



FCTUC FACULDADE DE CIÊNCIAS  
E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

DEPARTAMENTO DE  
ENGENHARIA MECÂNICA

# **Implementação de metodologias Lean na indústria de laminagem de aço**

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

**Autor**

**Ana Cristele Silva Carreira**

**Orientador**

**Professor Doutor Pedro Mariano Simões Neto**

**Co-Orientadores**

**Engenheiro José António Gonçalves dos Santos**

**Engenheiro Nélio Ricardo Sebastião Mourato**

**Júri**

<b>Presidente</b>	<b>Professor Doutor Altino de Jesus Roque Loureiro</b> Professor Associado c/ Agregação da Universidade de Coimbra
<b>Vogais</b>	<b>Professor Doutor Cristóvão Silva</b> Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra <b>Professor Doutor Pedro Mariano Simões Neto</b> Professor Auxiliar Convidado da Universidade de Coimbra

**Colaboração Institucional**

---



**Böllinghaus Portugal - Aços Especiais, S.A.**

**Coimbra, Julho, 2013**



“Aquele que quer aprender a voar um dia precisa primeiro aprender a ficar de pé, caminhar, correr, escalar e dançar; ninguém consegue voar só aprendendo voo.”

Friedrich Nietzsche

Aos meus pais



## Agradecimentos

A realização do presente projecto apenas foi possível graças à colaboração de pessoas que não posso deixar de exprimir o meu agradecimento e às quais dedico esta dissertação.

Aos professores doutores Pedro Neto e Cristóvão Silva pelo apoio sempre esclarecedor durante a elaboração deste trabalho.

Ao Engenheiro José Santos por todo o apoio e dedicação demonstrado ao longo destes seis meses, mas acima de tudo pela força que me deu para nunca desistir e por me fazer acreditar nas minhas competências.

Ao Engenheiro Nélio Mourato por toda a paciência, ajuda prestada, dedicação e disponibilidade para me ouvir e aconselhar.

Ao departamento da produção por todo o apoio e amizade demonstrada.

Aos restantes departamentos da Bollinghaus pela pronta disponibilidade demonstrada.

A todos os colaboradores da Bollinghaus por me terem recebido tão bem desde o primeiro dia. Contudo, não posso deixar de mostrar um agradecimento especial aos sectores da decapagem e embalagem, por nunca me terem recusado ajuda e me terem deixado aprender com a experiência deles.

Aos meus pais, irmã e cunhado por serem os meus pilares e orgulho, são sem dúvida a minha referência de vida.

E por fim um agradecimento muito especial ao Diogo Grosso, por toda a paciência e amizade que demonstrou ter ao longo destes meses. O seu apoio foi determinante para chegar ao fim de mais esta etapa.

## Resumo

Numa sociedade cada vez mais global e com a actual conjuntura económica adversa, as organizações/empresas viram a necessidade de reestruturarem todo o seu modo de actuar no mundo dos negócios. A sustentabilidade das organizações depende da capacidade das mesmas melhorarem os seus desempenhos e resultados de forma contínua ao nível da qualidade e eficiência dos seus processos de fabrico.

O Lean Seis-Sigma é uma solução eficaz em estratégias de melhoria de serviços, produtos e processos, onde a indústria siderúrgica e metalúrgica não é excepção.

Esta dissertação traduz a implementação da iniciativa Lean Seis-Sigma em dois sectores numa empresa do sector metalúrgico, a Böllinghaus. Para tal, recorreu-se à metodologia DMAIC de forma a facilitar a estruturação do projecto em estudo. Uma das ferramentas utilizadas no projecto foi os 5'S no sector da decapagem. A aplicação desta ferramenta teve como objectivo consciencializar todos os colaboradores da necessidade de melhoria da qualidade no ambiente de trabalho.

**Palavras-chave:** Lean, Seis-Sigma, Lean Seis-Sigma, DMAIC, 5'S, Indústria metalúrgica.



## Abstract

In a more and more global society and with a present adverse economic situation, the organizations saw the need to reorganize all their way of act in the business world. The sustainability of the organizations depends on the capacity of the same to improve its performances and results continuously at the quality level and efficiency of its production processes.

The Lean Six-Sigma is an effective solution in improvement strategies of services, products and processes, where siderurgical and metallurgic industry is no exception.

This dissertation reflects the initiative of Lean Six-Sigma implementation in two sectors in a company of the metallurgic sector, the Böllinghaus. For this end was used the DMAIC methodology to facilitate the structuration of project in study. One of the tools used in project was the 5' S in the pickling sector. The application of this tool had as objective to awareness all the collaborators the need of the quality improvement in the work environment.

**Keywords** Lean, Six Sigma, Lean Six Sigma, DMAIC, 5'S, Metallurgical industry.



---

## Índice

Índice de Figuras .....	xi
Índice de Tabelas e gráficos .....	xiii
Siglas .....	xv
1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1. Motivação .....	1
1.2. Estrutura da dissertação .....	2
1.3. Böllinghaus Portugal Aços Especiais Lda. ....	2
1.3.1. Produtos e serviços .....	3
1.3.2. Organograma .....	4
2. Enquadramento Teórico .....	5
2.1. Lean .....	5
2.1.1. A origem do Lean Manufacturing .....	5
2.1.2. Princípios do Lean Manufacturing .....	6
2.1.3. O desperdício .....	7
2.1.4. Os pilares do Lean Manufacturing .....	9
2.1.5. 5'S .....	10
2.2. Seis-Sigma .....	11
2.2.1. DMAIC .....	12
2.3. Lean Seis-Sigma .....	13
2.4. Tempos e Métodos .....	15
3. Implementação Prática .....	17
3.1. Definir .....	17
3.1.1. Definição do problema .....	17
3.1.2. Definição do plano .....	17
3.1.3. Caracterização dos sectores .....	18
3.2. Medição e Análise .....	24
3.2.1. Histórico de produção .....	24
3.2.2. Objectivos a atingir .....	27
3.2.3. Tempos e métodos .....	30
3.2.4. Dependências dos sectores .....	34
3.2.5. Estudo de <i>Layout</i> .....	36
3.3. Implementação prática .....	41
3.3.1. Brainstorming .....	41
3.3.2. 5'S .....	45
3.3.3. Propostas de melhoria .....	51
4. Conclusões .....	63
4.1. Projecto .....	63
4.2. Estágio .....	64
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	65

ANEXO A – Plano do projecto .....	67
ANEXO B – Listagem de ideias ( <i>Brainstorming</i> ) .....	69
ANEXO C – Plano de actividades 5’S .....	71
ANEXO D – Inventário de máquinas e objectos.....	73
ANEXO E – Taxa de utilização .....	75
ANEXO F – Listagem de necessidades 5’S .....	77
ANEXO G – Plano de limpeza.....	79
ANEXO H – Check List da auditoria 5’S .....	81
ANEXO I – Máquina de plastificar com mesa de descarga (desenho) .....	83
ANEXO J – Proposta de bancada de rebarbar.....	85

---

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Gama de produtos Böllinghaus.....	3
Figura 2 - Organograma .....	4
Figura 3 - Sequência de princípios Lean .....	6
Figura 4 - Benefícios da redução de desperdícios .....	8
Figura 5 - Casa da qualidade .....	9
Figura 6 - Diferenças das filosofias Lean e Seis-Sigma.....	14
Figura 7 - Layout sector da decapagem.....	19
Figura 8 - SIPOC Decapagem .....	20
Figura 9 - Layout do sector da embalagem .....	22
Figura 10 - SIPOC Embalagem.....	23
Figura 11 - Histórico da produção (Embalagem) .....	25
Figura 12 - Produção anual (Embalagem).....	26
Figura 13 - Produção anual (Decapagem) .....	26
Figura 14 - Objectivos 2013 (Embalagem) .....	27
Figura 15 - Objectivos 2013 (Decapagem) .....	28
Figura 16 - Cargas estimadas (Decapagem).....	29
Figura 17 - Cartografia de fluxo de produto.....	31
Figura 18 - Análise de tempos (Decapagem) .....	32
Figura 19 - Taxa de ocupação (Ponte rolante).....	33
Figura 20 - Diagrama de dependências .....	34
Figura 21 - INPUTS sector da embalagem.....	35
Figura 22 - Layout de localização de sectores.....	37
Figura 23 - Diagrama Spaghetti.....	38
Figura 24 - Quadro de votação .....	41
Figura 25 - Apresentação do projecto .....	42
Figura 26 - Nível de preocupação por sector.....	43
Figura 27 - Matriz de Covey.....	44
Figura 28 - Brainstorming .....	44
Figura 29 - Subdivisão do sector da decapagem .....	45
Figura 30 - Etiquetas 5'S.....	46

Figura 31 - Dia da selecção [1].....	46
Figura 32 - Dia da Selecção [3].....	46
Figura 33 - Dia da Selecção [2].....	46
Figura 34 - Apresentação 5'S.....	47
Figura 35 - Arrumação de vassouras [depois].....	48
Figura 36 - Arrumação de vassouras [antes].....	48
Figura 37 - Sala dos quadros [antes].....	48
Figura 38 - Sala dos quadros [depois].....	48
Figura 39 - Contentor da sucata [depois].....	49
Figura 40 - Contentor da sucata [antes].....	49
Figura 41 - Arrumação da decapagem [antes].....	49
Figura 42 - Arrumação da decapagem [depois].....	49
Figura 43 - Filtro-prensa [depois].....	50
Figura 44 - Filtro-prensa [antes].....	50
Figura 45 - Layout (Decapagem) com deslocamentos.....	51
Figura 46 - Grua de bandeira.....	54
Figura 47 - Proposta de localização da grua de bandeira.....	55
Figura 48 - Deslocamentos (Jacto em posição original).....	55
Figura 49 - Deslocamentos (Jacto em posição proposta).....	55
Figura 50 - Layout Embalagem (zonas a desmantelar).....	56
Figura 51 - Barras carimbadas.....	57
Figura 52 - Proposta de alteração de layout 1.....	58
Figura 53 - Proposta de alteração de layout 2.....	60

---

## ÍNDICE DE TABELAS E GRÁFICOS

Tabela 1 - Produção do sector da embalagem .....	24
Tabela 2 - Histórico da produção (Decapagem) .....	25
Tabela 3 - Objectivos 2013 (Embalagem) .....	27
Tabela 4 - Objectivos 2013 (Decapagem) .....	28
Tabela 5 - Taxa de ocupação (Ponte rolante) .....	33
Tabela 6 - Distâncias (Sector da decapagem).....	39
Tabela 7 - Deslocamentos (Aço estirado).....	39
Tabela 8 - Deslocamentos (Aço em estado negro / martensítico) .....	39
Tabela 9 - Deslocamentos (Aço a expedir) .....	40
Tabela 10 - Estudo das distâncias.....	51
Tabela 11 - Comparação de distâncias do Layout 1_Aço estado negro/martensítico .....	59
Tabela 12 - Comparação de distâncias do Layout 1_Aço estirado.....	59
Tabela 13 - Comparação de distâncias do Layout 1_Aço a expedir .....	59
Tabela 14 - Comparação de distâncias do Layout 2_Aço em estado negro/martensítico ...	61
Tabela 15 - Comparação de distâncias do Layout 2_Aço estirado.....	61
Tabela 16 - Comparação de distâncias do Layout 2_Aço a expedir .....	61



## **SIGLAS**

STP – Sistema Toyota de Produção

JIT – Just in Time

REFA – Reichsausschuß für Arbeitszeitermittlung

MIT – Massachusetts Institute of Technology



# 1. INTRODUÇÃO

Neste primeiro capítulo é feito o enquadramento do problema em estudo na presente dissertação. É também apresentada a estrutura da dissertação, de forma a facilitar a compreensão da estruturação dos projectos de melhoria desenvolvidos.

Por último é feita a apresentação da Böllinghaus Portugal, empresa que disponibilizou todos os seus recursos materiais e humanos de forma a acolher o presente projecto.

## 1.1. Motivação

Actualmente, a indústria de manufactura de aço inoxidável, vive um período conturbado. A oferta maior que a procura, assim como a imprevisibilidade do preço do níquel são factores que têm vindo a ter grande influência na cadência produtiva dos aços inoxidáveis. Contudo, e face ao panorama económico mundial, torna-se fulcral encontrar formas de responder às dificuldades vividas actualmente.

Existem formas diferentes de contornar o desnível da oferta face à procura, contudo, na presente dissertação apenas nos iremos debruçar sobre a redução de diferentes formas de desperdício na Böllinghaus Portugal. A redução de formas de desperdício encontra-se directamente relacionada com a redução de tempo de processamento e redução de custos finais de produto acabado. Estes custos são tão importantes como, os custos de matéria-prima (níquel) e custos de processamento da matéria-prima.

O projecto em causa incidiu em dois sectores considerados fundamentais no processo produtivo da Böllinghaus, sendo eles o sector da decapagem e o sector da embalagem.

## **1.2. Estrutura da dissertação**

A presente dissertação é composta por quatro capítulos.

Neste primeiro capítulo é feita a apresentação da empresa onde decorreu o estágio curricular que resultou na presente dissertação.

No segundo capítulo é abordada toda a componente teórica utilizada como base para o desenvolvimento do projecto em causa.

O terceiro capítulo é onde é descrito todo o trabalho prático desenvolvido. Este encontra-se sub-dividido segundo a metodologia DMAIC.

Por fim serão apresentadas as referências bibliográficas.

## **1.3. Böllinghaus Portugal Aços Especiais Lda.**

A Böllinghaus Portugal Aços Especiais Lda. encontra-se implantada actualmente em Vieira de Leiria, nas antigas instalações da fábrica de aços de Tomé Feteira. A origem da Böllinghaus remonta o ano de 1889, tendo esta sido fundada por Hermann Böllinghaus e Johann Ludwig Härtel na Alemanha. Esta unidade fabril consistia na produção de aços ferramenta. Apenas em 1980 a Böllinghaus iniciou a sua produção em aços inoxidáveis. Contudo, o seu grande desenvolvimento deu-se em 1996 ao serem compradas as actuais instalações de laminagem e a fundação da Böllinghaus Portugal Aços Especiais Lda.. A Böllinghaus passou então a operar em duas fábricas e países diferentes, tendo sido o primeiro produtor de aço inoxidável em Portugal. Em 2001 a unidade de produção alemã foi fechada, mas a sede da Böllinghaus permanece até hoje na Alemanha.

O grande objectivo da Böllinghaus é ser reconhecida como referência na satisfação das exigências dos mercados, da sociedade e da comunidade empresarial.

A Böllinghaus ainda é actualmente uma empresa privada de sucesso com cerca de 150 funcionários na Alemanha e Portugal.

### 1.3.1. Produtos e serviços

A Böllinghaus conta com mais de 120 anos de experiência no processamento de aço. A produção é totalmente orientada para as especificidades do cliente, garantindo sempre a melhor qualidade e uma grande variedade de produtos.

A gama de produtos incide sobre as tendências actuais do mercado, sendo eles: perfis rectangulares, perfis quadrados e perfis hexagonais e especiais (Figura 1 - Gama de produtos ). Podendo os produtos serem laminados a quente ou estirados. Contudo, e uma vez que a Böllinghaus trabalha de forma a garantir a inteira satisfação do cliente, são também desenvolvidos perfis especiais em estreita colaboração com os interessados.

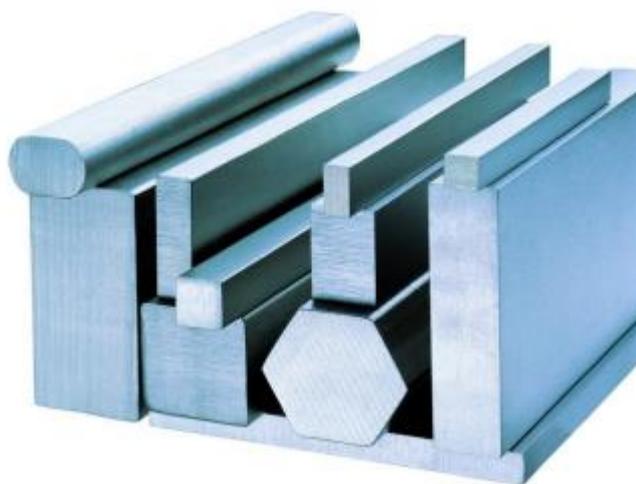


Figura 1 - Gama de produtos Böllinghaus

### 1.3.2. Organograma

A seguinte figura (Figura 2 - Organograma) representa a estrutura formal da Böllinghaus.

