

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

BRENDON MAIA MENDES

**ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE DE MÁQUINAS DE GRANDE PORTE EM OBRA DE
CORREÇÃO GEOMÉTRICA FERROVIÁRIA NA ESTRADA DE FERRO CARAJÁS**

São Luís - MA
2018

BRENDON MAIA MENDES

**ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE DE MÁQUINAS DE GRANDE PORTE EM OBRA DE
CORREÇÃO GEOMÉTRICA FERROVIÁRIA NA ESTRADA DE FERRO CARAJÁS**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Civil da Universidade Estadual do Maranhão, como requisito para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador (a): Prof. Esp. Thasso Colins Gonçalves

São Luís - MA
2018

Mendes, Brendon Maia.

Análise da produtividade de máquinas de grande porte em obra de correção geométrica ferroviária na Estrada de Ferro de Carajás / Brendon Maia Mendes. – São Luís, 2018.

92 f.

Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual do Maranhão, 2018.

Orientador: Prof. Esp. Thasso Colins Gonçalves.

1. Correção geométrica ferroviária. 2. Índices de produtividade. 3. Improdutividade. I. Título.

CDU 622.62

BRENDON MAIA MENDES

**ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE DE MÁQUINAS DE GRANDE PORTE EM
OBRA DE CORREÇÃO GEOMÉTRICA FERROVIÁRIA NA ESTRADA DE
FERRO CARAJÁS**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Civil da Universidade Estadual do Maranhão, como requisito para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador (a): Prof. Esp. Thasso Colins Gonçalves

Aprovado em: 04 / 12 / 18

BANCA EXAMINADORA



Prof. Esp. Thasso Colins Gonçalves
Universidade Estadual do Maranhão



Prof. Esp. Daniel Maia de Carvalho
Universidade Estadual do Maranhão



Prof.ª Melina Yumi Fujiwara
Universidade Estadual do Maranhão

Dedico este trabalho a meus pais, Aldemir Gomes
Mendes e Vera Lúcia Maia Costa Mendes.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, por ter me abençoado durante toda minha vida, em especial nos cinco anos de graduação em Engenharia Civil.

Em segundo lugar agradeço a meus pais, Aldemir Gomes Mendes e Vera Lúcia Maia Costa Mendes, e a minha irmã Yandara Maia Mendes, por sempre terem sido minha base de vida, e por estarem comigo nos momentos mais difíceis, instruindo-me com conselhos sábios e edificadores.

Meus agradecimentos também vão para todos os demais familiares e amigos, em especial Dr. Jairomar, Dr. Luciano, meu grande amigo Kaio, meu primo Buá, por terem se mostrado presentes no momento muito delicado de minha vida.

Minhas gratidões também se estendem a meu orientador, Prof. Esp. Thasso Colins, que sempre me orientou de forma correta, se fazendo prestativo de modo a sempre ajudar da melhor maneira possível.

Não poderia deixar de agradecer meu amigo e vizinho, Prof. Reginaldo, que se dispôs a contribuir para a elaboração desse trabalho.

Sou grato também a meus amigos de turma, em especial os que fazem parte do grupo Só Resenha, por tornarem essa jornada de 5 anos menos cansativa.

Por fim e não menos importante, agradeço a minha namorada Bruna, por ter me dado forças quando eu mais precisava, de modo a me fazer enfrentar as dificuldades com determinação e força de vontade.

“A medição é o primeiro passo que leva ao controle e eventualmente à melhoria. Se não podes medir algo, não o podes controlar, não o podes compreender. Se não o compreendes não o podes controlar. Se o não controlas não se pode melhorar”

H. James Harrington

(Citado em Kaydos, 1999)

RESUMO

O processo de Correção Geométrica Ferroviária visa reestabelecer os parâmetros de projeto da Via Permanente, proporcionando maior segurança e conforto para a tráfegabilidade na via, ou seja, tem como objetivo corrigir defeitos para com relação a geometria da via férrea, de modo a garantir os critérios mínimos de segurança para a circulação do material rodante. O estudo de caso, baseado em uma obra de Correção Geométrica na Estrada de Ferro Carajás (EFC), avaliou as produtividades das Máquinas de Grande Porte (Socadora e Reguladora de Lastro), durante o período de 4 (quatro) meses de contrato, com a finalidade de obtenção de dados de campo considerando critérios técnicos, quantitativos e qualitativos. Os índices obtidos serviram de parâmetros comparativos para avaliar a situação de cada atividade explorada, observando se elas encontravam-se com performance superior ou inferior a prevista, além de servirem como banco de dados para a elaboração de orçamentos futuros. Quanto aos aspectos de improdutividade, foi efetuado o cálculo do fator de disponibilidade do conjunto de máquinas supraditas, e comparado com o valor estipulado em contrato, além de ser mensurado e apontado as causas que provocaram toda a improdutividade, através do diagrama de Pareto.

Palavras-chave: Correção Geométrica Ferroviária. Índices de Produtividade. Improdutividade.

ABSTRACT

The Rail Geometric Correction process aims to reestablish the parameters of the Permanent Way project, providing greater safety and comfort for the trafficability in the road, that is, its objective is to correct defects in relation to the geometry of the railway, in order to guarantee the criteria minimum safety requirements for the movement of rolling stock. The case study, based on a work of Geometric Correction in the Carajás Railroad (EFC), evaluated the productivities of Large Size Machines (Ballast System and Ballast Regulator), during the period of 4 (four) months of contract, with the purpose of obtaining field data considering technical, quantitative and qualitative criteria. The obtained indexes served as comparative parameters to evaluate the situation of each activity explored, observing if they were with superior performance or less than predicted, besides serving as database for the elaboration of future budgets. As for the non-productive aspects, the factor of availability of the set of supradite machines was calculated, and comparaded with the amout stipulated in contract, besides being measured and pointed out the causes that caused all the unproductivity, through the Pareto diagram.

Key-words: Indices of Productivity. Railway Geometric Correction. Unproductivity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Camadas constituintes de uma via lastrada.....	21
Figura 2 – Construção de grade ferroviária.....	24
Figura 3 – Dormentes de madeira, concreto, aço e plástico.....	27
Figura 4 – Medição simétrica do alinhamento horizontal.....	31
Figura 5 – Medição simétrica do alinhamento vertical.....	32
Figura 6 – Demonstração de superelevação.....	33
Figura 7 – Bitola (Desenho Esquemático).....	34
Figura 8 – Defeitos de empeno.....	35
Figura 9 – Componentes de um AMV.....	37
Figura 10 – Total de acidentes ferroviários por causa dos anos de 2006 a 2013 no Brasil.....	38
Figura 11 – Total de acidentes ferroviários por causa na ferrovia EFC de 2006 a 2013.....	39
Figura 12 – Esquemático sequencial das manutenções.....	40
Figura 13 – Custo anual da manutenção com base no PIB (em milhões de reais).....	43
Figura 14 – Socadora de lastro 08 – 16 Split Head 3S.....	44
Figura 15 – Banca de socaria.....	45
Figura 16 – Descrição do processo de socaria.....	46
Figura 17 – Reguladora de lastro SSP – 203.....	48
Figura 18 – Mapa ilustrativo da Estrada de Ferro Carajás e da Ferrovia Norte-Sul.....	54
Figura 19 – Layout de um AMV: região com dormentes de madeira.....	56
Figura 20 – Layout de um AMV: região com dormentes de concreto.....	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Propriedades físicas do lastro ferroviário.	23
Tabela 2 – Propriedades mecânicas do lastro ferroviário.	23
Tabela 3 – Distribuição das ferrovias por bitolas.	34
Tabela 4 – Custos de manutenção em relação ao faturamento bruto no ano de 2011.	42
Tabela 5 – Principais atividades do contrato.	55
Tabela 6 – Índices considerados na elaboração do orçamento.	58
Tabela 7 – Resumo das produtividades gerais obtidas.	79

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Produtividade da Socadora (AMV com dormentes de madeira): 1º mês.	59
Gráfico 2 – Produtividade da Socadora (Linha): 1º mês.	61
Gráfico 3 – Produtividade da Socadora (AMV com dormentes de madeira): 2º mês.	62
Gráfico 4 – Produtividade da Socadora (Linha): 2º mês.	63
Gráfico 5 – Produtividade da Socadora (AMV com dormentes de concreto): 2º mês.	64
Gráfico 6 – Produtividade da Socadora (AMV com dormentes de concreto): 3º mês.	66
Gráfico 7 – Produtividade da Socadora (Linha): 3º mês.	67
Gráfico 8 – Produtividade da Socadora (AMV com dormentes de concreto): 4º mês.	68
Gráfico 9 – Produtividade da Socadora (Linha): 4º mês.	69
Gráfico 10 – Produtividade da Socadora (AMV com dormentes de madeira).	70
Gráfico 11 – Produtividade da Socadora (AMV com dormentes de concreto).	71
Gráfico 12 – Produtividade da Socadora (Linha).	72
Gráfico 13 – Produtividade da Reguladora: 1º mês.	73
Gráfico 14 – Produtividade da Reguladora: 2º mês.	74
Gráfico 15 – Produtividade da Reguladora: 3º mês.	76
Gráfico 16 – Produtividade da Reguladora: 4º mês.	77
Gráfico 17 – Produtividade da Reguladora.	78
Gráfico 18 – Disponibilidade do conjunto de máquinas (Socadora e Reguladora de Lastro).	81
Gráfico 19 – Diagrama de Pareto aplicado para as atividades improdutivas.	82

LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRAMAN	Associação Brasileira de Manutenção
AMV	Aparelho de Mudança de Via
ANTT	Agência Nacional de Transporte Terrestre
ASTM	American Society for Testing and Materials
CCM	Centro de Controle de Manutenção
CCO	Centro de Controle Operacional
Disp.	Disponibilidade
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
EFC	Estrada de Ferro Carajás
EGE	Eficiência Global dos Equipamentos
EST	Especificação Técnica de Serviço
h	Hora
Hz	Hertz
ISF	Instruções de Serviços Ferroviários
Km	Quilômetro
m	Metro
MA	Maranhão
MGP	Máquinas de Grande Porte
Mpa	Megapascal
mm	Milímetro
NBR	Normas Brasileiras
PA	Ponta da Agulha
PDCA	Plan Do Check Action
PIB	Produto Interno Bruto
RDO's	Relatórios Diários de Obra
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
TFPM	Terminal Ferroviário da Ponta da Madeira
TU	Travessão Universal

Unid.

VP

Unidade

Via Permanente

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 JUSTIFICATIVA	19
3 OBJETIVOS	20
3.1 Geral	20
3.2 Específicos	20
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
4.1 Caracterização do sistema ferroviário	21
4.1.1 Sublastro	22
4.1.2 Lastro	22
4.1.3 Grade Ferroviária	24
4.1.3.1 Trilho	25
4.1.3.2 Acessórios dos Trilhos.....	25
4.1.3.3 Dormentes.....	26
4.2 Material Rodante.....	28
4.2.1 Locomotivas e Máquinas de Grande Porte	28
4.2.2 Vagões	29
4.3 Aspectos Geométricos da Via Permanente	30
4.3.1 Parâmetros da geometria da via férrea.....	30
4.3.1.1 Alinhamento horizontal	30
4.3.1.2 Alinhamento vertical	31
4.3.1.3 Superelevação.....	32
4.3.1.4 Bitola	33
4.3.1.5 Empeno.....	35
4.4 Aparelho de Mudança de Via – AMV	36
4.5 Manutenção Ferroviária.....	37
4.5.1 Manutenção Corretiva.....	40
4.5.2 Manutenção Preventiva.....	40
4.5.3 Manutenção Preditiva	41

4.5.4 Custos com manutenção	41
4.6 Correção Geométrica	43
4.6.1 Socaria de lastro	44
4.6.2 Regularização de Lastro.....	47
4.7 Indicadores de Produtividade	49
4.7.1 Fatores que afetam a produtividade de máquinas e/ou equipamentos	50
4.7.2 Os benefícios da medição da produtividade	51
5 ESTUDO DE CASO	52
5.1 Metodologia.....	52
5.2 Estrada de Ferro Carajás – EFC	53
5.3 Aspectos gerais do Contrato: Correção Geométrica na EFC	54
5.3.1 Socaria/Alinhamento/Nivelamento/Topografia – Regularização/Vassouramento em Linha	55
5.3.2 Socaria/Alinhamento/Nivelamento em AMV.....	56
5.3.3 Índices de produtividade considerados no orçamento do contrato	57
5.3.4 Especificações das Máquinas de Trabalho	58
5.4 Produtividade da Socadora de Lastro	58
5.4.1 Primeiro mês: 02/07/18 a 01/08/18.....	59
5.4.2 Segundo mês: 02/08/18 a 01/09/18.....	61
5.4.3 Terceiro mês: 02/09/18 a 01/10/18	65
5.4.4 Quarto mês: 02/10/18 a 01/11/18.....	67
5.4.5 Produtividade Geral da Socadora de Lastro.....	70
5.5 Produtividade da Reguladora de Lastro	73
5.5.1 Primeiro mês: 02/07/18 a 01/08/18.....	73
5.5.2 Segundo mês: 02/08/18 a 01/09/18.....	74
5.5.3 Terceiro mês: 02/09/18 a 01/10/18	75
5.5.4 Quarto mês: 02/10/18 a 01/11/18.....	76
5.5.5 Produtividade Geral da Reguladora de Lastro	77
5.6 Produtividades do Contrato	78
5.7 Análise da Improdutividade.....	80
7 CONCLUSÃO.....	84

REFERÊNCIAS	86
APÊNDICE A - Tabela Geral de Produtividade.	90

1 INTRODUÇÃO

Dentre os modais de transporte utilizados no Brasil, o ferroviário encontra-se entre um dos mais onerosos, devido a seus elevados custos de construção e manutenção. Diante disso pode-se verificar a importância de uma manutenção rotineira nas ferrovias, uma vez que a mesma garante as condições de segurança e boa trafegabilidade na via para o material rodante.

O objetivo de uma manutenção da via férrea consiste em diminuir o índice de deterioração da geometria. O processo de correção geométrica é uma técnica de manutenção de via férrea que visa restabelecer os parâmetros geométricos de projeto, uma vez que, com o passar do tempo a ferrovia tende a se desgastar e deteriorar-se. A correção geométrica de uma ferrovia consiste basicamente em ancorar a grade no lastro a uma altura estabelecida (levantado), de modo que a estrutura trabalhe em conjunto para transmitir os esforços, provenientes do tráfego, ao solo. É importante frisar que esse tipo de manutenção faz o uso de Máquinas de Grande Porte (MGP), uma vez que o processo manual entrou em decadência com o decorrer dos anos.

A implementação de máquinas no processo de manutenção ferroviária, trouxe consigo a necessidade de controlar toda produtividade executada pelas mesmas. Esse controle se dá por meio do uso de índices que venham evidenciar o desempenho das máquinas em atividade, e que também servem como parâmetros para questões orçamentárias. Os índices de produtividade são os principais parâmetros utilizados na atualidade para se acompanhar o avanço de uma obra.

Para Rei (2005), a produtividade, classicamente, é definida como a relação entre uma produção e os recursos utilizados para obtê-la (produtividade total), ou ainda uma produção e apenas um destes recursos (produtividade parcial).

A quantidade de serviço executado ou produção não tem uma única unidade fixa, uma vez que, ela depende do tipo de serviço e de seu respectivo local de ocorrência.

Desta forma tem-se que a produtividade de uma máquina é um fator muito relevante, quando se fala em manutenção ferroviária, pois a mesma mostra de maneira direta quanto se consumiu para se executar uma determinada quantidade de produção.

Dentre as máquinas utilizadas no processo de manutenção de uma ferrovia, o presente trabalho dará ênfase à Socadora de Lastro e Reguladora de Lastro, que estão definidas a seguir, de acordo com a MRS (2018):

- A Socadora é um equipamento utilizado para corrigir a geometria da linha férrea e garantir a qualidade da via para a circulação segura dos trens. Basicamente, a correção geométrica consiste em dois fatores: nivelar os trilhos (garantir que a altura entre os trilhos seja sempre a mesma) e alinhá-los (fazer com que o trilho fique o mais retilíneo possível);
- Reguladora é um equipamento cuja função é fazer a distribuição uniforme da brita ao longo da superestrutura da via férrea.

Para se ter um controle adequado do trabalho executado pelas máquinas supracitadas e até mesmo para elaboração de orçamentos que rementem a manutenção ferroviária, faz-se necessário possuir uma série de dados coletados em campo, uma vez que há possibilidade de existir uma disparidade entre os dados coletados em campo e os fornecidos pelo fabricante. Desta forma, o presente trabalho norteará a análise da produtividade das duas máquinas citadas acima, visando obter um banco de dados que venha servir de base para futuros orçamentos e outros trabalhos de relevância no que tange o contexto da correção geométrica ferroviária.

2 JUSTIFICATIVA

A área ferroviária é, entre as obras de engenharia, aquela que apresenta uma menor gama de informações e conteúdos sobre os assuntos que as norteiam. A deficiência de dados para esse tipo de obra pode ser comprovada de maneira fácil, uma vez que o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), não dispõe de muitos dados no que diz respeito as obras ferroviárias. Isso deve-se ao número reduzido de empresas que atuam nessa área e a confidencialidade que elas têm com relação as informações de obras.

A lucratividade de uma empresa, ao executar a manutenção de uma determinada ferrovia, está diretamente ligada com os dados de produtividade das máquinas utilizadas, uma vez que, se forem adotados parâmetros que não transmitem a realidade, o custo da obra será maior que seu faturamento, podendo causar danos financeiros, até mesmo a falência de uma empresa.

Atrelado a produtividade das máquinas de Correção Geométricas, é interessante abordar os aspectos de improdutividade, visto que as causas para esse indicador são múltiplas, de responsabilidade tanto da Contratante, quanto da Contratada e que afeta diretamente a execução plena do contrato.

Baseado no que foi elucidado acima, vê-se a necessidade de se efetuar um estudo nessa área, para que mais conhecimentos possam ser obtidos sobre um assunto de tamanha relevância, além de montar um banco de dados que venha servir de suporte para futuros estudos na área de ferrovias, principalmente para questões orçamentárias, planejamento e gestão de obras.

3 OBJETIVOS

3.1 Geral

- Avaliar os índices de produtividade de MGP's em serviços de correção geométrica ferroviária.

3.2 Específicos

- Determinar os índices de produtividade de MGP's em serviço de correção geométrica ferroviária;
- Comparar os índices de produtividade de MGP's, em serviço de correção geométrica ferroviária com os coeficientes de mercado, considerando os aspectos orçamentários;
- Mensurar e apontar os dados de improdutividade em serviço de correção geométrica ferroviária.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Caracterização do sistema ferroviário

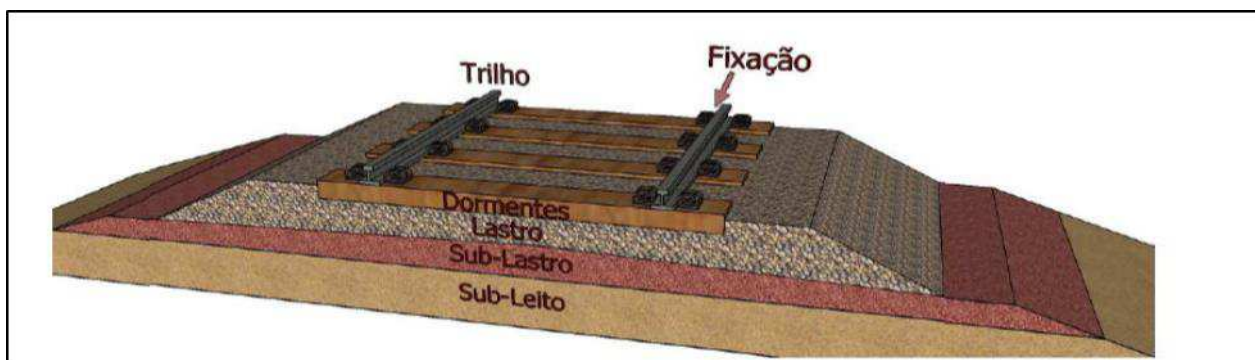
Segundo Paiva (2016), o sistema ferroviário é o modal de transporte terrestre, no qual os veículos possuem rodas de aço que transitam guiadas sobre uma via constituída por duas vigas metálicas. Nesse contato ocorre baixo atrito que, conseqüentemente, resulta em um transporte com baixa resistência ao deslocamento promovendo uma alta capacidade de transporte.

As estradas são divididas em infraestrutura e superestrutura. Para as estradas de ferro tem-se que a infraestrutura é constituída pela terraplenagem e todas as obras situadas abaixo do greide de terraplenagem. De acordo com Brina (1988), a superestrutura de uma ferrovia é constituída pela via permanente, que está sujeita à ação de desgastes provenientes das rodas dos veículos e do meio (intempéries), e é construída de modo a ser renovada quando o desgaste atingir o limite de tolerância exigido pela segurança ou comodidade de circulação, ou até mesmo substituir seus principais constituintes, quando assim exigir a intensidade de tráfego ou o aumento do peso do material rodante.

Os principais elementos que compõem a via permanente de uma ferrovia são sublastro, lastro, dormentes, fixações e trilhos, estes últimos formam a superfície de rolamento para os veículos ferroviários. O conjunto trilhos, dormentes e fixações, constituem a grade ferroviária.

A Figura 1 representa os principais elementos de uma ferrovia:

Figura 1 – Camadas constituintes de uma via lastrada.



Fonte: Vieira et al. (2013, p. 228).

4.1.1 Sublastro

O sublastro é um elemento que se encontra entre a superestrutura e a infraestrutura, essa interface provoca uma discordância entre os profissionais da área ao tentarem enquadrar o elemento supracitado como constituinte da superestrutura ou da infraestrutura. Para Brina (1988), o sublastro é um componente da superestrutura, que embora intimamente ligado às camadas finas de terraplanagem, tem características especiais, que justificam essa inclusão.

De acordo com o DNIT ISF – 212 (2015a, p. 9), o sublastro tem como função a absorção de “esforços transmitidos pelo lastro e transferi-lo para o terreno subjacente, na taxa adequada a sua capacidade de suporte, evitar o fenômeno de bombeamentos de finos do subleito e diminuir a altura necessária do lastro”.

4.1.2 Lastro

Paiva (2016, p. 109) define lastro como “camada constituída por material granular que suporta a grade ferroviária composta de trilhos fixações e dormentes”.

De acordo com o DNIT ISF – 212 (2015a), o lastro possui as seguintes funções:

- a) Distribuir de forma uniforme sobre a plataforma os esforços resultantes das cargas dos veículos, produzindo uma taxa de trabalho adequada na plataforma;
- b) Impedir os deslocamentos dos dormentes, verticalmente e horizontalmente;
- c) Forma um suporte, até certo limite de forma elástica, atenuando as trepidações resultantes das passagens dos veículos rodantes;
- d) Sobrepondo-se sobre a plataforma, suprime suas irregularidades, formando uma superfície contínua para os dormentes e trilhos;
- e) Facilitar a drenagem da superfície.

Esveld (2001 apud PAIVA, 2016) afirma que o lastro precisa ser constituído por um agregado sem partículas finas, com alta permeabilidade, que resulte em atrito interno entre os grãos capaz de absorver compressões internas, mas não tração.

Para satisfazer todas as funções supracitadas, Paiva (2016) elucida que o lastro deve apresentar as seguintes características:

- a) Alta tenacidade, para resistir às agulhas das socadoras;
- b) Elevada resistência ao desgaste e abrasão, evitando fragmentação das partículas;
- c) Alta resistência a compressão, para que suporte os esforços verticais e possa espraíá-los para a plataforma;
- d) Baixa porosidade, evitando a absorção excessiva de água e aumentando a vida útil dos agregados;
- e) Adequada distribuição granulométrica, para permitir boa drenabilidade da camada e uma uniformidade na granulometria das partículas.

As normas do DNIT ISF – 212 (2015a) inferem que o lastro deve possuir as seguintes características física e mecânicas, como ilustrado na Tabela 1 e 2:

Tabela 1 – Propriedades físicas do lastro ferroviário.

CARACTERÍSTICAS	VALOR
Forma média das partículas (ABNT NBR 5564:2011)	Cúbica
Partículas máximas não cúbicas (ABNT NBR 5564:2011)	15%
Massa específica aparente mínima (ABNT NBR 5564:2011)	2.500 kg/m ³
Absorção máxima de água (ABNT NBR 5564:2011)	0,8%
Porosidade aparente mínima (ABNT NBR 5564:2011)	1,5%
Pureza/sulfato de sódio (ASTM-C 88)	5,0%

Fonte: DNIT (2015).

