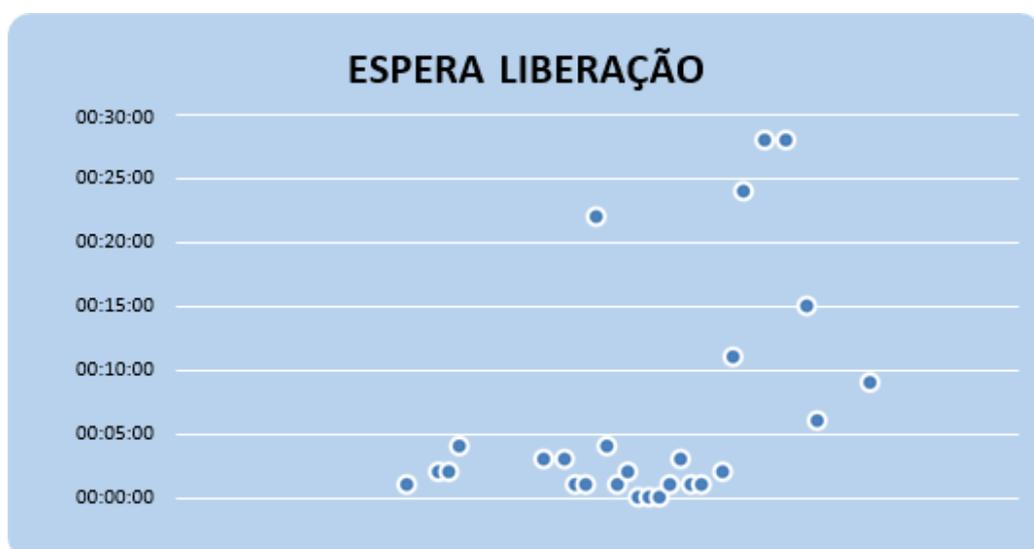
Figura 21 - Gráfico de tempo de descarregamento de sucata no PPC



Fonte: Autor

Na Figura 22, pode-se analisar o tempo entre o término do descarregamento e a saída do caminhão do PPC (após liberação do classificador), que apresenta a maioria dos tempos extremamente baixos. Todavia, também há alguns caminhões com tempos elevados. Estes, quando o tempo é pouco acima do padrão, são devido à problemas de internet que atrasam a classificação. Já quando o tempo ultrapassa os 10 minutos, é devido à limpeza da escória do forno da Aciaria. A média desse processo é de 634 segundos.

Figura 22 - Gráfico do tempo entre o término do descarregamento e a saída do caminhão do PPC

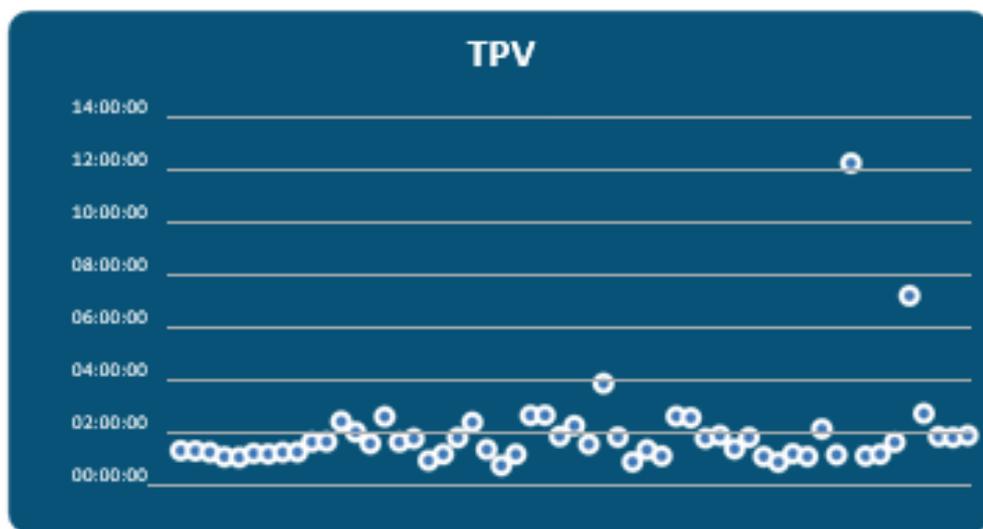


Fonte: Autor

3.3.2.1 Análise TPV Geral PPC

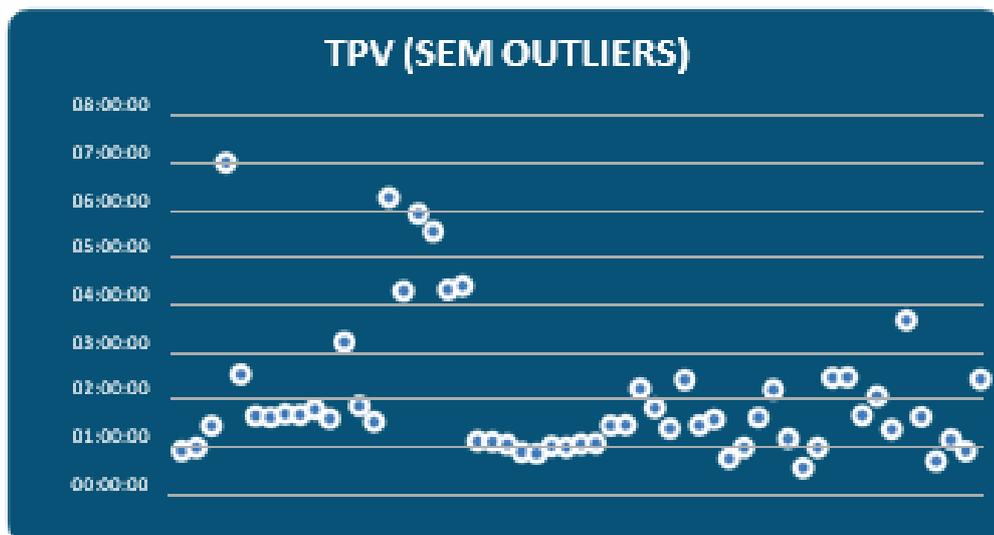
Pela Figura 23 e Figura 24, pode-se observar que a variabilidade do TPV, no período observado, foi bem elevada. Os motivos dos TPV's mais altos são o dia em que ocorreram problemas na balança e o dia em que alguns caminhões necessitaram do auxílio da garra para descarregamento no PPC. A média desse processo é de 1 hora e 53 minutos.

Figura 23 - Gráfico Geral do TPV dos caminhões que descarregam no PPC



Fonte: Autor

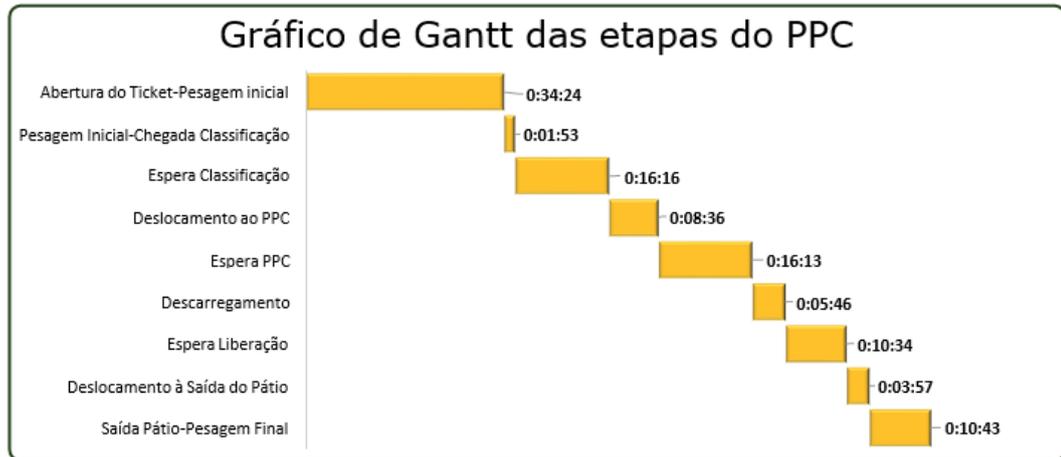
Figura 24 - Gráfico Geral do TPV dos caminhões que descarregam no PPC sem outliers



Fonte: Autor

Na Figura 25, pode-se observar a sequência completa das etapas do processo do PPC, considerando as médias dos tempos de cada etapa para os caminhões observados durante os dias de coleta de dados.

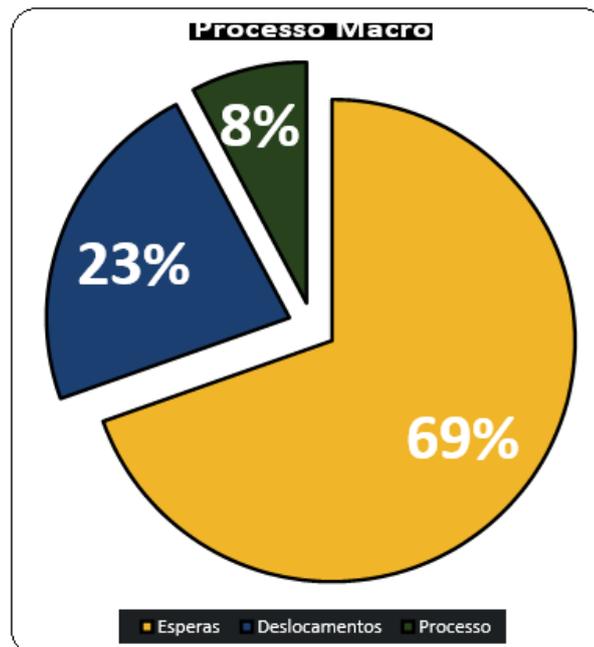
Figura 25 - Gráfico de Gantt das Etapas do PPC



Fonte: Autor

Na Figura 26, está demonstrada a divisão do TPV para os caminhões que descarregam no PPC em esperas, deslocamentos e processo:

Figura 26 - Gráfico de dados macro do processo dos caminhões que descarregam no PPC



