



UNIVERSIDADE D
COIMBRA

Gabriella França Santarosa

**ANÁLISE E OTIMIZAÇÃO DE FLUXOS E PROCESSOS NO
SETOR DA FERRAMENTARIA DE UMA EMPRESA DE
PRODUÇÃO DE PERFIS DE AÇO**

Dissertação no âmbito do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial orientada pelo Professor Doutor Cristóvão Silva e apresentada no Departamento de Engenharia Mecânica da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.

Julho de 2019



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE
COIMBRA

Análise e otimização de fluxos e processos no setor da ferramentaria de uma empresa de produção de perfis de aço

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial.

Analysis and optimization of flows and processes on the tools sector of a steel production company

Autor

Gabriella França Santarosa

Orientador

Professor Doutor Cristóvão Silva

Co-Orientadores

Engenheiro João Luís dos Santos Sismeiro

Engenheiro José António Gonçalves dos Santos

Júri

Presidente **Professor Doutor Luis Miguel Domingues Fernandes
Ferreira**

**Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra
Professor Doutor Cristóvão Silva**

Vogais **Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra
Professora Doutora Carina Maria Oliveira Pimentel
Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro**

Colaboração Institucional



Bölinghaus Steel, S.A.

Coimbra, Julho, 2019

“ Não é o mais forte que sobrevive, nem o mais inteligente, mas o que melhor se adapta às mudanças.”

Leon C. Megginson

Aos meus avós.

Agradecimentos

O trabalho que aqui se apresenta só foi possível graças à colaboração e apoio de algumas pessoas, às quais não posso deixar de prestar o meu reconhecimento.

Primeiramente, a minha família e amigos, em especial minha mãe, irmã e avós, por me permitirem esta experiência e me apoiarem incondicionalmente em todas as minhas escolhas, criando sempre as melhores condições para o meu sucesso.

Ao Professor Doutor Cristóvão Silva, pela orientação fornecida durante o semestre.

Aos engenheiros João Sismeiro e José Santos pelo apoio e auxílio em todos os momentos desde que entrei na organização e por toda a informação e ajuda prestada.

Ao Sr. Mário Barreiros, ferramenteiro sénior da empresa, por toda a paciência em transmitir alguns de seus conhecimentos, adquiridos ao longo de 26 anos de trabalho no setor.

E a todos os colaboradores da Böllinghaus Steel, de alguma forma envolvidos, por toda paciência e disponibilidade em me auxiliar e integrar na equipa, que colaboraram e prestaram apoio, e que fizeram possível a realização deste trabalho.

Por fim, meu muito obrigada.

Resumo

Com a crescente competitividade encontrada no ambiente industrial atual, as empresas buscam com mais intensidade melhorar a performance de seus processos a fim de se consolidarem dentro do mercado. Garantir os níveis de qualidade e eficiência torna-se essencial, sendo isto garantido através de projetos de melhoria contínua, na gestão eficiente dos recursos e em práticas que visem a redução de desperdícios.

A partir disso, o objetivo principal deste trabalho consiste na implementação de um projeto de melhoria contínua no setor da Ferramentaria da empresa Böllinghaus Steel, S.A., responsável por preparar e garantir as condições das ferramentas aos trens de laminagem, tendo como base a junção das iniciativas Lean e Seis Sigma e no desenvolvimento da metodologia DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control).

O trabalho é então dividido entre suas cinco fases características, sendo encontrado na etapa Definir uma descrição detalhada do processo e a definição dos objetivos do projeto; na fase Medir os dados levantados através de acompanhamento em campo e a identificação de aspectos que podem ser melhorados; no Analisar, análises feitas dos dados anteriormente recolhidos e a identificação da causa raiz dos problemas encontrados; no Melhorar, a apresentação de propostas de melhorias, o cronograma desenvolvido para implementação e alguns dos resultados obtidos; e por fim, no Controlar, meios de controlo propostos para garantir a continuidade das melhorias implementadas.

O trabalho é finalizado com uma rápida conclusão sobre o projeto realizado, sendo abordado os resultados obtidos a partir dos objetivos propostos, bem como as melhorias observadas na performance do setor em estudo, como a redução dos desperdícios do processo e o aumento do valor de OEE (Overall Equipment Effectiveness).

Palavras-chave: Ferramentaria, Laminagem, Lean, Seis Sigma, Böllinghaus Steel, DMAIC

Abstract

Within the growing competitiveness in recent industrial environment, many industries and companies are looking intensively for better ways to improve their processes performance to consolidate themselves inside the marketplace. Guarantee quality and efficiency levels become essential, being this ensured by the application of continuous improvement projects, efficient assets management and practices that allow waste reduction.

With that, the main objective of this paper is to implement a continuous improvement project in the Tools Sector of the company Böllinghaus Steel, based in both initiatives, Lean and Six Sigma, and in the development of a DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) methodology, being the sector in study responsible to prepare the rolling mill tools and guarantee its conditions.

The project is then divided in its five characteristics phases, being found in the Define phase a detailed description of the process and the definition of the projects objectives; in the Measure phase, is presented all data collected during field monitoring and the identification of the aspects that could be improved; in Analyze, the analyses made on this data and the root causes of the problems found; in Improve, the presentation of improvement ideas, the schedule developed for implementation and some of the results obtained; and finally, in Control, control indicators are proposed to guarantee the continuity of the implemented improvements.

The paper ends with a conclusion about the projects results, approaching the obtained results, as well as the observed performance's improvements in the sector, as waste reductions obtained and the increase of OEE (Overall Equipment Effectiveness) value.

Keywords: Improve, Rolling Mill, Lean, Six Sigma, Böllinghaus Steel, DMAIC

Índice

Índice de Figuras	xi
Índice de Tabelas	xiii
Siglas	xv
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Estudo de Caso	1
1.2. Estrutura da Dissertação	3
1.3. Apresentação da Empresa.....	3
1.3.1. História	3
1.3.2. Produtos	5
1.3.3. Aplicações e mercado	6
2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO	7
2.1. Lean	7
2.1.1. História	7
2.1.2. Princípios	8
2.2. Seis Sigma	9
2.2.1. História	9
2.2.2. Definição	10
2.2.3. Equipe Seis Sigma	11
2.3. DMAIC	12
2.4. 5S's	13
2.5. Poka Yoke	14
2.6. Tempos e Métodos	15
3. DEFINIR	17
3.1. Definição da Equipa	17
3.2. Definição do Problema	17
3.3. Definição do Plano	17
3.4. Descrição do Setor de Laminagem	18
3.5. Descrição da Ferramentaria	20
3.5.1. Ferramentas	22
3.5.2. Produção e Planeamento	23
3.6. Definição da Cadeia de Valor.....	23
3.7. Mapa do Processo	24
3.8. SIPOC	25
3.9. Síntese (DEFINIR)	25
4. MEDIR	27
4.1. Análise de Tempos do Setor	27
4.2. Capacidade produtiva	31
4.3. Disponibilidade, Eficiência e Qualidade	34
4.4. Síntese (MEDIR)	40

5. ANALISAR.....	43
5.1. Gráfico de Pareto.....	43
5.2. Diagrama Ishikawa.....	46
5.3. Diagrama Spaghetti.....	48
5.4. Cartografia de Fluxos.....	52
5.5. Síntese (ANALISAR).....	53
6. MELHORAR.....	55
6.1. Brainstorming.....	55
6.2. 5S's.....	58
6.3. Propostas de melhoria.....	60
6.3.1. Poka Yoke.....	60
6.3.2. Ficha de Produto TC.....	62
6.3.3. Quadro de trabalho TC.....	64
6.3.4. Entrada e Saída de Ferramentas TC.....	65
6.3.5. Controlo de Stock.....	66
6.3.6. Programação de trabalho.....	68
6.3.7. Grua de parede para Trem Contínuo.....	69
6.3.1. Instruções de Trabalho.....	70
6.4. Resultados Obtidos.....	70
6.4.1. Disponibilidade, Eficiência e Qualidade.....	73
6.5. Síntese (MELHORAR).....	77
7. CONTROLAR.....	79
8. CONCLUSÕES.....	81
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83
APÊNDICE A - Cronograma.....	85
APÊNDICE B – Fluxogramas.....	87
APÊNDICE C – Ferramentas.....	89
APÊNDICE D – Atividades Ferramentaria.....	91
APÊNDICE E – Paragens 2018.....	93
APÊNDICE F – Cartografia de Fluxos.....	97
APÊNDICE G – Plano de Limpeza.....	99
APÊNDICE H – Auditoria 5S's.....	101
APÊNDICE I – Controlo de Stock.....	103
APÊNDICE J – Check List Consumíveis.....	104
APÊNDICE K – Listagem de Tarefas.....	105
APÊNDICE L – Matriz RACI.....	107
APÊNDICE M – ISP.....	109
APÊNDICE N – Instruções Técnicas.....	113

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Fluxograma geral da Böllinghaus Steel	2
Figura 1.2. Fábrica localizada em Vieira de Leiria	4
Figura 1.3. Marcos históricos da empresa	5
Figura 1.4. Exemplo de perfis produzidos pela empresa.....	6
Figura 1.5. Aplicações dos produtos Böllinghaus	6
Figura 2.1. Atividades da cadeia de valor	8
Figura 2.2. Esquema representativo do Seis Sigma	10
Figura 2.3. Composição da equipe Seis Sigma	11
Figura 2.4. Exemplo de aplicação Poka Yoke.....	14
Figura 3.1. Layout sistema produtivo de trem aberto.....	18
Figura 3.2. Ilustração cilindro e gornes	19
Figura 3.3. Ilustração do processo produtivo do TC	20
Figura 3.4. Representação da posição dos cilindros no sistema de trem contínuo.....	20
Figura 3.5. Ficha de produto trem aberto	21
Figura 3.6. Ficha de produto trem contínuo	22
Figura 3.7. Mapa do processo do setor da ferramentaria	24
Figura 3.8. Diagrama SIPOC.....	25
Figura 4.1. Percentagem de tempo gasto por atividade – Júnior.....	28
Figura 4.2. Percentagem de tempo gasto por subatividade – Júnior	29
Figura 4.3. Percentagem de tempo gasto por atividade – Sênior	29
Figura 4.4. Percentagem de tempo gasto por atividade TA	30
Figura 4.5. Percentagem de tempo gasto por subatividade TA	30
Figura 4.6. Percentagem de tempo despendido por atividade TC	31
Figura 4.7. Percentagem de tempo despendido por subatividade TC	31
Figura 4.8. Análise de tempos ferramenteiro júnior	38
Figura 4.9. Análise de tempos ferramenteiro sênior.....	38
Figura 4.10. Análise de tempos e perdas ferramenteiro júnior.....	39
Figura 4.11. Análise de tempos e perdas ferramenteiro sênior	39
Figura 5.1. Análise de Pareto Trem Aberto.....	44

Figura 5.2. Análise de Pareto Trem Contínuo.....	44
Figura 5.3. Análise de Pareto – Ferramenteiro Júnior.....	45
Figura 5.4. Análise de Pareto TC – Ferramenteiro Sénior	46
Figura 5.5. Diagrama Ishikawa	47
Figura 5.6. Diagrama Spaghetti pavilhão laminagem	49
Figura 5.7. Diagrama Spaghetti pavilhões externos.....	49
Figura 5.8. Diagrama Spaghetti ferramentas TA	50
Figura 5.9. Diagrama Spaghetti ferramentas TC.....	51
Figura 5.10. Perfis mais produzidos pela empresa em 2018	52
Figura 6.1. Conjunto de ideias obtidas com as sessões de Brainstorming	55
Figura 6.2. Matriz Importância vs Dificuldade de Implementação	56
Figura 6.3. Antes e depois da aplicação dos 5S's	59
Figura 6.4. Carro de entrada e saída de tubos lado terra	60
Figura 6.5. Área de entrada de ferramentas do trem aberto	61
Figura 6.6. Identificação ferramentas lado terra/mar	61
Figura 6.7. Proposta quadro TA	62
Figura 6.8. Nova Ficha de Produto TC	63
Figura 6.9. Painel de trabalho TC	65
Figura 6.10. Carro com mesa elevatória para entrada de ferramentas	65
Figura 6.11. Carro de plataformas para saída de ferramentas	66
Figura 6.12. Funcionalidades <i>app</i> para controlo de <i>stock</i>	67
Figura 6.13. Grua de parede para instalação no TC	69
Figura 6.14. Novo Diagrama Spaghetti pavilhão laminagem	70
Figura 6.15. Novo Diagrama Spaghetti pavilhões externos.....	71
Figura 6.16. Novo Diagrama Spaghetti ferramentas TA	72
Figura 6.17. Novo Diagrama Spaghetti ferramentas TC.....	73
Figura 6.18. Análise de tempos e perdas após melhorias - Ferramenteiro Sénior	74
Figura 6.19. Análise comparativa de tempos despendidos em atividades principais	75
Figura 6.20. Análise comparativa de tempos despendidos em atividades secundárias.....	75
Figura 6.21. Análise de tempos e perdas após melhorias - Ferramenteiro Júnior.....	76

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1. Desperdícios que devem ser eliminados.....	9
Tabela 2.2. Relação das atividades existentes na cadeia de valor	11
Tabela 2.3. Definição e objetivos DMAIC.....	13
Tabela 2.4. Significado e definição 5's	13
Tabela 3.1. Definição das atividades da ferramentaria.....	23
Tabela 4.1. Classificação REFA de atividades.....	27
Tabela 4.2. Dados referentes ao trabalho por turno.....	28
Tabela 4.3. Tempo necessário para montagem de um conjunto de ferramentas.	32
Tabela 4.4. Divisão de trabalho TA - Ferramenteiro Júnior.....	33
Tabela 4.5. Divisão de trabalho TC e TA - Ferramenteiro Sênior	34
Tabela 4.6. Dados de produção setor Ferramentaria	35
Tabela 5.1. Códigos SAP relacionados a avarias de laminagem.....	43
Tabela 5.2. Causas raízes encontradas para problemas específicos	48
Tabela 5.3. Distâncias percorridas pelo ferramenteiro por turno	48
Tabela 5.4. Distâncias percorridas pelo ferramenteiro no TA.....	50
Tabela 5.5. Distâncias percorridas pelo ferramenteiro no TC.....	51
Tabela 5.6. Tempo Atual x Tempo Ideal.....	53
Tabela 6.1. Cronograma de implementação de melhorias.....	58
Tabela 6.2. Tempos recolhidos com utilização de nova ficha de produto.....	63
Tabela 6.3. Distâncias percorridas pelo ferramenteiro por turno	71
Tabela 6.4. Distâncias percorridas pelo ferramenteiro no TA após melhorias.....	71
Tabela 6.5. Distâncias percorridas pelo ferramenteiro no TC após melhorias.....	72
Tabela 6.6. Dados atualizados para cálculo OEE.....	73
Tabela 6.7. Melhorias obtidas nos percursos dos ferramenteiros.....	77
Tabela 6.8. Síntese dos resultados obtidos	77

SIGLAS

STP – Sistema Toyota de Produção

DMAIC – Define, measure, analyze, improve, control

OEE – Overall equipment effectiveness

DPMO – Defeitos por milhão de oportunidades

SIPOC – suppliers, inputs, process, outputs, and customers

AN – Atividade de valor

ANV Inevitável – Atividade de não valor mas necessária

ANV – Atividade de não valor e não necessária

PTR – Preparação de Trabalho

ISP – Instruções Standard de Produção

IT – Instruções Técnicas

TA – Trem aberto

TC – Trem contínuo

Car – Guia de Laminagem

Tdp – Tempo disponível para produção

Tp – Tempo programado

Tt – Tempo total

Tpp – Tempo de paragens programadas

Tnp – Tempo de paragens não programadas

tpf – Tempo de paragens nos trens relacionadas às ferramentas

tll – Tempo total de laminagem

1. INTRODUÇÃO

Diante do ambiente altamente competitivo em que o mercado se encontra nos dias de hoje, diferenciar-se de seus concorrentes e otimizar a performance de seus processos torna-se essencial para a sobrevivência das organizações. Com isso, este trabalho tem como principal objetivo a implementação de um projeto de melhoria contínua no setor da ferramentaria de uma empresa produtora de perfis de aço, a fim de aumentar seu desempenho e eficiência.

Estando o setor da ferramentaria diretamente relacionado com o processo de laminagem, processo produtivo principal para a produção das barras de aço, garantir a boa performance de seus processos torna-se essencial, pois essa boa performance se refletirá na qualidade do produto final do cliente (barra de aço) e conseqüentemente na performance da empresa como um todo, motivação principal deste trabalho.

O Lean e o Seis Sigma entram nessa realidade como duas das ferramentas de maior destaque para a implementação de melhoria contínua, podendo ser aplicados em diferentes setores da indústria atual e contando com vários casos de sucesso, sendo ambos, dessa forma, a base principal para o desenvolvimento deste projeto.

Assim, neste primeiro capítulo é feito o enquadramento do problema em estudo e a apresentação da estrutura definida, a fim de facilitar a compreensão por parte do leitor, como também é apresentada a empresa Böllinghaus Steel, que se disponibilizou a oferecer seus recursos para que este trabalho pudesse ser realizado.

1.1. Estudo de Caso

O caso de estudo apresentado tem como base o setor de laminagem e ferramentaria da empresa Böllinghaus Steel, nas instalações de Vieira de Leiria. Sua produção atual varia entre 700 perfis de aço diferentes que são produzidos de acordo com as especificações e pedido do cliente.

O processo de laminagem engloba um dos processos mais importantes da empresa pois através dele é que ocorre a produção dos perfis de aço, sendo feito na

empresa por um sistema de trem aberto (TA), para barras de maior dimensão, e um sistema de trem contínuo (TC), para barras de menor dimensão. A Figura 1.1. ilustra o fluxograma da empresa para demonstrar a importância do setor.

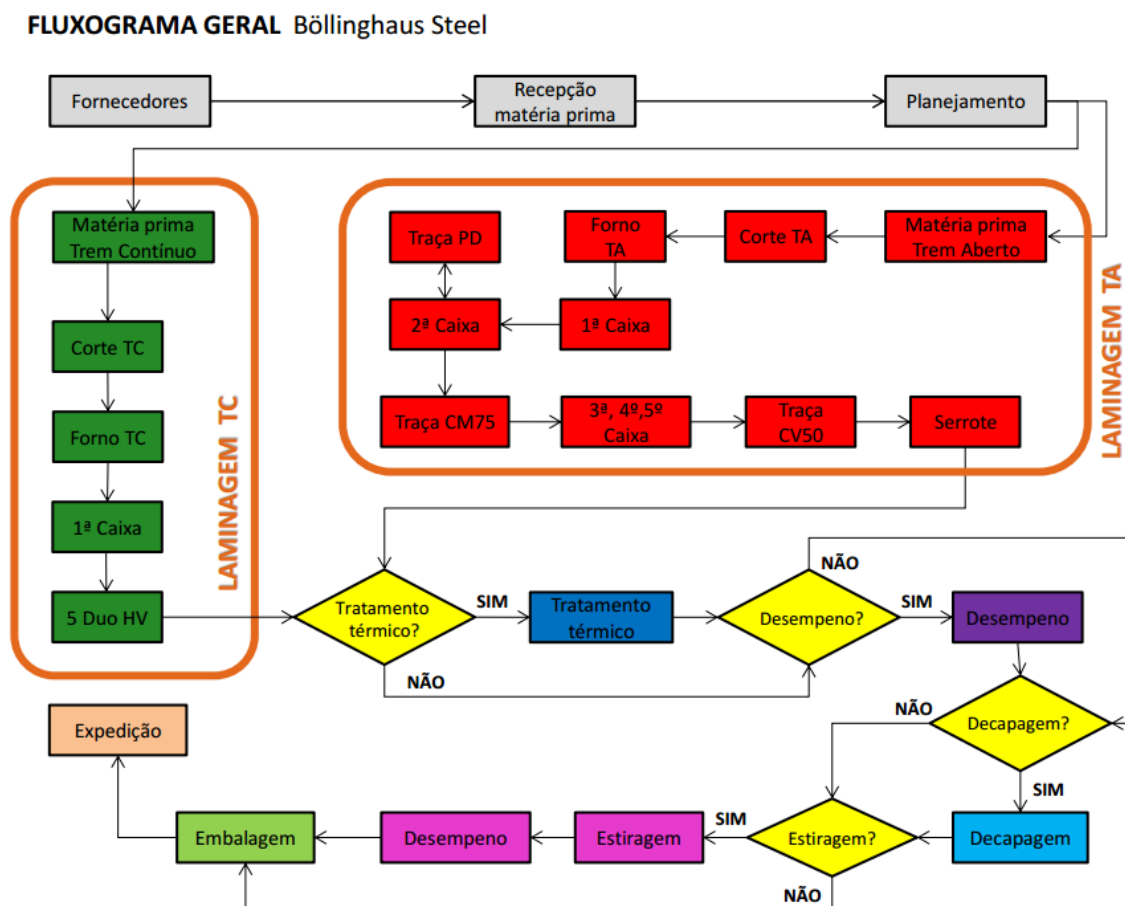


Figura 1.1. Fluxograma geral da Böllinghaus Steel

A ferramentaria entra nesse contexto como o setor responsável por preparar as ferramentas utilizadas em ambos os trens e que são essenciais para seu correto funcionamento e boa performance. Por ser essencial para a qualidade do perfil final produzido, este trabalho se propõe a realizar uma análise do desempenho atual do setor através da análise dos fluxos dos processos, sua interligação com os outros setores da empresa e posterior implementação de ações de melhoria contínua.

Como fase inicial para o seu desenvolvimento, foi realizado um estudo sobre os processos existentes na ferramentaria, além da identificação dos diferentes tipos de ferramentas usadas em ambos os trens, bem como as responsabilidades e tarefas dos

ferramenteiros, responsáveis pela preparação das ferramentas. Posteriormente, um levantamento da área onde ocorrem as mudanças e a organização da área de trabalho também foi desenvolvido. Todo o trabalho realizado é descrito nos capítulos seguintes.

1.2. Estrutura da Dissertação

Esta seção apresenta e resume a estrutura de cada capítulo presente na dissertação, estando ela dividida em 8 capítulos.

Neste primeiro capítulo é feita uma introdução ao caso de estudo e uma apresentação da empresa onde decorreu o trabalho.

No capítulo 2, é realizado um enquadramento teórico sobre as metodologias Lean e Seis Sigma – DMAIC e de outras ferramentas Lean, como o 5s e o Poka Yoke, bem como uma breve explicação sobre o método REFA para medição de tempos.

Nos capítulos 3, 4, 5, 6 e 7, são abordadas as fases do DMAIC separadamente, ou seja, as etapas Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar respectivamente, além da descrição de todo o trabalho prático realizado em cada uma delas.

E por fim, no capítulo 8, são descritas as conclusões obtidas com a realização do trabalho.

1.3. Apresentação da Empresa

1.3.1. História

A empresa Böllinghaus Steel teve seu nascimento em 1889, na cidade de Remschied, Alemanha, através de Hermann Böllinghaus e Johann Ludwig Härtel como empresa produtora de aço ferramenta, sendo que a produção de aços inoxidáveis só viria a se iniciar no ano de 1980.

Em 1996, a empresa, presidida então por Hartwig Hartel (também atual presidente), passou a buscar o aumento de suas exportações iniciando a produção em duas fábricas distintas, sendo uma delas em Portugal, fixada em Vieira de Leiria, ilustrada na Figura 1.2., e a outra na Alemanha. Cinco anos depois, a filial alemã em Remscheid

acabaria por ser encerrada para ser construída a nova sede da empresa na cidade de Hilden, que passou a atuar como tal a partir de 2013.



Figura 1.2. Fábrica localizada em Vieira de Leiria
Fonte: <https://www.boellingshaus.de/>

Em 2008, o Laboratório de Ensaios Mecânicos foi inaugurado com a instalação de máquinas sofisticadas que se adequavam as exigências atuais, como uma máquina de tração e impacto, um microscópio ótico e uma máquina de corte e montagem de amostras. Um equipamento de estiragem, em 2009, e um de jatear, em 2011, também foram agregados ao sistema produtivo da empresa, permitindo a produção de uma nova gama de produtos (aço calibrado) e o alcance de novos mercados.

Em 2019 a empresa permanece em desenvolvimento, aumentando e otimizando suas áreas de trabalho a fim de finalizar o projeto “Böllinghaus 2020”, que vem com o intuito de promover melhorias nas condições de trabalho e ambiente da organização.

A empresa tem como missão o crescimento, a comunicação, a competência, a clareza e a responsabilidade, na busca de atingir uma quota de mercado que lhe permita maximizar a ocupação das máquinas e melhorar os equipamentos, a fim de otimizar os processos, diminuindo dessa forma o custo por tonelada de aço produzida e focando nas necessidades dos clientes para que suas expectativas sejam superadas quanto a qualidade e ao prazo de entrega. O sucesso da empresa é notável e hoje é composta por um universo de cerca de 290 colaboradores. A Figura 1.3. traz seus principais marcos históricos.

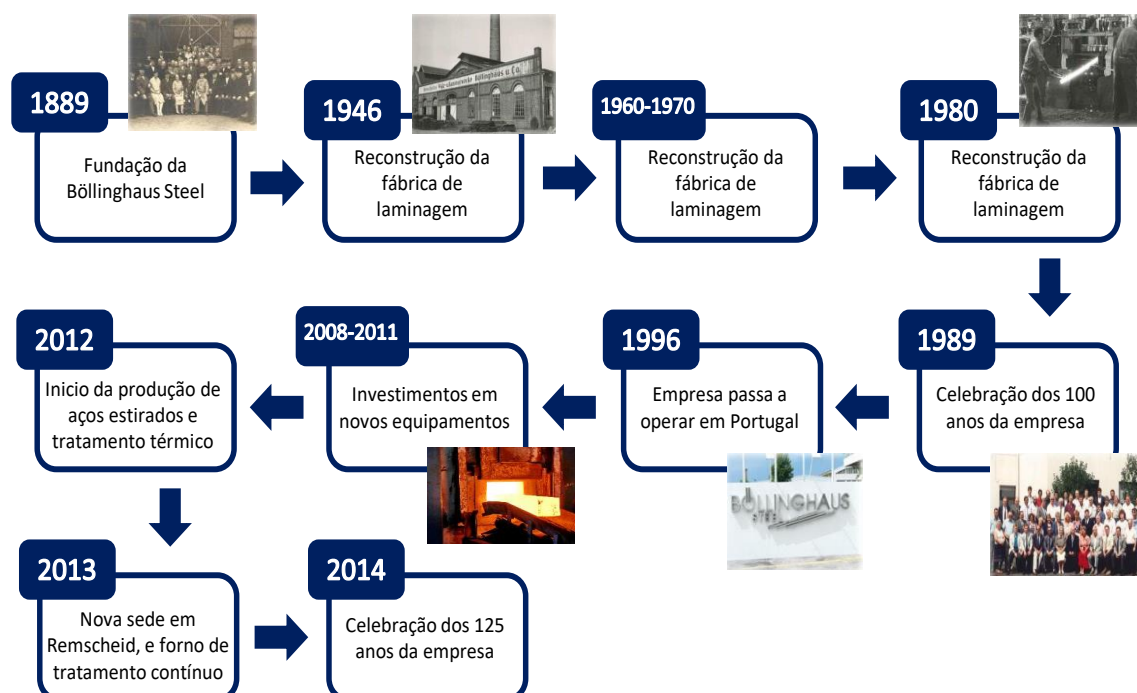


Figura 1.3. Marcos históricos da empresa

1.3.2. Produtos

Com uma experiência de mais de 125 anos, a Böllinghaus tem seu mercado voltado exclusivamente para as necessidades de seus clientes, de forma a garantir a qualidade prometida e uma alta gama de produtos.

A partir da matéria-prima que chega como barras em maiores dimensões, a fábrica molda o aço inoxidável de alta qualidade em linhas de produção semi-automatizadas. As barras são cortadas em lingotes menores e seguem para os fornos, que as direcionam aos trens de laminagem. Ao longo de todo o processo, o produto passa por um rígido controlo de qualidade para garantir que atinja a certificação exigida pelos padrões internacionais.

Os perfis fabricados dependem diretamente das tendências do mercado atual e podem ser laminados a quente ou ser estirados. Em destaque podemos citar os perfis retangulares, quadrados, hexagonais e, especialmente no caso da Böllinghaus, os perfis especiais. A Figura 1.4 apresenta alguns dos perfis produzidos pela empresa.

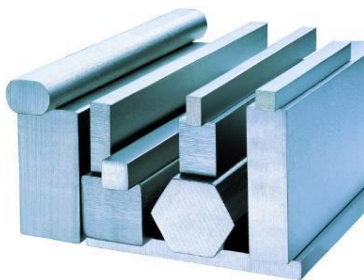


Figura 1.4. Exemplo de perfis produzidos pela empresa

1.3.3. Aplicações e mercado

Os aços produzidos pela Böllinghaus podem ser aplicados em uma grande diversidade de indústrias, variando desde a construção civil e indústria automóvel, a indústria farmacêutica, alimentar, naval, médica, mecânica, e até mesmo no setor da energia e na construção de grandes tubulações, Figura 1.5.

Além disso, o principal mercado da empresa é o mercado internacional, com foco principal na exportação para países Europeus e constituintes da NAFTA (tratado norte-americano de livre comércio Estados Unidos, Canadá e México).



Figura 1.5. Aplicações dos produtos Böllinghaus
Fonte: <http://www.bollinghaus.pt/>

2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

2.1. Lean

2.1.1. História

O que chamamos hoje de Lean Manufacturing teve sua origem no Japão logo após a segunda Guerra Mundial com o intuito de aumentar a competitividade das empresas japonesas frente aos seus concorrentes ocidentais.

Assim, em 1955, Taichii Ohno e Shigeo Shingo, ambos engenheiros da Toyota Motor Company na época, começaram a desenvolver um novo sistema de produção que mesclasse os conceitos já existentes de produção criados nos Estados Unidos com a filosofia e a disciplina japonesa. O objetivo principal era criar um sistema que permitisse alta produtividade com alta qualidade, surgindo assim o Sistema Toyota de Produção (STP).

Posteriormente, conforme os produtos japoneses da indústria automóvel e eletrônica passaram a chegar aos Estados Unidos com preços atrativos e sem perda na qualidade, o novo sistema passou a tornar-se conhecido e alcançou o sucesso, o que levou ao início da sua utilização na indústria americana.

O termo Lean Manufacturing, traduzido para “produção enxuta” em português, acabaria por surgir anos depois, por J. Womack, D. Jones e J. Ross (Womack et al., 2003), para evidenciar as grandes diferenças constatadas na indústria automóvel japonesa face à indústria automóvel ocidental, referindo-se as características do sistema no qual se busca a minimização dos desperdícios e a melhoria do fluxo produtivo.

A comparação feita pelos três autores permitiu que se averiguasse que a indústria japonesa exigia menos em relação a execução, aos recursos e aos *stocks* para produzir com uma performance igual ou superior ao das empresas ocidentais, sem haver alteração na qualidade de seu produto. A partir disso, a metodologia tem sido difundida no mercado em geral sendo adotada cada vez mais em diversos tipos de indústrias e empresas de serviços.

2.1.2. Princípios

O pensamento Lean consiste em dois princípios básicos: a identificação e a eliminação de desperdícios, e a melhoria do fluxo de produção de modo a transformar os processos do sistema em processos que acrescentam valor na perspectiva do cliente (Shingo, 1989).

Podemos definir como valor tudo aquilo que envolve as características esperadas do produto ou serviço, aquelas que atendam as necessidades dos clientes, e tudo aquilo pelo qual eles estão dispostos a pagar. A cadeia de valor surge a partir disso, como o conjunto das atividades necessárias para toda a criação desse produto, desde a chegada da matéria-prima até a entrega final ao consumidor.

Essas atividades são então divididas em atividades que criam valor (AV), que devem ser simplificadas; as que não criam valor, mas são necessárias (ANV Inevitável), que devem ser reduzidas ao máximo; e naquelas que não acrescentam valor e também não são necessárias (ANV), e portanto devem ser eliminadas, como ilustrado na Figura 2.1.

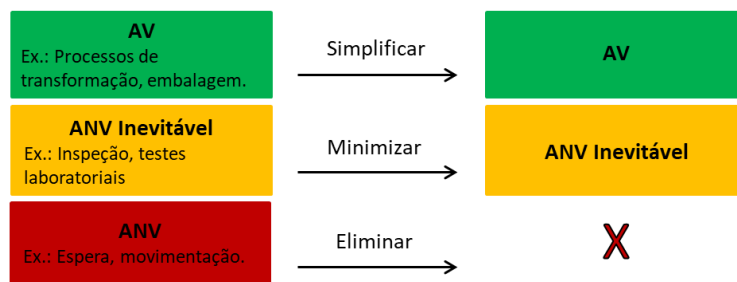


Figura 2.1. Atividades da cadeia de valor

Em relação aos desperdícios, existem 8 desperdícios principais relacionados a metodologia Lean, Tabela 2.1. De acordo com Carreira (2013), a redução destes desperdícios está envolvida na obtenção de benefícios como aumento da flexibilidade, da qualidade, da segurança, da ergonomia, da motivação dos colaboradores e da capacidade de inovação da empresa, assim como permite a redução de custo, a necessidade de espaço e das exigências de trabalho.

