

Hugo Gomes Pereira

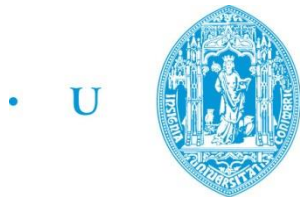
Analysis and optimization of the flows and processes of the packaging sector of a company of production of steel profiles

Dissertação em Engenharia e Gestão Industrial

Julho/2017



UNIVERSIDADE DE COIMBRA



• U • C •

FCTUC FACULDADE DE CIÊNCIAS
E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA MECÂNICA

Analysis and optimization of the flows and processes of the packaging sector of a company of production of steel profiles

Análise e otimização dos fluxos e processos do setor de embalagem de uma empresa de produção de perfis de aço

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

Autor

Hugo Gomes Pereira

Orientador

Professor Doutor Pedro Mariano Simões Neto

Co-orientador

Engenheiro José António Gonçalves dos Santos

Júri

Presidente	Professor Doutor Cristóvão Silva Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra Professor Doutor Pedro Mariano Simões Neto
Vogais	Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra Professor Doutor Pedro Miguel Fernandes Coelho Assistente Convidado da Universidade de Coimbra

Colaboração Institucional

 **Böllinghaus Steel, S.A.**

Coimbra, Julho, 2017

“A menos que modifiquemos a nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo”

Albert Einstein

Aos meus pais e irmão.

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.

Ao Engenheiro José Santos, ao Nélon Pedrosa, à Engenheira Ana Ferreira, ao Engenheiro João Nabeiro e ao Engenheiro Nélio Mourato por todo o apoio e conhecimentos transmitidos bem como por toda a informação facultada, pela total disponibilidade e ajuda prestada ao longo de todo o projeto.

A todos os colaboradores da Böllinghaus Steel S.A., pela simpatia demonstrada ao longo destes meses e por me fazerem parte integrante da empresa.

Ao Professor Doutor Pedro Neto, pela orientação, disponibilidade, e conhecimentos transmitidos ao longo de todo o projeto.

Aos meus pais, irmão e avó, pelo orgulho demonstrado e pelo apoio incondicional transmitidos ao longo de todo o percurso académico, essenciais para a conclusão do mesmo.

Por fim, um agradecimento a todos aqueles que não referi, mas que de alguma forma contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

Resumo

Dada a crescente competição que tem caracterizado o mundo empresarial, é fundamental que as organizações se diferenciem dos seus concorrentes de forma a assegurar a sua sobrevivência. Nesta lógica, a sustentabilidade das organizações depende da sua capacidade de melhoria da performance e dos resultados obtidos ao nível da qualidade e da eficiência dos seus processos de forma contínua.

As empresas que pretendem destacar-se da concorrência, devem esforçar-se para conseguir uma gestão eficiente dos seus recursos de modo a consolidar a sua posição no mercado e praticar ações que possibilitem a análise detalhada dos seus processos, de modo a reduzir custos através da redução de desperdícios e eliminação de defeitos.

Neste contexto, apresenta-se uma ferramenta de melhoria contínua, o Seis Sigma. Esta apresenta inúmeros casos de sucesso na resolução de problemas ao nível do processo produtivo das organizações.

A presente dissertação tem como foco principal a implementação da iniciativa Seis Sigma no setor de embalagem da Böllinghaus Steel S.A., empresa do setor metalúrgico que se dedica à produção de perfis de aço. Para isto, recorrer-se-á à metodologia DMAIC como forma de guia de todo o processo.

Palavras-chave: Performance, Melhoria contínua, Seis Sigma, DMAIC, Böllinghaus Steel S.A..

Abstract

Given the increasing competition that has characterized the business world, it is critical that organizations differentiate themselves from their competitors to ensure their survival. In this logic, the sustainability of organizations depends on their ability to improve continuously the performance and results obtained in terms of the quality and efficiency of their processes.

Companies that want to stand out from the competition should strive to achieve an efficient management of their resources in order to consolidate their position in the market and practice actions that allow the detailed analysis of their processes, in order to reduce costs through reduction of waste and elimination of defects.

In this context, a continuous improvement tool, Six Sigma, is presented. This one presents numerous cases of success in solving problems in the productive process of the organizations.

The main focus of this dissertation is the implementation of the Six Sigma initiative in the packaging sector of Böllinghaus Steel S.A., a company in the metallurgical sector that is dedicated to the production of steel profiles. For this, the DMAIC methodology will be used as a guide to the whole process.

Keywords: Performance, Continuous improvement, Six Sigma, DMAIC, Böllinghaus Steel, S.A..

Índice

Índice de Figuras	xiii
Índice de Tabelas	xv
Siglas	xvii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Estrutura da dissertação	1
1.2. Apresentação da empresa.....	1
1.2.1. História da empresa	1
1.2.2. Produtos	3
1.2.3. Qualidades de aço	3
1.2.4. Aplicações	4
1.3. Caso de estudo	4
2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO	7
2.1. Seis Sigma.....	7
2.1.1. Equipa Seis Sigma	8
2.1.2. Ciclo DMAIC	8
2.2. 3M's	9
2.3. 5S's	10
2.3.1. Seiri - Seleção	11
2.3.2. Seiton - Organização	12
2.3.3. Seiso - Limpeza	12
2.3.4. Seiketsu - Normalização	13
2.3.5. Shitsuke – Disciplina	13
2.4. Tempos e métodos	13
3. FASE DEFINIR.....	15
3.1. Definição de equipa	15
3.2. Definição do setor de embalagem.....	15
3.2.1. Layout do setor de embalagem	15
3.2.2. Reparação	17
3.2.3. Embalagem	18
3.2.4. SIPOC.....	20
3.3. Definição do problema.....	22
4. FASE MEDIR	23
4.1. Produção real do setor de embalagem	23
4.2. Capacidade produtiva do setor de embalagem	24
4.3. OEE do setor de embalagem.....	26
4.4. Custos do setor de embalagem.....	29
4.5. Nível Sigma	30
5. FASE ANALISAR	31
5.1. Diagrama de Ishikawa	31

5.2.	Análise FMEA	31
5.3.	Diagrama de Pareto	33
5.4.	Tempo de reparação por operador	34
5.5.	Cartografia de fluxo do processo de embalagem.....	35
5.6.	Taxa de ocupação	36
5.7.	Diagrama de Spaghetti.....	39
6.	FASE MELHORAR.....	43
6.1.	Brainstorming	43
6.2.	5 S's	44
6.3.	Melhorias Propostas	46
6.3.1.	Suportes para arames junto à bancada de trabalho	46
6.3.2.	Formação sobre o modo de reparação	46
6.3.3.	Colocação de uma balança na ponte rolante do jato	46
6.3.4.	Aquisição de um balancim para a ponte rolante	47
6.3.5.	Padronização do modo de colagem de etiquetas	47
6.3.6.	Padronização das dimensões que requerem dois operadores por bancada....	48
6.3.7.	Matriz de defeitos a reparar no setor	48
6.3.8.	Colocação de tablets no setor	48
6.3.9.	Leitores de códigos de barras	49
6.3.10.	Máquina de cintar móvel	49
6.3.11.	Bancadas de trabalho ergonômicas e automatizadas	49
6.3.12.	Sistema de marcação de barras por Inkjet	50
6.3.13.	Alteração dos berços das bancadas de trabalho.....	50
6.3.14.	Colocação de ventilação no setor de decapagem.....	51
6.3.15.	Alteração de layout.....	51
6.3.16.	Custos das melhorias	53
6.4.	Resultados obtidos.....	53
6.4.1.	Nível Sigma.....	55
6.4.2.	OEE	55
6.4.3.	Síntese dos resultados obtidos.....	56
7.	FASE CONTROLAR.....	57
8.	CONCLUSÕES.....	59
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
	APÊNDICE A – PLANO DO PROJETO	63
	APÊNDICE B – CUSTO DAS DIFERENTES EMBALAGENS	65
	APÊNDICE C – ANÁLISE FMEA DO SETOR.....	67
	APÊNDICE D – CARTOGRAFIA DE FLUXOS	69
	APÊNDICE E – PLANO DE LIMPEZA.....	71
	APÊNDICE F – CHECK LIST 5'S	73
	APÊNDICE G – ESTUDO DO BALANCIM	75
	APÊNDICE H – MODO DE COLAGEM DE ETIQUETAS.....	77

APÊNDICE I – DIMENSÕES QUE REQUEREM DOIS OPERADORES POR BANCADA	79
APÊNDICE J – MATRIZ DE CORREÇÃO DE DEFEITOS	81
APÊNDICE K – BANCADAS DE TRABALHO ERGONÓMICAS E AUTOMATIZADAS	83
APÊNDICE L – PROPOSTA DE LAYOUT 1.....	85
APÊNDICE M – PROPOSTA DE LAYOUT 2.....	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Cronograma da Böllinghaus Steel S.A.	2
Figura 1.2. Exemplos dos perfis produzidos pela Böllinghaus Steel S.A.	3
Figura 1.3. Gráfico de qualidades (grades) de aço do mês de Março de 2017.....	3
Figura 1.4. Diferentes aplicações da gama de produtos Böllinghaus.....	4
Figura 1.5. Fluxograma geral de produção da Böllinghaus Steel S.A.....	5
Figura 2.1. Esquema representativo dos 3M's (Citeve, 2012).....	10
Figura 2.2. 5 S's	11
Figura 2.3. Eliminação do que não é necessário num posto de trabalho.....	11
Figura 3.1. Layout do armazém de acabamento.....	16
Figura 3.2. Layout do setor de embalagem	16
Figura 3.3. Mapa do processo de reparação da Böllinghaus Steel S.A.	18
Figura 3.4. Mapa de processo de embalagem da Böllinghaus Steel S.A.	19
Figura 3.5. Diagrama SIPOC do processo de reparação e embalagem.....	21
Figura 4.1. Gráfico da produção real da embalagem.....	23
Figura 4.2. Gráfico da produção real da reparação.....	23
Figura 4.3. Distribuição de tempos para uma bancada de trabalho.....	28
Figura 4.4. Gráfico dos custos do setor de embalagem - reparação	29
Figura 4.5. Gráfico dos custos do setor de embalagem - embalagem.....	29
Figura 4.6. Gráfico de custos por tonelada produzida.....	30
Figura 5.1. Diagrama de Ishikawa.....	31
Figura 5.2. Gráfico de Pareto dos defeitos que chegam ao setor de embalagem	33
Figura 5.3. Gráfico de Pareto dos defeitos que mais afetam os tempos de reparação.....	34
Figura 5.4. Tempos de reparação de atados por operador.....	34
Figura 5.5. Análise de tempos do processo de embalagem.....	36
Figura 5.6. Taxa de ocupação das bancadas de trabalho	37
Figura 5.7. Diagrama de Spaghetti do setor de embalagem - Aço laminado	39
Figura 5.8. Diagrama de Spaghetti do setor de embalagem - Aço estirado, linha CD1	40
Figura 5.9. Diagrama de Spaghetti do setor de embalagem - Aço estirado, linha CD2.....	41
Figura 6.1. Matriz importância versus custo	44

Figura 6.2. Remodelação da plataforma dos sprays de cor	44
Figura 6.3. Arrumação do material de limpeza	45
Figura 6.4. Identificação das bancadas de apoio	45
Figura 6.5. Identificação das bancadas de trabalho	45
Figura 6.6. Relocalização do arame zincado	46
Figura 6.7. Colocação de uma balança na ponte rolante alocada ao jato de granalha	47
Figura 6.8. Balancim triangular.....	47
Figura 6.9. Colagem de etiquetas no topo do atado	48
Figura 6.10. Tablet com o sistema Movilizer.....	48
Figura 6.11. Leitor de códigos de barras	49
Figura 6.12. Plataforma móvel da máquina de cintar	49
Figura 6.13. Sistema de estampagem Inkjet.....	50
Figura 6.14. Alteração dos batentes do berço de descarga.....	50

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1. Níveis Sigma (Trad et al, 2009).....	7
Tabela 3.1. Legenda do armazém de acabamento	16
Tabela 3.2. Legenda do layout do setor de embalagem.....	17
Tabela 3.3. Não conformidades a reparar no setor de embalagem.....	17
Tabela 3.4. Legenda do mapa de processo de embalagem	19
Tabela 3.5. Definição e quantificação dos objetivos a atingir.....	22
Tabela 4.1. Dados estatísticos da produção real da embalagem.....	24
Tabela 4.2. Dados estatísticos da produção real da reparação	24
Tabela 4.3. Análise da taxa de produção real da reparação.....	25
Tabela 4.4. Análise da taxa de produção real da embalagem.....	25
Tabela 4.5. Valores OEE Classe Mundial	26
Tabela 4.6. Valores para o cálculo do OEE.....	27
Tabela 4.7. Indicadores OEE	27
Tabela 4.8. Cálculo OEE	28
Tabela 5.1. Indicadores para a análise FMEA (Moura, 1993)	32
Tabela 5.2. Defeitos que chegam ao setor de embalagem.....	33
Tabela 5.3. Análise dos tempos de operação.....	35
Tabela 5.4. Taxa de ocupação das bancadas de trabalho.....	38
Tabela 5.5. Taxa de ocupação da ponte rolante.....	38
Tabela 5.6. Deslocamento do material – Aço laminado.....	39
Tabela 5.7. Deslocamentos do material - Aço estirado, linha CD1.....	40
Tabela 5.8. Deslocamentos do material - Aço estirado, linha CD2.....	41
Tabela 6.1. Resultados da sessão de Brainstorming.....	43
Tabela 6.2. Comparação das distâncias percorrida pelo material aço laminado	51
Tabela 6.3. Comparação das distâncias percorridas pelo material aço laminado CD1	51
Tabela 6.4. Comparação das distâncias percorridas pelo material aço estirado CD2	52
Tabela 6.5. Comparação das distâncias percorridas pelo material aço laminado.....	52
Tabela 6.6. Comparação das distâncias percorridas pelo material aço estirado CD1	52
Tabela 6.7. Comparação das distâncias percorridas pelo material aço estirado CD1	53
Tabela 6.8. Custos das melhorias propostas	53

Tabela 6.9. Valores para o recálculo do OEE do setor	55
Tabela 6.10. Cálculo do OEE.....	56
Tabela 6.11. Comparação de resultados.....	56

SIGLAS

DMAIC – Define, Measure, Analyse, Improve, Control

DPMO – Defeitos por Milhão de Oportunidades

FMEA – *Failure Mode and Effects Analysis*

HEX – Hexagonal

mm - Milímetros

MP – Matéria Prima

NPR – Número de Prioridade de Risco

OEE – *Overall Equipment Efficiency*

REFA - Reichsausschuß für Arbeitszeitermittlung

S.A. – Sociedade Anónima

SIPOC – *Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Costumers*

SQR – *Square*

TA – Trem Aberto

TC – Trem Contínuo

TT – Tratamento Térmico

1. INTRODUÇÃO

Com a atual e crescente competitividade vivida no meio industrial, as empresas têm como objetivo primordial a melhoria da performance dos seus processos, de modo a solidificarem a sua posição no mercado. Neste âmbito, tem-se apresentado o Seis Sigma, que tem como objetivo principal, segundo Ferreira, et al. (2013), a redução da variabilidade associada a produtos e/ou processos, recorrendo a uma metodologia de melhoria contínua, conhecida por DMAIC, composta por 5 fases: definir, medir, analisar, melhorar e controlar.

1.1. Estrutura da dissertação

Esta secção apresenta a estrutura de cada capítulo presente na dissertação.

Neste primeiro capítulo é feita uma apresentação da empresa, abordando o seu processo produtivo e descrevendo o caso de estudo.

No segundo capítulo será feito um enquadramento teórico.

Do terceiro ao sétimo capítulo será desenvolvida a metodologia DMAIC, sendo que cada um dos capítulos corresponderá, respetivamente, a cada uma das fases (definir, medir, analisar, melhorar e controlar).

No oitavo e último capítulo serão descritas as conclusões retiradas com o desenvolvimento desta dissertação.

1.2. Apresentação da empresa

1.2.1. História da empresa

A empresa Böllinghaus Steel S.A. iniciou a sua atividade de produção de aço em 1889 na localidade de Remscheid, Alemanha, tendo sido fundada por Hermann Böllinghaus e Johann Ludwig Härtel.

Em 1996, Portugal foi o país eleito para fundar a Böllinghaus Portugal – Aços Especiais, Lda., após a aquisição de um conjunto de equipamentos e instalações do setor siderúrgico existentes em Vieira de Leiria.

De forma a satisfazer as necessidades dos seus clientes, em 2008 foi inaugurado o Laboratório de Ensaios Mecânicos equipado com máquinas sofisticadas e adequadas às exigências atuais, entre as quais: Máquina de Tração e Impacto, Microscópio Ótico, Máquina de Corte e Montagem de Amostras.

Com o objetivo de agregar valor ao seu negócio e expandi-lo a novos mercados a Böllinghaus investiu, em 2009, num equipamento de estiragem que permite produzir um novo produto (aço calibrado) e em 2011 num equipamento de jatear, que potenciou a entrada em novos mercados e a obtenção de novos clientes. No ano de 2001, a unidade de produção de Remscheid foi encerrada, permanecendo apenas a unidade instalada em Portugal. Na Figura 1.1 pode ver-se o cronograma da empresa.

A Böllinghaus Steel é uma empresa privada de sucesso com um universo de cerca de 260 funcionários.



Figura 1.1. Cronograma da Böllinghaus Steel S.A.

1.2.2. Produtos

A produção da Böllinghaus Steel é orientada para as especificidades do cliente, garantindo sempre a melhor qualidade numa larga variedade de produtos. A gama de perfis procura ir ao encontro das atuais tendências do mercado e divide-se em quatro tipos: quadrados, retangulares, hexagonais e especiais. Estes perfis podem ser laminados a quente ou calibrados a frio (estirados), todos eles nas mais variadas dimensões.

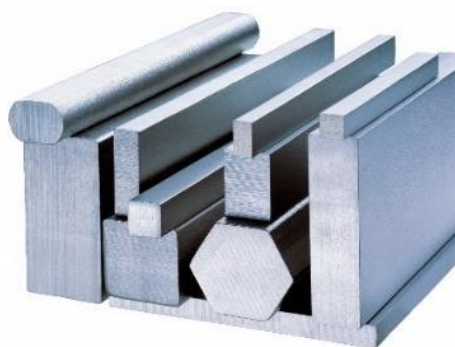


Figura 1.2. Exemplares dos perfis produzidos pela Böllinghaus Steel S.A

1.2.3. Qualidades de aço

Na produção dos perfis são utilizados aços de diferentes qualidades (grades). Na Figura 1.3 é apresentado um gráfico que representa as diferentes qualidades de aço comercializadas pela Böllinghaus Steel S.A..

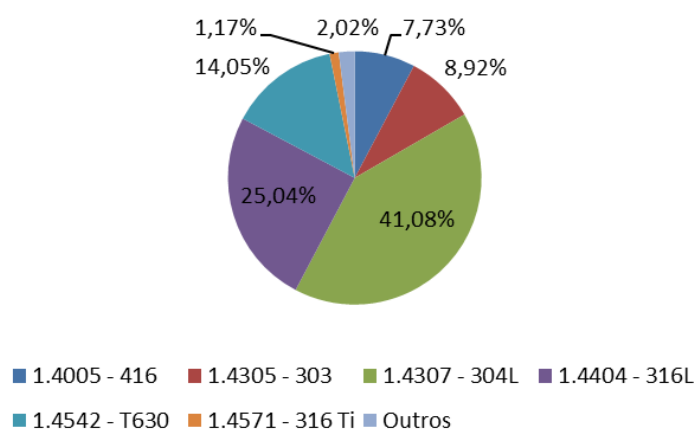


Figura 1.3. Gráfico de qualidades (grades) de aço do mês de Março de 2017

1.2.4. Aplicações

Os produtos da Böllinghaus são exportados para todo o mundo e destinam-se a diferentes aplicações, tais como, indústria alimentar, setor energético, indústria farmacêutica, equipamentos cirúrgicos, indústria naval, construção civil entre outras.



Figura 1.4. Diferentes aplicações da gama de produtos Böllinghaus

1.3. Caso de estudo

Este caso de estudo tem como objetivo principal a otimização dos fluxos e processos do setor de embalagem da Böllinghaus Steel. Devido ao elevado número de perfis produzidos (cerca de 790) e do seu crescimento contínuo, encontra-se numa fase de expansão que envolve a aquisição de novos equipamentos e redefinições de *layout*. O setor da embalagem está a ser alvo de grandes alterações de modo a aumentar a sua capacidade produtiva. Existem diferentes formas de aumentar a capacidade produtiva, contudo, a presente dissertação irá focalizar-se na redução de diferentes formas de desperdício na Böllinghaus Steel. Esta redução encontra-se diretamente relacionada com a redução de tempo de processamento e redução de custos finais de produto acabado.

Na Figura 1.5 encontra-se o fluxograma geral de produção da Böllinghaus Steel onde se constata que a embalagem é um setor fundamental no processo, pois é responsável pela reparação de defeitos do material e pela verificação final do produto para confirmar se este se encontra conforme para ser embalado e posteriormente expedido para o cliente final.

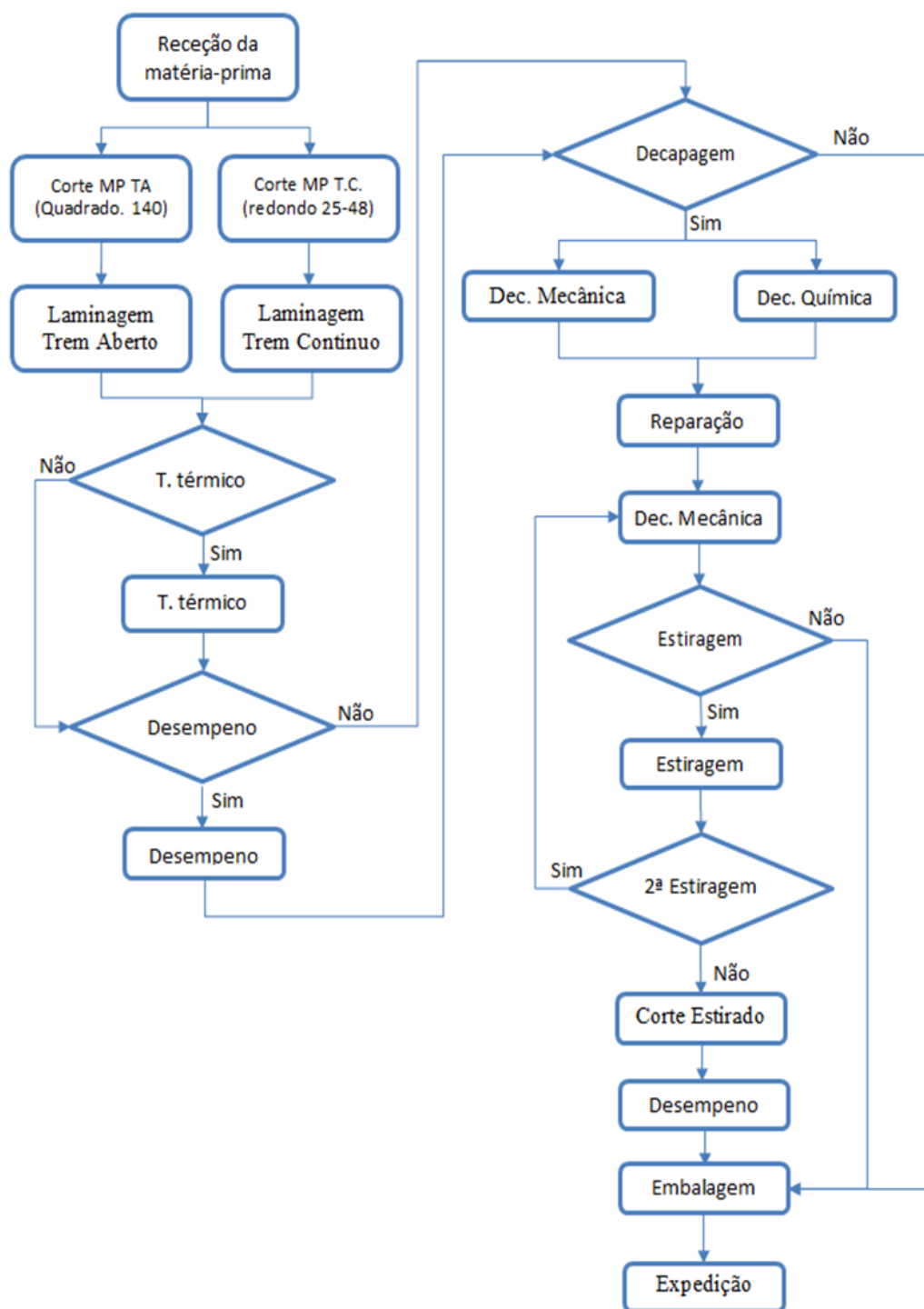


Figura 1.5. Fluxograma geral de produção da Böllinghaus Steel S.A.