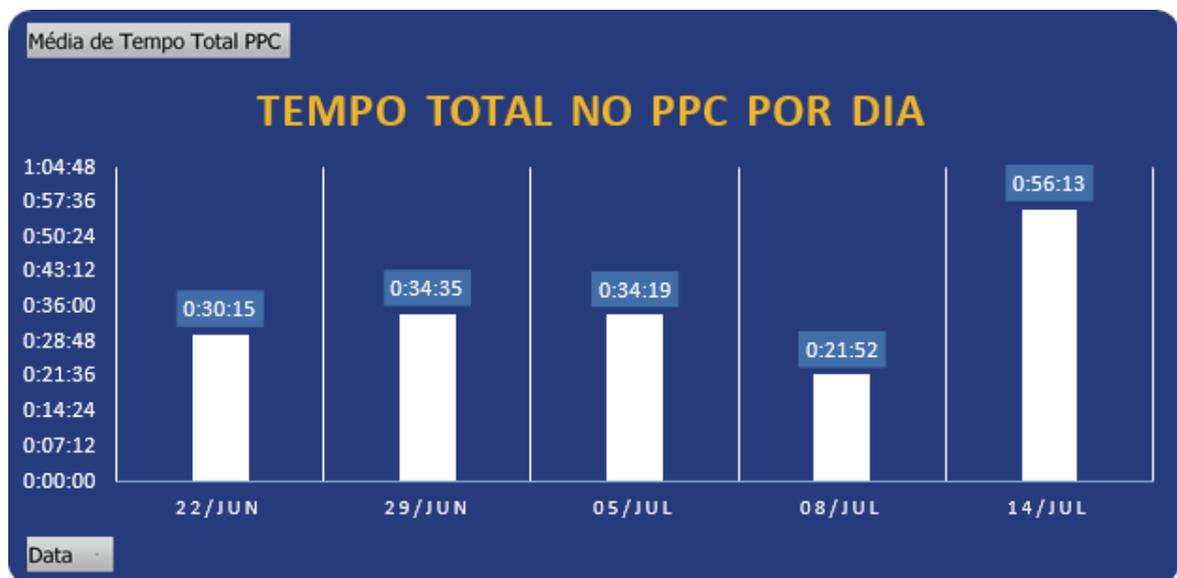
Fonte: Autor

Conforme previsto, as esperas representam a maior parcela do TPV, seguida dos deslocamentos e, por fim, o processo de fato, que não demonstra grande representatividade no tempo total.

3.3.2.2 Análise do PPC por dia de Cronoanálise

Seguem abaixo os gráficos que detalham o tempo total no PPC para os caminhões observados na usina nos dias da etapa de cronoanálise, bem como o TPV deles.

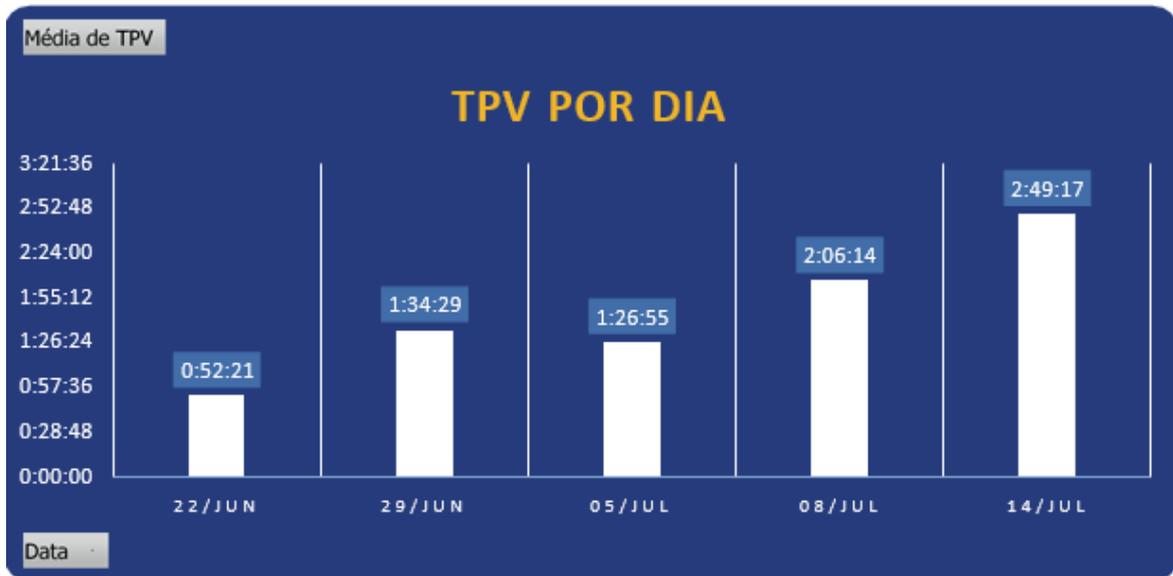
Figura 27 - Gráfico do tempo total no PPC



Fonte: Autor

Pode-se observar pela Figura 27 que o indicador de tempo total no PPC seguiu um padrão nos primeiros quatro dias, tendo entre estes dias um mínimo no dia 08/07/2021, com cerca de 22 minutos, e um máximo no dia 29/06/2021, com cerca de 34 minutos. Entretanto, no dia 14/07/2021, houve um significativo aumento no tempo total no PPC para os caminhões que descarregaram neste dia. Isso ocorreu, pois nesta ocasião, houve um número elevado de caminhões que necessitaram do auxílio da garra para descarregar.

Figura 28 - Gráfico do TPV dos caminhões que descarregam no PPC por dia



Fonte: Autor

Sobre a Figura 28, está demonstrado que, nos primeiros três dias, esse indicador apresentou um comportamento normal entre os caminhões observados que descarregaram no PPC. Já nos últimos dois dias, o TPV apresentou uma média significativamente alta. Em 08/07/2021, isso pode ser explicado pelo fato de que houve um caminhão que havia chegado na noite anterior e só pôde descarregar pela manhã, além de ter ocorrido também o caso de um caminhão que necessitou de auxílio da garra para descarregar. No dia 14/07/2021, a razão do TPV elevado é a mesma que explica o alto tempo total no PPC neste dia, onde houve um número elevado de caminhões que necessitaram do auxílio da garra para descarregar.

3.3.2.3 Análise TPV do PPC por tipo de sucata

Na tabela 4, está demonstrada a relação de TPV com o tipo de sucata descarregada no PPC pelos caminhões que pôde-se observar ao longo dos dias de coleta de dados.

Tabela 4 – Relação da quantidade de caminhões por tipo de sucata no PPC

Tipo de Sucata	Contagem de Tipo de Sucata	Média de TPV
CAV-SUCATA DE CAVACO DE AÇO	36	1:51:14
CFF-SUCATA DE CAVACO DE FERRO FUNDIDO	2	4:57:51
ESG-SUCATA ESPECIAL GRAUDA	3	1:34:39
ESP-SUCATA DE ESTAMPARIA PRETA SOLTA	2	1:10:08
FOR-SUCATA FORJADA	6	0:39:25
GRA-SUCATA GRAUDA PARA CORTE	2	2:29:22
IN4-SUCATA DE INOX 400	1	2:13:28
MDI-SUCATA MIUDA DE INDUSTRIA	3	1:09:02
Múltiplos materiais	3	6:04:32
SHR-SUCATA FRAGMENTADA	9	1:04:09
Total Geral	67	1:53:00

Fonte: Autor

Os dados que mais chamam atenção na Tabela 4, é o elevado número de descargas de Cavaco de Aço, apesar de que apresentam uma média razoável de TPV. Conforme esperado, a média mais alta foi a de Múltiplos Materiais, ou seja, caminhões que traziam mais de um tipo de sucata. Entretanto, o número de descargas para tal categoria não foi elevado.

Outro dado que é importante explicar é a média elevada de TPV para o descarregamento de sucata de Cavaco de Ferro Fundido. Apesar de apresentar um TPV alto, isso se deve a um problema nos dois caminhões que realizaram essas descargas e não no tipo de sucata.

Por fim, é importante ressaltar que estes dados representam a amostra coletada nos dias de cronoanálise. A análise macro do TPV por tipo de sucata, considerando todos os caminhões que descarregaram entre junho e julho será mostrada mais adiante.

3.3.2.4 Análise TPV do PPC por tipo de caminhão

Na Tabela 5, está demonstrada a relação de TPV com os tipos de caminhão que descarregaram no PPC nos dias da etapa de cronoanálise.

Tabela 5 - Relação de quantidade de caminhões por modelo no PPC

Tipo de Caminhão	Contagem de Tipo de Caminhão	Média de TPV
BI TREM 7m-7eixos-57t	2	4:55:28
CAÇAMBA BASCULANTE 27-5eixos-41,5t	4	1:59:54
CARR.CAÇAMBA BASCULANTE 30-6eixos-48,5t	16	2:08:53
CARRETA TRUCADA-6eixos-48,5t	2	3:04:10
CONTAINER HC 20	1	6:03:55
MET BI-TREM GAIOLA	3	4:32:07
MET POLIGUINDASTE	15	1:10:53
TRUCK G18	24	1:16:07
Total Geral	67	1:53:00

Fonte: Autor

Conforme esperado, o TPV mais alto registrado nesta amostra é o de um caminhão Container. Apesar de ser um dado significativamente alto, que poderia ser reduzido com melhorias no processo, é esperado que a descarga de um caminhão Container seja mais longa pelo fato de que é necessário o auxílio da garra mecânica para este tipo de caminhão.

Além disso, pode-se ver que os caminhões do tipo Bi Trem, apresentam um TPV alto, justamente por precisarem fazer a troca de eixos, o que significa mais de uma descarga.

Outro tipo de caminhão que apresentou uma média elevada de TPV foi a Carreta Trucada. Entretanto, esse valor é explicado por um caminhão que chegou no turno anterior, o que gerou uma espera significativa para conseguir entrar na usina. Portanto, esse valor não está relacionado necessariamente com o tipo de caminhão.

Sobre os outros tipos de caminhão, pode-se dizer que os dados de TPV se mantiveram em um nível razoável, não ultrapassando valores significativos. Pode-se destacar que os caminhões do tipo Poliguindaste apresentaram as menores médias de TPV, sendo ela de 1 hora, 10 minutos e 53 segundos, o que significa um processo bem rápido.

Assim como na última análise, é importante ressaltar que estes dados representam a amostra coletada nos dias de cronoanálise de dados. A análise macro do TPV por tipo de caminhão, considerando todos os caminhões que descarregaram entre junho e julho será mostrada mais adiante.

3.3.2.5 Análise da limpeza da escória do forno da Aciaria:

Ao longo dos dias de cronoanálise, foi possível perceber que uma das atividades que mais impacta no tempo total dos caminhões no PPC é a limpeza da escória do forno da Aciaria. No momento em que isso foi notado, iniciou-se um registro dos caminhões que estavam tendo o seu TPV impactado por essa atividade.

Foram registradas e representadas na Tabela 6, as placas dos caminhões, o dia do registro, o turno, o horário que o caminhão chegou ao PPC, o horário que começou a descarregar a sucata dele, o horário que terminou de descarregar, o horário que o caminhão saiu do PPC, se teve limpeza de escória durante esse tempo, e o tempo total de que o caminhão permaneceu no PPC, o que possibilitou a mensuração de quanto a limpeza da escória do forno da Aciaria influencia o processo.