A fusão entre os três fatores (desperdício, valor e cadeia de valor), geram então um fluxo de valor, que é o que permitirá o alinhamento da produção com a procura do mercado, de maneira que a produção é determinada a partir dos desejos do cliente (sistema pull)

Tabela 2.1. Desperdícios que devem ser eliminados

Desperdício	Especificação
TRANSPORTE E MOVIMENTAÇÃO	Transporte ou movimentação de recursos ou produtos desnecessário. São considerados desperdício pois exigem tempo e espaço da infra-estrutura.
STOCK	Produtos em processamento elevada que conduzem inevitavelmente a uma acumulação de recursos físicos, ocupando espaço físico da empresa para armazenagem.
ESPERA	Recurso ou local em espera para o início da produção devido à falta de abastecimento ou desnivelamento de tempos de setup. Períodos de inatividade que podem levar a estrangulamentos.
DEFEITOS	Desperdício por reproprocessamento de produtos defeituosos decorrentes de falhas humanas, inspeção apenas do produto final, processos não padronizados e movimentações desnecessárias.
SUPERPROCESSAMENTO	Ineficiência nos processos, falhas de desenho, atividades duplicadas, inspeções e atividades que não agregam valor e que conduzem a ineficiência.
EXCESSO DE PRODUÇÃO	Produção acima do necessário ou produção mais rápida em determinada parte da cadeia produtiva do que na etapa seguinte.
CAPITAL HUMANO	Relacionado a perda de tempo, o não aproveitamento das capacidades individuais e a falta de formação dos colaboradores envolvidos no processo.

2.2. Seis Sigma

2.2.1. História

O conceito de Seis Sigma surge na década de 80 dentro da Motorola após o engenheiro Mikel Harry verificar que através da análise e medição das variações do processo produtivo era possível desenvolver melhorias a fim de aumentar a competitividade da empresa, que se via ameaçada por seus concorrentes japoneses com seus produtos de grande qualidade e com preços menores. Segundo Montez (2011), o Seis Sigma tinha como objetivo a mudança de procedimentos para que a performance geral pudesse melhorar permanentemente em todos os níveis da companhia.

Posteriormente, na década de 90, a General Electric decidiu implementar a metodologia em toda a organização, realizando um investimento de aproximadamente 450 milhões de euros e gerando um ganho na ordem de 1.5 bilhões de euros com o aumento da produtividade, consolidando o Seis Sigma como uma estratégia de valor estabelecido (Teixeira, 2014). A partir disso a metodologia passou a ser difundida em outras empresas com algumas adaptações, sendo aplicada hoje em diversos setores produtivos e áreas de trabalho, como construtoras, empresas de serviços, saúde, indústrias, entre outros.

2.2.2. Definição

A letra sigma (σ), 18ª letra do alfabeto grego, é utilizada para definir o desvio padrão ou uma medida estatística de variação. Dentro da qualidade o sigma está associado com a variabilidade do processo e indica o quanto os dados correspondem aos requisitos e necessidades dos clientes (Teixeira, 2014).

De acordo com Andrietta e Miguel (2002), o Seis Sigma pode ser definido como um sistema flexível para a liderança e o desempenho dos negócios que possibilita o alcance de benefícios após a sua implementação e que acaba por gerar uma nova cultura organizacional, auxilia na determinação de metas de desempenho, aumenta o valor para os clientes, aprimora o processo de melhoria, promove a aprendizagem e o compartilhamento de ideias, e permite a execução de mudanças estratégicas.

Para Montez (2011), a metodologia está associada a perfeição: impossível de atingir completamente e em todo o tempo, mas devendo ser o objetivo a se ter em mente. Para o Seis Sigma, um defeito é algo que impede o sistema de atingir o máximo de sua produtividade: se for detectado qualquer possibilidade de melhoria significa então que o processo tem um defeito, logo, este deve ser eliminado.

Assim, um projeto Seis Sigma será aquele que atinge um limite superior de especificação e um limite inferior de especificação a seis desvios-padrão de distância da média, de modo que, quanto maior o valor de sigma do processo, melhores serão as características do processo ou produto (Teixeira, 2014), conforme representação na Figura 2.2.

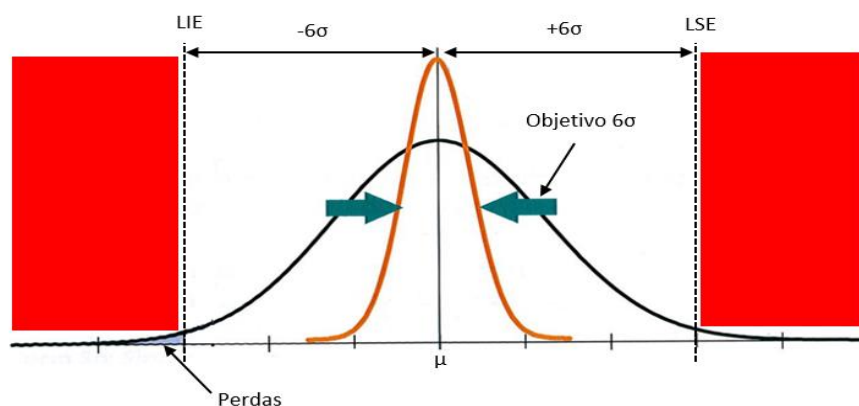


Figura 2.2. Esquema representativo do Seis Sigma
Fonte: Teixeira, 2014

Além disso, o nível Seis Sigma apresenta uma taxa de defeitos por milhão de 3.4, o que conduz a um rendimento de 99.4%, sendo que a maior parte das empresas hoje encontram-se no nível Quatro Sigma, ou seja, apresentando 6210 defeitos por milhão, acarretando um custo de não qualidade entre 15 a 20%. Tabela 2.2.

Tabela 2.2. Relação das atividades existentes na cadeia de valor

Nível sigma	DPMO	Rendimento (%)	Custo da não qualidade
1	697700	30.90	Não se aplica
2	308700	69.15	Não se aplica
3	66807	93.32	25 a 40%
4	6210	99.38	15 a 25 %
5	233	99.98	5 a 15%
6	3.4	99.99966	<1%

Fonte: Teixeira, 2014

Portanto, de forma geral, o Seis Sigma pode ser considerado como um processo rigoroso que permite a identificação de erros através da coleta de dados e de ferramentas estatísticas, gerando a partir disso processos produtivos mais otimizados e o aumento da produtividade através da redução da variabilidade, da diminuição de tempos de ciclo, da redução de custos e da satisfação do cliente.

2.2.3. Equipe Seis Sigma

Para o bom desenvolvimento de um projeto Seis Sigma, uma equipe responsável pelo planeamento e desenvolvimento de cada fase deve ser designada e é composta pelos elementos descritos na Figura 2.3.



Figura 2.3. Composição da equipe Seis Sigma

2.3. DMAIC

O DMAIC é uma ferramenta de melhoria de processos criada por Edwards Deming que se baseia na subdivisão do projeto em cinco etapas consecutivas denominadas de Define, Measure, Analyse, Improve e Control. O objetivo principal dessa divisão é garantir que o foco do projeto seja apenas o objetivo final, evitando-se assim a perda de tempo e energia em processos desnecessários.

A primeira etapa consiste na fase do Define (Definir), voltada para a identificação do processo que será melhorado, o objetivo e o contexto do projeto. Para que este seja eficaz, é necessário garantir que o objetivo seja realista, possível de se entender, definir e medir; que gere confiança; e que seja possível de ser alcançado.

A segunda etapa, fase do Measure (Medir), consiste no levantamento das características que afetam o comportamento do processo e quão bom e eficaz é o seu funcionamento. Isto deve ser feito através de medições precisas da performance de cada fase para se identificar seus pontos críticos.

A etapa seguinte, Analyse (Analisar), está voltada para a identificação de meios de eliminar as barreiras entre a performance atual e o objetivo desejado. Isto serve para auxiliar no entendimento do problema e identificar as partes que afetarão diretamente o seu desempenho e que precisam sofrer melhorias.

Na fase do Improve (Melhorar), pretende-se identificar várias soluções que, ao serem introduzidas no processo, permitam a redução ou eliminação de fontes de variação anteriormente identificadas e analisadas. Isto envolve estudar as variáveis encontradas e analisá-las para verificar quais são suas influências no processo.

Por fim, na quinta e última etapa, Control (Controlar), ocorre a implementação de tudo o que é necessário para que as melhorias se mantenham ao longo do tempo. A ideia principal é desenvolver meios de verificar a ocorrência de causas especiais (special causes) que possam afetar o novo sistema implementado e eliminá-las de forma que não retornem mais.

A Tabela 2.3. (Pyzdek, 2003), traz um resumo dos objetivos de cada etapa e das ferramentas mais utilizadas em cada uma delas, sendo a determinação de qual usar dependente do caso em estudo e do problema em questão.

Tabela 2.3. Definição e objetivos DMAIC

Fase	Objetivos	Principais Ferramentas
Define	Identificação do processo a ser melhorado e definição do objetivo do projeto	SIPOC; VOC; Mapa de processo; Gráfico de projeto.
Measure	Determinação das características que influenciam o comportamento do processo.	Nível sigma; DPMO; Média; Pensamento estatístico.
Analyse	Identificação da causa raiz do problema.	FMEA; Diagrama de Pareto; Diagrama de Ishikawa; Gráfico de dispersão
Improve	Identificação de soluções que melhorem o processo.	Brainstorming; Experiências comparativas.
Control	Implementação de ações para que as melhorias se mantenham	Gráficos de controlo; Controlo estatístico do processo.

2.4. 5S's

O modelo 5S's teve sua origem no Japão na década de 60 dentro de um conceito de melhoria continua associado a uma filosofia de trabalho que envolve todos os colaboradores da organização. O objetivo principal do modelo é promover a organização e limpeza da área de trabalho, de maneira a torná-lo mais agradável, mais seguro e mais produtivo, sendo os principais meios para isso a sensibilização, a disciplina e a responsabilidade de todos os indivíduos.

O nome 5S's surge a partir das cinco palavras japonesas que correspondem à sua implementação, sendo elas: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke. A Tabela 2.4. ilustra os fundamentos de cada uma delas.

Tabela 2.4. Significado e definição 5's

1ºS SEIRI SEPARAR	2º SEITON ARRUMAR	3ºS SEISO LIMPAR	4ºS SEIKETSU PADRONIZAR	5ºS SHITSUKE MANTER
Utilização, descarte e seleção	Ordenação, sistematização e classificação.	Limpar e evitar sujar	Normalizar os processos, senso de saúde	Manter local de trabalho limpo e arrumado
Voltado para a identificação do que é necessário ou não na área de trabalho e do descarte daquilo que não for.	Organização da área livre de equipamentos não necessários de forma a facilitar o acesso do trabalhador para não haver perda de tempo.	Engloba a segurança do trabalho, a utilização correta das máquinas e dos equipamentos, e o não-uso da matéria-prima e outros materiais acima de suas necessidades.	Desenvolver um ambiente de trabalho favorável a saúde física e mental dos trabalhadores	Senso de autodisciplina associada com o compromisso de aplicar tudo o que foi estabelecido

Embora seja uma ferramenta simples, e muitas vezes de fácil implementação, sua eficácia é unânime e permite a melhoria das condições de trabalho, que refletem no bem estar e satisfação do colaborador, além de aumentar a segurança e a produtividade.

2.5. Poka Yoke

O Poka Yoke teve seu surgimento em 1961, no Japão, por Shigeo Shingo, como mais uma ferramenta para eliminação de desperdício, sendo ela voltada para a criação de sistemas anti erros ou à prova de erros. De acordo com Shingo (1985), Poka pode ser definida como um erro inadvertido que qualquer um pode cometer, e Yoke como prevenir ou assegurar.

Sua aplicação deve ser feita através de melhorias que eliminem todas as possíveis causas de erros, visando que o processo seja feito de maneira correta na primeira vez, repetidamente, sem defeitos, e portanto sem desperdícios nem correções. A ideia principal baseia-se na constatação que qualquer desperdício é proveniente de um erro e que em operações que dependem de vigilância ou memória, o Poka Yoke aplicado, pode poupar tempo e liberar a mente do operador para funções mais criativas e assim aumentar o seu valor.

A metodologia pode ser aplicada tanto para a prevenção de causas quanto para facilitar a detecção prévia de erros: quanto mais cedo for possível prevenir, menor será o custo de resolução posterior. Idealmente, a peça ou processo devem ser desenhados para só poderem ser feitos de uma única forma, conforme Figura 2.4.

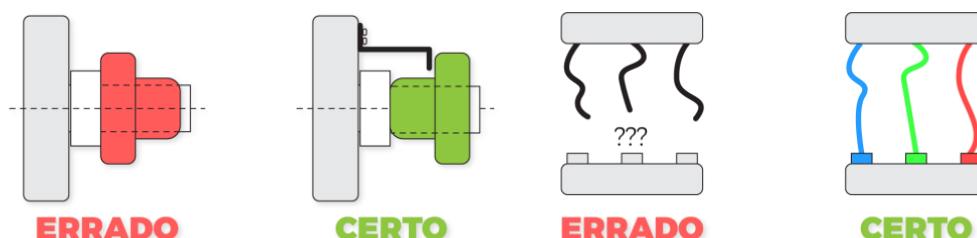


Figura 2.4. Exemplo de aplicação Poka Yoke
Fonte: <https://www.nortegubisian.com.br/>

Para sua implementação, deve-se primeiramente identificar o problema através da observação do processo e dos postos de trabalho, que posteriormente também auxiliarão no desenvolvimento de ideias que gerem uma solução. Todas as ideias levantadas devem ser discutidas em um Brainstorming para que possam ser melhoradas e para que outras novas possam surgir. As ideias consideradas como melhores devem ser então englobadas em um plano de implementação, que após a sua concretização deve ser monitorizado e melhorado quando possível.

Um processo é considerado ok quando os erros são detectados após a ocorrência do defeito; bom, quando o erro é identificado no local que é feito; melhor, quando o erro é prevenido antes de ocorrer; e excelente, quando a concepção da peça ou processo não permite que o erro ocorra.

2.6. Tempos e Métodos

Segundo Meyers (1999), Frederick M. Taylor pode ser considerado como o “pai do estudo do tempo” por ter sido a primeira pessoa a utilizar um cronômetro, no ano de 1881, na Midvale Steel Company, com foco na análise do trabalho realizado dentro de uma indústria.

A partir disto, o conceito de tempos e métodos foi ganhando espaço na indústria e se desenvolvendo, sendo fundamental atualmente para auxiliar no melhor entendimento das atividades e na análise de sua eficiência. Os principais objetivos buscados com este tipo de estudo consistem no aumento da produção sem envolvimento de mais operários, na redução do esforço operacional e na fixação de cadências produtivas (Pereira, 2017).

A metodologia REFA (Reichsausschuß für Arbeitszeitermittlung) consiste em uma prática baseada nos conhecimentos tradicionais da associação REFA, a Organização para Estudo do Trabalho e Organização Empresarial líder do mercado na Alemanha, que busca a otimização dos processos e postos de trabalho. O uso da mesma permite uma avaliação geral e sistemática dos processos que, por sua vez, facilitam o desenvolvimento de métodos de trabalho mais adequados a suas tarefas correspondentes, promovendo a humanização de seus operadores.

Para a boa utilização da metodologia neste trabalho, e de maneira a assegurar a fiabilidade dos dados recolhidos, a etapa de medição teve como base resultou em quatro fases essenciais: observação, recolha e registro de dados, análise crítica e proposta de melhorias, sendo todas elas realizadas através do software ORTIM a5, desenvolvido especificamente para a REFA.

3. DEFINIR

3.1. Definição da Equipa

A equipa deste trabalho é constituída por:

Champion: Thomas Kleingrothe

Master Black Belt: José Santos (diretor de produção)

Black Belt: João Sismeiro (responsável pelo setor de laminagem)

Green Belt: Gabriella França Santarosa (autora da presente dissertação)

Yellow e White Belts: colaboradores do setor de ferramentaria e laminagem

3.2. Definição do Problema

O problema encontra-se na necessidade de aumentar a produtividade da ferramentaria com a otimização dos processos e fluxos deste setor, sendo o principal objetivo aumentar consequentemente a produtividade do setor de laminagem de maneira a garantir as boas condições das ferramentas, a disposição das mesmas no momento da troca e a correta montagem no trem por parte dos laminadores. A melhoria visa diminuir a variabilidade do setor de ferramentaria com a padronização dos processos e da eliminação de movimentações desnecessárias, reprocessos e defeitos.

3.3. Definição do Plano

Para uma boa implementação do plano proposto, foi definido um cronograma de implementação com base no tempo de 22 semanas disponíveis e com foco no objetivo principal, sendo este então dividido entre as cinco etapas do DMAIC: Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar. O cronograma detalhado pode ser visualizado no APÊNDICE A.

3.4. Descrição do Setor de Laminagem

O processo de laminagem caracteriza-se pela transformação da matéria prima (lingote de aço) no produto final desejado (barra de aço). No caso da Böllinghaus Steel, a produção é dividida entre o sistema produtivo de trem aberto (TA) e o sistema produtivo de trem contínuo (TC).

A produção em trem aberto caracteriza-se por produzir perfis de maior dimensão onde a matéria-prima utilizada vem usualmente em lingotes quadrados de 140 milímetros e o processo é realizado através de cinco caixas de laminagem, que contém os cilindros responsáveis por realizar a deformação plástica do material, conforme Figura 3.1.

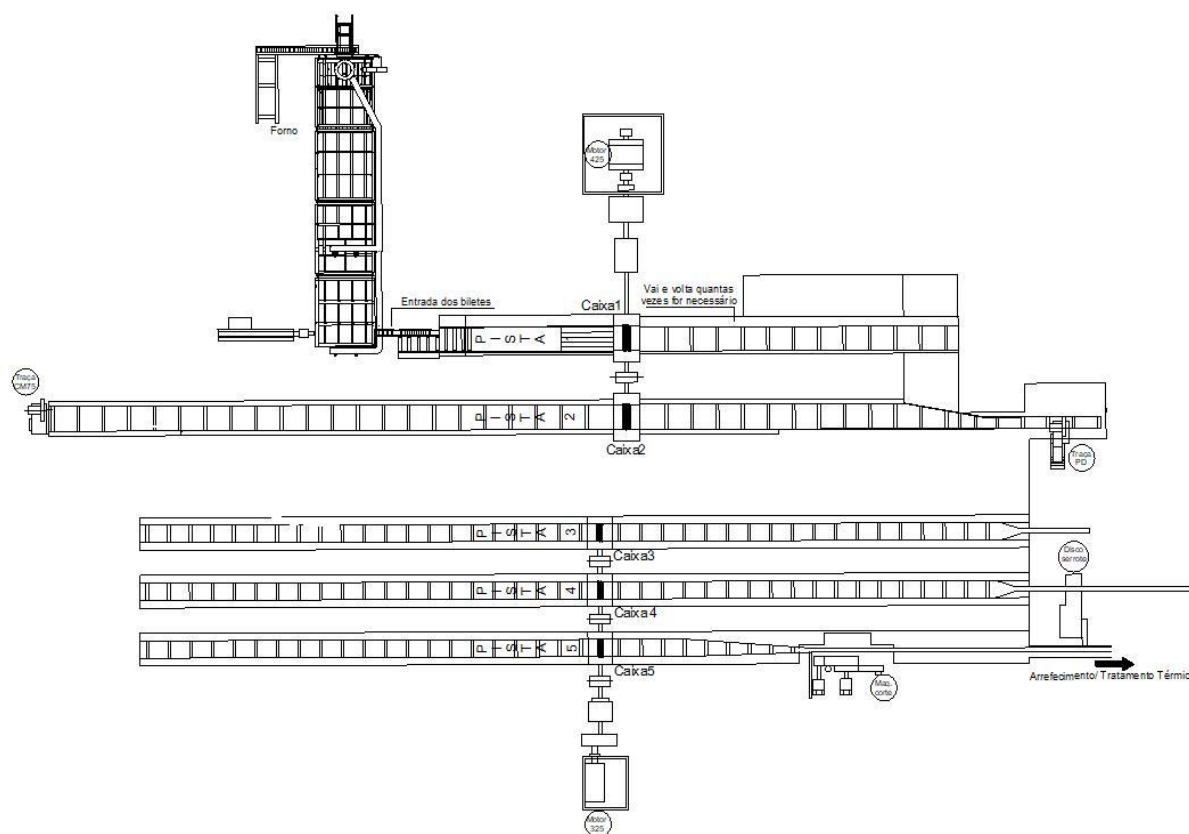


Figura 3.1. Layout sistema produtivo de trem aberto

Para que a deformação do aço ocorra, o lingote, barra de aço cortada no comprimento adequado para a produção do perfil, sai do forno em alta temperatura e passa pelos gornes dos cilindros a fim de diminuir sua espessura e conseqüentemente aumentar seu comprimento.

As barras são conduzidas pelo trem por um operador e vão e voltam pelas caixas conforme a necessidade, sendo as duas primeiras caixas compostas por três cilindros (trio), devido a necessidade da realização de um maior número de passagens por eles, e as três últimas compostas por apenas dois (duo).

A Figura 3.2. ilustra um cilindro e os gornes por onde passa o material, sendo estes numerados de acordo com o lado do motor, onde se inicia a contagem. Cada cilindro apresenta um conjunto de gornes. O número de passagens necessárias, as caixas e o formato dos gornes por onde a barra passará, dependerão das características do perfil final desejado.

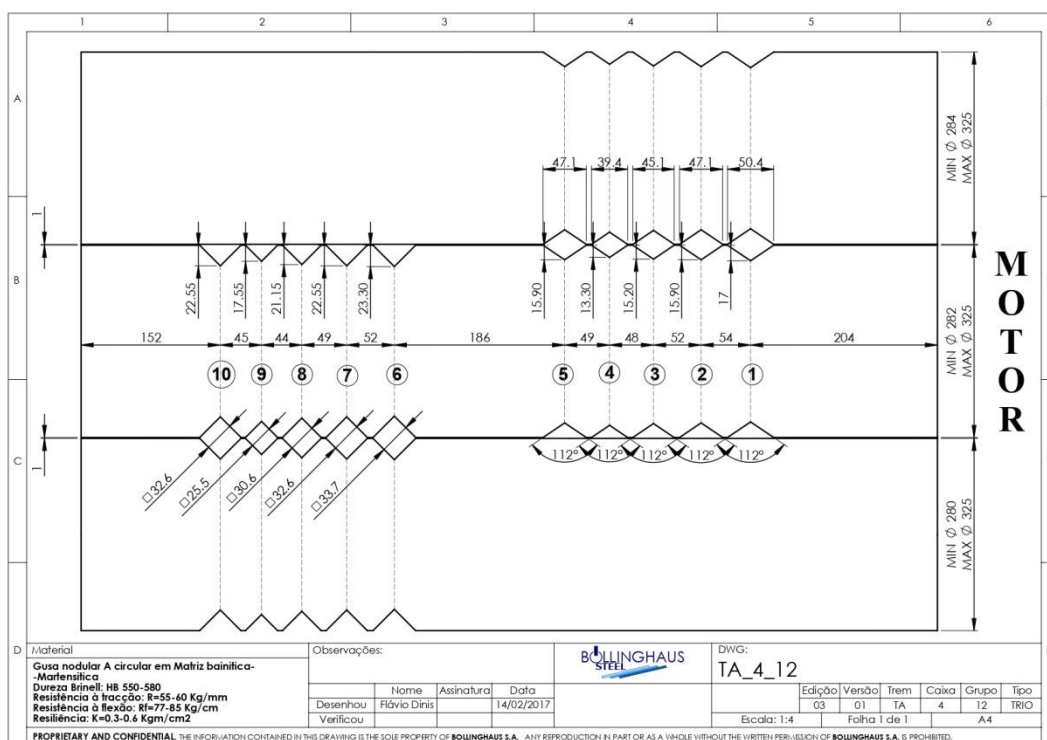


Figura 3.2. Ilustração cilindro e gornes

O trem contínuo acaba por ser bastante similar, mas é utilizado para a produção de barras em menores dimensões, recebendo matéria-prima redonda ou quadrada com diâmetros entre 22 a 48 mm. Neste caso, são utilizadas seis caixas, sendo a primeira composta por um trio e o restante compostas por duos. A Figura 3.3. traz uma imagem do processo no intuito de exemplificar o funcionamento do sistema.

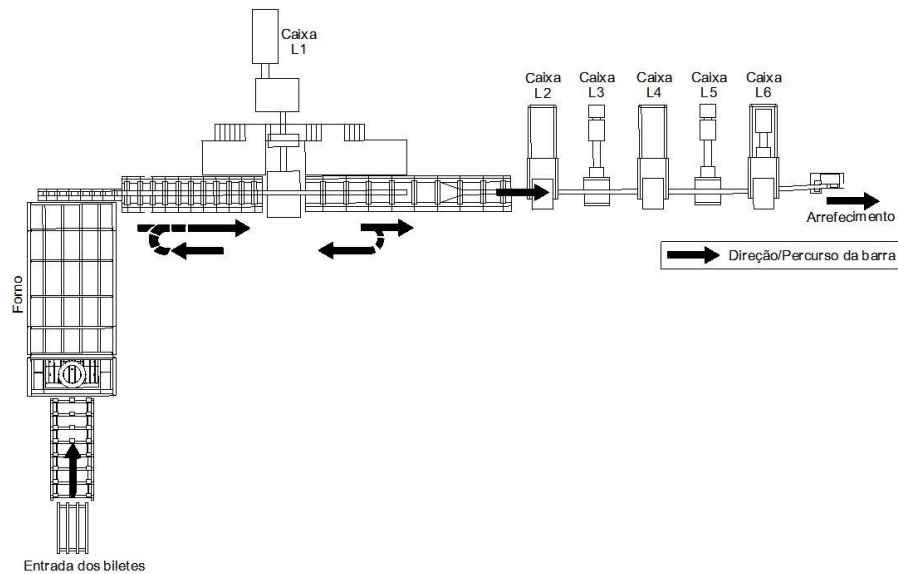


Figura 3.3. Ilustração do processo produtivo do TC

Vale ressaltar que, neste caso, os cilindros da caixa 3 e 5 são posicionados na vertical e não na horizontal, conforme Figura 3.4., eliminando a necessidade de um operador para virar a barra de aço, como ocorre na produção de trem aberto. Por fim, no APÊNDICE B, é possível observar todo o processo produtivo da barra, tanto para trem aberto quanto para trem contínuo.

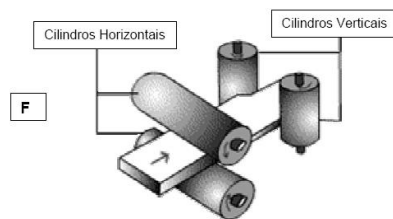


Figura 3.4. Representação da posição dos cilindros no sistema de trem contínuo

Fonte: <https://www.ebah.com.br/>

3.5. Descrição da Ferramentaria

A ferramentaria é responsável pela preparação das ferramentas necessárias para o bom funcionamento dos trens, devendo dessa forma estar alinhada com a laminagem. O objetivo principal é garantir que as ferramentas estejam disponíveis aos laminadores antecipadamente às trocas de produção de forma a minimizar o tempo perdido e aumentar a produtividade.

Este processo divide-se em duas operações principais, a de montagem e a de desmontagem, e contempla ambos os trens de laminagem, o aberto e o contínuo, sendo o ferramenteiro júnior responsável pelo primeiro e o sénior pelo segundo. Além disso, cabe à ferramentaria a verificação das condições de trabalho das ferramentas, sendo feito um pedido de retificação ao setor da preparação de trabalho (PTR) e maquinaria quando detectado não conformidades e, em caso de rolamentos danificados, a troca por parte do ferramenteiro.

As ferramentas possuem um papel tão importante quanto os cilindros, pois são elas que garantem a correta entrada e saída do aço pelo gorne, evitando peças danificadas ou com defeitos de fabrico. O seu papel principal é guiar o aço por onde ele deve passar para garantir a qualidade final da barra, sendo assim imprescindível que sejam montadas corretamente, que não estejam danificadas e que não haja erros na montagem no trem.

Atualmente, o trabalho da ferramentaria se diferencia um pouco entre trem contínuo e trem aberto. Em ambos os casos ela se inicia com o recebimento do programa de produção e da ficha do produto. No caso do trem aberto, a ficha de produto, Figura 3.5., indica as ferramentas que irão ser utilizadas em cada caixa conforme o perfil e através de códigos de identificação, sendo necessário ao ferramenteiro apenas buscar a ferramenta identificada.

Ficha de Produto Trem Aberto													BOLLINGHAUS [®] STEEL					
Código	Dimensão a Laminar						Técnico						02/04/2019					
440491061001850	61,00		X	18,50		61,50		X	18,90									
Itens	Especificações de Laminagem																	
Caixa	1ªCAIXA			2ªCAIXA				3ªCAIXA			4ªCAIXA			5ª CAIXA				
Grupo	10			7				11B			16.4			22				
Passagens	13	GORNE		ML/2	ML/5	ML/6	4	ML	ML	1	ML							
Perfil																		
Dimensões	Baixo		Cima		Baixo		Cima		Baixo		Cima		Baixo		Cima			
	63,0	59,0	73,0	45,0	78,0	33,0	83,0	25,0	66,0	27,0	67,0	24,0	68,0	21,0	60,0	22,0	61,5	18,9
Rotação da barra (Graus)																		
Car/ Caixa entrada	-		H12 / H20		H04		H21 / H13		CAR 6.6		CAR 6.25		CAR 6.33		CAR 6.8		CAR 6.14	
Guias	-		-		-		-		-		-		-		E602		-	
Rolletes	-		Lisos		Lisos		Lisos		Lisos		Lisos		Lisos		Lisos		Lisos	
Pé saída	-		-		-		-		-		-		PE25.1		-		PE10	
Tubo/ Laterais/ Caixa saída	-		H11		H17		H10		L10		P03.1		E14.4+E14.1		L09		E05.1+E06	
Guiões Cima	-		-		-		-		-		-		-		E - 25.5 x 38		-	
Guiões Baixo	-		-		-		-		E-45.4X38		-		-		E - 25.5 x 64		-	
Calha entrada	-		-		-		-		-		CALHA_08		-		CALHA_16		-	
Calha saída	-		CALHA_01		-		CALHA_ALX		CALHA_04		CALHA_07		CALHA_24		CALHA_13		CALHA_26	
Travessa Entrada	T.I.L.M.		T.S.L.T.															
Travessa Saída	T.I.L.T.		T.S.L.M.															
valores primeira caixa	1ª pass		0		2ª pass		0											
Observações:																		

Figura 3.5. Ficha de produto trem aberto

No caso do trem contínuo, a folha de produto, Figura 3.6., traz as dimensões do perfil de aço à entrada e saída de cada caixa, sendo necessário o montador escolher a melhor ferramenta conforme seu conhecimento técnico.

Ficha de Produto Trem Contínuo										BOLLINGHAUS [®] STEEL					
COD	440497041001100		41,00			x			11,00		Billete	43			
ok	<input checked="" type="checkbox"/>	Trio			Caixa				Critica	S	N	<input checked="" type="checkbox"/>			
Pass	1ª	2ª	3ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Notas						
Grupo	111			220	FL	420	FL	FL	Perfil FL Oval 41x11 para fazer CD Interno						
Escantelhão	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	Projecto nº43,26,14,023						
Gorne	ML	ML	ML	1	ML	5	ML	ML	Existem amostras						
Perfil	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Cilindros 2°Cx Nº 1922/1920 Gorne c1 R8; Cilindros 4°Cx Nº 1970/1971 c1 R						
Largura	47	49	53	44,3	45,5	40,7	40,9	41,45	Não contar o gorne que existe maquinado entre o 5 e o 6.						
Espessura	22,5	18	13	15,2	12,2	13,2	13,0	11,30							
Car										Observações					
RPM										Desenho BHP_14_019_Tec					
Forno	Tempo de Pausa			Ciclo do Forno				Velocidade	228,51064	Bil/h	4	Bil/min			
	4	s		16	s										
Elaborado: PP										APROVAÇÃO:			Página:	1 de 1	Programa
EDIÇÃO:	1	DATA:	11/09/2014											TC203B1	

Figura 3.6. Ficha de produto trem contínuo

Após a recolha de ferramentas, em ambos os trens, se inicia a montagem conforme especificações. Quando não estão montando ferramentas, cabe aos ferramenteiros verificar se há a necessidade de retificar ferramentas danificadas, atender a laminagem em caso de avarias associadas as ferramentas ou verificar se as ferramentas secundárias (consumíveis) que os laminadores possam vir a precisar estão disponíveis e com fácil acesso.

3.5.1. Ferramentas

As ferramentas existentes e utilizadas nos processos de laminagem se encontram no APÊNDICE C, separadas de acordo com o trem que trabalham.

Vale lembrar que o uso de cada ferramenta varia consoante o formato do perfil e suas dimensões, e, no caso dos suportes/bases, de acordo com as ferramentas respectivamente dependentes. Além disso, embora o montador seja responsável por verificar as condições dos cilindros no trem contínuo, os cilindros são enquadrados no setor da maquinação, não sendo considerados como ferramentas.

3.5.2. Produção e Planeamento

Para se evitar trocas desnecessárias durante a produção, a ordem dos produtos que serão fabricados é determinada pelo setor de planeamento e pelo setor da produção. Isto é feito a partir do plano anual desenvolvido pelo setor de logística, que é dividido em programas de acordo com o formato dos perfis (quadrado, retangulares, especiais, etc).

Os perfis são separados em famílias, caracterizadas pela sequência de gornas que o lingote de aço passa para se obter sua forma final. Qualquer diferença dentro desta sequência gera a formação de uma nova família. Perfis pertencentes a mesma família podem ser trabalhados com as mesmas ferramentas, tanto no TC, quanto no TA, e as famílias com sequências parecidas também são agrupadas.

Dessa forma, ao invés de ser necessário a troca de todas as ferramentas durante uma paragem, a troca é feita com base na ordenação definida, que evita excesso de trocas e, conseqüentemente, perda de tempo.