Tabela 2 – Propriedades mecânicas do lastro ferroviário.

CARACTERÍSTICAS	VALOR
Resistência ao desgaste – abrasão a Los Angeles máxima (ABNT NRB NM 51:2001)	30%
Resistência ao choque – índice de tenacidade <i>Tretton</i> máxima ABNT NBR 5564:2011)	25%
Resistência mínima a compressão axial (ABNT NBR 5564:2011)	100Mpa

Fonte: DNIT (2015).

4.1.3 Grade Ferroviária

A grade da via férrea é constituída pelos trilhos, dormentes e fixações, como mostra na Figura 2.

São duas as principais solicitações que o tráfego provoca na via: a primeira é a vertical, correspondendo ao peso do veículo dividido pelas rodas e repassando à via pelo contato roda-trilho; a segunda é longitudinal aos trilhos e corresponde ao esforço de tração das rodas motrizes ao iniciar a movimentação dos trens, e esforço de frenagem (PAIVA, 2016, p. 68)

As solicitações indicadas acima são absorvidas em primeira instância pela grade ferroviária, sendo a mesma afetada pelas maiores intensidades das solicitações provenientes do tráfego.

Figura 2 – Construção de grade ferroviária.



Fonte: Autor (2018).

4.1.3.1 Trilho

O trilho é o elemento da superestrutura que serve como superfície de rolamento pela qual circulam os veículos ferroviários ou material rodante.

Segundo o DNIT ISF – 213 (2015b, p. 9), “os trilhos são elementos da superestrutura da via permanente que guiam o veículo no trajeto e dão sustentação ao mesmo, funcionando como viga contínua e transferindo as solicitações das rodas aos dormentes”.

Os trilhos devem possuir certas características físicas para atender às suas funções na via férrea:

Para exercer a função de superfície de rolamento e suportar as cargas transportadas pelos veículos, é necessário que o trilho tenha dureza, tenacidade, elasticidade e resistência à flexão. Entre todos os materiais, é o aço que oferece melhores vantagens para o emprego na fabricação dos trilhos (BRINA, 1988, p. 46)

Paiva (2016) diz que as principais características dos trilhos são:

- a) Constituir uma superfície de rolamento dura, lisa e resistente para o tráfego de veículos;
- b) Apresentar a menor resistência possível o rolamento do veículo;
- c) Proporcionar a direção dos veículos ferroviários pela condução da sua roda com o friso;
- d) Suportar os esforços da via em virtude do tráfego;
- e) Transmitir a carga das rodas para o dormente, reduzindo as tensões para o lastro e a plataforma;
- f) Permitir a instalação de circuitos de controle de tráfego ferroviário e do retorno da energia elétrica de tração.

4.1.3.2 Acessórios dos Trilhos

Os acessórios dos trilhos são elementos utilizados na grade ferroviária, que promovem as ligações/conexões entre trilhos ou entre trilhos e dormentes, como por exemplo talas de junção, parafusos, arruelas, placas de apoio e acessórios de fixação.

De acordo com o Vieira et al. (2013):

As talas de junção são responsáveis pela união entre as extremidades de dois trilhos garantindo o seu nivelamento e alinhamento para que funcionem perfeitamente solidários sob a ação do tráfego ferroviário. A tala é a peça que irá proporcionar a rigidez necessária na região de união dos trilhos tornando-os solidários. As talas são furadas para permitirem a transposição dos parafusos que irão executar a efetiva montagem delas aos trilhos (VIEIRA et al., 2013, p. 96).

Os parafusos juntos com as arruelas são utilizados para realizar a fixação das talas de junção com as extremidades dos trilhos, em geral usa-se para cada junta duas placas de junção, quatro a seis parafusos e uma arruela por parafuso. Brina (1988, p. 71) afirma que as arruelas têm finalidade de “impedir que o parafuso se afrouxe com a trepidação nas passagens de trens, deve-se colocar entre a tala e a porca do parafuso uma arruela, que dará maior pressão a porca”.

As placas de apoio são chapas de aço introduzidas entre os trilhos e dormentes com finalidade de aumentar a área de contato entre eles. Essas placas, segundo Brina (1988), prolongam a vida útil do dormente, pois além de proporcionarem uma melhor distribuição de cargas sobre o mesmo, evita a tendência do patim do trilho de cortar o dormente.

Os acessórios de fixação são elementos utilizados para fixar o trilho ao dormente ou a placa de apoio do trilho. As fixações são divididas em rígidas e flexíveis, sendo estas últimas capazes de absorver choques e vibrações por meio de um ou mais elementos flexíveis, comportando-se melhor que as fixações rígidas.

4.1.3.3 Dormentes

Brina (1988) define dormente como:

[...] elemento da superestrutura ferroviária que tem por função receber e transmitir ao lastro os esforços produzidos pelas cargas dos veículos, servindo de suporte dos trilhos, permitindo a sua fixação e mantendo invariável a distância entre eles (bitola) (BRINA, 1988, p. 21).

Os dormentes funcionam como uma viga posicionada transversalmente na via, que recebem os esforços dos trilhos e os transmitem ao lastro. Partindo desse princípio, o dimensionamento de um dormente utiliza premissas de cálculo estrutural. Uma dessas premissas considera que o dormente funciona como uma viga isostática e bi apoiada, sendo a largura dos apoios determinada pelo comprimento da faixa de socaria.

Ainda segundo Brina (1998), para que o dormente venha cumprir as funções descritas, faz-se necessário:

- a) que suas dimensões, comprimento e largura, forneçam uma superfície de apoio suficiente para que a taxa de trabalho não ultrapasse certo limite;
- b) que sua espessura lhe dê a necessária rigidez, permitindo, entretanto, alguma elasticidade;
- c) que tenha suficiente resistência aos esforços e durabilidade;
- d) que permita, com relativa facilidade, o nivelamento do lastro (socaria);
- e) que se oponha de maneira eficaz aos deslocamentos longitudinais e transversais da via;
- f) e que permita uma boa fixação do trilho, isto é, uma fixação firme, sem ser excessivamente rígida.

Os materiais utilizados na fabricação de dormentes, que visam atender as necessidades supracitadas, são de quatro tipos: madeira, concreto, aço e plástico (Figura 3). Sendo este primeiro material o mais utilizado, por possuir as melhores características e desempenho.

Figura 3 – Dormentes de madeira, concreto, aço e plástico.



Fonte: Máximo (2008 apud VIEIRA et al., 2013, p. 182).

4.2 Material Rodante

De acordo com Rosa (2016, p. 137), “material rodante é o conjunto de todos os equipamentos que se locomovem sobre a via permanente”. Sendo então classificados em:

- a) Material de tração (Locomotivas e MGP’s);
- b) Material Rebocado (Vagões).

Segundo Brina (1988) os materiais que se movimentam sobre a estrada de ferro são classificados segundo a sua capacidade de tração, podendo ser material de tração ou material rebocado. O material de tração é composto por todos os veículos motorizados que podem circular na via férrea, tais como locomotivas, máquinas de manutenção e equipamentos de via. Já o material rebocado é composto pelos carros que transportam passageiros e pelos vagões destinados ao transporte de cargas.

Para Rosa (2016), a movimentação do material rodante só é possível devido a aderência promovida entre o contato roda-trilho, também denominado pelos estudiosos da área de contato metal-metal. Outra característica importante para o material rodante, é a solidariedade das rodas ao eixo, ou seja, não há movimentação relativa entre eixo e rodas.

4.2.1 Locomotivas e Máquinas de Grande Porte

De acordo com Brina (1988), as locomotivas são um tipo de veículo ferroviário que tem por função tracionar os demais veículos, para gerar movimento, sendo por isso também denominadas de material de tração. As locomotivas são classificadas de acordo com seu motor primário, podendo ser:

- a) Locomotivas a vapor;
- b) Locomotivas a diesel;
- c) Locomotivas elétricas;
- d) Locomotivas diesel-elétrica.

Para os estudiosos da área ferroviária, entende-se por MGP os equipamentos robustos, de grande extensão, com um peso elevado, com grande capacidade de combustível e destinados à construção e/ou manutenção de uma via férrea.

Evaristo (2017) lista as principais máquinas utilizadas na construção e/ou manutenção ferroviária:

- a) Desguarnecedora: essa máquina tem como função realizar a manutenção do lastro rodoviário, através de sua limpeza, restabelecendo os padrões ideais para o lastro;
- b) Socadora: utilizada para corrigir a linha férrea e garantir a qualidade da via para a circulação segura dos trens;
- c) Reguladora: tem com finalidade auxiliar a socadora através do restabelecimento dos parâmetros padrão do perfil transversal de lastro na via;
- d) Carro Controle (*Track Star*): caminhão de linha utilizado para realizar verificação de condições de uso da via permanente, geralmente utilizado para manutenção preditiva e preventiva da VP;
- e) Esmerilhadora: máquina ferroviária utilizada para limar, lixar, fresar e eletrosar o trilho encruado na superfície de rolamento, reduzindo a grande quantidade de trilhos substituídos anualmente, o desgaste antecipado e avarias de componentes dos materiais rodantes e da própria via.

4.2.2 Vagões

Rosa (2016, p. 147) ressalta que o vagão é um “veículo destinado ao transporte de cargas e não possui capacidade motriz e, portanto, necessita ser rebocado”.

De acordo com Luccio (2016), os vagões recebem denominações de acordo com sua função e o tipo de mercadoria a ser transportada. Os principais tipos são:

- a) Vagões Fechado: carrega granéis corrosivos e granéis sólidos;
- b) Vagões Gôndola: transporta granéis sólidos e produtos que podem ser expostos ao tempo;
- c) Vagões *Hooper*: fechado para granéis sólidos e granéis corrosivos;
- d) Vagões Plataforma: carrega contêineres, produtos siderúrgicos, grandes volumes, madeira etc.;
- e) Vagões Tanque: tem por finalidade o transporte de líquidos como gasolina, óleo, álcool etc.;
- f) Vagões Frigorífico ou Isotérmicos: transportam mercadorias que necessitam de baixas temperaturas.

Os vagões são constituídos de duas partes principais: a caixa, que é a parte responsável por acomodar a carga para transporte, sendo suas dimensões determinadas de acordo com a bitola da via, e o truque, que é uma estrutura rígida, que conectada aos rodeiros suportam a caixa (ROSA, 2016).

4.3 Aspectos Geométricos da Via Permanente

A geometria da via é definida como termo referido para medida geométrica da estrutura da via em um dado espaço e um dado instante de tempo, sendo que os elementos principais que compõem a geometria da via são nivelamento, alinhamento, bitola, superelevação e empeno (CANADIAN PACIFIC RAIL SYSTEM, 1996 apud LIMA, 1998).

A geometria é um indicador do estado da via férrea, onde normalmente se expressa seus valores na unidade de milímetros. Manter os desníveis dentro dos valores máximos definidos é fundamental para a confiabilidade, a disponibilidade, manutenibilidade, acessibilidade e segurança da estrada de ferro (ZAAYMAN, 2014, tradução nossa).

4.3.1 Parâmetros da geometria da via férrea

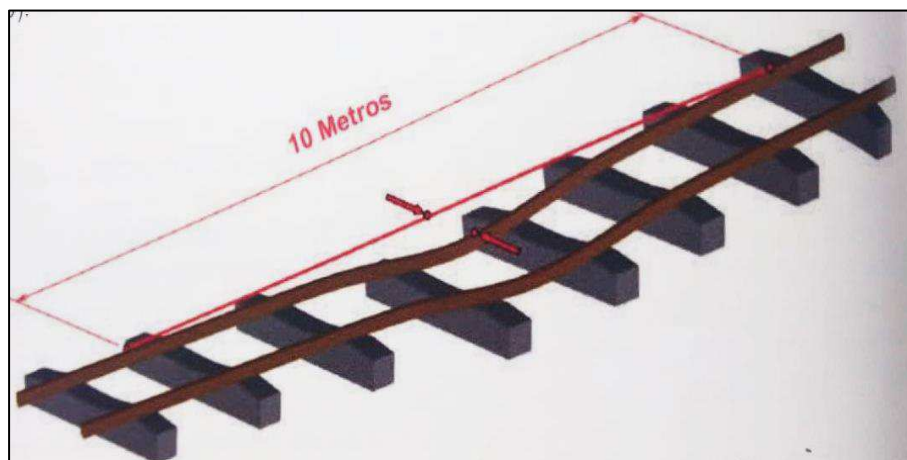
De acordo com Zaayman (2014), os principais parâmetros geométricos de uma estrada de ferro são:

- a) Alinhamento horizontal;
- b) Alinhamento vertical;
- c) Superelevação;
- d) Bitola;
- e) Empeno.

4.3.1.1 Alinhamento horizontal

Se uma corda estendida em dois pontos laterais do boleto de um trilho evidencia uma flecha, como ilustrado na Figura 4, então a linha está desalinhada. A distância entre a corda estendida e o boleto em questão representa o tamanho do defeito (flecha) (SILVA, 2006).

Figura 4 – Medição simétrica do alinhamento horizontal.



Fonte: ZAAYMAN (2014, p. 102).

Lima (1998) afirma que as principais causas do desalinhamento são:

- Dormente laqueado;
- Ombro do lastro insuficiente;
- Desgastes ou quebra de placas de apoio;
- Quebra ou deformação nos trilhos.

4.3.1.2 Alinhamento vertical

Para medir o alinhamento vertical de uma via, deve-se estender uma corda em dois pontos da superfície do boleto de um trilho, e efetuar mediadas entre a corda e o trilho em questão, sendo esses valores medidos denominados flechas verticais, assim como mostra a Figura 5 (SILVA, 2006).

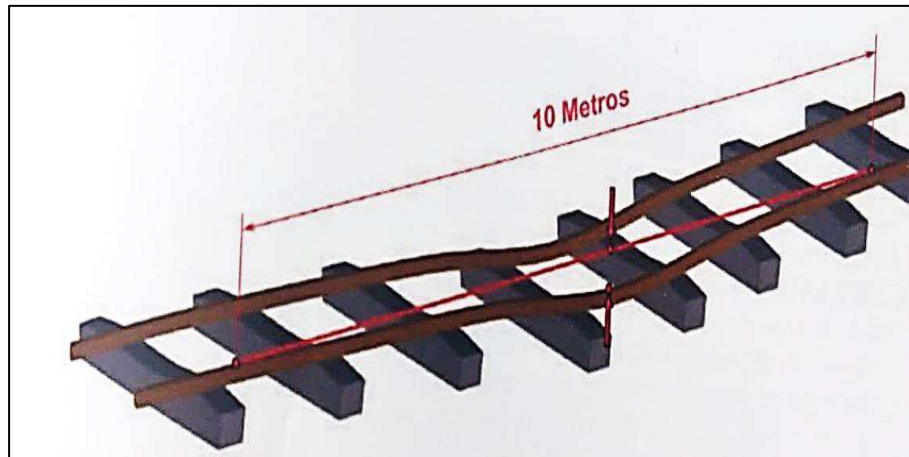
Os principais motivos que provocam problemas nos alinhamentos verticais (desnive-
lamentos) são falhas na plataforma, cargas dinâmicas excessivas e defeito na superfície dos trilhos (ZAAYMAN, 2014, tradução nossa).

De acordo com Lima (1998), os fatores que provocam problemas de alinhamento ver-
tical (desnívelamento) são:

- Dormentes laqueados ou com defeitos;
- Trilho corrugado;

- Problemas de drenagem (infraestrutura);
- Juntas desniveladas.

Figura 5 – Medição simétrica do alinhamento vertical.



Fonte: ZAAYMAN (2014, p. 103).

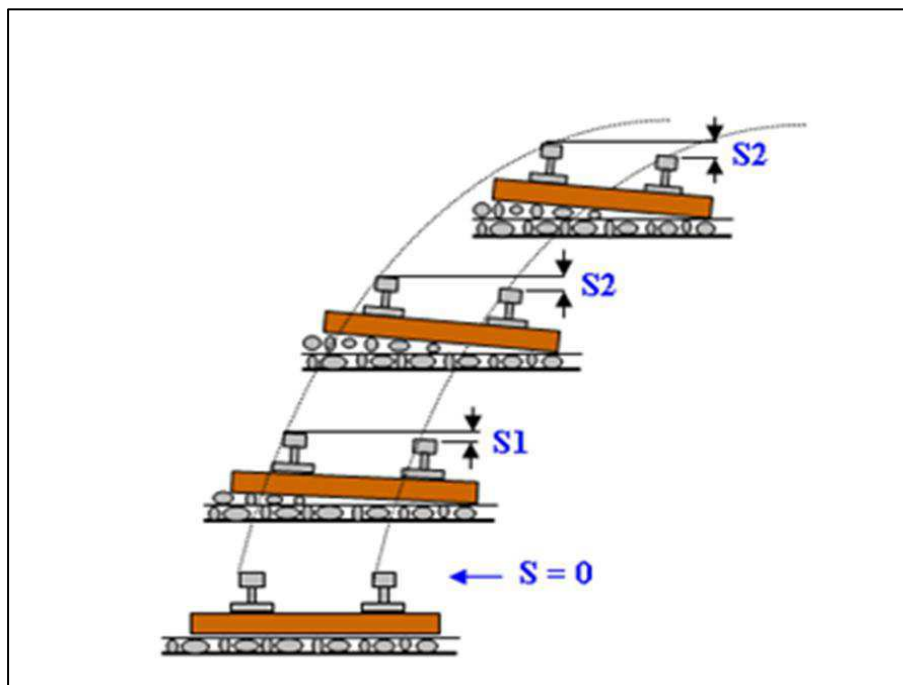
Os desníveis longitudinais são os principais responsáveis pela ocorrência do movimento de galope nos veículos em movimento (SILVA, 2006).

4.3.1.3 Superelevação

A superelevação é a inclinação dada à via permanente elevando-se o trilho externo em relação ao trilho interno, objetivando contrabalançar os efeitos da força centrífuga que ocorre nas curvas durante a passagem do material rodante. Este incremento é calculado em função do raio de curva e da velocidade máxima dos trens (VIEIRA et al., 2013).

A Figura 6 demonstra a superelevação aplicada a uma curva de via férrea.

Figura 6– Demonstração de superelevação.



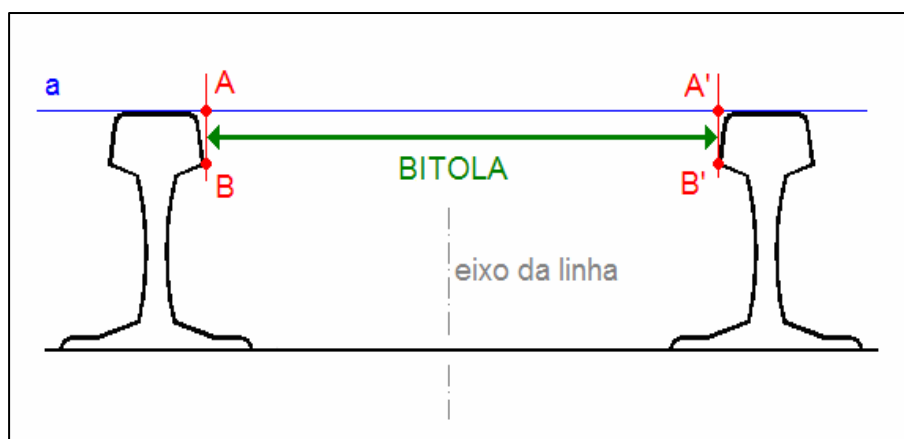
Fonte: Vieira et al. (2013, p. 263).

4.3.1.4 Bitola

Brina (1988, p. 6) denomina bitola como “a distância entre as faces internas de trilhos, medida a 12 mm abaixo do plano de rodagem (plano constituído pela face superior dos trilhos)”.

Para Sucena (2002 apud COIMBRA, 2008) a bitola é definida como:

A medida determinada geometricamente seguindo a sequência representada na Figura 7: traça-se a reta “a” perpendicular ao eixo da linha e apoiada na superfície de rolamento dos dois boletos dos trilhos; em seguida são traçados dois segmentos de reta (AB) e (A'B') perpendiculares à reta “a”, medidos abaixo da superfície de rolamento dos trilhos, de forma que toquem nas faces internas dos dois boletos dos trilhos. A distância entre esses dois segmentos de reta representa a Bitola (SUCENA, 2002 apud COIMBRA, 2008, p. 69).

Figura 7 – Bitola (Desenho Esquemático).

Fonte: COIMBRA (2008, p. 69).

Segundo Brina (1988 apud ALBUQUERQUE, 2011) a Conferência Internacional de Berma, em 1907, adotou oficialmente como “bitola internacional” a bitola de 1,435 m, sendo esta usada na maioria dos países. As estradas de ferro brasileiras utilizam três tipos de bitola:

- a) Métrica: 1,000 m;
- b) Padrão: 1,435 m;
- c) Larga: 1,600 m.

Sendo que dos três tipos de bitola mostrados acima, a primeira é a mais utilizada no país, chegando a cerca de 80% de utilização, enquanto para os outros países ela está praticamente em desuso, como mostra a Tabela 3.

Tabela 3 – Distribuição das ferrovias por bitolas.

Bitolas	Métrica (1,000 m)	Padrão (1,435 m)	Larga (1,600 m)
Brasil	79,7 %	0,7 %	19,6 %
Mundo	17,0 %	60,0%	23,0 %

Fonte: ALBUQUERQUE (2011, p. 27).

Segundo Albuquerque (2011), a falta de padronização de bitolas dificulta bastante a interligação entre as ferrovias. No Brasil não há uma padronização das bitolas, o que acaba por prejudicar bastante o transporte de cargas e passageiros pelo modal ferroviário.

Desta forma a incompatibilidade de bitolas faz com que cada ferrovia tenha sua frota padrão de trens, a não ser em casos de ferrovias que apresentam, em sua superestrutura, bitolas mistas, como é o caso da Estrada de Ferro Carajás (EFC) (VALE, 2018).

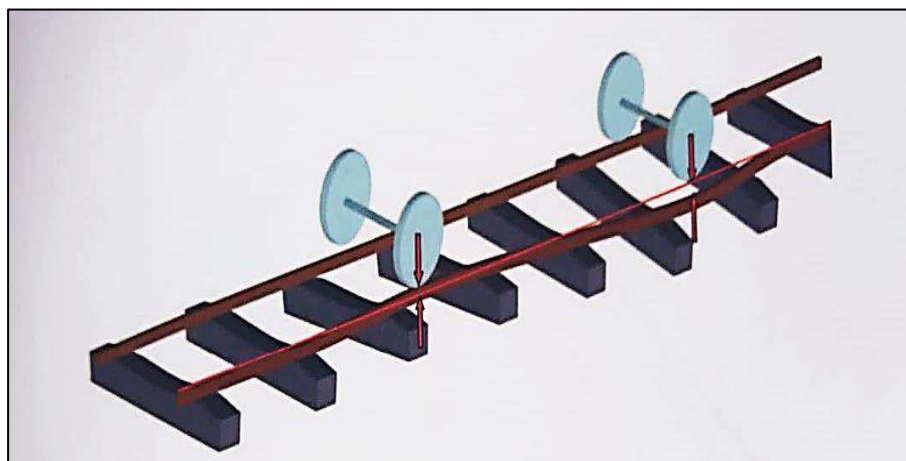
Os defeitos de bitolas de vias são provocados em lugares onde o desgaste lateral dos trilhos apresentam excessivo alargamento das entrevias, ao usar uma combinação de clips incorretos, quebras e restrições de dormente (ZAAYMAN, 2014, p. 104, tradução nossa).

4.3.1.5 Empeno

Segundo Zaayman (2014), o empeno de um trilho se determina mediante o cálculo da diferença entre duas medições de superelevação tomadas a 2,75 metros uma da outra. Esse desnível entre dormente provoca a perda do contato roda-trilho, que representa um grande perigo havendo a possibilidade de descarrilamento.

Toda variação diferencial no nivelamento longitudinal da fiada de trilhos da direita em relação aos da esquerda em uma distância (base) determinada, constitui o empeno, como mostra a Figura 8 (LIMA, 1998).

Figura 8 – Defeitos de empeno.



Fonte: ZAAYMAN (2014, p. 105).