2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

2.1. Seis Sigma

O Seis Sigma é uma marca registada, propriedade da Motorola que foi introduzida nos finais da década de 80 com o intuito de reduzir os defeitos na produção. O conceito base deste método foi desenvolvido com o propósito de lidar com uma elevada taxa de insucesso produzida pelo sistema e de aumentar a competitividade da empresa numa época em que esta se via a perder terreno perante os seus concorrentes. (Norte, 2011).

Para Hanh et al. (1999) o seis sigma consiste numa abordagem altamente disciplinada e baseada na estatística para a remoção de defeitos de produtos, processos e transações envolvendo todos na empresa.

Segundo Mijajlevski (2013) é um método altamente disciplinado de recolha e tratamento de dados que faz uso de ferramentas estatísticas e requer um envolvimento significativo da alta administração e uma hierarquia de trabalhadores com a formação necessária sobre esta metodologia.

Em suma, o Seis Sigma é visto como uma ferramenta de gestão da qualidade que permite às organizações a identificação e eliminação de erros, alcançando desta forma uma vantagem competitiva sustentável através da redução da variabilidade dos seus processos ou produtos, mais concretamente, a redução da variação dos processos até a meta dos 3,4 defeitos por milhão de oportunidades

Na Tabela 2.1 são apresentados os vários níveis sigma e os respetivos defeitos por milhão de oportunidades (DPMO), rendimento e custos de não qualidade (percentagem sobre o volume de faturação).

Tabela 2.1. Níveis Sigma (Trad et al, 2009)

Nível da qualidade	DPMO	Rendimento (%)	Custo da não qualidade
1	670 000	31 %	-
2	308 537	69,15 %	> 40 %
3	66 807	93,32 %	25 – 40 %
4	6 210	99,3790 %	15 – 25 %
5	233	99,97670 %	5 – 15 %
6	3.4	99,999660%	< 1 %

A maioria das empresas encontra-se no nível Sigma 4, isto é, 6210 defeitos por 1 milhão de oportunidades, o que conduz a um rendimento de 99,4 %. Este nível leva a empresa a ter um custo de não qualidade entre os 15 a 25 % da sua faturação. (Teixeira, 2014).

2.1.1. Equipa Seis Sigma

Para ser possível beneficiar das vantagens da metodologia Seis Sigma, é imperativa a formação de uma equipa que seja responsável pelo planeamento e desenvolvimento das diferentes fases da mesma. Esta equipa é constituída por diferentes elementos, aos quais são atribuídas terminologias (Norte, 2011):

Champions: são líderes a nível executivo que entendem o Seis Sigma e estão comprometidos com o seu sucesso.

Black Belts: são os responsáveis pela liderança e orientação das equipas dos projetos e pela apresentação dos resultados dos projetos selecionados.

Green Belts: formam e conduzem equipas Seis Sigma administrando os projetos desde a sua conceção até à sua conclusão, mas apenas do ponto de vista do projeto.

Yellow Belts e White Belts: tratam da gestão de projetos, apesar de não liderarem equipas. Ambos são trabalhadores da empresa que mantêm as habituais funções, mas que a tempo parcial trabalham em projetos Seis Sigma nas suas áreas.

2.1.2. Ciclo DMAIC

A abordagem Seis Sigma é ampla e sistemática. Esta sistematização é garantida pelo ciclo DMAIC idealizado por Edwards Deming. Este ciclo decompõe-se em cinco etapas, sendo cada uma destas representada pelas letras do acrónimo DMAIC, sendo elas Define, Measure, Analyse, Improve e Control, ou em português Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar. Seguindo escrupulosamente estas cinco etapas, é possível a gestão de qualquer projeto de forma lógica tendo sempre em conta o seu principal objetivo (Nabeiro, 2015).

No âmbito do Seis sigma, na fase definir identifica-se qual processo a ser otimizado. Para isto é necessário definir corretamente qual o problema a resolver (Duret et al. 2005). Para tal, recorre-se a diversas metodologias de análise como por exemplo, mapas de processos e diagramas SIPOC, assim como a definição do plano do projeto e a elaboração

de diagramas de Gantt. Nesta fase define-se também qual a equipa responsável pelo desenvolvimento do projeto Seis Sigma.

A segunda fase, a fase medir, passa pelo reconhecimento do estado atual do processo através da medição de vários fatores como o número de defeitos por milhão de oportunidades (DPMO), OEE, o nível sigma, entre outros.

Na fase analisar, procede-se à análise de dados permitindo a descoberta dos motivos causadores dos problemas, ou seja, quais as razões de o setor não estar a operar no patamar desejado, quais os fatores causadores de variabilidade e geradores de defeitos. Nesta fase são usados como recursos Diagramas de Ishikawa e FMEA (Análise do modo de falha e efeito).

Na quarta fase, fase 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.

A última fase, fase controlar, pretende implementar tudo o que for necessário para garantir que as melhorias realizadas serão mantidas e que o processo não se degradará. Isto obtém-se através de gráficos de controlo, controlo estatístico do processo ou outra metodologia que seja considerada pertinente.

Na abordagem Seis Sigma, todas as ferramentas utilizadas são já conhecidas, não existem outras quaisquer que sejam novas ou exclusivas do Seis Sigma. Não existe uma regra quanto à utilização das ferramentas acima descritas. Porém a utilização destas deve ser refletida para que não se faça uma análise demasiado simplista nem que, por outro lado, se utilize ferramentas em excesso, criando redundância nos dados recolhidos (Castro, 2013).

2.2. 3M's

O sucesso da metodologia do Seis Sigma é garantido pela estabilidade do processo, ou seja, reduzindo a sua variabilidade. Assim, garante-se o seu controlo e desta forma evita-se sobrecargas do sistema, diminuindo o desperdício. Ao falar de desperdícios, é referido obrigatoriamente o modelo dos 3M's.

O modelo dos 3M's visa a identificação dos desperdícios onde o objetivo passa por chegar a uma condição onde a capacidade e carga sejam iguais. Ou seja, nas empresas existem recursos humanos, processos, materiais e tecnologia que são necessários para a produção da quantidade certa do produto com o intuito de ser entregue a tempo ao cliente.

As situações onde se verificam desequilíbrios entre a carga e a capacidade, resultam em perdas para a empresa.

Para a gestão empresarial Japonesa, isto é expresso em termos de muda, mura e muri. Estes três vocábulos japoneses significam o seguinte:

MUDA: refere-se ao desperdício, tudo o que não acrescenta valor ao produto final e, como tal, deve ser reduzido ou eliminado. Desta forma, desperdício refere-se a todos os componentes de um produto que o cliente não estará disposto a pagar.

MURA: refere-se às irregularidades ou às inconsistências do processo.

MURI: refere-se ao excesso ou à insuficiência, ao que é irracional. É eliminado pela uniformização do trabalho garantindo que todos seguem o mesmo procedimento, tornando os processos mais previsíveis, estáveis e controláveis.

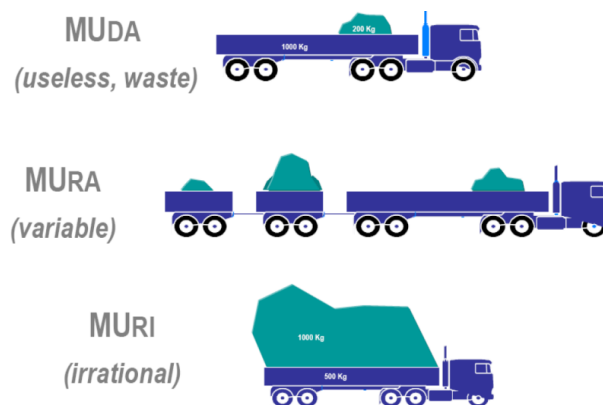


Figura 2.1. Esquema representativo dos 3M's (Citeve, 2012)

2.3. 5S's

A metodologia dos 5'S baseia-se num conceito de melhoria contínua (Kaizen) que tem como objetivo a organização de uma determinada área de trabalho. Tem ainda como objetivo melhorar a segurança dos trabalhadores e a eficiência do trabalho. Nascida no Japão, na década de 60, cada um dos cinco S's representa uma fase que visa a organização e normalização dos postos de trabalho numa empresa. Cada vez mais é uma metodologia implementada pelas empresas, uma vez que é uma ferramenta com base em ideias simples e que podem fazer uma grande diferença na produtividade das empresas (Silva, 2016).

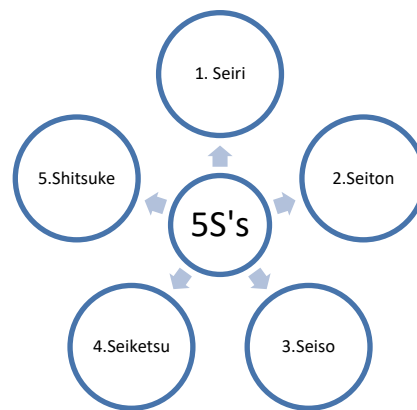


Figura 2.2. 5 S's

2.3.1. Seiri - Seleção

O primeiro passo dos 5S's consiste na análise de todo o tipo de material existente num posto de trabalho, com intuito de verificar a importância que cada um tem para o trabalho do dia-a-dia, de modo a que o mais utilizado esteja em zonas mais próximas ao local de trabalho e, conseqüentemente, reduza o número de deslocações necessárias. Esta primeira fase tem também como objetivo eliminar todos os materiais obsoletos e libertar espaço, aumentando assim a produtividade, uma vez que o local de implementação dos 5'S possui apenas o material necessário para que a tarefa seja realizada. Este processo deve ser aplicado nas bancadas de trabalho, zonas de circulação, armários e estantes.

Benefícios:

- Aproveitamento racional do espaço;
- Facilidade de limpeza e manutenção do espaço;
- Redução de custos;
- Eliminação de excesso de materiais, ferramentas ou documentos;
- Redução do tempo da procura.



Figura 2.3. Eliminação do que não é necessário num posto de trabalho

2.3.2. Seiton - Organização

Após a remoção de tudo o que é desnecessário, o segundo S tem como objetivo organizar e identificar o material num local definido e de fácil acesso. Desta forma é fácil identificar se algum material se encontra fora do lugar. Na definição destas localizações, deve-se ter em conta a facilidade de acesso e a taxa de utilização de cada um dos objetos. Assim uma ferramenta que seja utilizada diariamente, deverá estar mais acessível relativamente a outra que é utilizada, apenas uma ou duas vezes por semana. Desta forma, é necessário identificar prateleiras, estantes, locais para os materiais, ferramentas e outros que se considerem relevantes (Pinto, 2009).

Benefícios:

- Melhor aproveitamento dos espaços existentes;
- Melhoria do fluxo do material e das pessoas;
- Maior controlo do espaço de trabalho;
- Maior facilidade no acesso aos diversos materiais;
- Economia de tempo;
- Criação de um ambiente de trabalho funcional e agradável.

2.3.3. Seiso - Limpeza

O terceiro S defende a importância da limpeza. Cada utilizador deve manter os equipamentos limpos após a sua utilização para que, quando forem utilizados por outro colaborador, este os utilize limpos. Assim, o objetivo desta fase passa por criar um local de trabalho limpo e agradável que permita a correta utilização dos equipamentos, a racionalização de consumíveis e a segurança dos colaboradores.

Após a limpeza de todas as áreas, devem-se identificar as causas da sujidade de modo a posteriormente eliminá-las mantendo, assim, o ambiente de trabalho limpo e agradável.

Benefícios:

- Ambiente mais saudável;
- Diminuição de riscos de acidente;
- Maior preservação dos equipamentos;
- Maior qualidade de trabalho.

2.3.4. Seiketsu - Normalização

Na fase da normalização são definidas e implementadas regras e padrões que pretendem a manutenção de tudo o que resultou dos 3S's anteriores, visando a consolidação de todos os ganhos já obtidos (Pinto, 2009)

2.3.5. Shitsuke – Disciplina

O último S remete para a definição de padrões morais e para o compromisso da parte dos colaboradores de cada setor em cumprir as regras definidas, assim como a compreensão da importância das normas implementadas. O intuito desta etapa é o de manter os 5S's como um modo de vida, tendo sempre como foco a melhoria contínua (Silva, 2016).

Benefícios:

- Cultivo de bons hábitos;
- Maior produtividade e segurança no trabalho;

2.4. Tempos e métodos

Em 1881, Frederick M. Taylor introduziu o conceito de tempos e métodos no seio da indústria. Taylor, o “pai do estudo do tempo” (MEYERS, 1999), foi a primeira pessoa a utilizar o cronómetro, na *Midvale Steel Company*, como forma de estudo do trabalho. Atualmente, as empresas ao recorrerem ao estudo dos tempos e métodos procuram:

- Aumento da produção sem envolvimento de mais operários;
- Redução do esforço operacional;
- Fixação de cadências produtivas.

A metodologia de base seguida no presente projeto foi a metodologia REFA (Reichsausschuß für Arbeitszeitermittlung). Esta metodologia compreende os conhecimentos tradicionais da associação REFA (considerada a Organização para o Estudo do Trabalho e Organização Empresarial líder do mercado na Alemanha).

Os seus métodos têm como objetivo a otimização dos processos e postos de trabalho assim como a determinação e avaliação de dados da empresa. A aplicação dos seus métodos e ferramentas torna possível efetuar uma análise geral e sistemática dos processos de forma a permitir o desenvolvimento de métodos de trabalho adequados à execução de tarefas com a finalidade de incrementar a produtividade garantindo a humanização.

De forma a ser possível a execução do estudo de métodos foi necessária a concretização rigorosa de quatro atividades para que o resultado final fosse fiável e se evitasse a perda de oportunidades de melhoria resultantes de uma má aplicação. As quatro fases foram: observação; recolha e registo de dados e informações; análise crítica e proposta de melhorias.

3. FASE DEFINIR

Os objetivos desta primeira fase da metodologia DMAIC consistem na definição do problema a abordar ou seja, na definição dos objetivos deste projeto, assim como na descrição de todos os processos que irão sofrer alterações tendo em vista a sua melhoria. Os intervalos de tempo das diferentes etapas deste projeto encontram definidos no diagrama de Gantt que pode ser consultado no APÊNDICE A.

3.1. Definição de equipa

Foi definida uma equipa responsável para que o desenvolvimento deste projeto fosse viável. Desta forma, a constituição desta equipa é a seguinte:

- **Champion** – Bruno Pedro (Diretor Geral)
- **Black belt** – José Santos (Diretor de produção)
- **Green Belt** – Hugo Pereira (Autor da presente dissertação)
- **Yellow belts** – Técnicos de turno
- **White belts** – Colaboradores do setor

3.2. Definição do setor de embalagem

O setor da embalagem é o setor responsável pela reparação do produto semi-acabado, no caso de deteção de não conformidades provenientes de setores a montante. O setor da embalagem é ainda responsável pelo controlo do produto final, e do seu acondicionamento em atados embalados segundo os requisitos dos clientes ou da Böllinghaus Portugal.

3.2.1. Layout do setor de embalagem

A Figura 3.1 corresponde ao armazém onde o setor de embalagem está inserido, sendo que cada zona identificada por uma cor corresponde a um setor diferente. Na Tabela 3.1 encontra-se a respetiva legenda. Na Figura 3.2, encontra-se detalhado o *layout* atual do setor de embalagem da Böllinghaus Steel e na Tabela 3.2 a respetiva legenda.

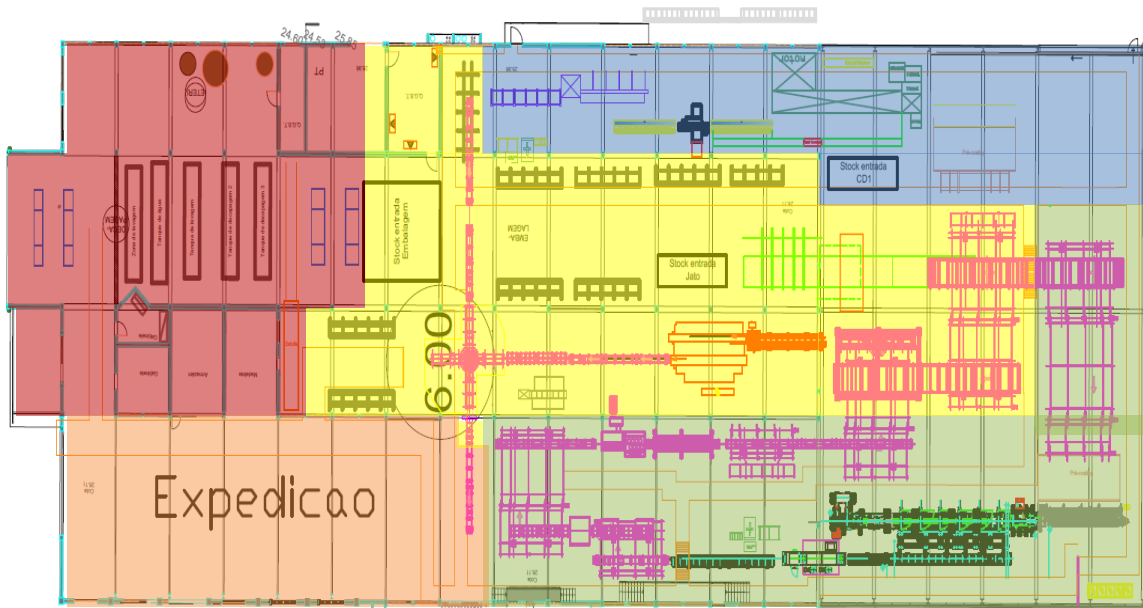


Figura 3.1. Layout do armazém de acabamento

Tabela 3.1. Legenda do armazém de acabamento

Cor	Setor correspondente	Cor	Setor correspondente
	Decapagem		Expedição
	Estiragem – Linha CD1		Embalagem
	Estiragem – Linha CD2		

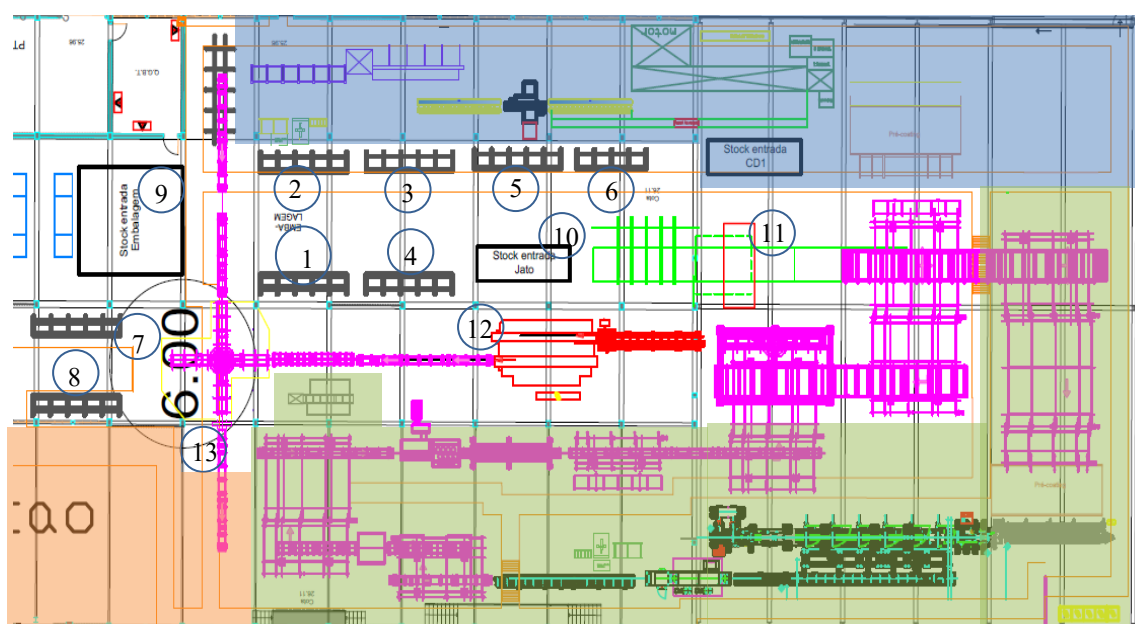


Figura 3.2. Layout do setor de embalagem

Tabela 3.2. Legenda do layout do setor de embalagem

Nº	Descrição	Nº	Descrição
1	Bancada de trabalho	8	Bancada de trabalho
2	Bancada de trabalho	9	Stock de entrada da Embalagem
3	Bancada de trabalho	10	Stock de entrada do Jato
4	Bancada de trabalho	11	Jato de granalha (decapagem mecânica)
5	Bancada de trabalho	12	Acessomatic
6	Bancada de trabalho	13	Máquina plastificadora
7	Bancada de trabalho		

3.2.2. Reparação

O objetivo do processo de reparação do setor de embalagem é a inspeção de não conformidades das barras, e no caso da sua deteção, a reparação da área afetada utilizando para o efeito uma rebarbadora ou uma lixadora.

Tabela 3.3. Não conformidades a reparar no setor de embalagem

Tipo de defeito	Definição	Designação	
Superficiais	Anomalias originadas pelo processo de transformação do aço, corte, laminagem, decapagem, estiragem, desempenho, fresagem, jato, chanfragem e embalagem, que aparecem na superfície do aço em zonas pontuais, ou na totalidade da barra.	Calamina	Rugosidade
		Folheamento/Escama	Sobre decapado
		Fissuras	Oxidação
		Queimado	Sujidade
		Rebarba	Marcas
		Riscos	Gripado
		Bainha	Cracks
Geométricos	Deformações da forma do perfil, originadas pela alteração da geometria durante o processo de transformação do aço, nomeadamente laminagem, desempenho e estiragem.	Arestas Boleadas	
		Arestas Chanfradas	
		Tombado/Fora de esquadria	
		Osso de cão	
Dimensionais	Medida de valores da secção fora das tolerâncias de especificação indicadas na ficha de fabrico.	Comprimento	
		Tolerâncias dimensionais (secção)	

As barras são reparadas com o objetivo de remover todos os defeitos encontrados para que possam ser posteriormente processadas no jato de granalha. A função da máquina de jatear é projetar granalha de aço contra as barras, sendo estas sujeitas a um processo

abrasivo, conferindo-lhes uma superfície rugosa mais uniforme. Após o jateamento das barras, estas podem seguir para uma das duas linhas de estiragem ou então são embaladas para que possam chegar ao cliente.

3.2.2.1. Mapa de processo de reparação com rebarbadora

Encontram-se representados na Figura 3.3 as fases do processo de reparação das barras com rebarbadora. O mapa de processo dispõe esquematicamente uma série de atividades inter-relacionadas e as atividades que transformam as entradas em saídas. É assim, um ponto de partida para uma iniciativa de melhoria (Carvalho, 2008).