3.6. Definição da Cadeia de Valor

Para um melhor entendimento do setor, foi feita uma análise das atividades envolvidas no fluxo produtivo, Tabela 3.1, para identificar aquelas que agregavam valor ao produto final segundo as expectativas dos clientes, com foco principal em entender o papel do setor da ferramentaria dentro deste sistema.

Tabela 3.1. Definição das atividades da ferramentaria

Atividade	Definição	Ação
AV	Montagem e manutenção de ferramentas	Simplificar
ANV Inevitável	Inspeções e reparações	Minimizar
ANV	Movimentações desnecessárias: busca de equipamentos auxiliares ou rolamentos, saídas para o escritório e excesso de locomoção para escolher ferramentas (trem contínuo). Reprocesso: necessidade de refazer montagem devido a erro cometido pelo ferramenteiro ou informações erradas vindas do planeamento. Defeitos: Erros de montagem no trem, criação de sucata devido a má condição da ferramenta ou má montagem por parte do ferramenteiro.	Eliminar

Identificou-se com isso que, embora a ferramentaria em si não tenha papel direto na produção do valor (barra de aço), ela está intrinsecamente associada ao setor de laminagem, que acaba por ser o criador de valor direto, mas que no entanto não pode realizar sua tarefa de forma satisfatória sem o apoio da ferramentaria, que deve oferecer ferramentas adequadas e em boas condições conforme o perfil a ser produzido.

3.7. Mapa do Processo

Por ser um processo de alta variabilidade, determinou-se como tarefas principais a montagem e desmontagem de ferramentas, sendo estas realizadas atualmente em um mesmo processo, ou seja, a desmontagem ocorre conforme a necessidade de ferramentas: somente ao ser necessário montar uma ferramenta, ela é desmontada. A Figura 3.7 ilustra o mapa do processo desenvolvido para o setor. A palavra car se refere as guias de laminagem.

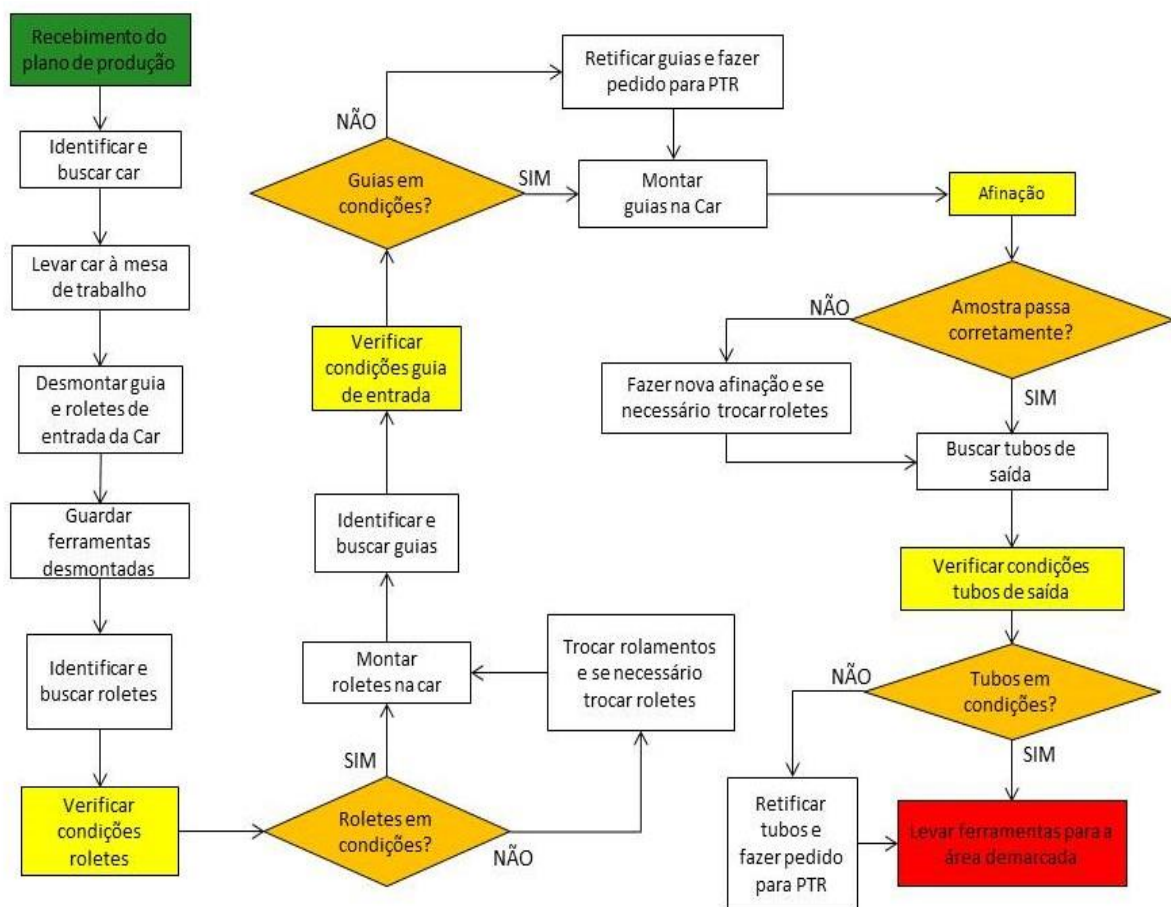


Figura 3.7. Mapa do processo do setor da ferramentaria

3.8. SIPOC

O diagrama SIPOC traz uma visão macro do processo através da identificação das variantes envolvidas no mesmo, como os fornecedores (suppliers), a matéria prima (inputs), as etapas do processo (process), os produtos resultantes (outputs) e os clientes finais (customers), que correspondem a sigla que lhe dá o nome. Esta ferramenta permite a visualização do sistema de maneira a facilitar a identificação da área do processo onde os problemas se originam (Shankar, 2009). A figura 3.8 traz o diagrama SIPOC construído para representar os processos que ocorrem dentro da ferramentaria.

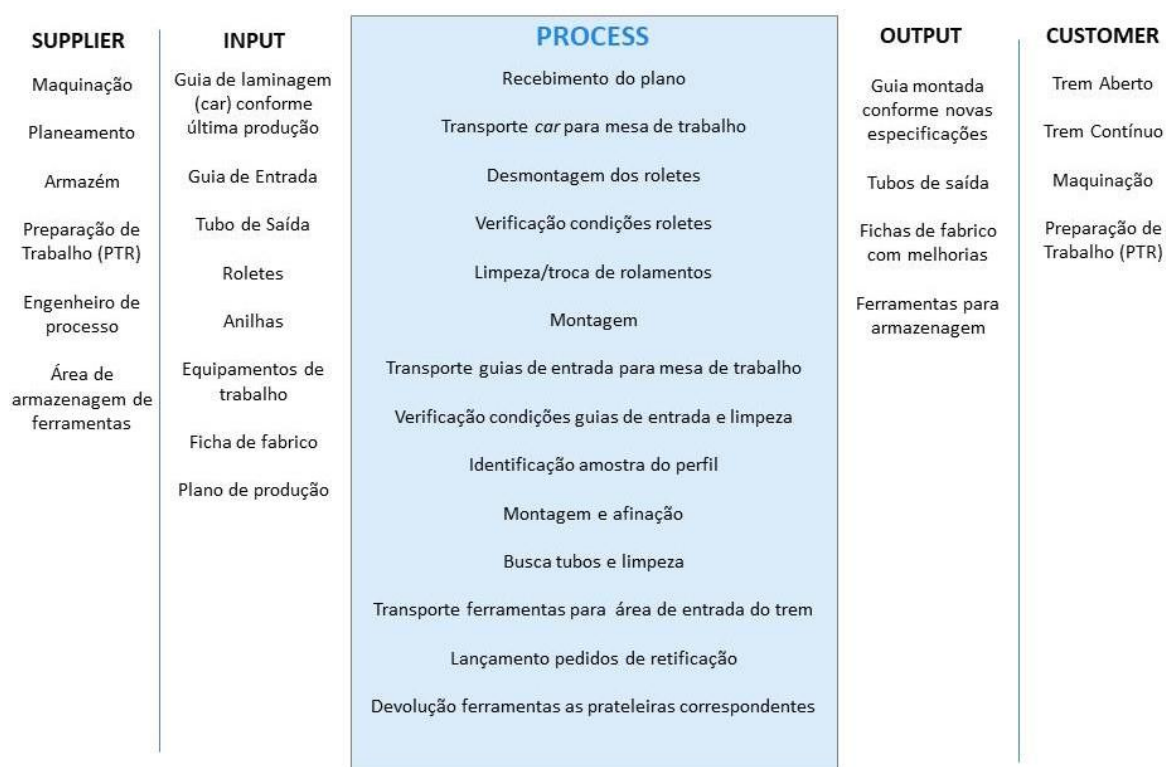


Figura 3.8. Diagrama SIPOC

3.9. Síntese (DEFINIR)

Problema (O QUÊ?):

- Necessidade de aumentar a produtividade do setor da Ferramentaria através da otimização dos fluxos e processos na execução da montagem de ferramentas.

Equipa (QUEM?):

Champion: Thomas Kleingrothe

Master Black Belt: José Santos

Black Belt: João Sismeiro

Green Belt: Gabriella França Santarosa

Yellow e White Belts: colaboradores do setor de ferramentaria e laminagem

Objetivos e metas (PARA ONDE?):

- Simplificar processo de montagem
- Minimizar necessidade de reparações e inspecções
- Eliminar movimentações desnecessárias, reprocesso e defeitos.

4. MEDIR

4.1. Análise de Tempos do Setor

Por não ser um dos processos de criação direta de valor, ou seja, que produz o produto final ao cliente, o setor de ferramentaria da empresa nunca foi analisado ou controlado por meio de tempos e métodos, não havendo definições de anos anteriores referentes a sua produtividade e eficiência.

Assim, como fase inicial para o entendimento do setor, realizou-se uma coleta de informações para determinar as atividades principais realizadas pelos ferramenteiros e os tempos despendidos em cada uma delas.

Este processo teve como base a metodologia REFA, sendo realizado inicialmente a observação do trabalho feito na ferramentaria para a determinação das atividades dos ferramenteiros durante um turno de trabalho, bem como suas subatividades respectivas, que podem ser visualizadas no APÊNDICE D, juntamente com a classificação REFA adotada para cada uma, sendo que a Tabela 4.1 traz as denominações utilizadas para essa classificação.

Tabela 4.1. Classificação REFA de atividades

	Descrição
MH	Utilização Principal
MN	Utilização Secundária
MZ	Utilização Adicional
MS	Interrupção de utilização por perturbação
MA	Interrupção de utilização condicionada pelo processo
MP	Interrupção de utilização por motivos pessoais
ML	Fora de Serviço

A partir disso, realizou-se o acompanhamento de três turnos do ferramenteiro sênior e três turnos do ferramenteiro júnior, totalizando um conjunto de dados de 2880 minutos de trabalho, para se determinar qual o tempo despendido por eles em cada atividade identificada anteriormente.

Essa medição foi realizada, como já citado anteriormente, através do software ORTIM a5, desenvolvido especificamente pela associação REFA para coleta de tempos e já adotado pela empresa em outros setores. A Tabela 4.2 traz as informações que foram consideradas para cada turno de trabalho por ferramenteiro.

Tabela 4.2. Dados referentes ao trabalho por turno

Item	Dados
Paragens programadas ferramenteiro júnior	30 min lanche
Paragens programadas ferramenteiro sênior	10 min lanche
1 turno	480 min (8 horas)
2 turnos	960 min (16 horas)

A partir disso, e com base nos dados recolhidos, observou-se então que os ferramenteiros juniores perdem cerca de 47% de seu tempo em atividades principais, 15% em atividades secundárias e 14% em pausas causadas por perturbações, conforme Figura 4.1.

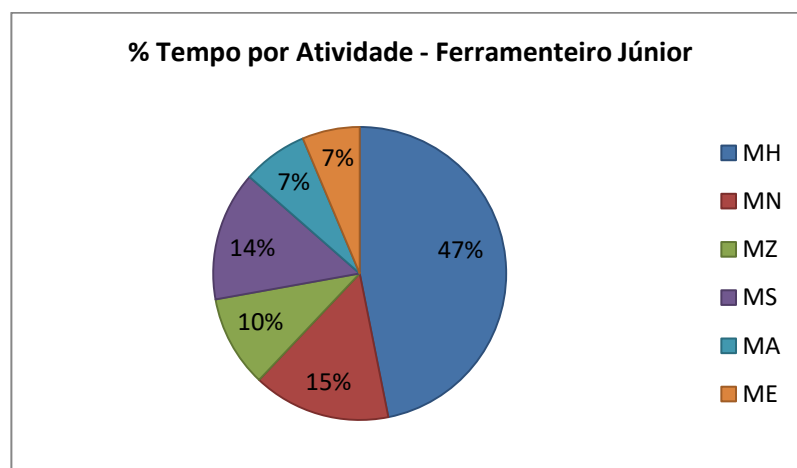


Figura 4.1. Percentagem de tempo gasto por atividade – Júnior

Os dados obtidos resultam basicamente das subatividades associadas a cada uma das atividades, que representam as tarefas que os ferramenteiros executam durante um dia de trabalho. A Figura 4.2 demonstra esses resultados para o trabalho do ferramenteiro júnior.

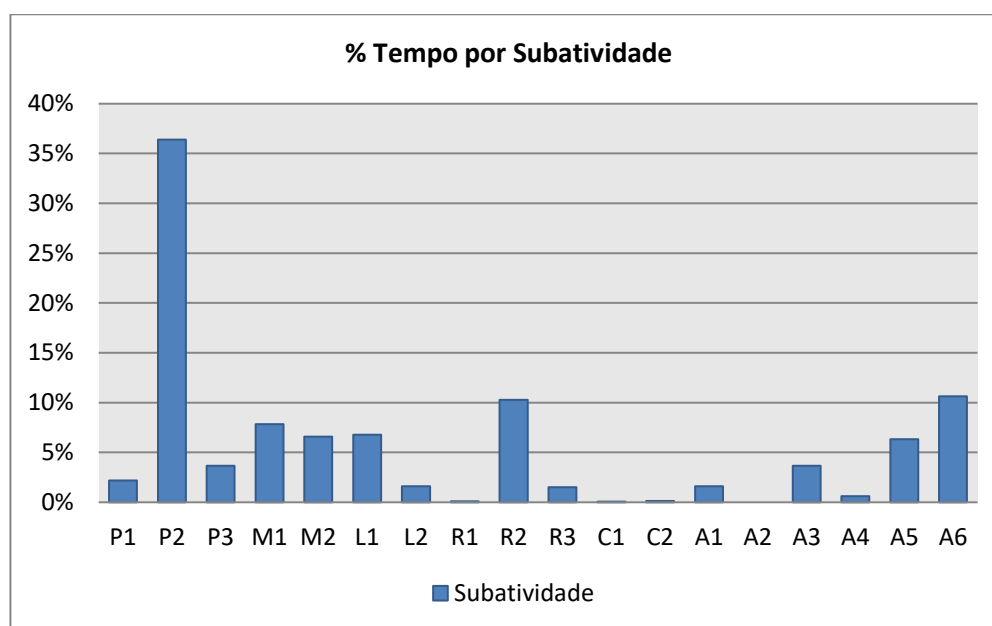


Figura 4.2. Percentagem de tempo gasto por subatividade – Júnior

No caso do trabalho do ferramenteiro sénior, observou-se que o tempo gasto com atividades principais também corresponde a cerca de 47%, considerando o trabalho realizado em ambos os trens de laminagem, enquanto 23% corresponde a atividades secundárias, conforme Figura 4.3.

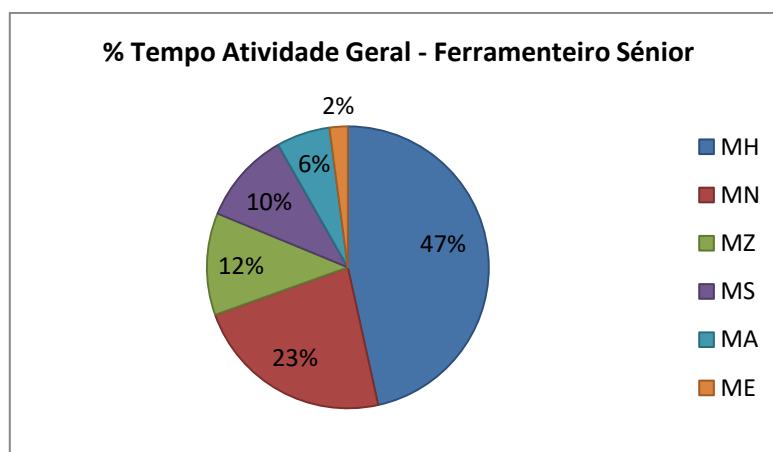


Figura 4.3. Percentagem de tempo gasto por atividade – Sénior

Analisando apenas o tempo de trabalho realizado no TA, ou seja, 52% do tempo total, a divisão de trabalho ocorre conforme Figura 4.4, onde observa-se que 43% é despendido na realização de atividades principais, 25% em atividades secundárias, e o

restante em pausas ou outras atividades. O tempo gasto em cada subatividade ilustrados na Figura 4.5.

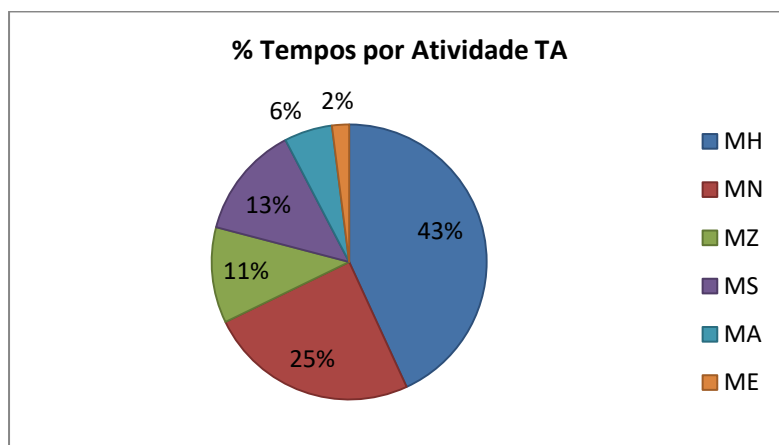


Figura 4.4. Percentagem de tempo gasto por atividade TA

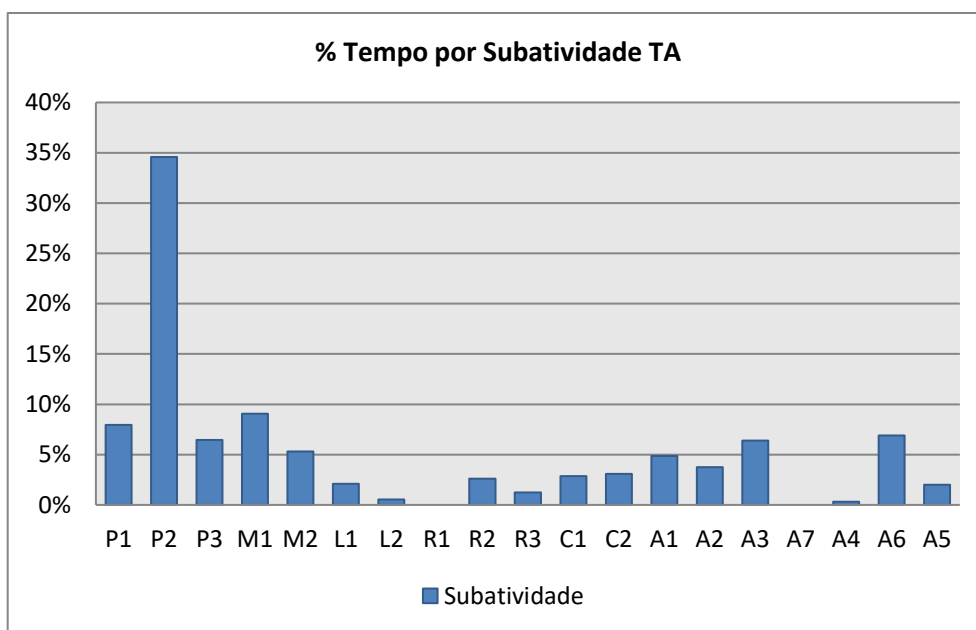


Figura 4.5. Percentagem de tempo gasto por subatividade TA

Porém, não é o mesmo que ocorre no TC, onde 50% do tempo é destinado na execução de atividades principais, 21% em atividades secundárias, e o restante destinado a pausas ou outras atividades, conforme Figura 4.6, sendo que as subatividades associadas estão ilustradas na Figura 4.7. Posteriormente, uma análise mais detalhada sobre as subatividades que não geram valor e que exigem mais tempo dos ferramenteiros é realizada através de uma análise de Pareto.

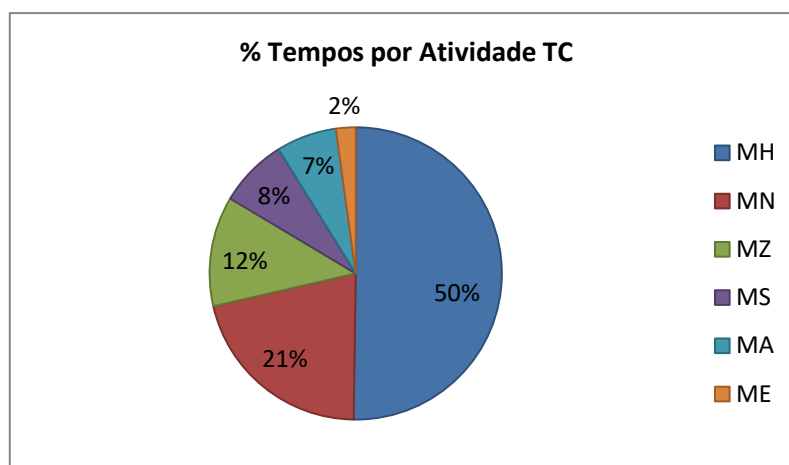


Figura 4.6. Percentagem de tempo despendido por atividade TC

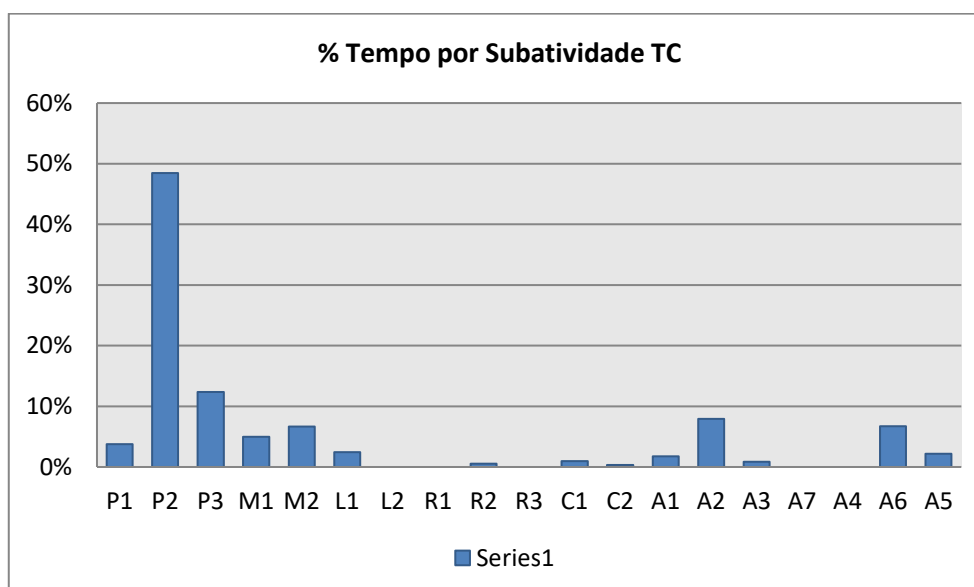


Figura 4.7. Percentagem de tempo despendido por subatividade TC

4.2. Capacidade produtiva

Na etapa seguinte, definiu-se a capacidade produtiva do setor, sendo isto algo difícil de fazer pois maioritariamente o trabalho realizado é manual, dependendo dessa forma da performance do ferramenteiro. Além disso, por ser ligada diretamente ao setor de laminagem, e assim dependente do bom desempenho deste setor, e pela variedade de perfis produzidos, o trabalho diário se torna altamente variável.

Dessa forma, com o intuito de se determinar um parâmetro para a capacidade produtiva atual, foi feito um estudo sobre a quantidade de ferramentas que os ferramenteiros conseguem montar em um turno.

Assim, para a definição de um valor produtivo bruto, cronometrou-se, sem qualquer tipo de interferência, a montagem de um conjunto de ferramentas necessárias para atender um gorne, ou seja, o tempo despendido na montagem de uma guia de laminagem completa (car, roletes e guias de entrada) e na preparação das ferramentas de saída (tubos ou guides).

Com isso, verificou-se que, para montar um conjunto completo de ferramentas, os ferramenteiros precisam em média de 29,53 minutos no trem aberto e 18,41 minutos no trem contínuo, sendo este tempo dividido entre a verificação do plano, busca de ferramentas e na manutenção e montagem, que demanda o maior tempo, Tabela 4.3.

Tabela 4.3. Tempo necessário para montagem de um conjunto de ferramentas.

Tempo Montagem TA	
Tarefa	Tempo (min)
1. Verificação do plano	0,56
2. Busca de ferramenta	2,28
3. Troca/limpeza de rolamentos	3,56
4. Montagem	8,12
5. Limpeza guias/tubos	2,08
6. Afinação	2,61
7. Movimentação ferramentas	4,89
8. Desmontagem roletes	2,05
9. Outros	3,38
Total	29,53

Tempo Montagem TC	
Tarefa	Tempo (min)
1. Verificação do plano	0,6
2. Busca de ferramenta	2,21
3. Montagem	3,57
4. Limpeza guias/tubos	1,86
5. Afinação	2,46
6. Movimentação ferramentas	0,25
7. Desmontagem roletes	1,85
8. Montagem guides	3
9. Desmontagem guides	2,61
Total	18,41

Vale lembrar que esses valores correspondem a montagem bruta, ou seja, sem a interferência de outros fatores como movimentações externas para busca de equipamentos ou descarte de lixo, busca de ferramentas que não se encontram onde deveriam ou pausas para atender outros assuntos.

Assim, com base nessas informações, pode-se dizer que em um turno de 8h (480 minutos), com a redução das paragens programadas (lanche de 30 min para ferramenteiro júnior e 10 min para sênior), o setor teria a capacidade de montar até 15 conjuntos de ferramentas no trem aberto e 25 conjuntos no trem contínuo. No entanto, para

além disso, é importante lembrar que cabe também a ferramentaria verificar e cuidar para que as condições das ferramentas estejam conforme o exigido.

Este papel caracteriza-se principalmente pela verificação da ferramenta à saída do trem (guias e tubos), e conseqüente pedido de retificação junto a preparação de trabalho (PTR), e na manutenção dos roletes, que corresponde basicamente na verificação do bom funcionamento do rolamento. Caso o rolamento não esteja conforme cabe ao ferramenteiro trocá-los.

Além disso, durante as paragens, é fundamental a verificação das condições das ferramentas já montadas no trem e que estão a trabalhar. Neste caso, se for percebido situações que possam vir a levar a avarias durante a produção, o ferramenteiro adianta seu trabalho e monta ferramentas suplentes para troca em caso de necessidade.

Por fim, a última função a ser considerada ao setor é garantir que ferramentas secundárias (consumíveis - parafusos, cavilhas, estiradores, etc.) estejam facilmente acessíveis aos laminadores, responsáveis pelas trocas e manutenção das ferramentas no trem, e que estas também estejam em condições de trabalho.

Com isto, aliado a variabilidade da produção, determinou-se que o tempo disponível de trabalho deveria ser dividido a fim de englobar todas as funções do setor, o que hoje não ocorre.

A partir dos dados encontrados e em acordo com o supervisor de laminagem, determinou-se que o tempo ideal despendido em montagens deveria corresponder a 60% do tempo total disponível de trabalho (turno de 480 minutos), 31% destinado a função de manutenção (seja de roletes, ferramentas no trem, que saem do trem ou ferramentas secundárias) e 5% para a limpeza e organização da área de trabalho, conforme Tabela 4.4, para TA.

Tabela 4.4. Divisão de trabalho TA - Ferramenteiro Júnior

Função	%	Tempo (min)
1. Montagem e desmontagem	60%	287
2. Manutenção	31%	148
3. Limpeza	3%	15
4. Lanche	6%	30
Total	100%	480

Para o TC definiu-se tempos diferentes, Tabela 4.5, já que somente o ferramenteiro sênior é responsável por este setor, e por este passar o tempo que não está no trem contínuo no trem aberto, dando assistência à equipa de laminagem e ao ferramenteiro júnior.

Tabela 4.5. Divisão de trabalho TC e TA - Ferramenteiro Sênior

Trem	Função	%	Tempo (min)
TA	1. Assistência à equipa	35%	167
TC	2. Montagem e desmontagem	50%	240
	3. Manutenção	10%	48
	4. Limpeza	3%	15
	5. Lanche	2%	10
	Total		100%

Portanto, define-se que o setor tem a capacidade produtiva de realizar a montagem de 9 conjuntos completos de ferramentas no trem aberto por turno, considerando a atividade do ferramenteiro júnior (responsável apenas por esse trem); e de 13 conjuntos completos no trem contínuo, tendo como base o trabalho realizado pelo ferramenteiro sênior.

Atualmente, para finalizar a montagem de um conjunto de ferramentas, os ferramenteiros demoram entre 40 e 45 minutos no trem aberto e entre 20 e 25 minutos no trem contínuo, sendo estes valores influenciados justamente pelos desperdícios e fatores externos citados anteriormente, permitindo a montagem de cerca de 6 conjuntos no TA e 9 conjuntos no TC por turno.

Vale lembrar que a velocidade de montagem do trem contínuo é altamente influenciada pelo conhecimento do ferramenteiro sênior, já que, pela folha de fabrico trazer apenas as medidas das barras por gorne, este fator é fundamental para a concretização da montagem. Por isso, caso seja posto outro ferramenteiro no local, o serviço dificilmente será concluído sem auxílio ou levará um tempo muito maior para ser realizado.

4.3. Disponibilidade, Eficiência e Qualidade

Para processos repetitivos e realizado com máquinas, é possível encontrar a eficácia global do equipamento através do cálculo do OEE (Overall Equipment Effectiveness, ou Eficácia Global do Equipamento).

Segundo Amorim (2009), este indicador permite medir o desempenho de um processo ou equipamento de forma tridimensional, pois foca no tempo útil de funcionamento, na eficiência demonstrada durante este tempo útil e na qualidade do produto final obtido.

Para além de ser um indicador de desempenho, o OEE auxilia no planeamento da capacidade, no controlo e melhoria do processo, e no cálculo dos custos das perdas de produção. Seu valor é obtido a partir da multiplicação de três fatores: a disponibilidade do equipamento, a performance demonstrada e a qualidade do produto obtido, conforme equação (4.1).

$$OEE = Disponibilidade * Eficiência * Qualidade \quad (\text{Equação 4.1})$$

No entanto, no caso do trabalho da ferramentaria, o OEE não pode ser adequadamente aplicado pois o processo possui uma variabilidade muito alta e é realizado através de trabalho manual e não mecânico. No entanto, por não haver nenhum indicador na empresa que indique a eficácia do setor, optou-se por realizar uma adaptação do método de cálculo do OEE de maneira a se adequar ao trabalho da ferramentaria e permitir uma análise da disponibilidade, eficiência e qualidade do trabalho realizado atualmente.

A Tabela 4.6. traz os dados utilizados para os cálculos realizados para o setor, tendo como base um dia de trabalho, ou seja, dois turnos de serviço relativos aos ferramenteiros juniores e um turno referente ao trabalho do ferramenteiro sénior.

Tabela 4.6. Dados de produção setor Ferramentaria

Item	Dados	
	TA	TC
Paragens programadas por turno	30 min lanche	10 min lanche
Média do número de ferramentas montadas por dia	3 ferramentas/turno	5 ferramentas/turno
Capacidade produtiva atual	6 ferramentas/turno	9 ferramentas/turno
	Júnior	Sénior
Média de paragens não programadas por turno	142,03 min	92,37 min
Tempo de Turno		
1 turno	480 min (8 horas)	
2 turnos	960 min (16 horas)	

Assim, para a definição da disponibilidade, foi calculada a razão entre o tempo disponível de produção (T_{dp}) e o tempo programado (T_p), conforme Equação 4.2. O tempo programado surge com a subtração do tempo de paragens programadas (T_{pp}) do tempo total (T_t), Equação 4.3, enquanto o tempo disponível de produção é resultado da subtração do tempo de paragens não programadas (T_{np}) do tempo programado, Equação 4.4, sendo respeitado a classificação de atividades já citada anteriormente. Logo:

$$\text{Disponibilidade} = \frac{T_{dp}}{T_p} \quad (\text{Equação 4.2})$$

Onde:

$$T_p = T_t - T_{pp} = 960 - (30 \times 2) - 10 = 890 \quad (\text{Equação 4.3})$$

$$T_{dp} = T_p - T_{np} = 890 - (142,03 \times 2) - 92,37 = 513,57 \quad (\text{Equação 4.4})$$

Assim:

$$\text{Disponibilidade} = \frac{513,57}{890} = 58\%$$

Já a eficiência do setor foi calculada a partir da divisão do número médio de ferramentas montadas por dia pelo número de ferramentas que podem ser montadas com base na capacidade produtiva atual. Obtendo-se:

$$\text{Eficiência TA} = \frac{3}{6} = 50\% \quad (\text{Equação 4.5})$$

$$\text{Eficiência TC} = \frac{5}{9} = 55\%$$

Vale lembrar que, neste caso, a eficiência encontrada aqui nem sempre corresponderá com a eficiência real, já que o número de ferramentas para montar em um dia podem não corresponder necessariamente ao número de ferramentas que eles conseguem montar em um dia, ou seja, pode haver a capacidade de montar 6 conjuntos de ferramentas no trem aberto, mas o plano de produção pode pedir apenas 2, o que, no caso de esses dois conjuntos serem montados, corresponderia a uma eficiência de 100%.