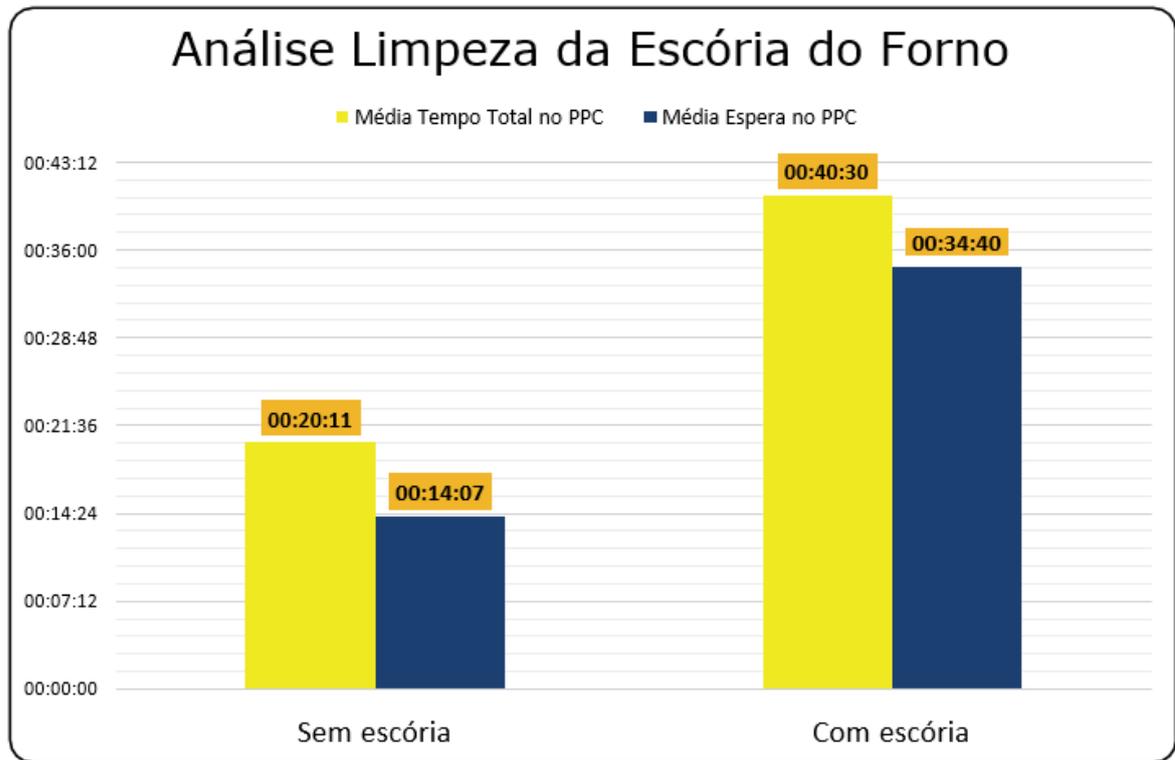
Tabela 6 - Dados Gerais dos caminhões do PPC

Placa	Data	Turno	Chegada PPC	Início descarregamento	Final Descarregamento	Saída PPC	Escória	Tempo total PPC
IUD0563	05/07/2021	Tarde	13:30:00	13:44:00	13:46:00	13:46:25	Não	00:16:25
ITO8191	05/07/2021	Tarde	13:30:00	13:46:00	13:49:00	14:07:35	Não	00:37:35
ILB6849	05/07/2021	Tarde	13:30:00	13:30:00	13:34:00	13:35:00	Não	00:05:00
JAT2D63	05/07/2021	Tarde	15:25:00	15:27:00	15:31:00	15:34:00	Não	00:09:00
ILK3117	05/07/2021	Tarde	15:25:00	15:38:00	15:43:00	15:45:00	Não	00:20:00
MAY6115	05/07/2021	Tarde	15:28:00	15:34:00	15:38:00	15:41:00	Não	00:13:00
ILA9896	05/07/2021	Tarde	15:28:00	15:39:00	15:44:00	15:45:00	Não	00:17:00
INA2360	05/07/2021	Tarde	15:28:00	15:39:00	15:44:00	15:48:00	Não	00:20:00
ILK4293	05/07/2021	Tarde	15:28:00	15:48:00	15:54:00	15:56:00	Não	00:28:00
INS2426	08/07/2021	Manhã	08:59:00	09:24:00	09:29:00	09:29:00	Não	00:30:00
IDJ0A08	08/07/2021	Manhã	08:28:18	08:44:00	08:48:00	09:10:00	Não	00:41:42
ARM9521	08/07/2021	Manhã	08:44:00	09:17:00	09:35:00	09:36:00	Não	00:52:00
ICT1647	08/07/2021	Manhã	09:02:00	09:30:00	09:33:00	09:34:00	Não	00:32:00
ILA9896	08/07/2021	Manhã	09:42:00	09:42:00	09:45:00	09:49:00	Não	00:07:00
IL11791	08/07/2021	Manhã	09:43:00	09:49:00	09:53:00	09:55:00	Não	00:12:00
IME3177	08/07/2021	Manhã	10:16:00	10:21:00	10:25:00	10:25:00	Não	00:09:00
ILB6849	08/07/2021	Manhã	10:11:00	10:12:00	10:17:00	10:18:00	Não	00:07:00
IOB4379	08/07/2021	Manhã	11:06:00	11:23:00	11:27:00	11:27:00	Não	00:21:00
IOW6839	08/07/2021	Manhã	10:45:00	10:45:00	10:51:00	10:52:00	Não	00:07:00
ILA9896	14/07/2021	Manhã	09:16:00	09:45:00	09:50:00	09:52:00	Não	00:36:00
IDJ0A08	14/07/2021	Manhã	09:24:00	09:53:00	09:56:00	09:57:00	Não	00:33:00
IOB4379	14/07/2021	Manhã	09:29:00	09:55:00	09:58:00	10:26:00	Sim	00:57:00
IMV4736	14/07/2021	Manhã	09:32:00	09:56:00	10:05:00	10:29:00	Sim	00:57:00
ITO8191	14/07/2021	Manhã	09:55:00	10:06:00	10:11:00	10:39:00	Sim	00:44:00
IUE2993	14/07/2021	Manhã	09:59:00	10:27:00	10:32:00	10:47:00	Sim	00:48:00
IL11791	14/07/2021	Manhã	10:06:00	10:32:00	10:36:00	10:47:00	Sim	00:41:00
IZM5129	14/07/2021	Manhã	10:08:00	10:39:00	10:42:00	10:48:00	Sim	00:40:00
BWK1708	14/07/2021	Manhã	10:46:00	10:48:00	10:55:00	10:56:00	Não	00:10:00
ARM9521	14/07/2021	Manhã	11:04:00	11:18:00	11:27:00	11:30:00	Sim	00:26:00
QTM2266	14/07/2021	Manhã	11:16:00	11:20:00	11:44:00	11:53:00	Não	00:37:00
IRB4584	03/08/2021	Manhã	08:35:00	09:07:00	09:13:00	09:13:00	Não	00:38:00
IRB4584	03/08/2021	Manhã	09:29:00	09:46:00	09:49:00	09:50:00	Sim	00:21:00
INA2360	03/08/2021	Manhã	09:50:00	09:54:00	09:58:00	10:01:00	Não	00:11:00
IL11791	03/08/2021	Manhã	10:10:00	10:12:00	10:19:00	10:19:00	Não	00:09:00
IDG6129	03/08/2021	Manhã	10:10:00	10:13:00	10:20:00	10:22:00	Não	00:12:00
ICT1647	03/08/2021	Manhã	10:22:00	10:23:00	10:30:00	10:31:00	Não	00:09:00
MHR9737	03/08/2021	Manhã	11:20:00	11:47:00	11:55:00	11:55:00	Sim	00:35:00
CRX9C53	03/08/2021	Manhã	11:56:00	11:59:00	12:13:00	12:13:00	Não	00:17:00
ILB6849	03/08/2021	Tarde	14:45:00	14:53:00	14:58:00	14:58:00	Não	00:13:00
IZW2C05	03/08/2021	Tarde	14:45:00	14:55:00	15:00:00	15:01:00	Não	00:16:00
IKT3111	03/08/2021	Tarde	14:45:00	14:55:00	15:02:00	15:04:00	Sim	00:19:00
MKZ2172	03/08/2021	Tarde	14:45:00	15:20:00	15:28:00	15:30:00	Sim	00:45:00
IRE3549	03/08/2021	Tarde	14:45:00	15:29:00	15:35:00	15:38:00	Sim	00:53:00

Fonte: Autor

A partir dos dados da Tabela 6, foi possível realizar as seguintes análises:

Figura 29 - Gráfico de Limpeza de Escória do Forno



Fonte: Autor

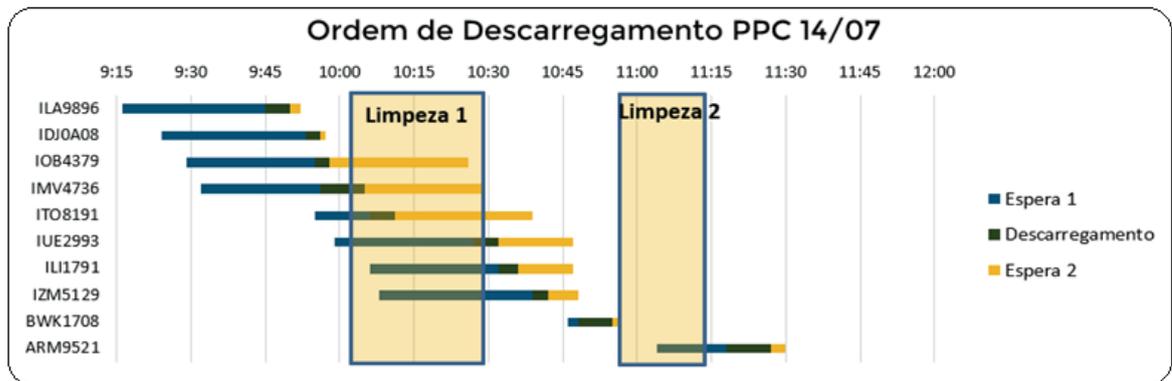
Conforme pode-se observar na Figura 29, a média de tempo total no PPC para os caminhões que foram impactados pela limpeza da escória do forno é cerca do dobro dos que não foram. Além disso, enquanto as esperas envolvidas no processo (Chegada no PPC - Início do Descarregamento; Final do Descarregamento - Saída do PPC) para os caminhões que não são impactados estão em torno de 14 minutos, para os caminhões que são impactados pela atividade em questão, as esperas estão em torno de 34 minutos.

Isso mostra que, de fato, a ocorrência da limpeza da escória do forno da Aciaria representa uma influência importante no processo do PPC.