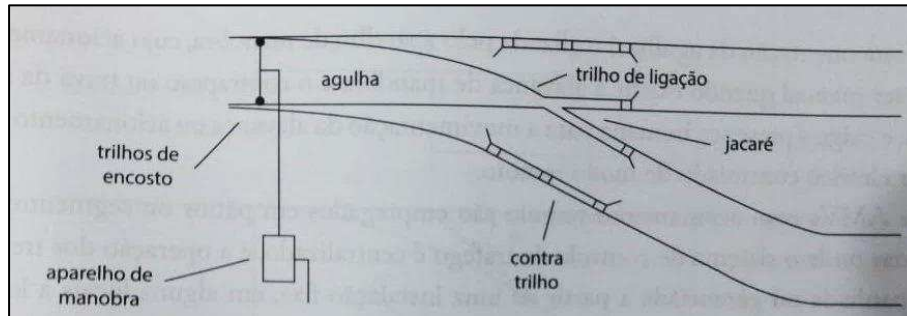
4.4 Aparelho de Mudança de Via – AMV

O Aparelho de Mudança de Via (AMV), ilustrado na Figura 9, possibilita que os veículos ferroviários passem de uma via para outra por meio de uma derivação da primeira via. Em linguagem popular, o AMV é o desvio (PAIVA, 2016).

De acordo com o DNIT ISF – 215 (2015), os aparelhos de mudança de via são constituídos pelas seguintes partes principais:

- a) Chave: também chamado de conjunto de agulhas, é formado pelas agulhas, trilhos de encostos e acessórios, montados de forma adequada para permitir o encaminhamento dos veículos ferroviários de uma linha para a outra;
- b) Agulhas: são peças geralmente de trilhos convenientemente trabalhados paralelos entre si, destinados a guiar as rodas dos veículos ferroviários ao transporem a chave;
- c) Contra agulha ou “encosto de agulha”: trilho de encosto de agulha, geralmente constituídos por peças usadas a partir de trilhos adaptados para servir de encosto de agulha;
- d) Aparelho de manobra: aparelho que permite o movimentar das agulhas, dando passagem para outra via;
- e) Coração ou “jacaré”: é o principal elemento de um AMV, permite às rodas dos veículos, movendo-se em uma via, passar para os trilhos da outra;
- f) Trilhos de encalce ou de ligação: são trilhos que fazem a ligação da chave ao coração do AMV;
- g) Coice: conjunto de peças que fazem a articulação da agulha com o trilho de ligação, localizada na parte extrema da agulha oposta à sua ponta;
- h) Calços: são peças de ferro fundido, aparafusadas entre os trilhos e contratrilhos, ou entre agulha e contra agulha e tem por finalidade manter invariável o afastamento entre eles;
- i) Coxins: chapas coladas sob as agulhas dos AMV, e mantidas sempre lubrificadas, pois sobre elas deslizam as agulhas quando movimentadas;
- j) Contratrilhos: pedaço de trilho curvo nas extremidades, colocados paralelos ao trilho de linha, junto aos trilhos extremos e de um lado e de outro do coração do AMV, tendo por finalidade puxar o rodeiro para fora, evitando que os frisos das rodas se choquem contra ao jacaré ou da agulha.

Figura 9 – Componentes de um AMV.



Fonte: PAIVA (2016, p. 147).

4.5 Manutenção Ferroviária

De acordo com a NBR 5462 (ABNT, 1994, p. 6), “manutenção é a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida”.

Para Sucena (2002 apud PEDRONI, 2008):

Manutenção é uma atividade estratégica que contribui para a melhoria dos níveis de performance de qualquer sistema disponível para operação, garantindo qualidade, segurança e preservação do meio ambiente de acordo com padrões pré-estabelecidos. Buscam-se, com esta, melhores resultados da produtividade do sistema com qualidade da operação a custos competitivos (SUCENA, 2002 apud PEDRONI, 2008, p. 83)

O desempenho econômico de uma ferrovia está diretamente ligado a seu nível de rendimento relacionado ao reduzido número de interrupções no tráfego na via permanente onde circulam as composições. A deterioração da via permanente provoca perda de segurança, restrições de uso, maior desgaste do material rodante e desgastes nos elementos que a compõem (BROCHADO; PIRES, 2007).

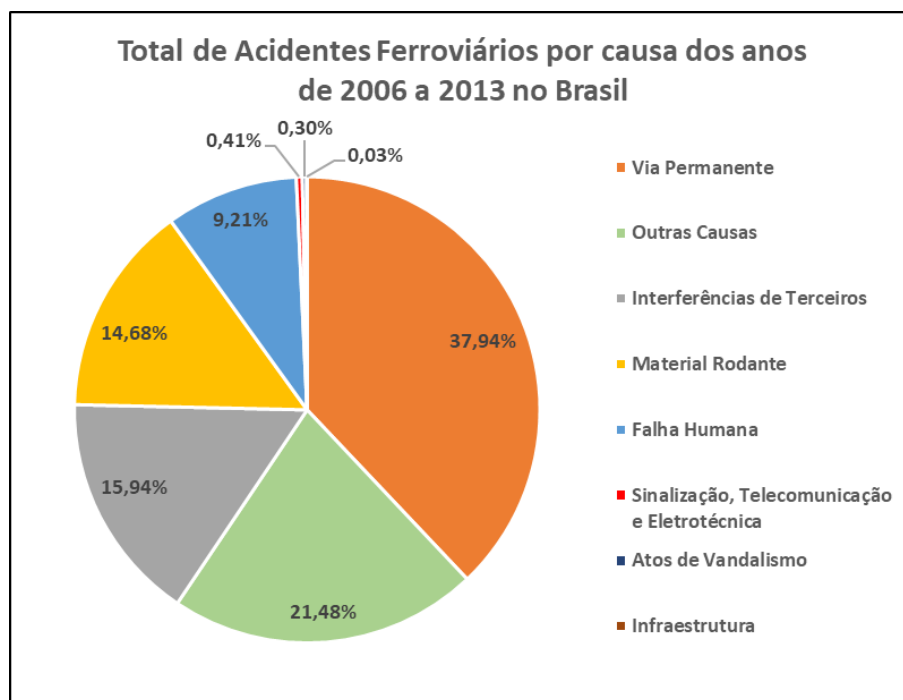
De acordo com Cordeiro, Guimarães e Marques (2015):

Alguns acidentes ferroviários têm por causa raiz as características da via como as condições da geometria de linha. O levantamento e medição de parâmetros da geometria da linha por meio de equipamentos específicos (exemplo Track Star) podem identificar defeitos como o desnivelamento transversal ou longitudinal, torção ou empeno. Estes defeitos podem ter origem no próprio pavimento ferroviário ou mesmo ser uma composição de defeitos na qual a infraestrutura da via interfira no desempenho do pavimento. Entretanto, uma vez que as camadas que compõem a via interagem diretamente entre si, demanda-se

uma abordagem conjunta para a real determinação da causa raiz destas ocorrências (CORDEIRO; GUIMARÃES; MARQUES, 2015, p. 3).

Segundo a ANTT (2014), dos acidentes ferroviários ocorridos entre os anos de 2006 a 2013 nas ferrovias brasileiras, a principal causa é a Via Permanente, como mostra a Figura 10:

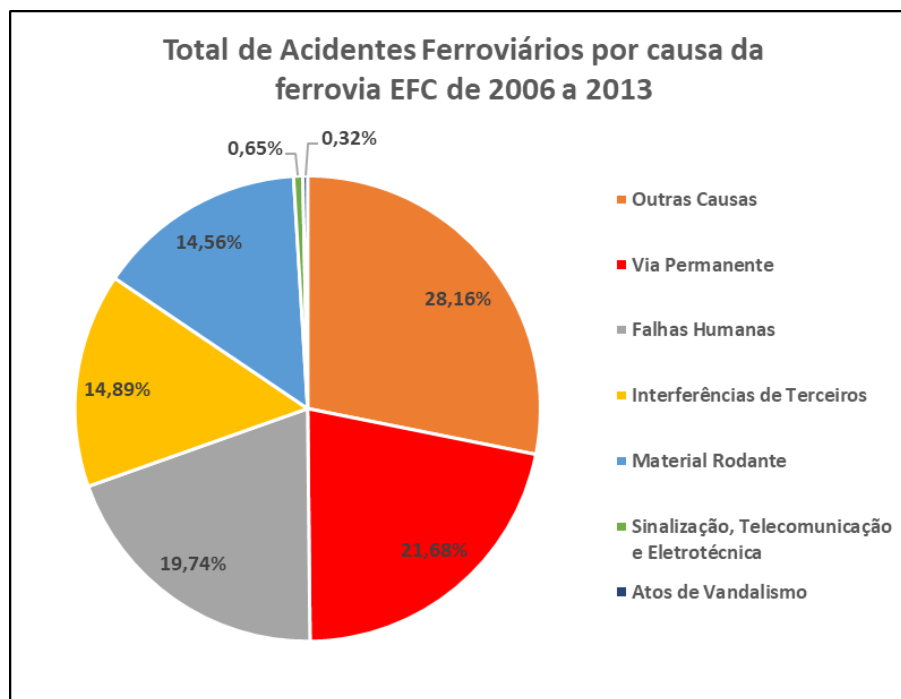
Figura 10 – Total de acidentes ferroviários por causa dos anos de 2006 a 2013 no Brasil.



Fonte: adaptado da ANTT (2014).

Com relação a EFC, a Agência Nacional de Transporte Terrestre (ANTT) no ano de 2014, pontuou em relatório dos índices e causas de acidentes entre os anos de 2006 e 2013, como ilustrado na Figura 11:

Figura 11 – Total de acidentes ferroviários por causa na ferrovia EFC de 2006 a 2013.



Fonte: adaptado da ANTT (2014).

Como se pode perceber, os acidentes provenientes de defeitos na via permanente têm grande relevância no quantitativo total, seja com relação ao Brasil ou simplesmente a EFC. Desta forma, tem-se como necessidade o processo de manutenção em uma ferrovia, uma vez que o mesmo restabelece parâmetros que atendem os critérios técnicos de segurança, conforto e economia.

O processo de manutenção segundo Sobrinho (2012, p. 11) “possui uma abrangência maior do que simplesmente consertar ou manter equipamentos em condições de utilização, tem influência direta na segurança dos colaboradores e das instalações, bem como na qualidade do todo da empresa e do meio ambiente”.

Kardec e Nascif (2009), afirmam que a função da manutenção é garantir a disponibilidade da função dos equipamentos instalados de modo a atender um processo de produção ou serviço, garantindo a confiabilidade, mantendo a segurança, preservando o meio ambiente e possuindo custos adequados.

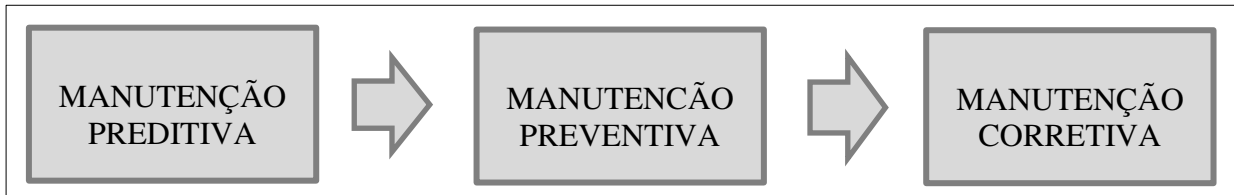
A NBR 5462 (ABNT, 1994) distingue os tipos de manutenção de acordo com suas finalidades específicas. Os três principais tipos de manutenção são:

- a) Manutenção Corretiva;
- b) Manutenção Preventiva;

c) Manutenção Preditiva.

Para que o plano de manutenção tenha eficiência, deve-se organizar os três tipos de manutenção de modo sequencial, sem alteração na ordem, como ilustra a Figura 12.

Figura 12 – Esquemático sequencial das manutenções.



Fonte: Autor (2018).

4.5.1 Manutenção Corretiva

“É a manutenção efetuada após a ocorrência de uma falha destinadas a recolocar um item em condições de executar uma função requerida" (CORDEIRO; GUIMARÃES; MARQUES, 2015, p. 2).

De acordo com Slack et al. (2002 apud COSTA, 2013, p. 22), a expressão manutenção corretiva “significa deixar as instalações continuarem até quebrar. O trabalho de manutenção é realizado somente após a quebra do equipamento ter ocorrido [...]”.

Para a NBR 5462 (ABNT, 1994, p. 7) define manutenção corretiva como “a manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane, destinadas a recolocar o item em condições de executar uma função requerida”.

4.5.2 Manutenção Preventiva

É a manutenção voltada para evitar que a falha ocorra, sendo realizadas em intervalos de tempo pré-definidos. Segundo a NBR 5462 (ABNT, 1994, p. 7) esse tipo de manutenção é “efetuado em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação funcional do item”.

Para Costa (2013) o grande problema desse tipo de manutenção, é que na maioria das vezes se utiliza dados estatísticos para planejar seu ciclo de reparo e programar as paradas sem, no

entanto, avaliar as variáveis específicas do meio que afetam diretamente a vida operacional de um item.

4.5.3 Manutenção Preditiva

A NBR 5462 (ABNT, 1994, p. 7) define manutenção preditiva, também denominada de manutenção controlada, como aquela que possibilita a garantia do serviço desejado de forma qualificada “com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragem, para reduzir ao mínimo manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva”.

Segundo Mirshawka (1991 apud BROCHADO; PIRES, 2007) a manutenção preditiva tem como seus maiores benefícios:

Previsão de falhas com antecedência suficiente para que os equipamentos sejam desativados em segurança, reduzindo os riscos de acidentes e interrupções do sistema produtivo; redução dos prazos e custos de manutenção pelo conhecimento antecipado das falhas a serem reparadas; melhoria nas condições de operação dos equipamentos no sentido de obter menor desgaste, maior rendimento e produtividade (MIRSHAWKA, 1991 apud BROCHADO; PIRES, 2007, p. 3).

4.5.4 Custos com manutenção

Persona e Zanin (2012 apud CAMPBELL, 2017) afirmam que a crise econômica global provoca nas empresas uma necessidade de redução de suas despesas, trazendo consequências e impactos na confiabilidade e disponibilidade de seus ativos.

Para Kardec e Nascif (2009), os custos de manutenção são classificados em três grandes famílias, são elas:

- a) Custos diretos: necessários para manter os equipamentos em operação. Exemplo: manutenção preventiva;
- b) Custos de perda de produção: são custos decorrentes de falhas de equipamentos que não possuem sobressalentes ou que sofreram uma manutenção inadequada. Exemplo: manutenção corretiva;
- c) Custos indiretos: são aqueles relacionados com a estrutura gerencial e apoio administrativa. Exemplo: manutenção preditiva.

Segundo Kardec e Nascif (2009), os custos com manutenções definem os planos e ações a serem adotados com finalidade de manter a disponibilidade operacional e eficiência dos equipamentos, e podem ser mensuradas através de dois indicadores financeiros:

- a) Custo de manutenção em relação ao faturamento bruto da empresa;
- b) Custo de manutenção em relação ao patrimônio (valor estimado de ativos).

No ano de 2011, a Associação Brasileira de Manutenção (ABRAMAN) apresentou os custos de manutenção em relação ao faturamento bruto em diversos segmentos da economia, como ilustrado na Tabela 4.

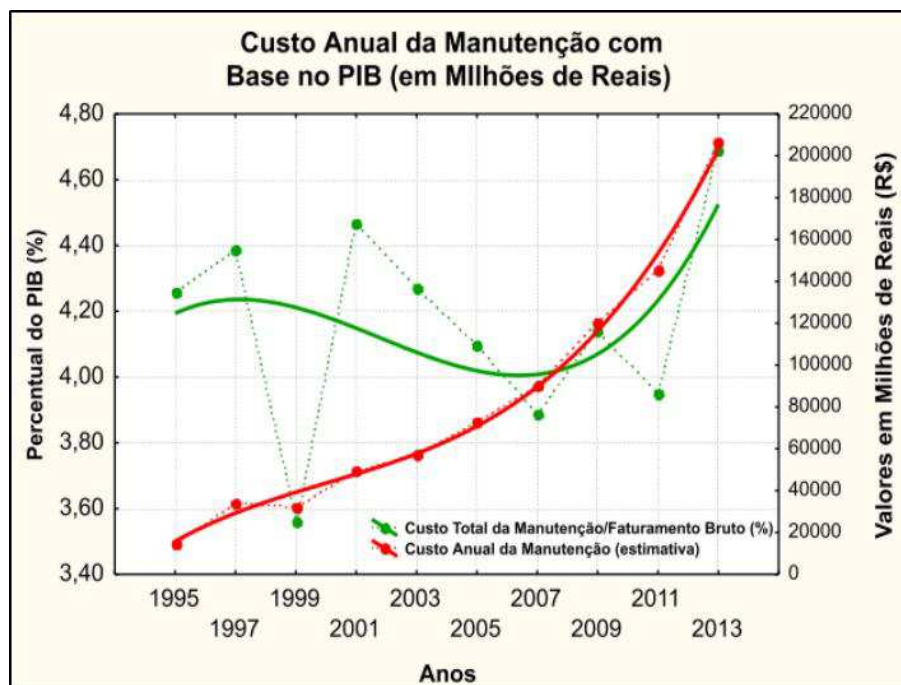
Tabela 4 – Custos de manutenção em relação ao faturamento bruto no ano de 2011.

Setor	% de faturamento bruto
Automotivo e metalúrgico	3,46
Máquinas e equipamentos	3,33
Mineração	8,67
Siderúrgica	6,67
Petróleo	3,73
Transporte	>10,00
Cimento e construção civil	3,00
Média geral	4,47%

Fonte: Abramam (2011 apud CAMPBEL, 2017).

O instituto ABRAMAN (2013) divulgou o custo de manutenção anual com base no Produto Interno Bruto (PIB), conforme exposto na Figura 13.

Figura 13 – Custo anual da manutenção com base no PIB (em milhões de reais).



Fonte: Abramam (2013).

4.6 Correção Geométrica

O processo de correção geométrica ferroviária visa reestabelecer os parâmetros de projeto, promovendo maior segurança e conforto para a trafegabilidade na via férrea, ou seja, tem como objetivo corrigir defeitos relacionados a geometria da estrada de ferro, de modo a garantir os critérios mínimos de segurança para a circulação do material rodante.

Sob a ação das cargas recorrentes do tráfego, a via férrea está sujeita a deslocar-se continuamente, ocasionando deformações de alinhamento vertical e horizontal para com relação a sua posição original. Para reestabelecer a geometria e a elasticidade da estrutura da via faz-se uso de um processo chamado socaria de lastro, que por sua vez pode ser manual ou com o uso de máquinas (ZAAZMAN, 2014, tradução nossa).

Para correção geométrica automatizada nas ferrovias utiliza-se um equipamento denominado de socadora de lastro. Esta máquina é responsável pela correção do alinhamento e dos nivelamentos transversal e longitudinal dos trilhos, em tangentes, e as correções de flecha e super-elevação nas curvas (BARRETO; RIBEIRO; LIMA, entre 2008 e 2012).

O serviço de socaria deve ocorrer em conjunto com a regularização de lastro, uma vez que a reguladora tem a função de espalhar a brita antes ou após o serviço da socadora. Desta forma

o serviço de correção geométrica se configura pela socaria e regularização de lastro (MARCH, 2006).

4.6.1 Socaria de lastro

A atividade de socaria é realizada utilizando máquinas socadoras de lastro, que tem como objetivo uma melhor compactação do lastro logo abaixo dos dormentes, bem como a correção geométrica da linha. Esta atividade é considerada um dos mais importantes serviços de manutenção da linha ferroviária (BARRETO; RIBEIRO; LIMA, entre 2008 e 2012).

Machado (2006, p. 53) afirma que, “a socadora de lastro é um equipamento automotivo, que por meio de rolos abraçam o boleto do trilho, sendo capaz de erguer a linha para conduzi-la num alinhamento mais adequado”. A Figura 14 representa uma socadora de lastro.

Figura 14 – Socadora de lastro 08 – 16 Split Head 3S.

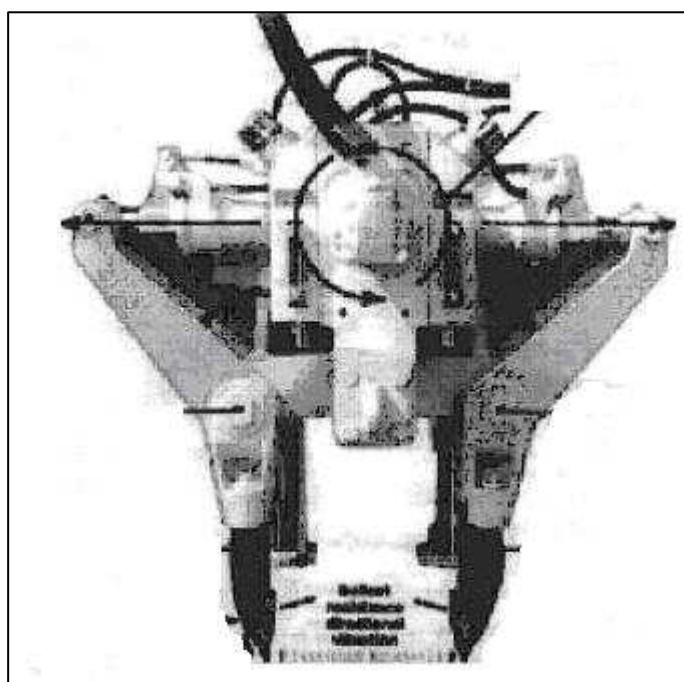


Fonte: Autor (2018).

A operação das máquinas socadoras procura atingir um rendimento de 400m/h e operam em conjunto com as reguladoras. A socaria é feita por meio de ferramentas de soca (banca de socaria, ver Figura 15) que penetram no lastro e realizam um movimento de fechamento,

denominado aperto. As bancas de soca trabalham de acordo com o princípio da pressão uniforme e assíncrona, com vibração linear e direcional, numa frequência ótima de 35 Hz. Esta frequência é considerada ideal porque, se superada, pode haver um recalque dos dormentes devido ao aumento das propriedades elásticas e fluidas do lastro e, inferior dos 35 Hz, a penetração no lastro torna-se mais difícil, gerando perda de tempo e até mesmo danos as socas. Além disso, nesta faixa de 35 Hz, ocorre a mínima deformação possível na brita e uma maior resistência no plano longitudinal. A faixa ideal de amplitude para a vibração das ferramentas é entre 3 e 5 mm. Acima dela pode haver desgaste excessivo na brita e abaixo pode haver um efeito de compactação (MARCH, 2006).

Figura 15 – Banca de socaria.



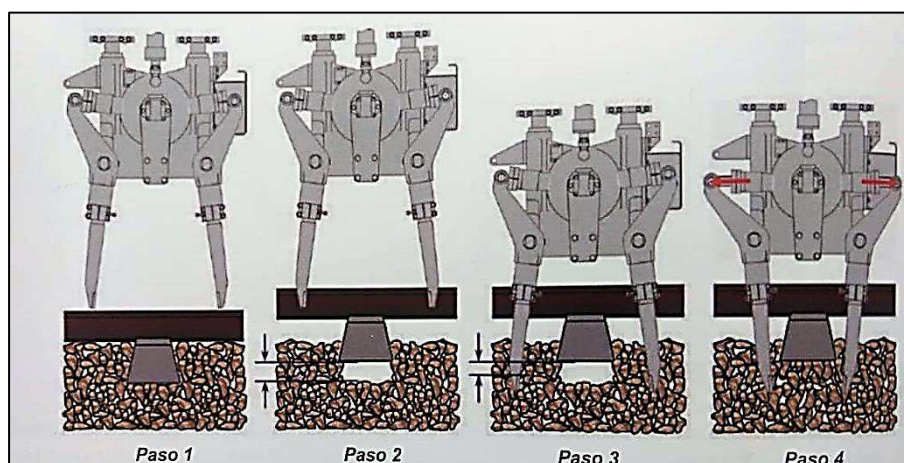
Fonte: Selig (1992 apud OLIVEIRA, 2012, p. 54).

As máquinas socadoras de lastro são classificadas de acordo com o local onde a mesma executa seu trabalho e de acordo com seu rendimento. As máquinas socadoras de linha principal, se caracterizam por seu alto rendimento, já que trabalham em vias com alto fluxo de veículo, no qual deve-se socar uma maior quantidade de dormente possíveis em um curto período. As socadoras universais de lastro são máquinas capazes de trabalhar em áreas restritas dos AMVs (coração) e em linha corrida, possuem unidades especiais capazes de moverem-se lateralmente até chegar a via de desvio, além do fato de possuírem potência suficiente para levantar grades com dormentes

especiais (maiores). Existe também máquinas socadoras de lastro para defeitos pontuais, onde as mesmas são fabricadas para trabalhar em locais de curta extensão, ou seja, executam serviços de pequena extensão (ZAAYMAN, 2014, tradução nossa).