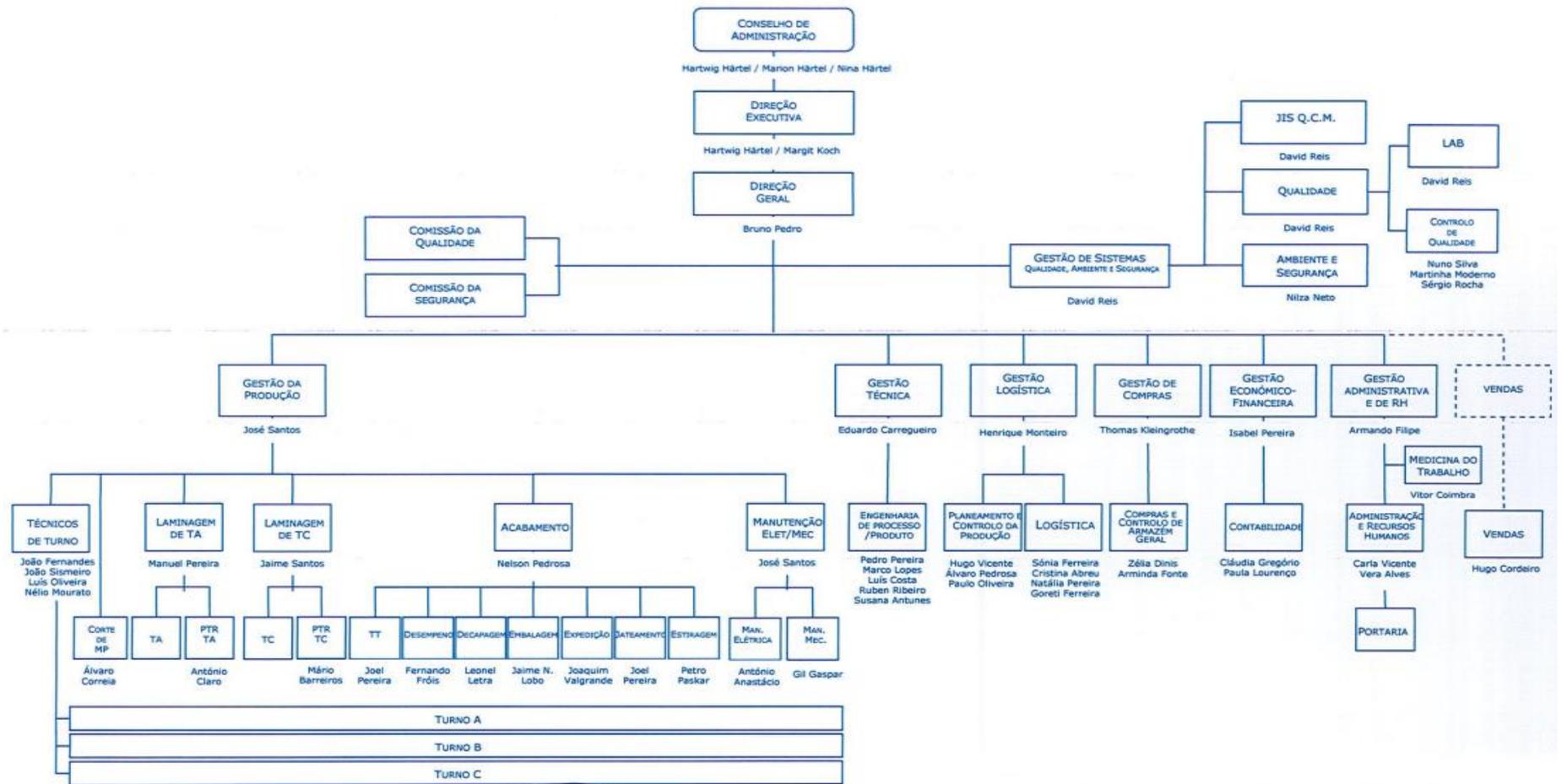


Figura 2 - Organograma

## **2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO**

O presente capítulo tem como objectivo a apresentação da informação de carácter teórico que serviu de base para a realização do projecto descrito na dissertação.

### **2.1. Lean**

#### **2.1.1. A origem do Lean Manufacturing**

O conceito de Lean Manufacturing surgiu no Japão logo após a segunda guerra mundial com o objectivo de tornar as empresas japonesas competitivas relativamente às ocidentais.

Em 1955, os japoneses Taichii Ohno e Shigeo Shingo iniciaram o desenvolvimento de um novo sistema de produção para a Toyota Motor Company, em Nagoya. Os dois engenheiros fundiram vários conceitos milenares retirados das religiões, disciplinas e filosofias orientais com os melhores conceitos existentes de produção até ali desenvolvidos principalmente pelos americanos. Desenvolveu-se então o STP – Sistema Toyota de Produção, um sistema que fundia a alta produtividade com a qualidade superior. O seu sucesso chegou aos Estados Unidos sob a forma de produtos japoneses da indústria automóvel e electrónica. A qualidade e o preço dos produtos exportados atraíram empresários e consultores de produtividade, de forma a introduzirem este sistema nos Estados Unidos.

Posteriormente surgiram diversos nomes associados ao conceito STP, como "Just-in-Time Production", "World Class Manufacturing", "Continuous Flow Manufacturing", entre outros.

O termo Lean Manufacturing foi utilizado por J. Womack, D. Jones e J. Ross pela primeira vez para evidenciar as grandes diferenças constatadas na indústria automóvel japonesa face à indústria automóvel ocidental, descritas no seu livro "A máquina que mudou o mundo" (1992). O livro é baseado no estudo realizado sobre a indústria automobilística feito pelo MIT (Massachusetts Institute of Technology). Os autores, ao

compararem os dois tipos de indústria, puderam concluir que a indústria japonesa, para uma performance igual ou superior requeria menos tempo de desenvolvimento, menos tempo de execução, menos recursos e menos *stocks*. No entanto não se observava diminuição da qualidade do produto. Por estas razões, torna-se evidente que a adoção desta filosofia é sem dúvida uma mais-valia no desenvolvimento do processo produtivo.

### 2.1.2. Princípios do Lean Manufacturing

Os princípios que permitem resumir a filosofia Lean, têm como objectivo facilitar o modo como as organizações produzem valor para os seus clientes, enquanto se procura eliminar todos os desperdícios. A estes princípios foi dada uma sequência que serve como linha orientadora para a implementação do Lean nas organizações (Womack e Jones, 2003).



Figura 3 - Sequência de princípios Lean

A definição de valor e cadeia de valor são os princípios fundamentais do Lean Manufacturing, assim como a eliminação de todo o desperdício. A fusão destes três factores permite a formação de um fluxo de valor. O fluxo de valor, por sua vez, permite o alinhamento da produção com a procura, de forma a ser o cliente a “puxar” a produção (sistema pull). Por sua vez, a melhoria contínua representa o compromisso de busca continuada dos meios ideais para a criação de valor.

### 2.1.3. O desperdício

Dado ao grande destaque desta filosofia na eliminação de desperdício, no âmbito do TPS, foram destacadas sete formas de desperdício descritas seguidamente.

**Excesso de produção:** Produção acima do necessário ou produção mais rápida em determinada parte da cadeia produtiva do que na etapa subsequente. Contraria o princípio do JIT (Just in time), provando assim que existe um planeamento da produção pouco flexível. Os produtos em excesso poderão ainda conduzir a um aumento de *stocks* e transporte. Muitas vezes esta é considerada a principal forma de desperdício.

**Tempo de espera:** Recurso ou local em espera para iniciar a produção devido à falta de abastecimento de determinada parte da cadeia produtiva. Desnívelamento de tempos de setup. Implica períodos de inactividade podendo conduzir a estrangulamentos, a uma baixa disponibilidade de materiais, mas também a problemas de gestão na distribuição de trabalho.

**Transporte ou movimento desnecessário:** Transporte ou movimentação de recursos ou produtos desnecessário. Estes movimentos são considerados desperdício na medida em que utilizam espaço das infra-estruturas e demoram tempo, podendo ainda sujeitar o produto a eventuais danos.

**Processos inadequados ou sobre-processamento:** Desperdícios causados por ineficiências, falhas de desenho de processo, actividades duplicadas, inspecções e actividades não adicionadas de valor. Como consequência conduzem a ineficiência, tal como, um aumento da taxa de defeitos. Este tipo de desperdício pode ser agravado quando se trata de desenvolvimento de produtos com qualidade diferente. Deve-se portanto recorrer a processos padronizados, simplificando os mesmos.

**Excesso de inventário ou *stock*:** Quantidade de produtos em processamento elevada. Estes conduzem inevitavelmente a uma acumulação de recursos físicos, ocupando assim espaço nas infra-estruturas desnecessariamente.

**Defeitos ou erros:** Desperdício por reprocessamento de produtos defeituosos. As falhas humanas, a inspeção apenas do produto final, o trabalho sem processos padronizados, inspeções sem padrões apropriados e movimentações desnecessárias, são algumas das causas deste tipo de desperdício.

**Utilização deficiente dos recursos humanos:** a perda de tempo, o não aproveitamento das capacidades individuais e a falta de formação dos colaboradores espelham este tipo de desperdício.

Na Figura 4 são apresentados os benefícios da redução de desperdícios.

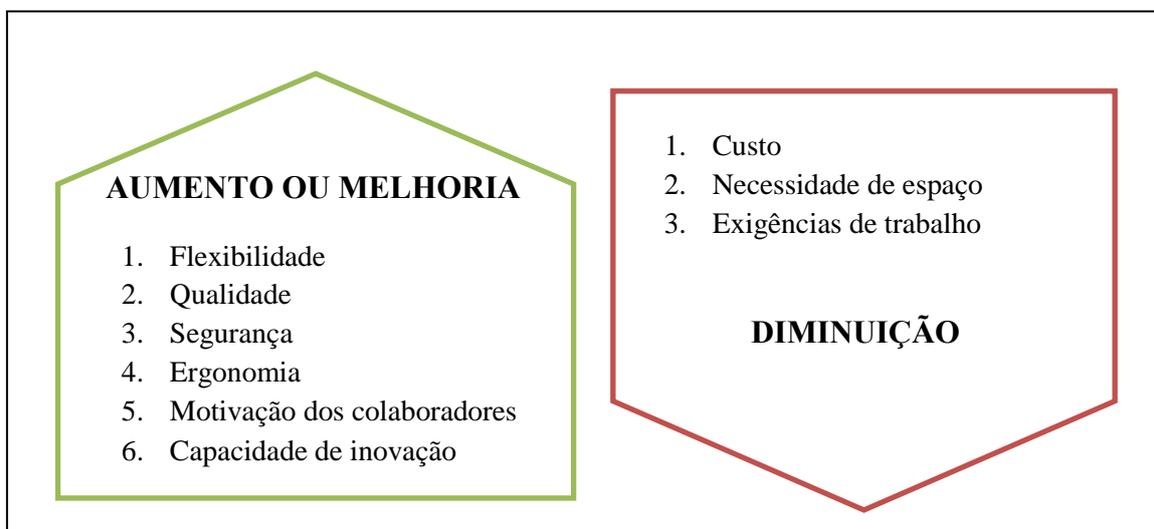


Figura 4 - Benefícios da redução de desperdícios

### 2.1.4. Os pilares do Lean Manufacturing

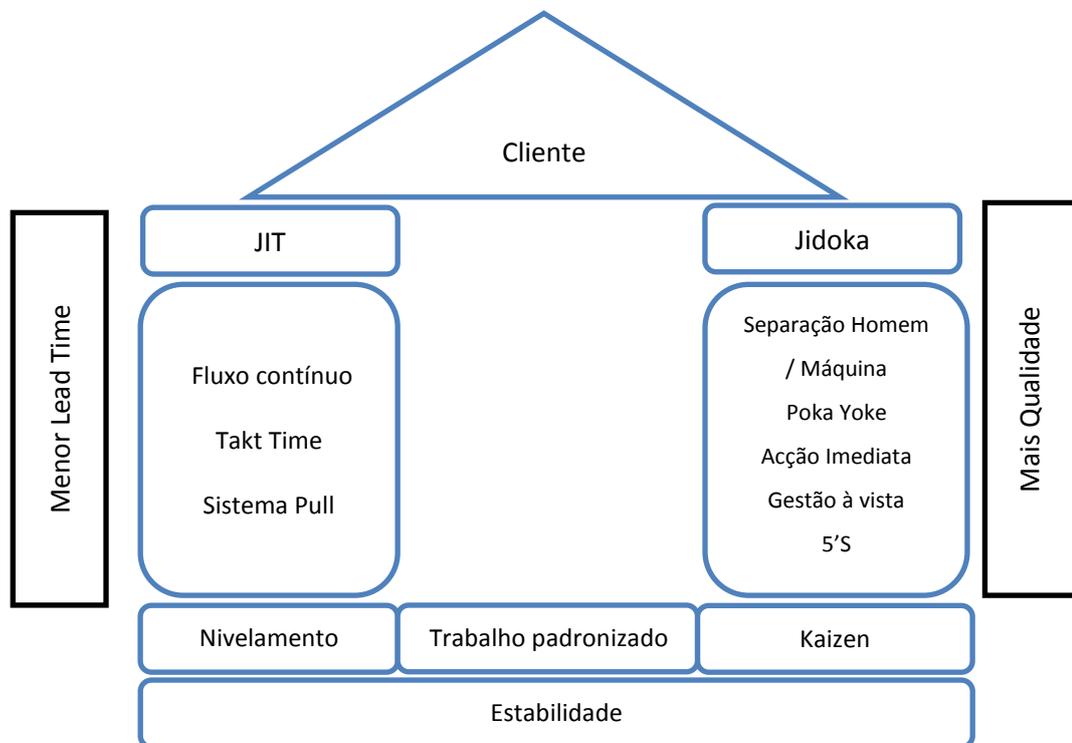


Figura 5 - Casa da qualidade

A designação “os pilares do Lean Manufacturing” não é mais do que a denominação para as ferramentas e técnicas utilizadas na implementação e manutenção do Lean. Estas ferramentas e técnicas são associadas a pilares, uma vez que servem de sustentação para todo o sistema de produção. Este modelo apresenta uma metáfora segundo a qual é descrita a função dos elementos do Lean. Estes podem ser comparados à dos elementos que constituem uma casa. O pilar esquerdo representa o Just-in-Time (Takt-Flow-Pull). Este tem como objectivo eliminar os sete tipos de desperdício da produção, criar um fluxo optimizado do produto e da informação e minimizar o inventário e a área ocupada. O pilar direito representa o Jidoka (Automação), isto é, integra a qualidade ao processo, separa o Homem & Máquina utilizando a automação inteligente. Implementa automações de baixo custo, sistemas à prova de erros, *upgrade* dos equipamentos e melhora a confiabilidade. A base, procura a estabilidade ou procura estabilizar a variabilidade da programação de produção, reduz o lead-time total, coordena as vendas, a programação e as necessidades dos clientes.

### 2.1.5. 5'S

5'S trata-se de uma filosofia de trabalho que tem como objectivo a promoção da disciplina através da consciência e responsabilidade de todos os envolvidos. Tornar o ambiente de trabalho agradável, seguro e produtivo é sem dúvida a meta a atingir por todos os operacionais de 5's.

A utilidade da ferramenta denominada de 5'S surgiu logo após a 2ª Guerra Mundial, de forma a combater a necessidade limpar a sujidade das fábricas e desorganização estrutural sofrida pelo Japão. Esta metodologia trata-se de certa forma de uma reeducação das pessoas envolvidas e recuperação de boas práticas e valores. Esta demonstrou ser tão eficaz que até hoje é considerada a principal ferramenta de gestão da qualidade e da produtividade utilizada no Japão.