A fim de corroborar com as análises, foi feita uma simulação para o dia 14/07/2021, na qual foi possível acompanhar um elevado número de caminhões sendo impactados pela limpeza da escória do forno da Aciaria.

Primeiramente, foi construído o gráfico que mostra a sequência de descarregamentos para tal dia em ordem cronológica, apresentando o momento em que ocorreram as limpezas do forno:

Figura 30 - Gráfico Real de Descarregamento no PPC no dia 14/07



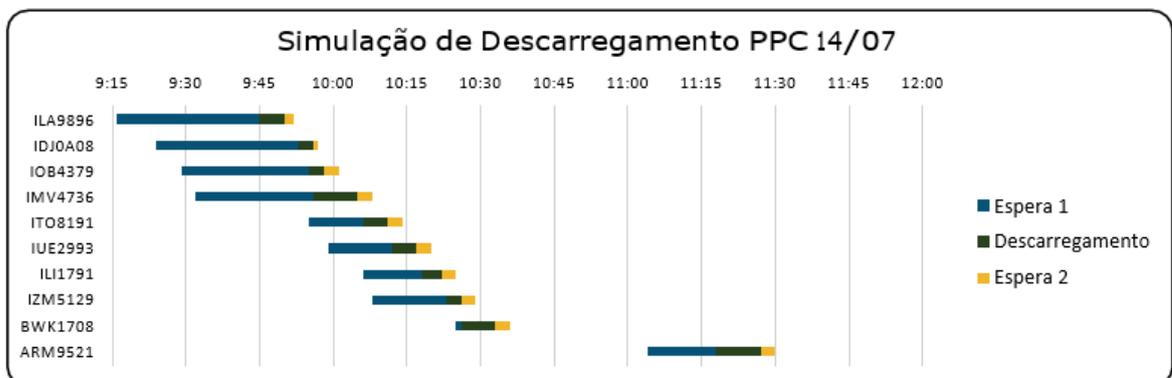
Fonte: Autor

Pode-se perceber na Figura 30 que, neste dia, a Limpeza 1 foi realizada em um momento em que havia muitos caminhões esperando para descarregar. Isso acarretou um aumento significativo nas esperas destes caminhões.

Além disso, os tipos de sucata correspondentes às descargas no horário da Limpeza 1, são as seguintes: CAV-SUCATA DE CAVACO DE ACO, SHR-SUCATA FRAGMENTADA, MDI-SUCATA MIUDA DE INDUSTRIA e ESG-SUCATA ESPECIAL GRAUDA. Essas são sucatas que não são descarregadas na mesma baía que é despejada a escória do forno, o que significa que as descargas poderiam ocorrer concomitantemente à limpeza. Já na Limpeza 2, o tipo de sucata é descarrega na mesma baía, não podendo ser evitada a espera.

Para melhor visualização foi realizada uma simulação, representada na Figura 31, se as descargas ocorressem de forma simultânea a Limpeza 1.

Figura 31 - Gráfico Simulação de Descarregamento no PPC no dia 14/07



Fonte: Autor

Pode-se observar na Figura 31 que a média de tempo total no PPC dos caminhões reduziria consideravelmente segundo esta situação.

- Média de tempo total no PPC do cenário real: 39 minutos e 12 segundos;
- Média de tempo total no PPC da simulação: 24 minutos e 6 segundos.

Portanto, pode-se concluir que existe uma oportunidade de redução do TPV para os caminhões que descarregam no PPC, a partir de melhorias relacionadas à limpeza da escória do forno da Aciaria.

3.3.3 Análise dos Turnos de Trabalho

Tanto no Pátio de Sucatas quanto no PPC existem turnos de trabalho para o maquinário e para os colaboradores, portanto, era sabida a possível correlação entre o TPV e os períodos de atendimento. Assim, foram coletados dados da agenda de trabalho do maquinário e dos classificadores para que estes pudessem ser comparados com os dados de tempo coletados durante a cronoanálise e com os dados de tempo coletados diretamente do SAP.

A agenda de trabalho repassada encontra-se na Tabela 7:

Tabela 7 - Turno de trabalho do Pátio de Sucatas e PPC

Turno do Pátio de Sucatas e PPC						
Código	Nome	Datas	Início 1	Final 1	Início 2	Final 2
37K	Classificador Solo	Seg-Sex	07:35	17:23	16:50	02:38
37L	Classificador Solo	Seg-Sex	07:35	17:23	16:50	02:38
3T	Classificador PPC	Seg-Dom	08:00	18:00	22:00	08:00
3TA	Garra Pátio	Seg-Dom	08:00	18:00	18:00	04:00
3TA	Eletroimã Pátio	Seg-Dom	08:00	18:00	18:00	04:00

Fonte: Autor

Utilizando-se da Tabela 7, montou-se uma tabela de horários com intervalos de 2 em 2 horas, nesta se relacionam a contagem dos caminhões de sucata no período de 01/06/2021 e 21/07/2021, além da média de TPV destes e de tempo de espera no estacionamento da usina. Estes intervalos demonstram também quais os períodos com déficit de classificadores e/ou maquinário.

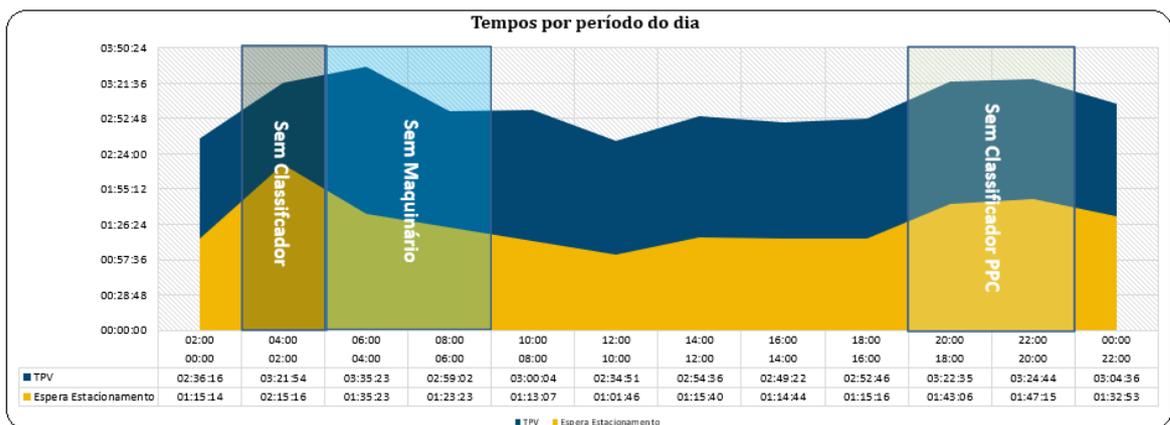
Tabela 8 - Relação entre turnos de trabalho e períodos de déficit

Intervalos	Contagem	Espera Estacionamento	TPV	Operadores Presentes			
00:00 - 02:00	109		01:15:14 - 02:36:16	3TA	3T	37L	37K
02:00 - 04:00	71		02:15:16 - 03:21:54	3TA	3T		
04:00 - 06:00	100		01:35:23 - 03:35:23		3T		
06:00 - 08:00	340		01:23:23 - 02:59:02		3T		
08:00 - 10:00	427		01:13:07 - 03:00:04	3TA	3T	37L	37K
10:00 - 12:00	427		01:01:46 - 02:34:51	3TA	3T	37L	37K
12:00 - 14:00	307		01:15:40 - 02:54:36	3TA	3T	37L	37K
14:00 - 16:00	413		01:14:44 - 02:49:22	3TA	3T	37L	37K
16:00 - 18:00	343		01:15:16 - 02:52:46	3TA	3T	37L	37K
18:00 - 20:00	245		01:43:06 - 03:22:35	3TA		37L	37K
20:00 - 22:00	207		01:47:15 - 03:24:44	3TA		37L	37K
22:00 - 00:00	168		01:32:53 - 03:04:36	3TA	3T	37L	37K

Fonte: Autor

De maneira a tornar a tabela mais visual, os dados foram representados na Figura 32 e na Figura 33:

Figura 32 – Gráfico de tempos por período do dia



Fonte: Autor

Figura 33 - Gráfico do número de caminhões por período



Fonte: Autor

Como demonstrado na Figura 33, os períodos com ausências de classificadores e/ou maquinários, representam um aumento médio do TPV num intervalo de 20 a 35 minutos, sendo estes no período da madrugada no Pátio de Sucatas e noite no PPC. Vale destacar que, embora

estes aumentos no TPV médio ocorram em turnos de menor movimento na usina, o período sem o Classificador do PPC ainda contou com 552 caminhões de sucata entrando na usina, como representado na Figura 32, sendo, portanto, um dado de considerável impacto no TPV.

3.3.4 Análise da Fila de Caminhões na Classificação

Durante a etapa de cronoanálise realizada no Pátio de Sucatas, percebeu-se que a fila de caminhões na classificação não segue um padrão muito claro, fato este que poderia ter consequências no TPV, visto que a padronização é um fator importante para as empresas, evitando erros e retrabalhos em geral.

Um dos fatores que impactava na não padronização da espera na classificação era o fato de que geralmente apenas um tipo de sucata é descarregado de cada vez, para evitar que a garra tenha deslocamentos desnecessários. Este ponto acaba sendo visto como uma oportunidade para a implementação de uma segunda garra para descarregamento no Pátio de sucatas, pois, haveria a possibilidade de posicioná-las em pilhas opostas do pátio, assim aumentando o número de tipos de sucata diferentes sendo descarregados simultaneamente.

Esta análise se encontra de forma mais detalhada na Análise do Pátio de Sucatas. Os gráficos que comprovam o acúmulo de caminhões de determinado tipo de sucata estão destacados na Figura 34, Figura 35, Figura 36, Figura 37 e Figura 38.