Para Zaayman (2014, tradução nossa) o processo de socaria de lastro divide-se em quatro etapas, como mostra a Figura 16, e descrito detalhadamente a seguir.

Figura 16 – Descrição do processo de socaria.



Fonte: ZAAYMAN (2014, p. 138).

Passo 1: a máquina posiciona-se acima do dormente que irá ser socado.

Passo 2: a unidade de levante e alinhamento opera em conjunto com o sistema de medição, segurando o trilho por debaixo do boleto e levantando a via a uma altura predeterminada para corrigir os defeitos de alinhamento vertical, e ao mesmo tempo o movimenta lateralmente para corrigir os defeitos de alinhamento horizontal (nivelção e alinhamento simultâneo).

Passo 3: as socas são introduzidas no lastro a uma profundidade predeterminada e iniciam a operar em regime de vibrações para fazer deslizar as pedras do lastro, permitindo assim sua distribuição e assentamento em uma densa matriz.

Passo 4: o conjunto de cilindro aplica uma força sobre os braços das socas, os quais realizam o movimento de fechamento aplicando pressão. A bancada de socaria compactam o lastro abaixo dos dormentes para os espaços vazios criados no processo de levante/elevação.

Em virtude da magnitude das tensões provenientes das ações de tráfego e de socaria nos pontos de contato, os grãos tendem a se degradar, provocando perda de parte do desempenho mecânico da camada. Essa degradação é associada ao esmagamento dos grãos por fenômenos

relacionados ao atrito e/ou quebra, acarretando a geração de material mais fino, que tende a preencher os vazios granulares (colmatação) (PIRES et al., 2017).

Zaayman (2014, tradução nossa) reitera que o processo de socaria de lastro é um dos fatores responsáveis pela variação do perfil transversal da via férrea, quando comparado com as suas configurações de projeto. Esse processo tende a levantar o dormente fora do lastro, provocando a ausência e insuficiência de material em alguns lugares, que como consequência gera a perda da estabilidade vertical, lateral e longitudinal da via, a partir do qual se produz defeitos de alinhamento, desgastes, danos nos trilhos e no material rodante, desconforto dos passageiros durante a viagem e descarrilamento. Desta forma o perfil transversal da estrada de ferro deve ser restaurado periodicamente, através do processo chamado regularização de lastro.

4.6.2 Regularização de Lastro

De acordo com o a EST – 001 (DNIT, 2015, p. 2), o processo de regularização de lastro padrão de brita “consiste em promover, por meio manual ou mecânico, o ajuste e acabamento da camada superficial entre os dormentes, do ombro, da saia do lastro, do corpo do lastro, de modo a obter o perfil padrão pré-definido”.

A regularização de lastro é uma atividade vital para a manutenção da via não somente por razões de segurança. Como o lastro trata-se de um material caro e levando em conta sua grande quantidade necessária, sua distribuição ao longo da via pode ser uma grande fonte de possíveis economias. Devido a dispersão do lastro em uma grande área, podem existir seções ao longo da estrada de ferro que apresentam excesso e outras com déficit de lastro na mesma linha (ZAAYMAN, 2014, tradução nossa).

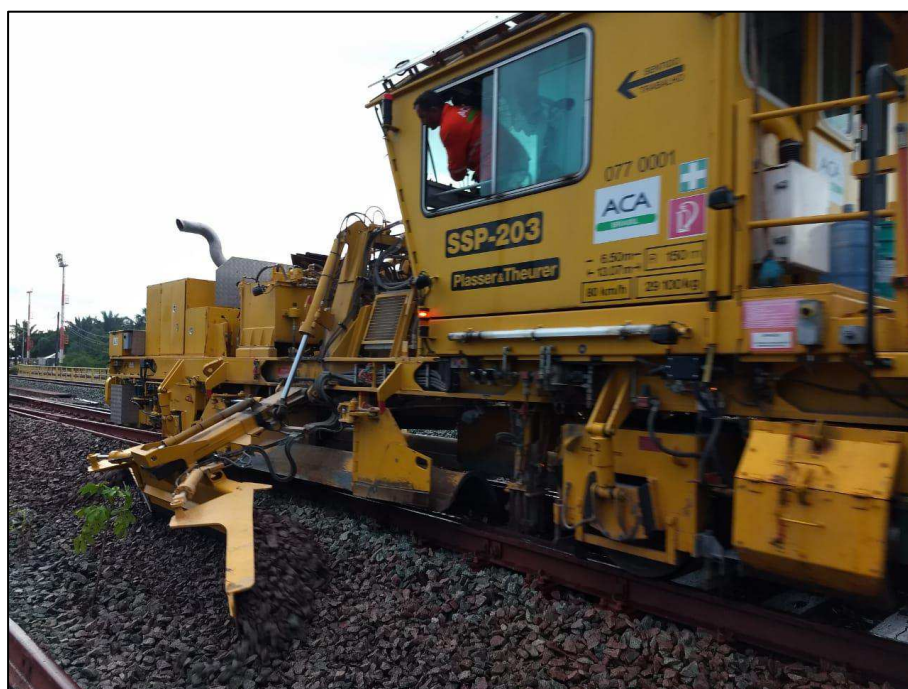
As principais causas que originam uma estrada férrea com perfil transversal de lastro defeituoso são: a ausência de manutenção no lastro, as pessoas que transitam através da via de maneira irregular, o tráfego regular do material rodante (provoca esmagamento nos grãos) e o processo de socaria (ZAAYMAN, 2014, tradução nossa).

As máquinas reguladoras (Figura 17) são projetadas de modo que seus arados permitam reutilizar o material em uma ampla área ao redor da estrada, além de redimensionar o perfil transversal. Seus principais componentes segundo Zaayman (2014), são:

- a) Arados laterais: são arados de condução lateral, responsáveis por regularizar os ombros e taludes do lastro;

- b) Arados transversais: são formados por chapas soldadas que originam túneis no qual serviram de guias de transferência de lastro, sem comprometer os trilhos;
- c) Arados de nivelção: esse tipo de arado encontra-se apenas em máquinas mais robustas, sendo o mesmo responsável pela nivelção central da via férrea;
- d) Dispositivos de varrer: são dispositivos geralmente encontrados na parte traseira da máquina, cuja sua funcionalidade é varrer o excesso de lastro na parte superior dos dormentes, de modo a deixar os dormentes visíveis;
- e) Escova as fixações dos trilhos: são formados por seis pedaços de cabo que pressionam a alma do trilho para remover as pedras alojadas entre trilho e suas fixações.

Figura 17 – Reguladora de lastro SSP – 203.



Fonte: Autor (2018).

Os arados supracitados são reguláveis, ou seja, podem ser ajustados pelos operadores de acordo com o modo com que a brita deve ser espalhada pelo trecho. Estas ferramentas encontram-se nas laterais da máquina, onde são capazes de regular os ombros de lastro e na parte central da máquina, distribuindo a brita da região de socaria. É possível ajustar estes arados hidráulica-mente tanto no plano horizontal quanto no vertical e ainda escolher ângulos entre 0° e 45°. Existe

ainda uma vassoura que retira o excesso de brita sobre os dormentes. Estes equipamentos são operados por duas pessoas que, da mesma forma que as socadoras, podem dividir-se em um mais experiente e outro menos (MARCH, 2006).

4.7 Indicadores de Produtividade

O conceito de produtividade foi introduzido e desenvolvido nas organizações com o intuito de avaliar e melhorar o seu desempenho ou performance. Inicialmente, a produtividade era calculada pela razão entre o resultado da produção e o número de empregados. Outras formas de medir a produtividade surgiram ao longo do tempo, relacionando o resultado da produção com a utilização de outros recursos como, por exemplo, energia, matéria-prima, insumos, entre outros (SINHG et al., 2000 apud KING; LIMA; COSTA, 2011).

Conforme Maximiano (2011 apud FORIGO, 2014, p. 13), “a produtividade é o critério para avaliar a eficiência de um processo, organização ou sistema”.

Para Rei (2005), a produtividade, classicamente, é definida como a relação entre uma produção e o recurso utilizados para obter (produtividade total), ou ainda uma produção e apenas um destes recursos (produtividade parcial), definida de acordo com Equação 1.

$$Produtividade = \frac{Produção}{Recursos\ utilizados} \quad \text{Equação 1}$$

- Produção (ou output) designa os bens e/ou serviços produzidos;
- Recursos (também chamados de fatores de produção inputs), designa o trabalho, o capital técnico (instalações, máquinas, ferramentas etc.), os capitais investidos, os consumos intermediários (matérias-primas, energia, transporte etc.).

As medidas de análise e medição de produtividade são importantes no processo de tomada de decisão que leva a melhoria na produtividade, além de serem ferramentas de decisão efetivas no que diz respeito a tomada de decisão em todo nível econômico (REI, 2005).

A produtividade não se trata apenas de uma maior quantidade. É necessário analisar a qualidade do produto, uma vez que o status de concluído ou pendente, para um serviço ou produto, está atrelado a aprovação dos mesmos por uma fiscalização. Os indicadores de produtividade são

muito importantes, uma vez que permitem uma avaliação precisa do esforço empregado para gerar os produtos ou serviços (SECCO, 2014).

4.7.1 Fatores que afetam a produtividade de máquinas e/ou equipamentos

A produtividade dos equipamentos está ligada diretamente com a Eficiência Global dos Equipamentos (EGE), uma vez que os fatores a serem considerados na determinação EGE também contribuem para a análise de produtividade.

A EGE é um indicador de eficácia do processo no tempo em que o equipamento está programado para executar trabalho, que leva em conta a qualidade e quantidade dos produtos e serviços finalizados (HANSEN, 2006 apud GOLDBERG, 2017).

Para Chirolí e Castro (2011), existem três fatores a serem considerados que afetam a EGE e sua respectiva produtividade, os quais são:

- a) Disponibilidade: reflete todos os motivos que venha ocasionar paradas na linha de produção, gerando um grande impacto na mesma. Geralmente estes motivos estão associados a manutenções, paradas não esperadas, paradas por falta de matéria prima, aguardando a fiscalização ou frente de serviço, esperando comunicação do Centro de Controle Operacional (CCO), ausência de operador etc.;
- b) Performance ou Desempenho: O índice de desempenho representa uma porcentagem da velocidade em que se está produzindo comparada com a velocidade nominal (configuração original de fábrica) do equipamento, ou seja, a relação entre a velocidade de operação real e a velocidade projetada. Os fatores mais comuns que impactam a performance são a ineficiência dos operadores, matérias foras de especificação, falta de treinamento dos funcionários e fiscalização, condições do ambiente de trabalho etc.
- c) Qualidade: O fator qualidade, é caracterizado pelas perdas ocorridas por qualidade. Essas perdas consideram o tempo despendido para a fabricação de peças que não atendam os padrões de qualidade determinados, incluindo peças que exigirem re-trabalho.

Oliveira (2012) afirma que a disponibilidade de uma máquina e/ou equipamento, representa o percentual de tempo disponível para trabalho na via permanente, sendo calculada pela Equação 2:

$$Disp. (\%) = \frac{Tempo\ disponível}{Tempo\ disponível + Tempo\ indisponível} \times 100 \quad \text{Equação 2}$$

4.7.2 Os benefícios da medição da produtividade

King (2007 apud ARRUDA; GOMES, 2014, p.4) afirma que as empresas devem mensurar suas produtividades pelas seguintes razões:

- a) Os indicadores de produtividade apoiam-se no desenvolvimento do planejamento da empresa, não somente porque exercem o papel de um instrumento de medida para mostrar se os objetivos estratégicos estão sendo atingidos ou não, mas porque mostra de uma maneira mais segura, onde a empresa deve concentrar esforços para se tornar mais produtiva;
- b) Com um correto sistema de indicadores, os colaboradores tornam-se mais conscientes sobre o que é produtividade. Ao invés de um conceito abstrato a produtividade ganha uma dimensão mais concreta;
- c) Utilizando os indicadores de produtividade como uma ferramenta de diagnóstico, será possível identificar áreas problemáticas que requerem atenção imediata e então implementar melhorias;
- d) Em programas de incentivo ou distribuição de resultados é mais eficiente interligar melhorias ou crescimento de salários com o aumento de produtividade;
- e) Um sistema de indicadores de produtividade integrado com a distribuição de resultados financeiros irá contribuir na melhoria do padrão de vida das pessoas.

5 ESTUDO DE CASO

5.1 Metodologia

Inicialmente o trabalho foi desenvolvido por meio de pesquisas bibliográficas, através de livros, artigos e dissertações. Os materiais selecionados serviram de base para a fundamentação teórica e para a compreensão dos aspectos abordados no trabalho.

Após a fundamentação teórica, iniciou-se o estudo de caso, que por sua vez teve sua gênese concretizada através da coleta de dados dos Relatórios Diários de Obras (RDO's), registrados a partir de um contrato para serviços de Correção Geométrica na EFC.

O estudo e análise dos RDO's compreendeu o período de 2 de julho de 2018 a 1 de novembro de 2018, ou seja, 4 meses, apesar do contrato ter duração de 3 anos e meio. Os dados coletados estão apresentados no apêndice A deste trabalho. De posse desse material, extraiu-se dos apontamentos diários, os dados referentes as máquinas socadora e reguladora de lastro, tais como: quantitativo produzido no dia, quantidade de tempo consumido para realizar tal produção (tempo de trabalho) e tempo não destinado a atividades produtivas (tempo improdutivo), pontuando as ocorrências diversas de improdutividade.

Com todos os dados necessários para análise, determinou-se os índices de produtividade de cada máquina em estudo (Socadora e Reguladora). O método linear foi o utilizado para obtenção dos índices de produção de cada máquina de acordo com seu respectivo serviço, uma vez que, o índice procurado é uma grandeza linear obtida através da razão de outras duas grandezas lineares. Desta forma, fez-se uso do *software* Excel, para plotar gráficos cujo eixo das abscissas (x) representava o tempo gasto para se produzir uma determinada quantidade de serviço, e o eixo das ordenadas (y), representava o quantitativo produzido. Após o lançamento dos valores, traçou-se uma linha de tendência linear, cuja equação é do tipo:

$$y = Ax + B \quad \text{Equação 03}$$

- “A” representa a taxa de variação da função (derivada de y em relação a x);
- “B” representa o termo independente.

O índice de produtividade procurado corresponde ao coeficiente “A” da Equação 3. Desta maneira determinou-se os dados de produtividade das máquinas em estudo (Socadora e Reguladora de lastro).

Com relação ao tempo improdutivo, foi calculado a disponibilidade do conjunto de máquinas (Socadora e Reguladora de Lastro) segundo a Equação 2. Posteriormente, utilizando o diagrama de Pareto, delineou-se causas que provocaram impactos na disponibilidade das máquinas.

Por fim, fez-se menção à importância dos dados de produtividades obtidos, para o estudo da obra em questão, assim como a relevância que eles possuem ao servirem de parâmetros para obras futuras. Foram expostas as argumentações finais a respeito da importância do trabalho, bem como propostas para trabalhos futuros.

5.2 Estrada de Ferro Carajás – EFC

Segundo Pereira e Leal (2009), o início da construção da EFC se deu no ano de 1976. Apenas em 28 de março de 1983 a EFC foi inaugurada, com a operação do primeiro trem de minério.

Pereira e Leal (2009, p. 8) informa que “a Vale obteve a concessão para operar os serviços de transporte de cargas e passageiros em 26 de julho de 1997 que eram prestados pela Estrada de Ferro Carajás. A empresa começou a operar esses serviços em 01 de julho de 1997”.

De acordo com a VALE (2018), a EFC tem 892 quilômetros de extensão, ligando a maior mina de minério de ferro a céu aberto do mundo, em Carajás, no sudeste do Pará, ao Porto de Ponta da Madeira, em São Luís (MA). Por seus trilhos, são transportados 120 milhões de toneladas de carga e 350 mil passageiros por ano. Circulam cerca de 35 composições simultaneamente, entre os quais um dos maiores trens de carga em operação regular do mundo, com 330 vagões e 3,3 quilômetros de extensão.

Sobre suas características técnicas, a EFC tem 73% de sua extensão em linha reta e 27% em curvas - são 347 ao todo. A velocidade média dos trens é de 40 Km/h. Para atender a demanda, esta ferrovia conta com 10.756 vagões e 2.017 locomotivas, utiliza bitola larga (1,60 m) e dormentes de concreto e madeira (VALE, 2018).

A concessionária informou investimentos de cerca de R\$ 1.174 milhões, dos quais, 20% destinados a aplicações na ampliação da via permanente, 22% na malha concedida, 35% em aquisições de material rodante (28% em vagões). Refletindo estes investimentos, a velocidade

média de percurso da EFC aumentou de 25,6 km/h (2007) para 45,1 km/h (2008), sendo que a velocidade comercial aumentou em menor proporção (ANTT, 2008).

A seguir é apresentado o mapa da EFC e a ligação em Açailândia com a ferrovia Norte-Sul (Figura 18).

Figura 18 – Mapa ilustrativo da Estrada de Ferro Carajás e da Ferrovia Norte-Sul.



Fonte: Pereira e Leal (2009, p. 54).

5.3 Aspectos gerais do Contrato: Correção Geométrica na EFC

Este trabalho foi desenvolvido a partir de informações da obra de prestação de serviços de Correção Geométrica e Regularização de lastro ferroviário ao longo da EFC, ramal ferroviário Sudeste do Pará e ramal Serra Leste, por meio de empreitada.

As principais atividades a serem executadas no contrato estão expostas conforme Tabela 5, e serão descritas conforme itens 5.3.1 e 5.3.2.

Tabela 5 – Principais atividades do contrato.

Principais atividades do contrato	Unidade Medida
Socaria com levante de no máximo 100mm	Km
Socaria com levante de no máximo 50mm	Km
Regularização de lastro (por passada)	Km
Socaria/Regularização de AMV's com dormentes de concreto	Unid.
Socaria/Regularização de AMV's com dormentes de madeira	Unid.

Fonte: Autor (2018).

5.3.1 Socaria/Alinhamento/Nivelamento/Topografia – Regularização/Vassouramento em Linha

Os serviços de socaria a serem fornecidos pela Contratada deverão ser executados com máquinas socadoras capacitadas a efetuarem a socaria, nivelamento e alinhamento da via lastreada, como também socaria para manutenção, tendo como levante máximo 100mm. Os serviços serão executados em linhas de circulação que dependem de tempo de interdição fornecidos pelo CCO. Esses serviços deverão ser sempre acompanhados por uma máquina reguladora de lastro com arado frontal ou central, arados laterais e vassoura, que deverá regularizar o lastro após a descarga de brita pelos vagões da EFC ou após a realização de serviços de geometria. Os serviços consistirão na abertura e regularização da brita descarregada por caminhões/vagões ou pá carregadeiras da EFC, executando assim a recomposição do lastro, quando necessário. Esta regularização deverá ser realizada também após cada socaria, mantendo a grade sempre regularizada e pronta para próxima socaria. Nos serviços realizados nos AMV's onde não for possível a regularização e variação de lastro, a contratada deverá dispor de recursos para a recomposição de lastro e varrição da linha.

No que diz respeito aos equipamentos mobilizados, os mesmos deverão ter plano de manutenção em dia, comprovado através de laudo técnico e manual do equipamento. Os equipamentos mobilizados (Socadora e Reguladora de lastro) devem possuir, no máximo, 10 anos de uso.

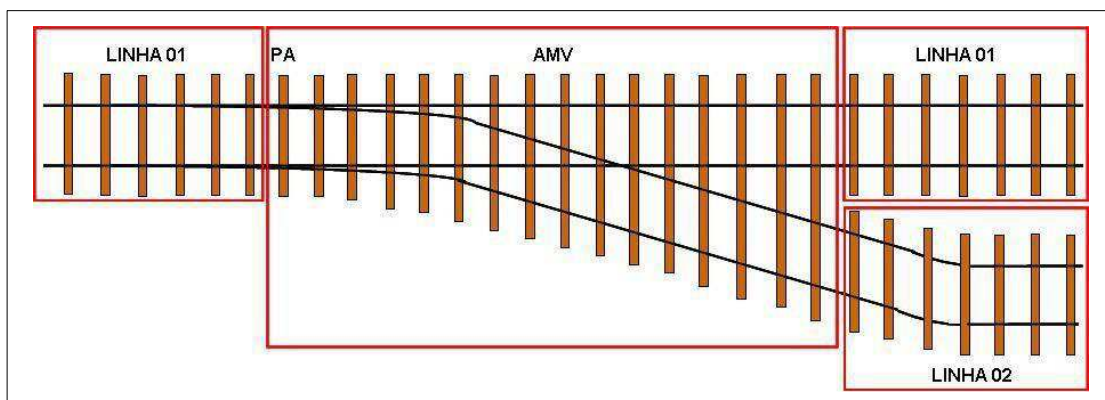
Para o serviço de correção geométrica da linha corrida, serão consideradas as tangentes e as curvas. A correção nas curvas horizontais será desenvolvida mediante os dados fornecidos pela Contratante de superelevações, quilometragens de início e fim, raios e suas transições. A correção nas curvas verticais será desenvolvida mediante os dados fornecidos pela Contratante de quilometragem inicial e final, raio das curvas, sendo que as flechas para a correção deverão ser calculadas pela contratada de acordo com o modelo de socadora a ser utilizada.

Todos os serviços de Correção Geométrica prestados pela Contratada deverão ter como garantia um mínimo de passagem de trens por um período mínimo de 15 dias contados a partir da data de entrega do serviço.

5.3.2 Socaria/Alinhamento/Nivelamento em AMV

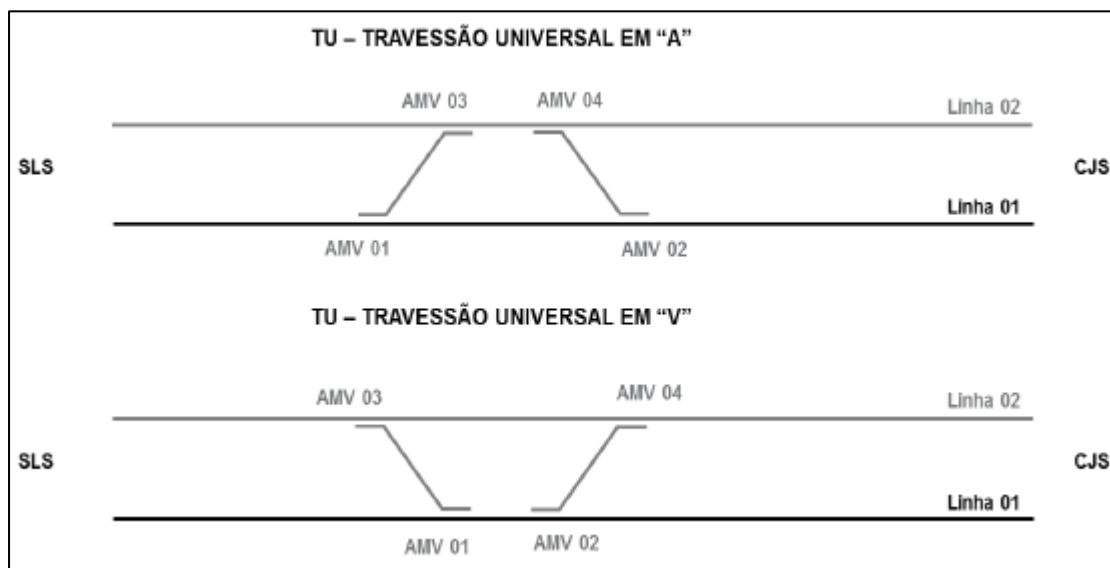
Este serviço consiste na Correção Geométrica do AMV (ver Figuras 19 e 20) e suas linhas adjacentes, incluso a linha de entrada e as duas de saída, obedecendo a uma distância mínima limitada, para região sinalizada, a 50m das juntas isolantes. Para região não sinalizada deve-se considerar 50 metros da região da Ponta da Agulha (PA) e 50m após o último dormente especial (5.20m) nas linhas 1 e 2.

Figura 19 – Layout de um AMV: região com dormentes de madeira.