A nomenclatura 5'S baseia-se nas iniciais de cada senso escrito em japonês, sendo eles, SEIRI, SEITON, SEISO, SEIKETSU e SHITSUKE, onde cada um tem o seguinte significado:

- SEIRI – SELECIONAR o que é útil do que não é. Guardar apenas os elementos necessários ao trabalho executado;
- SEITON – ARRUMAR e Organizar os materiais e colocá-los no seu devido lugar;
- SEISOU – LIMPAR ou suprimir a sujidade do local de trabalho e Restaurar as áreas durante a Limpeza;
- SEIKETSU – SISTEMATIZAR regras de modo a ampliar os Conceitos de Limpeza e Ordem;
- SHITSUKE – RESPEITO e RIGOR necessário para que se assegure permanentemente o que foi feito.

Actualmente a aplicação desta metodologia tem revelado inúmeras vantagens, tanto a nível dos operadores como das empresas, sendo elas:

- Diminuição do cansaço físico e mental causado pela procura de objectos e informações;

- Aumento da produtividade e satisfação pessoal;
- Melhoria do aspecto visual;
- Prevenção contra o *stress*;
- Melhoria do fluxo de pessoas e materiais;
- Maior qualidade em produtos e serviços;
- Diminuição de custos.

A aplicação dos 5'S é um compromisso de melhoria integral do ambiente e das condições de trabalho e não apenas uma simples “campanha de limpeza”, como poderá parecer aos menos informados.

## **2.2. Seis-Sigma**

Seis Sigma é um conjunto de práticas originalmente desenvolvidas pela Motorola em 1987. Contudo, apenas em 1997, quando o Grupo Brasmotor divulgou os ganhos da sua implementação é que o Seis Sigma se tornou popular em todo o mundo.

O Seis Sigma é, acima de tudo, uma iniciativa estratégica de alto nível. É um processo altamente disciplinado que nos ajuda a focar no desenvolvimento e entrega de produtos e serviços próximos da perfeição. Do ponto de vista dos processos, trata-se de uma abordagem sistemática para reduzir falhas que afectam o que é crítico para o Cliente, aumentando a sua satisfação dos clientes e reduzindo custos.

Esta metodologia pode ser aplicada em processos com diversas finalidades, tais como: o aumento da produtividade, diminuição do tempo de ciclo, melhoria do fluxo de matéria-prima ou produto semiacabado, diminuição dos custos variáveis, ou até mesmo a entrega do produto dentro do prazo acordado. Para tal, utilizam-se ferramentas estatísticas e da área da qualidade.

### 2.2.1. DMAIC

O DMAIC não é mais do que uma ferramenta de gestão de projectos.

Este visa subdividir as diferentes fases de um projecto de forma a nunca se perder o foco no objectivo final, evitando assim desperdício de tempo e energia ao tomar rumos que não acrescentam valor ao projecto em causa.

DMAIC é um acrónimo para cinco fases dependentes entre si: Definir, Medir, Analisar, Implementar e Controlar.

**Definir** – É a etapa direccionada para a definição do problema e absorver as necessidades do cliente. É fundamental a focalização na raiz do problema.

**Medir** – Nesta etapa, objectivo é determinar as características que influenciam o comportamento do processo. É necessário a recolha de dados de forma a definir o processo ou problema.

**Analisar** – Na análise do problema é fundamental detectar a raiz do problema e propor melhorias. Podem ser utilizadas ferramentas de estatística para o tratamento de dados recolhidos da etapa anterior.

**Implementar** – São criadas várias alternativas, salientando os prós e contras, de forma a serem apresentadas e discutidas. Posteriormente, com base na discussão será escolhida a solução a ser implementada.

**Controlar** – Depois de serem validadas as soluções, é necessário a implementação do controlo para que se assegure que o processo segue o rumo definido. Trata-se da fase mais trabalhosa, uma vez que uma boa solução facilmente se torna uma solução temporária.

Cada uma das etapas são necessárias para garantir os melhores resultados possíveis do projecto de melhoria do processo. O que torna o Seis Sigma tão interessante é o seu foco na geração de valor para a organização. A metodologia vai de encontro às

necessidades impostas pelo mercado, auxiliando empresas a aumentarem a sua eficiência, reduzindo os custos e otimizando os processos.

Nesta dissertação, a metodologia DMAIC foi utilizada com o objectivo de ajudar a estruturar o projecto em causa, de forma a não dispersar do objectivo final e consequentemente, na gestão de tempo do projecto.

### **2.3. Lean Seis-Sigma**

Seis-Sigma e Lean são filosofias de gestão, associadas a um pacote de ferramentas da qualidade. Contudo, é observado que existe um elevado grau de similaridade entre as duas filosofias. Ambas se focalizam em atingir resultados concretos e tangíveis, melhorar a qualidade dos processos, tornar os processos mais eficientes, e criar valor. O seu foco está na eliminação de problemas de qualidade e no desperdício em processos. Metodologias orientadas para resultados e objectivos estratégicos, têm demonstrado bons resultados em planos como o custo, a qualidade, métricas de eficiência operacional, e administrativa.

Historicamente, o Lean Seis-Sigma nasceu da fusão das metodologias Lean e Seis-Sigma, pelo que o resultado final acaba por ser uma mistura dos fundamentos e princípios de ambas. Ambas têm como objectivo a melhoria dos processos. São baseadas em métodos analíticos, sendo que resultam em aumentos de produtividade a curto prazo, causando mudanças culturais a longo prazo. Requerem também o foco em acções que aumentem a satisfação dos clientes.

A Figura 6 apresenta sinteticamente as grandes diferenças, que apesar de tudo se complementam, das duas filosofias. A fusão das duas filosofias é uma mais-valia para o processo, uma vez que se trata de enquanto no Seis-Sigma é procurado aumentar a eficácia do processo, na filosofia Lean procura-se aumentar a eficiência do processo. Trata-se portanto de associar a qualidade à velocidade do processo.

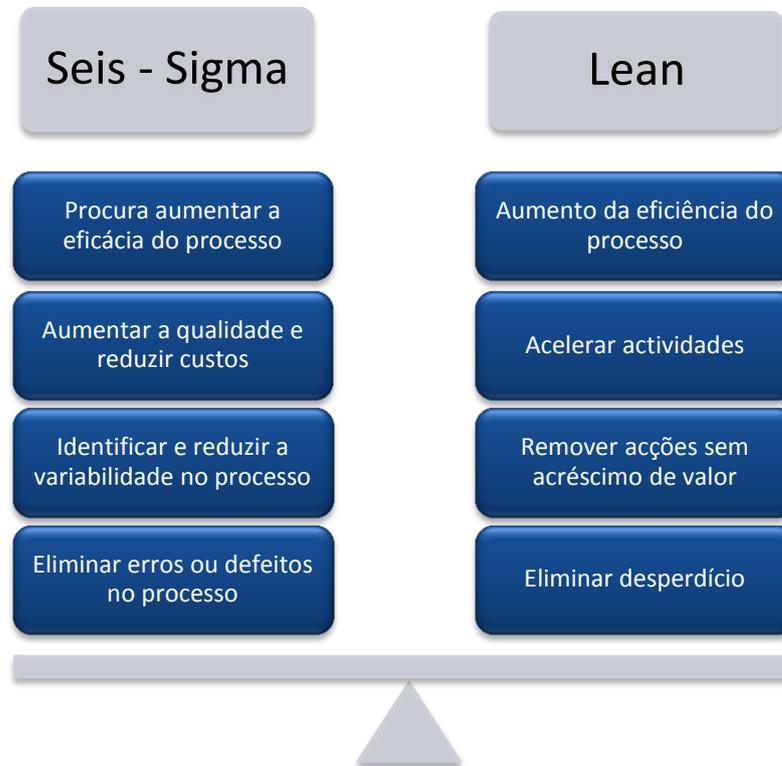


Figura 6 - Diferenças das filosofias Lean e Seis-Sigma

## 2.4. Tempos e Métodos

O interesse no estudo dos tempos e métodos foi despoletado final do século XIX pelo casal Gilbreth. Contudo, foi em 1881 que Taylor introduziu este conceito no seio da indústria. Taylor, “pai do estudo do tempo” (MEYERS, 1999), foi a primeira pessoa a utilizar o cronómetro como forma de estudo do trabalho. Actualmente, 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 projecto 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 objectivo a optimização dos processos de trabalho assim como a determinação e avaliação de dados da empresa. A aplicação dos seus métodos e ferramentas torna possível efectuar uma análise geral e sistemática dos processos de trabalho de forma a permitir a análise e optimização de toda a cadeia de valor da organização.

De forma a ser possível a execução do estudo de métodos foi necessário a concretização de quatro actividades, rigorosamente realizadas 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. IMPLEMENTAÇÃO PRÁTICA**

Neste capítulo é feita a descrição do projecto em estudo com recurso à aplicação da ferramenta DMAIC.

#### **3.1. Definir**

##### **3.1.1. Definição do problema**

O problema em causa prende-se como facto da necessidade de aumentar a produtividade do sector da embalagem em 23.13% relativamente ao ano de 2012 (cerca de 1000 toneladas/mês). Uma vez que este sector se trata de um ponto de estrangulamento da produção, é de extrema importância a implementação de melhorias.

##### **3.1.2. Definição do plano**

O plano teve por base a duração do estágio curricular, num total de seis meses.

Este encontra-se subdividido em cinco fases distintas (Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar). Esta subdivisão permitiu que não fosse perdido o foco no objectivo final do projecto.

Verificou-se que a estruturação de um plano é uma ferramenta fundamental na gestão do tempo de um projecto.

O plano encontra-se descrito no ANEXO A – Plano do projecto.

### **3.1.3. Caracterização dos sectores**

#### **3.1.3.1. Decapagem química**

O aço inoxidável é um termo utilizado para identificar uma família de aços que contém no mínimo 10.5% de cromo. Este elemento químico confere ao material uma elevada resistência à corrosão. Sabendo que o cromo tem uma elevada afinidade química com o oxigénio, este reage com muita facilidade com o meio ambiente, formando assim uma fina película (camada passiva) que protege o aço de ataques corrosivos.

Durante os processos de produção os aços inoxidáveis tendem a formar carbonetos e, em muitos casos, o aço inoxidável em parte ou totalmente, perde a sua resistência à corrosão.

Como resultado do tratamento térmico e de laminagem, os aços inoxidáveis tendem a formar óxidos instáveis denominados de calamina. Imediatamente abaixo destes óxidos indesejáveis, forma-se então uma região empobrecida de cromo, não passivada e fortemente sujeita a ataques externos.

A decapagem química (mistura de ácidos) é definida como um processo sobre superfícies metálicas com o objectivo de remoção de oxidações e impurezas inorgânicas. Após a decapagem do aço inoxidável, este recupera as suas propriedades originais, com um acabamento acetinado cinza. Este é um processo essencialmente destinado a aços inoxidáveis austeníticos. Como tal, e devido à grande importância deste processo na Böllinghaus, este foi um dos sectores eleitos para o projecto de reestruturação.

O processo de decapagem é constituído pela seguinte sequência de operações:

- Colocação individual das barras na armação de decapagem;
- Aquecimento das barras em água;
- Decapagem;
- Lavagem das barras em água borbulhada;
- Lavagem das barras a alta pressão;
- Secagem;
- Descarga das barras no parque da embalagem.

Nesta secção foram efectuados estudos de tempos de processo e deslocamentos, conforme se poderá verificar posteriormente.

A Figura 7 - Layout sector da decapagem representa com maior pormenor o sector de decapagem.



Figura 7 - Layout sector da decapagem

Seguidamente é apresentado o diagrama SIPOC (*suppliers, inputs, process, outputs e customers*) do processo de Decapagem.

O diagrama SIPOC trata-se de uma ferramenta que detalha as entradas e saídas de um processo. Este visa identificar os Fornecedores, Entradas, Processo, Saídas e Clientes, de forma a definir o processo e tudo o que o mesmo envolve.



**Figura 8 - SIPOC Decapagem**

### 3.1.3.2. Embalagem

O sector da embalagem é responsável pelo controlo do produto final e do seu acondicionamento. O processo de embalagem do produto final consiste em:

- O operador move-se para o parque de embalagem, com a ponte rolante, coloca as correntes metálicas em volta do atado e transporta-o até à bancada de trabalho;
- O operador procede ao controlo de qualidade do material. Sempre que o operador detecta uma não conformidade superficial, este procede à reparação da área afectada com recurso a uma rebarbadora;
- Carimba as barras de acordo com o requisito do cliente;
- Empilha as barras;
- Pinta as pontas (cor é requisito do cliente);
- Procede-se à cintagem do atado (colocação de cinta de papel e cinta metálica):
  - Sete (7) cintas em atados definidos com dimensões em polegadas;
  - Cinco (5) cintas em atados definidos com dimensões do sistema métrico.
- Pesagem do atado com recurso à ponte rolante;
- Plastifica-se o atado com filme plástico;
- Desloca-se o atado para o carro de transporte para a expedição.

Neste mesmo sector é ainda feita a reparação do produto semi-acabado. Esta operação consiste na verificação dos possíveis defeitos que as barras possam conter e a eliminação dos mesmos através da rebarbagem. Posteriormente estas barras são empilhadas, formando um atado e deslocadas para o carro de transporte para o jacto de granalha onde ficarão sujeitas a jactamento.

Tipos de não conformidades a reparar no sector de embalagem:

- Riscos;
- Sobre decapagem;
- Folhamentos;
- Bainhas;
- Rebarbas.

Trata-se de um sector de elevada importância, uma vez que é o último processo da linha fabril. Sendo o nosso objectivo a satisfação do cliente, é de extrema importância o bom funcionamento deste sector, uma vez que é nele que é feita a triagem de produto final.

Na Figura 9 - Layout do sector da embalagem é apresentado com maior pormenor o sector de embalagem.

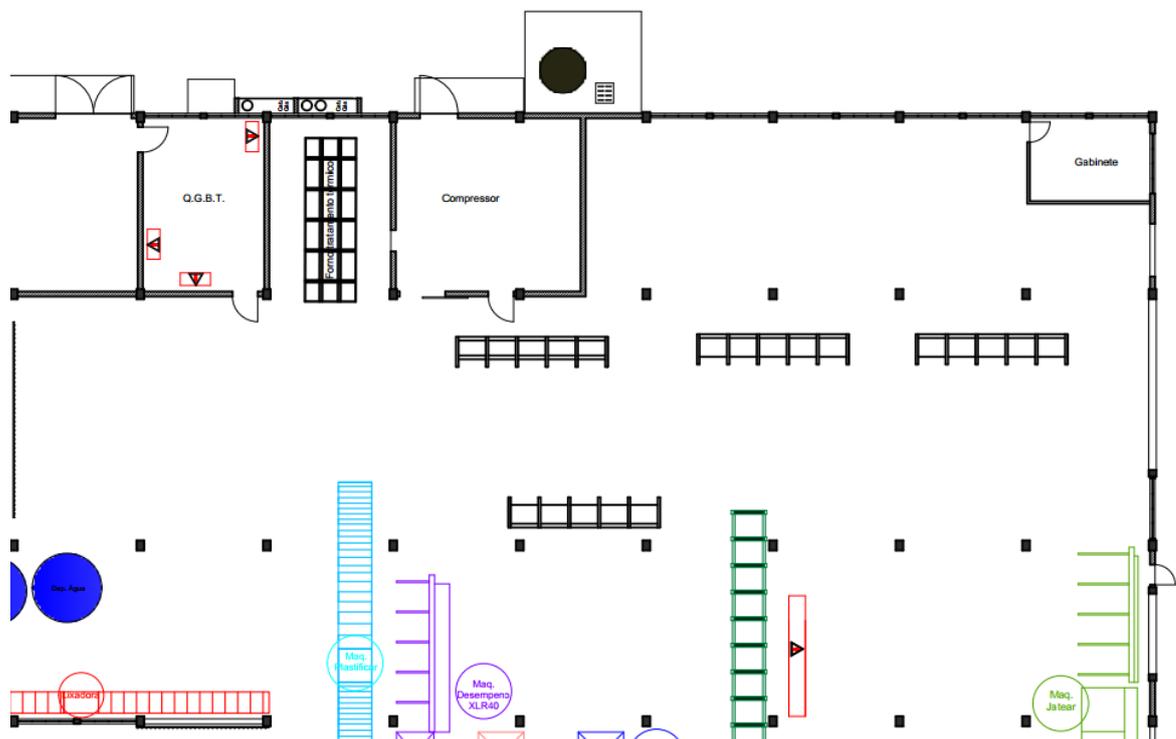


Figura 9 - Layout do sector da embalagem

Seguidamente é apresentado o SIPOC do processo de Embalagem.