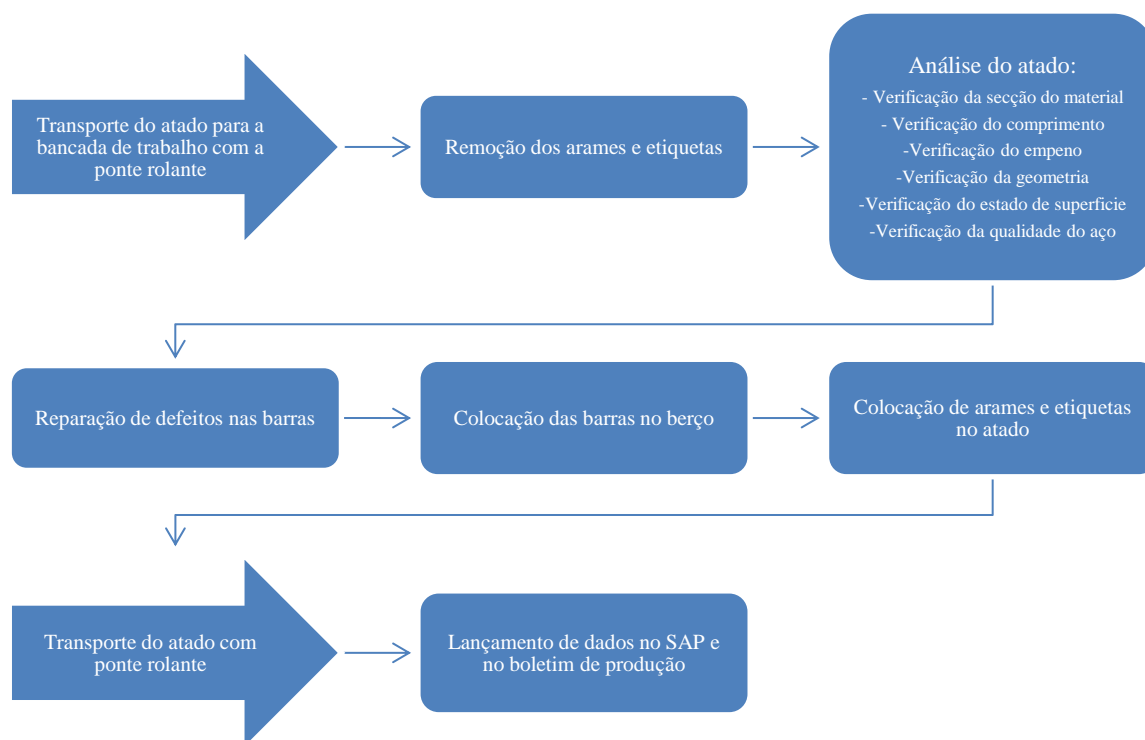


Figura 3.3. Mapa do processo de reparação da Böllinghaus Steel S.A.

3.2.3. Embalagem

Após a finalização dos processos a montante do processo de embalagem, segue-se o controlo do produto final, e o seu acondicionamento em atados tendo em conta os requisitos dos clientes ou da Böllinghaus Portugal. Após esta fase, os atados seguem para a zona de expedição, sendo posteriormente transportados para o cliente.

O embalamento do produto pode dar-se com o recurso de um colaborador e todo o equipamento necessário para este ou então com recurso à Acessomatic.

3.2.3.1. Mapa de processo de embalagem

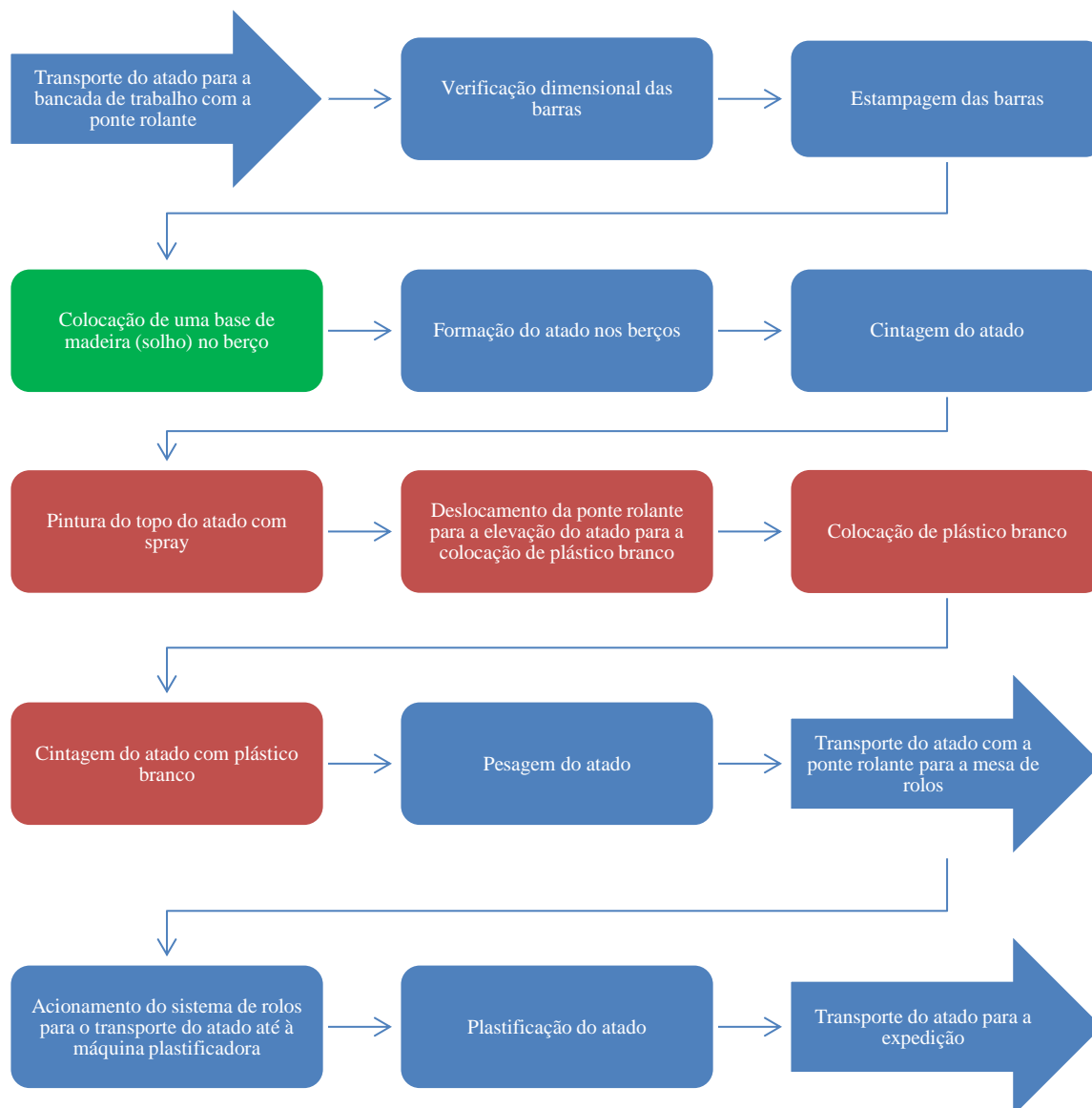


Figura 3.4. Mapa de processo de embalagem da Böllinghaus Steel S.A.

Tabela 3.4. Legenda do mapa de processo de embalagem

	- Tarefa realizada tendo em conta as dimensões do material.
	- Tarefas realizadas tendo em conta requisitos do cliente. Caso não exista especificação do cliente, estas tarefas são ignoradas.

Na Figura 3.4 encontra-se representado o mapa de processo de embalagem e na Tabela 3.4 a respetiva legenda.

Observações

- O número de cintas a colocar no atado é dependente do sistema utilizado para definir as dimensões deste:
 - Cinco (5) cintas nos produtos definidos com dimensões do sistema métrico.
 - Sete (7) cintas nos produtos definidos com dimensões do sistema imperial (polegadas).
- A pintura dos topos é efetuada tendo em conta a qualidade do aço e a cor é definida pelo cliente. O atado é embalado sem pintura no topo caso o cliente assim o deseje.
- As barras são estampadas manualmente com recurso a carimbos. No caso de material estirado é usado o método de etiquetagem autocolante. Para certas dimensões e perfis, as barras são estampadas a jato de tinta na máquina de embalagem Acessomatic.
- As dimensões métricas até 20mm, e as dimensões em polegadas até 25,4 mm (1 polegada), não são identificadas por estampagem.
- A base em madeira é colocada nas barras com dimensões com métrica de largura menor que 60 mm e com uma espessura menor que 6 mm. No sistema não métrico, coloca-se base em madeira nas barras de largura menor que 25,4 mm e espessura menor que 6,35 mm e no quadrado com largura menor a 10 mm.

3.2.4. SIPOC

O diagrama SIPOC fornece uma visão esquemática macro do funcionamento do processo a partir da enumeração dos fornecedores, entradas, passos do processo, saídas e clientes-chave que nele atuam. É uma ferramenta que ajuda a identificar ou a confirmar a adequabilidade da equipa de projeto para a análise dos pontos listados no diagrama (Castro, 2013).

De seguida, é apresentado o diagrama SIPOC dos processos que ocorrem no setor de embalagem, ou seja, do processo de reparação e do processo de embalagem respetivamente (Figura 3.5).

S	I	P	O	C
<i>Suppliers</i>	<i>Input</i>	<i>Process</i>	<i>Output</i>	<i>Costumers</i>
Decapagem Laminagem	Barras decapadas Barras laminadas Rebarbadora Discos de Rebarbar Etiquetas Arame	Transporte do atado para a bancada Remoção dos arames e etiquetas Reparação Empilhamento de barras e colocação de arames Transporte do atado para <i>stock</i> Lançamento de dados	Barras reparadas Etiquetas Arame do atado Boletim de produção Informação no SAP	Jato Estiragem CD1/CD2 Desempeno
Jato Estiragem CD1/CD2 Decapagem	Barras decapadas Barras Jateadas Barras estiradas Etiquetas Arame Plástico Branco Cinta Filme transparente Cintas de elevação Caixas de madeira Base de madeira	Transporte do atado para a bancada Remoção dos arames e etiquetas Estampagem das barras Cintagem do atado Colocação do plástico branco Cintagem do atado Colocação de filme transparente nos topos Plastificação do atado Lançamento de dados	Atado cintado, plastificado e embalado Etiquetas Informação no SAP	Expedição

Figura 3.5. Diagrama SIPOC do processo de reparação e embalagem

3.3. Definição do problema

O problema central situa-se na necessidade de aumentar a produtividade do setor de embalagem através da otimização dos fluxos dos processos do setor de embalagem, com maior enfoque nos processos de reparação com rebarbadora e de embalagem, tendo como principais objetivos a redução de variabilidade e o aumento de padronização dos mesmos, permitindo desta forma reduzir o número de defeitos por milhão (DPMO), aumentando conseqüentemente o nível sigma do processo, conferindo desta forma confiança ao sistema. Na Tabela 3.5 estão apresentados os objetivos devidamente quantificados para o setor de embalagem.

Tabela 3.5. Definição e quantificação dos objetivos a atingir

Indicador	Inicial	Meta	Varição
OEE	39,86 %	50 %	↑ 25 %
DPMO	640 000	308 537	↓ 52 %
Nível Sigma	1,08	2	↑ 85 %

4. FASE MEDIR

4.1. Produção real do setor de embalagem

De forma a entender a tendência da produção do setor da embalagem, nomeadamente, da produção da embalagem e da reparação, foram recolhidos os dados dos últimos 14 meses, isto é, desde Janeiro de 2016 até Fevereiro de 2017. A evolução da produção destes dois processos encontra-se nas Figuras 4.1 e 4.2.

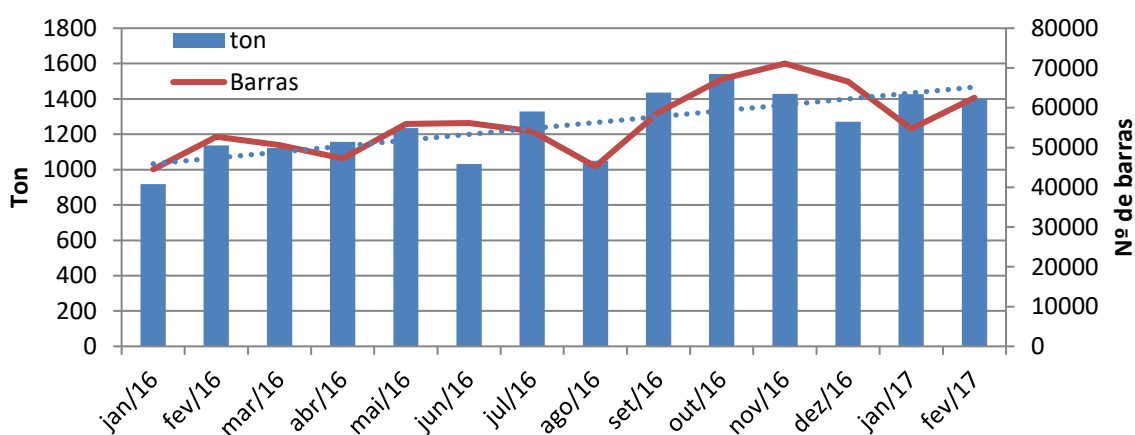


Figura 4.1. Gráfico da produção real da embalagem

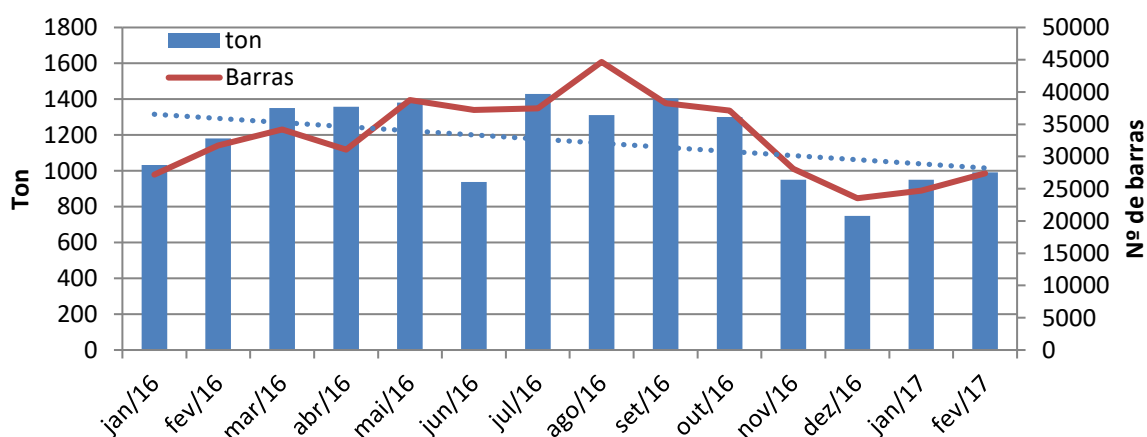


Figura 4.2. Gráfico da produção real da reparação

Analisando os gráficos, conclui-se que a produção da embalagem tem vindo a aumentar e a produção da reparação tem vindo a descer. Relativamente à reparação considera-se vantajoso o fato desta estar a descer pois indica que o número de defeitos ou

mesmo a sua severidade tem vindo a diminuir. Para um melhor entendimento dos processos foram calculados alguns dados estatísticos que são apresentados nas tabelas 4.1 e 4.2.

Tabela 4.1. Dados estatísticos da produção real da embalagem

Embalagem	Toneladas	Nº de barras
Mínimo	918	44 505
Máximo	1 541	71 122
Intervalo de variação	623	26 617
Média	1 249	56 248
Mediana	1 253	55 330
Variância	34 475	68 021 439
Desvio Padrão	186	8 248

Tabela 4.2. Dados estatísticos da produção real da reparação

Reparação	Toneladas	Nº de barras
Mínimo	749	23 528
Máximo	1 429	44 663
Intervalo de variação	680	21 135
Média	1 166	32 954
Mediana	1 241	32 937
Variância	50 002	39 003 629
Desvio Padrão	224	6 245

4.2. Capacidade produtiva do setor de embalagem

A quantificação exata da capacidade produtiva do setor de embalagem, ou seja, dos processos de reparação e de embalagem é algo que é difícil de se obter. Isto deve-se ao fato destes dois processos serem maioritariamente compostos por trabalhos manuais e, conseqüentemente, são influenciados pela performance do operador. Ainda a elevada variabilidade de perfis, de comprimentos das barras e os diferentes tipos e graus de defeitos que passam por este este setor, dificultam o cálculo exato da capacidade produtiva destes dois processos. Desta forma, de modo a obter valores realistas da capacidade produtiva do setor, foi analisado o histórico de produção de 13 meses.

Tabela 4.3. Análise da taxa de produção real da reparação

Ano	Mês	Duração Real (min)	Duração Real (h)	Reparação (kg)	Taxa de produção real (kg/h)
2016	1	102 176	1 702,93	1 031 984	606,00
	2	113 141	1 885,68	1 181 246	626,42
	3	127 523	2 125,38	1 351 036	635,66
	4	103 548	1 725,80	1 346 495	780,21
	5	105 872	1 764,53	1 381 719	783,05
	6	83 350	1 389,17	937 809	675,08
	7	114 515	1 908,58	1 428 391	748,40
	8	102 658	1 710,97	1 320 042	771,51
	9	111 961	1 866,02	1 403 641	752,21
	10	111 184	1 853,07	1 300 939	702,05
	11	86 980	1 449,67	949 830	655,21
	12	60 576	1 009,60	748 629	741,51
2017	1	77 769	1 296,15	950 477	733,31
	2	77 304	1 288,40	992 377	770,24
	3	106 943	1 782,38	1 012 238	567,91

Tabela 4.4. Análise da taxa de produção real da embalagem

Ano	Mês	Duração Real (min)	Duração Real (h)	Embalagem (kg)	Taxa da produção real (kg/h)
2016	1	45 340	755,67	920 372	1 217,96
	2	61 529	1 025,48	1 144 426	1 115,98
	3	60 397	1 006,61	1 151 650	1 144,08
	4	59 624	993,73	1 180 070	1 187,51
	5	54 918	915,33	1 239 885	1 354,62
	6	59 287	988,12	1 040 384	1 052,90
	7	59 279	987,98	1 359 608	1 376,14
	8	46 310	771,83	1 086 380	1 407,53
	9	65 397	1 089,95	1 496 416	1 372,92
	10	80 135	1 335,58	1 580 525	1 183,40
	11	82 360	1 372,66	1 478 631	1 077,20
	12	79 827	1 330,45	1 362 013	1 023,72
2017	1	73 989	1 233,15	1 430 433	1 159,98
	2	78 700	1 311,66	1 468 692	1 119,71
	3	77 125	1 285,41	1 414 428	1 100,37

Analisando a tabela 4.3 e 4.4, concluímos que a taxa de produção real mais elevada do processo de reparação para o período analisado foi de 783,05 kg/hora (13,05 kg/min) e relativamente ao processo de embalagem, a taxa de produção real foi de 1 407,53 kg/hora (23,46 kg/min). Estes valores serão assumidos como teto máximo, ou seja, como

capacidade produtiva máxima dos respectivos processos de forma a ser possível o cálculo do rendimento global do setor de embalagem (OEE).

4.3. OEE do setor de embalagem

O cálculo do OEE, eficácia global do equipamento, é uma ferramenta que pretende conduzir os equipamentos à melhoria da eficiência, da qualidade e à redução de custos. Segundo Amorim (2009), o OEE é um indicador que faz a medição da performance de uma maneira “tridimensional”, como se pode verificar na equação (4.1) uma vez que considera a disponibilidade operacional, a performance e a qualidade que é obtida no produto.

$$OEE = Disponibilidade * Performance * Qualidade \quad (4.1)$$

De acordo com Teixeira (2014), o JIPM, Japan Institute of Plant Maintenance, criou o conceito de OEE, utilizado como índice de benchmarking mundial pelas indústrias, que considera como “Bom” um OEE de 85 %, como se pode ver na Tabela 4.5.

Tabela 4.5. Valores OEE Classe Mundial

Fator OEE	Classe Mundial
Disponibilidade	90 %
Desempenho	95 %
Qualidade	99,9 %
OEE	85 %

Porém, segundo estudos no mundo inteiro, a realidade da maioria das empresas é que tenham equipamentos com OEE's na ordem dos 60 %.

Tendo como objetivo a medição do desempenho do setor de embalagem, cada bancada de trabalho do setor foi considerada como uma célula de trabalho para o cálculo de OEE.

De modo a calcular o rendimento global do setor (OEE), foram utilizados os dados da Tabela 4.6, sendo que o espaço temporal analisado corresponde a 1 dia, ou seja 3 turnos.

Tabela 4.6. Valores para o cálculo do OEE

Descrição	Valor
Duração de três turnos	1 440 Minutos (24 horas)
Paragem para lanche (por turno)	30 minutos
Paragem para limpeza (por turno)	30 minutos
Paragens não planeadas	372,75 min
Nº de bancadas	8
Capacidade produtiva máxima (reparação)	13,05 kg/min
Capacidade produtiva máxima (embalagem)	23,46 kg/min
Total produzido (embalagem)	47 905 kg
Total produzido (reparação)	38 998 kg
Tempo de produção real (total)	7 098 min (100 %)
Tempo de produção real (embalagem)	2 814 min (40 %)
Tempo de produção real (reparação)	4 284 min (60 %)
Quantidade reprocessada (reparação)	7 856 kg

Com os dados da tabela anterior, foram calculados os seguintes indicadores (Tabela 4.7).

Tabela 4.7. Indicadores OEE

Indicador	Fórmula	Resultado	Para 8 bancadas
Tempo de produção programado	Duração dos 3 turnos – Paragens planeadas	1 260 min	10 080 min
Tempo de produção real	Tempo de produção programado – Paragens não planeadas	887,25 min	7 098 min
Quantidade produzida sem defeitos	Quantidade produzida – Quantidade reprocessada	31 142 kg	-

Relativamente ao indicador “Quantidade produzida sem defeitos”, não foram detetados reprocessos do processo de embalagem.

Calculados os indicadores anteriores, é possível quantificar os componentes que compõe a equação do cálculo da OEE (Tabela 4.8)

Tabela 4.8. Cálculo OEE

Fator	Fórmula	Resultado	
Disponibilidade	$\frac{\text{Tempo de produção real}}{\text{Tempo de produção planeado}}$	0,7042	70,42 %
Performance Embalagem	$\frac{\text{Total produzido}}{\text{Tempo produção real}} \cdot \frac{\text{Tempo produção real}}{\text{Capacidade produtiva máxima}}$	0,7257	72,57 %
Performance Reparação	$\frac{\text{Total produzido}}{\text{Tempo produção real}} \cdot \frac{\text{Tempo produção real}}{\text{Capacidade produtiva máxima}}$	0,6975	69,75 %
Qualidade	$\frac{\text{Quantidade não reprocessada}}{\text{Quantidade produzida}}$	0,7986	79,86 %

A partir dos valores anteriores já é possível calcular o valor da OEE através da equação (4.2). De forma a obter um valor de OEE mais realista, foi utilizado a média ponderada no cálculo da performance dos dois processos realizados no setor.

$$OEE = 0,7042 * (0,7257 * 0,4 + 0,6975 * 0,6) * 0,7986 = 0,3986 = 39,86 \% \quad (4.2)$$

A eficácia global do setor de embalagem obtido é de 39,86 %, valor distante do que é considerado a média dos equipamentos industriais (60 %), o que demonstra a elevada importância da melhoria do setor.

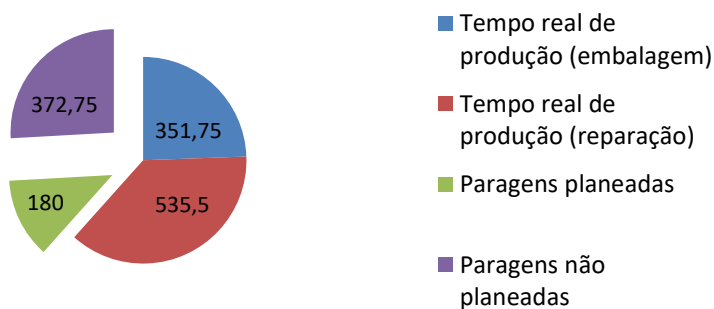


Figura 4.3. Distribuição de tempos para uma bancada de trabalho

No gráfico da distribuição de tempos, Figura 4.3, pode constatar-se que neste caso de estudo, o principal motivo de perdas de tempo produtivo são as paragens não planeadas do setor (25,89 % do tempo total). Para melhorar o OEE tem que se atuar nas paragens não planeadas, pois, se estas forem reduzidas, consequentemente irá haver um aumento da disponibilidade e da performance do setor.