Fonte: Autor (2018).

Figura 20 – Layout de um AMV: região com dormentes de concreto.



Fonte: Autor (2018).

Conforme exposto no croqui da Figura 19 que se refere à delimitação do AMV, este será delimitando da PA até o último dormente especial (5,20m) incluindo assim dentro do mesmo a via principal e seu desvio. Para efeito de remuneração deste item será considerado como AMV concluído, como exposto neste parágrafo, a socaria executada no AMV e suas linhas complementares, sendo remunerado por unidade de AMV concluído.

5.3.3 Índices de produtividade considerados no orçamento do contrato

Para as questões orçamentárias, identificou-se duas atividades primordiais para o contrato: Socaria e Regularização de AMV, com dormentes de concreto e com dormentes de madeira. Já as demais atividades, supracitadas na Tabela 5, exercem funções complementares, porém com grande importância para a obra.

A Tabela 6 mostra os índices de produtividade considerados no orçamento da obra:

Tabela 6 – Índices considerados na elaboração do orçamento.

Atividade	(Unid./Mês)	(Unid./H)
Socaria/Regularização de AMV's com dormentes de concreto	21	0,53
Socaria/Regularização de AMV's com dormentes de madeira	27	0,65

Fonte: Autor (2018).

5.3.4 Especificações das Máquinas de Trabalho

As máquinas em estudo foram fabricadas pela Plasser & Theurer, que é uma empresa austríaca que presta serviços de manutenção e construção de máquinas ferroviárias de grande porte.

Quanto as descrições técnicas da Reguladora de Lastro, é do tipo série SSP 203, possui rodeiros adaptados para bitola larga (1,60 m), rodas com diâmetro de 730 mm, largura de 3,1 m, peso total de 27,5 t, sendo 13 t no eixo frontal e 14,5 t no eixo traseiro. Essa MGP é movida através da combustão de diesel efetuada por um motor, que proporciona uma velocidade máxima de 80 km/h. Essa Reguladora dispõe de arado central, arados laterais, dispositivo de vassoura e vassouras para fixações com 6 mangueiras varredoras especiais.

A Socadora em estudo pertence a série 08 – 16 Split Head 3S ZW, possuindo 4 bancadas de socaria, com um total de 16 ferramentas de socaria. Essa máquina também é movida a diesel, atingindo uma velocidade máxima de 80 km/h, possui rodeiros adaptados para bitola larga, e consome 72,3 litros de diesel por hora. Suas socas compactam o lastro a uma frequência de 35 Hz. Outra característica importante é que essa máquina possui um laser óptico, que permite calcular os levantamentos necessários de acordo com uma referência de nível adotada.

5.4 Produtividade da Socadora de Lastro

Para a análise das produtividades da Socadora adotou-se as seguintes premissas: como o AMV é composto por duas partes: reta e reversa (travessão), foi considerada que cada parte desta corresponde a 50% do AMV. Desta forma o AMV será considerado totalmente socado quando a reta e a reversa estiverem socadas e aprovadas pela fiscalização.

Outro ponto importante para esse estudo é que todos os levantamentos realizados pela socadora de lastro, ocorridos em linha ou em regiões de AMV's, não foram superiores a 50 mm. Isso deve-se ao fato de que EFC apresenta boas condições de manutenção da linha férrea. Levantamentos

acima de 50 mm em obras de correção geométrica ferroviárias só ocorrem quando a via férrea se encontra em condições precárias, com defeitos muito acima do permitido.

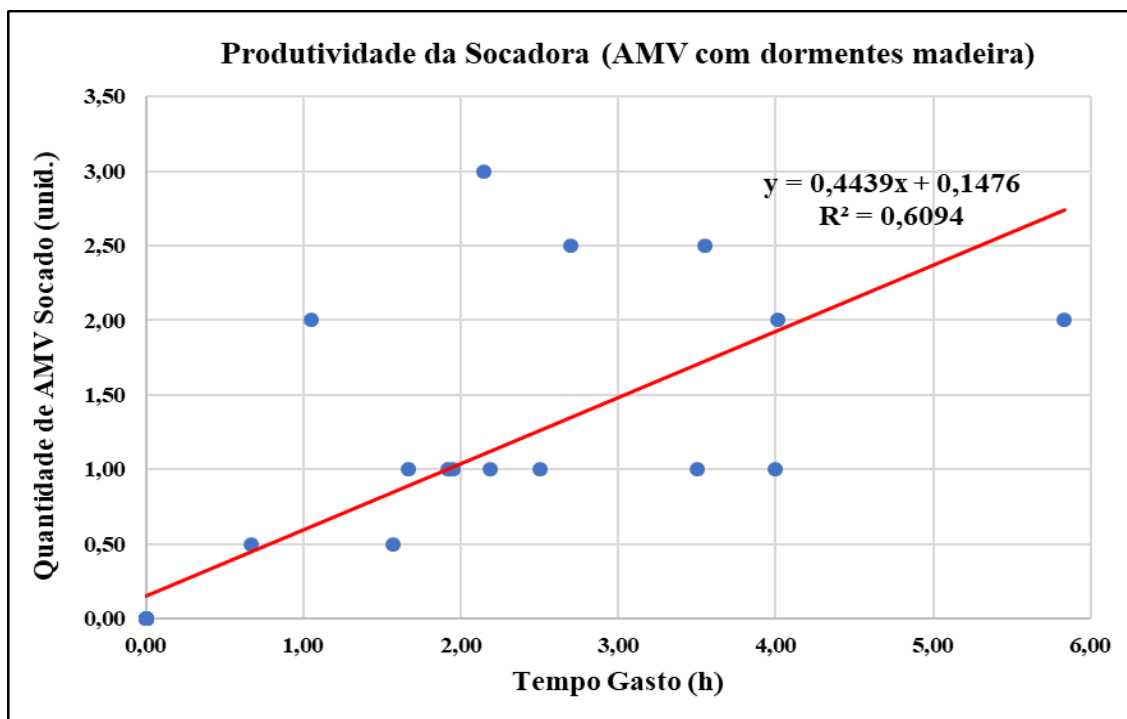
5.4.1 Primeiro mês: 02/07/18 a 01/08/18

As atividades executadas no primeiro mês ocorreram exclusivamente no Terminal Ferroviário da Ponta da Madeira (TFPM), que por sua vez é formado por linhas e AMV's com dormentes de madeira. Desta forma as duas atividades executadas pela socadora no período foram: socaria de AMV com dormentes de madeira e socaria de linha, sendo trabalhados 22 AMV's e 2,057 km de linha corrida.

a) Socaria de AMV com dormentes de madeira

O gráfico 1 mostra a quantidade de AMV com dormentes de madeira socados (eixo y) e seu respectivo tempo de socaria (eixo x):

Gráfico 1 – Produtividade da Socadora (AMV com dormentes de madeira): 1º mês.



Fonte: Autor (2018).

De acordo com o Gráfico 1, pode-se verificar que a produtividade para o primeiro mês de estudo foi de 0,4439 AMV com dormentes de madeira socados por hora, sendo inferior ao índice considerado em orçamento para essa atividade (0,65) (ver Tabela 6). Vale ressaltar que a precisão dos dados obtidos foi de aproximadamente 61%.

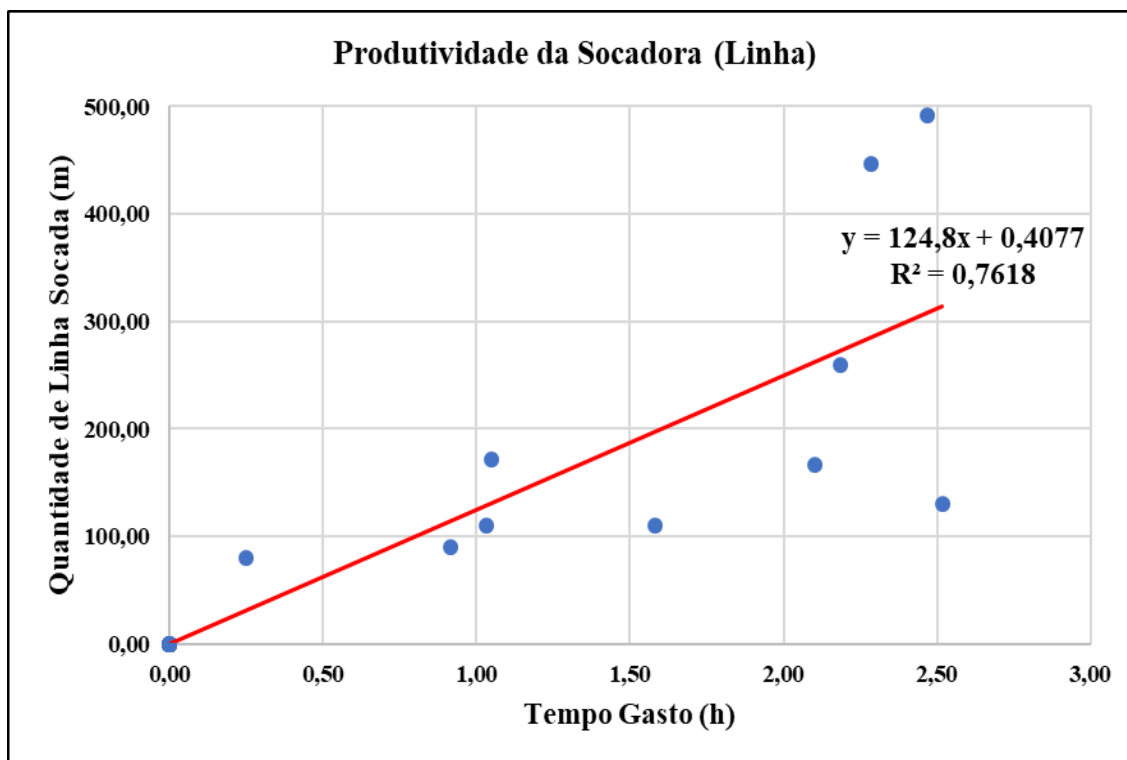
A maior produtividade para esse mês foi de 1,9 AMV com dormentes de madeira socados por hora. Os principais fatores que contribuíram para o respectivo índice de produtividade foram: as 4 retas socadas encontravam-se próximas uma da outra, diminuindo o tempo de deslocamento e as retas em questão apresentavam poucos defeitos de geometria, ou seja, necessitaram de apenas uma socaria em cada dormente para reestabelecer os parâmetros de projeto da via.

Já o valor mínimo de produtividade do mês foi de 0,25 AMV com dormentes de madeira socados por hora. Considera-se que os fatores que provocaram essa produtividade foram: a geometria da via férrea encontrava-se com defeito acentuado, sendo necessárias duas socarias em cada dormente para se obter o alinhamento dos AMV's trabalhados.

b) Socaria de Linha

A produtividade da Socadora para com relação a atividade de socaria de linha foi obtida através do Gráfico 2.

Gráfico 2 – Produtividade da Socadora (Linha): 1º mês.



Fonte: Autor (2018).

O índice de produtividade para a atividade de socaria de linha foi de 124,80m/h, conforme Gráfico 2. Os dados obtidos para se alcançar a taxa de socaria de linha teve uma precisão de 76,18%.

A máxima produtividade desse mês, levando em consideração a atividade socaria de linha, teve valor de 320,00m/h, considerando as boas condições geométrica da via, uma vez que foi realizada apenas uma socaria em cada dormente.

O grande número de paradas nas atividades em andamento foram os principais motivos que influenciaram a menor produtividade do mês, que teve valor de 51,65m/h.

5.4.2 Segundo mês: 02/08/18 a 01/09/18

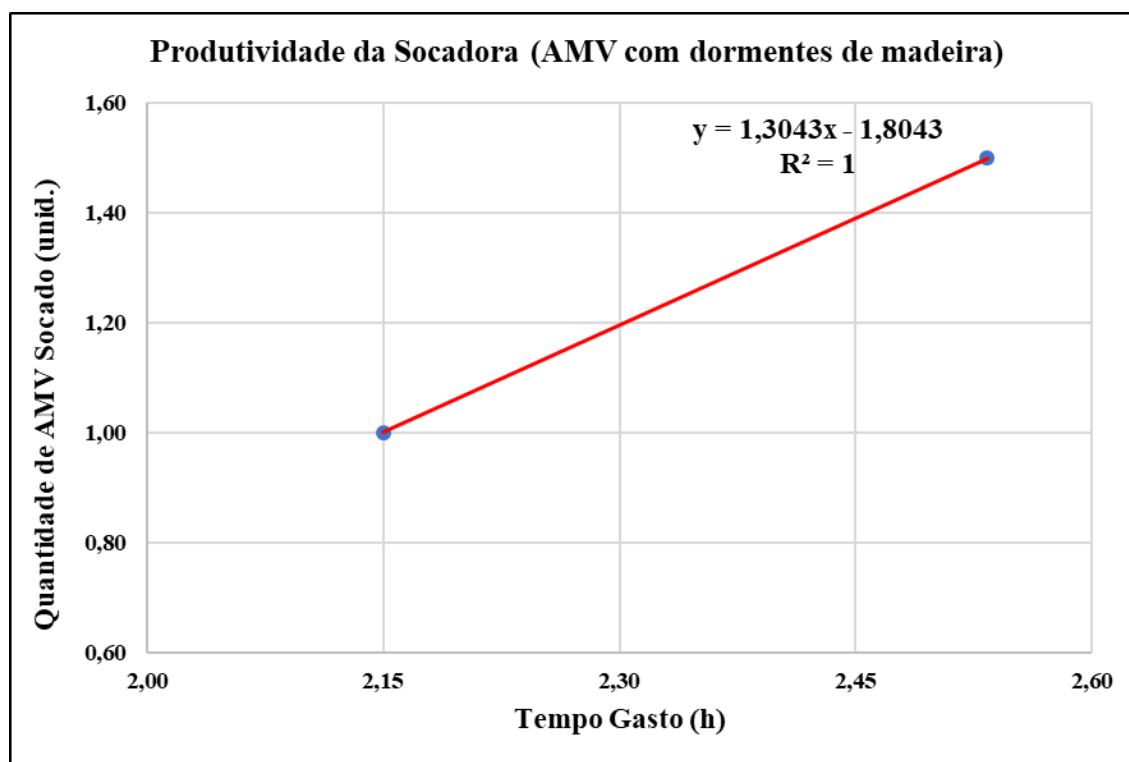
No segundo mês, foram realizadas três atividades de socaria, executadas ao longo da EFC, especificamente, nas cidades de São Luís - MA, Bacabeira - MA e Vitória do Mearim - MA: socaria de AMV com dormentes de madeira, socaria de linha e socaria de AMV com dormentes de concreto.

Nesse período foram trabalhados 14 AMV's com dormentes de concreto, 2,5 AMV's com dormentes de madeira e 2,736 km de linha.

a) Socaria de AMV com dormentes de madeira

O Gráfico 3 representa a produção de socaria de AMV com dormentes de madeira e seus respectivos tempos demandados para finalização da atividade.

Gráfico 3 – Produtividade da Socadora (AMV com dormentes de madeira): 2º mês.



Fonte: Autor (2018).

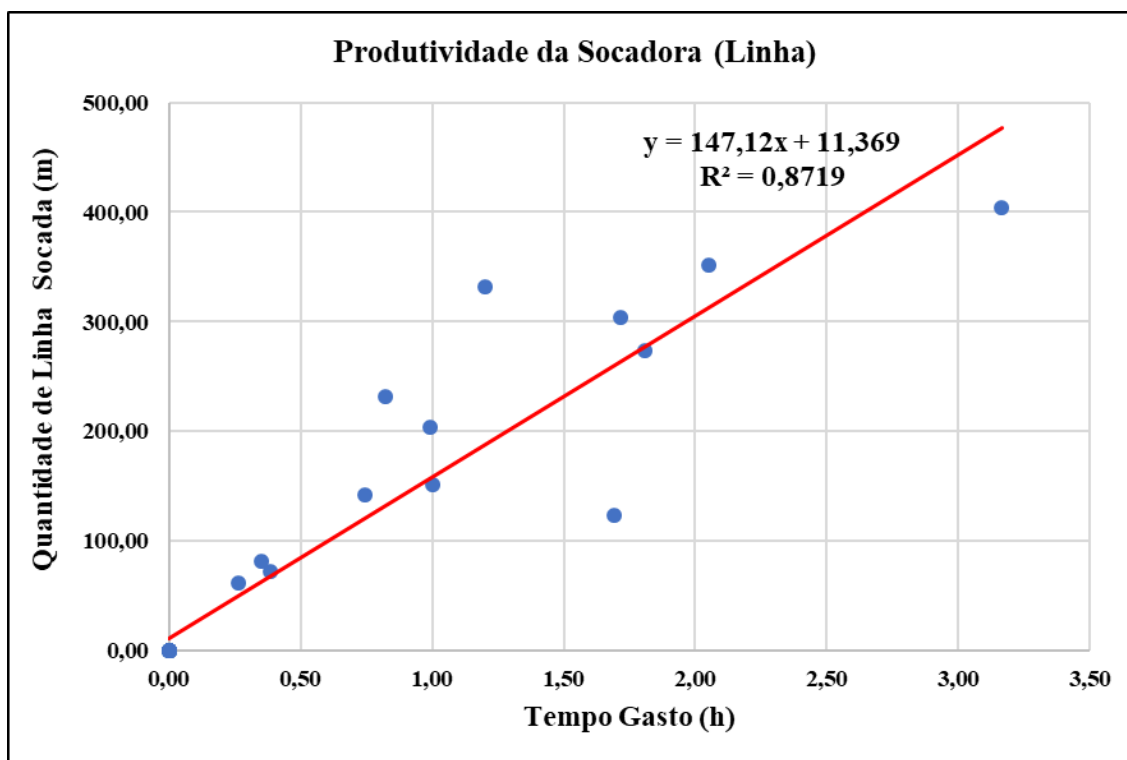
Essa atividade teve, para o mês em análise, um espaço amostral de apenas 2 dias, o que justifica a precisão de 100%. O serviço foi realizado no trecho X5 do TFPM.

Desta maneira obteve-se como índice de produtividade para essa atividade o valor de 1,3043 AMV com dormentes de madeira socados por hora, sendo esse valor acima do previsto em orçamento (0,65) (ver Tabela 6).

b) Socaria de Linha

A produtividade da Socadora de Lastro quando a mesma está trabalhando em linha corrida está representada no Gráfico 4.

Gráfico 4 – Produtividade da Socadora (Linha): 2º mês.



Fonte: Autor (2018).

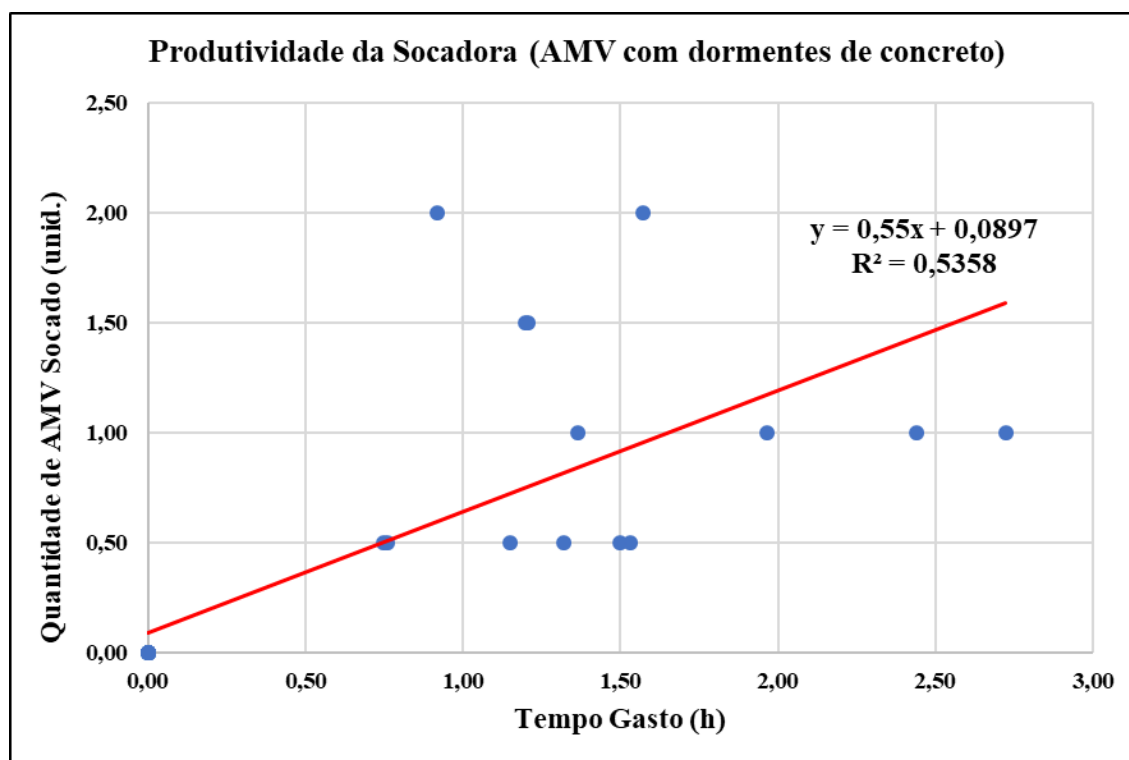
Através do Gráfico 4, pode-se verificar que a produtividade para o período em análise foi de 147,12m/h. O levantamento apontado tem precisão de aproximadamente 87%.

O maior índice de produtividade para esse item, no período, foi de 281,51m/h sendo influenciado pelo fato de se ter realizado apenas uma socaria em cada dormente devido a boas condições geométricas da via. Já o menor valor foi de 73,21m/h, que teve como principal causa impactante o grande número de paradas de serviços, provocando uma descontinuidade do trabalho em andamento.

c) Socaria de AMV com dormentes de concreto

A quantidade de AMV's com dormentes de madeira socados em função de seu respectivo tempo demandado está representada no Gráfico 5.

Gráfico 5 – Produtividade da Socadora (AMV com dormentes de concreto): 2º mês.



Fonte: Autor (2018).

Para essa atividade pode-se observar pelo Gráfico 5, que o índice de produtividade obtido no período foi de 0,55 AMV de concreto socado por hora, sendo superior ao índice utilizado na elaboração do orçamento (0,53), conforme Tabela 6.

A maior produtividade dessa atividade no período foi de 2,18 AMV com dormentes de concreto socados por hora. Esse índice deve-se ao fato de que nesse dia a máquina realizou socaria em dois Travessões Universais (TU), os quais equivalem a quatro reversas de AMV, que embora sejam regiões de muita atenção para a realização de socaria, apresentam pequena extensão, o que justifica uma alta produtividade para esse dia.

Já o mínimo produzido teve valor de 0,326 AMV com dormente de concreto socado por hora, porém não houve justificativa apontada em RDO.

Os dados considerados para a atividade em estudo, tiveram uma precisão de aproximadamente 53%, que é uma aderência razoável e dentro dos padrões aceitáveis.