Supliers	Inputs	Process Embalagem	Outputs	Consumers
Decapagem	Barras laminadas decapadas Barras desengorduradas	Transporte de barras para a bancada Verificação/Correcção de defeitos Colocação de spray		
Metalocarricence	Barras Jacteadas	Empilhar barras Cintar barras/ Colocação de arame	Barras rectificadas	Jacto de granalha
Jacto de Granalha		Pintar pontas das barras Pesar barras Embalar	Barras embaladas	Expedição

Figura 10 - SIPOC Embalagem

## 3.2. Medição e Análise

### 3.2.1. Histórico de produção

#### Sector da embalagem

De forma a ser possível visualizar a tendência actual da produção e consequentemente ser possível definir objectivos tangíveis, foi feito um levantamento de dados relativamente aos anos de 2010, 2011 e 2012. Como tal, a tabela abaixo mostra os Kg processados por mês nos últimos três anos no sector da embalagem.

	2010	2011	2012
	Peso [Kg]	Peso [Kg]	Peso [Kg]
Janeiro	301.722	428.772	692.932
Fevereiro	375.910	520.021	912.429
Março	672.113	681.885	818.190
Abril	881.596	666.774	810.374
Maio	466.380	683.217	734.655
Junho	522.193	540.141	795.110
Julho	485.792	657.575	653.289
Agosto	486.003	476.807	365.038
Setembro	739.926	705.363	694.996
Outubro	615.886	668.292	904.377
Novembro	578.821	708.197	910.661
Dezembro	687.938	763.905	641.424
<b>Soma</b>	<b>6.814.282</b>	<b>7.500.949</b>	<b>8.933.475</b>
<b>Média</b>	<b>557532,1413</b>	<b>613714,032</b>	<b>730920,7101</b>
<b>Desvio Pad</b>	<b>162.157</b>	<b>105.601</b>	<b>154.285</b>

Tabela 1 - Produção do sector da embalagem

No cálculo da média da produção mensal foram considerados 11 meses de trabalho, uma vez que nos meses de Agosto e Dezembro apenas se trabalha cerca de metade do mês, tal como é mostrado na Figura 11 - Histórico da produção (Embalagem).

A Figura 11 - Histórico da produção (Embalagem) mostra a evolução dos Kg produzidos por mês. É verificável que os meses de Janeiro e Agosto representam meses atípicos na produção. Contudo, a média conta com um acréscimo de 10% de horas extra.

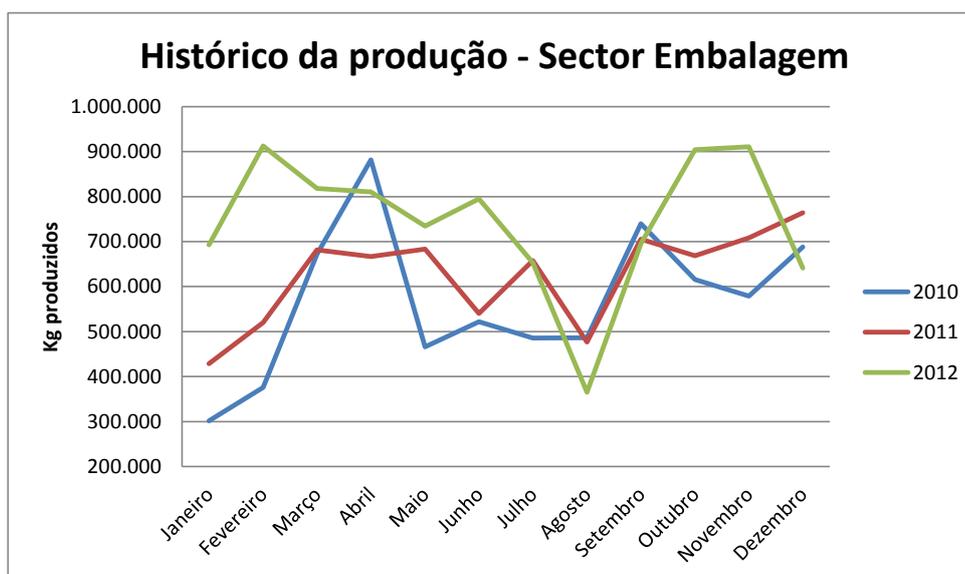


Figura 11 - Histórico da produção (Embalagem)

### Sector da decapagem

À semelhança do sector da embalagem, também no sector da decapagem foi realizado um levantamento de dados históricos da produção (Tabela 2). A Tabela 2 mostra os Kg produzidos no sector em causa por ano e por mês.

	2010	2011	2012
	<b>Peso [Kg]</b>	<b>Peso [Kg]</b>	<b>Peso [Kg]</b>
Janeiro	264.416	475.986	702.806
Fevereiro	392.582	511.202	782.009
Março	674.309	641.401	840.492
Abril	748.665	600.300	798.119
Maio	419.045	625.075	750.895
Junho	443.581	514.523	824.616
Julho	478.465	553.421	670.496
Agosto	464.929	471.268	279.622
Setembro	667.754	649.248	587.405
Outubro	582.805	547.261	782.277
Novembro	597.743	582.730	826.778
Dezembro	555.972	662.169	542.210
<b>Soma</b>	<b>6.290.266</b>	<b>6.834.584</b>	<b>8.387.725</b>
<b>Média</b>	<b>514.658</b>	<b>559.193</b>	<b>686.268</b>
<b>Desvio Pad</b>	<b>138.613</b>	<b>67.351</b>	<b>162.987</b>

Tabela 2 - Histórico da produção (Decapagem)

Tal como se verifica no sector da embalagem, também no sector da decapagem, no cálculo da média são considerados 11 meses de trabalho pelas razões acima mencionadas.

Como se pode verificar nas figuras abaixo (Figura 12 e Figura 13), e apesar da conjuntura actual mundial, a produção em 2012 sofreu um elevado incremento face a 2011. Os objectivos passam por manter a produção com esta tendência crescente.

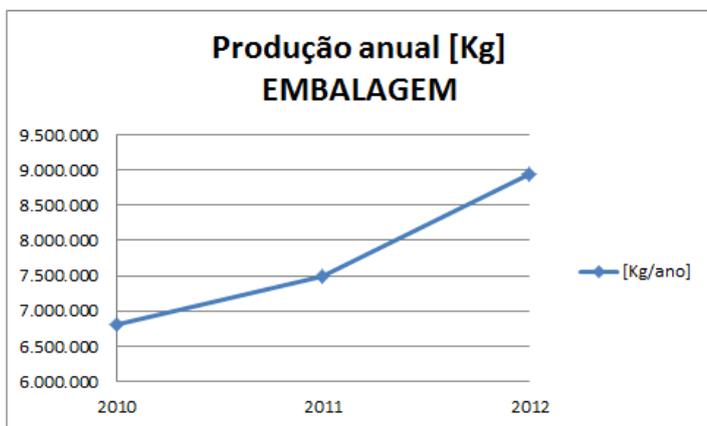


Figura 12 - Produção anual (Embalagem)

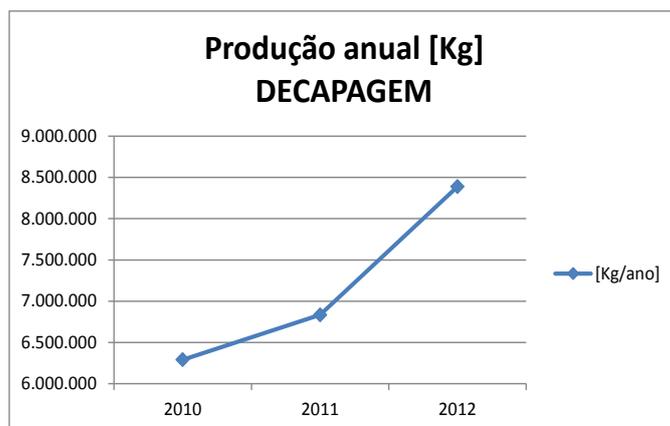


Figura 13 - Produção anual (Decapagem)

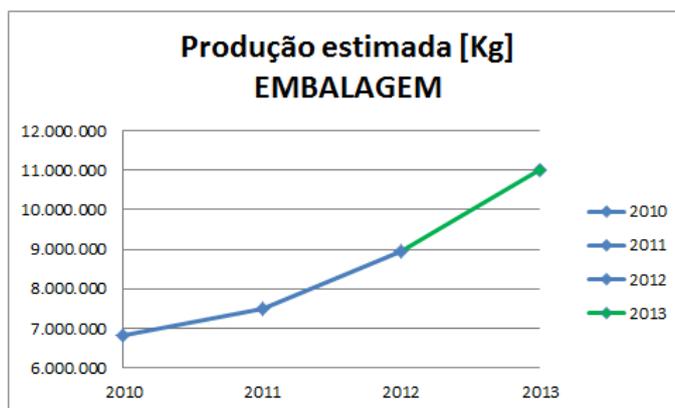
### 3.2.2. Objectivos a atingir

#### Sector da embalagem

O objectivo de produção a atingir no sector da embalagem para o ano de 2013 foi fixado um aumento na ordem dos 23.13% face à média da produção de 2012. A Tabela 3 mostra a distribuição dos objectivos mensais traçados para 2013. A Figura 14 pretende ilustrar a produção estimada para 2013, tendo em conta a evolução dos indicadores de produção dos últimos três anos.

2013	
	Peso [Kg]
Janeiro	1.000.000
Fevereiro	1.000.000
Março	1.000.000
Abril	1.000.000
Mai	1.000.000
Junho	1.000.000
Julho	1.000.000
Agosto	500.000
Setembro	1.000.000
Outubro	1.000.000
Novembro	1.000.000
Dezembro	500.000
<b>Soma</b>	<b>11.000.000</b>
<b>Média</b>	<b>1000000</b>
<b>Desv Pad</b>	<b>194.625</b>

**Tabela 3 - Objectivos 2013  
(Embalagem)**



**Figura 14 - Objectivos 2013 (Embalagem)**

Assim sendo, será necessário ter em conta a capacidade produtiva do sector em causa, ajustando os objectivos à realidade estrutural da secção e vice-versa.

### Sector da decapagem

O objectivo para 2013 é de 940 toneladas/mês. Este valor representa um incremento da produção de cerca de 36.97% face à média do ano anterior.

	2013			
	Peso [Kg]	Cargas	Dias	Cargas/dia
Janeiro	940000	688	20	34
Fevereiro	940000	688	20	34
Março	940000	688	24	29
Abril	940000	688	22	31
Maio	940000	688	21	32
Junho	940000	688	20	35
Julho	940000	688	21	33
Agosto	470000	344	16	22
Setembro	940000	688	21	32
Outubro	940000	688	25	28
Novembro	940000	688	21	32
Dezembro	470000	344	18	19
<b>Soma</b>	<b>10.340.000</b>	<b>7.570</b>	<b>249</b>	<b>362</b>
<b>Média</b>	<b>940.000</b>	<b>688</b>		<b>30</b>
<b>Desvio Pad</b>	<b>182.947</b>	<b>134</b>		<b>5</b>

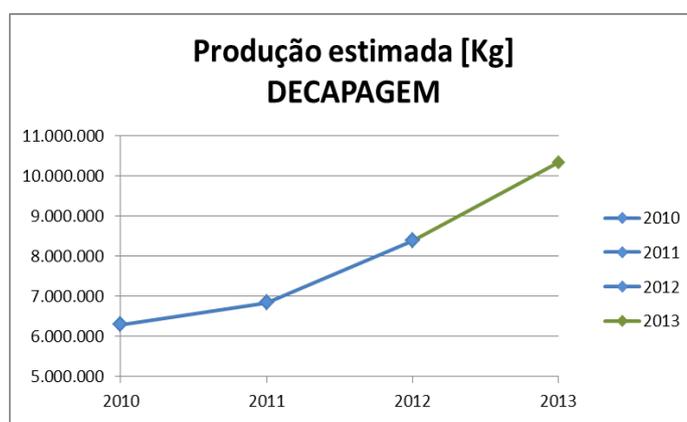


Figura 15 - Objectivos 2013 (Decapagem)

Tabela 4 - Objectivos 2013 (Decapagem)

Estas previsões são feitas com base no objectivo de 1000 toneladas/mês a atingir pelo sector da embalagem (sector subsequente).

Apesar dos cálculos das previsões serem feitos a partir dos Kg processados, o indicador de produção a ter em conta pelos colaboradores do sector da decapagem é o número de cargas de cavalete mensal.

A Figura 16 representa a informação disponível da produção a ser atingida para orientação pessoal dos elementos da secção em causa.

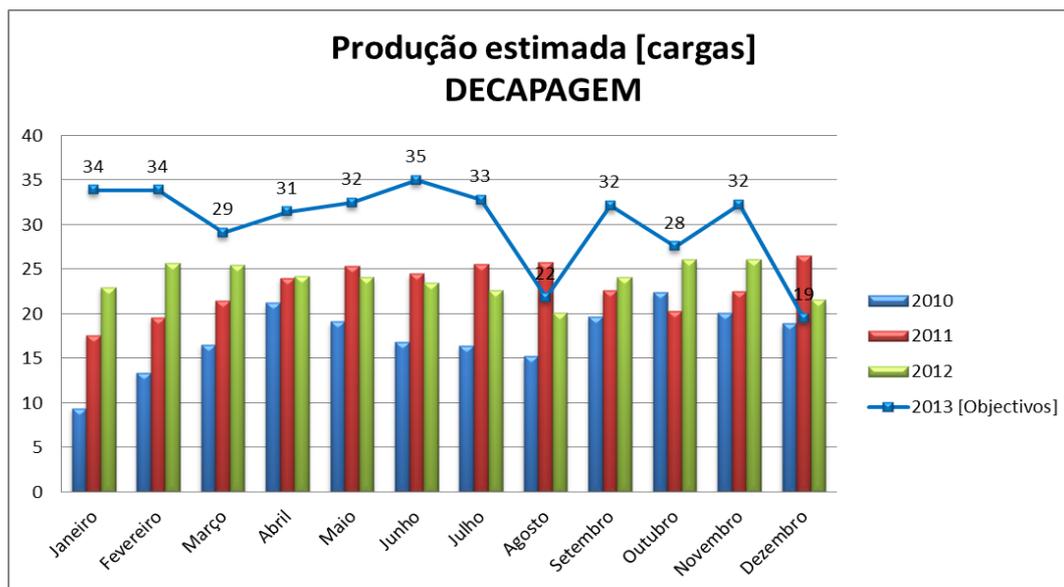


Figura 16 - Cargas estimadas (Decapagem)

Esta análise teve por base a média de cargas mensal, seguida de uma extrapolação para o ano em curso tendo em conta a variável “peso médio por carga”.

De forma a serem alcançados os objectivos propostos para 2013, em média será necessário fazer 30 cargas por dia.

### **3.2.3. Tempos e métodos**

O estudo dos tempos envolvidos no processo de fabrico dos sectores de embalagem e decapagem teve como objectivo a recolha do máximo de informação possível de forma a poder ser tratada posteriormente. A informação recolhida pode ser aplicada nos mais diversos estudos, sendo eles a padronização do processo de fabrico, levantamento de tempos não produtivos e planeamento da produção. Para tal, foram utilizados os métodos de cronometragem e recolha de dados através dos boletins de produção dos respectivos sectores envolvidos. A recolha de tempos foi posteriormente alargada para os restantes processos de fabrico da Böllinghaus para efeitos de planeamento.