4.4. Custos do setor de embalagem

Para uma correta análise de custos do setor de embalagem, têm que ser considerados os custos dos processos de embalagem e de reparação. Para ambos os processos foi analisado o período de Janeiro de 2016 a Fevereiro de 2017. Relativamente ao processo de reparação, podem considerar-se três tipos de custos principais: os custos dos discos de lamela, o custo dos discos de lixa e o custo das rebarbadoras. Analisando o período mencionado para este processo obtêm-se os custos apresentados na Figura 4.4, onde se verifica que cerca de 84 % (78 017,7 €) advêm dos discos de lamela consumidos. Os custos da reparação neste período totalizaram os 93 217,7 €.

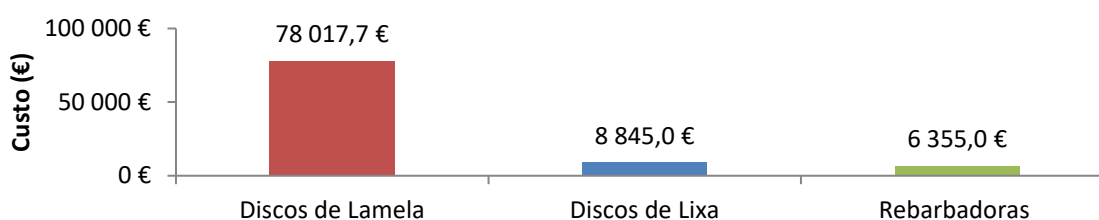


Figura 4.4. Gráfico dos custos do setor de embalagem - reparação

Para o processo de embalagem, consideram-se como principais custos os consumíveis utilizados para a embalagem do produto final. Desde Janeiro de 2016 a Fevereiro de 2017 os maiores custos são atribuídos ao consumo de cinta Fromm e ao filme transparente utilizado na máquina de plastificação automática, tendo estes custos valores de 60 652,8 € (40,5 %) e 30 588,8 € (20,4 %), respetivamente (Figura 4.5). Os custos da embalagem neste período de tempo totalizaram os 149 619,9 €.

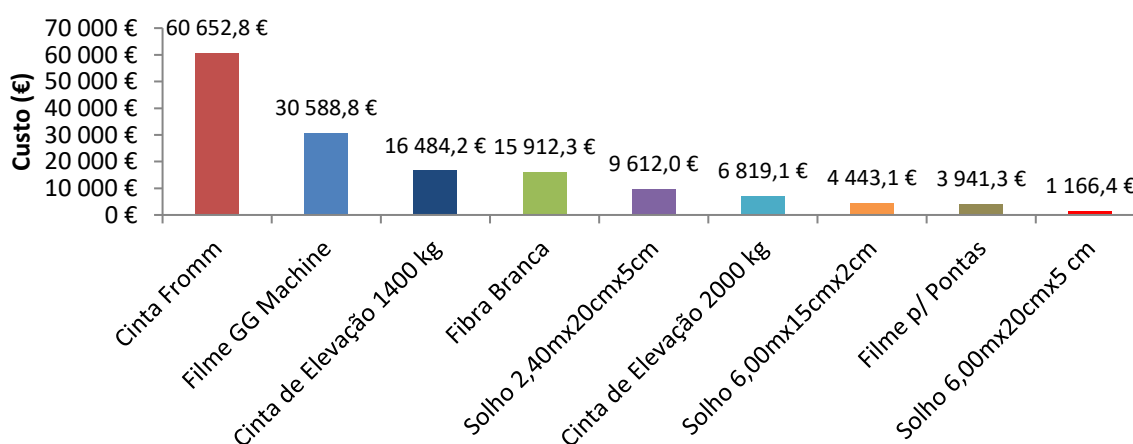


Figura 4.5. Gráfico dos custos do setor de embalagem - embalagem

Cruzando estes dados com a produção, obtêm-se os custos por tonelada de aço processada. Esses custos encontram-se representados na Figura 4.6. Com a análise deste, constata-se que os custos por tonelada mais elevados são os discos de lamela com um custo de 4,46 €/ton e cinta da Fromm com um custo de 3,47 €/ton.

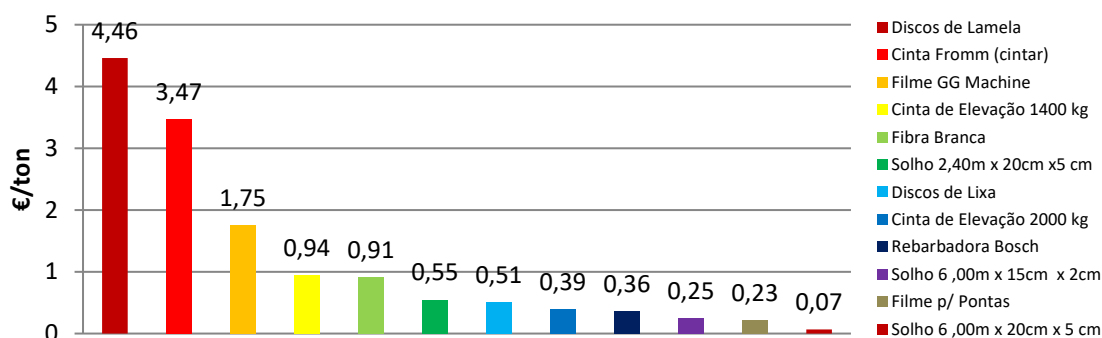


Figura 4.6. Gráfico de custos por tonelada produzida

Para além da análise dos custos do setor da embalagem, foi também determinado o custo por tipo de embalagem de produto final. No APÊNDICE B estão apresentados os custos dos diferentes tipos de embalagem utilizados na Böllinghaus Steel.

4.5. Nível Sigma

O primeiro passo para o cálculo do nível sigma de um processo passa pela definição correta de qual o defeito que pretendemos medir. Para este projeto, os defeitos correspondem ao número de semanas em que a produtividade do setor se encontra abaixo do 2 116 kg/Homem/dia, ou seja, 2 116 quilogramas de produto embalado por homem por dia, objetivo definido pela Böllinghaus Steel. Para tal foi analisado o espaço temporal de 50 semanas. Nestas 50 semanas verificaram-se 32 onde a produtividade se encontrava abaixo do objetivo delimitado. Com esta informação já é possível calcular o DPMO, utilizando a fórmula (4.3) (Teixeira, 2014):

$$DPMO = \frac{n^{\circ} \text{semanas abaixo do objetivo} * 1\ 000\ 000}{n^{\circ} \text{de semanas analisadas}} = 640\ 000 \quad (4.3)$$

Obtêm-se assim 640 000 defeitos por milhão de oportunidades, equivalendo a um nível sigma de 1,08.

5. FASE ANALISAR

5.1. Diagrama de Ishikawa

Os diagramas de Ishikawa também conhecidos por diagramas de causa-efeito, apresentam-se como uma ferramenta de qualidade eficiente na identificação das causas e dos seus efeitos relacionados com a maioria dos problemas detetados numa organização (Moita, 2007).

O diagrama apresentado na Figura 5.1 foi desenvolvido numa reunião tendo como participantes os colaboradores e o responsável de setor.

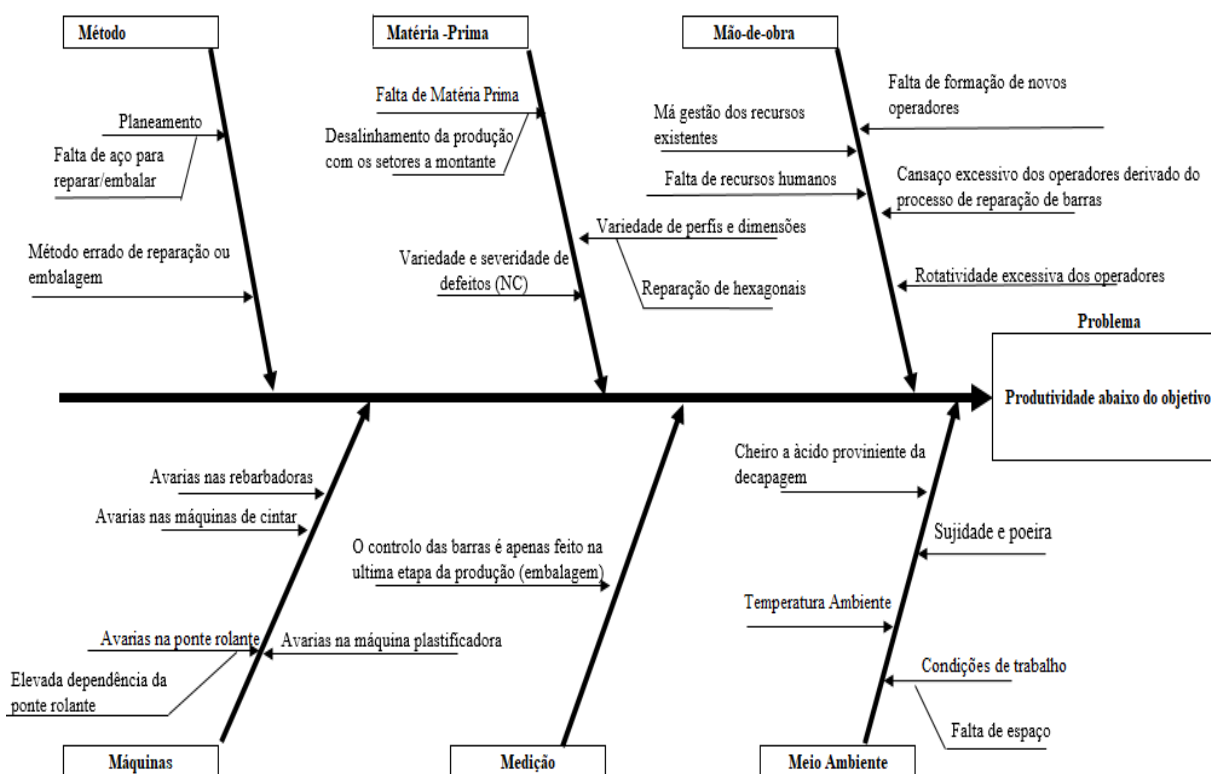


Figura 5.1. Diagrama de Ishikawa

5.2. Análise FMEA

A análise de modos e falhas e efeitos (*Failure mode, Effect and Anlysis*) é uma técnica de análise que pretende assegurar que, na extensão possível, os modos de falha

potenciais e suas causas associadas foram consideradas e averiguadas, tendo a finalidade de os reduzir (Moura, 1993).

No âmbito da Böllinghaus Steel S.A., foi elaborada uma análise FMEA ao setor de embalagem, que pode ser consultada no APÊNDICE C, sendo que a avaliação de cada modo de falha foi feita com base nos critérios apresentados na Tabela 5.2.

Tabela 5.1. Indicadores para a análise FMEA (Moura, 1993)

Severidade do efeito (Sev)	Índice	Ocorrência de falha (Oco)	Índice	Deteção (Det)	Índice
Perigoso sem aviso prévio	10	> 1 em 2	10	Indetetável	10
Perigoso com aviso prévio	9	1 em 3	9	Muito remota	9
Muito alto	8	1 em 8	8	Remota	8
Alto	7	1 em 20	7	Muito baixa	7
Moderado	6	1 em 80	6	Baixa	6
Baixo	5	1 em 400	5	Moderada	5
Muito Baixo	4	1 em 2 000	4	Moderadamente alta	4
Menor	3	1 em 15 000	3	Alta	3
Muito menor	2	1 em 150 000	2	Muita alta	2
Nenhum	1	<1 em 1 500 000	1	Quase certa	1

Após a classificação dos modos de falha segundo os três fatores, foi calculado o Número de prioridade de risco (NPR). O NPR varia entre “1” e “1 000” e é uma medida do risco do projeto em questão (Moura, 1993). O NPR é o produto dos índices de Severidade (Sev), Ocorrência (Oco) e deteção (Det), equação (5.1):

$$NPR = Sev * Oco * Det \quad (5.1)$$

Após o cálculo do NPR para todos os modos de falha potenciais, conclui-se que os que mais carecem de atenção são a falta de recursos humanos (225), a reparação deficiente do material (210), a avaria da ponte rolante (200) e o aço com defeitos (192).

Segundo (Moura, 1993) é necessário ter uma atenção especial com os modos de falhas potenciais cujo índice de severidade seja elevado, independentemente do NPR resultante. Não perdendo o foco nos restantes modos de falha potenciais que foram analisados é necessário dar atenção especial ao modo de falha “avariação na ponte rolante” (Índice de severidade: 10), pois, este é um recurso indispensável do setor.

5.3. Diagrama de Pareto

A análise de Pareto, ABC ou 80/20, fundamenta-se no facto de que, na grande maioria dos fenómenos, 80 % das consequências têm origem em 20 % das causas. Assim, é possível focar os esforços e os recursos para o que é realmente importante (Nabeiro, 2015).

Na Tabela 5.2 encontram-se os diversos tipos de defeitos que chegam ao setor da embalagem, estando estes organizados por ordem decrescente do número de barras com o defeito em questão (Figura 5.2). O período analisado foi o ano de 2016 e os meses de Janeiro, Fevereiro e Março do ano de 2017.

Tabela 5.2. Defeitos que chegam ao setor de embalagem

Nº	Defeito	Nº	Defeito
1	Acima de dimensão	10	Tombado
2	Riscos	11	Queimado
3	Abaixo de dimensão	12	Torção
4	Barras curtas	13	Cracks
5	Marcas	14	Arestas boleadas
6	Empeno	15	Folheamento
7	Calamina	16	Gripado
8	Sujidade	17	Sobredecapado
9	Fissuras	18	Arestas chanfradas

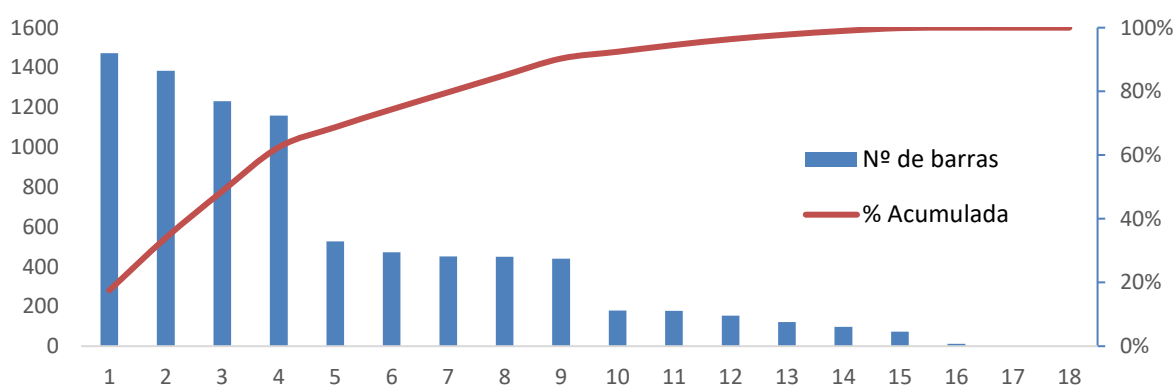


Figura 5.2. Gráfico de Pareto dos defeitos que chegam ao setor de embalagem

Após a análise da Figura 5.2, conclui-se que 80 % dos defeitos que chegam ao setor da embalagem são compostos por barras acima de dimensão, riscos nas barras, barras

abaixo de dimensão, barras curtas, marcas nas barras, barras com empeno e barras com calamina.

Foi ainda feita uma análise focada apenas nos defeitos que influenciam de uma forma bastante acentuada os tempos de reparação (Figura 5.3), de modo a avaliar quais os que causam um maior impacto na produtividade do setor. Desta forma averiguamos que barras com riscos, barras com marcas, barras com calamina e barras com sujidade são os principais defeitos que chegam ao setor que afetam o tempo de reparação e consequentemente a produtividade.

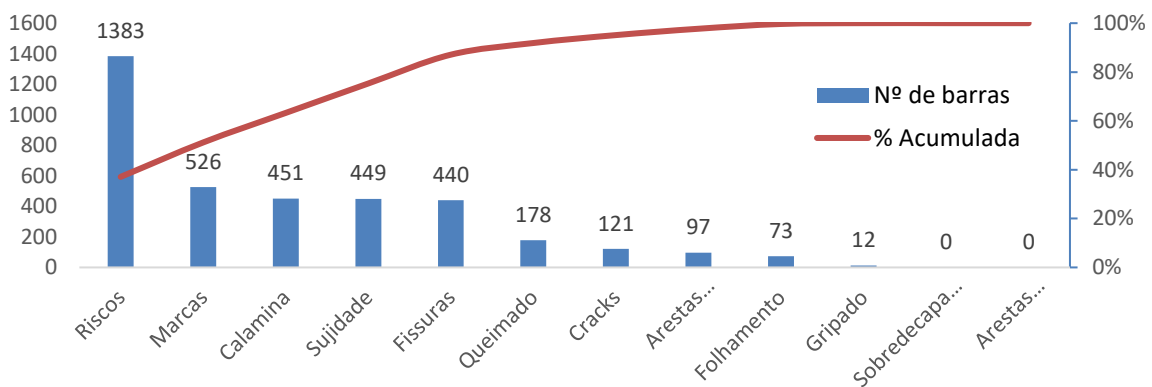


Figura 5.3. Gráfico de Pareto dos defeitos que mais afetam os tempos de reparação

5.4. Tempo de reparação por operador

De modo a ter uma ideia clara dos tempos de reparação do material foi analisado o tempo médio de reparação por tonelada de cada operador dos meses Janeiro, Fevereiro e Março de 2017 (Figura 5.4).

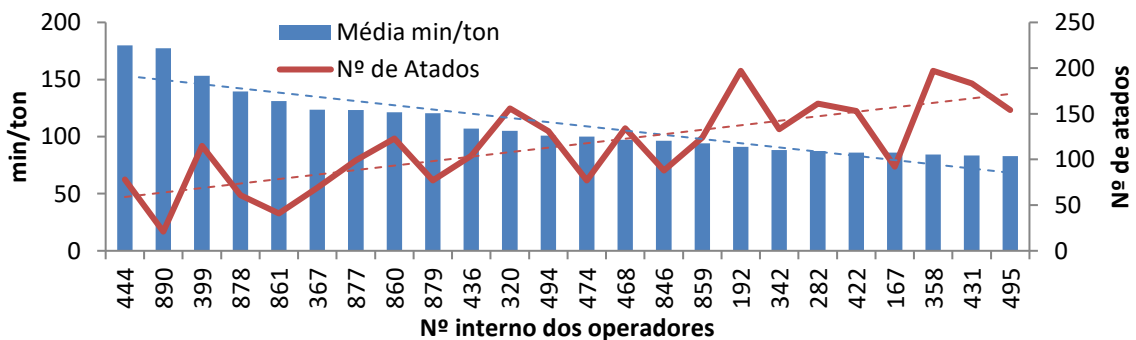


Figura 5.4. Tempos de reparação de atados por operador

Analisando o gráfico verifica-se que os tempos médios de reparação do setor têm uma variabilidade considerável, ou seja, o processo não se encontra controlado. A média de tempo de reparação para o período analisado foi de 110 minutos por tonelada. A Böllinghaus Steel pretende que o tempo médio de reparação por operador seja de 90 minutos por tonelada.

5.5. Cartografia de fluxo do processo de embalagem

A cartografia de fluxo do processo de embalagem, APÊNDICE D, expõe o tempo médio despendido em cada tarefa do processo de embalagem, subdividindo-o em diferentes tipos de operação, sendo estes:

- Embalagem
- Transporte
- Manuseamento
- Decisão
- Diversos

Esta análise permite identificar atividades, no processo em questão, que não criam valor ao produto.

Os valores da Tabela 5.3 correspondem aos tempos médios de processamento para a embalagem, com plástico branco, de um atado de barras.

Tabela 5.3. Análise dos tempos de operação

Operação	Tempo Total (segundos)
Embalagem	679,8
Transporte	367,2
Manuseamento	585,7
Decisão	191,4
Diversos	228,5

Após a análise da Tabela 5.3, verifica-se que a maior percentagem de tempo despendido no processo provém de atividades que não criam valor ao produto, como o transporte e manuseamento.

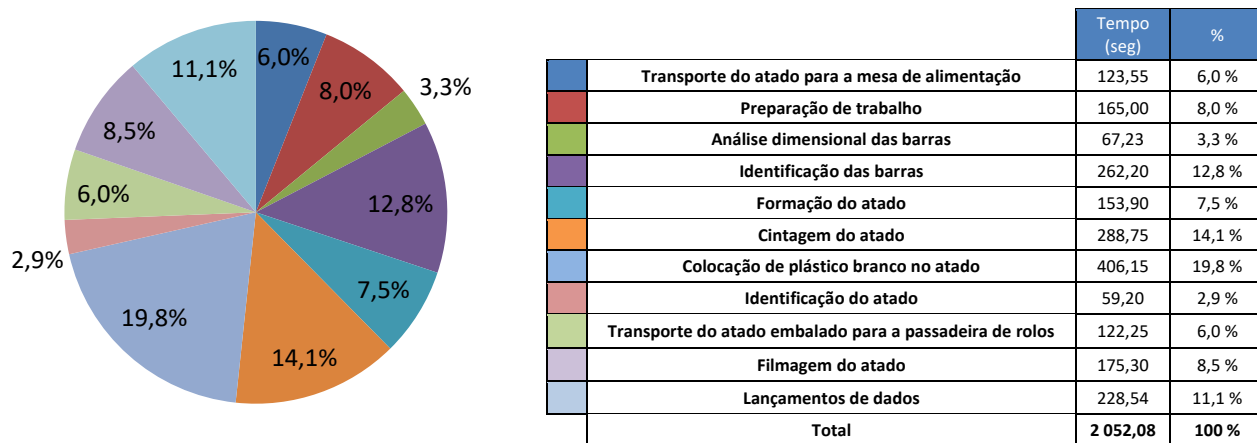


Figura 5.5. Análise de tempos do processo de embalagem

A análise dos tempos de atividade do processo de embalagem permite identificar quais as atividades que poderão causar estrangulamentos no processo em causa. Desta forma, após a análise da Figura 5.5, conclui-se que as atividades onde as intervenções de melhoria se tornam fundamentais são na colocação de plástico branco no atado (19,4 %), na cintagem do atado (14,1 %) e na identificação das barras (12,8 %).

5.6. Taxa de ocupação

Após as análises anteriormente realizadas foi possível verificar que o bom funcionamento do setor de embalagem dependia em grande escala de um recurso, sendo este a ponte rolante.

A ponte rolante tem as seguintes funções:

- Transporte de atados de barras do *stock* de entrada da embalagem para cada bancada de trabalho;
- Transporte de atados de barras das bancadas de trabalho para o *stock* de entrada do jato de granalha;
- Transporte de atados de barras do *stock* de saída do jato para as bancadas de trabalho;

- Transporte de atados de barras das bancadas de trabalho para a mesa de rolos para este seguir para a máquina de plastificar;
- Pesar atados de barras;
- Auxiliar a plastificação das pontas dos atados de barras;
- Levantar o atado de barras de modo a ser possível a colocação deste no plástico branco;

Como é possível verificar, a ponte desempenha bastantes funções neste setor. Devido à grande requisição deste recurso, verificou-se que as bancadas de trabalho apresentavam tempos de espera elevados. Na Figura 5.6 estão representadas as taxas de ocupação das bancadas de trabalho ao longo de um turno de 8 horas. A bancada 6 quando do estudo encontrava-se desocupada. É necessário realçar que a ponte mais utilizada no setor de embalagem é aquela que se encontra alocada a 6 bancadas de trabalho. Desta forma será esta ponte rolante o alvo de análise. As duas restantes bancadas encontram-se noutra nave do armazém e nesta existe outra ponte rolante.