Figura 34 - Gráfico de Fila de Caminhões no dia 05/07



Fonte: Autor

Figura 35 - Gráfico de Fila de Caminhões no dia 08/07



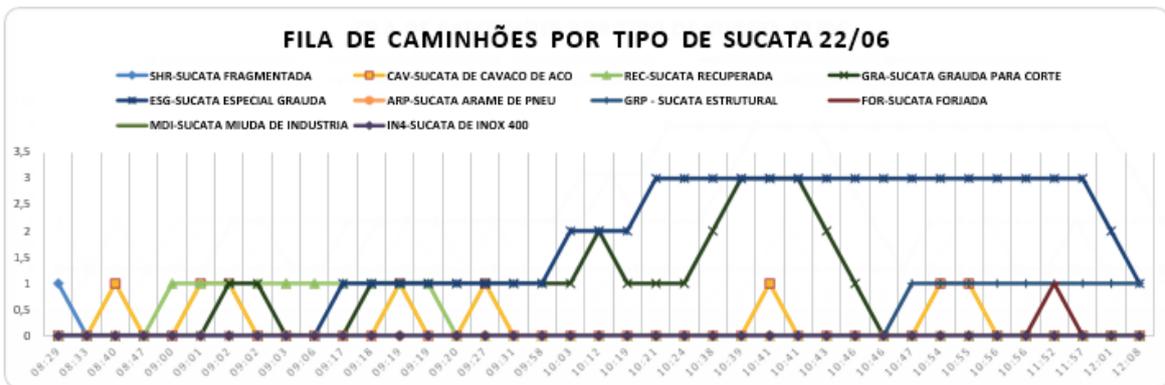
Fonte: Autor

Figura 36 - Gráfico de Fila de Caminhões no dia 14/07



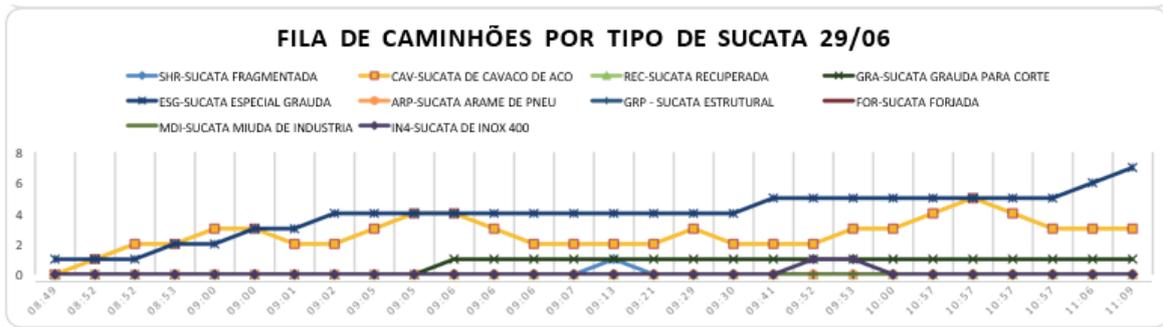
Fonte: Autor

Figura 37 - Gráfico de Fila de Caminhões no dia 22/07



Fonte: Autor

Figura 38 - Gráfico de Fila de Caminhões no dia 29/07



Fonte: Autor

É perceptível na Figura 37, por exemplo, que enquanto a Sucata Graúda para Corte chega, espera poucos minutos e já parte para o descarregamento, a Sucata Especial Graúda fica com três caminhões na classificação por cerca de uma hora e meia, representando uma clara oportunidade para o posicionamento de outra garra para descarregamento.

Outro dado de destaque é a Figura 38, quando os caminhões da Sucata Especial Graúda começaram a chegar por volta das 08:49, acumulando 7 caminhões com esta carga durante a manhã, sendo que nenhum deles havia sido encaminhado para o descarregamento até às 11:09. Além disso, percebe-se também que em dias com pouca variedade de tipos de sucata, o descarregamento de cada caminhão se inicia muito mais rápido, dificilmente acontecendo um acúmulo, e quanto este acontecia era por um período curto, como pode-se observar na Figura 34, na Figura 35 e na Figura 36. Isto pode ser um indicativo de que o planejamento de uma agenda de descarregamento facilitaria muito o funcionamento dos processos do pátio.

3.3.5 Análise por Tipos de Caminhões

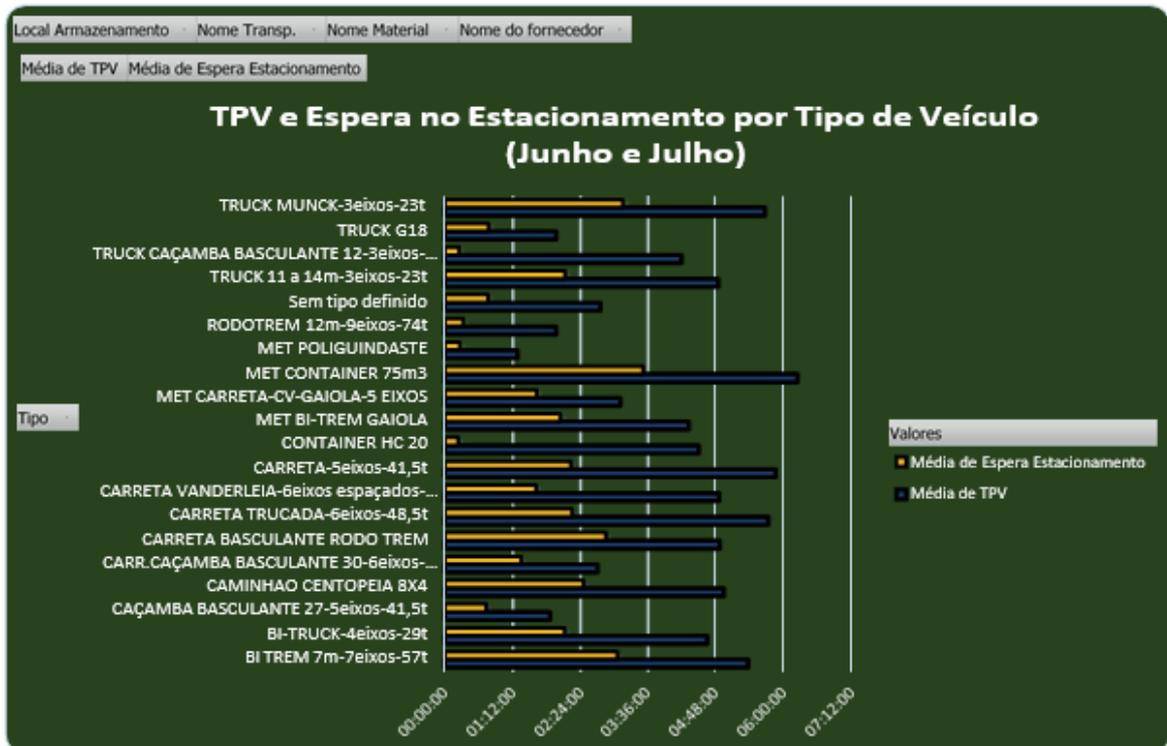
Ainda sob o propósito de observar o comportamento dos tempos dos processos micro e macro sob o contexto de diferentes variáveis, realizou-se uma análise na qual são comparados os tempos para cada tipo de caminhão que chega ao Pátio de Sucatas. Para a definição dos tipos de caminhão utilizou-se a nomenclatura padrão da usina, através da correlação dos dados coletados durante a etapa de cronoanálise e os dados do sistema.

Esta análise, por sua vez, diferencia-se um pouco das anteriores, pois trata-se de dados que apenas comprovam fatos evidentes na rotina do Pátio de Sucatas, não por isso se fazem

menos importantes, pois fornecem a base para análises mais complexas. Assim, nesta etapa foram montados 3 gráficos principais.

O primeiro é a Figura 39, do TPV e tempo de Espera no Estacionamento da Usina por determinado tipo de caminhão, através deste pode-se ver quais são os tipos de caminhão que mais demoram para completar o processo de descarregamento.

Figura 39 - Gráfico do TPV x Espera no estacionamento por tipo de veículo



Fonte: Autor

Naturalmente os que mais se destacam são os caminhões do tipo Container, Carretas e Bi Trem. Enquanto os caminhões com o processo mais ágil são os Poliguindastes, Caçambas Basculantes de diversos tipos e caminhões com G.

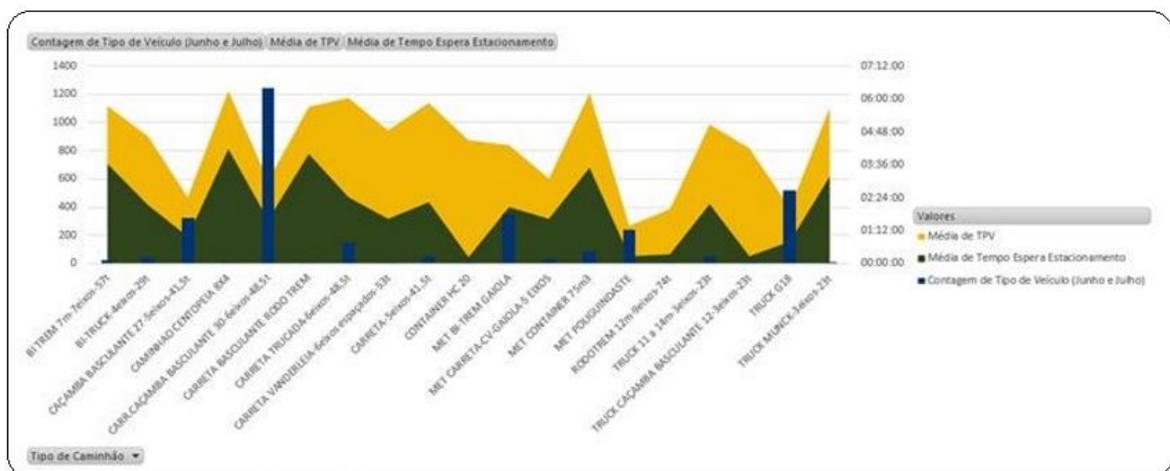
Isto porque caminhões do tipo Container e Carreta possuem uma descarga dificultada para a garra, além de que frequentemente necessitam do apoio do Eletroímã para a conclusão do descarregamento. Ademais a possível variação no final do processo, etapa geralmente bastante demorada, observada em uma média de cerca de uma hora, também eleva o TPV. Já os caminhões Bi Trem demoram mais devido à necessidade de realizar duas descargas e por haver o processo de troca de eixos no pátio.

Por outro lado, caminhões que basculam, principalmente os que vão ao PPC, como é o caso da maioria dos Poliguindastes, Caçambas Basculantes e G's, tem o processo bastante rápido,

devido a não necessidade de espera no estacionamento ou na classificação, além de terem uma descarga facilitada, sem necessitar de maquinário da usina.

Entretanto, não é apenas o tempo de permanência que deve ser levado em consideração nesse tipo de análise, mas sim a relação desse tempo com a quantidade de caminhões de cada tipo. Assim, quanto maior o tempo de permanência e maior a quantidade de caminhões, maior o impacto no TPV, enquanto caminhões de baixo TPV e alta ocorrência são os ideais para o descarregamento na usina.