Os dados recolhidos para o planeamento tiveram como base a identificação da melhor performance demonstrada (BDP). A BDP confere aos trabalhadores um sentido de responsabilidade ou uma meta a atingir, uma vez demonstrado que o valor da BDP se trata de um valor atingível.

#### **3.2.3.1. Decapagem**

A Figura 17 é denominada de cartografia de fluxo de produto. Esta mostra o tempo médio por operação do processo de decapagem subdividido em diferentes tipos de operação (transporte, operação de valor acrescentado, espera, preenchimento de documentos).

Operação	Tempo [min]	Transporte	Operação	Espera	Documento	Início/Fim
						
Deslocação da ponte 1 para o parque de decapagem	0,53					X
Colocação de correntes em volta do atado	0,38		X			
Deslocação dos atados para a zona de carga	0,79	X				
Carregamento do cavalete	4,27		X			
Preenchimento do boletim de carga	0				X	
Deslocação do cavalete no tanque de água	0,29	X				
Banho	5		X			
Abertura do tanque	0,29			X		
Deslocação do cavalete para o tanque de decapagem	0,81	X				
Fecho do tanque	0,29			X		
Decapagem	111,12		X			
Abertura do tanque	0,29			X		
Deslocação do cavalete para o tanque de água borbulhada	0,2	X				
Fecho do tanque	0,29			X		
Banho H2O Borbulhada	10		X			
Deslocação do cavalete para a lavagem	0,61	X				
Lavagem	15,18		X			
Inspeção das barras	0		X			
Deslocação do cavalete para zona de secagem	0,97	X				
Secagem	45		X			
Deslocamento para a zona de descarga	0,99	X				
Descarga	2,93		X			
Deslocamento para a zona de carga	0,99					X

Figura 17 - Cartografia de fluxo de produto

Esta abordagem torna-se útil na medida em que facilita a identificação de operações sem valor acrescentado ou até mesmo tempos de espera.

Assim sendo, é possível averiguar quais os factores a intervir com maior urgência de forma a reduzir o tempo de produção.

Ao analisar os tempos de actividade do processo de decapagem conseguimos identificar quais as actividades que poderão criar estrangulamentos no processo em causa. Assim sendo, e segundo a Figura 18, as actividades onde as intervenções de melhoria se tornam fundamentais são o banho decapante (56%) e a secagem das barras (23%).

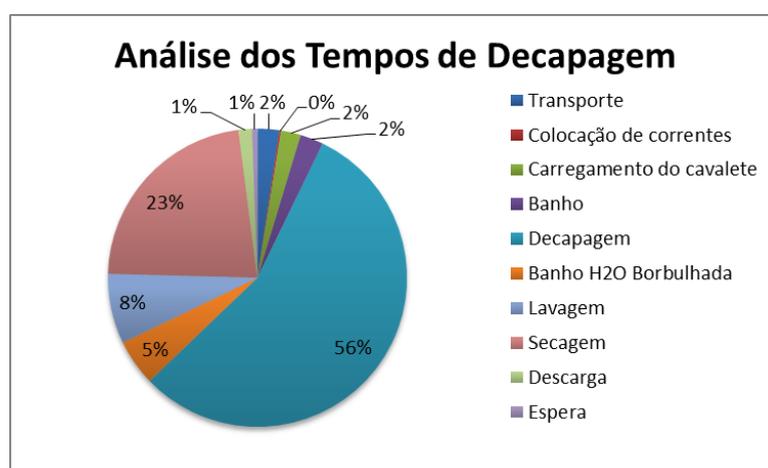


Figura 18 - Análise de tempos (Decapagem)

### 3.2.3.2. Embalagem

Após feito o reconhecimento do sector da embalagem foi possível verificar que o bom funcionamento do sector dependia em grande parte de um recurso, sendo ele a ponte rolante.

O recurso em causa tem as seguintes funções:

- Transportar barras do parque da embalagem para cada bancada de trabalho;
- Transportar as barras das bancadas de trabalho para o jacto de granalha;
- Transportar os atados das bancadas de trabalho para o carro da expedição ou para a máquina de plastificar;
- Pesar atados;

- Auxiliar a plastificação dos atados;
- Retirar as barras do jacto de granalha.

Verificou-se também que devido à grande requisição deste recurso, as bancadas de trabalho apresentavam tempos de espera elevados.

Como tal, optou-se por calcular a taxa de ocupação da ponte rolante em causa e quais as funções mais morosas.

	Tempo por Turno [Segundos]	Tempo por Turno [Minutos]
Tempo STOP por TT	2035,00	33,92
Jacto	4521,28	75,35
Manutenção	429,00	7,15
Plastificar + Pesar /Atar	4963,01	82,72
Deslocamentos	12107,01	201,78
Parada	1317,41	21,96
<b>Tempo TOTAL</b>	<b>25372,71</b>	<b>422,88</b>

Tabela 5 - Taxa de ocupação (Ponte rolante)

Como é possível verificar na Figura 19, a ponte do sector da embalagem ocupa cerca de 48% de um turno a realizar deslocamentos. Encontra-se 8% do tempo parada devido a uma carga/descarga do forno de tratamento térmico, 19% a realizar operações de pesagem e auxílio à plastificação e 18% ocupada pelo jacto de granalha.

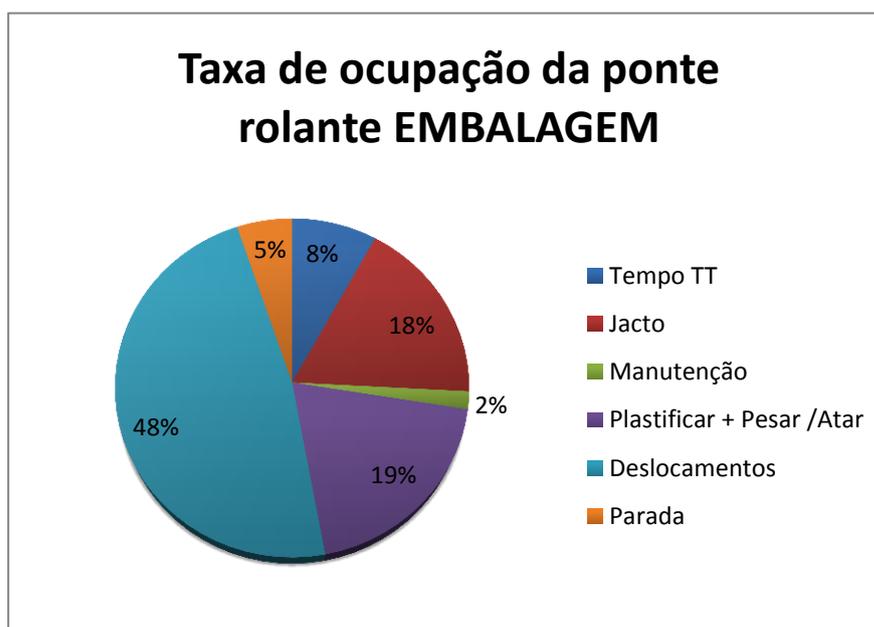


Figura 19 - Taxa de ocupação (Ponte rolante)

Como tal, podemos concluir que mais de metade do tempo de operação da ponte, esta encontra-se a desempenhar funções que não lhe compete.

### 3.2.4. Dependências dos sectores

De forma a ser possível fazer uma abordagem coerente ao problema em causa, foi decidido inicialmente fazer uma abordagem macro aos processos em causa. Este tipo de abordagem permitiu verificar as dependências de um processo face ao outro. A análise da capacidade produtiva do processo de decapagem prende-se com o facto de 94% das barras a serem processadas no sector da embalagem serem provenientes do sector da decapagem. Apenas cerca de 6% da produção do sector da embalagem são barras em estado negro ou barras cujo aço é martensítico, logo devido às suas propriedades não podem ser decapadas quimicamente.

Sabendo que o processo de embalagem é também o processo de controlo de qualidade do produto final, é de salientar que o processo produtivo dos sectores anteriores é dependente da capacidade produtiva do mesmo, tal como se pode verificar no diagrama seguinte.

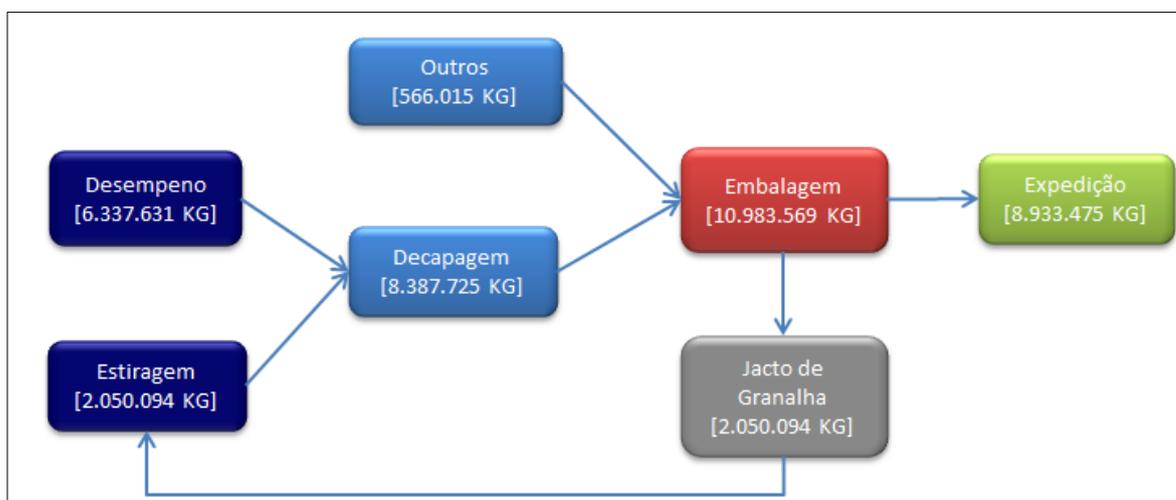


Figura 20 - Diagrama de dependências

O diagrama tem por base valores de processamento referentes ao ano de 2012, sendo que as unidades de referência encontram-se em Kg.

Como se pode verificar pela Figura 21, podemos afirmar que os *inputs* do processo de embalagem são: barras desempenadas, barras estiradas e barras em estado negro. No entanto, as barras desempenadas e as barras estiradas são decapadas e só posteriormente são embaladas, ou seja, a produção da decapagem é o somatório da produção do sector do desempenho e da estiragem.

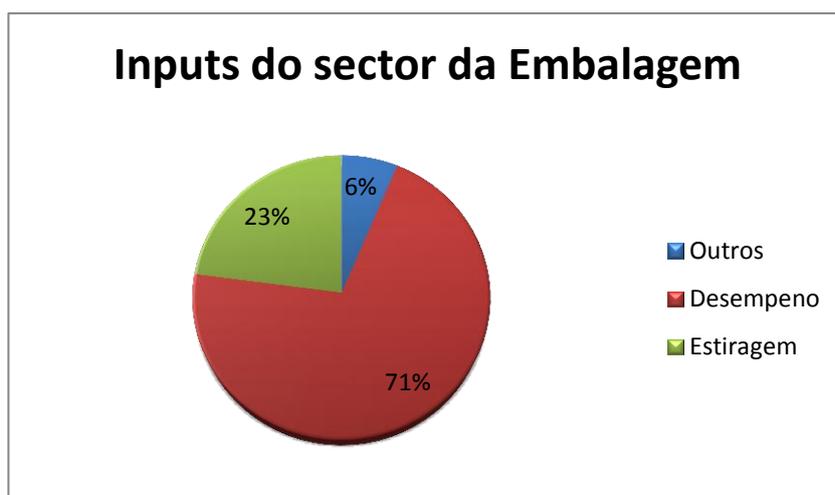


Figura 21 - INPUTS sector da embalagem

Devido à elevada percentagem de dependência destes dois sectores, é fundamental o alinhamento da produção por forma a não existir estrangulamentos ou estrangulamentos.

### **3.2.5. Estudo de *Layout***

O estudo do *layout* ou do espaço físico é de extrema importância uma vez que este se trata de um factor que tem grande influência no trabalho desenvolvido pelos elementos da empresa.

Como tal, os objectivos de um estudo de *layout* são:

- Obtenção de um fluxo de trabalho eficiente;
- Obtenção de um eficiente fluxo de informação;
- Redução da fadiga do colaborador;
- Aumento da flexibilidade em caso de necessidade de variações do processo;
- Facilitar a supervisão.

Um mau aproveitamento do espaço leva a:

- Fluxo de trabalho confuso;
- Acumulação de pessoas e objectos;
- Má projecção de locais de trabalho;
- Perdas de tempo;
- Demora excessiva na obtenção de informações.

Seguidamente é apresentado o *layout* actual dos sectores da decapagem e embalagem.

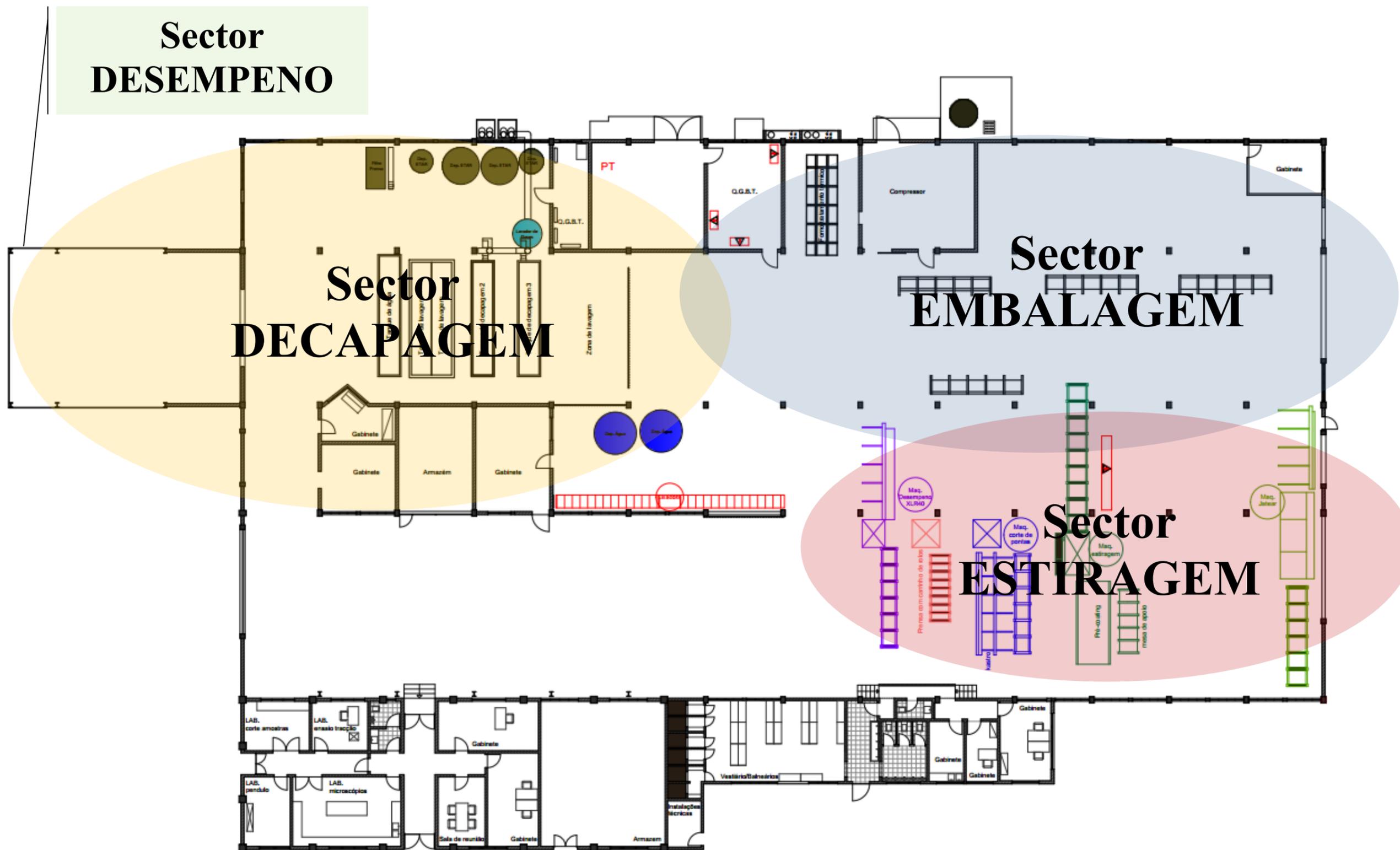


Figura 22 - Layout de localização de sectores

O seguinte diagrama (Diagrama Spaghetti) permite identificar de forma simplificada os deslocamentos e distâncias percorridas pelo material. O objectivo desta ferramenta é expor os problemas de *layout* e desperdícios entre fases do processo.