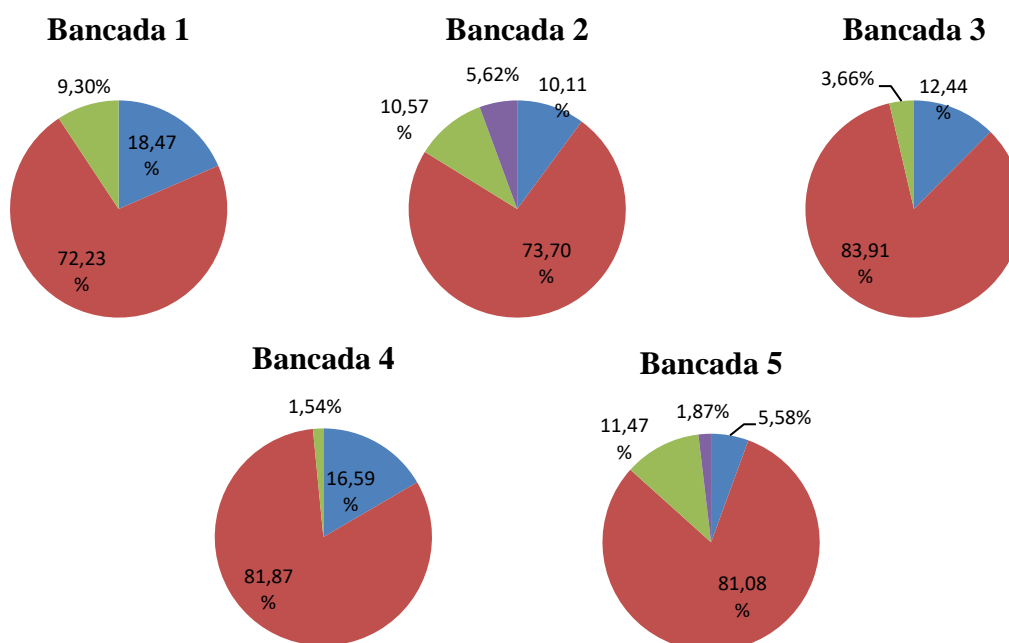


Figura 5.6. Taxa de ocupação das bancadas de trabalho

Tabela 5.4. Taxa de ocupação das bancadas de trabalho

		Bancada				
		1	2	3	4	5
	Espera pela ponte rolante	18,47 %	10,11 %	12,44 %	16,59 %	5,58 %
	Reparar/Embalar	72,23 %	73,70 %	83,91 %	81,87 %	81,08 %
	Trabalhar c/ ponte rolante	9,30%	10,57 %	3,66 %	1,54 %	11,47 %
	Operador ausentou-se	0,00 %	5,62 %	0,00 %	0,00 %	1,87%

Após a verificação dos elevados tempos de espera das bancadas de trabalho optou-se por calcular a taxa de ocupação da ponte rolante em causa.

Tabela 5.5. Taxa de ocupação da ponte rolante

	Tempo (minutos)	Percentagem
Deslocações (ponte rolante vazia)	88,30	20,49 %
Deslocações (Colocação de atados nas bancadas)	51,45	11,94 %
Deslocações (Remoção de atados nas bancadas)	67,13	15,58 %
Parada	100,29	23,27 %
Plastificação de topos dos atados	36,16	8,39 %
Colocação de plástico branco	41,16	9,55 %
Carregar/Pesar atados	46,48	10,78 %
TOTAL	430,97	100 %

Após a análise da Tabela 5.5, observamos que a ponte rolante do setor da embalagem ocupa cerca de 48 % de um turno em deslocações, 8,39 % a realizar tarefas de plastificação de topos dos atados, 9,55 % no auxílio de colocação de plástico branco na bancada e, por último, 10,78 % do tempo a carregar e pesar atados. Note-se que a ponte rolante se encontra uma parte considerável do tempo parada. Isto deve-se a tarefas que ocasionalmente o chefe de equipa do turno (operador da ponte rolante) tem que desempenhar levando consequentemente à paragem da ponte e nas situações em que as bancadas se encontram ocupadas e não é necessário este recurso. O problema reside nas situações em que a ponte rolante é requerida em várias bancadas ao mesmo tempo, não havendo outra alternativa senão esperar por este recurso.

5.7. Diagrama de Spaghetti

O Diagrama de Spaghetti é uma ferramenta que, através da análise dos percursos efetuados pelo material, permite estabelecer o *layout* ideal de um determinado espaço.

Derivado dos diferentes tipos de produtos que são fabricados pela Böllinghaus Steel, foi realizado um diagrama de spaghetti para cada tipo de produto.

Na Figura 5.7 encontram-se os deslocamentos efetuados pelo aço laminado.

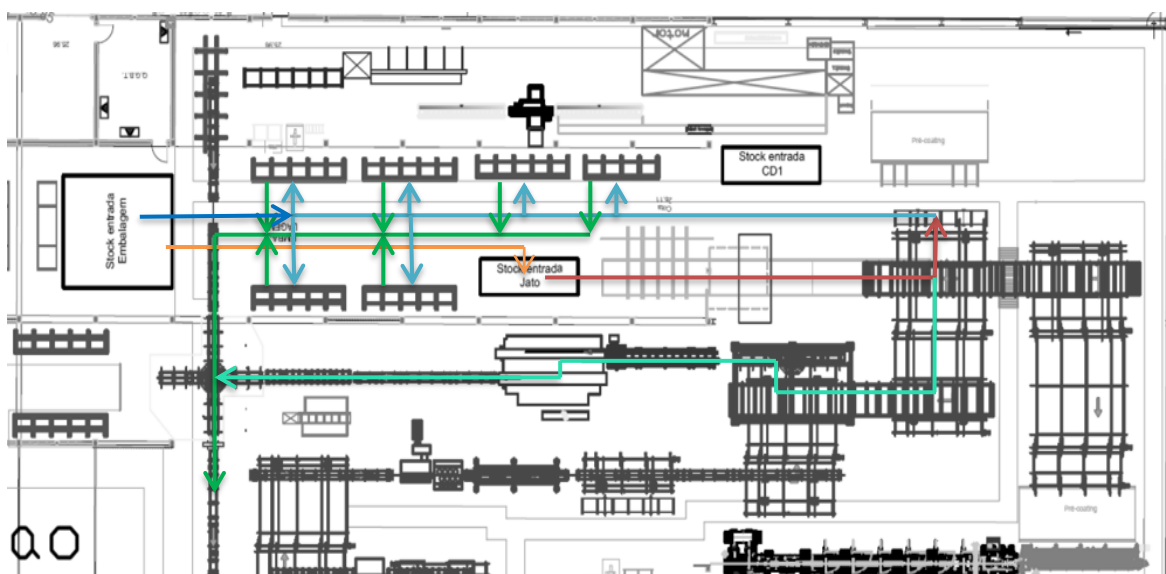


Figura 5.7. Diagrama de Spaghetti do setor de embalagem - Aço laminado

Tabela 5.6. Deslocamento do material – Aço laminado

	Nº	Seta Cor	Origem	Destino	Forma de transporte	Distância (m)		Total		
						Mín	Max	Mín	Média	Max
Aço Laminado (1)	1	→	Stock entrada Embalagem	Stock entrada Jato	Ponte rolante	23,4	-	68,57	104,86	141,14
	2	→	Stock entrada jato	Stock saída jato	Ponte rolante + Caminho de rolos	18,5	-			
	3	→	Stock saída jato	Bancadas de Embalagem	Ponte rolante + Caminhos de rolos	13,3	58,94			
	4	→	Bancadas de Embalagem	Máquina plastificar	Ponte rolante + Caminho de rolos	13,37	40,3			
Aço laminado (2)	1	→	Stock entrada Embalagem	Bancadas de Embalagem	Ponte rolante + caminho de rolos	8,3	31,55	21,67	46,76	71,85
	2	→	Bancadas de Embalagem	Máquina plastificar	Ponte rolante	13,37	40,3			
Aço laminado (3)	1	→	Stock entrada Embalagem	Stock entrada Jato	Ponte rolante	23,4	-	117,18	-	-
	2	→	Stock entrada Jato	Acessomatic	Caminho de rolos	46,89	-			
	3	→	Acessomatic	Máquina Plastificadora	Ponte rolante	46,89	-			

Na Figura 5.8 encontra-se representado o fluxo do material aço estirado da linha CD1.

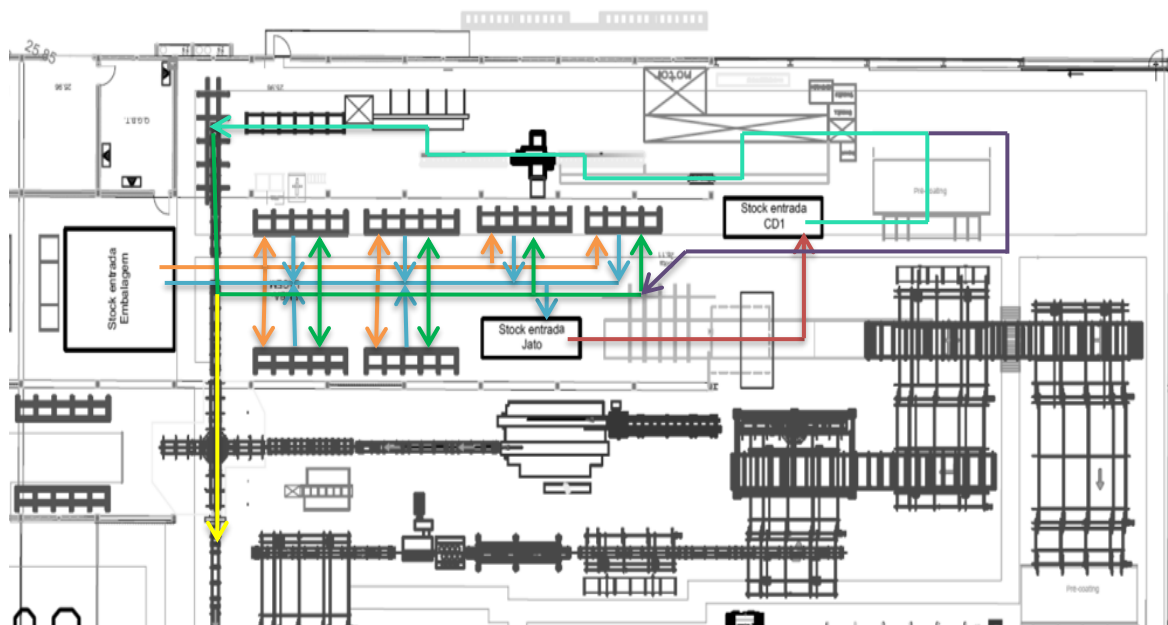


Figura 5.8. Diagrama de Spaghetti do setor de embalagem - Aço estirado, linha CD1

Tabela 5.7. Deslocamentos do material - Aço estirado, linha CD1

	Nº	Seta Cor	Origem	Destino	Forma de transporte	Distância (m)		Total		
						Min	Max	Min	Média	Max
Aço estirado CD1	1	→	Stock entrada	Bancadas de reparação	Ponte rolante + caminho de rolos	8,3	31,55	154,47	175,97	197,47
	2	→	Bancadas de reparação	Stock entrada jato	Ponte rolante + caminho de rolos	5,5	38,1			
	3	→	Stock entrada jato	Stock entrada CD1	Ponte rolante + caminho de rolos	23,5	-			
	4	→	Stock entrada CD1	Stock saída CD1	Ponte + Caminho de rolos	59,7	-			
	5	→	Stock saída CD1	Bancadas de embalagem	Ponte rolante + caminho de rolos	11,5	34,12			
	6	→	Bancadas de embalagem	Máquina Plastificadora	Ponte rolante	13,37	40,3			
	7	→ (Reprocesso)	Pre-coating	Bancadas de reparação	Ponte rolante	38,5	-			

Na Figura 5.9 encontra-se representado o percurso feito pelo material aço estirado da linha CD2.

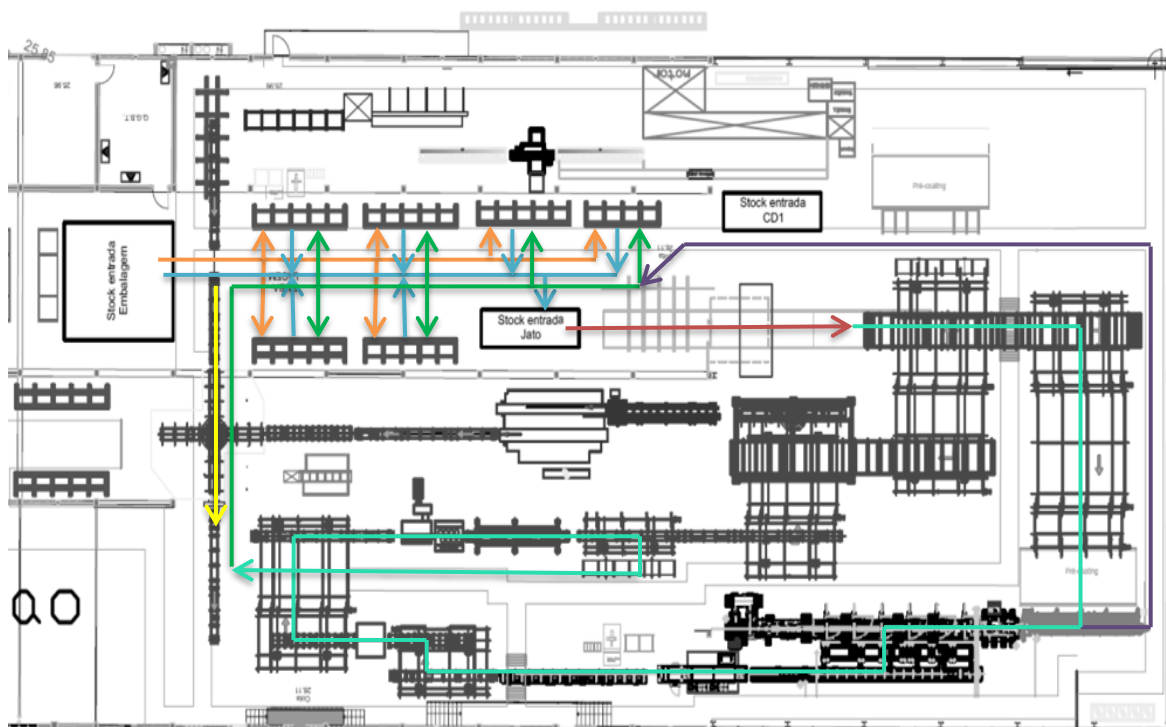


Figura 5.9. Diagrama de Spaghetti do setor de embalagem - Aço estirado, linha CD2

Tabela 5.8. Deslocamentos do material - Aço estirado, linha CD2

	Nº	Seta Cor	Origem	Destino	Forma de transporte	Distância (m)		Total		
						Min	Max	Min	Média	Max
Aço Estirado CD2	1	→	Stock entrada embalagem	Bancadas de reparação	Ponte rolante + (caminho de rolos)	8,3	31,55	206,71	234,5	262,29
	2	→	Bancadas de reparação	Stock entrada jato	Caminho de rolos + ponte rolante	5,5	38,1			
	3	→	Stock entrada jato	Stock entrada CD2	Ponte rolante + caminho de rolos	33,3	-			
	4	→	Stock entrada CD2	Stock saída CD2	Caminho de rolos	105,84	-			
	5	→	Stock saída CD2	Bancadas de embalagem	Caminho de rolos + ponte rolante	14,35	43			
	6	→	Bancadas de embalagem	Máquina Plastificadora	Ponte rolante + caminho de rolos	13,37	40,3			
	7	(Reprocesso)	Pre-coating	Bancadas de reparação	Ponte rolante + caminho de rolos	49,3	-			

Após a análise do Diagrama de Spaghetti, podemos confirmar a complexidade dos fluxos dos diferentes tipos de materiais, uma vez que estes podem variar com o sucesso da operação. De modo a ser possível quantificar as deslocações efetuadas pelos produtos, foram feitos levantamentos das distâncias percorridas, bem como a origem, destino e forma de como são transportados, que se encontram na Tabela 5.6, Tabela 5.7 e Tabela 5.8.

De salientar que em certos percursos o material pode percorrer diferentes distâncias dependendo da bancada de trabalho em que o material se encontra ou então, para a qual se desloca. Desta forma para uma análise correta foram consideradas as distâncias médias.

Como é possível apurar na Tabela 5.6, a distância percorrida pelo aço laminado pode variar entre os 46,76 metros, caso o aço não passe no jato de granalha e seja embalado nas bancadas, e os 117,18 metros, caso o material após o jateamento seja embalado pela máquina Acessomatic.

Relativamente ao aço estirado da linha CD1, o deslocamento do material pode ser de 175,97 metros, caso a ação de reparação seja bem-sucedida, ou então de 214,47 metros caso o aço necessite ser reparado novamente antes do processo de estiragem.

Por último, o aço estirado da linha CD2 pode percorrer uma distância de 234,50 metros se o material não necessitar de reprocesso, ou caso necessite, pode percorrer uma distância de 283,80 metros.

6. FASE MELHORAR

6.1. Brainstorming

O brainstorming é uma ferramenta caracterizada pela dinâmica de grupo onde o objetivo é obter novas propostas de melhoria provenientes de pessoas com diferentes perspetivas. Neste contexto, foram realizadas quatro sessões de brainstorming contemplando os colaboradores do setor da embalagem, o diretor de produção, o supervisor do setor e o autor da presente dissertação.

Foram distribuídos vários cartões a todos os membros participantes do brainstorming para que pudessem escrever as suas sugestões de melhoria. Após a recolha das propostas de melhoria, estas foram divididas em grupos. De forma a averiguar quais as ideias mais valorizadas pelos colaboradores, foi distribuído um cartão por participante onde cada um escolheu as três ideias que considerava mais importantes de implementar. Após o cruzamento das ideias recolhidas dos 4 turnos foram obtidas 31 ideias de melhoria. As ideias mais votadas encontram-se na Tabela 6.1.

Tabela 6.1. Resultados da sessão de Brainstorming

Nº	Proposta de Melhoria
1	Rotatividade de operadores entre bancadas
2	Aumentar o número de máquinas de cintar
3	Bancadas de trabalho ergonómicas e automatizadas
4	Colocação de ventilação no setor de decapagem devido aos cheiros intensos
5	Colocação de todos os consumíveis junto do posto de trabalho
6	Pistolas de leitura de códigos de barras para o lançamento de dados
7	Formação sobre o uso de pontes rolantes
8	Alternativa de vestuário
9	Modificação da mesa de carga do jato de granalha
10	Alternativa ao plástico branco na embalagem de atados

Os resultados foram colocados numa matriz importância *versus* custo (Figura 6.1), para que sejam considerados os fatores custo e urgência das várias propostas em questão. Desta forma, quanto maior o diâmetro do círculo, maior a urgência da respetiva proposta.

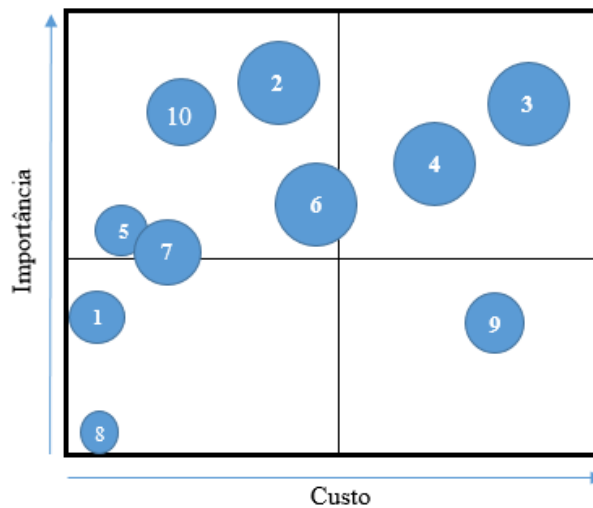


Figura 6.1. Matriz importância *versus* custo

6.2. 5 S's

Na primeira fase dos 5S's (seleção), foram selecionados os objetos que são alvo de uma utilização diária de modo a eliminar os que têm uma utilização esporádica. Na fase de organização, foram organizados os objetos tendo em conta a sua aplicação. Na fase de limpeza foi reestruturado o plano de limpeza existente, APÊNDICE E, e por fim, na fase de normalização e disciplina, é realizada uma auditoria mensal ao setor, APÊNDICE F.



Figura 6.2. Remodelação da plataforma dos sprays de cor



Figura 6.3. Arrumação do material de limpeza



Figura 6.4. Identificação das bancadas de apoio



Figura 6.5. Identificação das bancadas de trabalho

A implementação de 5 S's no setor resultou nos seguintes benefícios:

- Aumento da eficiência no posto de trabalho;
- Redução dos desperdícios, dos tempos de execução e de movimentação;
- Aumento da segurança no posto de trabalho;
- Melhoria visual do setor

6.3. Melhorias Propostas

6.3.1. Suportes para arames junto à bancada de trabalho

Após a reparação de barras, os operadores formam um atado no berço de descarga e colocam um arame à volta do atado de forma a este não se desmanchar. Para isto tinham que se deslocar das bancadas até ao local do rolo de arame e cortá-lo. Foi colocado em cada bancada um suporte com arame já cortado evitando a deslocação do operador e o corte do arame. Assim foi possível a redução do tempo desta tarefa em 85 % (Passou de 0,92 minutos para 0,14 minutos).



Figura 6.6. Relocalização do arame zincado

6.3.2. Formação sobre o modo de reparação

Na fase analisar, ficou evidenciado a variabilidade relativa aos tempos médios de reparação dos operadores. De modo a colmatar esta falta de uniformização, é imperativo dar formação relativa ao modo de reparação a novos colaboradores e a operadores cujos tempos de reparação não sejam ideais. De acordo com os dados do Diagrama de Pareto, a formação relativa ao modo de reparação deverá incidir nos defeitos mais frequentes que afetam os tempos de reparação que são os riscos, marcas, marcas de calamina e sujidade.

6.3.3. Colocação de uma balança na ponte rolante do jato

Sendo a ponte rolante um dos recursos mais requisitados do setor, é necessário a implementação de medidas que venham disponibilizar este recurso. Tendo isto em conta, foi colocada uma balança na ponte rolante do jato, para que esta, quando disponível, possa pesar e retirar atados das bancadas 5 e 6 para o *stock* de entrada do jato.



Figura 6.7. Colocação de uma balança na ponte rolante alocada ao jato de granalha

6.3.4. Aquisição de um balancim para a ponte rolante

Derivado do comprimento e peso das barras, não é fácil equilibrar o atado no seu levantamento com a ponte rolante. Desta forma, foi realizado um teste no setor da embalagem com o balancim da ponte rolante do setor do desempenho e verificou-se que a taxa de ajustes dos atados passou de 76 % para 13 % (APÊNDICE G) o que se traduz em ganhos de cerca de 3 % no tempo total de utilização da ponte rolante. Averiguou-se também que o transporte de atados se dava de uma forma mais segura e estável.

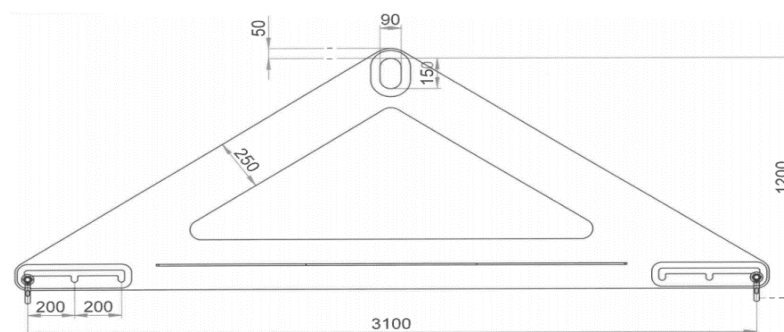


Figura 6.8. Balancim triangular

6.3.5. Padronização do modo de colagem de etiquetas

No processo de embalagem de barras estiradas, o operador cola etiquetas autocolantes em cada barra de modo a identificar a qualidade e as dimensões do aço. Notou-se que muitas vezes o operador não escolhia o modo de colagem mais eficaz, pois se as dimensões das barras o permitirem, é possível colar as etiquetas nos topos das barras ao invés de serem coladas numa das faces, o que resulta numa redução de 40 % do tempo de operação. De forma a estandardizar esta tarefa foi desenvolvida uma especificação técnica (APÊNDICE H) que define quais as dimensões de barras que permitem a colagem das etiquetas autocolantes nos topos.