Figura 40 - Gráfico do TPV x Espera no estacionamento x Quantidade de caminhões por tipo

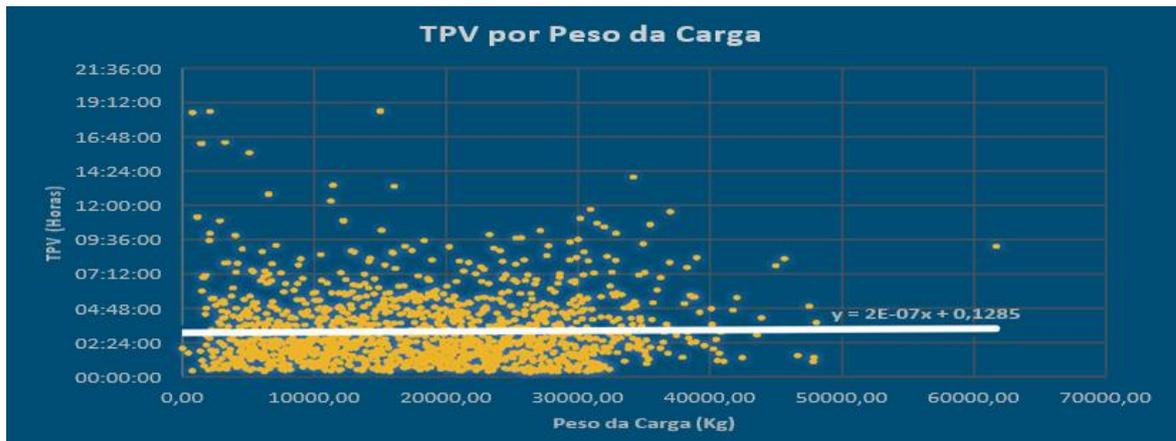


Fonte: Autor

Através da Figura 40, pode-se perceber que os tipos de caminhão mais recorrentes são, em geral, favoráveis a um descarregamento rápido, visto que os Caçamba Basculante 6 eixos, Truck G18, Poliguindaste, e Caçamba Basculante 5 eixos são todos caminhões com alguns dos menores TPV's. Enquanto isso, os de maior TPV se concentram em tipos de caminhão de menor expressividade, Containers, Carreta e Carreta Gaiola (o único deles com 350 unidades no período de 01/06 a 21/07).

Por último, como pode ser visto na Figura 41 também foram comparados dados do SAP com dados do peso da carga dos caminhões, pois imagina-se que quanto maior a carga, maior o tempo de descarregamento e com isso maior também o tempo de espera. Porém, está correlação se mostrou falsa, como pode-se ver na Figura 41, inclusive, grande parte dos maiores TPVs estão localizados na área de menores pesos de carga.

Figura 41 - Gráfico do TPV por Peso da Carga



Fonte: Autor

3.3.6 Análise das Cargas e Origens

Esta análise se assemelha muito com a análise de tipos de caminhões, ou seja, nesta almeja-se comparar dados como o Tipo de Sucata, Fornecedor e Transportadora com os dados do SAP, Tempo de Espera no Estacionamento da Usina e tempos dos processos micro. Através destes, poderão ser feitas avaliações de quais são as sucatas mais eficientes no ponto de vista de tempo de permanência, quais são as transportadoras mais afetadas por um TPV alto, quais os fornecedores com mais caminhões que vão diretamente ao PPC, etc.

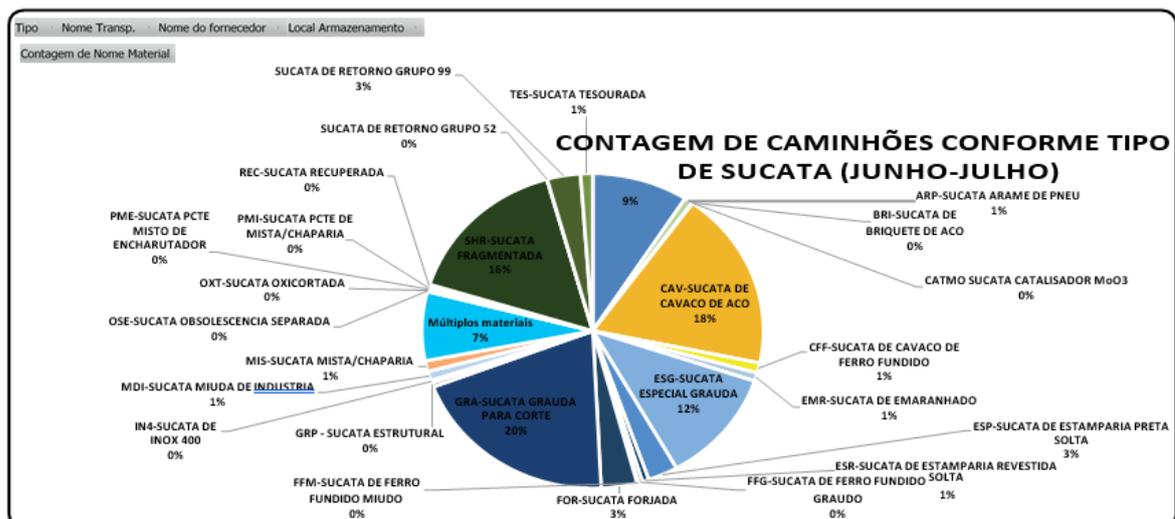
Logo, a Figura 42 é a dos tempos macro por cada tipo de sucata, bem como a contagem de vezes que estas chegam à usina:

Figura 42 - Gráfico média do TPV e espera no estacionamento por tipo de sucata



Fonte: Autor

Figura 43 - Gráfico da porcentagem de caminhões por tipo de sucata



Fonte: Autor

Quanto aos resultados observados com a Figura 42 e Figura 43, fica evidente que existem alguns problemas no TPV decorrentes do tipo de sucata dos caminhões, isto porque alguns dos caminhões com maior TPV e tempo de Espera no Estacionamento, são também os mais recorrentes no Pátio. Exemplificando, ambas as sucatas graúdas (Especial Graúda e Graúda para Corte) têm um TPV de cerca de 4 horas e juntas somam 32% das cargas que descarregam na usina, representando um grande impacto no TPV médio. Além dessas, ainda se destaca a carga de Múltiplos Materiais e Materiais não Identificados no sistema, que representa quase 10% dos descarregamentos em uma média de quase 7 horas de TPV.

Desta forma, também cabe apontar algumas cargas desejáveis, nestas principalmente o Cavaco de Aço e a Sucata Fragmentada, que somam 37% das cargas descarregadas, em contraste com o TPV de 100 minutos e 56 minutos, respectivamente. Valores esperados, visto que são cargas que descarregam diretamente no PPC.

4 RESULTADOS E ANÁLISE

4.1 METODOLOGIA DA ANÁLISE DE MELHORIAS

Nas melhorias de processo, a análise de cada uma se baseia em 4 pilares principais:

1. **Porque mudar:** Qual o impacto negativo do problema para a produção, funcionários e clientes e porque ele deve ser resolvido.
2. **Como ficará:** Como esse problema pode ser resolvido.
3. **Impacto:** Qual a consequência da implementação da melhoria, ou seja, o quanto otimizará as condições de produção e de trabalho.
4. **Viabilidade:** Qual a facilidade de implementação da melhoria e, conseqüentemente, de resolução do problema. Quanto mais alta a viabilidade, mais fácil é a implementação da melhoria.

4.2 CADERNO DE MELHORIAS

4.2.1 Estudo de layout do pátio

Porque mudar: Um dos grandes problemas encontrados no Pátio de Sucatas atualmente é o layout. Em levantamento realizado por colaboradores do setor, entre o mês de Junho e Julho de 2021, 17% dos caminhões que ultrapassaram a marca de 150 minutos de TPV tem o motivo da demora classificado como “problemas no layout do pátio”. Não havendo a possibilidade de descarregar com duas máquinas simultaneamente, é fundamental que o arranjo físico do pátio, considerando tanto o posicionamento das pilhas de descarga, quanto os caminhos por onde as máquinas passam, beneficie a redução de movimentações, diminuindo o tempo de espera dos caminhões pelo descarregamento

Como ficará: Um Estudo de Layout completo, visando a reformulação do arranjo físico do Pátio de Sucatas, demandaria um projeto inteiro com uma equipe destinada somente a este fim.

Portanto, não é o objetivo aqui apresentar uma planta nova para o setor. Entretanto, pode-se citar algumas ideias que devem ser levadas em consideração na realização deste estudo. Primeiramente, um layout ótimo deve procurar privilegiar a redução das movimentações mais recorrentes. Uma forma de investigar isso é por meio da análise dos tipos de sucata descarregadas no Pátio.

Segundo os dados do sistema analisados neste estudo, 49% da sucata descarregada no Pátio de Sucatas (M007), entre Junho e Julho de 2021, foi do tipo GRA-SUCATA GRAUDA PARA CORTE, e 26% foi do tipo ESG-SUCATA ESPECIAL GRAUDA. Somando, isso significa 75% de todas as descargas do pátio. Portanto, considerando o cenário em que não será possível fazer descargas simultaneamente com mais de uma garra, é muito importante que a movimentação da máquina entre as pilhas desses dois tipos de sucata seja facilitada.

Impacto: O impacto dessa melhoria seria alto, visto que, atualmente, existe uma priorização do descarregamento no Pátio de Sucata conforme a localização da garra. Isso faz com que caminhões que chegaram mais cedo tenham que esperar o descarregamento de caminhões que chegaram depois, pois a garra se encontra distante da pilha em que ocorre a descarga da sucata do primeiro.

Viabilidade: A viabilidade é média, pois seria necessário um projeto completo de Estudo e Proposição de Layout Ótimo para implementar, de fato, mudanças fundamentais no arranjo físico do Pátio de Sucatas, e isso requer uma certa quantidade de tempo e de investimento.

4.2.2 Estruturação de operação em quatro turnos

Porque mudar: Analisando os dados coletados, juntamente com os do sistema, pode-se perceber que o principal problema do TPV é o tempo de espera no estacionamento. Grande parte dessa espera é devido ao elevado número de caminhões que chegam a noite e descarregam somente na manhã seguinte. Isso se dá por causa do intervalo em que não há classificador nem maquinário no pátio. Assim, os caminhões que chegam tarde, não conseguem descarregar.

Como ficará: A carga horária seria dividida em 3 turnos:

1º - das 00:00 até as 08:00

2º - das 08:00 até as 16:00

3º - das 16:00 até as 00:00

Assim, haveria colaboradores 24 horas por dia disponíveis para classificação e descarregamento. Os caminhões que chegam de noite e na madrugada teriam a possibilidade de descarregar a qualquer hora. A rotina do pátio seguiria da mesma maneira que está atualmente, apenas com o acréscimo de um turno na madrugada.

Impacto: Após analisar os dados propostos anteriormente, conclui-se que o impacto seria alto, pois ajudaria a resolver o principal problema do TPV que é acúmulo de caminhões no turno da noite. Além disso, a concentração que acontece atualmente no turno da manhã deixaria de acontecer, pois as filas andariam normalmente em todos os horários do dia.

Viabilidade: A viabilidade desta melhoria é média, pois depende da contratação de novos funcionários, como classificador e operador de máquina para trabalho no turno em que hoje, não há funcionamento. Outro fator importante é o procedimento da usina em uma escala macro, se o modelo atual possibilitaria a adição de mais um turno de trabalho nos setores que incluem as etapas de descarga.