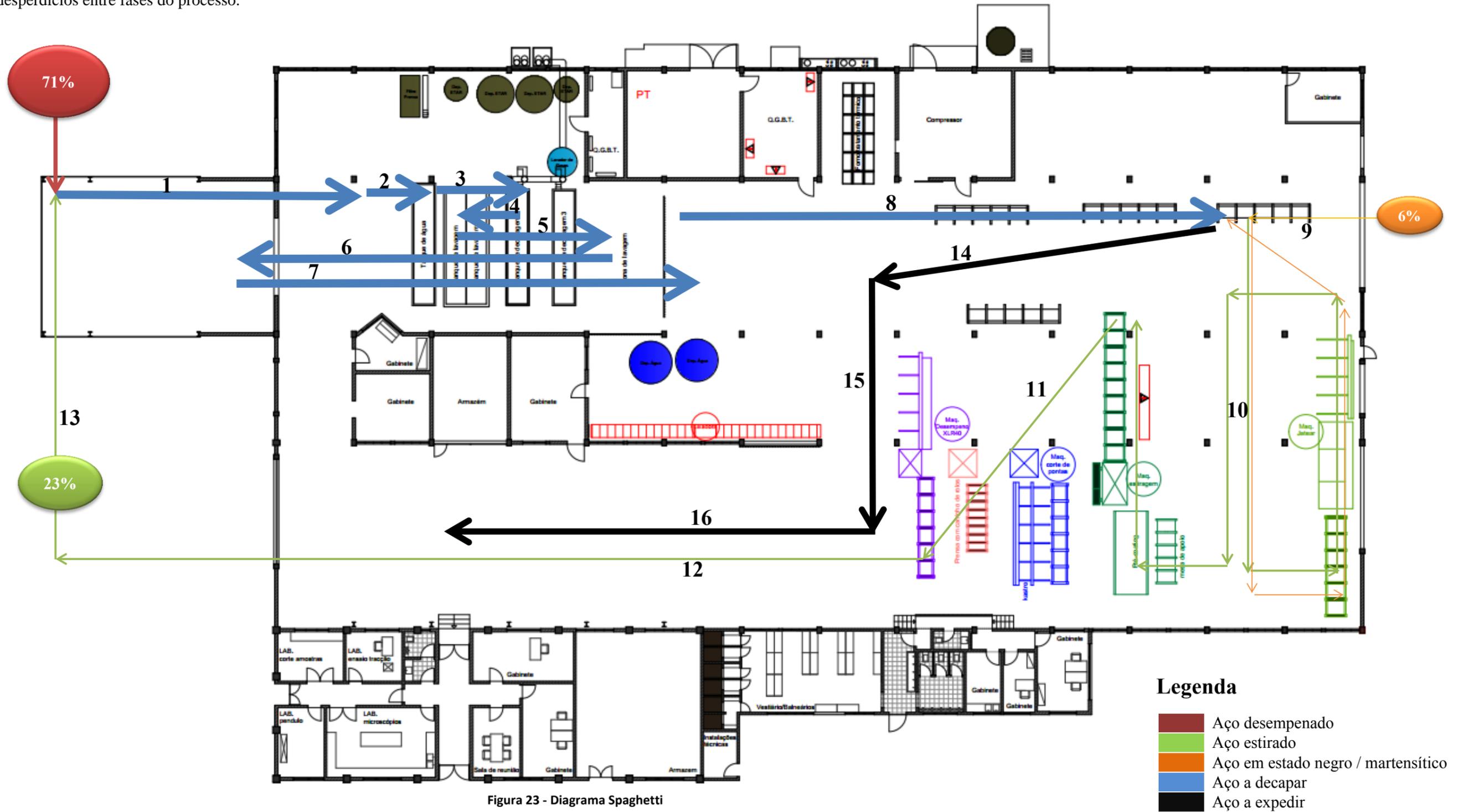


Figura 23 - Diagrama Spaghetti

Ao analisarmos o diagrama spaghetti, podemos verificar que tanto o sector da decapagem como o sector da embalagem possuem fluxos de processo confusos. De forma a ser possível quantificar as deslocações feitas no sector da decapagem, foram feitos os levantamentos das distâncias percorridas por carregamento como se pode verificar na Tabela 6.

# Deslocamento	Origem	Destino	Distância [m]
1	Parque	Carregamento	21
2	Carregamento	Tanque 1	4
3	Tanque 1	T dec1	6
4	T dec1	T borbulhação	4
5	T borbulhação	Lavagem	11
6	Lavagem	Secagem	25
7	Secagem	Embalagem	30
<b>Soma</b>			<b>101</b>

Tabela 6 - Distâncias (Sector da decapagem)

Tal como no sector da decapagem, também no sector da embalagem foi feito um levantamento de dados relativamente às distâncias percorridas pelos diferentes tipos de produto (aço estirado, aço para expedir e aço em estado negro / martensítico).

Aço estirado	
# Deslocamento	Distância [m]
8	35,7
10	86,2
11	24,6
12	40,0
13	16,1
<b>Soma</b>	<b>202,6</b>

Tabela 7 - Deslocamentos (Aço estirado)

Aço em estado negro / martensítico	
# Deslocamento	Distância [m]
9	12,155
10	43,668
14	27,123
15	21,496
16	26,335
<b>Soma</b>	<b>130,8</b>

Tabela 8 - Deslocamentos (Aço em estado negro / martensítico)

# Deslocamento	Aço para expedir
	Distância [m]
8	35,726
14	27,123
15	21,496
16	26,335
<b>Soma</b>	<b>110,7</b>

**Tabela 9 - Deslocamentos (Aço a expedir)**

### 3.3. Implementação prática

#### 3.3.1. Brainstorming

A ferramenta denominada de *brainstorming* é caracterizada como uma reunião de grupo onde a finalidade é alcançar novas ideias provenientes de pessoas com diferentes pontos de vista. Nos dias 5, 12 e 19 de Março foram realizadas três sessões de *brainstorming*, onde os intervenientes foram os colaboradores do sector da decapagem, colaboradores do sector da embalagem, colaboradores do sector da expedição, Engenheiro José Santos (director da produção) e a autora da dissertação Ana Carreira.

O objectivo das sessões teve por base a recolha e discussão de ideias para a melhoria e automatização dos processos de decapagem e embalagem, apelando sempre à variedade de experiência dos colaboradores envolvidos. Contudo, foi recomendado aos intervenientes que se focassem em três questões, de forma a delinear o objectivo de forma clara e objectiva, sendo elas:

“Como posso produzir mais e melhor?”

“O que me impede?”

“O que fazer?”

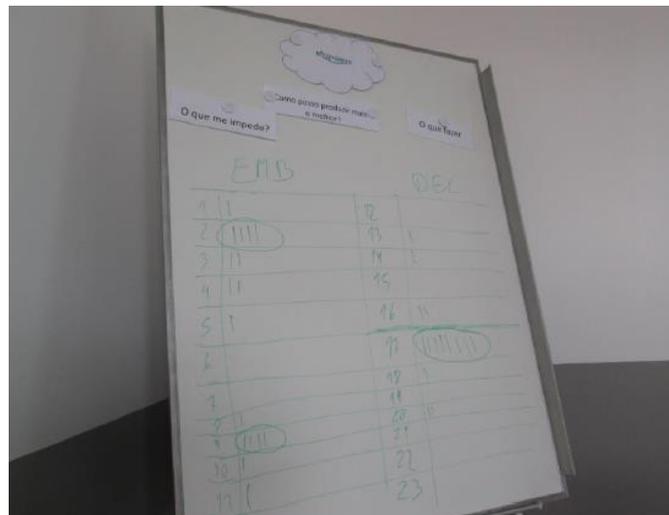


Figura 24 - Quadro de votação

Foram também abordados alguns pontos, genéricos, de forma a introduzir e dar a conhecer o projecto em causa, sendo eles:

- I. Em que consiste o projecto;

- II. O porquê do trabalho em equipa;
- III. Ferramentas de recolha de dados e análise – cronometragem.

A recolha de ideias regeu-se pelas regras básicas do *brainstorming*, sendo elas:

- I. Não existem más ideias;
- II. Não existem inibições;
- III. A criatividade é bem-vinda;
- IV. Quantidade é necessária;
- V. A discussão de ideias é fundamental;
- VI. É proibido criticar (de forma destrutiva).



**Figura 25 - Apresentação do projecto**

Num total foram recolhidas 47 propostas de melhoria diferentes e cotadas segundo a votação feita no decorrer das sessões. No ANEXO B – Listagem de ideias (*Brainstorming*) encontra-se a tabela geral de recolha de ideias, onde se poderá identificar a descrição das ideias e a respectiva cotação.

Verificou-se também, que os colaboradores identificaram um maior número de melhorias no sector da embalagem (56%), seguindo-se o sector da decapagem (23%), melhorias gerais (17%) e por fim, o sector da expedição (4%).



**Figura 26 - Nível de preocupação por sector**

É de salientar que a percentagem de preocupação face ao sector da expedição poderá ser explicada pela baixa percentagem de colaboradores deste sector face aos restantes. Podemos portanto afirmar que as propostas mais votadas e consequentemente as consideradas prioritárias pelos colaboradores são:

Para o sector da embalagem:

- A. Alteração da localização do forno de tratamento térmico;
- B. Aquisição de uma ponte para a máquina de jacto de granalha ou o prolongamento dos rolos do jacto;
- C. Colocação de uma máquina de cintar em cada bancada de trabalho;
- D. Melhoria da qualidade de laminagem.

Para o sector da decapagem:

- E. Alteração/melhoria do sistema de secagem das barras de aço;
- F. Melhoria do sistema de carregamento dos cavaletes;
- G. Proteger a zona de carregamento dos cavaletes.

Para a generalidade dos sectores e expedição:

- H. Criação e execução de um plano de manutenção preventiva;
- I. Melhoria do método de planeamento;
- J. Mais espaço para o sector da expedição.

De forma a definir prioridades para uma gestão de tempo mais eficaz, foi elaborada a Matriz de Covey, apresentada na Figura 27.

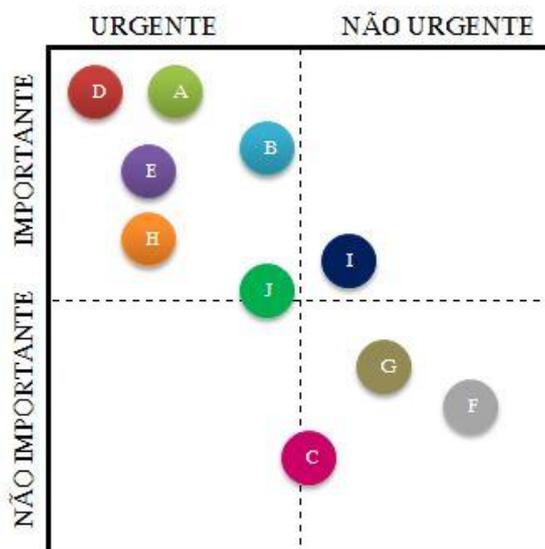


Figura 27 - Matriz de Covey

Cada letra no interior do círculo representa a alínea correspondente à ideia acima identificada.

Podemos também concluir que foi atingido o objectivo de motivação e participação dos colaboradores no projecto, atingindo uma participação de 100% de todos os sectores envolvidos.



Figura 28 - Brainstorming

### 3.3.2. 5'S

Na aplicação da ferramenta 5'S, foi acordado que o sector piloto seria o sector da decapagem. O sector da decapagem incluía a zona da decapagem, ETAR, gabinete e zona das madeiras identificadas na imagem seguinte.

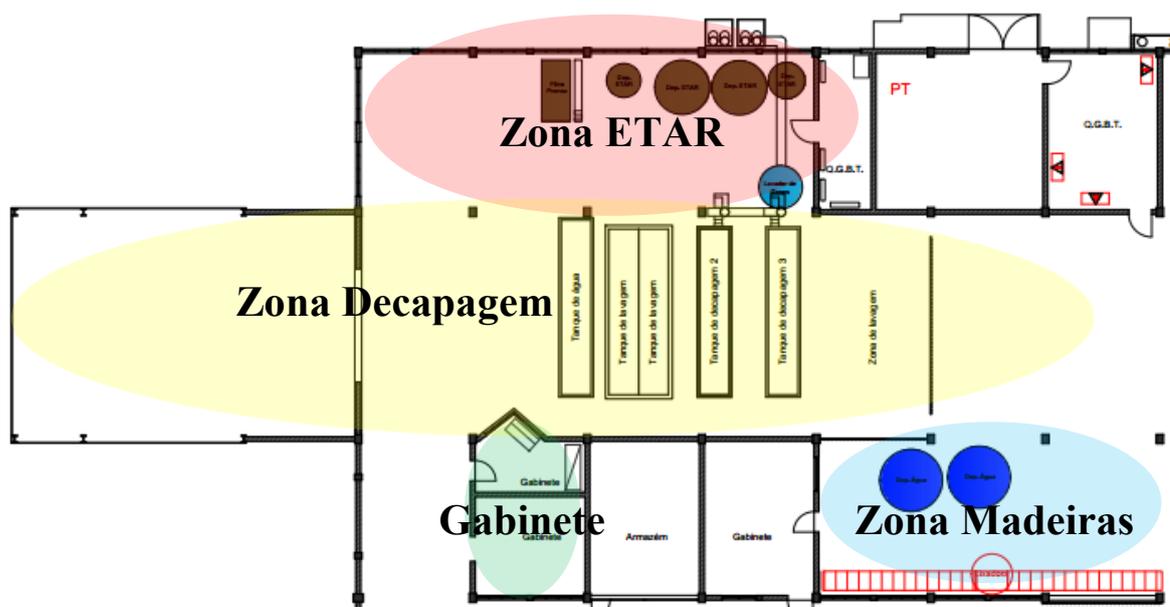


Figura 29 - Subdivisão do sector da decapagem

Para tal foi necessário proceder a um plano de actividades subdividido em 5 diferentes fases de operação (selecção, organização, limpeza, normalização e disciplina) apresentado no ANEXO C – Plano de actividades 5'S.

#### Seleção

Na fase de selecção, de forma a ser possível identificar todos os objectos e equipamentos existentes na secção foram elaborados inventários de máquinas e materiais existentes (ANEXO D – Inventário de máquinas e objectos).

Através dos inventários procedeu-se à identificação dos materiais e máquinas necessárias e desnecessárias verificando a sua taxa de utilização (ANEXO E – Taxa de utilização), em caso de desnecessárias verificou-se a possibilidade de estas serem reconvertidas.

O dia da selecção realizou-se no dia 4 de Abril, onde em colaboração com os colaboradores do sector em causa procedeu-se à identificação física dos materiais

obsoletos, sucata ou com pouco uso. Para o efeito foram criadas etiquetas de identificação de material (etiqueta vermelha e etiqueta amarela).

Figura 30 - Etiquetas 5'S

A atribuição da etiqueta vermelha 5'S é um método utilizado para identificar materiais e objectos que se encontram no local de trabalho e cujo uso e necessidade são duvidosos.