5.4.3 Terceiro mês: 02/09/18 a 01/10/18

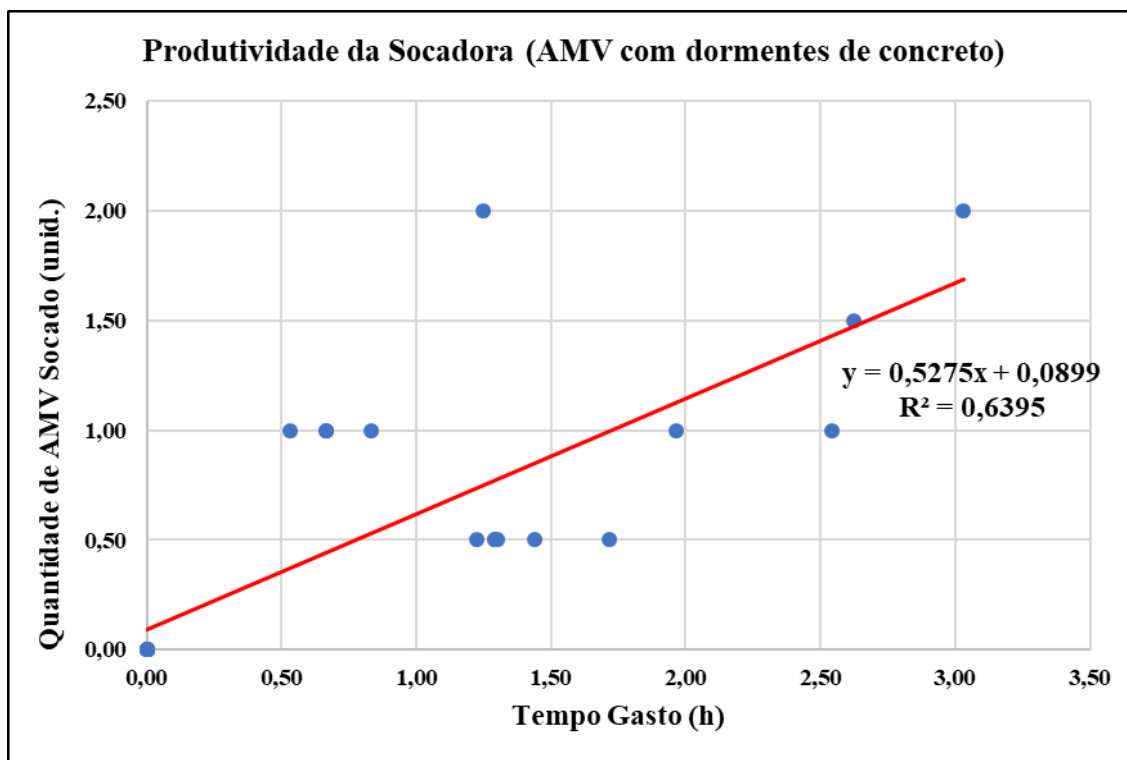
O terceiro mês contemplou atividades desenvolvidas nos TU's pertencentes ao município de Bacabeira - MA. As atividades executadas pela Socadora nesse período foram: socaria de AMV com dormentes de concreto e socaria de linha.

Nesse período foram trabalhados 14,5 AMV's com dormentes de concreto e 1,986 km de linha corrida.

a) Socaria de AMV com dormentes de concreto

O Gráfico 6 representa a produtividade da socadora de lastro trabalhando em AMV com dormentes de concreto.

Gráfico 6 – Produtividade da Socadora (AMV com dormentes de concreto): 3º mês.



Fonte: Autor (2018).

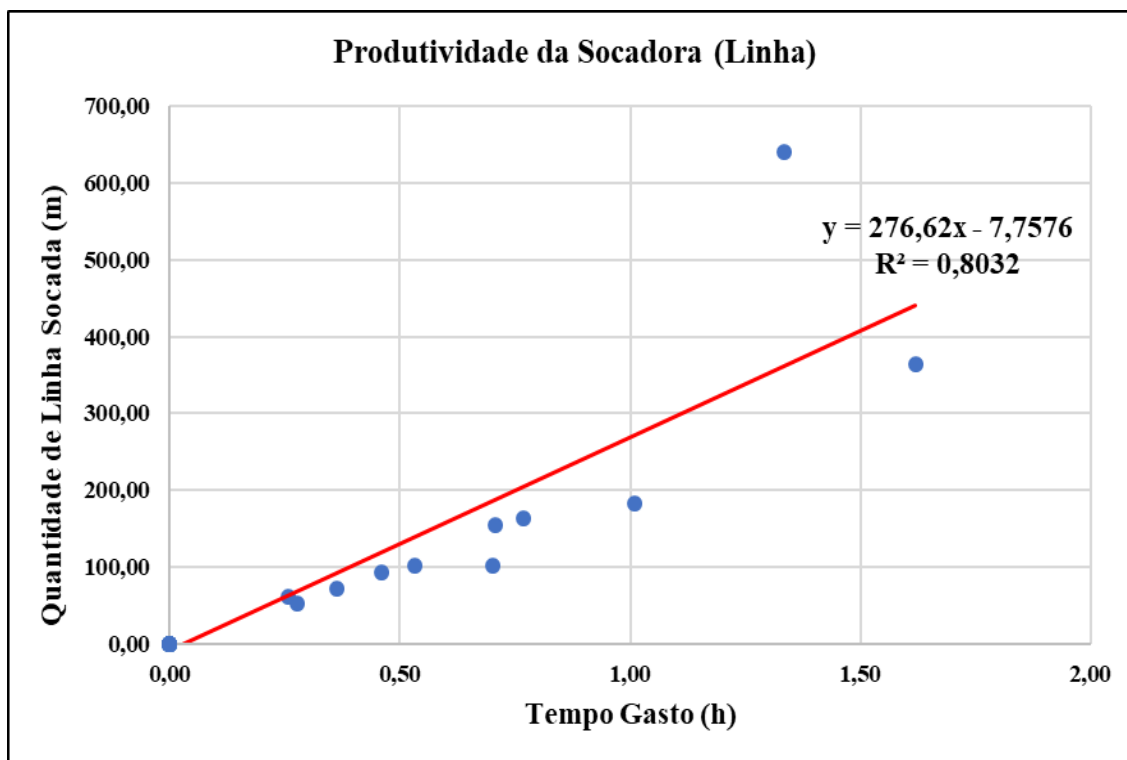
Analisando o Gráfico 6, percebe-se que os dados levantados apresentam precisão de aproximadamente 64%, e que o índice de produtividade obtido foi de 0,5275 AMV com dormentes de concretos socados por hora, ou seja, superior ao o índice orçado para esse item (ver Tabela 6).

O maior índice de produtividade para o período foi de 1,875 AMV com dormentes de concretos socados por hora, pois a atividade realizada (socaria da reversa) abrangeu uma pequena extensão, demandando tempo menor para conclusão. Já a menor produtividade teve valor de 0,30 AMV com dormentes de concretos socados por hora, e suas justificativas não foram apontadas no RDO.

b) Socaria de Linha

A quantidade de socaria de linha realizada em função de seu respectivo tempo gasto está representada no Gráfico 7.

Gráfico 7 – Produtividade da Socadora (Linha): 3º mês.



Fonte: Autor (2018).

A análise do gráfico permite verificar que a taxa de variação da equação mostrada é de 276,62m/h, ou seja, a máquina apresentou uma capacidade de socaria de linha de 276,62 metros por hora. A consistência dos dados levantados chegou a uma precisão de 80,32%.

O maior índice de produtividade nesse período teve valor de 480,00m/h. A explicação para a produtividade neste dia deve-se a execução exclusivamente de socaria em linha corrida, ou seja, o serviço executado não contemplou regiões complexas, como por exemplo AMV's e TU's. Já o menor valor apresentado no mês foi de 145,72m/h, e deve-se a execução de atividades em local complexo, como por exemplo em TU's.

5.4.4 Quarto mês: 02/10/18 a 01/11/18

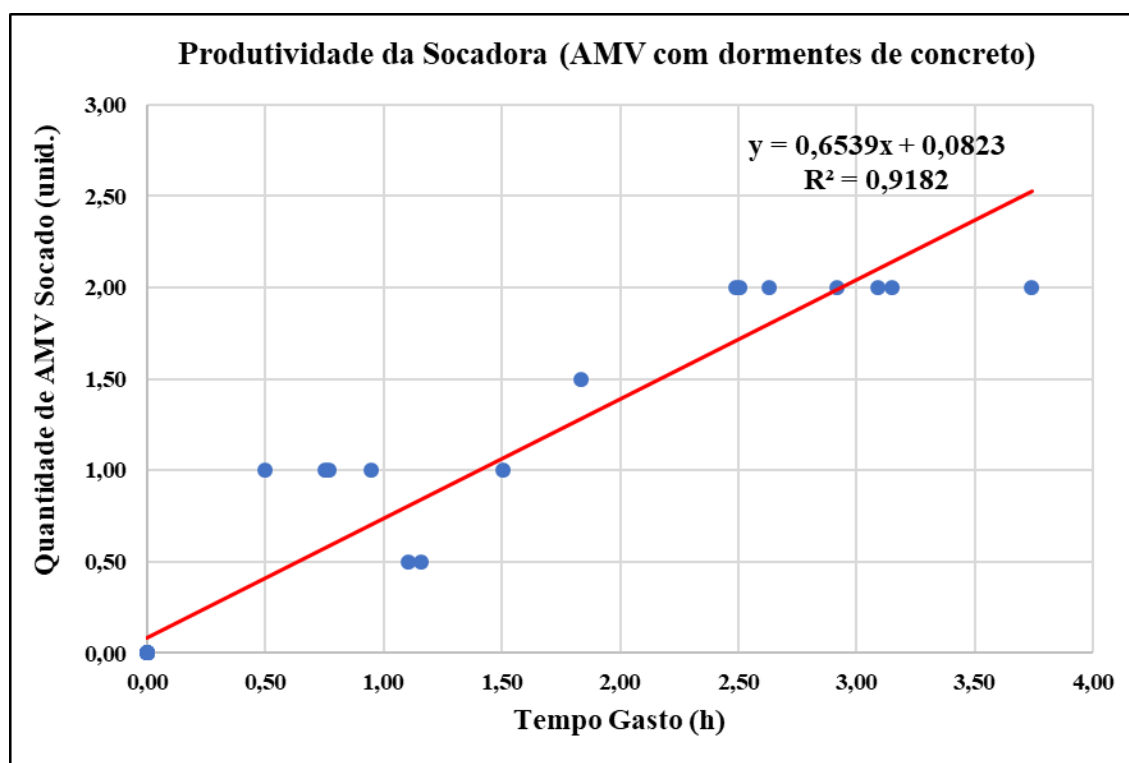
Os serviços executados nesse período englobaram as regiões de Bacabeira, Vitória do Mearim e Santa Inês, todos municípios pertencentes ao Maranhão. Os serviços contemplaram as seguintes atividades: socaria de AMV com dormentes de concreto e socaria de linha.

Para este mês foram trabalhados em 21,5 AMV's com dormentes de concreto e 5,419 km de linha corrida.

a) Socaria de AMV com dormentes de concreto

O Gráfico 8 representa a produtividade para socaria de AMV com dormentes de concreto.

Gráfico 8 – Produtividade da Socadora (AMV com dormentes de concreto): 4º mês.



Fonte: Autor (2018).

O índice de produtividade para o período apresentou um valor de 0,6539 AMV com dormentes de concreto socados por hora, maior que o índice considerado em orçamento, conforme Tabela 6.

A maior produtividade diária alcançou um valor de 2 AMV's com dormentes de concretos socados por hora. Isso porque o serviço de socaria realizado no dia compreendeu uma pequena extensão de comprimento, uma vez que, o mesmo foi executado na região da reversa entre dois AMV's, além da realização de apenas uma socaria em cada dormente para o reestabelecimento dos parâmetros exigidos.

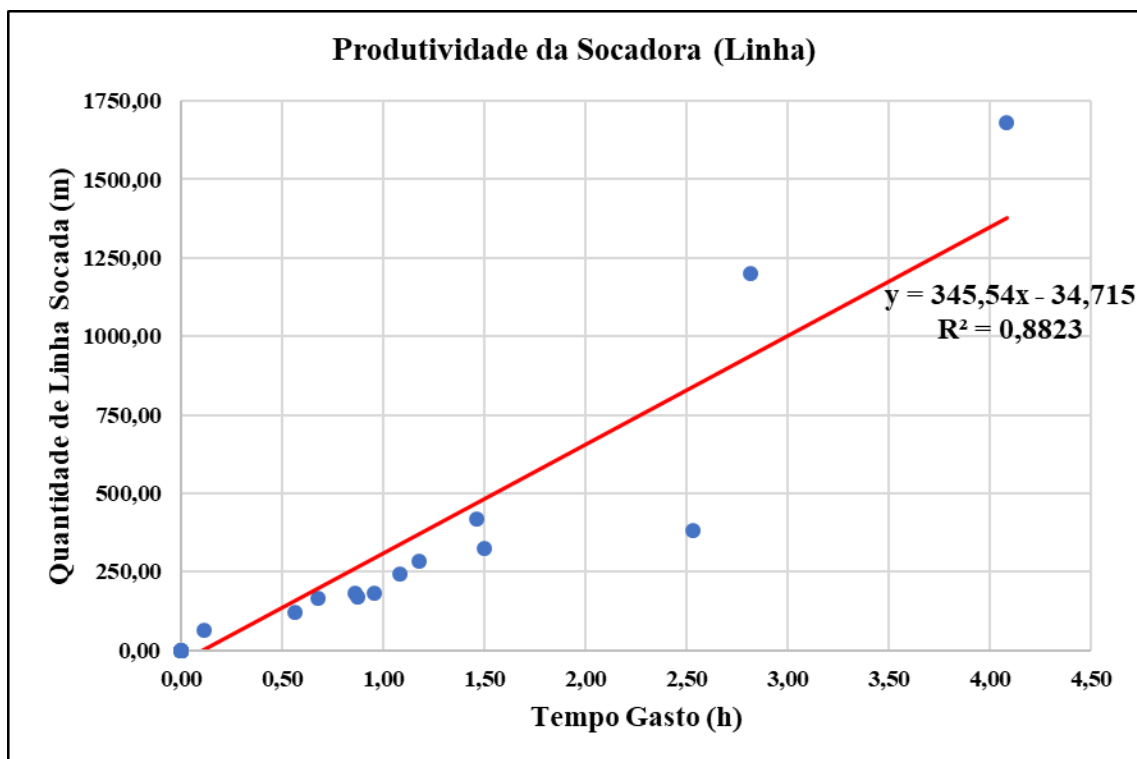
O menor valor obtido foi de 0,43 AMV com dormentes de concreto socados por hora. O principal motivo para gerar esse índice foi que o trabalho realizado se concentrou em regiões complexas e que por consequência há necessidade de mais atenção e tempo.

A precisão dos dados levantados chegou a um valor de 91,82%, sendo esse valor maior entre todos os meses analisados.

b) Socaria de Linha

O Gráfico 9 representa a produtividade de socaria de linha.

Gráfico 9 – Produtividade da Socadora (Linha): 4º mês.



Fonte: Autor (2018)

A produtividade para socaria de lastro para o período atingiu o valor de 345,54m/h, com precisão nos resultados de 88,23%.

O maior índice de produção para o período foi de 550,93m/h e esse valor deu-se pelas boas condições da via no local do serviço, pois nesse dia foi realizado levante de linha com apenas 20mm, aumentando a performance da máquina.

Já o valor mínimo foi de 151,04m/h e sua justificativa não foi apontada no RDO.

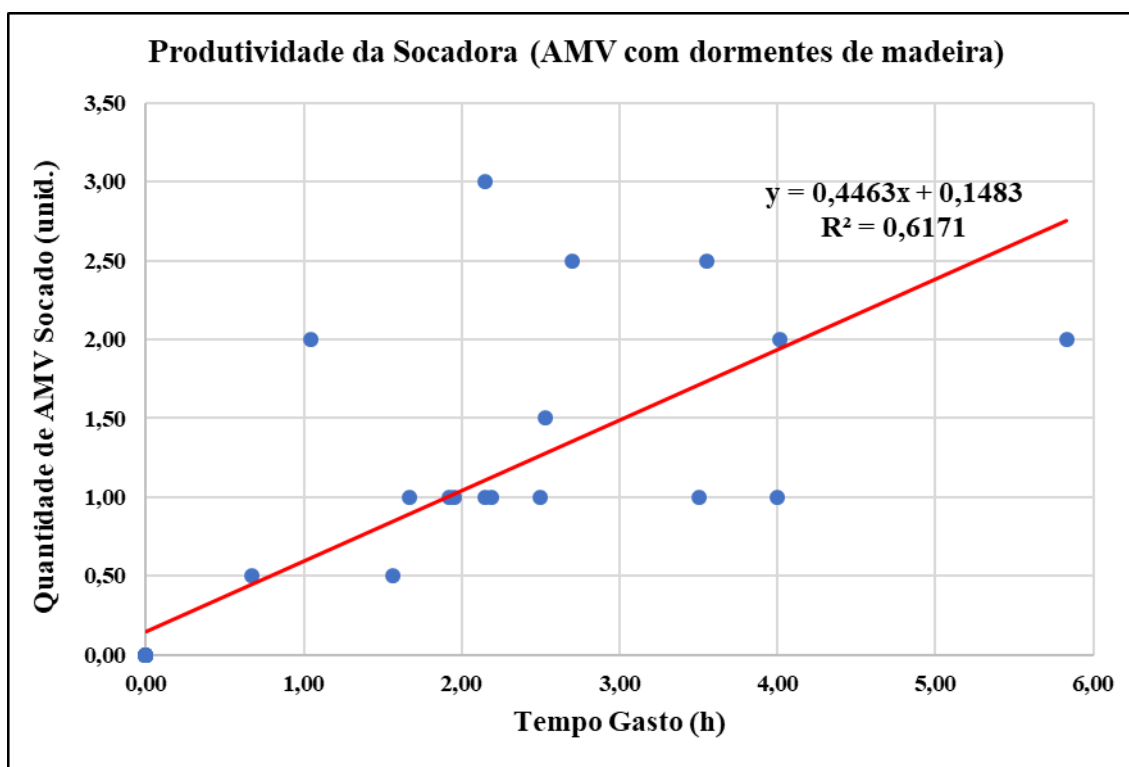
5.4.5 Produtividade Geral da Socadora de Lastro

A produtividade geral consiste em agrupar todos os quatro meses analisados e efetuar uma análise geral, de modo a se obter um único índice de produtividade para cada serviço executado. Assim o espaço amostral de estudo torna-se maior, elevando conseqüentemente a precisão dos dados levantados e trazendo maior confiabilidade para com relação aos dados obtidos.

a) Socaria de AMV com dormentes de madeira

O Gráfico 10 representa o levantamento de dados de produtividade geral, ou seja, considerando os quatro meses de estudo:

Gráfico 10 – Produtividade da Socadora (AMV com dormentes de madeira).



Fonte: Autor (2018).

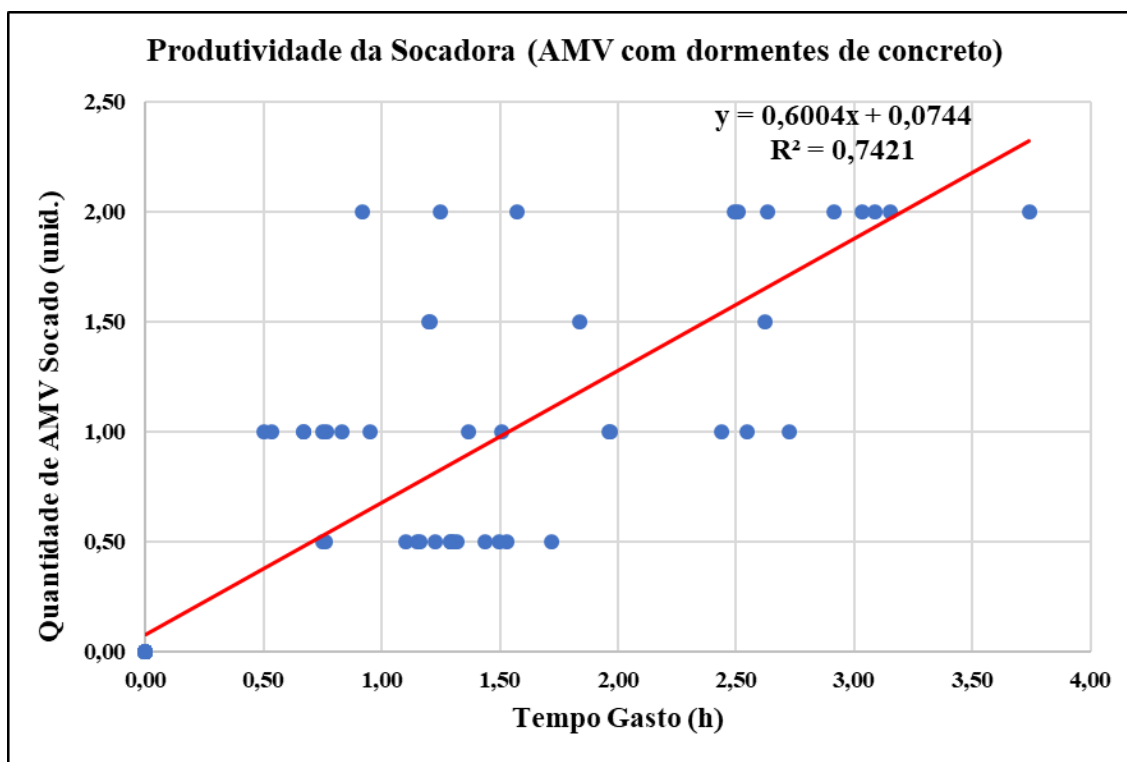
Pode-se perceber que a produtividade final apresentou valor de 0,4463 AMV com dormentes de madeira socados por hora, esse valor é inferior ao índice considerado na elaboração do orçamento (0,65) (ver Tabela 6). Essa inferioridade indica que se mantido o ritmo de produção, a obra não alcançará as expectativas previstas para essa atividade específica.

No total foram trabalhados 24,5 AMV's com dormentes de madeira, e a precisão dos dados atingiu valor de aproximadamente 62%.

b) Socaria de AMV com dormentes de concreto

A produtividade da Socadora de lastro quando a mesma está trabalhando em AMV com dormentes de concreto está representada conforme Gráfico 11.

Gráfico 11 – Produtividade da Socadora (AMV com dormentes de concreto).



Fonte: Autor (2018).

De acordo com Gráfico 11, percebe-se que a produtividade para esse item apresentou valor de aproximadamente 0,60 AMV com dormentes de concreto socados por hora, sendo superior ao valor considerado em orçamento. Essa superioridade mostra que o ritmo de produção para essa

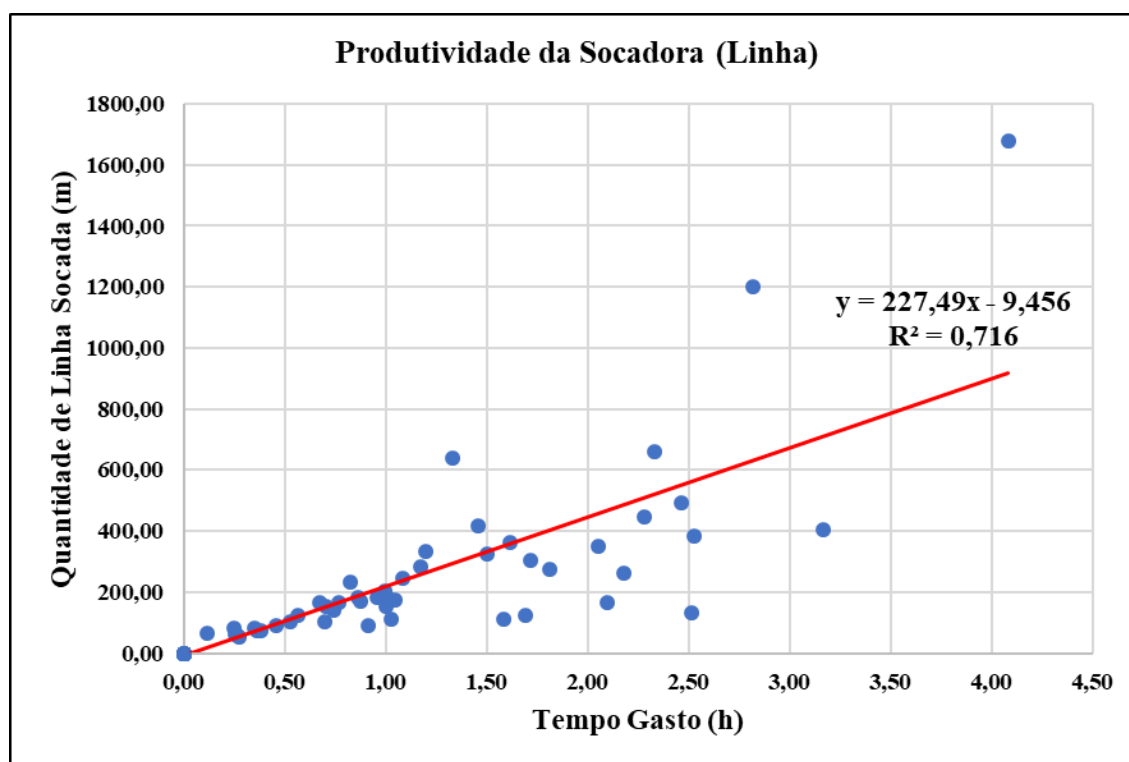
atividade está acima do que se estimou, e que provavelmente essa atividade irá finalizar antes do prazo considerado.

Vale ressaltar que os dados coletados para essa atividade apresentaram precisão de aproximadamente 74%, e que nesse período foram trabalhados 50 AMV's com dormentes de concreto.

c) Socaria de Linha

A produtividade da Socadora de Lastro quando a mesma é operada em linha corrida está expressa pelo Gráfico 12.