No entanto, mesmo com essas dependências, o retorno previsto ao incluir essa melhoria na rotina da usina seria de grande valia para a diminuição do TPV.

4.2.3 Alteração na responsabilidade pelo acompanhamento da limpeza da escória do forno da aciaria

Porque mudar: Uma das atividades pela qual o classificador do PPC é responsável atualmente é o acompanhamento da limpeza da escória do forno da Aciaria. Tal atividade é obrigatória, pois conforme vão ocorrendo as "corridas" de produção de aço, o forno vai liberando resíduo logo atrás das pilhas de sucata do PPC. O problema é que, como o classificador do PPC tem o dever de acompanhar essa limpeza, o descarregamento precisa ser interrompido, o que resulta em um aumento no TPV dos caminhões que iriam descarregar no momento.

Como ficará: A melhoria proposta é retirar a responsabilidade do acompanhamento da limpeza da escória do forno da Aciaria do classificador do PPC, passando-a para terceiros ou para funcionários do Pátio que ficariam sob aviso, sendo chamados nos momentos em que essa atividade fosse acontecer. Dessa forma, o descarregamento dos caminhões que estão aguardando para realizar a descarga da sucata em baias diferentes da que o forno da Aciaria está inserido, poderia seguir ocorrendo normalmente.

Impacto: Para mensurar o impacto desta melhoria, foi realizada uma comparação entre o cenário real de descarregamento da sucata na manhã do dia 14/07/2021 com uma simulação de como o processo ocorreria, caso essa melhoria fosse implementada, já mostrada anteriormente no estudo de capacidade.

Essa simulação mostra que o tempo total no PPC dos caminhões diminuiria de 00:39:12 para 00:24:06, abrindo um espaço para o descarregamento de mais caminhões no restante do turno.

Viabilidade: A viabilidade é média, visto que seria necessário estabelecer um novo responsável por fazer o acompanhamento da limpeza da escória do forno da Aciaria, o que representa alguns custos adicionais.

4.2.4 Alteração no layout do estacionamento dos caminhões que descarregam no PPC

Porque mudar: Atualmente, os caminhões que descarregam no PPC aguardam o chamamento do classificador estacionados em fila na rua perpendicular ao PPC. Esse local funciona muito bem como ponto de espera, uma vez que dispõe de bastante espaço para os caminhões aguardarem. Entretanto, durante a limpeza da escória do forno da Aciaria, a passagem de veículos na via em frente ao PPC é bloqueada, como pode ser visto na Figura 44. Isso é um problema, pois, mesmo que a melhoria anterior seja implementada, retirando do classificador do PPC a responsabilidade de acompanhar a limpeza do forno, haveria uma dificuldade de acesso às baias localizadas na direção bloqueada.

Figura 44 - Layout atual do estacionamento do PPC



Fonte: Autor

Com o intuito de viabilizar o descarregamento durante a limpeza da escória do forno da Aciaria para os tipos de sucata que tem suas baias localizadas na direção bloqueada, é proposto o layout representado na Figura 45:

Figura 45 - Layout proposto para o estacionamento do PPC



Fonte: Autor

Dessa forma, os caminhões que descarregam entre as baias da direção sem bloqueio seguiriam aguardando a descarga no local atual, que na imagem anterior foi chamado de Estacionamento 1. Já os caminhões que descarregam entre as baias da direção bloqueada passariam a aguardar no Estacionamento 2.

Impacto: A implementação dessa melhoria impactaria em uma redução no TPV dos caminhões que vão para o PPC, especialmente daqueles que descarregam entre as baias da direção bloqueada, uma vez que poderiam durante a limpeza da escória do forno da Aciaria. Com esse layout implementado, é possível atingir as estimativas de redução de TPV previstas na melhoria anterior.

Viabilidade: A viabilidade de implementação desta melhoria é alta, pois a utilização do espaço em questão como estacionamento de caminhões foi feita no passado. Portanto, já é sabido que é factível colocar tal proposição em prática. Além disso, não são necessários investimentos para a implementação desta melhoria.

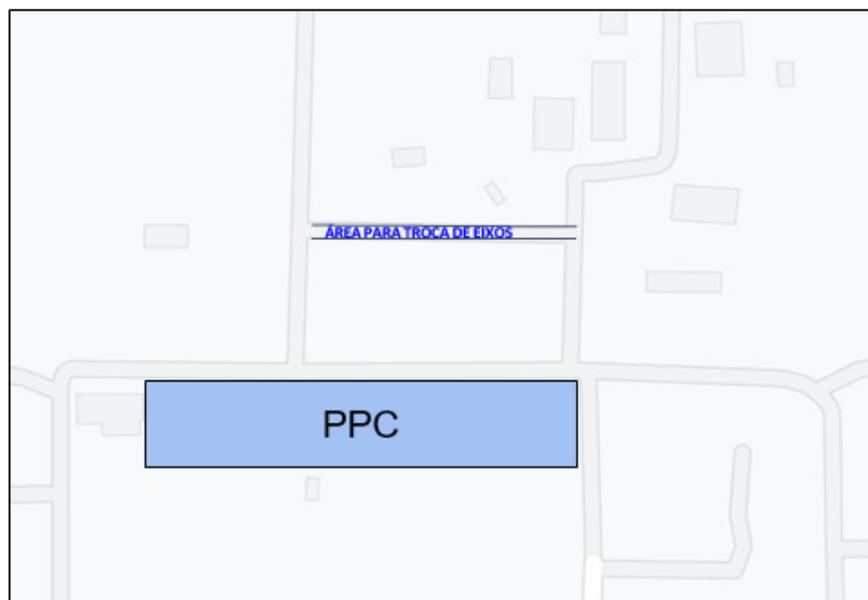
4.2.5 Alteração do local de troca de eixos dos caminhões Bi Trem

Porque mudar: Existem alguns caminhões do tipo Bi Trem que descarregam no PPC, o problema disso é que todos os Bi Trens passam por um procedimento padrão, no qual eles estacionam em uma área destinada a isso próxima a classificação, e lá separam seus eixos, deixando um parado enquanto segue os procedimentos para descarregar o outro. Assim que descarregado, ele volta, deixa o que descarregou e pega o cheio, em seguida descarrega o último, volta, junta os eixos e deixa a usina.

O problema é que a área de troca de eixos fica longe do PPC, ou seja, o caminhão tem que ir e voltar duas vezes percorrendo todo o pátio apenas para trocar os eixos, enquanto esse lugar de troca poderia ser em uma área mais próxima ao PPC, evitando tanto deslocamento desnecessário.

Como ficará: Para alterar esse problema no layout, sugere-se que seja definida uma área para a troca de eixos dos caminhões Bi Trem. Essa área deve ser próxima ao PPC e com espaço o suficiente para que os caminhões manobrem. Felizmente, existe um local com essas especificações na usina, representado na Figura 46.

Figura 46 - Proposta de área para troca de eixo



Fonte: Autor

A área é suficientemente grande e bem próxima do PPC, facilitando muito a locomoção dos caminhões Bi Trem para o PPC.

Impacto: Para calcular o impacto dessa ação, leva-se em consideração alguns dados, o primeiro é o do tempo de deslocamento da classificação ao PPC, excluindo *outliers* obtemos os dados da Tabela 9:

Tabela 9 - Dados de deslocamento da classificação ao PPC

Cálculo	Deslocamento ao PPC
Média	0:05:42
Desvio Padrão	0:04:07
Máximo	0:20:00
Mínimo	0:01:00
% do TPV	5%

Fonte: Autor

Como o tempo que os caminhões Bi trem levam a mais trocando os na área próxima ao PPC é apenas o valor do deslocamento entre os dois multiplicado por 2 (ida e volta). Então a estimativa de quanto isso pouparia no TPV de cada caminhão Bi trem, do PPC é de em média 684 segundos.

Considerando o TPV médio retirado do sistema da usina de cada um dos tipos de caminhões Bi trem que descarregaram no PPC no período do estudo, observa-se as alterações apresentadas na Tabela 10:

Tabela 10 - Simulação do TPV com a melhoria

Tipo de Caminhão	Média de TPV	Contagem de Tipo	TPV novo
BI TREM 7m-7eixos-57t	06:07:59	8	05:56:35
BI-TRUCK-4eixos-29t	04:23:12	12	04:11:48
CAMINHAO CENTOPEIA 8X4	01:42:03	1	01:30:39
MET BI-TREM GAIOLA	03:22:22	135	03:10:58
RODOTREM 12m-9eixos-74t	02:06:14	1	01:54:50
Total Geral	03:32:22	157	03:20:58

Fonte: Autor

Percebe-se também que o Bi Trem mais frequente no PPC é a MET BI-TREM GAIOLA, correspondendo a 86% da categoria, por isso, é interessante avaliar também quais são os fornecedores que mais seriam beneficiados com uma ação dessas.

Com isso, percebe-se que as mais afetadas no intervalo de 01/06/2021 e 21/07/2021 seriam:

- SUCATA WIEBBELLING LTDA - 15 Caminhões
- TRAMONTINA MULTI SA - 14 Caminhões
- EATON LTDA - 12 Caminhões
- TRAMONTINA GARIBALDI SA INDUSTRIA - 11 Caminhões

Além disso, na Figura 11, podemos avaliar quais as transportadoras mais impactadas, dado mais relevante nesse caso específico:

Tabela 11 - Relação do TPV por transportadora

Nome Transportadora	Média de TPV	Contagem de Nome Transp.
ADEMIR ELISIO	07:19:09	1
CARMEN LEIVAS VIDAL	03:31:29	8
G 25 TRANSPORTES EIRELI EPP	02:11:50	2
GSP COMERCIO E TRANSPORTES LTDA	03:52:39	17
SUCATA WIEBBELLING LTDA	02:25:22	13
TRANSLEAO TRANSPORTES LTDA	03:28:50	84
TRANSPORTADORA DINAMICA LTDA	01:17:07	3
TRANSPORTADORA REVERSA LTDA	01:26:41	1
TRANSPORTES GIANIZELLA LTDA EPP	03:23:09	6
Total Geral	03:22:22	135

Fonte: Autor

Como demonstrado, boa parte dos caminhões Bi são parte da transportadora TRANSLEAO. Dados importantes para possíveis negociações comerciais.

Viabilidade: A viabilidade é alta, é uma alteração que não exige nenhum investimento, apenas a disponibilização de um espaço que não está sendo utilizado.

4.2.6 Alocação de funcionários para descarregamento no horário do almoço

Porque mudar: Na etapa de cronoanálise notou-se que, quando chega o horário do almoço, o operador da máquina sai e deixa a máquina parada, acumulando assim, o número de caminhões

aguardando para serem descarregados. Essa melhoria foi pensada para que não houvesse essa pausa, resultando em uma maior fluidez nas filas nesse horário.