A etiqueta amarela 5'S foi atribuída a materiais e objectos cuja utilização é esporádica e para posterior deslocalização.



Figura 31 - Dia da selecção [1]



Figura 33 - Dia da Selecção [2]



Figura 32 - Dia da Selecção [3]

Foi também realizada uma secção de formação sobre o tema em causa (5'S), com o objectivo de dar a conhecer aos colaboradores do sector as vantagens da implementação desta ferramenta e possibilitar a troca de impressões acerca dos aspectos a melhorar.



Figura 34 - Apresentação 5'S

## Organização

Na fase de organização foi feito um levantamento da situação actual da organização dos materiais no sector em causa (ANEXO F – Listagem de necessidades 5'S). Foi proposto formas de organização dos materiais, assim como também foi solicitada a realização de manutenção aos equipamentos.

## Limpeza

Nesta fase foi elaborado um plano de limpeza em conjunto com os operadores, onde são discriminados os pontos a limpar, a data e o turno em que foram efectuadas as limpezas. O plano de limpeza encontra-se em anexo (ANEXO G – Plano de limpeza).

O plano de limpeza tem por objectivo garantir que as tarefas são cumpridas e também é uma forma de orientação temporal da periodicidade a que as mesmas deverão ser executadas.

Em três dias específicos foram realizadas actividades intituladas de “O dia da grande limpeza”. Estas actividades visaram sensibilizar os operadores para a importância que a limpeza de um local de trabalho tem para o bom desempenho laboral. Neste dia foram realizadas tarefas de pintura de equipamentos, limpeza dos espaços comuns, delimitação do piso.

## Normalização e Disciplina

De forma a ser garantida a continuidade do bom ambiente e arrumação do sector foi acordado ser realizada uma auditoria semanal. O plano da auditoria encontra-se no ANEXO H – Check List da auditoria 5'S.

### Antes VS Depois

As seguintes fotos ilustram o estado do sector da decapagem antes e depois da intervenção dos 5'S.



Figura 36 - Arrumação de vassouras [antes]



Figura 35 - Arrumação de vassouras [depois]

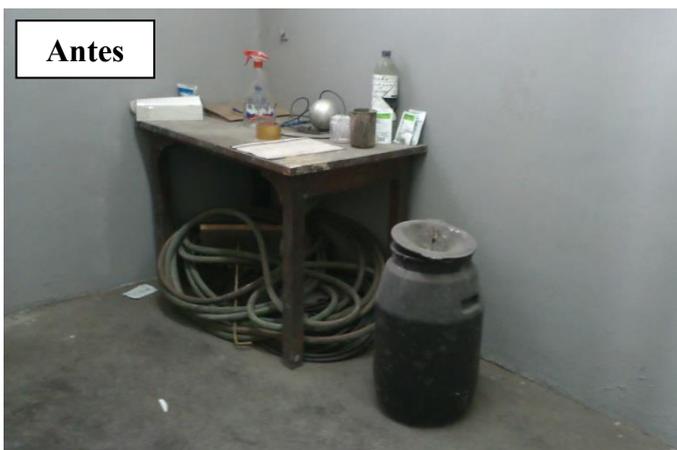


Figura 37 - Sala dos quadros [antes]



Figura 38 - Sala dos quadros [depois]



Figura 41 - Arrumação da decapagem [antes]



Figura 42 - Arrumação da decapagem [depois]



Figura 40 - Contendor da sucata [antes]



Figura 39 - Contendor da sucata [depois]



**Figura 44 - Filtro-prensa [antes]**



**Figura 43 - Filtro-prensa [depois]**

### 3.3.3. Propostas de melhoria

#### 3.3.3.1. Alteração da disposição dos tanques

Ao ser alterada a disposição dos tanques, mais concretamente a colocação dos tanques de água borbulhada entre os tanques de decapagem, é possível obter uma redução de distância por carga de cerca de 8.12%.

# Deslocamento	Origem	Destino	Distância [m]	Distância [m]
1	Parque	Carregamento	21	21
2	Carregamento	Tanque 1	4	4
3	Tanque 1	T dec1	6	2,4
4	T dec1	T borbulhação	4	2,4
5	T borbulhação	Lavagem	11	8
6	Lavagem	Secagem	25	25
7	Secagem	Embalagem	30	30
<b>Soma</b>			<b>101</b>	<b>92,8</b>

Redução 8,12%

Tabela 10 - Estudo das distâncias

As alterações das deslocações são mostradas na seguinte imagem (Figura 45).

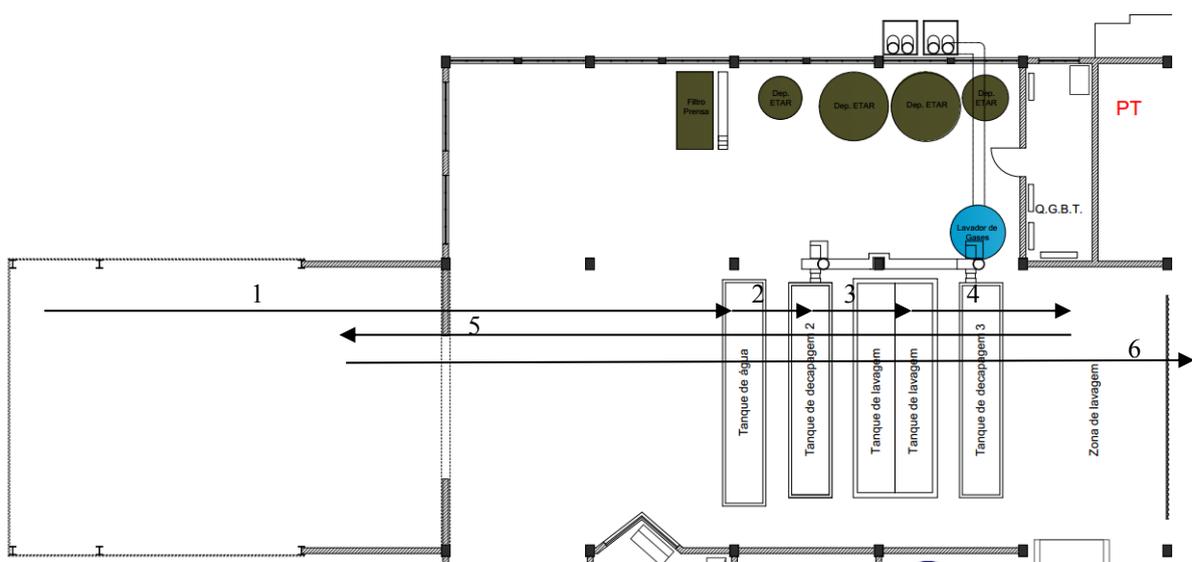


Figura 45 - Layout (Decapagem) com deslocamentos

### **3.3.3.2. Estufa de secagem de barras**

Um dos problemas actualmente verificados no sector da decapagem é a secagem das barras após a sua lavagem. A secagem das barras deverá ser rápida e eficiente de forma a evitar a oxidação das mesmas após decapagem.

Actualmente o processo de secagem demora cerca de 45 minutos por carga, dependendo das condições climáticas, uma vez que a sua secagem não depende de meios mecânicos. Tendo em conta o tempo elevado do processo de secagem e sabendo que a qualidade superficial do aço depende da rapidez da secagem, este torna-se um processo de resolução prioritária.

Vantagens da aquisição:

1. Redução do tempo de secagem até metade do tempo actual;
2. Diminuição da possibilidade de ocorrência de oxidações.

Desvantagens:

1. Custo elevado;
2. Requer elevada quantidade de espaço físico disponível.

### **3.3.3.3. Estantes cantilever**

Actualmente, a armazenagem das barras pós-decapagem é feita com recurso a barrotes de forma a auxiliarem o empilhamento das mesmas.

Esta proposta de melhoria tem como motivação factores ergonómicos, estéticos, mas acima de tudo de segurança, uma vez que melhora o acondicionamento das barras, diminuindo assim os riscos de entalamento dos operadores durante o manuseamento das barras.

Outra vantagem que este sistema possui é o facto de possibilitar que sejam retiradas barras que estejam acondicionadas em níveis inferiores sem ter de se retirar os níveis superiores, tal como acontece actualmente.

As estantes cantilever são concebidas especialmente para a armazenagem de unidades de carga de grande comprimento ou com medidas variadas, tal como o nosso produto. Contudo, a grande vantagem é a capacidade de aproveitamento de espaço, uma vez que o armazenamento é feito em altura.

#### **3.3.3.4. Deslocalização/desmantelamento do forno de TT**

O sector da embalagem apresenta paragens de cerca de 17% devido às cargas e descargas do forno de tratamento térmico por motivos de segurança dos colaboradores do sector. Assim sendo, com a afectação da produção actual do forno a gás ao novo forno localizado no pavilhão da laminagem é possível obter uma diminuição de cerca de 17% do tempo de paragem. Como desvantagem temos os custos de desmantelamento e a falta de recursos em caso de avaria do forno TT do pavilhão da laminagem.

#### **3.3.3.5. Mesa de rolos com sistema de pesagem**

Actualmente a operação de pesagem e plastificação do atado de barras representa cerca de 17% da taxa de ocupação da ponte rolante do sector da embalagem. Como tal, e como um dos problemas do sector em causa é a elevada partilha de recursos (ponte rolante), a proposta de melhoria passa por limitar a utilização da ponte rolante às tarefas que realmente lhe compete desempenhar (realização de deslocamentos).

Com o prolongamento do caminho de rolos existente na máquina de plastificar e com a acoplação de um sistema de pesagem no mesmo, seria possível garantir uma pesagem fiável no fim da linha de produção e reduzir a taxa de ocupação da ponte da embalagem em cerca de 17%

De forma a precaver possíveis paragens de produção devido à obstrução da saída da máquina de plastificar, foi também projectada uma mesa de descarga (*buffer*) com capacidade de armazenamento para 5 atados. O respectivo desenho encontra-se em anexo (ANEXO I – Máquina de plastificar com mesa de descarga (desenho)).

Preço: 18660.00€

### 3.3.3.6. Grua de bandeira

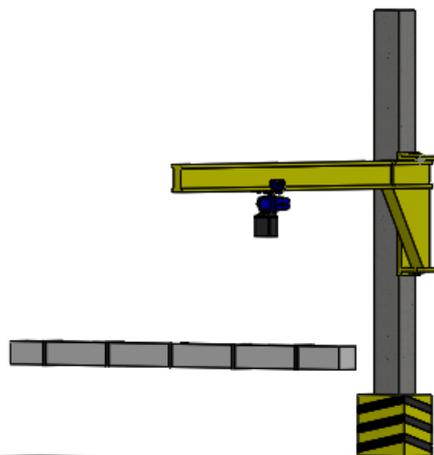


Figura 46 - Grua de bandeira

Verifica-se que cerca de 16% do tempo laboral da ponte rolante do sector da embalagem é utilizado no transporte das barras do jacto de granalha para o carril de transporte do sector da estiragem. Esta ocupação implica uma paragem de pelo menos uma bancada de trabalho do sector da embalagem de cerca de 3 minutos por descarga do jacto de granalha.

A aquisição de uma grua de bandeira iria implicar uma redução da taxa de ocupação da ponte rolante. A proposta de localização da grua de bandeira encontra-se na imagem seguinte (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**).

Preço: 10490.00€

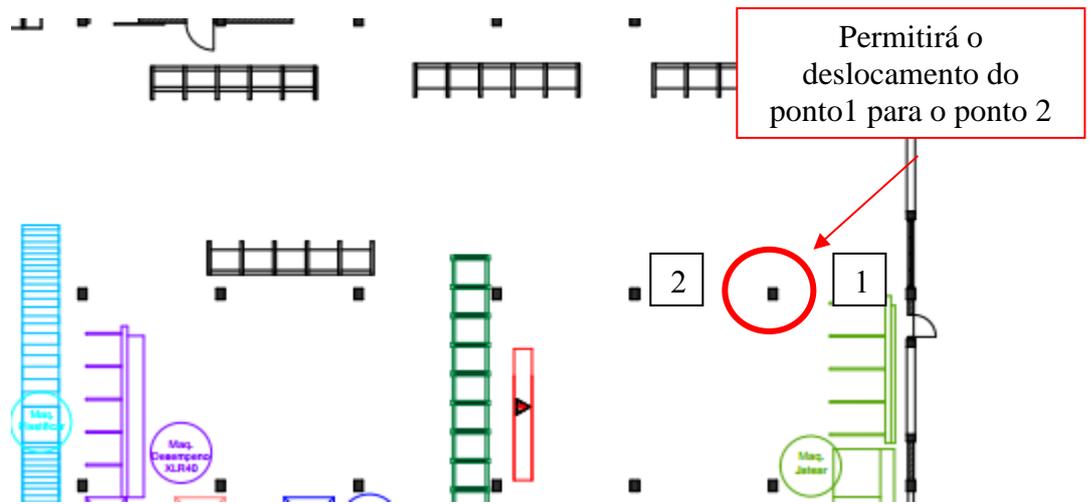


Figura 47 - Proposta de localização da grua de bandeira

### 3.3.3.7. Rotação do jacto de granalha a 180º

Através da análise do diagrama spaghetti é possível verificar a existência de movimentações desnecessárias. Essas deslocações são possíveis de verificar nas imagens dos layouts abaixo (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.** e 38).

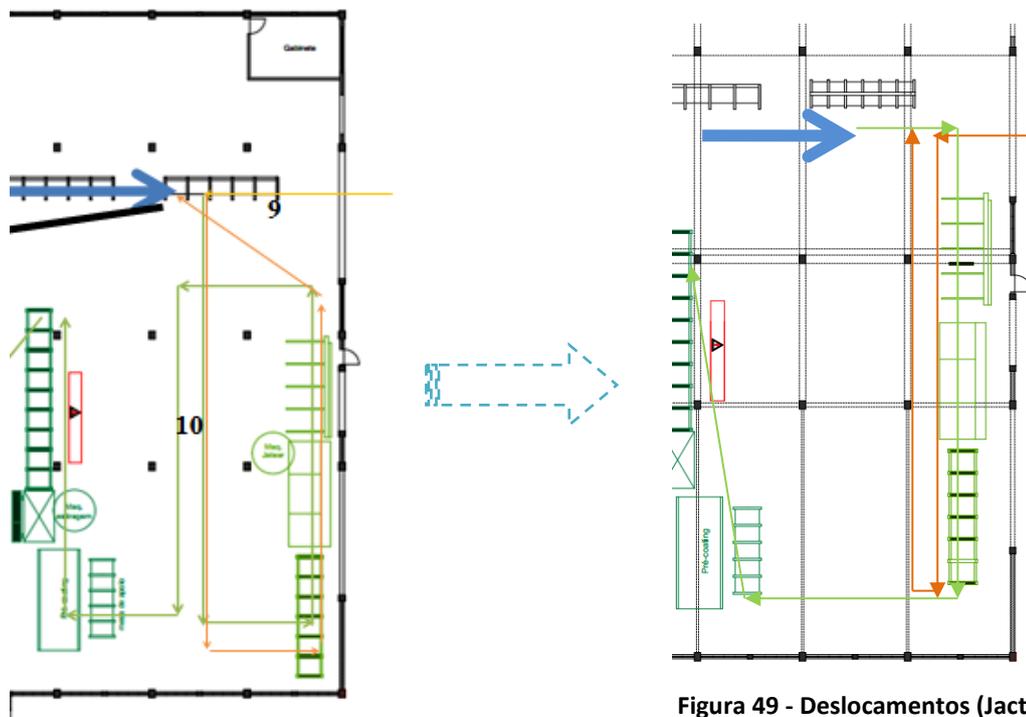


Figura 48 - Deslocamentos (Jacto em posição original)

Figura 49 - Deslocamentos (Jacto em posição proposta)

Com a rotação do jacto de granalha é visível a diminuição considerável de deslocações. No caso dos aços a estirar a redução é de cerca de 33%.