Gráfico 12 – Produtividade da Socadora (Linha).



Fonte: Autor (2018).

Em conformidade com o Gráfico 12, tem-se que a produtividade para a atividade socaria de linha foi de 227,49m/h, onde os dados levantados em campo obtiveram uma precisão de 71,6%. Para essa atividade foram trabalhadas 12,858 km de linha corrida.

5.5 Produtividade da Reguladora de Lastro

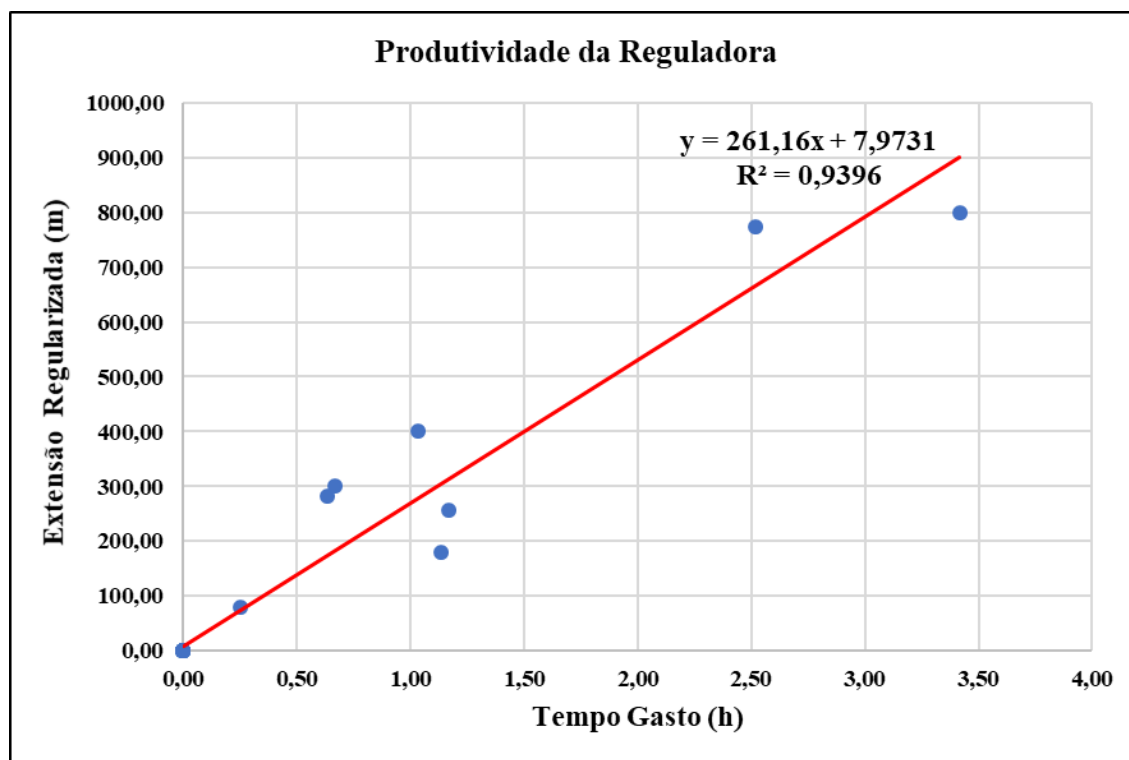
O serviço de regularização de lastro para obras de Correção Geométrica tem como objetivo restabelecer os parâmetros de projeto do perfil transversal do lastro, uma vez que o mesmo é alterado com o tempo e com o processo de socaria. Desta forma, para a obra em estudo, a Reguladora de lastro trabalhou em conjunto com a Socadora de Lastro.

A regularização do lastro não sofre variação de produtividade quando se leva em consideração o local de trabalho, ou seja, a performance da socadora não sofrerá variação se o serviço for executado na região de domínio de um AMV ou fora dela.

5.5.1 Primeiro mês: 02/07/18 a 01/08/18

O Gráfico 13 mostra a quantidade de metros regularizados em função do tempo consumido:

Gráfico 13 – Produtividade da Reguladora: 1º mês.



Fonte: Autor (2018).

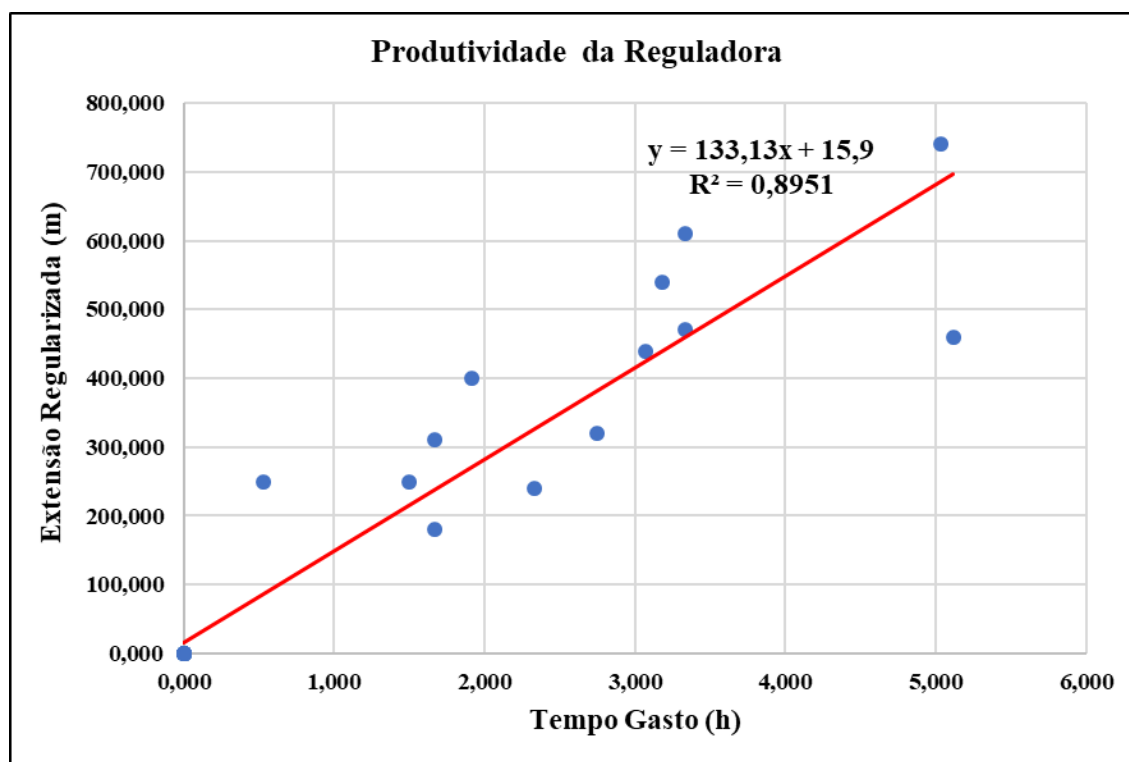
A taxa de variação da equação mostrada no Gráfico 13, representa a razão da quantidade de metros de lastros regularizados por um intervalo de tempo, desta maneira tem-se que o índice de produtividade para o período em referência foi de 261,16m/h. É importante frisar que os dados coletados, apresentaram uma precisão de aproximadamente 94%, sendo que nesse período foram regularizados cerca de 3,072 km de lastro em linha corrida.

O maior valor de produtividade para esse mês em análise foi de 450,00 m/h, pois o serviço foi realizado sem intervalos de parada, ou seja, iniciou-se o serviço e só finalizou quando o mesmo estava concluído, sem interrupções. O índice mais baixo apresentou valor de 158,82m/h e suas justificativas não foram registradas em RDO.

5.5.2 Segundo mês: 02/08/18 a 01/09/18

A produtividade da Reguladora de Lastro está representada no Gráfico 14:

Gráfico 14 – Produtividade da Reguladora: 2º mês.



Fonte: Autor (2018).

O índice de produtividade encontrado para o período foi de 133,13m/h e a precisão dos dados coletados aproximou-se de 90%, conforme Gráfico 14.

Os extremos de máxima e mínima produtividade para esse mês foram respectivamente: 468,75m/h e 89,90m/h.

Foram regularizados nesse período 5,21 km de lastro.

Um dos fatores que influenciaram na maior produtividade do período foi a quantidade reduzida de passadas realizadas pela máquina Reguladora. O padrão normal de passe realizado no contrato é de quatro passes para cada local trabalhado.

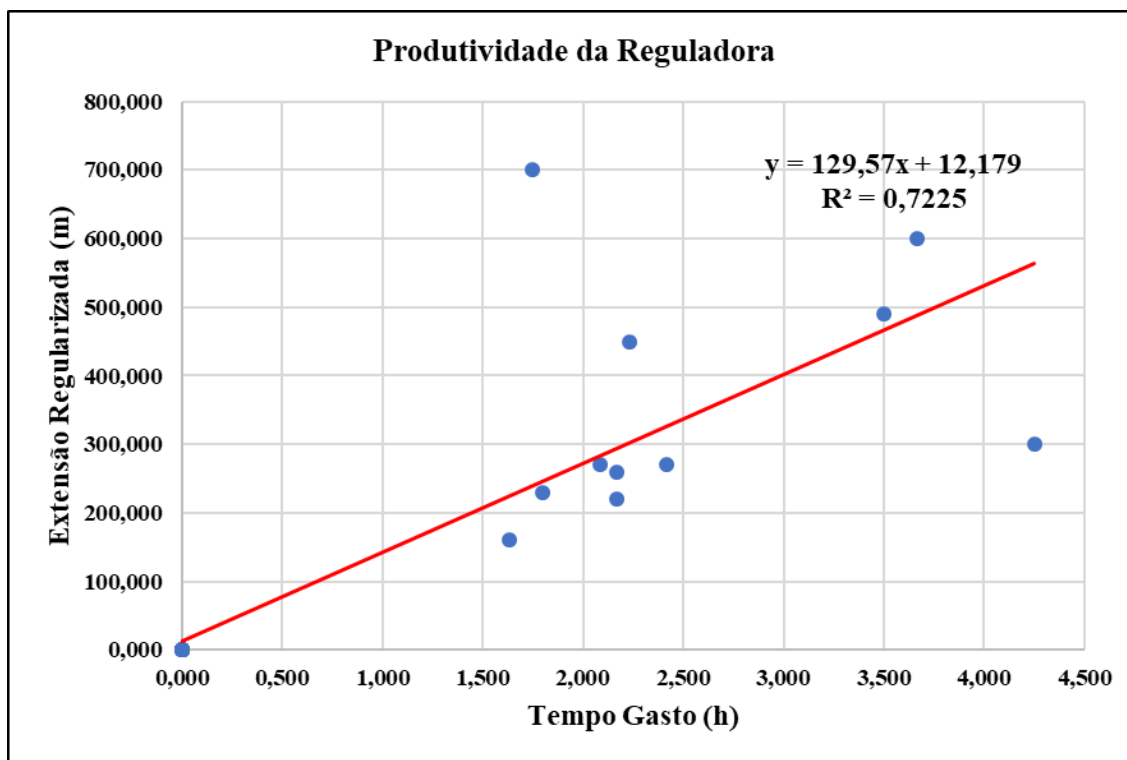
Já o menor índice do mês foi proporcionado pelo grande número de passadas realizadas para restabelecer o perfil transversal de projeto da via.

5.5.3 Terceiro mês: 02/09/18 a 01/10/18

O Gráfico 15 representa a quantidade de metros regularizadas em função do tempo gasto.

Para o período em análise, os dados levantados apresentaram precisão de 72,25%, sendo a produtividade de 129,57m/h.

Gráfico 15 – Produtividade da Reguladora: 3º mês.



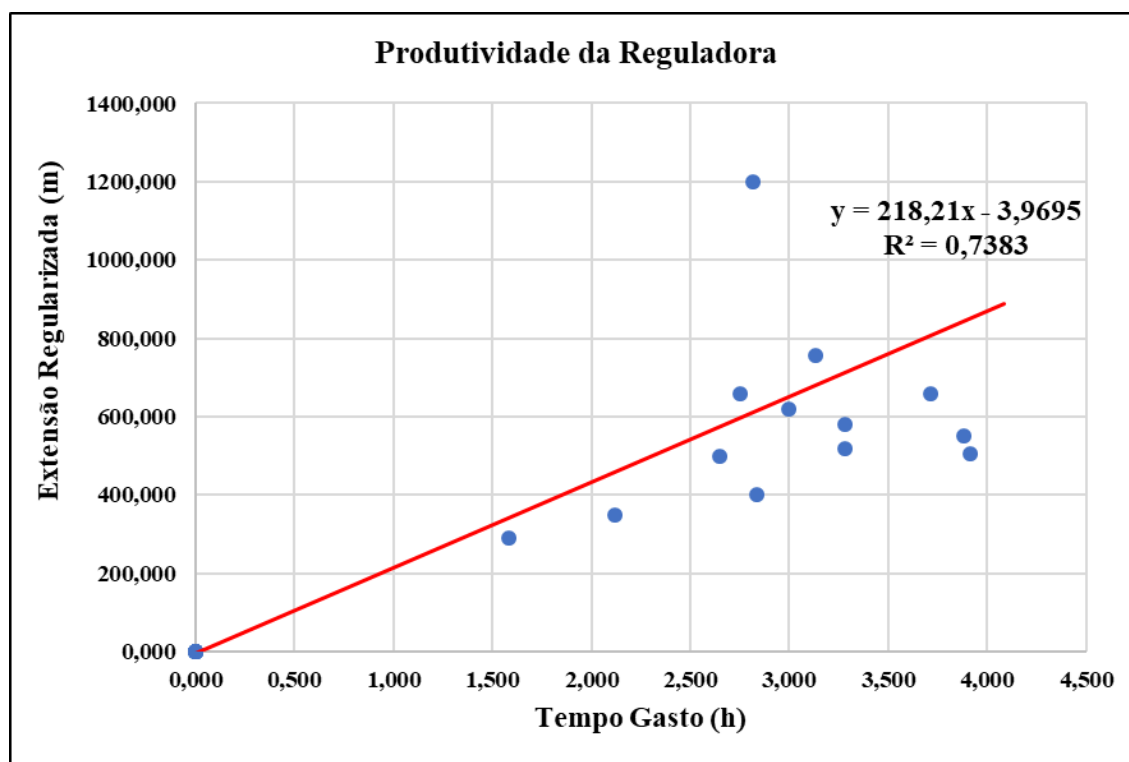
Fonte: Autor (2018).

O maior valor de produtividade do período também foi influenciado pelo número de passes realizados, diminuindo significativamente o tempo para a execução do serviço. Em contrapartida, o menor índice de produtividade para o período foi de 70,78m/h, pela necessidade de mais passes da máquina. No total desse mês foram regularizados 3,950 km de lastro.

5.5.4 Quarto mês: 02/10/18 a 01/11/18

A produtividade da Reguladora de Lastro está indicada no Gráfico 16, e tem valor de 218,21m/h. Os dados levantados no período tiveram precisão de aproximadamente 74%, sendo regularizado 9,271 km de lastro.

Gráfico 16 – Produtividade da Reguladora: 4º mês.



Fonte: Autor (2018).

O maior valor de produtividade encontrado no período foi de de 426,04m/h. Essa alta produção em curto período deu-se por não interrupção do serviço, ou seja, ausência de paradas. Isso proporciona à máquina um ritmo constante sem perdas de tempo com montagens e desmontagens de equipamentos antes e após o serviço, respectivamente.

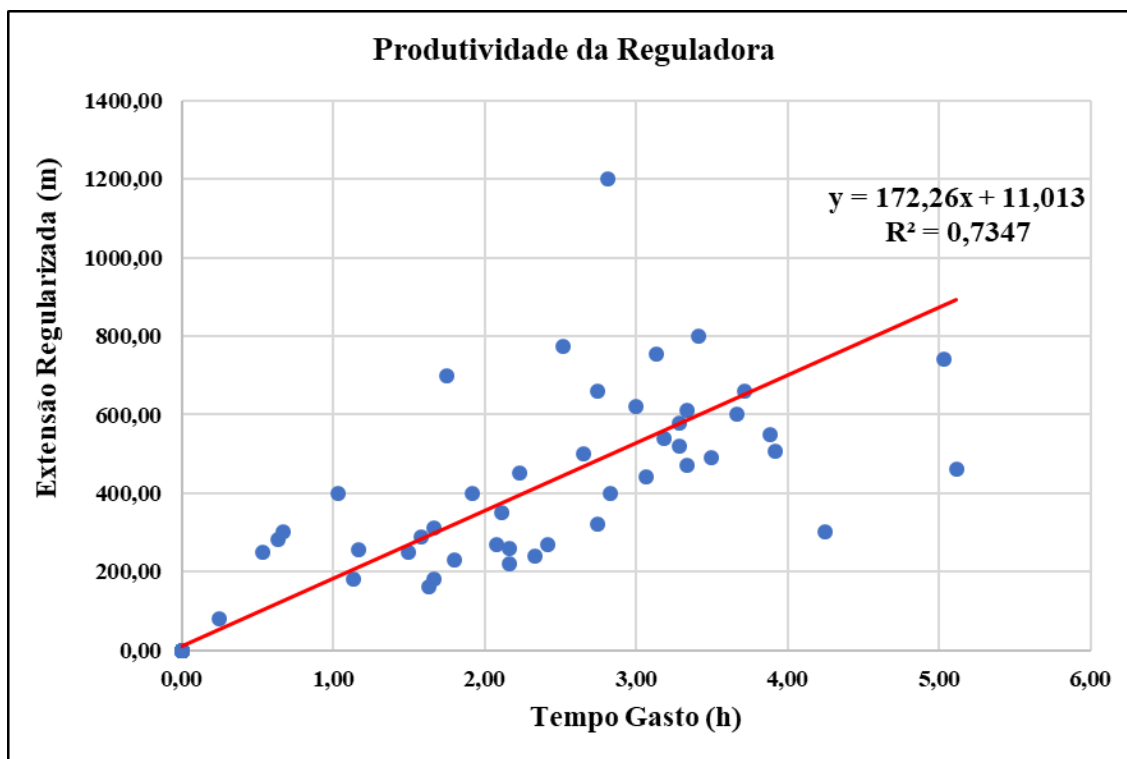
A menor produtividade para esse mês apresentou valor de 129,19m/h, porém não há informações que justifiquem o valor.

5.5.5 Produtividade Geral da Reguladora de Lastro

A produtividade geral engloba todo período de estudo, ou seja, faz-se uma análise do conjunto de todos os dados levantados de acordo com suas respectivas atividades, sem fragmentação de tempo. O principal objetivo do estudo geral é obter um conjunto de dados composto pelo maior número de elementos possíveis, de modo a reduzir a imprecisão dos dados, e tornando os resultados mais confiáveis.

O Gráfico 17 mostra o quantitativo de linha regularizada em função do tempo em horas:

Gráfico 17 – Produtividade da Reguladora.



Fonte: Autor (2018).

A taxa de variação da equação apresentada no Gráfico 17 representa o índice de produtividade para a atividade de regularização de lastro. Desta forma a produtividade para essa atividade foi de 172,26m/h, sendo que os dados considerados para obtenção desse resultado apresentaram precisão de aproximadamente 74%.

O total de lastro regularizado dentro dos 4 meses chegou ao valor de 21,503 km.

5.6 Produtividades do Contrato

A Tabela 7 mostra um resumo de todas as produtividades obtidas no contrato, fragmentado mês a mês e por fim um resultado geral, que engloba todo período da análise:

Tabela 7 – Resumo das produtividades gerais obtidas.

Atividades	Unid.	Índices Orçados	Produtividade por período de análise				Produtivi- dade Atual
			1º mês	2º mês	3º mês	4º mês	
Socaria AMV–							
concreto	Unid./h	0,53	–	0,55	0,5275	0,6539	0,6004
Socaria AMV–							
madeira	Unid./h	0,65	0,4439	1,3043	–	–	0,4463
Socaria de							
Linha	m/h	N.A.	124,80	147,12	276,62	345,54	227,49
Regularização							
de Lastro	m/h	N.A.	261,16	133,13	129,57	218,21	172,26

Fonte: Autor (2018).

De acordo com a Tabela 7, pode-se verificar a evolução mês a mês de cada atividade analisada, possibilitando identificar o melhor e o pior mês de desempenho dos equipamentos em estudo.

A atividade de socaria de AMV com dormentes de concreto apresentou um quadro evolutivo de suas produtividades, onde no 4º mês foi obtido o maior índice de produtividade entre os meses analisados. No geral, esta atividade expôs um índice de produtividade superior ao considerado em orçamento, mostrando que a mesma não vem impactando no contrato em estudo.

Já a atividade de socaria de AMV com dormentes de madeira apresentou uma evolução nos seus dois meses de ocorrência, porém uma evolução mascarada, uma vez que, o segundo mês possui apenas dois dias de análise, tornando o espaço amostral pouco preciso. No geral essa atividade mostrou-se abaixo do que se previa em orçamento, pois o índice de produtividade real foi inferior ao considerado na elaboração do orçamento.

A atividade de socaria de linha, também apresentou um quadro evolutivo de performance, isso deu-se devido ao fato de nos dois últimos meses de análise, ocorreram programações que possibilitou a Socadora de lastro trabalhar apenas em linha corrida, aumentando significativamente seu desempenho.

A Regularização de lastro apresentou uma oscilação significativa mês a mês, isso foi influenciado exclusivamente pelas condições geométricas da via, uma vez que, o número de passadas efetuadas pela Reguladora de lastro é definido pela quantidade de defeitos e suas respectivas intensidades no decorrer da linha férrea, sendo que quanto maior o número de passadas, menor o índice de produtividade.

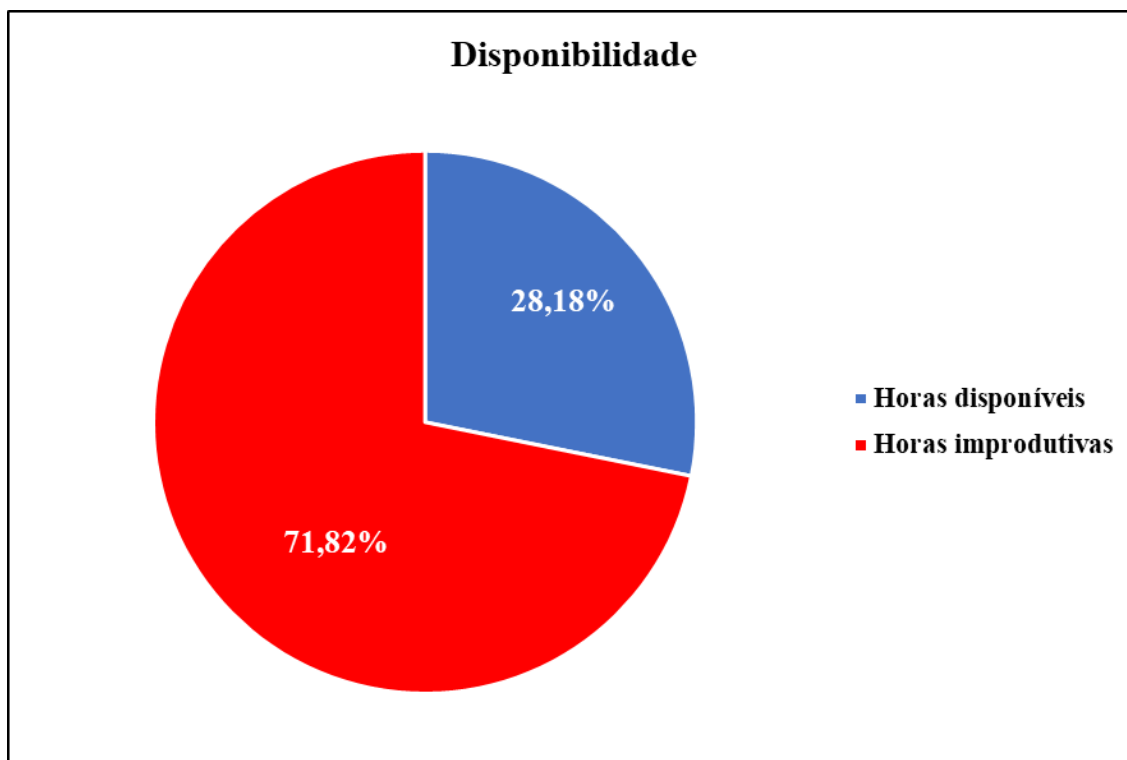
Através da análise de todas as atividades apontadas na Tabela 7, verificou-se que os principais fatores que afetaram as produtividades obtidas, foram: quantidade de socaria realizada em cada dormente e o número de passes efetuados pela Reguladora em cada local trabalhado, sendo esses dois fatores ligados diretamente com as condições da via e com o critério qualitativo do serviço.