Como ficará: Atualmente, quando o operador vai almoçar, a máquina fica parada até que ele volte. O proposto é que tenha outro funcionário para substituí-lo nesse período, fazendo com que assim, não haja lacunas no turno. Essa melhoria tem duas possibilidades de aplicação:

1. Realocar um funcionário que ocupa outra função, para que apenas nessa hora, ele passe para a operação da máquina;
2. Contratar um novo funcionário para fazer uma melhor divisão dos turnos.

Impacto: Levando em conta que o número de caminhões que ficam aguardando esse intervalo do operador, depende também da liberação do classificador, da disponibilidade dos caminhoneiros, entre outros fatores, conclui-se que o impacto é médio. Este intervalo, que normalmente é de cerca de uma hora, pode não ser grande o suficiente para causar um aumento considerável no TPV, no entanto, como ainda sim é um gargalo na usina, se colocado em prática, poderia aumentar a fluidez dos caminhões neste horário do dia.

Viabilidade: A viabilidade desta melhoria vai depender da disponibilidade de funcionários capacitados para exercer a função de substituir o operador nesses horários de intervalo. Se já há pessoas disponíveis, seria necessário apenas um rearranjo de funções, a fim de dividir o posto de operador de máquina. Se não há pessoas para tal, seria necessário a contratação ou o treinamento de um colaborador para isso.

4.3 RESULTADO FINAL

Com ajuda dos colaboradores da siderúrgica foram discutidas as reais viabilidades das propostas de melhoria, e decidida qual poderia ter mais resultados para ser a primeira a ser aplicada. Sendo, por fim, decidida pela estruturação de operação em quatro turnos.

Apesar do alto investimento na contratação de mais um operador especializado em classificação de materiais, além da contratação de um operador para as máquinas, os resultados foram imediatos, como pode ser visto na Tabela 12, que compara o mês de setembro, que é o mês que a melhoria foi aplicada, com o mês anterior, tendo uma redução de 43% no valor médio do TPV.

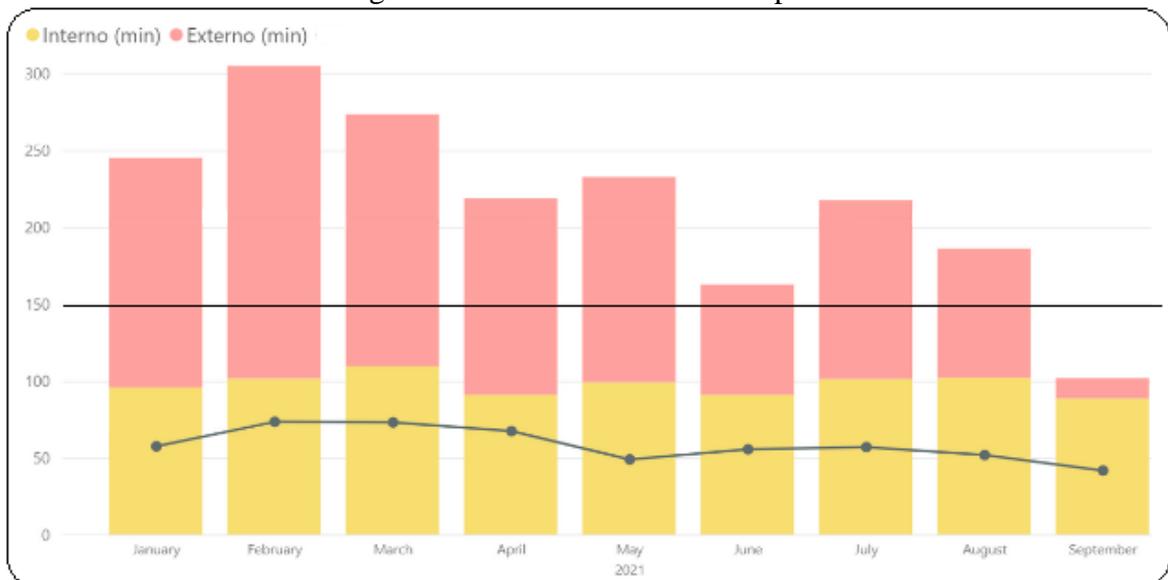
Tabela 12 - Dados TPV Mensal

Dados TPV Mensal	Agosto	Setembro
TPV Total Médio (min)	186	106
TPV Externo Médio (min)	84	23
TPV Interno Médio (min)	102	83
Veículos/Dia	52	54

Fonte: Autor

Na Figura 47, retirada da própria base da siderúrgica, são representados em um gráfico de colunas empilhadas os dados do TPV externo, que representa a média do tempo de espera dos caminhões fora da usina, mais a média do TPV interno, que é o tempo de permanência dos caminhões dentro da usina, totalizando assim o TPV médio. Cada coluna representa um mês, de janeiro até setembro, onde podem ser comparadas com a linha reta na marca dos 150 minutos, que representa a meta. Pode-se observar que o TPV abaixou consideravelmente no mês de setembro, ficando significativamente abaixo da linha da meta de 150 minutos.

Figura 47 - Gráfico do TPV total por mês



Fonte: Sistema da empresa

5 CONCLUSÕES

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou, por meio da aplicação de ferramentas de tempos e movimentos, atribuir propostas de melhorias para reduzir o TPV, e aplicar as propostas mais viáveis.

O método proposto foi validado através da comparação dos resultados obtidos com os resultados apresentados anteriormente ao projeto, onde com a redução de 43% alcançada, o TPV ficou 44 minutos abaixo da meta pré-estabelecida de 150 minutos, sendo atingido o objetivo do estudo. As bases de dados utilizadas para comparação dos resultados finais deste trabalho são conhecidas pelos colaboradores e de uso geral da siderúrgica estudada.

Como proposta para trabalhos futuros, indica-se a aplicação da primeira melhoria proposta no caderno de melhorias, sendo ela o desenvolvimento de um estudo completo do layout do pátio. Além disso, indica-se para aplicação dessa melhoria o apoio de uma equipe especializada, com equipamentos que permitem o mapeamento aéreo, e o uso da simulação para analisar as possibilidades com maior confiabilidade antes de colocar prática.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2011. 690p.

LOPES, R. A.; LIMA, J. F. G. **Planejamento e controle da produção: um estudo de caso no setor de artigos esportivos de uma indústria manufatureira**. XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Rio de Janeiro, out., 2008. Anais. Rio de Janeiro: Abepro, 2008.

SLACK, N.; BRANDON-JONES, S.; JOHNSTON, R. **Administração de Produção**. 8 ed. São Paulo: Atlas, 2018. 75p.

TUBINO, D. F. **Manual de planejamento e controle da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

JACOBS, F. Robert; CHASE, Richard B.; SOUZA, Teresa Cristina Felix de. **Administração da produção e de operações: o essencial**. Porto Alegre: Bookman, 2009.

JACOBS, F. Robert; CHASE, Richard B. **Administração da Produção e de Operações: o essencial**. Tradução Teresa Cristina Félix de Souza. Porto Alegre: Bookman, 2009.

FISCHMANN, A. A.; ZILBER, M. A. **Utilização de Indicadores de Desempenho para a Tomada de Decisões Estratégicas: um Sistema de Controle**. Vol. 1. São Paulo: Revista de Administração Mackenzie, 2000.

VAN ASSEN, Marcel; BERG, Gerben van Den; PIETERSMA, Paul. **Modelos de gestão: os 60 modelos que todo gestor deve conhecer**. 2. ed. São Paulo: Pearson, 2010.

SOARES, Tiago R. E.; SOUZA, Sebastião Décio C. **Análise da concorrência e concentração da indústria siderúrgica brasileira através do modelo ECD**. XL Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Paraná, out., 2020. Anais. Paraná: Abepro, 2020.

DENNIS, P. **Produção lean simplificada: um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

BEZERRA, Rodrigo R. R.; MELO, Andre Cristiano S.; SEIXAS, Deigilson V. de; LIMA, Jardson G. P. **Benefícios de um WMS em uma distribuidora de alimentos um estudo focado em componentes logísticos**. XL Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Paraná, out., 2020. Anais. Paraná: Abepro, 2020.

SANTOS, Pedro V. S.; VIANA, Izabella M. S.; DAMASCENO, Naiane T. S.; SILVA, Eduína Carla da. **Análise da eficiência em operações de vinícolas brasileiras e portuguesas: um estudo comparativo**. Revista de Gestão dos Países de Língua Portuguesa, v. 20, nº 1, p. 21-40, Rio de Janeiro, 2021.

ZELTZER, Rosine. **Indicadores de Desempenho Coleta e análise de dados, estabelecer indicadores e promover melhoria contínua**. 71 ed. São Paulo: NewsLab, 2005.

CAMPOS, Lucila M. S.; MELO, Daiane A. **Indicadores de desempenho dos Sistemas de Gestão Ambiental (SGA): uma pesquisa teórica.** Revista Produção, v. 18, n. 3, set./dez. 2008, p. 540- 555.

SOUTO, M. S. M. Lopes. **Apostila de Engenharia de métodos. Curso de especialização em Engenharia de Produção – UFPB.** João Pessoa. 2002.

ANDRADE, Maureci M. **IMPORTÂNCIA DO ESTUDO DE MÉTODOS E TEMPOS NAS ORGANIZAÇÕES NO QUE SE REFERE AOS CUSTOS DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO.** 2006. 114 P. Monografia – curso de Ciências Contábeis, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2006.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção.** São Paulo: Atlas, 2018.

BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e de tempos: Projeto e medida do trabalho.** São Paulo: Edgard Blücher, 1977.

COSTA F. N.; PEREIRA F. L. M.; ALVES I. B. S.; CARVALHO C. A. S.; NUNES C. E. de C. B. **Determinação e análise da capacidade produtiva de uma empresa de cosméticos através do estudo de tempos e movimentos.** XXVIII Encontro nacional de engenharia de produção, ENEGEP, 2008.

TOLEDO Jr, Itys Fides Bueno e KURATOMI, Shoei. **Cronoanálise base da racionalização, da produtividade da redução de custos.** 3. ed. São Paulo: Itysho, 1977.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. **Administração da produção (Operações Industriais e de Serviços).** Curitiba: [s.n.], 2004.

PEREIRA, J. V. M.; FENERICH, F. C. **Conceitos de melhoria contínua aplicados no setor de corte de asas em um abatedouro de aves.** Universidade Estadual de Maringá UEM - Departamento de Engenharia de Produção. Trabalho de Conclusão de Curso. Campus Sede - Paraná - Brasil, 2019.

OLIVEIRA, Cassia Luciana Pfister Alves. **Análise e controle da produção em empresa têxtil, através da cronoanálise.** 2009.