Além disso, este cálculo não computa o tempo de trabalho despendido em manutenção de ferramentas ou auxílio aos trens, que também correspondem a atividades principais exigidas dos ferramenteiros.

Assim, com base nos dados recolhidos, definiu-se que a eficiência pode ser medida com base na média de tempo que correspondem ao tempo gasto em atividades principais, ou, seja, 47% para o ferramenteiro sénior e 47% também para o ferramenteiro júnior, encontrando assim os seguintes resultados:

$$\text{Eficiência} = \frac{0,47+0,47}{2} = 47\%$$

Por fim, para calcular a qualidade, dividiu-se o tempo perdido por paragens nos trens relacionadas as ferramentas (tpf), ou seja, tempo perdido com defeitos ou avarias causada por elas, pelo tempo total de trabalho de laminagem (ttl), tendo como base os dados recolhidos no ano de 2018, obtendo-se:

$$\text{Qualidade TA} = \frac{\text{tpf}}{\text{ttl}} = 99\% \quad (\text{Equação 4.6})$$

$$\text{Qualidade TC} = 99\%$$

Gerando uma qualidade geral para o setor de 99%. Logo, a eficácia global será:

$$\text{Eficácia Global: } 0,99 * 0,47 * 0,58 = 27\%$$

A partir das Figuras 4.8 e 4.9 observa-se melhor a razão desses resultados, já que os gráficos exemplificados nas imagens mostram o tempo total de operação, o tempo bruto de operação, o tempo real e também o tempo útil de produção, para um turno dos ferramenteiros juniores e para um turno do ferramenteiro sénior, respectivamente.

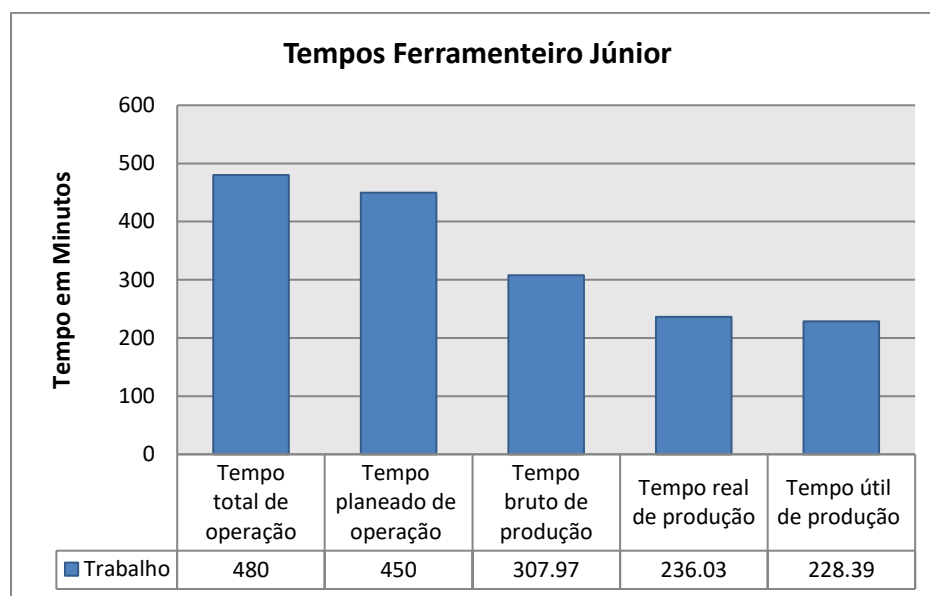


Figura 4.8. Análise de tempos ferramenteiro júnior

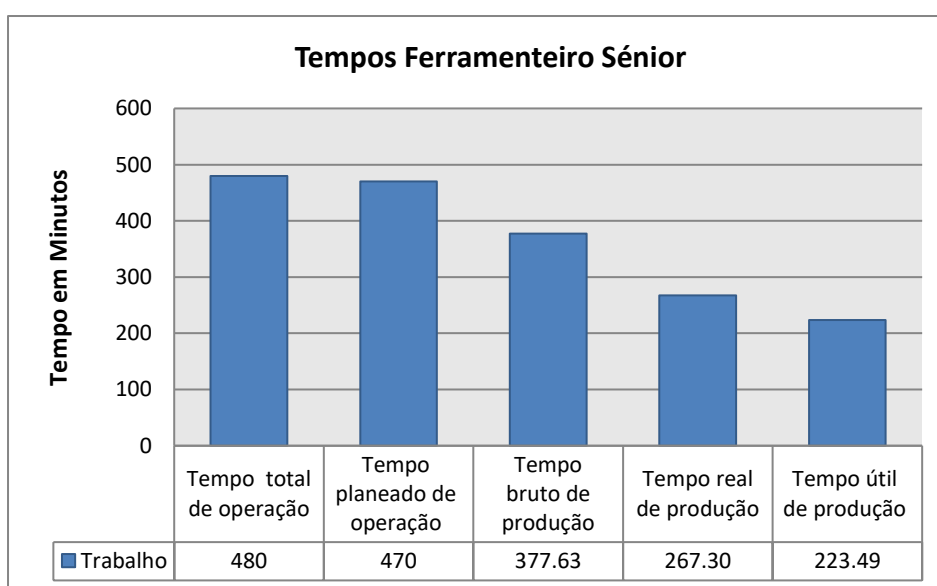


Figura 4.9. Análise de tempos ferramenteiro sênior

A Figura 4.10. traz as perdas relacionadas a essas reduções de tempo para o turno do ferramenteiro júnior, sendo a maior delas devido a paragens não planeadas, e a Figura 4.11 traz as perdas correspondentes ao turno do ferramenteiro sênior, sendo, neste caso, mais acentuadas nas perdas de eficiência. Para encontrar os valores das perdas, considerou-se novamente a divisão e classificação de atividades do APÊNDICE D.

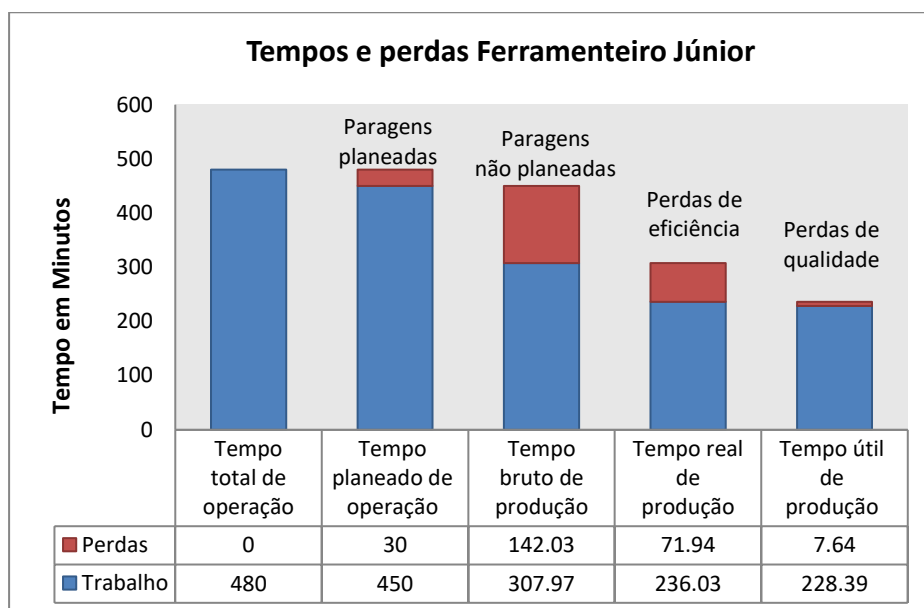


Figura 4.10. Análise de tempos e perdas ferramenteiro júnior

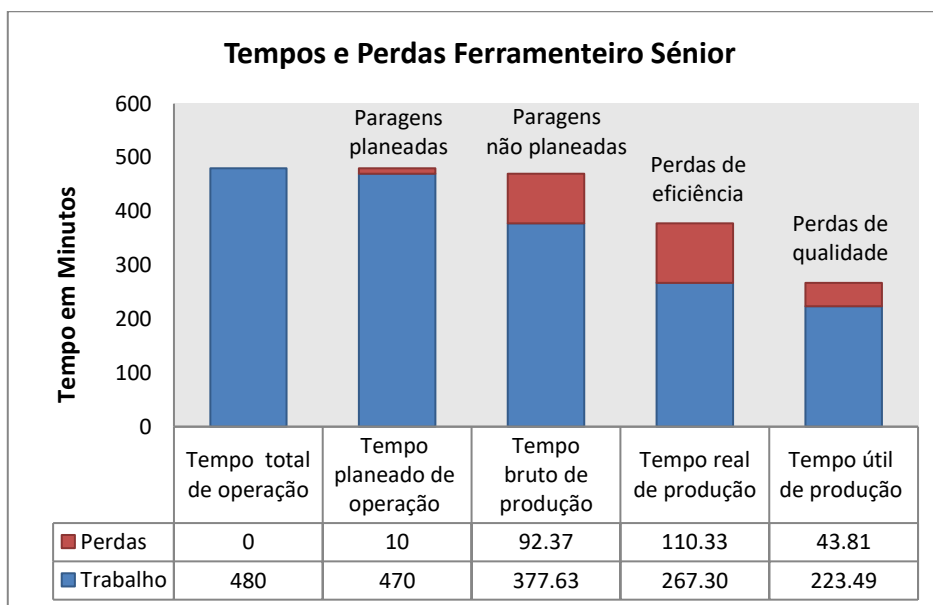


Figura 4.11. Análise de tempos e perdas ferramenteiro sênior

Vale lembrar, que períodos para limpeza e descarte de lixo foram considerados como paragens não planejadas, pois hoje não existe um plano de limpeza para o setor, sendo esta limpeza feita atualmente em vários momentos do dia e por muitas vezes ser necessária devido ao uso da mesa de trabalho por outras pessoas, que não voltam a organizar ou limpar a área de trabalho após o uso.

O intuito de se identificar as perdas é facilitar a análise de suas causas principais, permitindo posteriormente a melhoria do processo através da redução dos tempos de paragens e consequentemente aumentando a eficácia do setor. Já o principal objetivo de um indicador (OEE) é permitir a avaliação e evolução de um processo ao longo do tempo.

Neste caso, o cálculo realizado aqui só poderia se manter caso houvesse a possibilidade de haver alguém para realizar a medição de dados periodicamente, novamente devido o trabalho ser completamente manual, e em um ambiente de trabalho convencional torna-se difícil essa disponibilidade.

Assim, os valores encontrados foram apenas utilizados como base para verificar as condições de trabalho atuais e se as melhorias implementadas posteriormente teriam um impacto direto (e se sim, qual seria esse impacto) através de uma análise comparativa entre os dois resultados.

Por fim, embora este trabalho tenha como base a metodologia do Seis Sigma, as características do trabalho realizado na ferramentaria dificultam o cálculo de um DPMO real e consistente, logo, encontrar um valor Seis Sigma para o processo torna-se também difícil. Dessa forma, optou-se por manter o foco nos objetivos qualitativos definidos anteriormente e assim tentar reduzir os tempos despendidos em atividades que não criam valor a fim de melhorar a eficácia global do setor para pelo menos 40%, e aumentar o tempo útil de produção em 25% para ambos os ferramenteiros.

4.4. Síntese (MEDIR)

Na fase medir, avaliou-se a performance do setor relativamente aos processos e fluxos realizados durante um turno de trabalho dos ferramenteiros., observando-se dessa forma:

- % Tempo despendido em atividades principais:
 - Ferramenteiros Júnior: 47% do tempo total
 - Ferramenteiro Sênior: 47% do tempo total

- Capacidade produtiva:

- Tempo de montagem atual TA: 45 minutos
 - Tempo de montagem atual TC: 25 minutos
 - TA: 6 conjuntos de ferramentas/dia
 - TC: 9 conjuntos de ferramentas/dia
-
- Eficácia Global de 27%

Assim, acrescenta-se aos objetivos da fase Definir as seguintes metas:

- Aumentar Eficácia Global para 40%
- Reduzir paragens não planeadas em 50% e perdas por eficiência em 25%, para consequentemente aumentar o tempo útil de trabalho em 25%.

5. ANALISAR

5.1. Gráfico de Pareto

De acordo com Teixeira (2014), a análise de Pareto permite detalhar, em pormenor, as principais causas do problema, enquanto para Pereira (2017), esta análise fundamenta-se no fato de que, na grande maioria dos fenômenos, 80% das consequências têm origem em 20% das causas, sendo assim possível focar os esforços e os recursos para o que é realmente importante.

Dessa forma, foi elaborado um gráfico de Pareto para o setor da ferramentaria com o objetivo principal de se identificar as principais causas de paragem, permitindo o foco naquelas que tem um maior impacto e influência no processo. Como a ferramentaria fornece seus “produtos” aos trens de laminagem, inicialmente levou-se em consideração as paragens ocorridas nos trens que pudessem estar associadas as ferramentas, sendo os dados analisados obtidos pelo histórico de desvios do ano de 2018 da empresa, registrados através de códigos SAP, conforme APÊNDICE E.

A partir disso, como o foco era analisar a ferramentaria, selecionou-se, dentro destes citados, àqueles que estavam ligados ao uso das ferramentas no trem, ou seja, direcionando o foco da análise nas paragens ocasionadas por avarias de laminagem (código F), conforme Tabela 5.1, sendo os códigos F03, F11 e F12 os que estão diretamente associados as ferramentas.

Tabela 5.1. Códigos SAP relacionados a avarias de laminagem

F	Avarias de Laminagem	F	Avarias de Laminagem	F	Avarias de Laminagem
F01	Espec. técnica Prod. Dif. Téc	F06	Cilindro partido - substituir	F11	Guides
F02	Barras encravadas	F07	Apertar camisas	F12	Ferramenta incorreta
F03	Reparação de guias	F08	Chumaceiras	F13	Aço frio
F04	Desenformamento aço Dificuld Lam	F09	Dificuldades laminagem	F14	Aço encravado no forno
F05	Retirar aço da estenderia	F10	Espaços no forno		

A etapa seguinte constituiu no desenvolvimento do Gráfico de Pareto, para TA e TC, conforme Figuras 5.1 e 5.2 respectivamente. Observa-se assim, que as paragens causadas por avarias de laminagem no trem aberto corresponderam a cerca de 4,6% no ano

de 2018, e que as avarias relacionadas as ferramentas corresponderam a 0,77%, sendo a reparação de guias a segunda maior causa de paragens devido a avarias de laminagem.

Já no trem contínuo, observa-se que as paragens por avarias corresponderam a 3,5% do tempo de paragens e que 0,36% são associadas as ferramentas, índice menor do que o verificado no trem aberto.

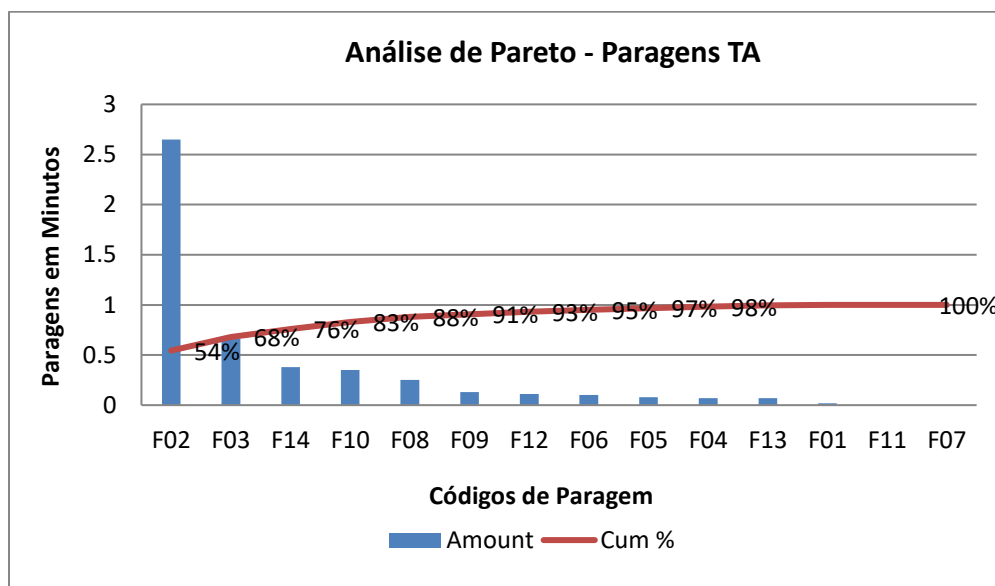


Figura 5.1. Análise de Pareto Trem Aberto

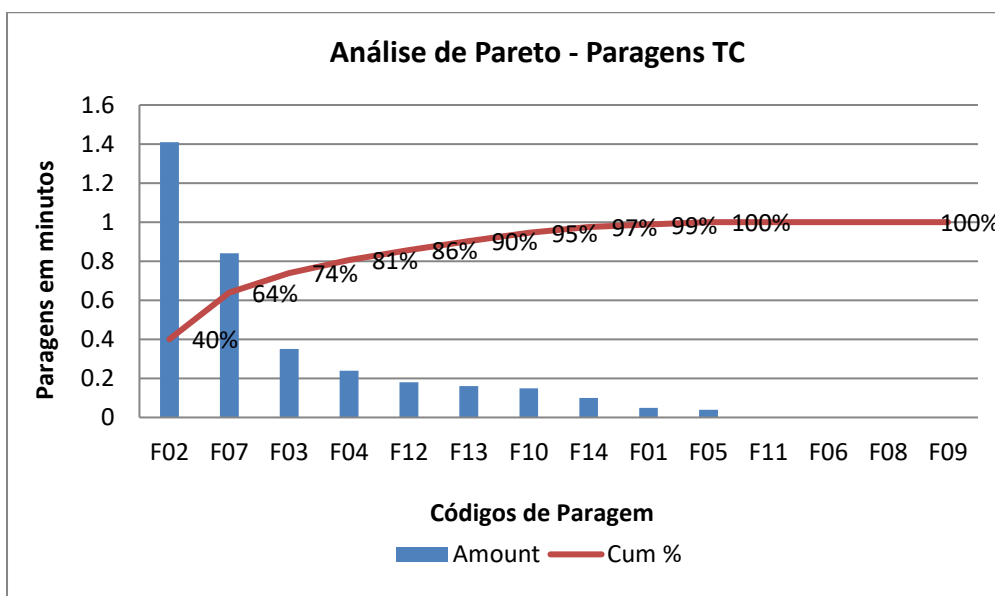


Figura 5.2. Análise de Pareto Trem Contínuo

Com isso, conclui-se, que as paragens associadas com as ferramentas não representam grandes impactos em comparação com outras paragens, pois mesmo estando inclusas nos 80%, ainda representam valores muito inferiores às paragens causadas por barras encravadas (F02) em ambos os trens, além de serem insignificantes em comparação com as outras paragens não inclusas nas avarias de laminagem.

Vale lembrar, que as percentagens aqui exemplificadas referem-se ao tempo total de trabalho em um ano, ou seja, 0,77% de 300.999,98 minutos para o trem aberto, ou seja, cerca de 2.317 minutos; e 0,36% de 194.778,23 minutos para o trem contínuo, portanto cerca de 701 minutos, demonstrando ainda mais sua não representatividade.

Dessa forma, para complementar o estudo, decidiu-se por realizar outra análise de Pareto, tendo como base desta vez as subatividades que compõe as atividades anteriormente citadas, APÊNDICE D.

Como a análise feita com as paragens nos trens, o principal objetivo era identificar quais atividades correspondiam a um maior consumo de tempo entre aquelas que não faziam parte das atividades principais. A Figura 5.3 ilustra os resultados obtidos para o trabalho do ferramenteiro júnior.

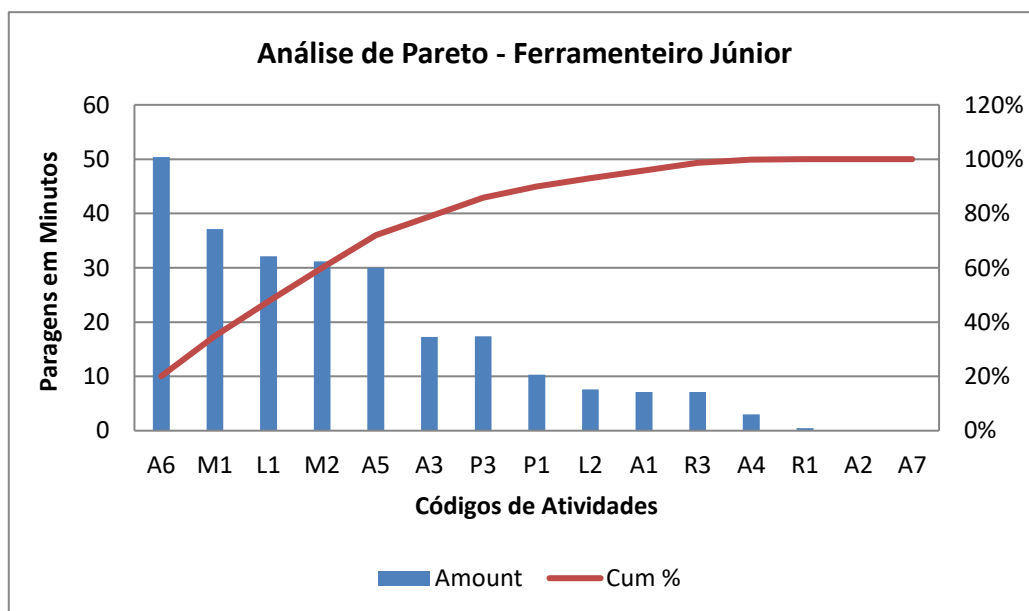


Figura 5.3. Análise de Pareto – Ferramenteiro Júnior

Observa-se dessa forma, que 80% das paragens concentram-se em atividades não relacionadas ao trabalho (A6), movimentação de ferramentas (M1), limpeza da área de

trabalho (L1), movimentação externa (M2), lanche (A5) e pausas para atender outro setor (A3), sendo a primeira citada a de maior destaque e que, portanto, será um dos focos principais de melhoria. A Figura 5.4 ilustra os resultados obtidos para o trabalho do ferramenteiro sénior.

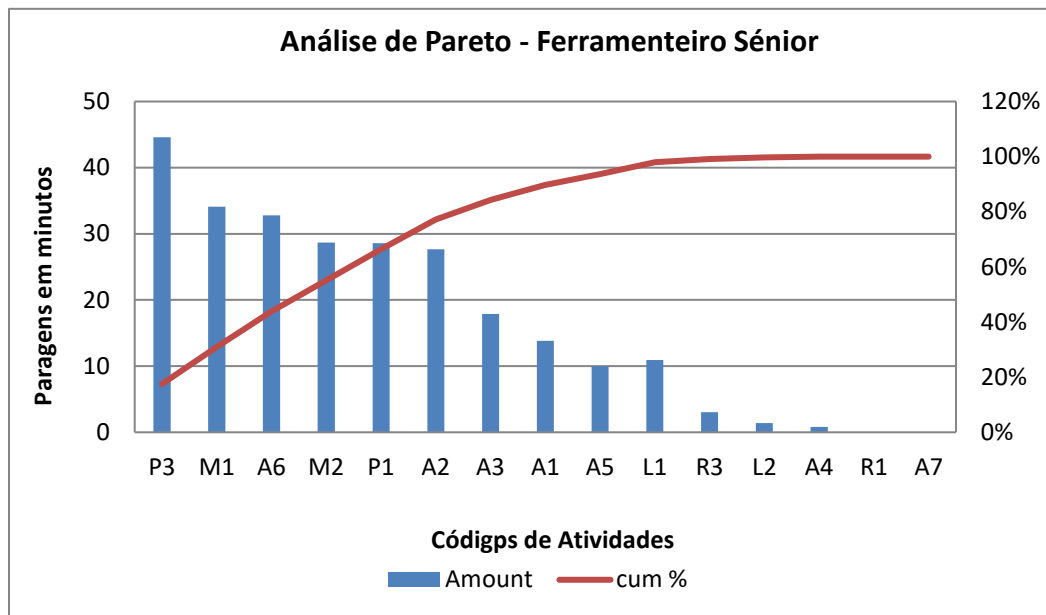


Figura 5.4. Análise de Pareto TC – Ferramenteiro Sénior

Neste caso, 80% das paragens são ocasionadas por busca e identificação de ferramentas (P3), movimentação de ferramentas (M1), atividades não relacionadas com o trabalho (A6), movimentação externa (M2), verificação do plano/ficha de produto (P1) e pausas para atender o TC (A2), sendo a primeira, mais uma vez, bem mais representativa em comparação com as outras, e por isso também foco principal para melhorias.

Vale lembrar, que paragens para lanche, identificadas dentro dos 80% no caso do ferramenteiro júnior, fazem parte das paragens programadas, e portanto não serão alvos de qualquer intervenção. Mais uma vez, embora a limpeza da área de trabalho seja algo necessário, aqui não foi considerado como paragem programada pois não há atualmente um plano de limpeza para o setor.

5.2. Diagrama Ishikawa

O diagrama Ishikawa, ou diagrama de causa e efeito, é uma ferramenta que permite a identificação dos fatores que impactam diretamente um problema, com o intuito

de facilitar a visualização e entendimento das principais causas e seus efeitos dentro do sistema. A Figura 5.5 ilustra o diagrama para este projeto, sendo ele desenvolvido em conjunto com o ferramenteiro sênior e o responsável do setor de laminagem,

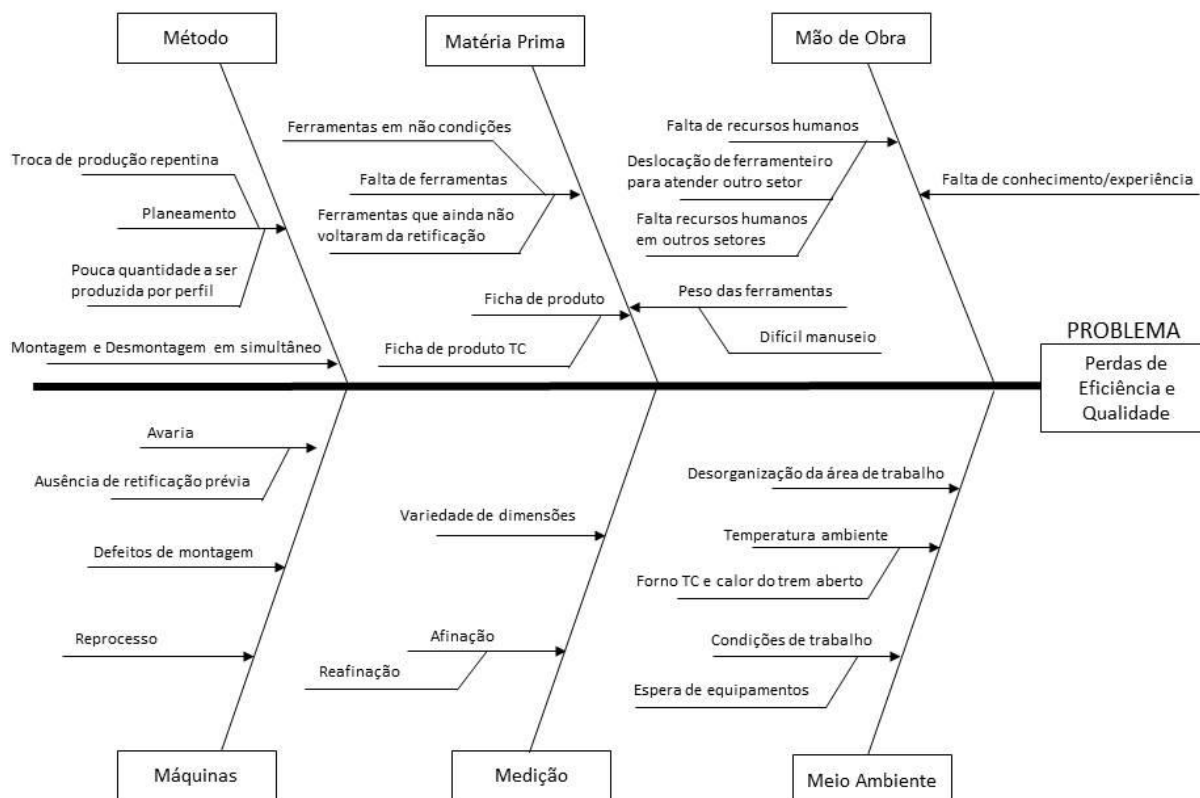


Figura 5.5. Diagrama Ishikawa

Para além das causas identificadas acima, foi observado a não devolução de ferramentas secundárias, denominadas consumíveis e retiradas pelos laminadores, aos ferramenteiros após o uso no trem. Embora isto não gere perdas de eficiência e qualidade, acaba-se por gerar desperdícios de material, sendo utilizado material novo com mais frequência e que, portanto, também foi levado em consideração.

Além disso, para encontrar as causas de paragens não planeadas observadas durante o acompanhamento dos turnos, foi levantado com o ferramenteiro sênior o porquê dessas ocorrências, tendo como base o método dos 5 por quês. Embora baseado na técnica citada, as respostas acabaram surgindo sem a necessidade de mais de duas ou três perguntas, e por isso somente os resultados foram colocados aqui, conforme Tabela 5.2.

Tabela 5.2. Causas raízes encontradas para problemas específicos

Problema	Causa
Busca de equipamentos no pavilhão do corte	Falta de equipamentos diários na mesa de trabalho
Busca de rolamentos armazém	Erro no dimensionamento da necessidade de material
Realização de retificação suposto a PTR	Não aviso prévio a PTR ou falha no trabalho da PTR
Deslocação excessiva para depósito de lixo exterior	Ausência de plano de limpeza que limitem a ação
Pausa para atender outro setor	Falta de recursos humanos em outros setores

Por fim, o último ponto a ser levantado foi a demora na busca e identificação de ferramentas em ambos os trens, sendo que, no caso do TC, a causa principal disso surge da necessidade do ferramenteiro de medir ferramenta por ferramenta para encontrar a necessária, enquanto no TA a dificuldade se deve muito mais ao peso das ferramentas, que dificulta o manuseio, e da desorganização do setor.

5.3. Diagrama Spaghetti

O diagrama Spaghetti é uma ferramenta utilizada para determinar os deslocamentos e distâncias percorridas pelo material ao longo do processo para auxiliar na identificação do melhor layout para aquele determinado espaço, eliminando aqueles que não são eficientes.

Sendo observado que um dos desperdícios principais do processo corresponde a movimentação externa excessiva do ferramenteiro, seja para descarte de lixo, para buscar equipamento ou troca de áreas de trabalho, desenvolveu-se um diagrama Spaghetti para determinar os percursos mais utilizados diariamente e a média de vezes que os efetuam, conforme Tabela 5.3 e Figuras 5.6 e 5.7.