Figura 6.9. Colagem de etiquetas no topo do atado

6.3.6. Padronização das dimensões que requerem dois operadores por bancada

De forma a reduzir a variabilidade relativamente ao número de operadores por bancada, foram definidas as dimensões do material que necessitam de dois operadores por bancada para facilitar o processo de embalagem ou reparação e de forma a evitar deslocações desnecessárias de colaboradores entre bancadas de trabalho (APÊNDICE I).

6.3.7. Matriz de defeitos a reparar no setor

Foi colocado uma matriz de defeitos a serem reparados no setor em tamanho A1 para auxiliar visualmente os colaboradores na identificação destes. A matriz dos defeitos encontra-se no APÊNDICE J.

6.3.8. Colocação de tablets no setor

No setor de embalagem, o registo de dados da produção no sistema Movilizer (sistema de comunicação com o SAP) é feito a partir de tablets. Constatou-se que para oito bancadas de trabalho existiam apenas 2 tablets, levando algumas vezes os operadores a ficarem à espera que estes ficassem disponíveis. De forma a colmatar este problema foi colocado um tablet por bancada de trabalho, eliminando assim situações de espera.

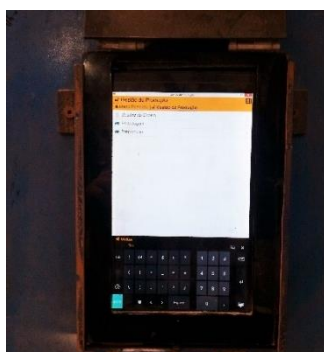


Figura 6.10. Tablet com o sistema Movilizer

6.3.9. Leitores de códigos de barras

Para um rápido lançamento de dados no sistema Movilizer, a solução passa pela implementação de leitores de códigos de barras (conectados aos tablets). A implementação das pistolas irá levar à redução de cerca 40 % do tempo de registo de dados e à redução de erros no lançamento destes.



Figura 6.11. Leitor de códigos de barras

6.3.10. Máquina de cintar móvel

Uma das propostas de melhoria resultante do Brainstorming foi a colocação de mais máquinas de cintar no setor de embalagem. Nesta lógica, foi criada uma plataforma móvel que possui dois suportes, um para a colocação de um rolo de cinta e outro para uma máquina de cintar. Desta forma, a máquina consegue chegar a todas as bancadas, diminuindo assim, tempos de espera por esta.



Figura 6.12. Plataforma móvel da máquina de cintar

6.3.11. Bancadas de trabalho ergonómicas e automatizadas

Um dos pontos mais debatidos nas sessões de brainstorming foi a falta de ergonomia das bancadas de trabalho. Um exemplo de falha ergonómica reside no fato de o operador ir rebarbando as barras cada vez mais afastado da bancada, devido à colocação de barras reparadas no berço, causando desconforto e cansaço. Assim sendo, foi proposto uma

alternativa às bancadas de trabalho atuais (APÊNDICE K). Com estas novas bancadas o movimento de barras para a zona de trabalho é facilitado e a formação de atados após a reparação não implica o afastamento do operador da bancada.

6.3.12. Sistema de marcação de barras por Inkjet

No processo de embalagem, as barras estiradas são identificadas por etiquetas autocolantes que o operador cola em cada barra. Neste sentido, foi proposto a implementação de um sistema de marcação de barras por Inkjet, colocado em linha com o desempenho das duas linhas de estiragem. Desta forma a tarefa de colagem de etiquetas autocolantes nas barras seria eliminado, reduzindo o tempo de embalagem de aço estirado em cerca de 12 % por atado.



Figura 6.13. Sistema de estampagem Inkjet

6.3.13. Alteração dos berços das bancadas de trabalho

Após a cintagem do atado no processo de embalagem, os operadores plastificam manualmente os topos dos atados com filme transparente. Para que esta operação se dê, é necessário que a ponte rolante se desloque até à bancada para levantar o atado. Com a alteração dos berços, mais especificamente, dos batentes destes, é possível plastificar os topos sem recorrer à ponte rolante, levando ao ganho de 0,67 minutos por atado embalado na ponte rolante que, como se verificou, é um recurso bastante requisitado no setor.

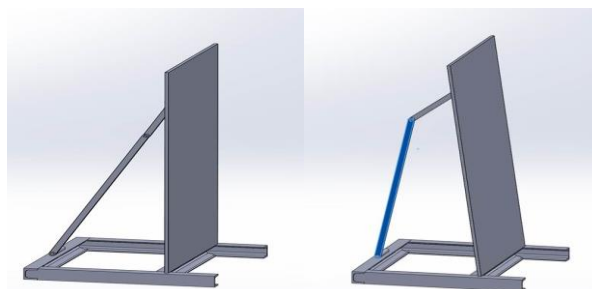


Figura 6.14. Alteração dos batentes do berço de descarga

6.3.14. Colocação de ventilação no setor de decapagem

Quando os tanques da decapagem são abertos para a remoção dos cavaletes carregados de barras, cheiros intensos a ácido propagam-se para o setor de embalagem causando desconforto aos colaboradores. Assim, foi colocada ventilação no setor de decapagem prevenindo o problema relativo aos cheiros intensos a ácido.

6.3.15. Alteração de layout

Todo o tipo de processamento que não crie valor para o cliente, deve ser considerado desperdício. A movimentação excessiva de material é um dos vários tipos de desperdício existentes na indústria. Desta forma foram propostas duas alterações de *layout* que visam a diminuição de deslocamentos desnecessários e um melhor aproveitamento do espaço físico existente.

6.3.15.1. Proposta de alteração de layout 1

O *layout* relativo à proposta de alteração de *layout* 1, bem como os correspondentes diagramas de spaghetti encontram-se no APÊNDICE L. As tabelas abaixo apresentadas mostram as diferenças das distâncias entre o *layout* atual e a proposta de alteração de *layout* 1.

Tabela 6.2. Comparação das distâncias percorrida pelo material aço laminado

	Atual	Proposta de <i>layout</i> 1	Ganhos/Perdas
Aço laminado (1)	104,86 metros	115,55 metros	+ 10,62 metros
Aço laminado (2)	46,76 metros	59,43 metros	+ 12,67 metros
Aço laminado (3)	117,18 metros	63,87 metros	- 53,31 metros

Tabela 6.3. Comparação das distâncias percorridas pelo material aço laminado CD1

	Atual	Proposta de <i>layout</i> 1	Ganhos/Perdas
Aço estirado CD1	175,97 metros	170,10 metros	- 5,87 metros
Com reprocesso	214,47 metros	198,61 metros	-15,86 metros

Tabela 6.4. Comparação das distâncias percorridas pelo material aço estirado CD2

	Atual	Proposta de <i>layout 1</i>	Ganhos/Perdas
Aço estirado CD2	234,50 metros	177,88 metros	- 56,62 metros
Com reprocesso	283,80 metros	218,38 metros	-65,42 metros

Após a análise das tabelas é possível verificar que esta alteração de layout é favorável para os aços estirados CD1 e CD2. Contudo, para os aços laminados, verifica-se uma pequena penalização da distância total percorrida. Ao analisar o diagrama de spaghetti desta proposta verifica-se, comparando com o layout atual, que existem menos cruzamentos de fluxos e um processo produtivo unidirecional. Para além dos investimentos associados às alterações da disposição dos equipamentos existentes, esta alteração de layout acarreta investimentos de novos equipamento. Estes investimentos estão apresentados no APÊNDICE L.

6.3.15.2. Proposta de alteração de layout 2

O layout relativo à proposta de alteração de *layout 2*, assim como os correspondentes diagramas de spaghetti encontram-se no APÊNDICE M. As tabelas abaixo apresentadas apresentam as diferenças das distâncias entre o layout atual e a proposta de alteração de layout 2.

Tabela 6.5. Comparação das distâncias percorridas pelo material aço laminado

	Atual	Proposta de <i>layout 2</i>	Ganhos/Perdas
Aço laminado (1)	104,86 metros	94 metros	- 10,86 metros
Aço laminado (2)	46,76 metros	43,1 metros	- 3,66 metros
Aço laminado (3)	117,18 metros	127 metros	+ 9,82 metros

Tabela 6.6. Comparação das distâncias percorridas pelo material aço estirado CD1

	Atual	Proposta de <i>layout 2</i>	Ganhos/Perdas
Aço estirado CD1	175,97 metros	168,60 metros	- 7,37 metros
Com reprocesso	214,47 metros	199,6 metros	-14,87 metros

Tabela 6.7. Comparação das distâncias percorridas pelo material aço estirado CD1

	Atual	Proposta de <i>layout 2</i>	Ganhos/Perdas
Aço estirado CD2	234,50 metros	185,05 metros	- 49,45 metros
Com reprocesso	283,80 metros	242,05 metros	- 41,75 metros

Após a análise das tabelas conclui-se que esta alteração de *layout* acarreta vantagens para quase todos os materiais, com exceção para um tipo de aço laminado. Novamente para além dos custos de alteração da localização de alguns equipamentos, esta mudança de *layout* contempla investimentos em novos equipamentos. Estes investimentos são apresentados no APÊNDICE L.

6.3.16. Custos das melhorias

Na Tabela 6.8 são apresentados os valores correspondentes aos custos das principais melhorias propostas.

Tabela 6.8. Custos das melhorias propostas

Descrição	Custo	Unidades	Custo Total
Suporte para arame zincado	15 €	8	120 €
Balança	1 624 €	1	1 624 €
Balancim triangular	3 294 €	1	3 294 €
Tablet	120 €	6	720 €
Leitor de códigos de barras	190 €	8	1 520 €
Conjunto máquina de cintar-plataforma móvel	500 €	1	500 €
Conjunto bancadas-berços automatizados	17 142 €	8	137 136 €
Sistema de estampagem Inkjet	26 856 €	2	53 712 €
Ventilação no setor de decapagem	1 320 €	6	7 920 €
Alteração dos batentes dos berços	200 €	8	1 600 €

6.4. Resultados obtidos

Das propostas de melhoria referidas, várias ainda se encontram em fase de análise derivado dos elevados investimentos que acarretam. Na Tabela 6.9 encontra-se o resumo das melhorias propostas bem como as ações tomadas.

Proposta de melhoria	Ganhos	Ação
Suportes para arame junto das bancadas de trabalho	Redução de 85% do tempo de reparação	Implementada
Formação sobre o modo de reparação	Uniformização dos tempos de reparação	Em curso
Colocação de uma balança na ponte rolante do jato	Desocupação da ponte rolante da embalagem	Implementada
Aquisição de um balancim para a ponte rolante	Redução de 63% de ajustes de atados resultando em ganhos de 3% do tempo de utilização da ponte	Implementada
Padronização do modo de colagem de etiquetas	Redução de 40% do tempo de colagem das etiquetas	Implementada
Padronização das dimensões que requerem dois operadores por bancada	Padronização do processo e redução de deslocamentos desnecessárias	Implementada
Matriz de defeitos a reparar no setor	Auxílio visual na identificação de defeitos	Implementada
Colocação de tablets no setor	Eliminação de tempos de espera	Implementada
Leitores códigos de barras	Redução de 40% do tempo de registo de dados e redução de erros	Fase de análise
Máquina de cintar móvel	Diminuição de tempos de espera pela máquina de cintar	Implementada
Bancadas de trabalho ergonómicas	Aumento de ergonomia e redução de esforço físico por parte do colaborador	Fase de análise
Alteração dos berços das bancadas de trabalho	Ganho de 0,67 min/atado embalado na ponte rolante	Em curso
Colocação de ventilação	Prevenção da propagação dos cheiros intensos a ácido no setor	Implementada
Alteração de layout	Redução de cruzamentos de fluxos, redução de distâncias percorridas pelo material obtendo um processo produtivo unidirecional	Fase de análise

6.4.1. Nível Sigma

Após a implementação de algumas das melhorias propostas e da implementação de medidas 5S no setor de embalagem, foi recalculado o nível sigma do processo. Procedendo da mesma forma que a utilizada na fase medir, foi calculado o nível sigma, desta vez para um período de análise de 4 semanas, sendo que em 2 destas a produtividade do setor encontrou-se abaixo do objetivo delimitado pela Böllinghaus Steel (2 116 kg/homem/dia).

Assim, o valor de DPMO para estas 4 semanas foi de 500 000, ao qual equivale um nível sigma de 1,47.

6.4.2. OEE

Para o recálculo do OEE do setor de embalagem, utilizou-se a metodologia empregue na fase definir.

Com os dados da Tabela 6.9, foram calculados os tempos de produção planeado (10 080 minutos) e real (7 327 minutos) para as 8 células de trabalho, bem como a quantidade produzida sem defeitos (35 433 kg) relativo ao processo de reparação.

Tabela 6.9. Valores para o recálculo do OEE do setor

Descrição	Valor
Duração de três turnos	1 440 Minutos (24 horas)
Paragem para lanche (por turno)	30 minutos
Paragem para limpeza (por turno)	30 minutos
Paragens não planeadas	344,13 min
Nº de bancadas	8
Capacidade produtiva máxima (reparação)	13,05 kg/min
Capacidade produtiva máxima (embalagem)	23,76 kg/min
Total produzido (embalagem)	66 698 kg
Total produzido (reparação)	45 059 kg
Tempo de produção real	7 327 min (100 %)
Tempo de produção real (embalagem)	3 643 min (49,72 %)
Tempo de produção real (reparação)	3 684 min (50,28 %)
Quantidade reprocessada (reparação)	9 626 kg

Com os valores calculados anteriormente, é possível calcular o novo valor de OEE para o setor de embalagem (Tabela 6.10). De forma a obter um valor de OEE mais realista, foi utilizado, mais uma vez, a média ponderada no cálculo da performance dos dois processos realizados no setor.

Tabela 6.10. Cálculo do OEE

Fator	Resultado	
Disponibilidade	0,7269	72,69 %
Performance Embalagem	0,7706	77,06 %
Performance Reparação	0,9372	93,72 %
Qualidade	0,7864	78,64 %
OEE	0,4883	48,83 %

6.4.3. Síntese dos resultados obtidos

Na Tabela 6.11 é feita a comparação entre o estado inicial, os objetivos definidos e os resultados obtidos.

Tabela 6.11. Comparação de resultados

Indicador	Inicial	Meta	Atingido	Varição
DPMO	640 000	308 537	500 000	↓ 21,88 %
Nível sigma	1,08	2	1,47	↑ 36,11 %
OEE	39,86 %	50 %	48,83 %	↑ 22,50 %

7. FASE CONTROLAR

Nesta última fase do ciclo DMAIC, o objetivo passa pela avaliação do impacto e da eficiência das soluções implementadas na fase anterior certificando que estas foram eficazes na resolução dos problemas encontrados e executadas de forma sustentada.

É imperativo uma monitorização contínua da performance do setor de embalagem implementando medidas e métodos para controlar as fontes de variação, anteriormente identificadas na fase analisar, comparando os novos resultados com os resultados anteriores, garantindo desta forma que estas novas medidas implementadas estão consolidadas e conferem, efetivamente, ganhos para a empresa.

Como é perceptível na fase anterior, algumas das melhorias propostas encontram-se em análise e, conseqüentemente, não foram ainda implementadas. Isto impossibilita a monitorização das mesmas. Assim, as ações de controlo já executadas foram:

- Elaboração de novas instruções de trabalho;
- Atualização e fixação de gráficos contendo vários indicadores como a produtividade semanal, produção diária por turno, desvios de produção, taxa de ocupação e custos do setor ligados à produção do mesmo;
- Auditorias mensais 5S's do setor.

8. CONCLUSÕES

Perante a realidade atual do mundo industrial, é fulcral focalizar esforços para a diminuição de desperdícios, defeitos e fontes de variabilidade dos processos. Num ambiente cada vez mais competitivo, é imperativo que as empresas evoluam, tanto ao nível de inovação de processos, níveis de qualidade, novos produtos ou novos mercados. Apenas desta forma é que é possível obter vantagem competitiva face a empresas concorrentes. É neste âmbito que surgem os projetos de melhoria contínua já testados e com sucesso no panorama mundial, neste caso o Seis Sigma.

O Seis Sigma, quando implementado de forma correta, permite a redução de custos pela diminuição de desperdício e variabilidade de processos. Esta ferramenta conciliada com a metodologia DMAIC permitiu ter um melhor conhecimento do setor de embalagem e teve como objetivo a melhoria do desempenho laboral do setor em estudo.

Até ao momento a implementação do presente projeto resultou:

- No aumento do OEE do setor de 39,86 % para 48,83 % através do aumento da disponibilidade operacional, desempenho e qualidade dos produtos produzidos pelo setor de embalagem;
- Na pequena redução dos DPMO de 640 000 para os 500 000 o que elevou o nível sigma para os 1,47.

Os resultados obtidos não atingiram os objetivos definidos na fase inicial do projeto. Contudo, através da implementação das propostas que se encontram em fase de análise, estes resultados têm todo o potencial para serem melhorados e atingir os objetivos propostos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amorim, J.P. (2009), “OEE – A Forma de Medir a Eficiência dos Equipamentos”. Acedido a 2 de Abril de 2017 em: <https://pt.scribd.com/doc/15122575/OEE-A-FORMA-DE-MEDIR-A-EFICACIA-DOS-EQUIPAMENTOS>.

Bollinghaus Steel S.A. (2017), “Customer Service”. Acedido em 8 de Março de 2017 em: <http://www.boellinghaus.de/en/references.html>

Carvalho, C. E. V. (2008), “A Melhoria da Qualidade Suportada na Metodologia Seis Sigma: o Caso da Tecnimaster”. Tese de Mestrado em Gestão da Qualidade. Universidade Fernando Pessoa, Porto.

Castro, R. P. (2013), “Lean Six Sigma - Para qualquer negócio”, IST Press, Lisboa.

Citeve – Tecnologia Têxtil (2012), “Ferramenta de Desenvolvimento e aplicação do Lean Thinking no STV”. Acedido a 14 de Março de 2017 em: <https://www.citeve.pt/artigo/lean>

Duret, D. e Pillet, M. (2009), "Qualidade na Produção. Da ISO 9000 ao Seis Sigma", Lidel, Lisboa.

Ferreira, L., Silva, C. and Mesquita, C. (2013) “Using the Six Sigma DMAIC Methodology to improve an Internal Logistic Process”, Springer International Publishing.

Hahn, G. J., Hill, W. J., Hoerl, R. W. and Zinkgraf S. A. (1999), “The Impact of Six Sigma Improvement – A Glimpse Into the Future of Statistics”, The American Statistician, August 1999, Vol.53, No. 3.

Meyers, F. E. (1999), “Motion and Time Study: for lean manufacturing.” New Jersey 2^o ed., Editora Prentice Hall, 1999.

Mijajlevski A. (2013), “The Six Sigma Methodology in Logistics”. Acedido a 12 de Março de 2017 em: <http://logic.sf.bg.ac.rs/wp-content/uploads/Papers/ID-41.pdf>

Moita, N. F. V. C. (2007), “Implementação do método Taguchi e análise de experiências na fase de testes de moldes para injeção de plásticos”. Tese de Mestrado em Engenharia Mecânica, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.

Moura, C. (1993), “Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial (FMEA)”. Acedido em 10 de Abril de 2017 em: <http://www.estgv.ipv.pt/PaginasPessoais/amario/Unidades%20Curriculares/Inovação/Textos%20apoio/FMEA.pdf>

Nabeiro, J. P. E. (2015), “Implementação da manutenção produtiva total no setor de estiragem de uma empresa de produção de perfis de aço”. Tese de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, Departamento de Engenharia Mecânica, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, Coimbra.

Norte, P. M. G. P. (2011), “Utilização da Metodologia Six Sigma no Âmbito da Formação em Manutenção Aeronáutica”. Tese de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.

Pinto, J. P. (2013), “Pensamento Lean – A filosofia das organizações vencedoras.”. Lidel, Lisboa.

Silva, P. M. M. (2016), “Implementação de 5’S no armazém de peças e do MRP na gestão de stocks”. Tese de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, Departamento de Engenharia Mecânica, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, Coimbra.

Teixeira, P. F. C. (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, Departamento de Engenharia Mecânica, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, Coimbra.

Trad, S., Maximiano, A. C. A. (2009), “Seis Sigma: Fatores Críticos de Sucesso para sua Implantação”. Acedido em 11 de Março de 2017 em: <http://www.scielo.br/pdf/rac/v13n4/a08v13n4.pdf>

APÊNDICE A – PLANO DO PROJETO

Fase	Tarefa	Duração	Março			Abril				Maio					Junho											
			9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27					
	Formação	15 dias																								
	Descrição do fluxo atual de produção	20 dias																								
	Definição do plano	5 dias																								
	Definição do problema	4 dias																								
	Definição da equipa	2 dias																								
	Mapa do processo	11 dias																								
	Elaboração do SIPOC	5 dias																								
	Medição de tempos no setor	20 dias																								
	Estudo dos tempos obtidos	17 dias																								
	Cálculo das capacidade produtiva reais	6 dias																								
	Cálculo do OEE	5 dias																								
	Cálculo da média, mediana, variação, desvio padrão	4 dias																								
	Cálculo dos custos do setor	10 dias																								
	Cálculo dos DPMO	5 dias																								
	Cálculo do nível sigma	5 dias																								
	Elaboração de diagramas de Ishikawa	6 dias																								
	Análise FMEA	12 dias																								
	Análise de Pareto	5 dias																								
	Análise do tempo de reparação por operador	5 dias																								
	Cartografia de fluxo do processo de embalagem	5 dias																								
	Estudo da taxa de ocupação do setor	5 dias																								
	Elaboração de diagrama Spaghetti	10 dias																								
	Sessões de brainstorming	5 dias																								
	Propostas de solução	13 dias																								
	Discussão de propostas	10 dias																								
	Elaboração de matriz importância vs. custo	2 dias																								
	5'Ss	50 dias																								
	Recalculo do OEE	5 dias																								
	Recalculo do Nível sigma	5 dias																								
	Definição de parâmetros a serem controlados	14 dias																								
	Revisão de todo o trabalho elaborado	15 dias																								
	Correções / melhorias pontuais	15 dias																								

APÊNDICE B – CUSTO DAS DIFERENTES EMBALAGENS

Tipos	Atados		Nº de cintas		Fibra		Cinta de Elevação		Caixa de madeira	Custo (média)	Solhos / Base de madeira		
	500kg	1000 kg	5 cintas	7 cintas	Fibra	Cinta de Elevação	C. Unitário : 5,94€	2,40m x 20cm x 5cm			6,00m x 20cm x 5cm	6,00m x 20cm x 5cm	7,20 €
1	X	X	X							6,25	12,19	12,25	13,45
2	X	X		X						8,16	14,10	14,16	15,36
3	X	X	X		X					9,35	15,29	15,35	16,55
4	X	X	X		X					11,26	17,20	17,26	18,46
5	X	X	X			X				7,79	13,73	13,79	14,99
6	X			X		X				9,70	15,64	15,70	16,90
7	X	X	X		X					10,89	16,83	16,89	18,09
8	X			X		X				12,80	18,74	18,80	20,00
9		X	X			X				10,05	15,99	16,05	17,25
10		X		X		X				11,96	17,90	17,96	19,16
11		X	X		X					13,15	19,09	19,15	20,35
12		X	X		X					15,06	21,00	21,06	22,26
13	X		X		X		X	X		72,35			
14	X			X		X		X		74,26			
15		X	X		X		X	X		74,61			
16		X		X		X		X		76,52			