5.7 Análise da Improdutividade

O critério de avaliação da improdutividade da obra de Correção Geométrica na EFC, consistiu em determinar o fator de improdutividade do conjunto de máquinas (Socadora e Reguladora de Lastro), a fim de comparar com o valor considerado em cláusula contratual.

A disponibilidade obtida nos quatro meses de estudo está ilustrada conforme Gráfico 18.

Gráfico 18 – Disponibilidade do conjunto de máquinas (Socadora e Reguladora de Lastro).



Fonte: Autor (2018).

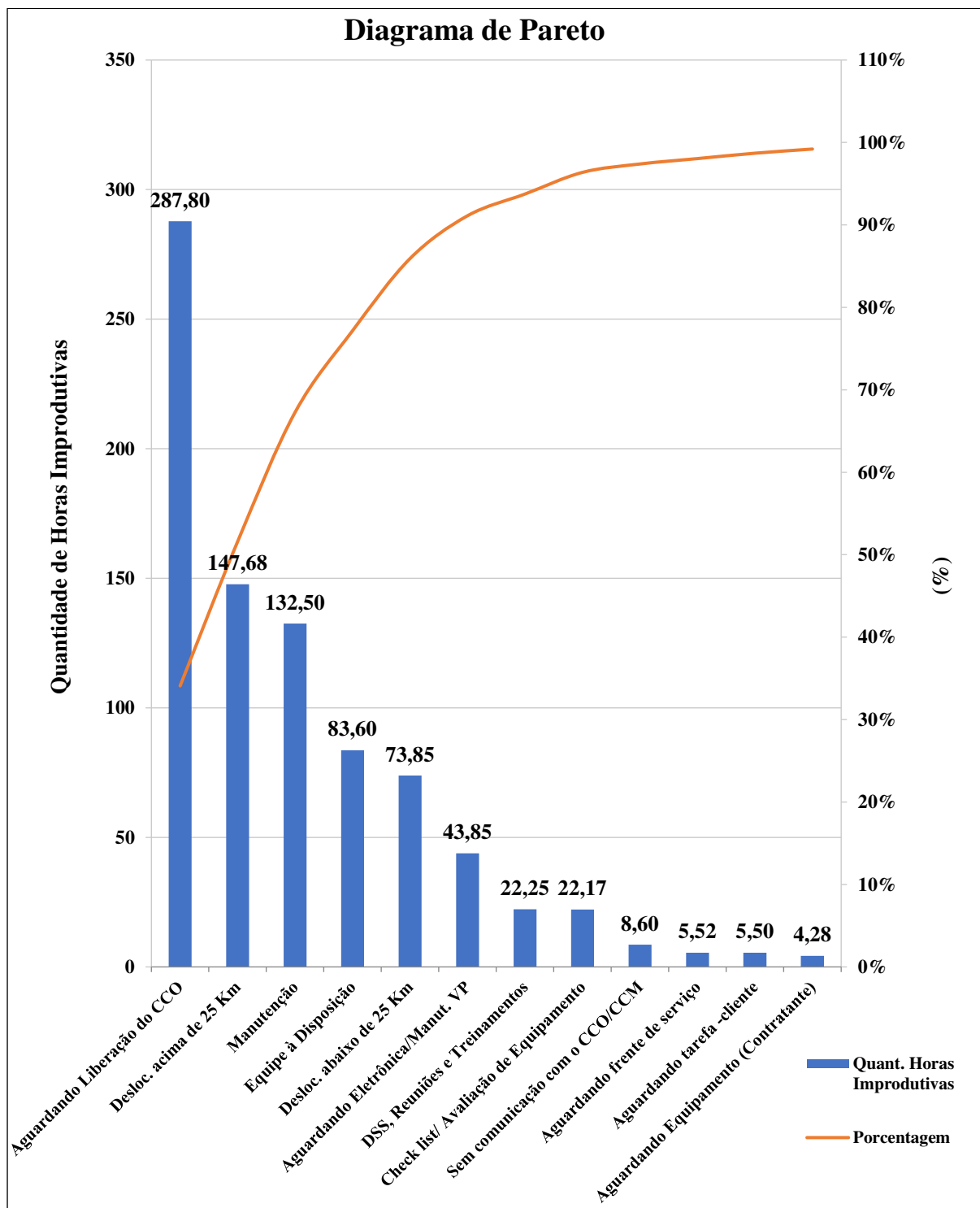
A Contratante tem como meta mensal fornecer no mínimo 50 horas disponíveis para a execução das atividades. Isso gera uma disponibilidade dos equipamentos de 28%, ou seja, em vinte e oito por cento do tempo a equipe e as máquinas (Socadora e Reguladora Lastro) devem estar executando atividades produtivas.

O Gráfico 18 mostra que a disponibilidade encontrada foi de 28,18%, um pouco superior ao valor mínimo considerado em contrato. Desta maneira pode-se verificar que a Contratante está disponibilizando tempo suficiente para se alcançar a meta mensal fixada em contrato.

Verifica-se que 71,82% do tempo, as máquinas estão sendo improdutivas, sem gerar lucratividade à Contratada. Embora a disponibilidade esteja de acordo com os parâmetros contratuais, faz-se necessário mensurar e apontar as principais atividades que provocaram essa improdutividade, a fim de verificar a quem é delegado a responsabilidade de tais atividades.

O Gráfico 19 representa o diagrama de Pareto aplicado para com relação às atividades improdutivas da obra em estudo.

Gráfico 19 – Diagrama de Pareto aplicado para as atividades improdutivas.



Fonte: Autor (2018).

De acordo com o Gráfico 19, as atividades que mais impactaram na improdutividade e que são responsáveis por quase 80% dos impactos na produção, foram: Aguardando liberação do

CCO; Deslocamentos acima de 25 km; Manutenção de equipamentos e máquinas e Equipe à disposição. Dentre as atividades mencionadas, três são delegadas a Contratante (Aguardando liberação do CCO; Deslocamentos, entre frente de serviço e pátio ou pátio e frente de serviço, acima de 25 km e Equipe à disposição) e uma de responsabilidade da Contratada (Manutenção de equipamentos e/ou máquinas).

Para que a improdutividade não venha ameaçar o valor de disponibilidade mínima mensal estipulada, deve-se tomar medidas mitigadoras que venham intervir nas quatro atividades supraditas, tais como: melhorar a programação por parte do Contratante, afim de diminuir o tempo de espera para se obter comunicação com o CCO, melhorar o planejamento da logística aplicada, uma vez que os equipamentos passaram uma grande quantidade do tempo em deslocamentos superiores a 25 km, aplicar planos de manutenções que venham diminuir os quantitativos de impactos provenientes de paralizações por quebra de equipamentos, e por fim, e não menos importante, analisar a programação diária, para que as máquinas possam trabalhar o máximo de tempo possível, e em seguida retornar ao local de estacionamento, sem haver necessidade de aguardar muito tempo entre esses eventos.

7 CONCLUSÃO

O presente trabalho norteou um estudo sobre a análise das produtividades de MGP's em obra de Correção Geométrica ferroviária na EFC, onde teve como espaço amostral o período de 4 meses. Nesse período foi analisado a evolução mensal de desempenho das máquinas Socadora e Reguladora de Lastro, constatando-se que houve uma evolução na performance de desempenho das máquinas, devido, principalmente, as condições em que a via férrea se encontrava.

Com esse estudo pode-se avaliar as atividades que estavam impactando na obra, de forma a atrasar o período estipulado em contrato. A única atividade que apresentou índice de produtividade abaixo do valor considerado em orçamento foi socaria de AMV com dormentes de madeira. As demais atividades em análise apresentaram um índice satisfatório.

Os resultados desse trabalho, além de servirem de parâmetros comparativos para questões de planejamento e gestão de obras, serão utilizados como bases de dados para futuros orçamentos, uma vez que os resultados obtidos transmitem a realidade apresentada em campo, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos.

Para mensurar de forma mais assertiva as improdutividades ocorridas na obra, foi calculado a disponibilidade do conjunto de máquinas com a finalidade de comparar com o valor estipulado em orçamento, e por último fez-se uso do princípio de Pareto, onde 80% dos efeitos são provocados por 20% das causas. Deste modo foi verificado que a disponibilidade real se apresentou superior ao valor previsto em contrato, e que isso não vem impactando no desempenho do contrato.

Através do diagrama de Pareto, constatou-se que as principais atividades causadoras de improdutividade foram: aguardando liberação do CCO, deslocamentos entre frentes de serviços que excedem os 25 km, manutenção das máquinas e ociosidade da equipe. Das quatro atividades apontadas, três são de responsabilidade do Contratante (aguardando liberação do CCO; Deslocamentos superiores a 25 km e ociosidade da equipe) e uma da Contratada (manutenção das máquinas).

Após mensurar e apontar as atividades improdutivas, para melhor entender a dinâmica do contrato, recomenda-se elaborar um estudo que venha abordar a dinâmica e os fatores que afetam essas atividades.

Com relação ao estudo de produtividade, pode-se utilizar ferramentas como o ciclo PDCA, para elaborar uma medida que venha melhorar a performance das máquinas ao trabalharem em atividades que apresentaram índice de produtividade abaixo do considerado em orçamento.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. **Acidentes Ferroviários ocorridos no Subsistema Ferroviário Federal no ano de 2013**. Relatório 01/2014/GEROF/SUFER/ANTT. Brasil, 2014.

_____. **Rodovias reguladas pela ANTT, Relatório anual 2008**: Estrada de Ferro Carajás. 2008.

ALBUQUERQUE, Samuel Menezes. **Ferrovias**: Aspectos técnicos de projeto. Monografia (Graduação em Engenharia Civil – Aeronáutica) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2011.

ARRUDA, Henrique José; GOMES, Kelly Cristina Alves Lino. Qualidade e Produtividade: Um Estudo de Caso na Empresa Sonergia. **E-FACEQ**, Ano 3, n. 3, 2014

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MANUTENÇÃO. **Documento Nacional de Manutenção: A Situação da manutenção no Brasil**. Salvador, 2013.

_____. **Documento Nacional de Manutenção: A Situação da manutenção no Brasil**. Curitiba, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462**: Confiabilidade e mantabilidade. Rio de Janeiro, 1994.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte – DNIT. **ISF – 212: Projeto de superestrutura da via permanente – lastro e sublastro**. 2015a.

_____. Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte – DNIT. **ISF – 213: Projeto de superestrutura da via permanente – trilhos e dormentes**, 2015b.

_____. Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte – DNIT. **EST – 001: Regularização de lastro**, 2015c.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT NBR 5462. **Confiabilidade e mantabilidade**, 1994. Disponível em: < https://kupdf.net/download/nbr-5462-tb-116-confiabilidade-e-mantenabilidade_58fbd9f8dc0d609527959e81_pdf > Acesso em: 10 de set. 2018.

BARRETO, Flávia Christina Raposo Vasconcelos; RIBEIRO, Ericson Patriki Guedes; LIMA, Leonardo Simões dos Santos. **Confiabilidade da Socradora 21 na Estrada de Ferro Carajás**. Entre 2018 e 2012.

BRINA, Helvécio Lapertosa. **Estradas de ferro 1: Via Permanente**. 2. ed. Belo Horizonte: UFMG, 1988.

BROCHADO, Marina Rodrigues; PIRES, Fernando Pessoa. **Introdução da Tecnologia Laserail na Manutenção da Via Permanente Metro-Ferroviária**. XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). Brasil, 2007.

CAMPBELL, Hugo Costa. **Orientação para Resultados**: um Estudo Aplicado à Área de Planejamento e Controle da Manutenção. Monografia (Curso de Engenharia de Produção) - Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, 2017.

CHIROLI, Daiane Maria de Genaro; CASTRO, Guilherme Cidrão de. **Eficiência Global dos Equipamentos**: Aplicação da Métrica para Gerenciamento Efetivo de uma Cadeia Produtiva de Plásticos. 2011.

COIMBRA, Marcelo do Vale. **Modos de falhas dos componentes da via permanente ferroviária e seus efeitos no meio ambiente**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia dos Transportes) – Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2008.

CORDEIRO, William Rubbioli; GUIMARÃES, Antonio Carlos Rodrigues; MARQUES, Maria Esther. **Manutenção Preditiva, de Infraestrutura Ferroviária em um Trecho da Malha de SP**. Instituto Militar de Engenharia – IME. Rio de Janeiro, 2015.

COSTA, Mariana Almeida. **Gestão estratégica da manutenção**: uma oportunidade para melhorar o resultado operacional. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **ETS – 001**: Regularização de Lastro. Especificação Técnica de Serviço. 2015.

FORIGO, Camila. **Análise da produtividade da mão de obra no serviço de revestimento interno com argamassa**. Monografia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2014.

LIMA, Henrique Alexandre Dourado. **Procedimento para seleção de método para manutenção da geometria da superestrutura ferroviária**. IME, Rio de Janeiro, 1998.

LUCCIO, André Romeu de Andrade Di. **Estudo dinâmico de uma composição ferroviária de carga e análise das condições de descarrilamento**. Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

EVARISTO. **Veículos de Manutenção**. Brasil Ferroviário. 2017. Disponível em: <<http://www.brasilferroviario.com.br/veiculos-de-manutencao/>>. Acesso em: 28 ago. 2018.

GOLDBERG, Paulo Henrique Germano. Aplicação e adaptação do indicador OEE (Overall Equipment Effectiveness – Eficiência Global dos Equipamentos) em OTE (Overall Technician Effectiveness – Eficiência Global dos Técnicos) para equipes de campo. **Revista IPOG**. Goiânia, 13ª Edição, nº 013, Vol.01, 2017.

KARDEC, Alan; NASCIF, Julio Aquino. **Manutenção**: Função Estratégica. 3ª Edição. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobras, 2009.

KING, Ney Cesar de Oliveira; LIMA, Edson Pinheiro de; COSTA, Sérgio Eduardo Gouvêa da. Produtividade sistêmica: conceitos e aplicações. **Production**, v. 24, n. 1, p. 160-176, 2014.

MACHADO, Aldo Marconi Wessen. **Uma contribuição à metodologia de recebimento, manutenção e desempenho do lastro ferroviário.** Monografia (Especialização em Transporte Ferroviário de Carga) - Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, 2006.

MARCH, Luciana Duarte. **Reformulação do Planejamento da Manutenção das Socadoras da MRS Logística Baseada em MCC.** Monografia (Especialização em Transporte Ferroviário de Carga) - Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, 2006.

MRS, L. S. A. **Socadora.** 2018. Disponível em: <<https://www.mrs.com.br/post-blog-inovacao/socadora/>>. Acesso em: 19 set. 2018.

OLIVEIRA, Thiago Moura de. **ANÁLISE DE CONFIABILIDADE DE EQUIPAMENTOS DE VIA PERMANENTE “Reguladoras e Socadoras de Lastro da MRS Logística S.A”.** Monografia (Especialização em Transporte Ferroviário de Carga) - Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, 2012.

PAIVA, Cassio Eduardo Lima De. **Super e infraestruturas de ferrovias: Critérios para projetos.** 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

PEDRONI, Patrick Guedes. **Análise de falhas de fraturas de trilhos: caso da ferrovia de aço.** Monografia (Especialização em Transporte Ferroviário de Carga) – Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2008.

PEREIRA, Olyntho Carmo; LEAL, Jose Eugenio. **Soluções de otimização da eficiência energética de uma ferrovia de carga, o caso da Estrada de Ferro Carajás.** Dissertação (Departamento de Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2009.

PIRES, José et al. Degradação do lastro ferroviário—principais aspectos e estudos de caso. **TRANSPORTES**, v. 25, n. 3, p. 62-74, 2017.

REI, Constantino. **Analisar e medir a produtividade.** Guarda – Portugal: ESTG, 2005. v. 3.

ROSA, Rodrigo de Alvarenga. **Operação ferroviária: Planejamento, Dimensionamento e Acompanhamento.** 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

SECCO, Willian. **Principais fatores que afetam a produtividade nas indústrias de Pato Branco.** Monografia (Especialização Gestão Contábil e Financeira) - Curso de Ciências Contábeis da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2014.

SILVA, Eduardo Teixeira Fonseca e. **Análise da evolução dos defeitos da via permanente da MRS para planejamento de intervenções preditivas de manutenção.** Monografia (Especialização em Transporte Ferroviário de Carga) – Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, 2006.

SOBRINHO, João Carlos Flüguel. **Manutenção x Produtividade: a importância da gestão da manutenção para o aumento da produtividade de uma indústria de manufatura de madeira.** Monografia (Especialização em Gestão Industrial: Produção e Manutenção) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2012.

VALE. **Estrada de Ferro Carajás**: o caminho onde passa a nossa riqueza. 2018. Disponível em: < <http://www.vale.com/brasil/PT/initiatives/innovation/carajas-railway/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 18 set. 2018.

VIEIRA, Clerildo et al. **Manual técnico de via permanente**. Belo Horizonte: Vale, 2013.

ZAAZMAN, Leon. **Tecnologías fundamentales de mecanización para el manentimiento de vías férreas**. 2. ed. Bingen am Rhein – Alemanha: PM Media House, 2014.

APÊNDICE A - Tabela Geral de Produtividade.

Data	Socaria de AMV com dormentes de madeira		Socaria de AMV com dormentes de concreto		Socaria de Linha		Regularização de Lastro	
	Tempo (h)	Quant. (unid.)	Tempo (h)	Quant. (unid.)	Tempo (h)	Quant. (m)	Tempo (h)	Quant. (m)
02/jul/18	0,00	0,00			0,25	80,00	0,00	0,00
03/jul/18	5,83	2,00			0,00	0,00	0,00	0,00
04/jul/18	3,50	1,00			0,00	0,00	0,00	0,00
05/jul/18	1,05	2,00			2,28	446,00	3,42	800,00
06/jul/18	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00
07/jul/18	4,00	1,00			0,00	0,00	0,00	0,00
08/jul/18	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00
09/jul/18	3,55	2,50			2,47	492,00	0,00	0,00
10/jul/18	4,02	2,00			1,05	172,00	2,52	774,00
11/jul/18	2,50	1,00			2,18	260,00	1,13	180,00
12/jul/18	2,19	1,00			1,03	110,00	0,00	0,00
13/jul/18	1,92	1,00			1,58	110,00	0,00	0,00
14/jul/18	1,57	0,50			2,52	130,00	1,17	256,00
15/jul/18	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00
16/jul/18	1,67	1,00			0,00	0,00	0,25	80,00
17/jul/18	2,70	2,50			2,10	167,00	0,63	282,00
18/jul/18	2,15	3,00			0,92	90,00	0,00	0,00
19/jul/18	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00
20/jul/18	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00
21/jul/18	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00
22/jul/18	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00
23/jul/18	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00
24/jul/18	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00
25/jul/18	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00
26/jul/18	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00
27/jul/18	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00
28/jul/18	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00
29/jul/18	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00
30/jul/18	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00
31/jul/18	1,95	1,00			0,00	0,00	1,03	400,00
01/ago/18	0,67	0,50			0,00	0,00	0,67	300,00

Data	Socaria de AMV com dormentes de madeira		Socaria de AMV com dormentes de concreto		Socaria de Linha		Regularização de Lastro	
	Tempo (h)	Quant. (unid.)	Tempo (h)	Quant. (unid.)	Tempo (h)	Quant. (m)	Tempo (h)	Quant. (m)
02/ago/18	2,53	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
03/ago/18	2,15	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
04/ago/18			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
05/ago/18			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
06/ago/18			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
07/ago/18			2,44	1,00	0,99	204,00	0,53	250,00
08/ago/18			0,75	0,50	1,20	332,00	3,07	440,00
09/ago/18			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10/ago/18			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11/ago/18			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12/ago/18			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13/ago/18			0,76	0,50	0,82	232,00	1,92	400,00
14/ago/18			2,72	1,00	1,69	124,00	5,12	460,00
15/ago/18			0,92	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16/ago/18			1,37	1,00	1,72	304,00	3,18	540,00
17/ago/18			1,32	0,50	0,26	62,00	1,67	180,00
18/ago/18			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19/ago/18			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20/ago/18			1,20	1,50	2,05	352,00	3,33	470,00
21/ago/18			1,97	1,00	3,17	404,00	5,03	740,00
22/ago/18			1,53	0,50	0,38	72,00	2,33	240,00
23/ago/18			1,50	0,50	1,00	152,00	2,75	320,00
24/ago/18			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25/ago/18			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
26/ago/18			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27/ago/18			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28/ago/18			1,21	1,50	0,74	142,00	1,67	310,00
29/ago/18			1,57	2,00	1,81	274,00	3,33	610,00
30/ago/18			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
31/ago/18			1,15	0,50	0,35	82,00	1,50	250,00
01/set/18			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Data	Socaria de AMV com dormentes de madeira		Socaria de AMV com dormentes de concreto		Socaria de Linha		Regularização de Lastro	
	Tempo (h)	Quant. (unid.)	Tempo (h)	Quant. (unid.)	Tempo (h)	Quant. (m)	Tempo (h)	Quant. (m)
02/set/18			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
03/set/18			0,83	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
04/set/18			1,22	0,50	1,01	182,00	2,23	450,00
05/set/18			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
06/set/18			0,00	0,00	1,33	640,00	1,75	700,00
07/set/18			3,03	2,00	0,77	164,00	4,25	300,00
08/set/18			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
09/set/18			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10/set/18			1,96	1,00	1,62	364,00	3,67	600,00
11/set/18			0,67	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12/set/18			1,29	0,50	0,26	62,00	1,80	230,00
13/set/18			2,54	1,00	0,71	154,00	3,50	490,00
14/set/18			0,00	0,00	0,00	0,00	1,63	160,00
15/set/18			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16/set/18			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17/set/18			1,44	0,50	0,36	72,00	0,00	0,00
18/set/18			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19/set/18			1,72	0,50	0,70	102,00	2,42	270,00
20/set/18			1,30	0,50	0,53	102,00	2,08	270,00
21/set/18			0,67	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22/set/18			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
23/set/18			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
24/set/18			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25/set/18			1,29	0,50	0,46	92,00	2,17	260,00
26/set/18			0,53	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27/set/18			2,62	1,50	0,28	52,00	2,17	220,00
28/set/18			1,25	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
29/set/18			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30/set/18			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
01/out/18			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Data	Socaria de AMV com dormentes de madeira		Socaria de AMV com dormentes de concreto		Socaria de Linha		Regularização de Lastro	
	Tempo (h)	Quant. (unid.)	Tempo (h)	Quant. (unid.)	Tempo (h)	Quant. (m)	Tempo (h)	Quant. (m)
02/out/18			0,50	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
03/out/18			1,84	1,50	2,53	382,00	3,88	550,00
04/out/18			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
05/out/18			0,77	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
06/out/18			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
07/out/18			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
08/out/18			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
09/out/18			1,51	1,00	1,46	419,00	3,13	755,00
10/out/18			3,09	2,00	0,86	184,00	3,28	520,00
11/out/18			2,49	2,00	1,18	284,00	3,00	620,00
12/out/18			0,00	0,00	4,08	1680,00	4,08	1680,00
13/out/18			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14/out/18			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15/out/18			3,15	2,00	0,12	64,00	2,83	400,00
16/out/18			2,92	2,00	1,50	324,00	3,72	660,00
17/out/18			2,51	2,00	0,68	164,00	2,65	500,00
18/out/18			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19/out/18			3,74	2,00	0,87	170,00	3,92	506,00
20/out/18			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21/out/18			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22/out/18			1,16	0,50	0,96	182,00	2,12	350,00
23/out/18			1,10	0,50	0,56	122,00	1,58	290,00
24/out/18			2,63	2,00	1,08	244,00	3,28	580,00
25/out/18			0,95	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
26/out/18			0,75	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27/out/18			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28/out/18			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
29/out/18			0,00	0,00	2,82	1200,00	2,82	1200,00
30/out/18			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
31/out/18			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
01/nov/18			0,00	0,00	2,33	660,00	2,75	660,00
Total:	43,94	24,50	71,88	50,00	61,63	12858,00	116,97	21503,00

Total de Horas Trabalhadas pelas Máquinas (H): 294,42