Tabela 5.3. Distâncias percorridas pelo ferramenteiro por turno

Seta	Operação	Movimentação do Ferramenteiro	Nº	Distância (m)	Nº vezes percorrida	Distância p/ turno (m)
→	Verificação no trem	Da mesa de trabalho para TA	1	22,28	4	89,12
→	Movimentação entre trens	Da mesa de trabalho TA para mesa de trabalho TC ou o inverso	2.1	72,86	2	145,72
			2.2	91,28	1	91,28
			2.3	86,65	1	86,65
→	Busca de equipamentos	Da mesa de trabalho TA ao Armazém	3.1	64,83	3	194,49
		Da mesa de trabalho TC ao Armazém	3.2	94,44	3	283,32
→	Pedido de ferramentas/ informações	Da mesa de trabalho TA ao gabinete da Produção	4.1	96,64	2	193,28
		Da mesa de trabalho TC ao gabinete da Produção	4.2	54,42	2	108,84
→	Busca de equipamentos	Da mesa de trabalho TA ao pavilhão do corte	5.1	57,48	3	172,44
		Da mesa de trabalho TA a área de descarte	5.2	70,36	2	140,72
Total						1505,86

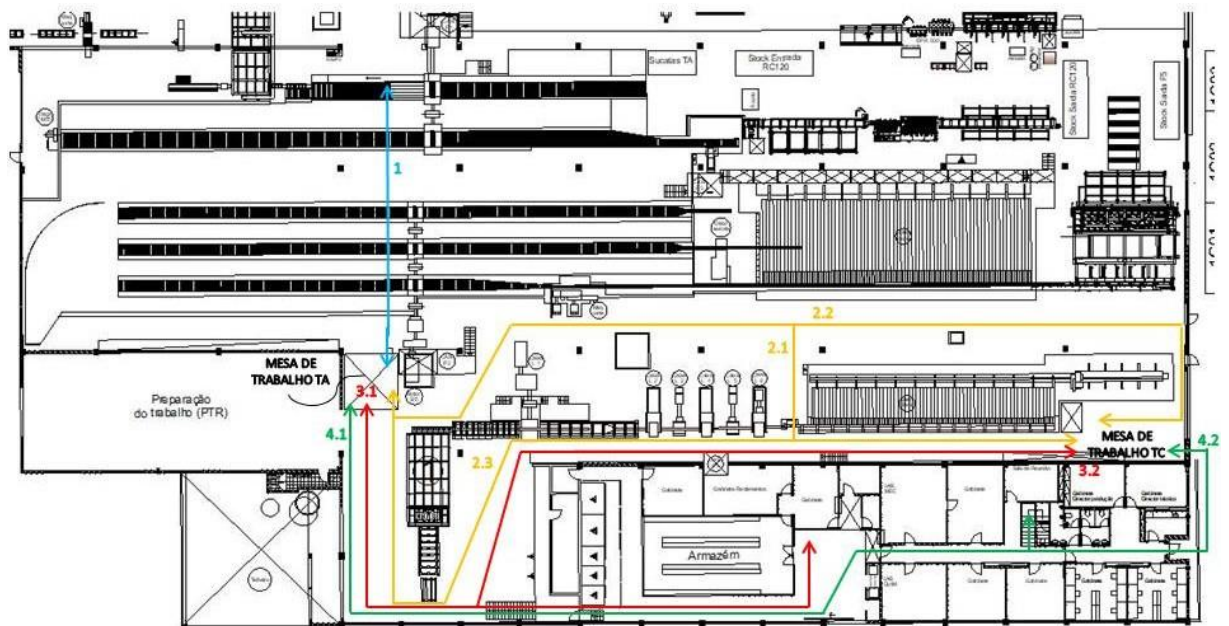


Figura 5.6. Diagrama Spaghetti pavilhão laminagem

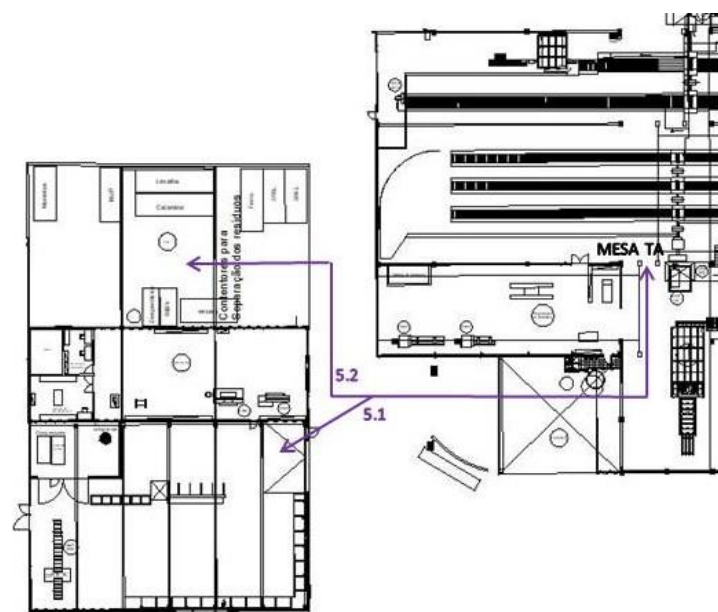


Figura 5.7. Diagrama Spaghetti pavilhões externos

Além disso, para compreender melhor o fluxo das ferramentas em si, elaborou-se um diagrama Spaguetti para identificar o fluxo do material, tanto no trem contínuo, quanto no trem aberto. Assim, no último citado, todo o trabalho é executado na mesma mesa de trabalho localizada ao lado do trem, para onde são transportadas todas as ferramentas que precisam ser montadas.

Neste caso, a caixa 1 tem um índice de trocas muito menor que as outras caixas, sendo em sua grande maioria efetuada a troca e a manutenção apenas dos roletes que nela são utilizados. Na Figura 5.8 e na Tabela 5.4 podem ser visualizados os percursos realizados nesta área de trabalho e as distâncias correspondentes.

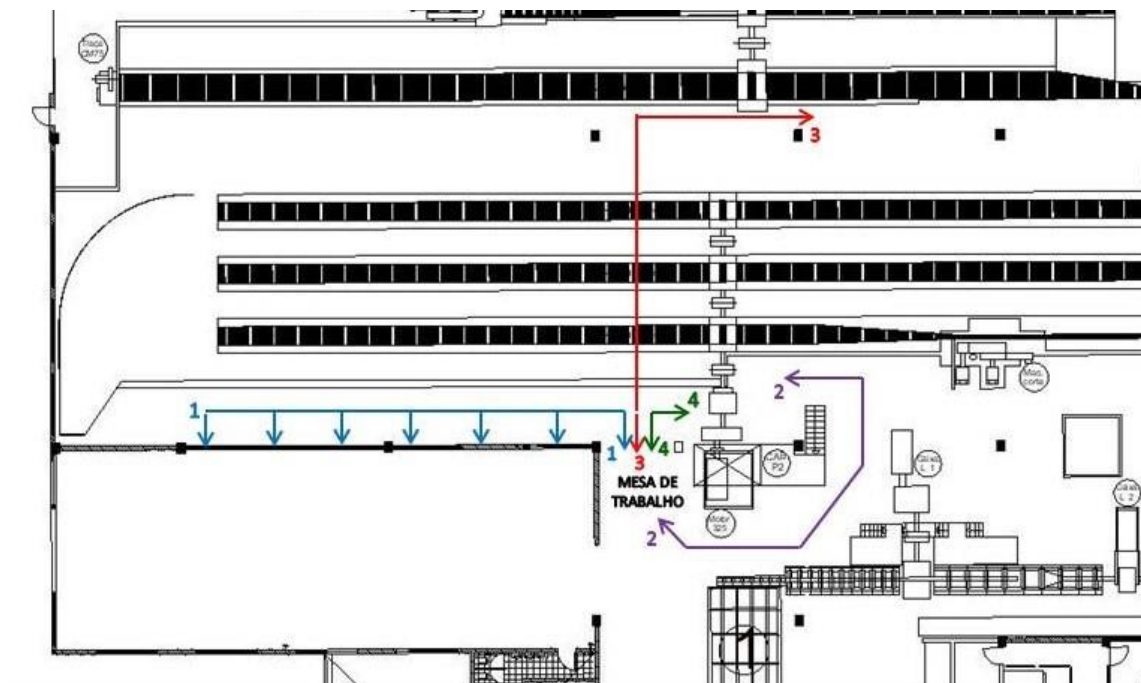


Figura 5.8. Diagrama Spaghetti ferramentas TA

Tabela 5.4. Distâncias percorridas pelo ferramenteiro no TA

Movimentação/Operação TA	Nº	Distância percorrida	
		Min	Máx
Movimentação de ferramentas entre mesa e prateleiras de armazenagem	1	6,66	26,03
Movimentação de tubos entre mesa e área de entrada	2	21,54	-
Movimentação ferramentas da caixa 2 entre mesa e área de entrada	3	26,66	-
Movimentação de ferramentas prontas para área de entrada	4	6,78	-
TOTAL		61,64	81,01

Já no caso do trem contínuo, o trabalho é realizado em duas mesas de trabalho, sendo que na mesa de trabalho 1 realiza-se a montagem e manutenção de ferramentas das caixas 2 a 6, e na mesa de trabalho 2 é feita a montagem das ferramentas da caixa 1, que já são armazenadas próximas a caixa em si para poupar deslocação em excesso, conforme Figura 5.9 e na Tabela 5.5.

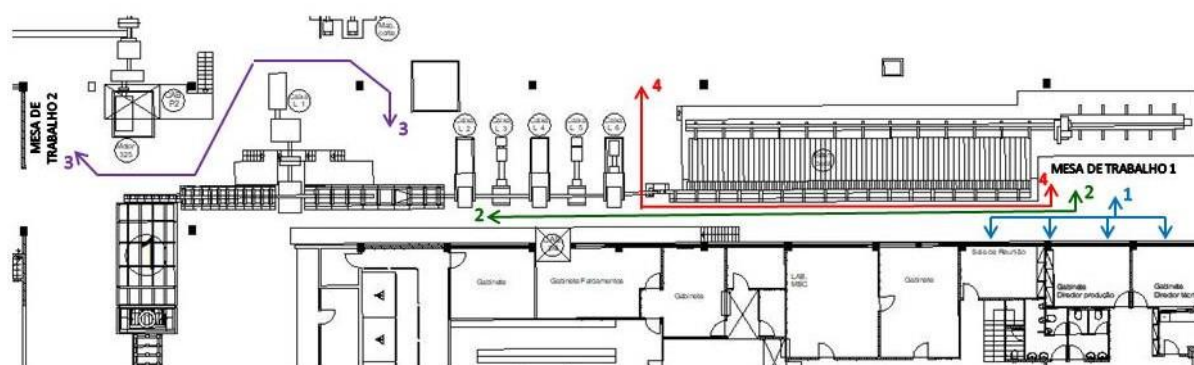


Figura 5.9. Diagrama Spaghetti ferramentas TC

Tabela 5.5. Distâncias percorridas pelo ferramenteiro no TC

Movimentação/Operação TC	Nº	Distância percorrida	
		Min	Máx
Movimentação de ferramentas entre mesa e prateleiras de armazenagem	1	2,5	8,5
Movimentação de ferramentas entre trem e mesa de trabalho	2	26,68	36,25
Movimentação ferramentas da caixa 1 entre mesa e prateleiras de armazenagem	3	29,65	-
Movimentação para verificar plano de produção	4	31,13	-
TOTAL		89,96	105,53

A área de entrada referida nas especificações das operações refere-se a área determinada pela equipe onde as ferramentas prontas ficam até entrarem no trem, e áreas de saída aquelas determinadas para as ferramentas que saem do trem. Já prateleiras de armazenagem referem-se ao local onde as ferramentas ficam guardadas.

Vale lembrar ainda, que para realizar a lavagem das ferramentas do trem contínuo é necessário transportá-las à mesa de trabalho 1, pois a única máquina de lavar disponível se encontra neste posto, embora essa limpeza não seja feita com frequência. Para este percurso é utilizado o caminho 2.3 da Figura 5.2, totalizando uma distância de 173.3 metros entre ida e volta.

As distâncias mínimas e máximas existentes nos percursos realizados para as áreas de armazenagem estão associadas a localização de cada ferramenta nas prateleiras correspondentes, sendo o total que será percorrido dependente do perfil que será produzido. A Figura 5.10 ilustra os tipos de perfil mais produzidos no trem aberto e no trem contínuo no ano de 2018, visando o melhor entendimento de quais ferramentas acabam por ser mais requeridas atualmente.

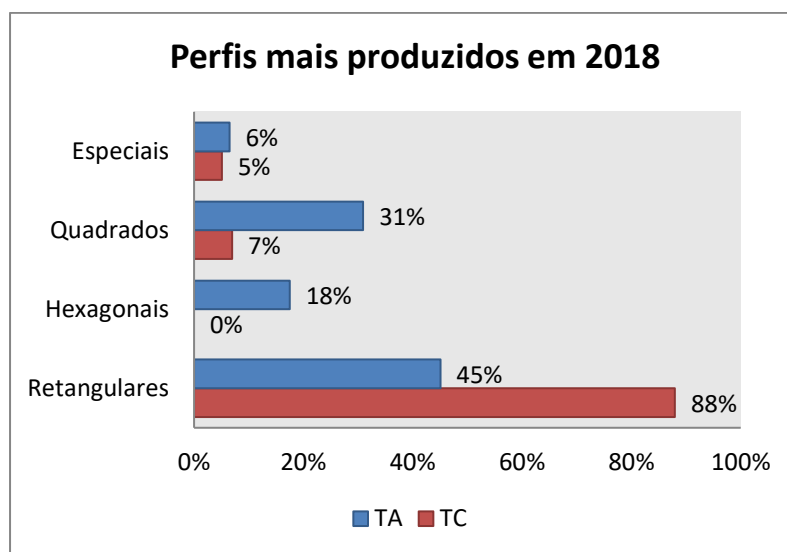


Figura 5.10. Perfis mais produzidos pela empresa em 2018

Assim, observa-se que perfis retangulares correspondem a maior parte da produção em ambos os trens, sendo que os quadrados também representam uma boa parte da produção no trem aberto. Para perfis quadrados são utilizadas ferramentas A e B, enquanto para retangulares são utilizadas majoritariamente ferramentas E, logo, sendo estas as ferramentas mais requeridas.

Em alguns casos, quando no meio do processo de produção a barra é transformada em uma barra redonda ou oval, é necessário o uso de ferramentas C e D. Perfis especiais e hexagonais, menos produzidos, devem ser produzidos com ferramentas tipo F, G e X. Cada letra representa a codificação dada as ferramentas pela empresa a fim de facilitar a montagem e controle das mesmas.

5.4. Cartografia de Fluxos

Embora normalmente a cartografia de fluxos seja elaborada a fim de mostrar todas as etapas de um processo, neste caso, optou-se por criar uma cartografia dos processos de montagem e desmontagem, pois o processo em si não é linear nem constante.

O principal objetivo desta ferramenta é a visualização do tempo médio despendido para a realização das tarefas, facilitando dessa forma a identificação daquelas

que não criam valor. A cartografia de fluxos desenvolvida para o setor da ferramentaria encontra-se no APÊNDICE F.

Como observado, o tempo do processo corresponde ao tempo bruto de montagem citado anteriormente. Isso se deve ao fato de que a diferença do tempo de montagem bruto e o tempo de montagem atual, Tabela 5.6, se deve exclusivamente aos desperdícios detectados anteriormente que ocorrem durante o processo, sendo esse tempo bruto o objetivo a tentar ser alcançado.

Tabela 5.6. Tempo Atual x Tempo Ideal

Trem	Tempo atual	Tempo ideal	Desperdícios
TA	45 min	29,53 min	15,47 min
TC	25 min	18,66 min	6,34 min

Por fim, indo de encontro com o que já foi detectado nas análises anteriores, o tempo despendido para busca de ferramentas no TC é relativamente alto. Embora corresponda a apenas 2,21 minutos na pior situação, esse tempo está muito próximo do tempo necessário no TA na pior situação, ou seja, na busca de ferramentas a 26 metros da mesa de trabalho, que para além disso, são muito mais pesadas, demonstrando o desperdício existente.

5.5. Síntese (ANALISAR)

Na presente fase, verificou-se que os fatores que mais influenciam a variabilidade do processo e que precisam ser melhorados são:

- Paragens:
 - Atividades não relacionadas com o trabalho;
 - Movimentações de ferramentas e movimentações externas;
 - Limpeza da área de trabalho.

- Busca/identificação de ferramentas:
 - Desorganização da área de trabalho;
 - Falta de padronização (Ficha de produto TC)

6. MELHORAR

6.1. Brainstorming

O brainstorming caracteriza-se como uma ferramenta de grupo voltada para a geração de ideias e soluções a partir de pessoas com diferentes perspectivas, sem restrições a imaginação e livre de críticas. Assim, com o principal objetivo de discutir ideias de melhorias para o setor da ferramentaria e para a o trem contínuo, realizou-se uma sessão de brainstorming envolvendo a autora da dissertação, Gabriella França, o Engenheiro João Sismeiro, o Engenheiro José Santos, e as duas equipas de laminagem do trem contínuo.

Embora este trabalho englobe ambos os trens, optou-se por chamar somente a equipa do trem contínuo, já que o trem aberto tem sido foco de melhorias nos últimos anos e assim possui condições de trabalho ligeiramente melhores e mais organizadas, ponto que passa agora a ser alterado pela empresa, que busca a padronização entre os dois trens.

A sessão foi iniciada por uma apresentação sobre a atual situação do setor, com a entrega posterior de cartões aos colaboradores para que neles colocassem suas ideias, posteriormente agrupadas de acordo com suas semelhanças. Figura 6.1.



Figura 6.1. Conjunto de ideias obtidas com as sessões de Brainstorming

Com as ideias separadas, cada colaborador pôde escolher as três que considerasse mais pertinentes. As ideias mais votadas foram então ordenadas, sendo elas:

1. Ferramentas mais leves
2. Remoção automática de camisas/menos esforço físico
3. Ficha de produto igual TA
4. Ferramentas mais adequadas (tubos com ferrugem)
5. Afinação automática no trio
6. Alterar suportes da Car dos lados mais largos
7. Garantir boas condições da ponte rolante
8. Uniformizar tubos e suportes para evitar mexer nas mesas
9. Demarcar área entrada/saída de ferramentas e designar tarefas
10. Mesa de carga dos fornos (quadrado)
11. Melhores condições ambientais (calor e eliminação de riscos)
12. Programa de produção com menos variações
13. Controle de velocidade de rotação dos cilindros automáticos

Para verificar a possibilidade de implementação de cada uma, todas foram inseridas em uma matriz importância *versus* dificuldade de implementação, a fim de identificar prioridades e gerir melhor o tempo disponível. A urgência para a realização de cada melhoria também foi considerada, sendo representada pelo diâmetro do círculo que a representa, Figura 6.2.

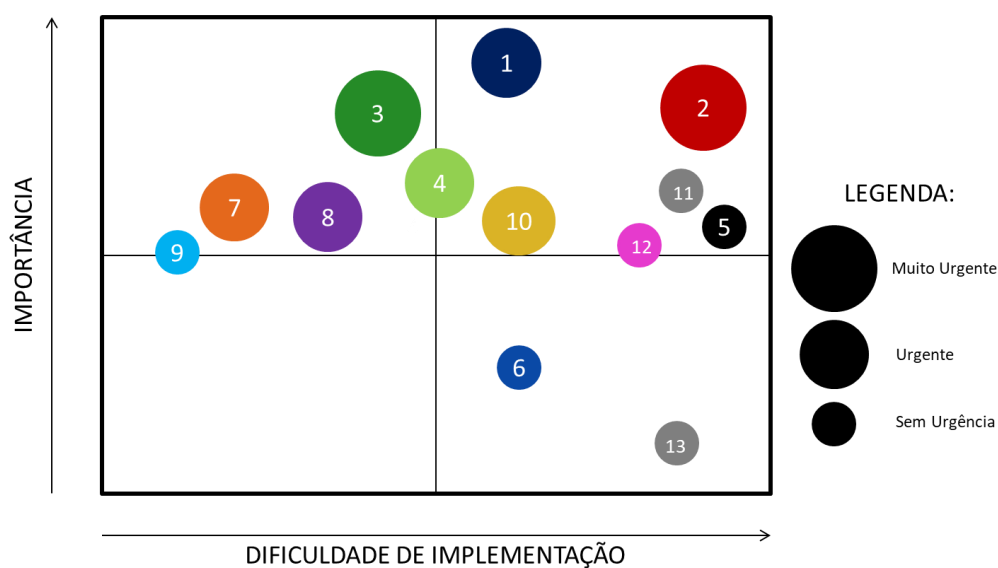


Figura 6.2. Matriz Importância vs Dificuldade de Implementação

Observa-se, dessa forma, que algumas das ideias, embora relevantes diante das equipas de trabalho, são de difícil execução e necessitam de um período e dedicação maior para serem estudadas, enquanto outras não apresentam relevância suficiente e são difíceis de implementar, sendo que as ideias 8 e 10 já estão em fase de implementação pela empresa.

Portanto, com o tempo limitado de estágio, decidiu-se por focar nas ideias propostas de mais fácil implementação, possíveis de serem desenvolvidas e aplicadas, e na ideia 1, de difícil implementação, mas com uma importância bastante relevante em comparação com as outras, resumindo-se então as seguintes melhorias:

- Ferramentas mais leves – instalação de bandeira no TC (ideia 1);
- Ficha de produto igual TA (ideia 3);
- Demarcação da área de entrada e saída de ferramentas (ideia 9).

Para além dessas, propôs-se outras melhorias com base nos desperdícios identificados na fase de análise, com o intuito de diminuir as perdas e falhas encontradas no processo, sendo elas:

- Aplicação dos 5S's e criação de Plano de Limpeza;
- Aplicação Poka Yoke;
- Quadro de trabalho TC;
- Ficha de controlo de Stock;
- Programação de trabalho;
- Matriz RACI;
- Instruções de trabalho.

A Tabela 6.1 traz todas as ações definidas, os benefícios obtidos e que se esperam obter, seus custos associados, seu status atual e as datas de conclusão ou previstas para a implementação. O custo total esperado caso todas as melhorias sejam aplicadas é de 3574,73€.

Tabela 6.1. Cronograma de implementação de melhorias

Proposta de Melhoria		Ganhos	Custos	Status	Data de Conclusão	Data para Implementação	
						Início	Fim planeado
1	Criação de Plano de Limpeza	Redução de 50% do tempo hoje despendido pelo ferramenteiro júnior com limpeza da mesa de trabalho e descarte de lixo	Não aplicável	Implementada	14/06/2019	20/05/2019	18/07/2019
2	Alteração da Ficha de Produto no TC	Redução de 61% na busca de ferramentas, diminuindo o tempo de montagem de um conjunto de ferramentas.	Não aplicável	Em curso	-	20/05/2019	31/12/2019
3	Colocação de dois carros para designar áreas de entrada e saída de ferramentas no Trem Contínuo	Melhorar organização durante a troca de ferramentas com intuito de iniciar a implementação do SMED no trem contínuo	538,00 €	Em curso	-	14/06/2019	18/07/2019
4	Matriz RACI	Criação formal de tarefas e responsabilidades de cada colaborador	Não aplicável	Implementada	20/03/2019	24/05/2019	18/07/2019
5	Painel de trabalho TC	Eliminação de 62,26 m no percurso diário do ferramenteiro, que pode chegar a 249 m já que é feito cerca de 3 a 4 vezes por dia	15,00 €	Implementada	27/07/2019	14/06/2019	18/07/2019
6	Poka Yoke	Eliminação de reprocesso e defeitos na hora da montagem de ferramentas	15,00 €	Implementada	20/03/2019	24/05/2019	18/07/2019
7	Quadro de trabalho TA	Visualização mais intuitiva das ferramentas durante a troca de ferramentas	46,73 €	Em curso	-	20/06/2019	18/07/2019
8	Instalação de Bandeira no TC	Redução do esforço físico necessário para movimentar as ferramentas da caixa 1	1 460,00 €	Em análise	-	20/06/2019	Ainda não determinado
9	Programação de trabalho através de ficha de controlo	Diminuição esperada de 50% do tempo gasto atualmente com atividades não relacionadas ao trabalho	Não aplicável	Implementada	24/05/2019	20/05/2019	18/07/2019
10	Controlo de Stock em papel	Controle de consumo dos consumíveis no trem	Não aplicável	Implementada	24/05/2019	20/05/2019	18/07/2019
11	App para controlo de Stock	Eliminar o uso de folhas para controlo de Stock e facilitar o controlo de consumíveis no trem	1 400,00 €	Em curso	-	17/06/2019	31/07/2019
12	Aplicação 5S's	Redução de 44% na distância percorrida pelos ferramenteiros por turno	100 €	Implementada	24/05/2019	20/05/2019	18/07/2019
Custo Total			3 574,73 €				

6.2. 5S's

Para aplicação dos 5S's dividiu-se o trabalho entre os dois trens de laminagem, ambos os processos se iniciando com a identificação dos objetos de uso diário e da eliminação daqueles utilizados apenas casualmente.

Em ambos os trens, as ferramentas foram reorganizadas de acordo com a nomenclatura dada a elas e com os perfis mais produzidos, ou seja, priorizando as

ferramentas A, B e E. Nas prateleiras superiores foram colocadas ferramentas mais leves para facilitar o trabalho dos ferramenteiros e evitar excesso de esforço físico.

Na fase de limpeza, foi elaborado um plano de limpeza, visualizado no APÊNDICE G, com principal intuito de limitar essa atividade a uma única vez por turno, tendo como base as perdas identificadas na fase de análise, e para a fase de normalização e disciplina é realizada uma auditoria mensal, APÊNDICE H, tanto para trem contínuo como para trem aberto. A Figura 6.3 ilustra algumas das melhorias obtidas.



Figura 6.3. Antes e depois da aplicação dos 5S's

De maneira geral, com a aplicação do 5S's, obteve-se um aumento da eficiência em ambos os trens, além da melhoria na imagem do setor e da redução de desperdícios, principalmente daqueles relacionados a tempos de execução e movimentação, uma das subatividades com maior consumo de tempo de ambos os ferramenteiros.

6.3. Propostas de melhoria

6.3.1. Poka Yoke

A fim de eliminar desperdícios como reprocesso e defeitos, e evitar erros de montagem no trem, propôs-se a aplicação de um sistema anti-erros na ferramentaria do trem aberto para facilitar a visualização e identificação das ferramentas necessárias por parte dos laminadores, responsáveis por montar as ferramentas no trem.

Embora não haja um índice elevado de paragens causadas por esse tipo de erro nos registros da empresa, durante observação em campo, percebeu-se que eles ocorrem, mas que, no entanto, acabam por ser notados antes do reinício da produção. Porém, mesmo não havendo erros posteriores, quando em produção, esse tipo de ocorrência atrapalha as trocas de ferramentas, pois aumenta o tempo necessário de paragem no trem para esse tipo de atividade, que acaba por também ser um desperdício.

Dessa forma, como ponto de partida, definiram-se cores para cada uma das caixas, que foram aplicadas nas áreas onde as ferramentas prontas são armazenadas antes de entrarem no trem, conforme Figuras 6.4. e 6.5.



Figura 6.4. Carro de entrada e saída de tubos lado terra



Figura 6.5. Área de entrada de ferramentas do trem aberto

Como os lados do trem aberto são diferenciados entre mar e terra, as ferramentas que entram do lado mar foram pintadas de azul e as que entram apenas do lado terra foram pintadas de vermelho, Figura 6.6.

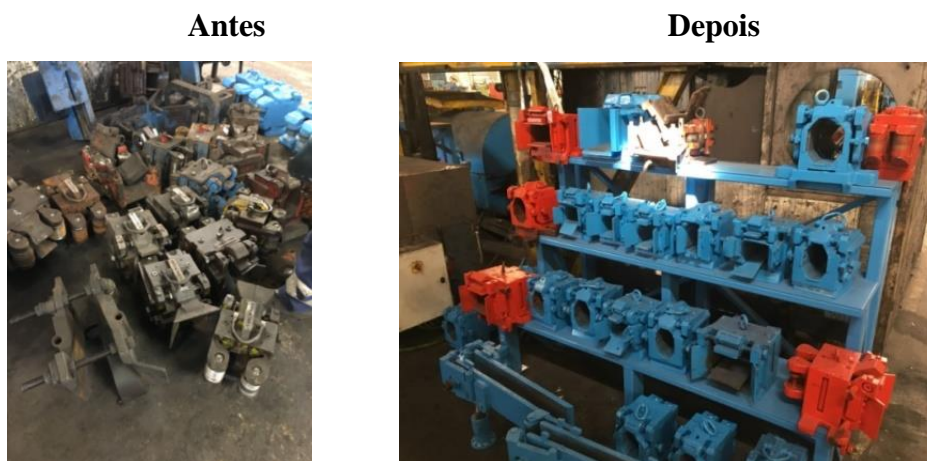


Figura 6.6. Identificação ferramentas lado terra/mar

Além disso, também foi proposto a alteração do quadro existente no trem, que indica as ferramentas da próxima troca consoante o perfil que vai ser produzido para criar um canal de informação mais visual e intuitivo. Apesar de ter tido boa aceitação pela equipe do trem e melhorar a visualização, conforme o objetivo, o espaço disponível para a escrita é muito limitado devido ao tamanho do quadro, e portanto também limitava o trabalho dos ferramenteiros, sendo decidido por retirá-lo temporariamente a fim de encontrar outro meio para aumentar o espaço. O quadro pode ser visualizado na Figura 6.7.



Figura 6.7. Proposta quadro TA

Assim, a aplicação do Poka Yoke trouxe vários benefícios, como o aumento da eficiência do trabalho, a redução dos erros e defeitos provenientes de montagens de ferramentas erradas no trem, e a redução dos tempos de movimentação e da troca de ferramentas.

6.3.2. Ficha de Produto TC

Outro ponto levantado durante a sessão de Brainstorming foi a falta de uma ficha de produto que contenha as ferramentas associadas a cada dimensão, ou seja, uma ficha de produto igual ao do TA, o que remete a falta de padronização entre os dois trens de laminagem.

A padronização é hoje uma das soluções encontradas e desenvolvidas pelas empresas no quesito de melhorar a assertividade de suas operações. Um processo padronizado permite e facilita a obtenção de uma excelência operacional, além de reduzir os custos, aumentar a qualidade, facilitar no treinamento dos colaboradores e diminuir as falhas e acidentes. Neste contexto, propôs-se, e desenvolveu-se, uma nova ficha de produto para o TC, conforme Figura 6.8, de maneira a igualar as informações recebidas pelos ferramenteiros e também pelos laminadores.

Os principais benefícios dessa melhoria dentro do trabalho da ferramentaria, consiste na diminuição do tempo despendido na busca e identificação de ferramentas, a segunda subatividade que mais consome tempo durante o período de trabalho (cerca de 12%), e na retirada do conhecimento do ferramenteiro sênior para o papel, permitindo que outras pessoas consigam efetuar o mesmo trabalho sem grandes dificuldades.

Ficha de Produto Trem Contínuo																BOLLINGHAUS STEEL	
Código		Nominal				Técnico						04/06/2019					
4005142000		20,00		X		20,0		20,20		X		20,20					
Itens																	
Caixa	Trio					2ªCAIXA		3ªCAIXA		4ªCAIXA		5ªCAIXA		6ª CAIXA			
Grupo	B					6		7		8		9		11			
Gorne	1		7		13		4		3		1		1		1		
Perfil	+		■		+		■		+		■		+		■		
Dimensões	50,7	35,9	31,5	31,5	43,0	29,0	26,0	26,0	36,0	29,0	24,0	24,0	34,2	26,2	20,2	20,2	
Suporte Entrada																	
Laterais/ Caixa/ Car Entrada	A-1					CAR 3A		CAR 3A		CAR 3A		CAR 3A		CAR 3A			
Chapas de enchimento/ Guias						B308		A319		B319		A318		B318			
Roletes Entrada						RB308		RA319		RB319		RA318		RB318			
Suporte de Saída						PE02		PE02		PE02		PE02		PE02			
Tubo/ Caixa Saída/ Guides						A11		B09		A10		B08		A08			
Laterais de Saída	N/A		N/A		N/A		N/A		N/A		N/A		N/A		N/A		
Roletes Saída	-		-		-		-		-		-		-		-		
Calha Entrada																	
Calha Saída																	
Travessa/ Mesa Entrada						Mesa 01		Mesa 01		Mesa 01		Mesa 01					
Travessa/ Mesa Saída																	
RPM																	
Bilete	Round	43,00	Square	N/A							Pass design:		Aprovado:				
Observações:																	

Figura 6.8. Nova Ficha de Produto TC

Para se verificar a dimensão desses benefícios, realizou-se a medição do tempo despendido na montagem das ferramentas da quarta caixa para o perfil quadrado 20,00 x 20,00, sendo que os tempos obtidos podem ser visualizados na Tabela 6.2.

Tabela 6.2. Tempos recolhidos com utilização de nova ficha de produto

Ficha de Produto Antiga		Ficha de Produto Nova	
Tarefa	Tempo (min)	Tarefa	Tempo (min)
1. Verificação do plano	1,06	1. Verificação do plano	0,39
2. Busca de ferramenta	5,6	2. Busca de ferramenta	2,15
3. Montagem	9,07	3. Montagem	5,63
4. Limpeza guias/tubos	0	4. Limpeza guias/tubos	0
5. Afinação	1,27	5. Afinação	1,57
6. Movimentação ferramentas	0,25	6. Movimentação ferramentas	0,49
7. Desmontagem roletes	3,25	7. Desmontagem roletes	2,21
Total	20,41	Total	12,44

Como observado, a melhoria aplicada diminui a busca/identificação de ferramentas em até 3,45 minutos, ou seja, uma redução de cerca de 61%, enquanto o tempo despendido na verificação do plano, que também está diretamente associado ao modelo da ficha de produto, sofreu uma redução de 0,67 minutos, que equivale a 63%.

Embora os valores em minutos pareçam pouco, os valores encontrados correspondem a montagem de apenas um conjunto de ferramentas, que atende apenas uma

caixa. Tendo em conta que a média de montagens por turno é de cinco conjuntos, se a melhoria for aplicada em todas as montagens, em um turno haveria a poupança aproximada de 4 minutos por conjunto, resultando em uma poupança total de 20 minutos, tempo necessário para montar um sexto conjunto, caso necessário.

Para além disso, embora haja diferenças de tempo nas outras tarefas de montagem, esses valores não são diretamente afetados pela ficha de produto e sua variação é esperada, já que dependem das condições das ferramentas no momento da montagem. Logo, assim como a diferença entre os tempos totais, afetados por todas as tarefas, não foram utilizados como meios de comparação. Mesmo assim, os resultados encontrados são satisfatórios. No entanto, para a implementação total da melhoria, é necessário tempo para realizar o levantamento das ferramentas utilizadas em cada perfil.

Assim, com o período útil de realização do trabalho, foi possível a conclusão parcial do levantamento para perfis quadrados e lisos, faltando sua conclusão e a aplicação da melhoria para os perfis especiais. Dessa forma, para facilitar a busca pelo ferramenteiro no momento atual, foram colocadas, nas áreas de armazenagem, etiquetas com as dimensões internas dos tubos e guias, facilitando a visualização e evitando que ele tenha que utilizar o paquímetro a todo momento.

6.3.3. Quadro de trabalho TC

Diante da identificação da necessidade do ferramenteiro sénior ter de se deslocar até a mesa de trabalho do chefe de equipa junto ao trem para verificar o plano de produção, propôs-se a implementação de um painel de trabalho na mesa de trabalho deste trem contendo as informações sobre o programa de produção, plano de limpeza e instruções de trabalho.

A melhoria visa diminuir o deslocamento excessivo do Ferramenteiro e assim aumentar o tempo útil de trabalho, ou seja, na realização de atividades que acrescentem valor. Para além disso, o quadro também permitiu uma melhor organização do setor, eliminando da mesa de trabalho material não necessário a montagem de ferramentas. A Figura 6.9 ilustra o antes e o depois da instalação do quadro.



Figura 6.9. Paineil de trabalho TC

6.3.4. Entrada e Saída de Ferramentas TC

Outro ponto levantado na sessão de Brainstorming, não tão associado ao trabalho dos ferramenteiros, mas com relação direta com as ferramentas utilizadas no trem, é a definição de áreas de entrada e saída de ferramentas junto ao mesmo, importantes para facilitar o trabalho durante as trocas.