APÊNDICE C – ANÁLISE FMEA DO SETOR

Processo	Modo de falha potencial	Efeito potencial da falha	Sev	Causas potenciais	Oco	Meios de controle	Det	NPR
Planeamento	Indecisão na escolha do material a tratar;	Atraso na reparação/ embalagem do material	8	Falta planeamento	7	Comité do planeamento	1	56
Material	Falta de material	Paragem do processo	9	Engarrafamento dos setores a montante	5	Visual, Registos de produção	4	180
Material	Aço com defeitos	Demora/ dificuldade na reparação das barras	8	Defeitos provenientes de processos a montante	8	Visual	3	192
Reparação/ Embalagem	Falta de RH	Atraso no processo	9	Deslocação de operadores para outros setores	5	Nenhum	5	225
Reparação/ Embalagem	Avaria da ponte rolante	Impossibilidade de transporte do material levando à paragem do setor	10	Má / Falta de manutenção	5	Nenhum	4	200
Reparação/ Embalagem	Avaria na máquina plastificadora	Congestionamento do setor;	7	Falta de manutenção	3	Nenhum	2	42
Embalagem	Avaria na máquina de cintar	Atraso no processo	7	Falta de manutenção	5	Nenhum	2	70

Processo	Modo de falha potencial	Efeito potencial da falha	Sev	Causas potenciais	Oco	Meios de controle	Det	NPR
Reparação	Avaria de rebarbadoras	Atraso no processo	3	Tempos de reparação elevados com a mesma rebarbadora;	9	Nenhum	1	27
Reparação	Reparação deficiente do material	Reprocesso de material	7	Falta de experiência do operador/aço não conforme	5	Visual	6	210
Embalagem	Embalagem deficiente do produto final; Embalagem não vai ao encontro das especificações do cliente	Reprocesso de material	7	Falta de experiência do operador; Não conhecimento dos métodos de embalagem;	1	Visual	3	21
Embalagem	Barras sujas de óleo	Atraso no processo devido à limpeza das barras para a colagem das etiquetas	5	Má lavagem das barras no processo de estiragem;	7	Visual	1	35

APÊNDICE D – CARTOGRAFIA DE FLUXOS

nº operação	Processo Conteúdo das operações	Embalagem								
		Operações					Distância (m)	Tempo para 30 barras	Tempo por barra	Responsável
		Embalagem	Transporte	Manuseamento	Decisão	Diversos				
1	Transportar atado para a mesa de alimentação	☐	➔	○	◇	◡		123,6	-	
1.1	Colocação das cintas e equilíbrio do atado			×			0	30,9	-	C.E.
1.2	Deslocação do atado do stock para a bancada		×				19,93	68,9	-	C.E.
1.3	Posicionar atado na bancada de reparação e retirar cintas			×			0	12,8	-	C.E.
1.4	Retirar ponte da área de trabalho		×				0	11,1	-	C.E.
2	Preparação de trabalho	☐	➔	○	◆	◡		165,0	-	
2.1	Ajuste dos berços			×			0	40,8	-	O.B.
2.2	Alinhamento das barras na bancada e inspeção visual das barras (por barra)				×		0	124,2	4,1	O.B.
3	Análise dimensional das barras	☐	➔	○	◆	◡		100,2	-	
3.1	Verificação das medidas das barras				×		0	67,2	-	O.B.
3.2	Preenchimento do boletim de produção					×	0	33,0	-	O.B.
4	Identificação das barras	■	➔	○	◇	◡		262,2	-	
4.1	Impressão das etiquetas de estampagem (por barra)			×			0	97,2	3,240	O.B.
4.2	Colagem das etiquetas autocolantes (por barra)	×					0	165,0	5,500	O.B.
5	Formação do atado	☐	➔	●	◇	◡		153,9	-	
5.1	Colocação das barras no berço para a formação do atado (por barra)			×			0	153,9	5,1	O.B.
6	Cintagem do atado	■	➔	○	◇	◡		161,6	-	
6.1	Recolha do carro transportador da cinta			×			0	18,4	-	O.B.
6.2	Recolha da máquina de cintar			×			0	24,4	-	O.B.
6.3	Cintagem do atado	×					0	118,8	-	O.B.
7	Colocação de plástico branco no atado	■	➔	○	◇	◡		406,2	-	
7.1	Deslocação da ponte para a bancada de embalagem		×				19,93	41,5	-	C.E.
7.2	Colocação das cintas e equilíbrio do atado			×			0	18,9	-	C.E.
7.3	Recolha do plástico branco			×			0	29,8	-	O.B.
7.4	Levantamento e pesagem do atado			×			0	63,9	-	C.E. & O.B.
7.5	Colocação de filme nas pontas do atado			×			0	27,00		
8	Colocação do atado no plástico branco			×			0	12,0		
8.1	Envolvimento do atado com o plástico branco	×					0	213,0	-	O.B.
8.2	Cintagem do atado	■	➔	○	◇	◡		127,2	-	
8.3	Recolha do carro transportador da cinta			×			0	12,9	-	O.B.
9	Recolha da máquina de cintar			×			0	17,1	-	O.B.
9.1	Cintagem do atado	×					0	97,2	-	O.B.
9.2	Identificação do atado	☐	➔	○	◇	◡		254,7	-	
9.3	Impressão das etiquetas identificadoras do atado			×			0	13,2	-	O.B.
10	Colagem das etiquetas identificadoras	×					0	46,0	-	O.B.
10.1	Lançamento de dados no SAP e no boletim de produção					×	0	195,5	-	O.B.
10.2	Transporte do atado embalado para a passadeira de rolos	☐	➔	○	◇	◡		122,3	-	
10.3	Deslocação da ponte para a bancada de embalagem		×				19,93	41,5	-	C.E.
11	Colocação das cintas e equilíbrio do atado			×			0	11,9	-	C.E.
11.1	Deslocação do atado para a passadeira de rolos		×				26,84	68,9	-	C.E.
11.2	Filmagem do atado	☐	➔	○	◇	◡		175,3	-	
11.3	Deslocação do atado pela 1ª fase da passadeira de rolos		×				4,6	48,0	-	C.E.
11.4	Deslocação do atado pela 2ª fase da passadeira de rolos		×				6,72	46,0	-	O.E.
11.5	Colocação de filme no atado	×					0	39,9	-	O.E.
11.6	Deslocação do atado pela 3ª fase da passadeira de rolos		×				7	41,4	-	O.E.

Legenda:

O.B – Operador de bancada

C.E – Chefe de equipa (operador da ponte rolante)

O.E – Operador de expedição

APÊNDICE E – PLANO DE LIMPEZA



PLANO DE LIMPEZA

EMBALAGEM

Item	Descrição	Fotos	Quem	Quando
1	Enrolar cabos eléctricos e mangueiras de ar Arrumar Rebarbadoras na bancada ou no placard		OP Embalagem	Final turno
2	Limpar/varrer a bancada (incluindo as costas) Abrir Gavetas da bancada e aspirar/despejar			Final turno
3	Varrer Chão da secção Apanhar barrotes e arames do chão e arruma-los			Final turno
4	Limpar e arrumar suportes Arrumar caixas de cartão vazias			Imediato
5	Limpar e arrumar carrinho de apoio			Final turno
6	Limpar e arrumar zona de descarga da decapagem			Final turno
7	Despejar contentores do lixo			Final de turno (quando cheios)

APÊNDICE F – CHECK LIST 5'S

Check List - 5'S


Área: EMBALAGEM

Auditor:

Data:

DESCRÇÃO				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 G – ESTUDO DO BALANCIM

Estudo da ponte rolante sem balancim:

Operação	Tempo (min)	%
Operador a trabalhar com a ponte	96,41	96,68 %
Operador a ajustar o atado	3,31	3,32 %
	99,72	100 %


Nº de atados manobrados com a ponte rolante	25
Nº de atados ajustados	19
Taxa de ajustes	76 %

Estudo da ponte rolante com balancim triangular:

Operação	Tempo (min)	%
Operador a trabalhar com a ponte	98	99,61 %
Operador a ajustar o atado	0,39	0,39 %
	98,39	100 %

Nº de atados manobrados com a ponte rolante	32
Nº de atados ajustados	4
Taxa de ajustes	13 %

APÊNDICE H – MODO DE COLAGEM DE ETIQUETAS

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA		Código	
	MODO DE COLAGEM DAS ETIQUETAS AUTOCOLANTES NA EMBALAGEM			ET1 SPN02-01
	Elaboração	Hugo Pereira	Aprovação	19/05/2017 Revisão 0

I. OBJECTIVOS E APLICAÇÃO

Estabelecer o modo de proceder à identificação de barras na embalagem do produto final. É considerado produto final todo o material que se encontra em condições de ser expedido para o cliente.

II. DOCUMENTOS ASSOCIADOS

14 SPG07-02 – Ficha de Dados de Segurança Simplificada

III. ABREVIATURAS

SQR – Square

HEX - Hexagonal

IV. DESCRIÇÃO DE ATIVIDADES

CONTROLO DO PROCESSO

No processo de embalagem, após a verificação da largura, espessura e comprimento das barras, segue-se a identificação das mesmas. Esta identificação é feita através da estampagem a jato de tinta na máquina de embalagem – Acesso EBS 6200 de acordo com a IT71 PP – Embalagem – Máquina EBS. No caso, de falta de disponibilidade de máquina são carimbadas manualmente, sendo no caso de material estirado usado o método de etiquetagem autocolante, impressa diretamente do PC. A colagem das etiquetas autocolantes pode dar-se nos topos das barras ou numa das faces das barras. O modo de colagem das etiquetas autocolantes depende das dimensões das barras a embalar.



Figura 1 - Dimensões da etiqueta autocolante

Tabela 1: - Dimensões *standart* para a colagem da etiqueta autocolante no topo da barra

Perfil	Largura	Espessura
SQR	> 38,10 mm	-
FLAT	> 40 mm	> 25 mm
HEX	> 41 mm	-

De modo a reduzir o tempo de embalagem por atado, caso as dimensões das barras vão ao encontro das dimensões definidas pela Tabela 1 e tendo em conta as dimensões da etiqueta autocolante (Figura 1), a colagem das etiquetas dá-se da seguinte forma:

1. Formação do atado nos berços das bancadas.
2. Impressão das etiquetas autocolantes.
3. Colagem das etiquetas autocolantes nos topos das barras.

Se as dimensões forem inferiores às definidas pela Tabela 1, o método de colagem das etiquetas autocolantes é o seguinte:

1. Impressão das etiquetas autocolantes.
2. Alinhamento das barras na bancada, tentando sempre maximizar o número de barras alinhadas na bancada.
3. Colagem das etiquetas autocolantes na face maior da barra.
4. Colocação das barras no berço para a formação do atado.
5. Repetir tarefa 2,3 e 4 até que todas as barras estejam devidamente identificadas e o atado totalmente formado.

SEGURANÇA NO POSTO DE TRABALHO

- Riscos mais frequentes
 - Corte e/ou perfuração por contacto com barras com rebarbas e/ou arestas vivas;
 - Entalamento aquando do manuseamento manual das barras;
 - Exposição a contaminantes químicos (poeiras, aerossóis)
 - Riscos ergonómicos (movimentos repetitivos)

APÊNDICE I – DIMENSÕES QUE REQUEREM DOIS OPERADORES POR BANCADA

Material proveniente do Trem Aberto:

Perfil	Comprimento	Largura	Espessura
SQR	> 5000 mm	≥ 50 mm	-
FLAT		> 70 mm	> 25 mm
HEX		≥ 46 mm	-
Especiais		-	-

Material proveniente do Trem Contínuo:

Perfil	Comprimento	Largura	Espessura
SQR	> 4000 mm	≤ 15 mm	-
FLAT		≤ 25 mm	≤ 5 mm
Especiais		-	-

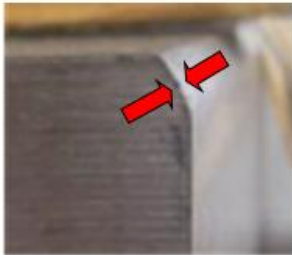




APÊNDICE J – MATRIZ DE CORREÇÃO DE DEFEITOS



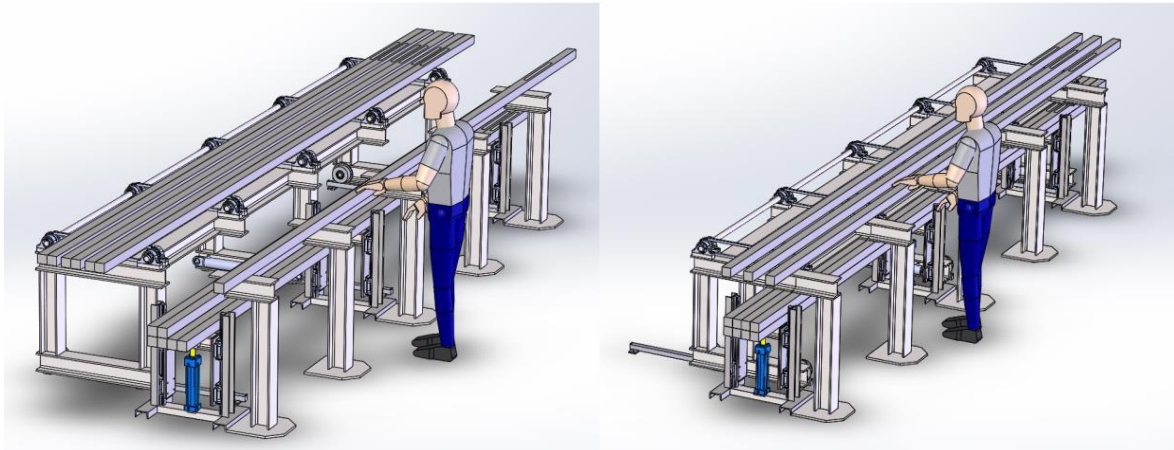
MATRIZ DE CORREÇÃO DE DEFEITO

Código Defeito	Defeito	Imagem	Código Defeito	Defeito	Imagem
S1	Risco		S5	Marcas Superfície	
S2	Fissura		S6	Múltiplos Folhamentos	
S8	Calamina		S10	Queimado	
S19	Bainha		G13	Empeno	
			G14	Arestas boleadas	

MATRIZ DE CORREÇÃO DE DEFEITO

Código Defeito	Defeito	Imagem	Código Defeito	Defeito	Imagem
G15	Arestas Chanfradas		G17	Cova	
G16	Barriga		G18	Osso de cão	
D16/ D17	Fora Dimensão				

APÊNDICE K – BANCADAS DE TRABALHO ERGONÓMICAS E AUTOMATIZADAS



Filosofia do processo:

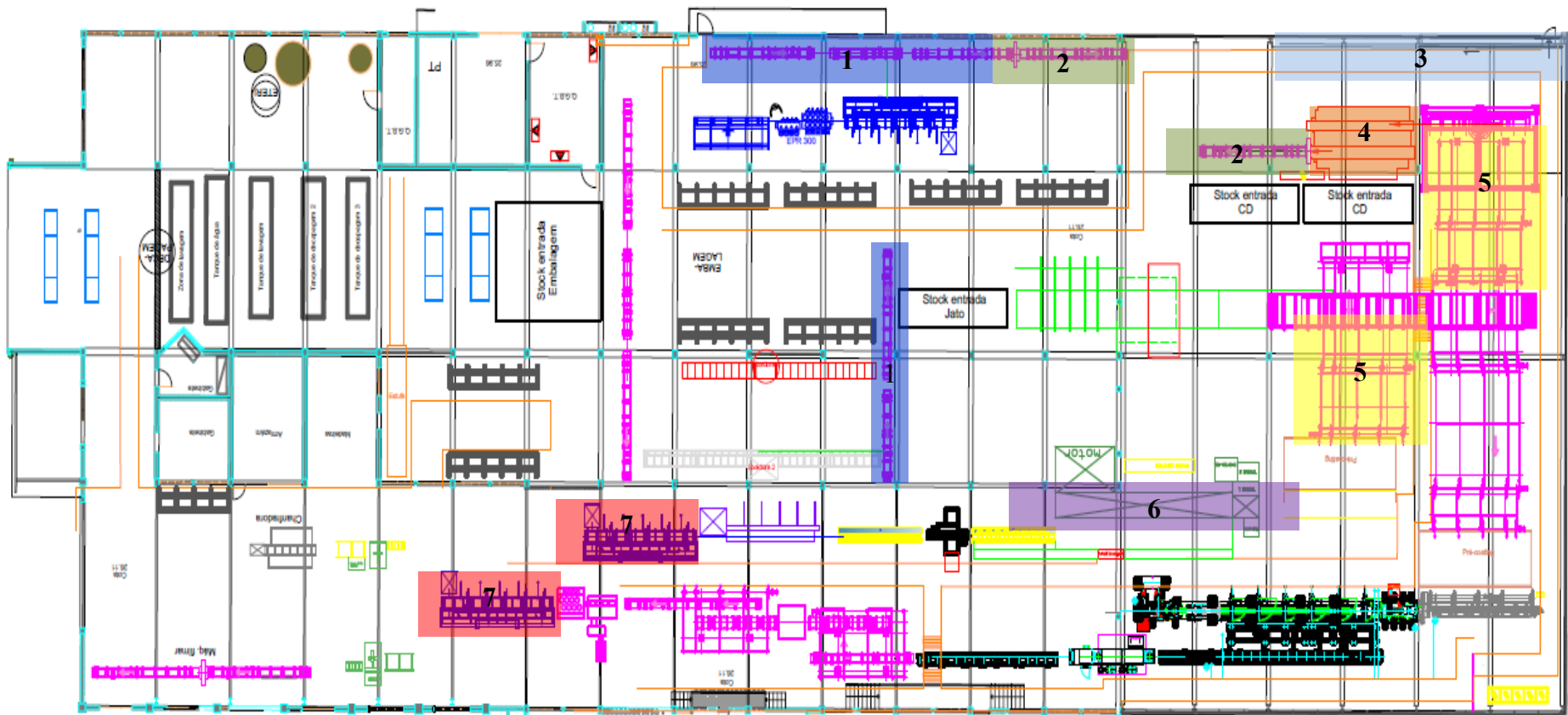
- 1º- O operador com a ponte rolante coloca o atado sobre a mesa de correntes;
- 2º- O operador através de um seletor faz deslocar a mesa de correntes de forma a que esta fique posicionada junto a bancada de retrabalhar perfis;
- 3º- Seguidamente o operador através de 1 botão fará deslocar os perfis que estão sobre a mesa de correntes até ao fim desta para que os mesmos possam ser depositados sobre a bancada de trabalho para que o operador possa proceder a respetiva reparação;
- 4º- Logo que o operador coloque o perfil na bancada de trabalho deve atuar o seletor de deslocamento da mesa para recolher esta para a sua posição de origem e poder dar início ao trabalho de reparação;
- 5º- O operador colocará os perfis depois de trabalhados no interior dos berços que estarão colocados junto as mesas de trabalho;
- 6º- O operador, antes de transferir os perfis para os berços, terá que ajustar os mesmos na sua largura para o tipo de atado de acordo com os perfis que irá trabalhar;
- 7º- O operador irá fazer subir a prateleira dos berços até a sua altura máxima de forma a que a transferência dos perfis para o interior do berço se faça com o mínimo esforço possível;

8º - Este movimento será feito através de um botão que controlará o movimento de subida e descida da prateleira do berço;

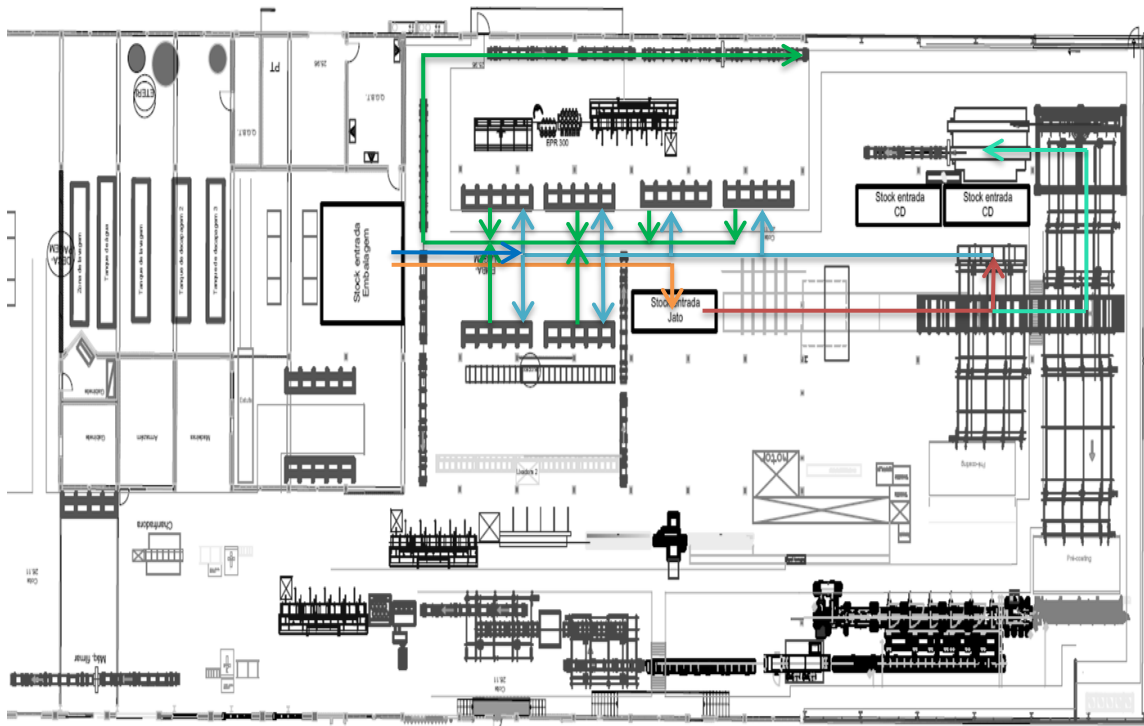
9º- Sempre que uma fila de perfis complete a base da prateleira o operador pressionará o botão correspondente para fazer descer a mesma de forma a poder receber nova camada de perfis;

10º- Este ciclo repete-se ate a conclusão do processamento do atado.