Com isso em mente, e considerando o peso e o esforço físico necessários para a locomoção das mesmas, além do pouco espaço disponível ao redor do trem, propôs-se como solução a utilização de dois carros de transporte na área de trabalho, um para a entrada e outro para a saída de ferramentas, sistema parecido com o existente no trem aberto para os tubos utilizados do lado terra.

Para o carro de entrada, propôs-se a utilização de um carro um pouco menor e com sistema de elevação, conforme Figura 6.10, visando que as ferramentas prontas para entrar são colocadas em ordem na mesa de trabalho do ferramenteiro e devem ser transportadas até o trem, a elevação auxiliando no alcance da ferramenta à caixa.



Mesa Elevatória Móvel - Capacidade 350 kg
Preço: €555,00

Figura 6.10. Carro com mesa elevatória para entrada de ferramentas

Para a saída, foi proposto um carro de plataformas convencional, sem elevação, com 2 plataformas, conforme Figura 6.11. A ideia aqui é que o carro permaneça ao lado do trem durante os turnos de trabalho, e, durante o turno do ferramenteiro sênior, este é responsável por levá-las de volta a área de armazenagem e organizá-las de acordo com sua correta localização.



Figura 6.11. Carro de plataformas para saída de ferramentas

Após análise, o valor do carro com mesa elevatória foi considerado muito elevado, sendo a proposta recusada. Assim, decidiu-se pela compra de dois carros com 2 plataformas com capacidade de 500 kg, sendo posteriormente pintados de azul, para entrada, e vermelho, para saída.

6.3.5. Controlo de Stock

No contexto dos consumíveis utilizados pelos laminadores durante o funcionamento do trem, criou-se um documento de controlo de *stock* (APÊNDICE I) para se evitar o uso indiscriminado desse material, ou seja, que eles passassem a ser requeridos, utilizados, e devolvidos, em boas ou más condições, evitando dessa forma um desperdício de material desnecessário e permitindo um maior controlo sobre os materiais que são utilizados no trem.

O método adotado acaba por suprir a necessidade imediata, mas dificulta um pouco o trabalho devido ao fato da necessidade de imprimir e entregar às equipas os papéis referentes a esses controlos. Dessa forma, foi feito um estudo para verificar a viabilidade disso ser feito digitalmente, ou seja, através da criação de uma aplicação digital. As funcionalidades podem ser visualizadas na Figura 6.12.

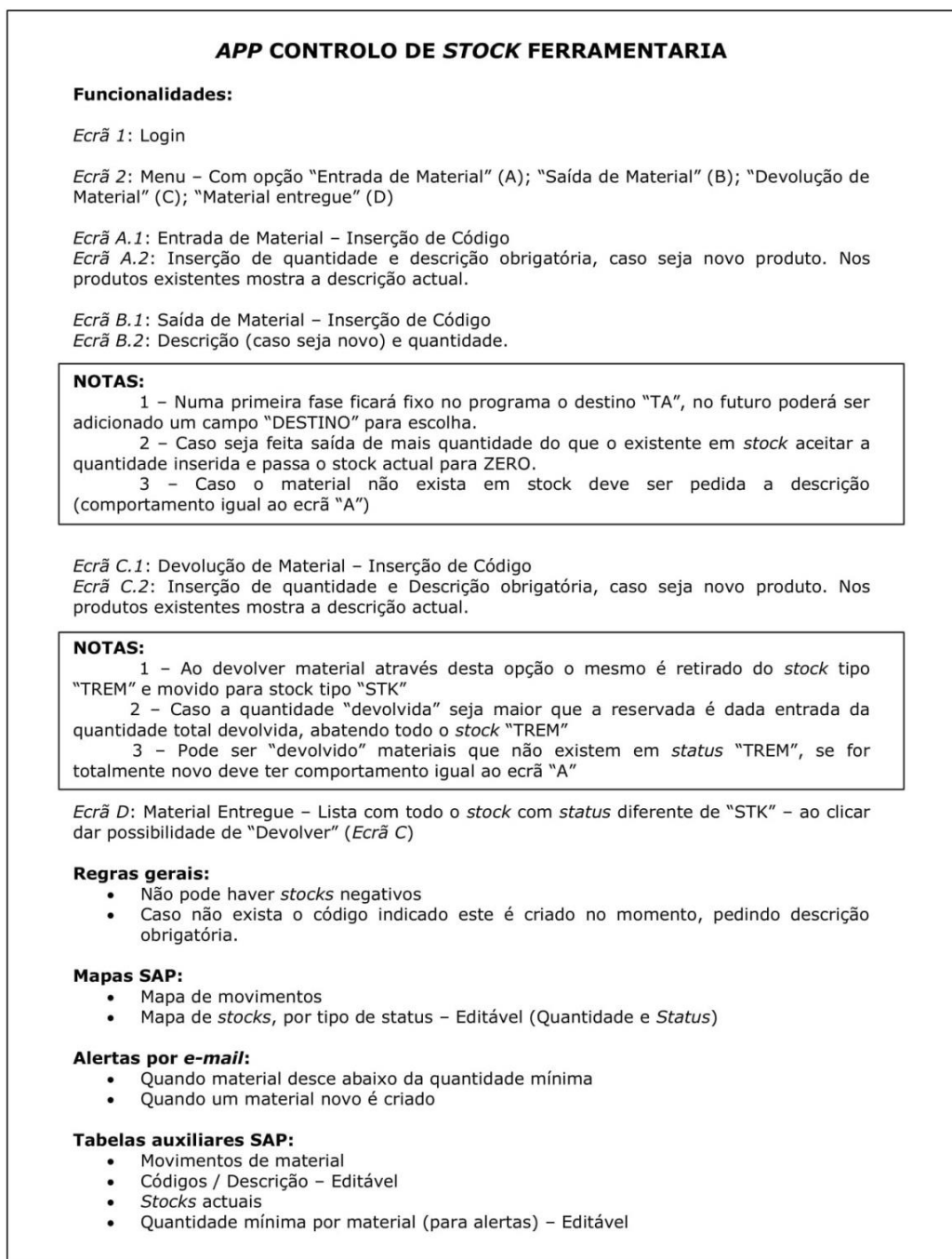


Figura 6.12. Funcionalidades *app* para controlo de *stock*

Embora essa aplicação não impacte substancialmente nos valores numéricos relativos ao trabalho da ferramentaria, ela elimina movimentações excessivas ao armazém para busca de ferramentas, e auxilia, como dito anteriormente, no controlo e gerenciamento dos consumíveis utilizados no trem, podendo futuramente se expandir para o trem contínuo e todas as outras ferramentas.

6.3.6. Programação de trabalho

De forma a estabelecer uma linha de trabalho menos variável e de combater períodos sem trabalho, identificados na etapa de análise como um dos maiores consumidores de tempo do ferramenteiro júnior, foi criada uma *Check List*, APÊNDICE J, contendo tarefas que devem ser cumpridas, obrigatoriamente, em cada turno e que estão relacionadas com a reposição de consumíveis disponíveis aos laminadores do trem.

Além disso, um documento para preenchimento, APÊNDICE K, foi entregue ao Ferramenteiro Sênior com o mesmo objetivo, estando este mais voltado para tarefas circunstanciais que possam surgir no decorrer dos dias de trabalho. Ambos os documentos devem ser assinados pelos ferramenteiros e, em caso de não cumprimento pelo Ferramenteiro Júnior, deve ser deixado uma justificativa por ele. Ambos visam a eliminação de atividades não relacionadas ao trabalho para aumentar as atividades que acrescentem valor, aumentando consequentemente a rentabilidade e eficiência do trabalho.

Como complemento, criou-se uma Matriz RACI para o setor, já que este tipo de ferramenta ainda não é utilizado na empresa e teve grande receptividade para sua implementação. De acordo com Morgan (2008), esta ferramenta é utilizada para identificar todas as tarefas ou atividades de uma empresa ou setor específico, e de todos os envolvidos na realização dessas tarefas, bem como a definição de suas responsabilidades individuais respectivas, sendo que a sigla RACI refere-se as seguintes designações:

(R)esponsável: o grupo de pessoas ou indivíduo responsável pela execução, desenvolvimento, conclusão e entrega do trabalho, ou seja, aquele que faz a tarefa.

(A)utoridade: a autoridade responsável por organizar a tarefa, acompanhar, aceitar ou recusar uma entrega, e aprovar o trabalho, portanto aquele que será cobrado caso algo não aconteça como o esperado.

(C)onsultado: todos aqueles que podem de alguma forma dar dicas, opiniões ou sugestões para melhorar ou aperfeiçoar a performance do trabalho.

(I)nformado: todas as pessoas que precisam ser informadas sobre a conclusão ou início de uma tarefa, como por exemplo gestores, colegas de trabalho, interessados e usuários-chave.

É importante lembrar que cada tarefa deve ter necessariamente um responsável e uma autoridade (que deve ser única), mas que não obrigatoriamente necessita estar

associada a pessoas que precisam ser informadas ou consultadas. A matriz desenvolvida para o setor pode ser visualizada no APÊNDICE L.

6.3.7. Grua de parede para Trem Contínuo

Como dito anteriormente, diante das ideias colocadas pelo brainstorming, algumas apresentam grande dificuldade de implementação por exigirem mudanças físicas e mecânicas das ferramentas ou máquinas. A necessidade de ferramentas mais leves corresponde a uma dessas ideias, sendo bastante difícil de ser aplicado devido ao próprio processo de laminagem, que exige ferramentas mais robustas para ser feita de maneira correta e gerar perfis com qualidade.

No entanto, diante da relevância da ideia, realizou-se um estudo para ver a viabilidade da colocação de uma grua de parede na área de trabalho do trem contínuo, mais especificamente junto a primeira caixa, para diminuir o esforço físico necessário para a movimentação das ferramentas, aproveitando uma das duas guias paradas no pavilhão da embalagem. A Figura 6.13 ilustra a grua e os custos necessários para instalação.



Figura 6.13. Grua de parede para instalação no TC

A ideia está atualmente em fase de análise devido a necessidade de um planejamento mais detalhado e da verificação da viabilidade para sua implementação, como se há espaço físico adequado para ser colocada no pavilhão, o correto dimensionamento de sua estrutura (fundação e pilar), que deverá suportar a carga exercida pela grua, e os custos associados a essa construção.

6.3.1. Instruções de Trabalho

Por fim, para garantir a padronização dos processos e facilitar o entendimento de todos os colaboradores sobre as etapas de preparação de ferramentas, criou-se Instruções Standard de Produção (instruções de trabalho padrão da empresa) para a montagem e para a desmontagem, conforme APÊNDICE M. Além disso, como complemento, foi elaborado uma Instrução Técnica para o setor da ferramentaria, também conforme o modelo padrão já utilizado na empresa, podendo esta ser visualizada no APÊNDICE N.

A criação de instruções de trabalho permite um processo mais consistente, o aumento da produtividade, a redução de desperdícios e a redução da perda de conhecimento quando funcionários com grande experiência saem da empresa, fator importante para o caso em estudo.

6.4. Resultados Obtidos

Com a colocação dos equipamentos na área de trabalho, as idas ao corte foram eliminadas, enquanto os deslocamentos ao depósito de lixo foram limitados, sendo estes realizados somente ao fim do turno, assim como movimentações ao armazém e gabinete de produção. Com isso, observou-se uma diminuição de 657,98 metros da distância total, ou seja, uma redução de 44%. Figuras 6.14 e 6.15 e Tabela 6.3.

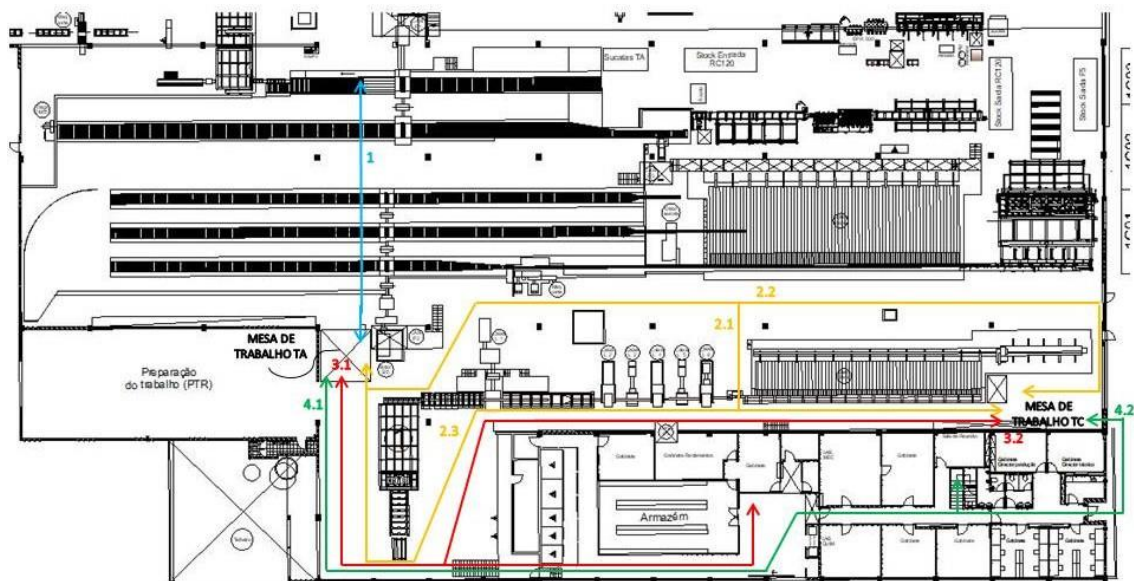


Figura 6.14. Novo Diagrama Spaghetti pavilhão laminagem

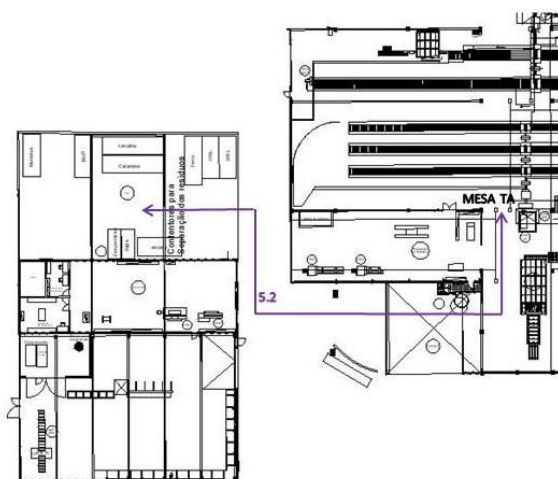


Figura 6.15. Novo Diagrama Spaghetti pavilhões externos

Tabela 6.3. Distâncias percorridas pelo ferramenteiro por turno

Movimentação do Ferramenteiro	Nº	Distância (m)	ANTES		DEPOIS	
			Nº vezes	Distância (m)	Nº vezes	Distância (m)
Da mesa de trabalho para TA	1	22,28	4	89,12	4	89,12
Da mesa de trabalho TA para mesa de trabalho TC ou o inverso	2.1	72,86	2	145,72	2	145,72
	2.2	91,28	1	91,28	1	91,28
	2.3	86,65	1	86,65	1	86,65
Da mesa de trabalho TA ao Armazém	3.1	64,83	3	194,49	1	64,83
Da mesa de trabalho TC ao Armazém	3.2	94,44	3	283,32	1	94,44
Da mesa de trabalho TA ao gabinete da Produção	4.1	96,64	2	193,28	1	96,64
Da mesa de trabalho TC ao gabinete da Produção	4.2	54,42	2	108,84	2	108,84
Da mesa de trabalho TA ao pavilhão do corte	5.1	57,48	3	172,44	0	0
Da mesa de trabalho TA a área de descarte	5.2	70,36	2	140,72	1	70,36
Total			-	1505,86	-	847,88

No trem aberto, a recolocação das ferramentas gerou uma melhoria de cerca de 9% na distância máxima, correspondente a 7,96 metros, e de 14% na distância mínima, correspondente a 9 metros. As ferramentas da segunda caixa também foram colocadas mais próximas a ela, gerando uma redução de 4,83 metros, que condiz a 18%. Tabela 6.4. e Figura 6.16.

Tabela 6.4. Distâncias percorridas pelo ferramenteiro no TA após melhorias

Movimentação/Operação TA	Nº	ANTES		DEPOIS	
		Min	Máx	Min	Máx
Entre mesa e prateleiras de armazenagem	1	6,66	26,03	2,49	22,9
Entre mesa e área de entrada	2	21,54	-	21,54	-
Ferramentas da caixa 2 entre mesa e área de entrada	3	26,66	-	21,83	-
Ferramentas prontas para área de entrada	4	6,78	-	6,78	-
TOTAL		61,64	81,01	52,64	73,05

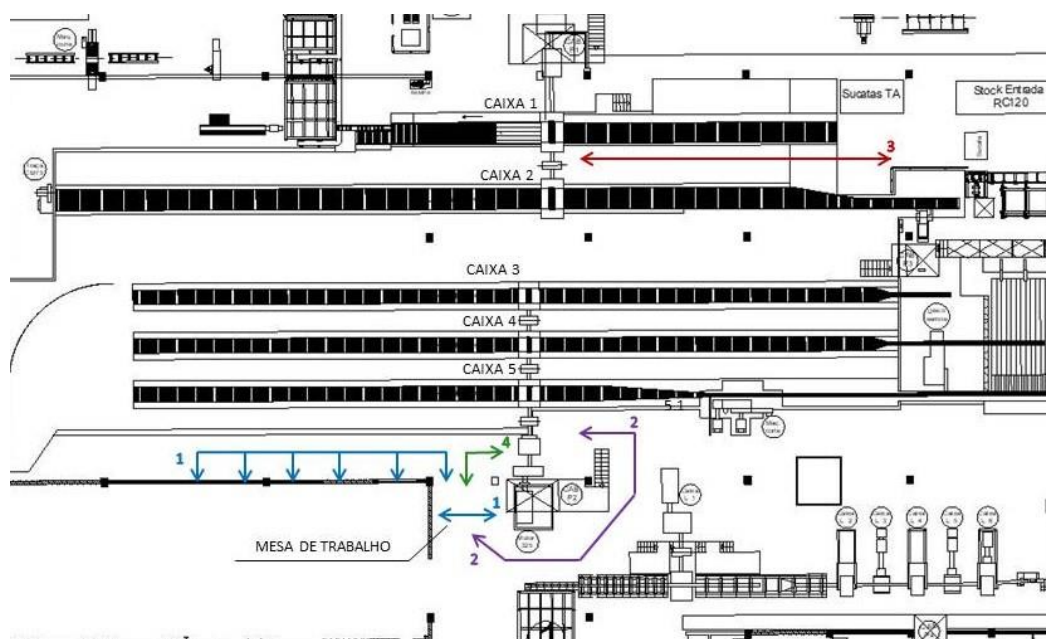


Figura 6.16. Novo Diagrama Spaghetti ferramentas TA

Já no TC, o percurso de número 4, identificado na fase de análise, foi eliminado, o que gerou uma redução de 62,26 metros, entre ida e volta, correspondendo a 29% a menos, considerando a distância máxima, e 34%, considerando a distância mínima. Além disso, tendo em conta ainda que este percurso não é feito somente uma única vez ao dia, e sim cerca de 3 ou 4, a redução pode chegar a 249 metros.

O percurso 1, apesar de permanecer inalterado, também sofreu modificações, já que, com a reorganização das ferramentas baseada nos perfis mais produzidos, as mais usadas acabaram concentradas entre 2,5 m e 6,9 m da mesa de trabalho, e as de menor utilização foram colocadas entre 6,9 m e 8,5 m.

Além disso, com a redefinição das áreas de entrada e saída do trem, obteve-se a eliminação de 9,57 m na movimentação das ferramentas entre a mesa de trabalho e o trem. A redução final nessa área de trabalho foi de 38% para a distância máxima (40,7 m) e de 35% para a distância mínima (31,13 m). Figura 6.16 e Tabela 6.4.

Tabela 6.5. Distâncias percorridas pelo ferramenteiro no TC após melhorias

Movimentação/Operação TC	Nº	ANTES		DEPOIS	
		Min	Máx	Min	Máx
Entre mesa e prateleiras de armazenagem	1	2,5	8,5	2,5	8,5
Entre trem e mesa de trabalho	2	26,68	36,25	26,68	-
Ferramentas da caixa 1 entre mesa e armazenagem	3	29,65	-	29,65	-
Movimentação para verificar plano de produção	4	31,13	-	0	-
TOTAL		89,96	105,53	58,83	64,83

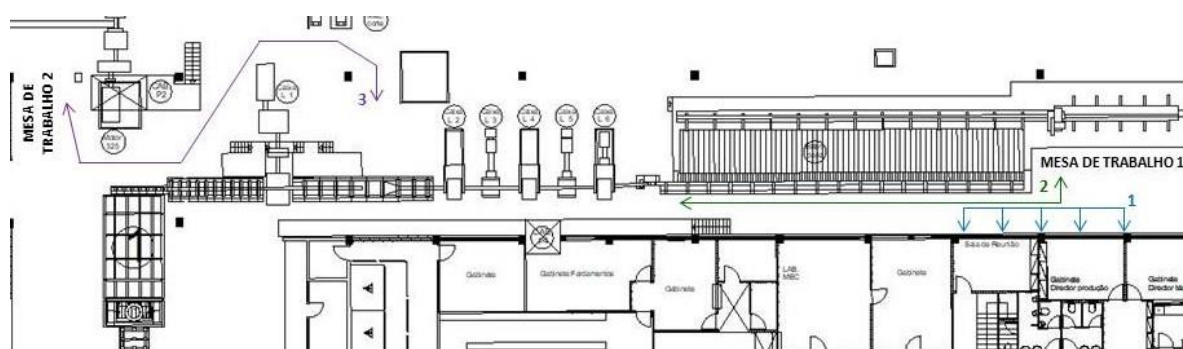


Figura 6.17. Novo Diagrama Spaghetti ferramentas TC

6.4.1. Disponibilidade, Eficiência e Qualidade

Por fim, com todas as melhorias implementadas, realizou-se novamente uma coleta de dados para recalculer a disponibilidade, a eficiência e a qualidade, e assim, consequentemente, recalculer a Eficácia Global do setor.

Infelizmente, devido a falta de recursos humanos no setor da laminagem na semana programada para as medições, e o tempo limitado para a conclusão do trabalho, somente foi possível o acompanhamento de três turnos do ferramenteiro sénior, já que o ferramenteiro júnior foi retirado da ferramentaria para suprir a falta de colaboradores no trem.

Dessa forma, o recálculo foi efetuado com os novos dados colhidos para o ferramenteiro sénior e com os dados anteriormente definidos para o ferramenteiro júnior, estando estes exemplificados na Tabela 6.6 abaixo.

Tabela 6.6. Dados atualizados para cálculo OEE

Item	Dados	
	TA	TC
Paragens programadas por turno	30 min lanche	10 min lanche
	15 min limpeza	15 min limpeza
	Júnior	Sénior
Média de paragens não programadas por turno	142,03 min	53,97 min
Tempo despendido em atividades principais	47%	58%
Tempo de Turno		
1 turno	480 min (8 horas)	
2 turnos	960 min (16 horas)	

Assim, temos que:

$$T_p = T_t - T_{pp} = 960 - (30 \times 2) - 10 - (15 \times 3) = 845$$

$$T_{dp} = T_p - T_{np} = 845 - (142,03 \times 2) - 53,97 = 506,97$$

Logo: **Disponibilidade** = $\frac{T_{dp}}{T_p} = \frac{506,97}{845} = 60\%$

Para a performance considerou-se mais uma vez a percentagem de tempo gasta na realização de atividades principais por cada ferramenteiro, obtendo-se:

$$\text{Performance} = \frac{0,47+0,58}{2} = 53\%$$

Por fim, para calcular a qualidade, utilizou-se os dados de paragens obtidos até então do ano de 2019, não havendo grandes alterações em comparação com ano de 2018, e portanto também gerando uma qualidade geral de 99%. Assim, temos que a eficácia geral passa a ser: **Eficácia Geral: $0,99 * 0,60 * 0,53 = 31\%$**

A Figura 6.18 ilustra a nova análise de perdas para o ferramenteiro sénior, observando-se um aumento de 54,49 minutos no tempo de trabalho útil, que corresponde a um aumento de 24%, muito próximo ao objetivo inicial proposto.

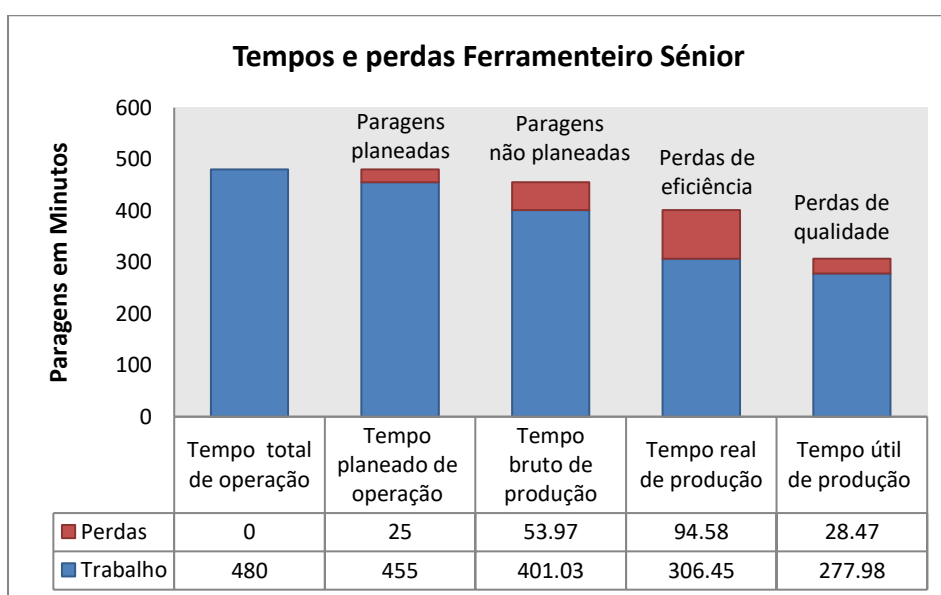


Figura 6.18. Análise de tempos e perdas após melhorias - Ferramenteiro Sénior

Embora seja bastante satisfatório, o valor obtido não se deve apenas as reduções previstas nas paragens não planeadas e perdas de eficiência, que isoladamente não alcançaram a redução desejada (50% e 25% respectivamente), mas também pela redução de 35% nas perdas de qualidade, que acabam por ser resultado do aumento de tempo gasto em atividades principais, ou seja, além da preparação de ferramentas, na manutenção das mesmas e na verificação delas enquanto no trem, garantindo boas condições e assim menos avarias.

As Figuras 6.19 e 6.20 ilustram esse aumento de tempos na execução de atividades principais e a redução de tempos em execução de atividades secundárias, mais especificamente àquelas que englobam os 80% da análise de Pareto, respectivamente. Em ambos os casos observa-se resultados positivos, havendo uma redução em todas as atividades secundárias, que se refletem no aumento da execução de atividades principais.

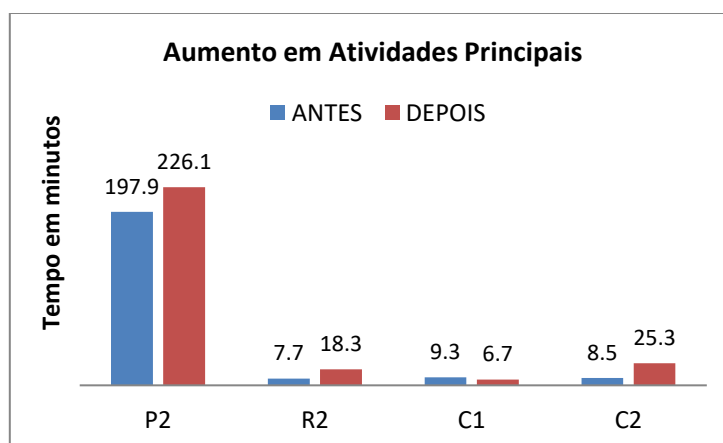


Figura 6.19. Análise comparativa de tempos despendidos em atividades principais

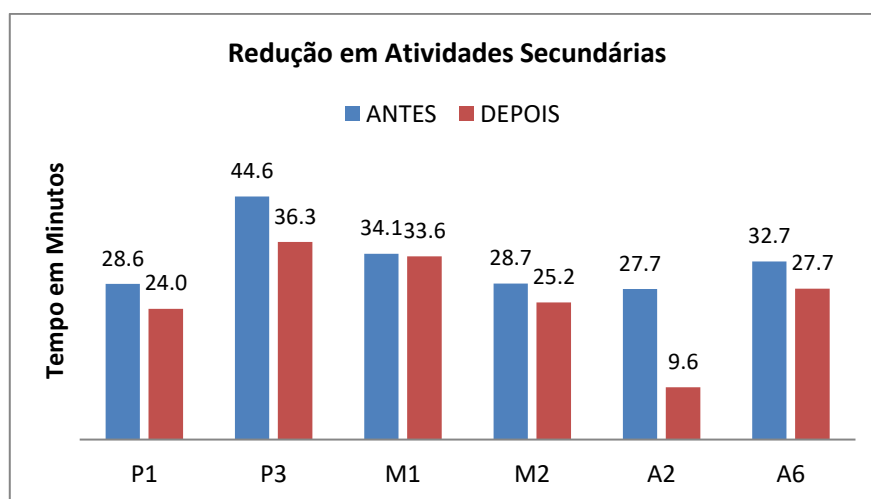


Figura 6.20. Análise comparativa de tempos despendidos em atividades secundárias

Embora não tenha sido possível uma nova medição para o ferramenteiro júnior, espera-se que a melhoria seja proporcional ao observado nos tempos do ferramenteiro sénior, ou seja, uma melhoria de 11% no tempo despendido em atividades principais, e uma redução de 42% nas paragens não planeadas e 14% nas perdas de eficiência. Caso isso ocorra, seriam obtidos os seguintes resultados:

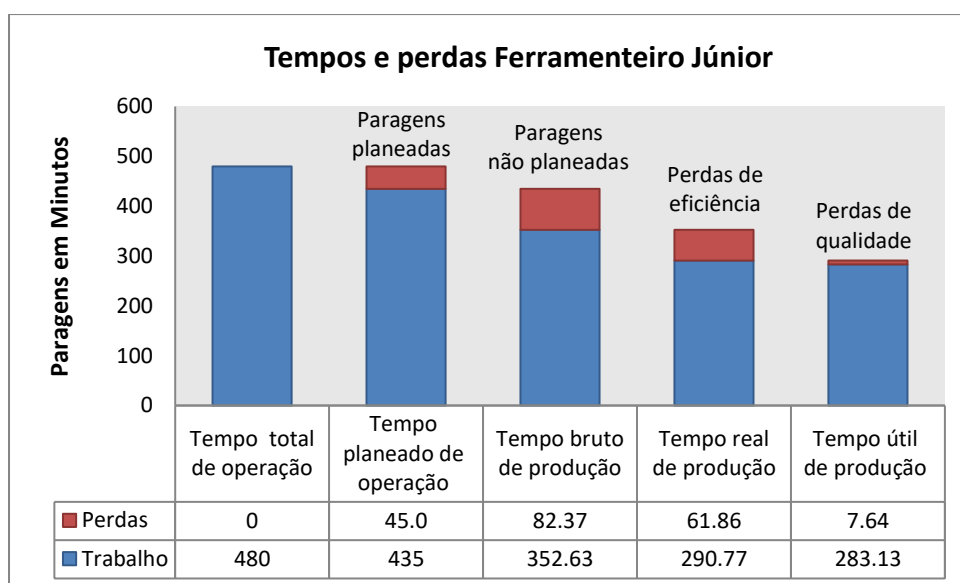


Figura 6.21. Análise de tempos e perdas após melhorias - Ferramenteiro Júnior

Como as perdas de qualidade não foram previstas e nem foco do projeto, os dados neste ponto não sofreram alterações, já que não é possível prever qual será o impacto das outras reduções diretamente. Assim, com a aplicação desses valores no cálculo do OEE, obtém-se:

$$\text{Eficácia Geral: } 0,99 * 0,74 * 0,58 = 42\%$$

Vale lembrar que nem todas as melhorias foram implementadas e, portanto, espera-se mais reduções, principalmente no que tange a busca e identificação de ferramentas no TC quando aplicada a nova ficha de produto.

Por fim, embora seja difícil de quantificar, as ações implementadas trouxeram benefícios na realização diária de trabalho, melhorando o ambiente de trabalho e facilitando o trabalho dos ferramenteiros, como a colocação das ferramentas em locais de

mais fácil acesso, melhor organização, maior facilidade de encontrar as ferramentas que precisam e a concretização da devolução dos consumíveis após uso no trem, que antes eram perdidos, sendo estes pontos destacados pelos próprios ferramenteiros.

6.5. Síntese (MELHORAR)

Na presente fase, verificou-se as seguintes melhorias em relação as distâncias e percursos efetuados pelos ferramenteiros durante um turno de trabalho, Tabela 6.7.

Tabela 6.7. Melhorias obtidas nos percursos dos ferramenteiros

Objetivo	Inicial	Final	%
Distância média percorrida pavilhão	1505,86 m	847,88 m	44%
Distância percorrida TC	86,96 m	58,83 m	35%
	105,53 m	64,83 m	38%
Distância percorrida TA	73,07 m	52,64 m	18%
	81,01 m	61,64 m	14%

Essas reduções, associadas às outras melhorias implementadas, geraram então os seguintes resultados (Tabela 6.8):

Tabela 6.8. Síntese dos resultados obtidos

Objetivo	Inicial	Meta	Final/Esperado	Aumento (%)
Tempo útil Júnior	228 min	285 min	283 min	24%
Tempo útil Sênior	223 min	279 min	277 min	24%
OEE	27%	40%	42%	15%

7. CONTROLAR

Na última fase do DMAIC, ou seja, Controlar, é realizado a avaliação do impacto e da eficiência das melhorias implementadas na fase anterior (Melhorar) de forma sustentada. É importante, a partir daqui, a monitorização e averiguação da performance do setor após a implementação das melhorias, através de métodos que permitam o controlo das fontes de variação e que elas gerem um real ganho para a empresa.

Estando ainda melhorias em curso, juntamente com o curto período reservado para o projeto, fica muito difícil a monitorização das mesmas no momento atual. Assim, as ações de controlo desenvolvidas para as melhorias já implementadas até então foram:

- Elaboração de novas instruções de trabalho;
- Documentação para programação do trabalho;
- Controlo de Stock;
- Auditoria 5S's;
- Controlo de limpeza.

Posteriormente, com todas as melhorias implementadas, sugere-se a realização de auditorias semanais, realizadas pelo supervisor de laminagem ou chefes de turno, para verificar se os documentos de programação de trabalho estão sendo preenchidos, e assim verificar o trabalho realizado pelos ferramenteiros, bem como propõe-se como indicadores a medição de tempos do setor periodicamente e a utilização dos códigos de paragens dos trens que estão relacionados a ferramentaria, ou seja, F03, F11 e F12.

Por fim, embora os resultados tenham sido positivos, ainda há grande margem para melhorias no processo. Dessa forma, fica em aberto a possibilidade de novos estudos para a identificação de novas ações que visem a redução dos desperdícios e aumentem as atividades de valor, mais especificamente, focando na diminuição de tempos de movimentação de ferramentas e na eliminação de atividades não relacionadas ao trabalho, que ainda representam grande parte dos desperdícios existentes.

8. CONCLUSÕES

Para qualquer empresa é imprescindível ter um cliente satisfeito, sendo isso somente possível com a garantia de produtos de boa qualidade, que só pode ser obtida se os processos responsáveis pela produção do produto final forem eficientes. Neste contexto, tanto o Seis Sigma quanto o Lean estão voltados e moldados para atender essa necessidade, focando principalmente na eliminação dos desperdícios, defeitos e variabilidade, através de decisões baseadas em fatos e não hipóteses.

Assim, a utilização dessas duas metodologias permitiu uma análise e estudo detalhado sobre a ferramentaria, que resultaram em diversas propostas de melhoria, e que acabaram por modificar de forma bastante positiva o trabalho realizado no setor.

Até o momento, a implementação do projeto permitiu um aumento na eficácia geral de 27% para 42%, considerando que as melhorias gerem os resultados esperados para o ferramenteiro júnior, e um aumento no tempo útil de trabalho de 223 minutos para 277 minutos (24%) para o ferramenteiro sénior. Espera-se as mesmas reduções em paragens não planeadas e perdas de eficiência no trabalho do ferramenteiro júnior, o que resultará também em um aumento no tempo útil de trabalho de 24%, ou seja, de 228 minutos para 283 minutos.

Além disso, as ações implementadas trouxeram benefícios na realização diária de trabalho, melhorando o ambiente de trabalho e facilitando o trabalho dos ferramenteiros, como ferramentas em locais de mais fácil acesso, melhor organização e a devolução dos consumíveis após uso no trem, que antes eram perdidos, sendo estes pontos destacados pelos próprios ferramenteiros.

Portanto, pode-se dizer que os resultados gerais obtidos foram satisfatórios e que os objetivos anteriormente definidos serão alcançados, podendo ser melhorados ainda mais com a implementação total das modificações previstas e descritas nesta dissertação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amorim, J.P. (2009), “OEE – A Forma de Medir a Eficiência dos Equipamentos”, em <https://pt.scribd.com/doc/15122575/OEE-A-FORMA-DE-MEDIR-A-EFICACIA-DOS-EQUIPAMENTOS>
- Andrietta, J. e Miguel, P. (2002), “A importância do método Seis Sigma na gestão da qualidade analisada sob uma abordagem teórica”, Revista de Ciência & Tecnologia.
- Bollinghaus Steel S.A. (2017), “Customer Service”, em <http://www.boellinghaus.de/en/references.html>
- Carreira, A. (2013), “Implementação de metodologias Lean na Indústria de laminagem de aço”. Tese de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, Universidade de Coimbra.
- Harry, M., Schroeder, R. (2000), “Six Sigma: The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing the World’s Top Corporations”, Doubleday Currency, New York, em <http://books.google.pt/>
- Juran, J. M. (1992), “Juran on Quality by Design. The new steps for planning quality into Goods and Services”. The Free Press. New York, em <https://books.google.pt/>
- Lean Six Sigma Green Belt Course Material (2018). ESTIEM.
- Meyers, F. E. (1999), “Motion and Time Study: for lean manufacturing.” New Jersey 2º ed., Editora Prentice Hall, 1999
- Montgomery, D. (2005), “Introduction to statistic quality control”. John Wiley & Sons, Inc. 5ª Edição. Estados Unidos.
- Montez, L. (2011), “Seis Sigma – uma nova cultura empresarial”. Tese de Mestrado em Engenharia Mecânica. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.
- Morgan, B. (2008), “How to do a RACI charting and analysis: a practical guide”. Project Smart. Reino Unido.
- Oakland, J. (2004), “Oakland on Quality Management”. Routledge, Taylor & Francis Group. London and New York, em <https://books.google.pt/>
- Pereira, H. (2017), “Análise e otimização dos fluxos e processos do setor de embalagem numa empresa de produção de perfis de aço”. Tese de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial. Universidade de Coimbra.
- Pyzdek, T. (2003), “The Six Sigma project planner: a-step-by-step guide to leading a Six Sigma project through DMAIC.”, McGraw-Hill.
- Shankar, R. (2018), “Process Improvement using Six Sigma. A DMAIC guide”. American Society for Quality, Quality Press. Milwaukee, Wisconsin.
- Santos, C., Queiroz, J. (2018), “Proposta de integração dos princípios Lean, Six Sigma e Simulação a eventos discretos baseada no roadmap DMAIC: uma aplicação

em uma indústria do sector tecnológico”. XXXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Maceió, Alagoas.

Shingo, S. (1985), “Zero quality control: Source inspection and the Poka Yoke System”. Productivity Press, Portland Oregon.

Shingo, S.,(1989), “A Study of the Toyota Production System from an Industrial Engineering Viewpoint”, Cambridge, MA: Productivity Press.

Teixeira, P. (2014), “Análise e otimização dos fluxos e processos do setor de desempenho numa empresa de produção de perfis de aço”. Tese de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial. Universidade de Coimbra.

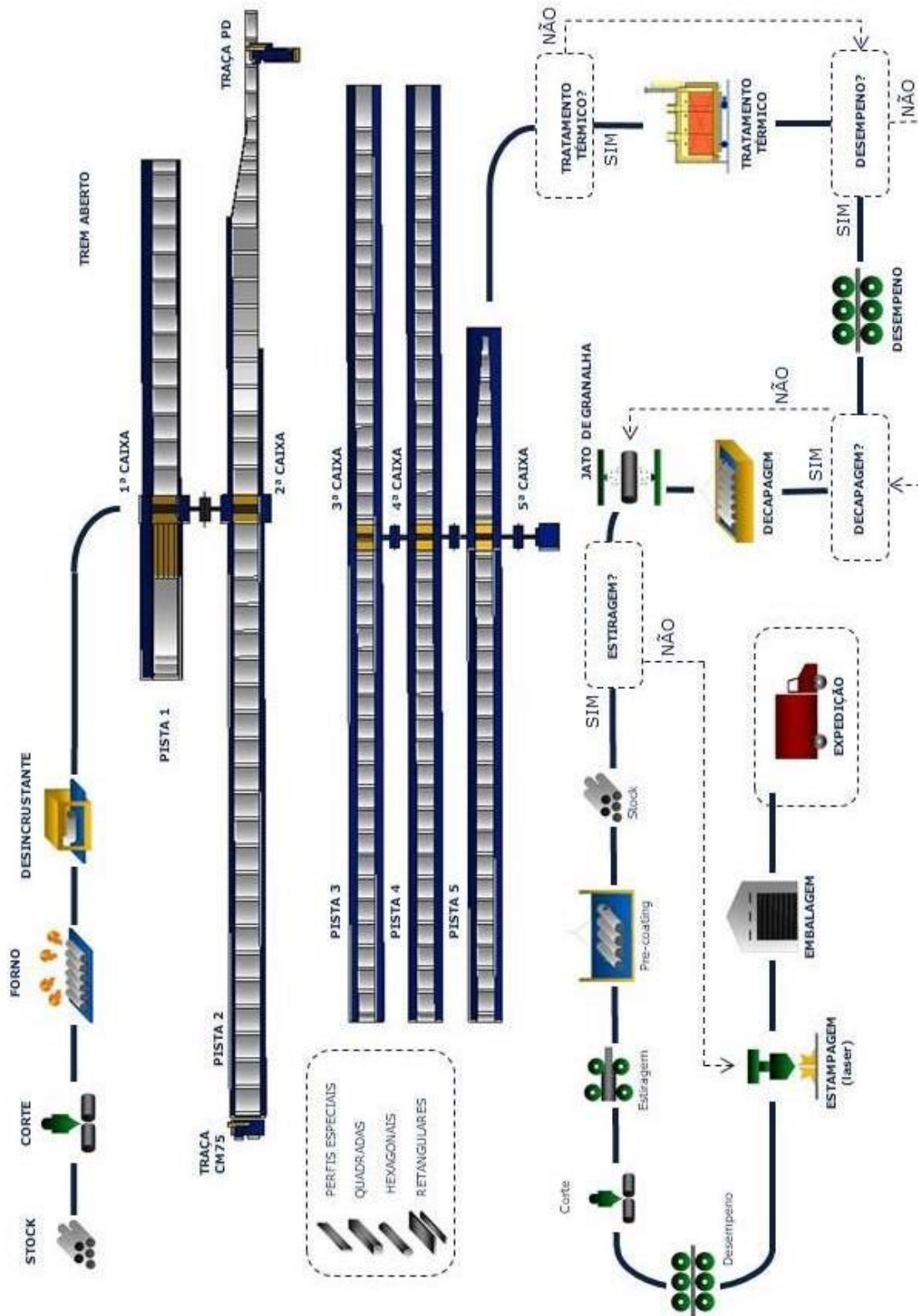
Trad, S., Maximiano, A. C. A. (2009), “Seis Sigma: Fatores Críticos de Sucesso para sua Implantação”, em <http://www.scielo.br/pdf/rac/v13n4/a08v13n4.pdf>

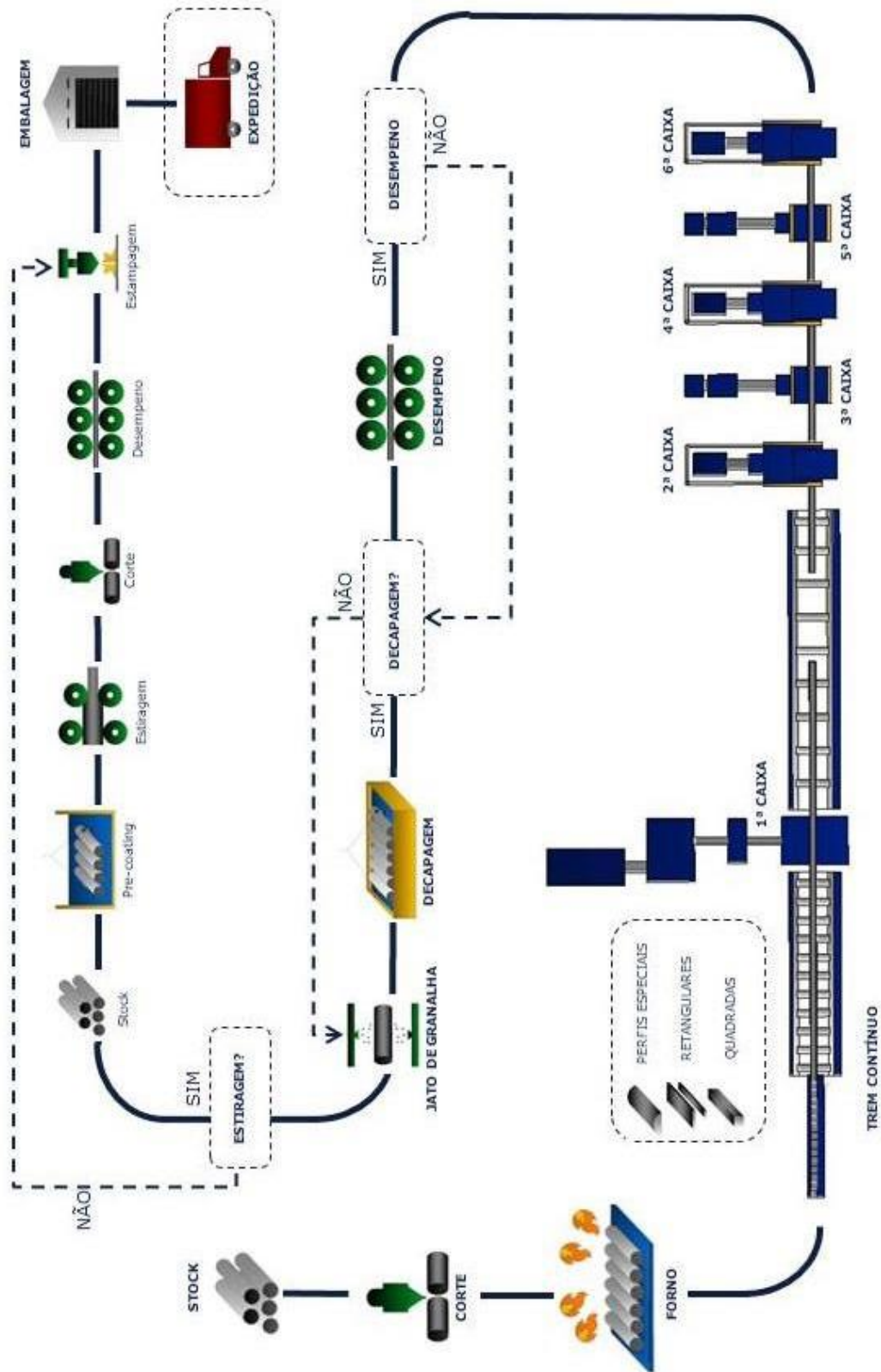
Womack, J. and Jones, D. (2003), “Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation”.

APÊNDICE A – CRONOGRAMA

Fase	Tarefas	Duração	Meses																							
			Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul																		
DEFINIR	Formação	30 dias	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29		
	Reconhecimento da zona e operações da laminagem TA	2 dias																								
	Definição da equipa	2 dias																								
	Análise fluxo de operações da ferramentaria	5 dias																								
	Reconhecimento da zona e operações da laminagem TC	5 dias																								
	Definição do problema	3 dias																								
	Definição do plano	10 dias																								
	Mapa do processo	5 dias																								
	SIPOC	5 dias																								
	Análise cadeia de valor	5 dias																								
MEDIR	Levantamento de informações sobre ferramentas existentes	20 dias																								
	Recolha de tempos do setor ferramentaria e laminagem	20 dias																								
	Estudo dos tempos obtidos	15 dias																								
	Cálculo do OEE	5 dias																								
	Cálculo das perdas do processo	3 dias																								
ANALISAR	Análise de Pareto	7 dias																								
	Elaboração diagrama Ishikawa	7 dias																								
	Diagrama Spaghetti	10 dias																								
	Elaboração de uma cartografia de fluxos	10 dias																								
IMPLEMENTAR	Sessões de Brainstorming	5 dias																								
	Propostas de melhorias	20 dias																								
	Discussão de propostas	15 dias																								
	Matriz Importância x Dificuldade de Implementação	2 dias																								
	5S's	70 dias																								
	Redefinir layout	20 dias																								
	Criação de instruções técnicas de trabalho	3 dias																								
CONTROLAR	Recálculo do OEE	15 dias																								
	Criação de planos de controlo	7 dias																								

APÊNDICE B – FLUXOGRAMAS





APÊNDICE C – FERRAMENTAS

FERRAMENTAS TA

Imagem	Ferramenta	Função
	Guia de entrada estática (car)	Guia de entrada estática responsável por direcionar a barra de aço à entrada do gorne do cilindro
	Guia de entrada	Guia acoplada à car também responsável por direcionar a barra à entrada do gorne do cilindro
	Roletes	Acoplados a car ou caixas para auxiliar a passagem e movimentação da barra
	Tubo de saída	Responsáveis a direcionar a barra de aço à saída do gorne
	Calhas	Direcionam a barra à saída do tubo para o trem
	Rampas	Direcionam a barra à entrada do trem para a car
	Guias + Laterais	Funcionam como tubos de saída e utilizados com barras retangulares ao cutelo
	Travessas	Dar base e apoio para as ferramentas no trem
	Pé	Dar apoio aos tubos no trem e são acoplados as travessas
	Caixas de Entrada e Saída	Responsável por direcionar a barra à entrada e saída do gorne do cilindro quando não são utilizadas cars à entrada e tubos de saída ou guies à saída

FERRAMENTAS TC

Imagem	Ferramenta	Função
	Guia de entrada estática	Guia de entrada estática responsável por direcionar a barra de aço à entrada do gorne do cilindro
	Guia de entrada	Guia acoplada à car também responsável por direcionar a barra à entrada do gorne do cilindro
	Roletes	Acoplados a car ou caixas para auxiliar a passagem e movimentação da barra
	Tubo de saída	Responsáveis a direcionar a barra de aço à saída do gorne
	Calhas	Permitem a ligação entre uma caixa e outra, por onde a barra passa
	Guides + Laterais	Funcionam como tubos de saída e utilizados com barras retangulares ao cutelo
	Mesa	Utilizadas como base e apoio das ferramentas no trem
	Suporte tubos	Dar apoio aos tubos no trem e é acoplado a mesa
	Suporte car	Acoplados à mesa onde é fixada a car

APÊNDICE D – ATIVIDADES FERRAMENTARIA

Perda	Sigla	Atividade	Subatividade	REFA	
Paragem não planeada	M2	Movimentacao externa	Busca equipamento pavilhão do corte Busca rolamentos armazém Movimentação entre trens Deslocação até gabinete da produção	MZ	
	R1	Retificacao suposto a Preparação de Trabalho	Ferramentas que deveriam ter sido retificadas pela PTR	MS	
	A3	Pausa para atender outro setor		MA	
	A4	Espera por equipamento	Espera pela ponte	MS	
	A6	Outros	Atividades não relacionadas ao trabalho Pausa para atender dúvidas ou tirar dúvidas	MZ	
	L1	Limpeza area de trabalho	Organização e limpeza da mesa de trabalho	MB	
	L2	Descarte de lixo	Deslocação para depósito de lixo exterior		
	A7	Fora de Serviço	Paragem de produção, trabalho é interrompido		
	Perdas de Eficiência	P1	Verificação plano ficha fabrico		
		P3	Identificação/busca de ferramentas	Procura e movimentação de ferramentas para a mesa de trabalho para montagem	MN
M1		Movimentação de ferramentas	Movimentação de ferramentas com a ponte Movimentação de ferramentas com o carro Movimentação de ferramentas manualmente		
R3		Pedido/verificação ferramentas para retificar			
Perdas de Qualidade	A1	Pausa para atender TA		MZ	
	A2	Pausa para atender TC	Pausa para atender ocorrências relacionadas as ferramentas		
Atividades principais de trabalho	P2	Preparação de ferramenta			
	R2	Manutenção de ferramentas	Retificação quando necessária para garantir boas condições das ferramentas	MH	
	C1/C2	Verificação de ferramentas	Verificacao ferramentas prontas para entrar no trem Verificacao ferramentas no trem		
Paragem planeada	A5	Lanche		ME	

APÊNDICE E – PARAGENS 2018

% de paragens por perfil TA __2018



Descrição da Paragem	Código de Paragem	FLAT	Hex	SPECIAL	SQ	Total Geral
AVARIAS NORMAIS	A	2,15%	1,11%	1,73%	2,57%	2,09%
Mecânica geral	A1	0,32%	0,24%	0,34%	0,54%	0,36%
Eléctrica geral	A2	0,33%	0,08%		0,35%	0,29%
Traça CM75	A3	0,06%			0,02%	0,04%
Traça CV50	A4	0,09%	0,23%		0,03%	0,09%
Blug	A5	0,06%	0,02%	0,06%	0,04%	0,05%
Serrote	A6	0,04%	0,06%		0,03%	0,04%
Caminhos rolos	A7	0,96%	0,37%	1,24%	0,82%	0,85%
Ripadores	A8	0,21%	0,11%	0,09%	0,59%	0,29%
Mesas basculantes	A9				0,01%	0,00%
Estenderia	A10	0,04%				0,02%
Hidráulica	A11				0,15%	0,04%
Ar comprimido	A12	0,04%				0,02%
AVARIAS DE FORNO	B	0,60%	1,10%		0,42%	0,61%
Avaria Forno	B1	0,13%	0,30%		0,04%	0,13%
Caminho entrada forno	B2	0,17%	0,20%		0,01%	0,13%
Caminho saída forno	B3	0,17%	0,52%		0,26%	0,24%
Pedras partidas	B4	0,07%				0,04%
Queimadores	B5	0,06%	0,08%		0,09%	0,07%
Galopante do forno	B6				0,02%	0,01%
Avaria de forno TT	B7					
PARAGENS GERAIS	C	8,03%	6,42%	5,12%	6,84%	7,39%
Falta de Energia Eléctrica	C1	0,04%			0,03%	0,03%
Falta de Gás	C2					
Fenómenos Naturais	C3	0,05%			0,45%	0,15%
Falta de Matéria Prima	C4	2,09%			0,04%	1,19%
Pausa	C5	5,57%	5,90%	4,96%	5,54%	5,59%
Reuniões	C6	0,09%	0,13%		0,19%	0,12%
Motivos Sociais	C7		0,02%		0,07%	0,02%
Falha Recursos Humanos	C8	0,03%	0,15%	0,17%	0,16%	0,09%
Falha de Enformamento	C9	0,04%	0,18%		0,05%	0,06%
Limpezas	C10	0,11%	0,03%		0,30%	0,14%
Falta de Água da Rede	C11				0,01%	0,00%
MUDANÇA DE FERRAMENTA	D	22,82%	17,28%	24,73%	15,70%	20,25%
Cilindros p/Mais de 1 Dimensão	D1	6,71%	8,12%	7,98%	9,06%	7,56%
Mudança Ferramenta para 1 Dimer	D2	15,08%	7,42%	15,96%	6,02%	11,66%
Alteração do Programa	D4					
Mudança de Corte	D5	0,02%			0,04%	0,02%
Mudança de Gorne	D6	0,24%	0,19%		0,15%	0,20%
Mudança de Guias	D7	0,07%	0,29%		0,01%	0,08%
Ajust.Ferram.s/substituição	D8	0,65%	0,95%	0,59%	0,38%	0,62%
Troca de calços	D9	0,07%	0,31%	0,20%	0,04%	0,10%
AFINAÇÕES DE FERRAMENTA	E	14,90%	12,80%	14,47%	12,17%	13,88%
Afinação	E1	8,53%	6,58%	8,65%	4,90%	7,32%
Reafinação	E2	1,82%	1,81%	3,33%	1,70%	1,84%
Afinação devido a tombado	E3	0,19%		0,75%	0,05%	0,15%
Alinhamento de gorne	E4				0,07%	0,02%
Mudança de Comprimento	E5				0,04%	0,01%
Recolha Amostras	E7			0,05%		0,00%
Afinação Qualidade	E9	3,89%	4,14%	1,01%	4,70%	4,03%
Afinação de 1ª Caixa	E10	0,17%	0,12%	0,29%	0,38%	0,22%
Afinação devido a risco	E11	0,28%	0,13%	0,39%	0,30%	0,27%
AVARIA DE LAMINAGEM	F	4,12%	6,05%	5,61%	5,70%	4,86%
Espec.técnica Prod.Dif.Téc	F1		0,12%		0,02%	0,02%
Barras Encravadas	F2	2,46%	2,46%	2,93%	3,12%	2,65%
Reparação de Guias	F3	0,49%	1,00%	0,28%	0,88%	0,66%
Desenformamento Aço Dificuld Larr	F4	0,01%	0,24%	0,72%	0,01%	0,07%
Retirar Aço da Estenderia	F5	0,06%	0,08%	0,53%	0,08%	0,08%
Cilindro Partido - Substituir	F6	0,17%				0,10%
Apertar Camisas	F7	0,01%				0,00%
Chumaceiras	F8	0,09%	0,33%		0,58%	0,25%
Dificuldades Laminagem	F9	0,01%	0,71%		0,06%	0,13%
Espaços no Forno	F10	0,31%	0,65%	0,49%	0,26%	0,35%

Análise e otimização de fluxos e processos no setor da ferramentaria de uma empresa de produção de perfis de aço

Guides	F11					
Ferramenta incorrecta	F12	0,07%	0,12%		0,20%	0,11%
Aço Frio	F13	0,03%	0,12%		0,15%	0,07%
Aço Encravado no Forno	F14	0,42%	0,20%	0,66%	0,35%	0,38%
TESTES	G		0,09%	1,08%	0,04%	0,06%
	Total Geral	52,63%	44,85%	52,75%	43,45%	49,14%
	Ponderação	60,27%	13,59%	3,63%	22,52%	

% ponderada de paragens por perfil TC _2018

Descrição da Paragem	Codigo de Paragem	FLAT	Hex	SPECIAL	SQ	Total Geral
AVARIAS NORMAIS	A	3,70%		0,15%	0,30%	4,16%
Mecânica geral	A1	2,50%			0,25%	2,74%
Eléctrica geral	A2	0,20%		0,14%	0,01%	0,35%
Traça CM75	A3	0,01%				0,01%
Traça CV50	A4					
Blug	A5					
Serrote	A6					
Caminhos rolos	A7	0,64%		0,00%	0,03%	0,68%
Ripadores	A8					
Mesas basculantes	A9					
Estenderia	A10	0,35%		0,00%	0,01%	0,36%
Hidráulica	A11				0,01%	0,01%
Ar comprimido	A12	0,01%				0,01%
AVARIAS DE FORNO	B	1,45%		0,30%	0,02%	1,77%
Avaria Forno	B1	0,75%		0,16%	0,01%	0,92%
Caminho entrada fo	B2	0,43%		0,07%		0,50%
Caminho saída forn	B3	0,01%			0,00%	0,01%
Pedras partidas	B4					
Queimadores	B5	0,20%		0,07%		0,27%
Galopante do forno	B6	0,06%			0,00%	0,07%
Avaria de forno TT	B7					
PARAGENS GERAIS	C	6,36%		0,73%	0,67%	7,76%
Falta de Energia Elé	C1	0,04%				0,04%
Falta de Gás	C2					
Fenómenos Naturai	C3	0,01%				0,01%
Falta de Matéria Pri	C4	0,22%			0,06%	0,28%
Pausa	C5	4,96%		0,62%	0,51%	6,09%
Reuniões	C6	0,11%		0,02%	0,02%	0,15%
Motivos Sociais	C7					
Falha Recursos Hurr	C8	0,01%		0,01%		0,02%
Falha de Enforname	C9	0,86%		0,06%	0,08%	1,00%
Limpezas	C10	0,13%		0,03%		0,16%
Falta de Água da Re	C11	0,01%				0,01%
MUDANÇA DE FERRA	D	14,72%		3,33%	1,63%	19,68%
Cilindros p/Mais de	D1	4,35%		2,49%	0,62%	7,45%
Mudança Ferramen	D2	7,52%		0,74%	0,83%	9,09%
Alteração do Progra	D4					
Mudança de Corte	D5					
Mudança de Gorne	D6	1,99%		0,08%	0,14%	2,21%
Mudança de Guias	D7	0,13%		0,02%	0,01%	0,16%
Ajust.Ferram.s/sub:	D8	0,73%		0,00%	0,03%	0,76%
Troca de calços	D9	0,00%				0,00%
AFINAÇÕES DE FERRA	E	10,78%		2,43%	1,14%	14,35%
Afinação	E1	7,05%		1,63%	0,88%	9,55%
Reafinação	E2	1,45%		0,44%	0,12%	2,00%
Afinação devido a ti	E3	0,28%		0,03%	0,00%	0,31%
Alinhamento de gor	E4	0,03%		0,03%		0,06%
Mudança de Compr	E5	0,02%		0,03%		0,05%
Recolha Amostras	E7	0,01%		0,04%		0,05%
Afinação Qualidade	E9	1,43%		0,02%	0,12%	1,57%
Afinação de 1ª Caix:	E10	0,03%				0,03%

Data:
13/06/2019

Elaborado por:
JFernandes

Análise e otimização de fluxos e processos no setor da ferramentaria de uma empresa de produção de perfis de aço

Afinação devido a ri	E11	0,49%	0,14%	0,02%	0,65%
AVARIA DE LAMINAG F		2,96%	0,28%	0,27%	3,52%
Espec.técnica Prod.l	F1	0,03%	0,02%		0,04%
Barras Encravadas	F2	1,17%	0,10%	0,11%	1,37%
Reparação de Guias	F3	0,21%	0,04%	0,06%	0,30%
Desenfornamento A	F4	0,04%	0,03%	0,03%	0,11%
Retirar Aço da Ester	F5	0,04%			0,04%
Cilindro Partido - Su	F6				
Apertar Camisas	F7	0,99%		0,05%	1,03%
Chumaceiras	F8	0,01%			0,01%
Dificuldades Laminaz	F9		0,00%		0,00%
Espaços no Forno	F10	0,21%	0,01%	0,01%	0,23%
Guias	F11		0,01%		0,01%
Ferramenta incorre	F12		0,05%		0,05%
Aço Frio	F13	0,19%	0,03%	0,02%	0,23%
Aço Encravado no F	F14	0,08%	0,01%		0,09%
TESTES	G	0,10%			0,10%
Mudança ferramen	G1	0,06%			0,06%
Afinação Ensaio	G2	0,03%			0,03%
Avaria de Laminage	G3				
Avaria Geral Ensaic	G4				
Total Geral		40,07%	7,22%	4,04%	51,32%

Data:
13/06/2019

Elaborado por:
JFernandes

APÊNDICE F – CARTOGRAFIA DE FLUXOS




nº operação	Conteúdo das operações	Operações					Distância (m)		Tempo (min)	
		Transformação	Transporte	Manuseamento	Decisão	Diversos	Min	Máx	Min	Máx
1	Montagem de ferramentas TA	■	→	○	◇	▽	13,4	47,6	24,5	29,5
1.1	Verificação plano/ficha de fabrico				x		-	-	0,56	-
1.2	Desmontagem de roletes			x			-	-	2,05	-
1.3	Identificação/busca de ferramentas		x				6,66	26	0,35	2,28
1.4	Troca/limpeza rolamentos	x					-	-	3,56	-
1.5	Limpeza guias/tubos			x			-	-	2,08	-
1.6	Montagem	x					-	-	11,5	-
1.7	Afinação	x					-	-	2,61	-
1.8	Movimentação ferramentas		x				6,78	21,5	1,75	4,89
2	Manutenção de ferramentas TA	□	→	●	◇	▽	20,4	-	8,71	-
2.1	Retificação ferramentas			x			-	-	5,71	-
2.2	Pedido/ verificação ferramentas para retificar				x		20,4	-	3	-
3	Montagem de ferramentas TC	■	→	○	◇	▽	29,2	42,8	17	18,7
3.1	Verificação plano/ficha de fabrico				x		-	-	0,6	-
3.2	Desmontagem de roletes			x			-	-	1,85	-
3.3	Identificação/busca de ferramentas		x				2,5	6,5	0,8	2,21
3.4	Limpeza guias/tubos						-	-	1,86	
3.5	Montagem	x					-	-	3,57	-
3.6	Afinação			x			-	-	2,46	-
3.7	Desmontagem guides	x					-	-	2,61	-
3.8	Montagem guides	x					-	-	3	-
3.9	Movimentação ferramentas		x				26,7	36,3	0,2	0,5
5	Limpeza	□	→	●	◇	▽	20,4	70,4	10,3	11,6
5.1	Limpeza da área de trabalho TA			x			-	-	10	-
5.2	Descarte de lixo		x				20,4	70,4	0,33	1,57
5	Limpeza	□	→	●	◇	▽	20,4	70,4	11,2	12,8
5.1	Limpeza da área de trabalho TC			x			-	-	10	-
5.2	Descarte de lixo		x				20,4	70,4	1,2	2,77




APÊNDICE G – PLANO DE LIMPEZA



PLANO DE LIMPEZA

Ferramentaria

O QUÊ?			QUEM?	QUANDO?	COMO?	DURAÇÃO
ITEM	DESCRIÇÃO	FOTO				
1	Limpeza e arrumação das bancadas e equipamentos (ferramentas, materiais em processo, Epi's...)		Ferramenteiros	Final turno	SIQ50 Pano	05 min
2	Limpeza dos Pisos		Ferramenteiros	Final do turno	Vasoura e Pá	05 min
3	Descarte do lixo e reposição de material de limpeza (SIQ50). A sucata deve ser armazenada na caixa de descarte, conforme figura, sendo esta esvaziada ao fim do turno		Ferramenteiros	Final turno	-	05 min
						15 min

4	Organização da área de armazenagem de ferramentas (reorganizar ferramentas que estejam fora do local indicado)		Ferramenteiros	Final da Semana	-	10 min
5	Limpeza da área de armazenagem de ferramentas (limpar prateleiras e bancadas)		Ferramenteiros	Final da Semana	SIQ50 Pano	10 min
6	Descarte de lixo e material não utilizado que se encontrem na área de armazenagem de ferramentas		Ferramenteiros	Final da Semana	-	5 min
						25 min