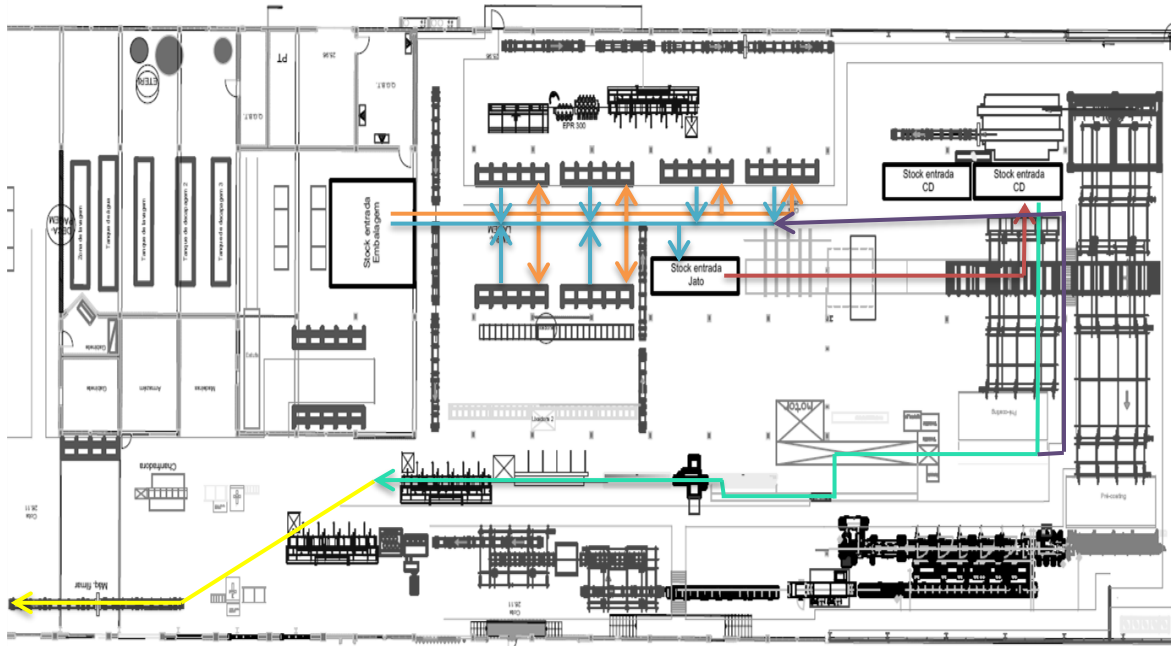
APÊNDICE L – PROPOSTA DE LAYOUT 1



Análise e otimização de fluxos e processos do setor de embalagem de uma empresa de produção de perfis de aço

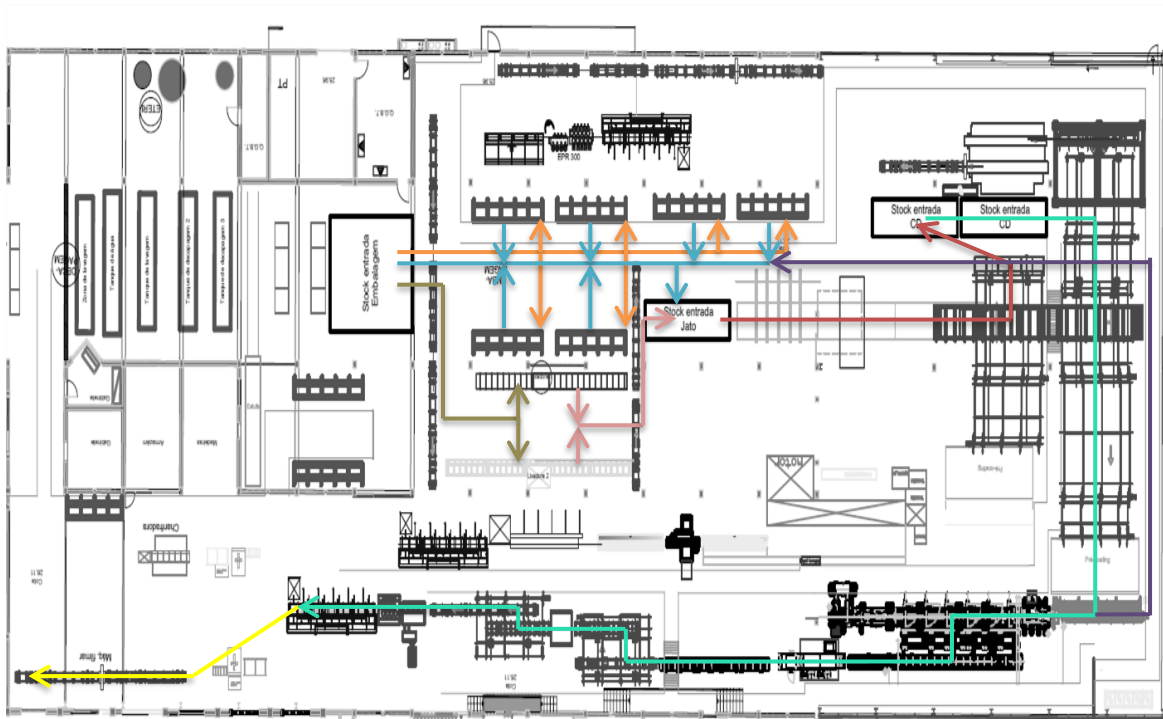


	N°	Seta Cor	Origem	Destino	Forma de transporte	Distância (m)		Total		
						Min	Max	Min	Média	Max
Aço Laminado (1)	1		Stock entrada Embalagem	Stock entrada Jato	Ponte rolante	23,23	-	84,53	115,55	146,57
	2		Stock entrada jato	Stock saída jato	Ponte rolante + Caminho de rolos	18,5	-			
	3		Stock saída jato	Bancadas de Embalagem	Ponte rolante + Caminhos de rolos	11,8	56,84			
	4		Bancadas de Embalagem	Máquina plastificar	Ponte rolante + Caminho de rolos	31	48			
Aço laminado (2)	1	 	Stock entrada Embalagem	Bancadas de Embalagem	Ponte rolante + Caminho de rolos	8,3	31,55	39,3	59,425	79,55
	2		Bancadas de Embalagem	Máquina plastificar	Ponte rolante + Caminho de rolos	31	48			
Aço laminado (3)	1		Stock entrada Embalagem	Stock entrada Jato	Ponte rolante	23,23	-	63,87	-	-
	2	 	Stock entrada Jato	Acessomatic	Caminho de rolos	33,7	-			
	3		Acessomatic	Máquina Plastificadora	Ponte rolante	6,94	-			



	Nº	Seta Cor	Origem	Destino	Forma de transporte	Distância (m)		Total		
						Min	Max	Min	Média	Max
Aço estirado CD1	1		Stock entrada Embalagem	Bancadas de reparação	Ponte rolante + caminho de rolos	8,3	31,55			
	2		Bancadas de reparação	Stock entrada jato	Ponte rolante + caminho de rolos	4,6	37,5			
	3		Stock entrada jato	Stock entrada CD1	Ponte rolante + caminho de rolos	27	-	142,03	170,105	198,18
	4		Stock entrada CD1	Stock saída CD1	Ponte + Caminho de rolos	70,63	-			
	5		Bancadas de embalagem	Máquina Plastificadora	Ponte rolante	31,5	-			
	6		(Reprocesso)	Pre-coating	Bancadas de reparação	Ponte rolante	28,5	-	170,53	198,605

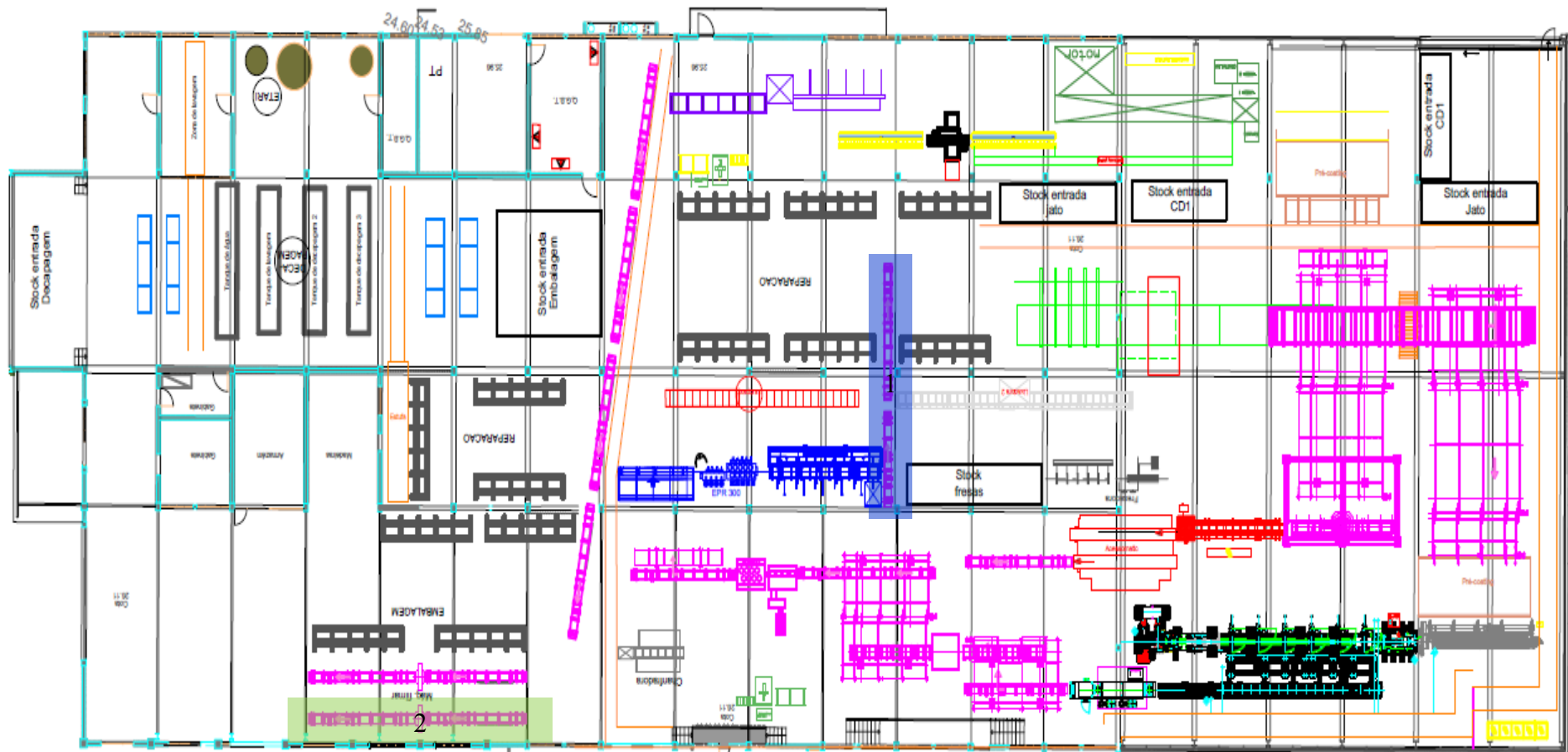
Análise e otimização de fluxos e processos do setor de embalagem de uma empresa de produção de perfis de aço



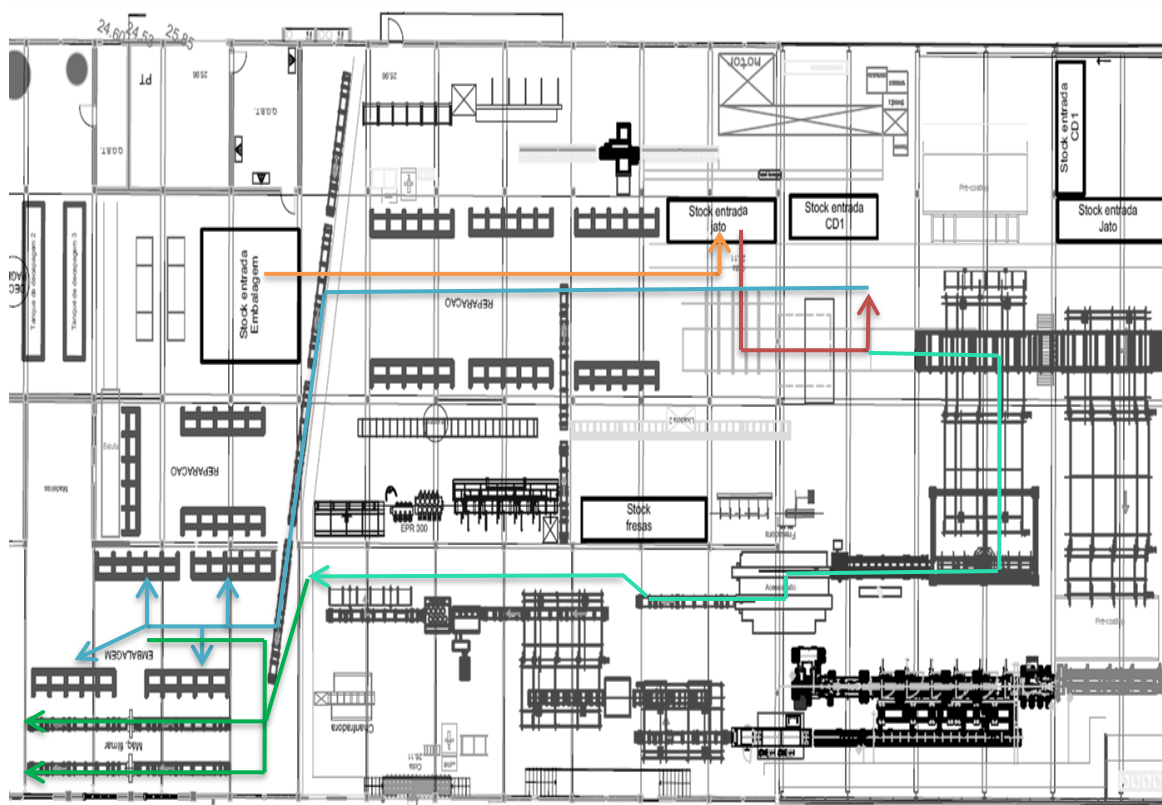
	Nº	Seta Cor	Origem	Destino	Forma de transporte	Distância (m)		Total		
						Min	Max	Min	Média	Max
Aço Estirado CD2 (2)	1.1		Stock entrada embalagem	Bancadas de reparação	Ponte rolante + (caminho de rolos)	8,3	31,55	149,8	177,875	205,95
	2.1		Bancadas de reparação	Stock entrada jato	Caminho de rolos + ponte rolante	4,6	37,5			
	3.1		Stock entrada jato	Stock entrada CD2	Ponte rolante + caminho de rolos	30	-			
	4.1		Stock entrada CD2	Stock saída CD2	Caminho de rolos	91,1	-			
	5.1		Stock saída CD2	Máquina plastificadora	Caminho de rolos + ponte rolante	15,8	-			
	6.1		Pre-coating	Bancadas de reparação	Ponte rolante	40,5	-	190,3	218,375	246,45
	1.2		Stock entrada embalagem	Lixadora	Ponte rolante + (caminho de rolos)	17,6	18,8	166,86	168,06	169,26
	2.2		Lixadora	Stock entrada jato	Caminho de rolos + ponte rolante	12,36	13,56			
	3.2		Stock entrada jato	Stock entrada CD2	Ponte rolante + caminho de rolos	30	-			
	4.2		Stock entrada CD2	Stock saída CD2	Caminho de rolos	91,1	-			
	5.2		Stock saída CD2	Máquina plastificadora	Caminho de rolos + ponte rolante	15,8	-			
	6.2		Pre-coating	Bancadas de reparação	Ponte rolante	40,5	-	207,36	208,56	209,76

Investimento estimado			
Descrição	Preço Unitário	Unidades	Total
1 - Sistema de caminho de rolos	3 000 €	2	6 000 €
2 - Máquina de plastificar	25 000€	2	50 000 €
3 - Mudança de lado do portão	5 000 €	1	5 000 €
4 - Mudança de posição do Inkjet	27 500 €	1	27 500 €
5 - Mesas de transferência	20 000 €	2	40 000 €
6 - Fundações Máquina CD1	5 000 €	1	5 000 €
7 - Sistema de formação de atados	75 000 €	2	150 000 €
			283 500 €

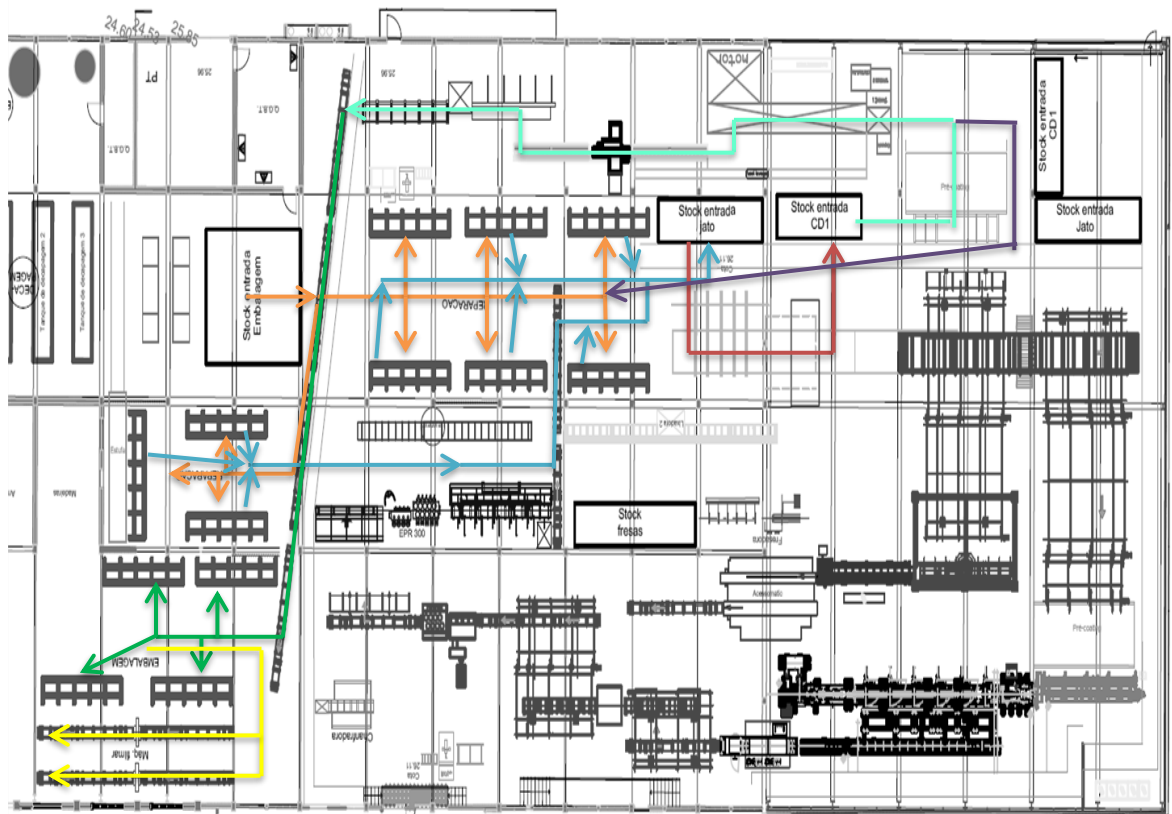
APÊNDICE M – PROPOSTA DE LAYOUT 2



Análise e otimização de fluxos e processos do setor de embalagem de uma empresa de produção de perfis de aço

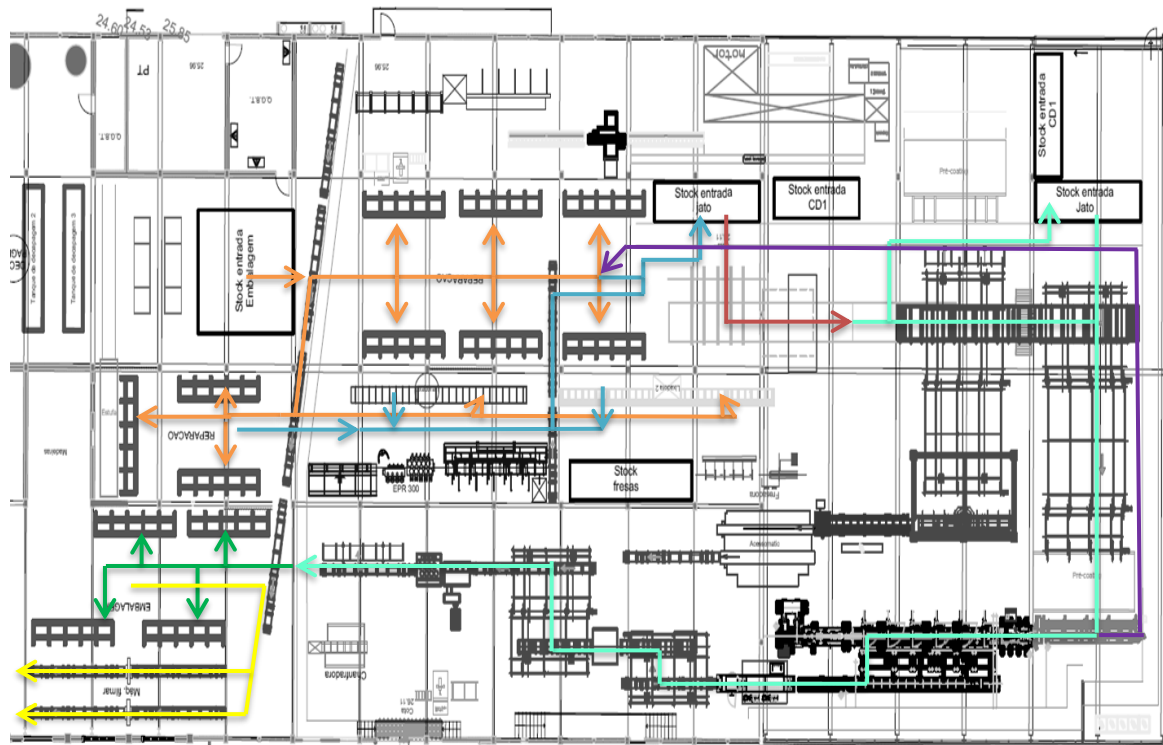


	Nº	Seta Cor	Origem	Destino	Forma de transporte	Distância (m)		Total		
						Min	Max	Min	Média	Max
Aço Laminado (1)	1	→	Stock entrada Embalagem	Stock entrada Jato	Ponte rolante	30	-	81,5	94,00	106,5
	2	→	Stock entrada jato	Stock saída jato	Ponte rolante + Caminho de rolos	15,5	-			
	3	→	Stock saída jato	Bancadas de Embalagem	Ponte rolante + Caminhos de rolos	18	33			
	4	→	Bancadas de Embalagem	Máquina plastificar	Ponte rolante + Caminho de rolos	18	28			
Aço laminado (2)	1	→	Stock entrada Embalagem	Bancadas de Embalagem	Ponte rolante + caminho de rolos	8,3	31,9	26,3	43,1	59,9
	2	→	Bancadas de Embalagem	Máquina plastificar	Ponte rolante	18	28			
Aço laminado (3)	1	→	Stock entrada Embalagem	Stock entrada Jato	Ponte rolante	30	-	127	-	-
	2	→	Stock entrada Jato	Acessomatic	Caminho de rolos	49	-			
	3	→	Acessomatic	Máquina Plastificadora	Ponte rolante	48	-			



	Nº	Seta Cor	Origem	Destino	Forma de transporte	Distância (m)		Total		
						Min	Max	Min	Média	Max
Aço estirado CD1	1		Stock entrada Embalagem	Bancadas de reparação	Ponte rolante + caminho de rolos	8	23,5	160,20	168,60	177,00
	2		Bancadas de reparação	Stock entrada jato	Ponte rolante + caminho de rolos	8	23,5			
	3		Stock entrada jato	Stock entrada CD1	Ponte rolante + caminho de rolos	21,9	-			
	4		Stock entrada CD1	Stock saída CD1	Ponte + Caminho de rolos	59,7	-			
	5		Stock saída CD1	Bancadas de embalagem	Ponte rolante	26,8	38,6			
	6		Bancadas de embalagem	Máquina plastificadora	Ponte rolante + Caminho de rolo	20,3	25,3			
	7		(Reprocesso) Pre-coating	Bancadas de reparação	Ponte rolante	31	-			

Análise e otimização de fluxos e processos do setor de embalagem de uma empresa de produção de perfis de aço



	Nº	Seta Cor	Origem	Destino	Forma de transporte	Distância (m)		Total		
						Min	Max	Min	Média	Max
Aço Estirado CD2 (2)	1.1	→	Stock entrada embalagem	Bancadas de reparação	Ponte rolante + (caminho de rolos)	8	23,5	174,30	185,05	195,80
	2.1	→	Bancadas de reparação	Stock entrada jato	Caminho de rolos + ponte rolante	8	23,5			
	3.1	→	Stock entrada jato	Stock entrada CD2	Ponte rolante + caminho de rolos	39,3	-			
	4.1	→	Stock entrada CD2	Stock saída CD2	Caminho de rolos	75,5	-			
	5.1	→	Stock saída CD2	Bancadas de embalagem	Caminho de rolos + ponte rolante	10	21,5			
	6.1	→	Bancadas de embalagem	Máquina plastificadora	Ponte rolante + caminho de rolos	18	28			
	7.1	→ (Reprocesso)	Pre-coating	Bancadas de reparação	Ponte rolante	57	-	231,30	242,05	252,80
	1.2	→	Stock entrada embalagem	Lixadora	Ponte rolante + (caminho de rolos)	22,5	-	188,3	193,3	198,3
	2.2	→	Lixadora	Stock entrada jato	Caminho de rolos + ponte rolante	23	-			
	3.2	→	Stock entrada jato	Stock entrada CD2	Ponte rolante + caminho de rolos	39,3	-			
	4.2	→	Stock entrada CD2	Stock saída CD2	Caminho de rolos	75,5	-			
	5.2	→	Stock saída CD2	Bancadas de embalagem	Caminho de rolos + ponte rolante	10	21,5			
	6.2	→	Bancadas de embalagem	Máquina plastificadora	Ponte rolante + Caminho de rolos	18	28			
	7.2	→ (Reprocesso)	Pre-coating	Bancadas de reparação	Ponte rolante	57	-	245,3	250,3	255,3

Investimento estimado			
Descrição	Preço Unitário	Unidades	Total
1 - Sistema de caminho de rolos	3 000 €	1	3 000 €
2 - Máquina de plastificar	25 000€	1	25 000 €
			28 000 €