Elaborado: Gabriella França

Aprovado: João Sismeiro/ Nuno Graça

Data: 13-06-2019

APÊNDICE H – AUDITORIA 5S’S

Check List - 5'S


Área:

Auditor:

Data:

DESCRIÇÃO				Pontuação		
1S	ELIMINAR	Sim	Não	1	2	3
1	Existem somente materiais/ferramentas ou objetos necessários no local de trabalho?					
2	O chão está desimpedido (sem ferramentas, peças sobressalentes ou materiais) deixados no chão?					
3	Os painéis de comunicação só têm documentos ou registos úteis e actualizados?					
4	Todos os materiais/ferramentas e equipamentos estão em bom estado de utilização?					
						0

2S	ORDENAR	Sim	Não	1	2	3
1	As vias de acesso encontram-se claramente definidas?					
2	Os instrumentos/ferramentas encontram-se devidamente organizados e identificados?					
3	Todos os recipientes, paletes, madeiras estão arrumados de forma adequada?					
4	Os acessos a extintores de incêndio, quadros eléctricos, botoneiras de alarme e saídas de emergência, estão desimpedidos?					
5	As prateleiras/contentores e áreas de armazenamento estão devidamente identificadas?					
6	As estações de trabalho e de limpeza, assim como os equipamentos encontram-se devidamente assinaladas?					
7	O chão está livre de fios e cablagens?					
8	Todas as tubagens encontra-se identificadas?					
						0

3S	LIMPAR	Sim	Não	1	2	3
1	O chão está limpo (sem manchas de óleo, água, sujidade e desperdícios)?					
2	As máquinas encontram-se limpas e sem vestígios de corrosão? Sem manchas de óleo, pó e outros resíduos?					
3	As janelas encontram-se limpas e sem estarem partidas?					
4	As zonas de difícil acesso são conhecidas e encontram-se devidamente limpas?					
5	Os resíduos encontram-se devidamente separados? 					
6	O pavimento e tecto estão livres de fissuras?					
7	As paredes e o tecto encontram-se devidamente limpos?					
8	As estações de trabalho e de limpeza encontram-se devidamente limpas?					
						0

4S	SISTEMATIZAÇÃO E SAÚDE	Sim	Não	1	2	3
1	A iluminação na estação de trabalho é suficiente?					
2	Os níveis de ruído ou vibração são aceitáveis?					
3	Os EPI's obrigatórios para a área encontram-se identificados? Estão a ser utilizados pelos operadores?					
4	Os operadores têm todas as ferramentas que necessitam?					
5	As instruções de trabalho estão disponíveis, são claras e estão actualizadas?					
6	As ideias de melhoria tem vindo a ser implementadas?					
7	Todos os colaboradores utilizam farda? A mesma encontra-se em bom estado de conservação e limpa?					
8	Existe um espaço de comunicação para a área?					
						0

5S	RIGOR E RESPEITO	Sim	Não	1	2	3
1	As instruções de limpeza são conhecidas? Tem sido seguidas?					
2	As instruções de manutenção tem sido realizadas?					
3	As auditorias 5S's da área tem sido realizada de forma regular (uma vez por mês)?					
4	Houve melhoria dos pontos mais fracos da última auditoria?					
						0

APÊNDICE J – CHECK LIST CONSUMÍVEIS



CHECK LIST REPOSIÇÃO DE STOCK DE CONSUMÍVEIS

Ferramentaria

DATA __/__/__

FERRAM. JR: _____

TURNO: _____

QUANTIDADE	CONSUMÍVEIS	CHECK	OBSERVAÇÕES
4	Roletes 120 x 50		
4	Roletes 120 x 60		
3	Roletes 165 x 50		
2	Parafusos M20 c/ 260 mm (guides)		
2	Parafusos M20 c/ 160 mm (guides)		
2	Parafusos M24 c/ 70 mm		
2	Parafusos M24 c/ 100 mm		
2	Parafusos M24 c/ 180 mm		
2	Parafusos M24 c/ 345 mm		
2	Parafusos travessa nova		
2	Parafusos M20 c/ 345 mm		
3 de cada	Chapas de enchimento (2/3/4/5)		
1	Painel 1 caixa completo		

Ferramenteiro Sênior

Ferramenteiro Júnior

Obs.: Consumíveis que devem estar disponíveis e de fácil acesso aos laminadores do Trem Aberto
DOCUMENTO PROVISÓRIO*

APÊNDICE L – MATRIZ RACI

MATRIZ RACI



















































Setor: Ferramentaria

LEGENDA							
A	Autoridade	R	Responsável	I	Informado	C	Consultado

Papel/ Responsabilidade (Deliverable, Processo ou Atividade)	J Santos Diretor de Produção	J Sismeiro Sup. de Laminagem	F Dinis Eng. de Processo	M Barreiros Sup. Ferramentaria	Trolo Téc. de Turno	T Carreira/ C Vitorino Ferramenteiros	Chefe equipa TA /TC	PTR Preparação de Trabalho
A. FERRAMENTARIA								
i. Controlo de Stock		I	A	R	R	R		
ii. Aquisição de ferramenta de reposição	I	A	R	R	R	C		
iii. Inspeção de ferramenta		I	A	R	R	R		
iv. Manutenção de ferramenta		I	A	R	R	R		
v. Codificação e registo de Ferramenta		A	R	R	R	I		
vi. Organização de Ferramenta		I	A	R	R	R		
vii. Melhoria de ferramenta	C	A	R	R	R	C	C	
viii. Preparação de Ferramenta TA e TC	I	C	A	R	C	R		
ix. Inspeção de cilindros á saída do trem / decisão de maquinação		A	I	R	C			
x. Inspeção de cilindros á saída do torno / Aprovação		A	I	R	C			
xi. Pedido de rectificação de Ferramentas		I	A	R		C		I
B. FICHA DE FABRICO / FERRAMENTARIA								
i. Revisão de todas as fichas de produto de trem;			A	C	R	C		
ii. Análise das alterações realizadas em trem, considerando a sua alteração/não alteração no ficheiro de Ferramenta.		C/I	A	R	R			
iii. Registo de ferramenta na ficha de produto, aquando a montagem.		C/I	A	R	R	R	R	
iv. Actualização das alterações no ficheiro ferramenta		C/I	A		R			
v. Arquivo em papel das fichas de produto de trem que contém alterações;			A		R			
C. FERRAMENTA NOVA								
i. Aquisição de ferramenta nova	A	R	R	I	I			
ii. Controlo e inspeção á chegada;			A/R	R				
iii. Projecto nova ferramenta	C	A	R	I	I			

APÊNDICE M – ISP

INSTRUÇÃO STANDARD DE PRODUÇÃO		DATA EMISSÃO	13/06/2019		1/1		
REFERÊNCIA	ISPH SPN02-02-0	DESCRIÇÃO	SECTOR	POSTO DE TRABALHO	Mesa de Trabalho TA		
Nº	OPERAÇÃO:	DESCRIÇÃO DOS PASSOS	SEMI-AUTOMÁTICO	MANUAL	FERROMENTARIA	AUDITIVO	SELECÇÃO
1	Identificação/ busca de ferramentas	<p>1.1- Verificar plano e ficha de produto (Fig.1.1)</p> <p>1.2- Identificar/buscar ferramentas na área de armazenagem respectiva (Fig. 1.2.1 e 1.2.2)</p> <p>1.3- Transportar ferramentas para a mesa de trabalho (Fig. 1.3)</p>	     	   	        		
2	Montagem e preparação	<p>2.1- Montagem roletes na guia de laminagem (Fig. 2.1)</p> <p>2.2- Montagem guias estáticas (Fig. 2.2)</p> <p>2.3- Ajustagem (Fig. 2.3)</p> <p>2.4- Montagem dos guias nas laterais, caso seja requerido na ficha de produto (Fig. 2.4.1 e 2.4.2)</p> <p>2.5- Transportar guia de laminagem, tubos e guias para área de entrada de trem (Fig. 2.5.1 e 2.5.2)</p>	                   	        			
ENTRADA POR:		Intervalo de Tempo/Frequência da Operação					
APROVADO POR:		Produção por perfis/famílias					
Gabiella França/ João Sismeiro		José Santos				Ferramenteiro TA	
Responsável pela execução da operação:							

INSTRUÇÃO STANDARD DE PRODUÇÃO		DATA EMISSÃO	13/06/2019	BOLLINGHAUS® STEEL		PÁGINA	1/1
REFERÊNCIA	ISPI6 SPN02-02-0	SEÇÃO	Montagem Ferramentas TC	SECTOR	Ferramentaria TC	POSTO DE TRABALHO	Mesa de Trabalho TC
Nº	OPERAÇÃO:	REGIÃO	ALERTA	QUALIDADE	MANUAL	ADJUTIVO	RELOCACAO
DESENHOS/FOTOGRAFIAS							
1	<p>Identificação/ busca de ferramentas</p> <p>1.1- Verificar plano e ficha de produto (Fig. 1.1)</p> <p>1.2- Identificar/buscar ferramentas na área de armazenagem/respectiva (Fig. 1.2)</p> <p>1.3- Transportar ferramentas para a mesa de trabalho (Fig. 1.3.1 e 1.3.2)</p>	  					
2	<p>Montagem e preparação</p> <p>2.1- Montagem roletes na guia de laminagem (Fig. 2.1)</p> <p>2.2- Montagem guias estáticas (Fig. 2.2)</p> <p>2.3- Afiinação (Fig. 2.3)</p> <p>2.4- Montagem dos guídes nas laterais, caso seja requerido na ficha de produto (Fig. 2.4)</p> <p>2.5- Transportar guia de laminagem, tubos e guídes para área de entrada de trem (Fig. 2.5)</p>	    					
<p>Intervalo de Tempo/Frequência de Operação</p> <p>Produção por perfis/familias</p>		<p>Responsável pela execução da operação:</p> <p>Ferramenteiro TC</p>					
<p>EMISSOR POR:</p> <p>Gabriella França/ João Sismeiro</p>		<p>APROVADO POR:</p> <p>José Santos</p>					

INSTRUÇÃO STANDARD DE PRODUÇÃO				DATA EMISSÃO	13/06/2019	PÁGINA	1/1
REFERÊNCIA	SPT/ SP02-02-0	ESPECIFICAÇÃO	SECTOR	Ferramentaria TC	POSTO DE TRABALHO	Mesa de Trabalho TA	
Nº	OPERAÇÃO:	SEMI-ALTA	QUALIDADE	MANUAL	ALTIMO	REELABORAÇÃO	
DESENHOS/FOTOGRAFIAS							
1	Desmontagem da guia de laminagem (car)	S	+	+	+	  	<p>1.1- Transportar ferramentas da área de saída para a mesa de trabalho (Fig. 1.1)</p> <p>1.2- Desmontar roletes e guia estática (Fig. 1.2.1 e 1.2.2)</p>
2	Verificação das condições das ferramentas	S	+	+	+	  	<p>2.1- Verificar condições dos tubos/guias (se existe aço agarrado ou se há danos maiores na superfície) (Fig. 2.1)</p> <p>2.2- Verificar condições de roletes (se rolamentos permitem a rotação correta ou se há danos maiores na superfície) (Fig. 2.2)</p> <p>2.3- Guardar ferramentas validadas na inspeção no local designado (Fig. 2.3.)</p>
3	Retificação	S	+	+	+	   	<p>3.1- Limpar interior tubos/guias em caso de haver aço agarrado com ferramenta de retificação adequada (Fig. 3.1.1 e 3.1.2)</p> <p>3.2- Troca/limpeza de rolamentos dos roletes caso seja necessário (Fig. 3.2)</p> <p>3.3- Pedido de reparação/substituição em Mobilizer caso seja detectado danos maiores na superfície da ferramenta (Fig. 3.3)</p> <p>3.4- Guardar ferramentas retificadas/reparadas</p>
ENTRO POR:				Intervento de Tempo/Frequência da Operação			
APROVADO POR:				Responsável pela execução da operação:			
Gabriella França/ João Simenro				Ferramenteiro TA			

APÊNDICE N – INSTRUÇÕES TÉCNICAS

	INSTRUÇÃO TÉCNICA				Código	Revisão
	FERRAMENTARIA				IT18 SPN02-02	0
	Elaboração	Gabriella Sismeiro	França/João	Aprovação	José Santos	Data

I. OBJECTIVOS E APLICAÇÃO

Esta instrução de trabalho tem como objetivo estabelecer o método de funcionamento do setor de Ferramentaria, considerando o fluxo de produção da Laminagem, de acordo com o planeado pelo Planeamento e Controlo de Produção, e da gama de dimensões e variáveis associadas ao processo de Laminagem e, consequentemente, ao processo de Preparação de Ferramentas.

II. DOCUMENTOS ASSOCIADOS

ET1 PG07 – Segregação, Acondicionamento e Identificação de Resíduos
 ET1 SPG07-01 – Separação de Resíduos
 I1 SPN02-02 – Previsão de Programa TA
 I2 PG07 – Identificação e Avaliação dos Aspectos Ambientais
 I4 SPN02-02 – Ficha de Fabrico TC
 I5 SPN02-02 – Ficha de Produto TA
 I14 SPN02-02 – Montagem Ferramentas TA
 I15 SPN02-02 – Desmontagem Ferramentas TA
 I16 SPN02-02 – Montagem Ferramentas TC
 I17 SPN02-02 – Desmontagem Ferramentas TC
 I60 PP.0 – Ficha de Fabrico TA
 IT1 SPG07-02 – Identificação dos Perigos e Avaliação dos Riscos
 IT2 PG07 – Identificação dos Perigos e Apreciação dos Riscos
 IT3 SPG07-01 – Separação e Destino Final de Resíduos
 IT7 SPG07-02 – Utilização Ponte Rolante


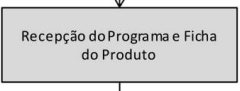
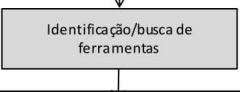
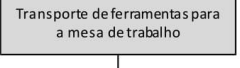
III. ABREVIATURAS

PCP – Planeamento e Controlo da Produção
 OT – Ordem de Trabalho
 FP – Ficha de Produto
 FF – Ficha de Fabrico
 RP – Responsável do Processo
 TT – Técnico do Turno
 ET – Especificação Técnica
 TST – Técnico de Segurança do Trabalho
 SL – Supervisor de Laminagem

IV. FERRAMENTARIA

1. FLUXOGRAMA

1.1. Montagem

Responsável	Sequência de Acontecimentos	Descrição	Suporte Documental
			
Supervisor de Laminagem		Receber informação completa relativa ao programa previsto laminar	I1 SPN02-02 - Previsão de Programa TA I2 SPN02-02 - Previsão de Programa TC
Ferramenteiro		Identificar/buscar ferramentas na área de armazenagem de acordo com a Ficha de Produto e Programa de Produção	I5 SPN02-02 – Ficha de Produto TA I6 SPN02-02 – Ficha de Produto TC
Ferramenteiro		Transportar ferramentas identificadas da área de armazenagem para a mesa de trabalho	

Nota: Documento emitido e aprovado eletronicamente.

Página 1 de 10

	INSTRUÇÃO TÉCNICA			Código	Revisão
	FERRAMENTARIA			IT18 SPN02-02	0
Elaboração	Gabriella Sismeiro	França/João	Aprovação	José Santos	Data
					13/06/2019


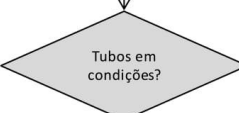
Ferramenteiro	Montagem de ferramentas	Montagem da guia de laminagem conforme Ficha de Produto (colocação das guias e roletes).	ISP14 SPN02-02 – Montagem Ferramentas TA ISP16 SPN02-02 – Montagem Ferramentas TC
Ferramenteiro	Roletes e guias alinhados?	Verificar se as laterais dos roletes estão paralelas as paredes interiores da guia por onde passará a barra de aço.	
Ferramenteiro	Colocação de anilhas ou troca de roletes	Colocação de anilhas para ajustar alinhamento entre roletes e guias ou troca de roletes em caso de permanecerem desalinhados.	
Ferramenteiro	Afinação	Ajustar abertura da guia estática (car) as dimensões do produto a ser laminado com o auxílio de uma amostra do perfil em questão.	I60 PP.0 – Ficha de Fabrico TA I4 SPN02-02 – Ficha de Fabrico TC
Ferramenteiro	Amostra passa adequadamente	Verificar se amostra passa pela guia e roletes sem excesso de folgas (amostra passa com muita facilidade, solta) ou com muita dificuldade (barra bate ou trava nos roletes).	
Ferramenteiro	Reafinação, e se necessário troca de roletes	Repetir processo de afinação até a amostra passar adequadamente. Caso seja necessário, efetuar troca de roletes.	
Ferramenteiro	Transporte de ferramentas para área de entrada do trem	Transportar ferramentas prontas para a área de espera designada (local onde ficam até irem para o trem).	
Equipa de Laminagem	Montagem de ferramentas no trem	Transporte e fixação das ferramentas nas caixas respectivas de acordo com Programa de Produção.	IT3 SPN02-02 - Laminagem

1.2. Desmontagem

Responsável	Seqüência de Acontecimentos	Descrição	Suporte Documental
	Fim de produção		
Equipa de Laminagem	Retirada ferramentas do trem	Desmontar e retirar ferramentas das caixas e transportá-las para a área designada de saída de ferramentas do trem.	
Ferramenteiro	Verificação condições dos cilindros	Na retirada dos cilindros no Trem Contínuo, realizar a verificação das condições dos mesmos para realizar pedido de retificação junto a Preparação de Trabalho caso necessário.	

Nota: Documento emitido e aprovado eletronicamente.

	INSTRUÇÃO TÉCNICA				Código	Revisão
	FERRAMENTARIA				IT18 SPN02-02	0
Elaboração	Gabriella Sismeiro	França/João	Aprovação	José Santos	Data	13/06/2019

Ferramenteiro	Transporte ferramentas para mesa de trabalho	Transportar ferramentas identificadas da área de armazenagem para a mesa de trabalho.	
Ferramenteiro	Desmontagem da guia de laminagem	Desmontar guias e roletes da guia de laminagem.	ISP15 SPN02-02 – Montagem Ferramentas TA ISP17 SPN02-02 – Montagem Ferramentas TC
Ferramenteiro		Verificar se existe danos ou defeitos na superfície dos roletes ou na superfície interna das guias que precisem de retificação, reparação ou substituição.	
Ferramenteiro	Verificação condições dos tubos de saída	Verificar se existe danos ou defeitos na superfície interna dos tubos que precisem de retificação, reparação ou substituição.	
Ferramenteiro			
Ferramenteiro	Armazenagem de ferramentas	Transporte de ferramentas da mesa de trabalho para a área de armazenagem designada à elas (respeitar localizações definidas).	
Supervisor da Ferramentaria	Retificação ou pedido de reparação/substituição	Efetuar retificação em tubos e guias com ferramenta apropriada, ou, quando detectado danos maiores, efetuar pedido de reparação/substituição através do Movilizer.	

2. MAPA DE ZONAS

2.1. Trem Aberto

Toda preparação ou manutenção de ferramentas no trem aberto deve ser realizada na mesa de trabalho junto ao trem, conforme o mapa de zonas desta instrução de trabalho. Prontas, as ferramentas devem ser transportadas para a área de entrada de ferramentas, onde permanecerão até serem montadas no trem, devendo-se respeitar as zonas respectivas para as ferramentas de cada caixa, sendo essas zonas representadas por cores.

- Caixa 2: cinza
- Caixa 3: **laranja**
- Caixa 4: **roxo**
- Caixa 5: **verde**

As guias de laminagem sendo diferenciadas entre lado mar e terra:

- Guias de laminagem lado Mar: **Azul**
- Guias de laminagem lado Terra: **Vermelho**

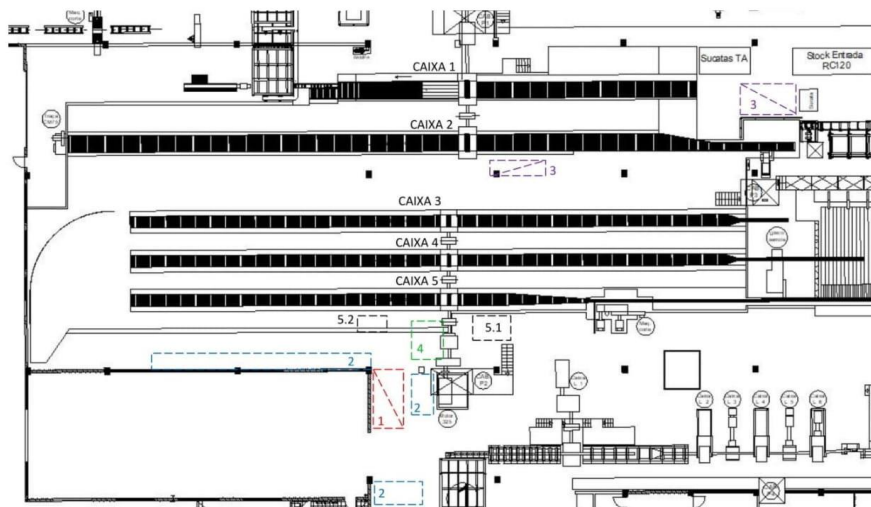
Nota: Documento emitido e aprovado eletronicamente.

Página 3 de 10

INSTRUÇÃO TÉCNICA				Código	Revisão	
FERRAMENTARIA				IT18 SPN02-02	0	
Elaboração	Gabriella Sismeiro	França/João	Aprovação	José Santos	Data	13/06/2019

À saída, as ferramentas devem ser desmontadas e guardadas no local respectivo designada a elas, seguindo as etiquetas e a codificação das mesmas.

a) Mapa de Zonas



- **Zona 1:** área de trabalho (mesa de trabalho)



- **Zona 2:** áreas de armazenagem de Ferramentas



Nota: Documento emitido e aprovado eletronicamente.

Página 4 de 10

	INSTRUÇÃO TÉCNICA				Código	Revisão
	FERRAMENTARIA				IT18 SPN02-02	0
Elaboração	Gabriella Sismeiro	França/João	Aprovação	José Santos	Data	13/06/2019

- **Zona 3:** áreas de armazenagem de Ferramentas da caixa 2



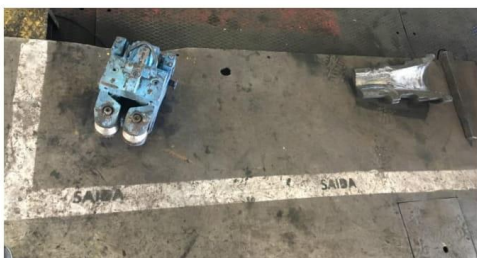
- **Zona 4:** área de entrada lado Mar



- **Zona 5.1:** área de entrada e saída lado Terra



- **Zona 5.2:** área de saída lado Mar



Nota: Documento emitido e aprovado eletronicamente.

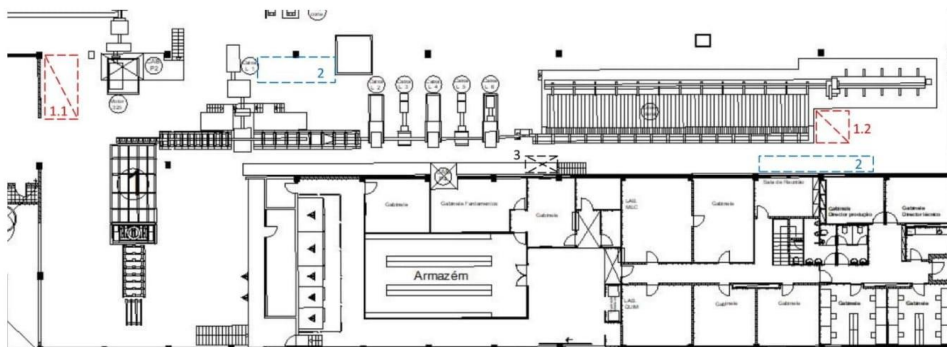
Página 5 de 10

INSTRUÇÃO TÉCNICA				Código	Revisão	
FERRAMENTARIA				IT18 SPN02-02	0	
Elaboração	Gabriella Sismeiro	França/João	Aprovação	José Santos	Data	13/06/2019

2.2. Trem Contínuo

Toda preparação e manutenção de ferramentas no trem contínuo devem ser realizadas nas mesas de trabalho, sendo utilizada a mesa de trabalho 1, junto ao trem aberto, para a preparação das ferramentas da caixa 1, e utilizada a mesa de trabalho 2 para a preparação das ferramentas das restantes caixas. Prontas, as ferramentas devem ser transportadas para a área de entrada de ferramentas, onde permanecerão até serem montadas no trem. À saída, as ferramentas devem ser desmontadas e guardadas no local respectivo designada a elas, seguindo as etiquetas e a codificação das mesmas.

Mapa de Zonas



- **Zona 1.1:** mesa de trabalho 1



- **Zona 1.2:** mesa de trabalho 2



Nota: Documento emitido e aprovado eletronicamente.

Página 6 de 10

INSTRUÇÃO TÉCNICA					Código	Revisão
FERRAMENTARIA					IT18 SPN02-02	0
Elaboração	Gabriella Sismeiro	França/João	Aprovação	José Santos	Data	13/06/2019

- **Zona 2:** áreas de armazenagem de Ferramentas



- **Zona 3:** áreas de entrada e saída de ferramentas



3. FERRAMENTARIA

3.1. Informação documentada

Cabe ao Departamento de Produção emitir a previsão de programa com as dimensões organizadas, em termos de tempos de mudança e ordem de laminagem e, de acordo com esta, emitir também as FP, e fornecê-las ordenadas para o setor da ferramentaria com a antecedência necessária a execução das respectivas preparações e montagens.

3.2. Gama de Produtos

Os Programas de laminagem abrangem uma gama de dimensões com perfil Quadrado, Hexagonal, Retangular ou Especial. As mudanças de Trem devem ocorrer por programa associado a cada um dos perfis mencionados. A sequência de Laminagem deve ter em linha de conta os critérios identificados na IT3 SPN02_1, sendo a Preparação de Ferramentas responsável por atender os requisitos de cada programa especificamente.

3.3. Preparação de Ferramentas

A equipa da Ferramentaria é responsável por executar a montagem das ferramentas necessárias para a produção dos perfis programados segundo as especificações técnicas de laminagem indicadas nas FP, e para tal deve fazer cumprir as informações prevista na mesma. Em caso de identificação de anomalias, dificuldades ou alterações das ferramentas previstas, devem ser registadas as indicações de forma clara na própria FP, ou TT, a fim de dar conhecimento ao RP, explicando as principais razões das alterações propostas de forma a serem avaliadas, registadas e validadas na base de dados de suporte.

Nota: Documento emitido e aprovado eletronicamente.

Página 7 de 10

INSTRUÇÃO TÉCNICA				Código	Revisão	
FERRAMENTARIA				IT18 SPN02-02	0	
Elaboração	Gabriella Sismeiro	França/João	Aprovação	José Santos	Data	13/06/2019

3.4. Inspeção de Ferramentas durante os Programas de Laminagem

Os Ferramenteiros são os responsáveis por verificar o estado das ferramentas nos trens durante e ao fim do programa de laminagem, bem como de efetuar mudanças ou retificações caso sejam identificadas anomalias ou defeitos que afetem o bom funcionamento do trem.

3.5. Auxílio ao Trem

É de responsabilidade da equipa de Ferramentaria auxiliar os operadores da Laminagem durante as trocas de ferramentas e quando for detectado avarias ou defeitos nas ferramentas a trabalhar. Cabe também a equipa garantir que os consumíveis necessários para o bom funcionamento do trem (parafusos, porcas, placas de enchimento, etc.) estejam a disposição dos operadores e em boas condições de uso para caso de necessidade. Aos operadores da Laminagem cabe retornar todos os consumíveis retirados, em condições ou não, para os ferramenteiros.

3.6. Retificação e Manutenção de ferramentas

Cabe a equipa da Ferramentaria a manutenção das boas condições das ferramentas utilizadas em ambos os trens. Isto envolve garantir o funcionamento correto dos rolamentos dos roletes, efetuando-se a troca dos mesmos quando necessário, a limpeza do aço agarrado em tubos e guias, e o direcionamento prévio das ferramentas com avarias em sua superfície, interna ou externa, para a retificação junto à PTR, sendo isto feito através de pedido de retificação sob responsabilidade do Supervisor da Ferramentaria e do Engenheiro de Processo.

3.7. Verificação dos cilindros

É de responsabilidade do Supervisor da Ferramentaria verificar as condições dos cilindros após a montagem com base no plano de produção, bem como informar a equipa do SMED e o Supervisor de Laminagem em caso de não conformidades. É de responsabilidade do SL validar a verificação feita, bem como, em caso de haver a necessidade de correção, é de responsabilidade da equipe da SMED de a efetuar. No Trem Contínuo, também é de responsabilidade do Supervisor da Ferramentaria verificar se os cilindros que saem do trem precisam de retificação e, dessa forma, efetuar o pedido pelo Movilizer.

4. MANUTENÇÃO, ORGANIZAÇÃO E LIMPEZA DO POSTO DE TRABALHO

No final do turno, cada operador deve deixar o local limpo e arrumado, efetuando a correta separação dos resíduos gerados de acordo com a **ET1 PG07-01 - Segregação, Acondicionamento e Identificação de Resíduos** e respeitando o Plano e Limpeza correspondente ao setor.

5. SEGURANÇA NO POSTO DE TRABALHO

■ Riscos mais Frequentes

- Exposição a elevados níveis de ruído;
- Risco térmico/Contato com superfícies quentes;
- Projeção de ferramenta sobre o operador;
- Exposição a ambientes térmicos extremos;
- Exposição a contaminantes químicos (poeiras, aerossóis);
- Riscos ergonómicos (movimentos repetitivos);
- Escorregamento/Queda ao mesmo nível;
- Riscos inerentes à utilização de Ponte Rolante.

Nota: Documento emitido e aprovado eletronicamente.

Página 8 de 10

	INSTRUÇÃO TÉCNICA				Código	Revisão
	FERRAMENTARIA				IT18 SPN02-02	0
Elaboração	Gabriella Sismeiro	França/João	Aprovação	José Santos	Data	13/06/2019

■ Medidas de Prevenção Gerais

- Antes de iniciar o trabalho, o operador deve:
 - Ser formado e estar informado acerca dos riscos a que está sujeito, e que estão inscritos no IT2 PG07-02 - Identificação dos Perigos e Avaliação dos Riscos, e sobre os métodos de trabalho seguros que deve adotar.
 - Estar munido de todos os EPI's recomendados para a utilização dos equipamentos e execução das suas tarefas no posto de trabalho.
 - Denunciar as condições perigosas que observe ou com que se depare, nomeadamente, como equipamentos danificados, vias de circulação ou locais de trabalho obstruídos ou desorganizados, utilização incorreta de equipamentos, etc.



Os elementos móveis devem estar protegidos de forma a impedir o acesso à zona de risco, sendo que os colaboradores serão responsáveis pela sua manutenção e conservação. Não deve ser retirado ou tornado ineficaz um protetor, mecanismo ou dispositivo de segurança de uma máquina ou seu elemento perigoso, a não ser que se pretenda executar imediatamente uma reparação ou regulação de máquina, protetor, mecanismo ou dispositivo de segurança. Logo que a reparação ou regulação esteja concluída, os protetores, mecanismos ou dispositivos de segurança devem ser imediatamente repostos.

- Durante o Trabalho, o operador deve:
 - Comunicar ao RP qualquer incidência que possa colocar em risco a sua segurança, o qual por sua vez informará o TST.
 - Efetuar reposição hídrica adequada
 - Beber pequenas quantidades de líquido frequentemente.
- Após o Trabalho, o operador deve:
 - Alertar o turno seguinte para qualquer situação de risco detetada.
 - Manter o Posto de trabalho limpo e organizado.
- Medidas de Prevenção Específicas:

Utilização de Ponte Rolante:

- Antes da utilização da ponte rolante o operador deve realizar uma inspeção visual ao estado de conservação dos cabos e correntes, aos sinais de corrosão da estrutura, às eventuais fissuras ou empenos, aos eventuais sinais de desgaste das correntes, cabos, ganchos e patilhas e testar o sistema de travagem e a capacidade da ponte.
- A carga não deve ultrapassar a capacidade máxima estabelecida para o equipamento, evitar a deslocação de cargas suspensas por cima de locais de trabalho não protegidos e habitualmente ocupados por trabalhadores, garantir que não há obstáculos a impedir a movimentação da carga, não posicionar as mãos/pés debaixo da carga.

Nota: Documento emitido e aprovado eletronicamente.

Página 9 de 10

INSTRUÇÃO TÉCNICA				Código	Revisão	
FERRAMENTARIA				IT18 SPN02-02	0	
Elaboração	Gabriella Sismeiro	França/João	Aprovação	José Santos	Data	13/06/2019

Utilização de Ferramenta:

- As ferramentas de trabalho devem ser mantidas limpas e isentas de gorduras.
- Não improvisar ferramentas para execução do serviço, utilizar sempre ferramentas adequadas.

Organização e limpeza:

- As superfícies de trabalho deverão ser mantidas limpas e isentas de substâncias passíveis de causar escorregamentos. As áreas de circulação deverão estar livres de obstáculos.
- Os derramamentos devem ser imediatamente absorvidos e limpos com substâncias adequadas.
- Manter LIVRE o acesso aos extintores.

■ **EPI's obrigatórios**



I. Obrigatório usar protectores auriculares



II. Obrigatório usar luvas de protecção



III. Obrigatório usar botas de protecção



IV. Obrigatório usar fato de trabalho