### 3.3.3.8. Desmantelamento de salas/zonas não ocupadas

Um dos problemas verificados no decorrer do projecto foi a falta de espaço físico do pavilhão onde estão implantados os sectores da decapagem e embalagem. Contudo, foi também possível verificar a existência de espaços físicos/ salas que não estão a ser utilizados. Como forma de ampliar o espaço físico útil, dever-se-á desmantelar as salas não utilizadas e zonas não ocupadas.

A seguinte imagem mostra as zonas a desmantelar (zonas a vermelho).

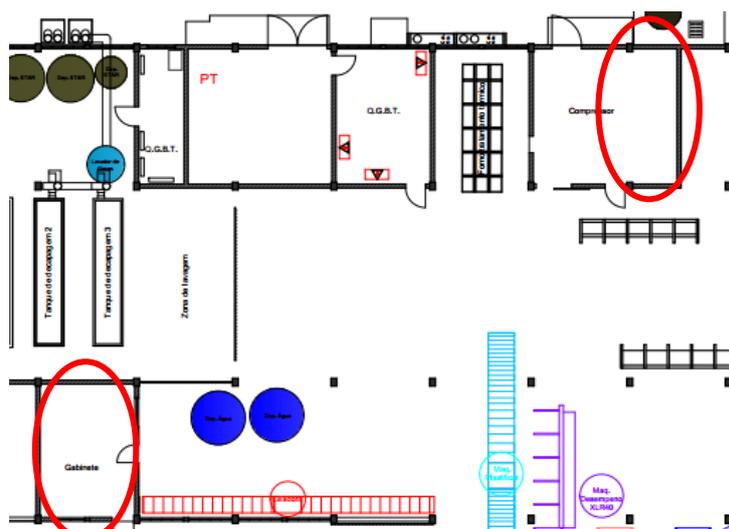


Figura 50 - Layout Embalagem (zonas a desmantelar)

### 3.3.3.9. Alteração da bancada de trabalho

A ergonomia tem como objectivo proporcionar ao colaborador condições de trabalho favoráveis com o intuito de torna-lo mais produtivo proporcionando-lhe um meio ambiente mais saudável, seguro e conseqüentemente que proporciona um menor desgaste.

Foi possível verificar que as actuais bancadas de trabalho do sector da decapagem apresentavam alguns problemas ergonómicos. Um exemplo de falha

ergonómica é o facto de o colaborador rebarbar as barras muito afastado da bancada, provocando assim desconforto e fadiga.

Assim sendo, foram propostas, em conjunto com os colaboradores da secção em causa, algumas alternativas de bancada de trabalho. A proposta que reuniu consenso entre todos os colaboradores é apresentada no ANEXO J – Proposta de bancada de rebarbar.

#### **3.3.3.10. Alteração de método de marcação de barras**

Actualmente as barras são marcadas manualmente com recurso a carimbos. Verifica-se portanto que a qualidade da impressão não é a desejável, representando cerca de 9.50% das reclamações de clientes registadas no ano de 2012.



**Figura 51 - Barras carimbadas**

Desta forma, foi proposto a substituição dos actuais carimbos por máquinas de marcação directa por jacto de tinta, portáteis. Uma vez que a digitação é automática permite então a redução de erros de codificação.

Preço: 2985.00€

#### **3.3.3.11. Alteração de *layout***

De seguida são apresentadas duas propostas de alteração de *layout*. Estas visam a diminuição de deslocamentos desnecessários (desperdício) e um melhor aproveitamento do espaço físico existente.

Proposta de alteração 1

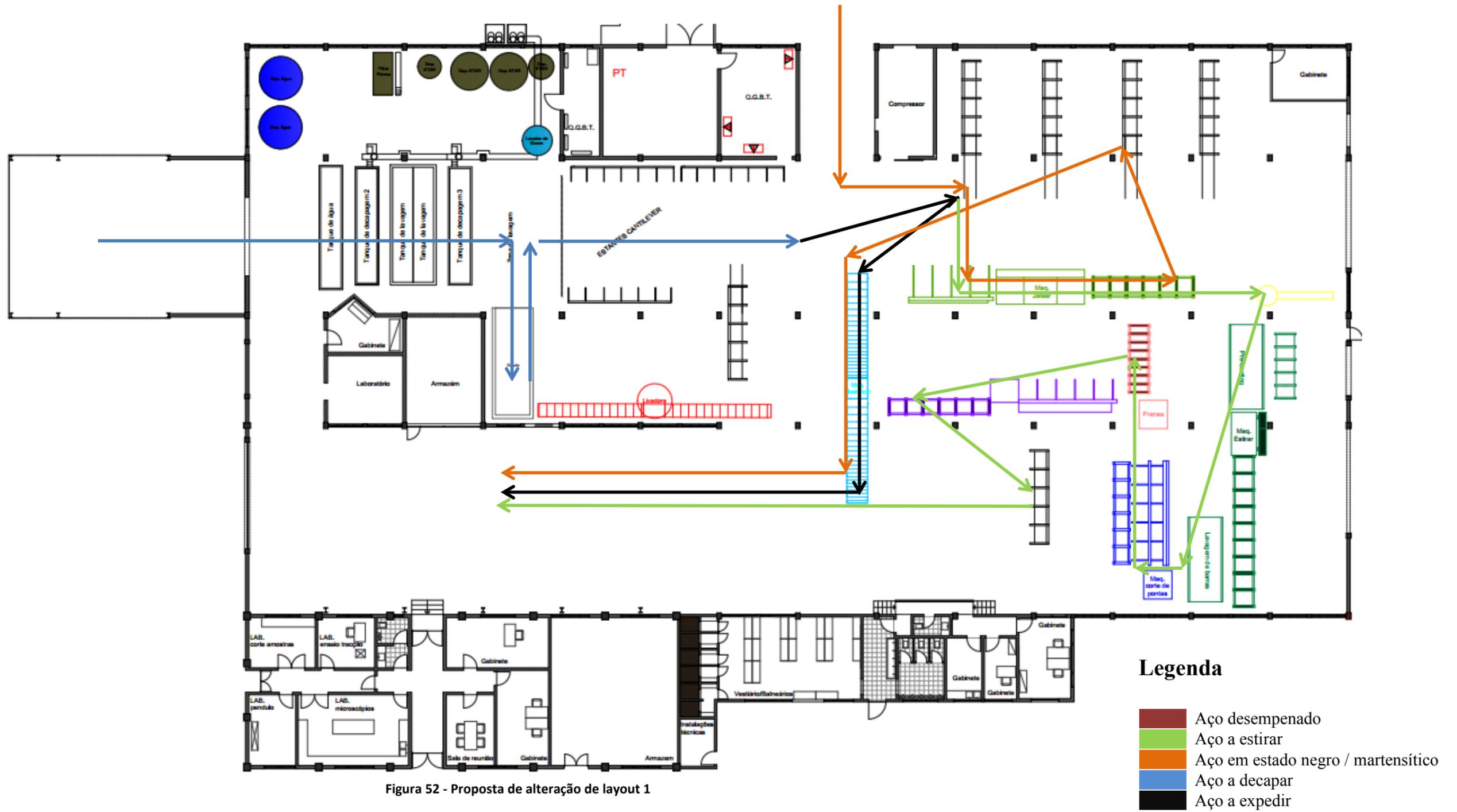


Figura 52 - Proposta de alteração de layout 1

### Proposta de alteração de *layout* 1 - Descrição

As tabelas abaixo apresentadas mostram as diferenças das distâncias entre o *layout* actual e a proposta de *layout* 1.

Aço estirado	
Distância [m]	Distância [m]
Actual	Proposta Layout 1
202,6	100

Tabela 12 - Comparação de distâncias do *Layout* 1\_Aço estirado

Aço em estado negro / martensítico	
Distância [m]	Distância [m]
Actual	Proposta Layout 1
130,8	101

Tabela 11 - Comparação de distâncias do *Layout* 1\_Aço estado negro/martensítico

Aço para expedir	
Distância [m]	Distância [m]
Actual	Proposta Layout 1
110,7	110,7

Tabela 13 - Comparação de distâncias do *Layout* 1\_Aço a expedir

É possível verificar que em todos os tipos de produto existe uma redução considerável de deslocamentos. No caso do processo de fabrico de aço estirado é possível uma poupança de aproximadamente 50% da distância percorrida actualmente.

Proposta de alteração 2

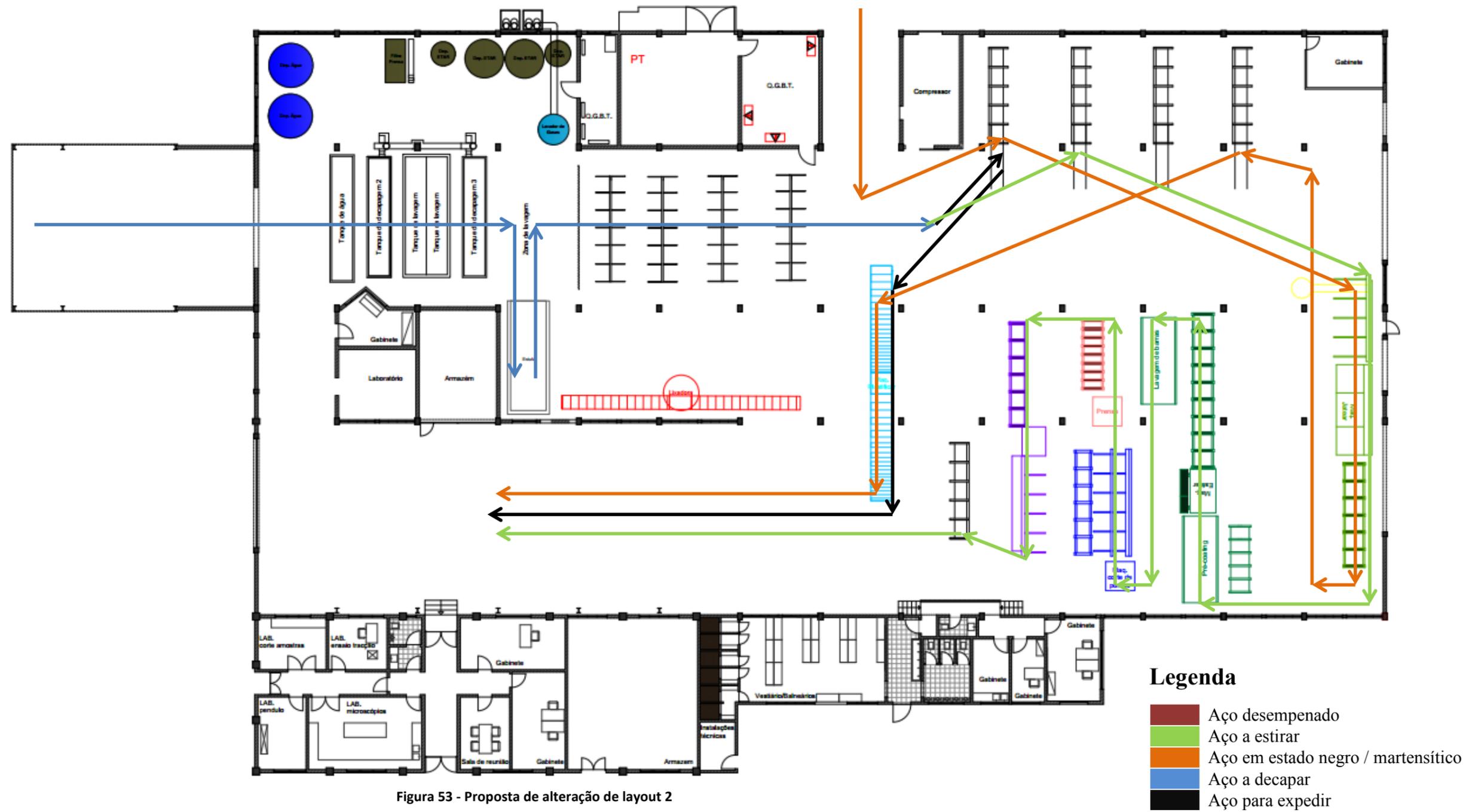


Figura 53 - Proposta de alteração de layout 2

### Proposta de alteração de *layout* 2 - Descrição

As tabelas abaixo apresentadas mostram as diferenças das distâncias entre o *layout* actual e a proposta de *layout* 2.

Aço estirado	
Distância [m]	Distância [m]
Actual	Proposta Layout 1
202,6	162

Tabela 15 - Comparação de distâncias do *Layout* 2\_Aço estirado

Aço em estado negro / martensítico	
Distância [m]	Distância [m]
Actual	Proposta Layout 1
130,8	141

Tabela 14 - Comparação de distâncias do *Layout* 2\_Aço em estado negro/martensítico

Aço para expedir	
Distância [m]	Distância [m]
Actual	Proposta Layout 1
110,7	110,7

Tabela 16 - Comparação de distâncias do *Layout* 2\_Aço a expedir

Observando as tabelas é possível afirmar que este *layout* é favorável para os aços estirados, poupando cerca de 20% das deslocações. Contudo, no caso do aço em estado negro ou martensítico verifica-se uma penalização da distância total.



## 4. CONCLUSÕES

### 4.1. Projecto

Com a situação económico-financeira adversa vivida actualmente pela indústria, torna-se fulcral dirigir todos os esforços disponíveis para a obtenção de uma menor quantidade de desperdício e consequentemente aumentar os ganhos. Para tal, é necessário a adopção de métodos de trabalho e ferramentas já testadas com sucesso mundialmente (*Lean Manufacturing*, Seis Sigma, 5'S).

As propostas de melhoria apresentadas na presente dissertação têm como objectivo a melhoria do desempenho laboral dos sectores em estudo (decapagem e embalagem).

Estas basearam-se em vários factores, sendo eles:

- Ergonómicos;
- Económicos;
- Estéticos;
- Produtivos.

De entre as propostas de melhoria sugeridas, foram sendo implementadas algumas ao longo dos seis meses decorridos, como por exemplo o desmantelamento/inutilização do forno de tratamento térmico, a aplicação de 5'S no sector da decapagem e a manutenção dos equipamentos do mesmo sector.

Contudo, o objectivo a longo prazo do presente projecto é a criação de condições de trabalho que permitam obter um sistema de produção alinhado de forma a eliminar o actual estrangulamento verificado no sector da embalagem.

## 4.2. Estágio

O presente estágio permitiu a aplicação prática de conhecimentos teóricos adquiridos ao longo do processo estudantil.

É possível concluir que a realização do estágio curricular permitiu ao autor da presente dissertação crescer a nível profissional e acima de tudo pessoal.

A vivência diária com a realidade laboral permitiu obter a percepção do quão difícil é a adaptação às diferenças humanas, sobretudo quando estas estão sob a pressão da mudança.

A realização do estágio foi portanto uma experiência bastante positiva pois permitiu contactar e aprender com pessoas com diferentes graus de aprendizagem e experiência.

---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Productivity Press Development Team (1996), “5S for operators: 5 pillars of the visual workplace ”, baseado em “5 pillars of the visual workplace / Hiroyuki Hirano, (1995). Productivity Press.
- Sobek II, Durward K. e Smalley, Art (2008), “Understanding A3 Thinking: Keys and Tools for PDCA Management”. Productivity Press.
- Brook, Quentin (2010), Lean Six Sigma and Minitab: The Complete Toolbox Guide for All Lean Six Sigma Practitioners (3rd ed.). United Kingdom: OPEX Resources Ltd.
- Ribeiro, Assis (2013, 4 de Junho), “Excesso de produção da gigante siderurgia chinesa ameaça o sector”. Acedido a 25 de Junho de 2013, em: <http://www.advivo.com.br/blog/luisnassif/excesso-de-producao-de-aco-na-china-ameaca-setor>
- Duret, Daniel e Pillet, Maurice (2009), “Qualidade na Produção - da ISO 9000 ao Seis Sigma”, Lisboa: Lidel.
- Pinto, João Paulo (2011), “Pensamento Lean : a filosofia das organizações vencedoras” 4ª edição, Lisboa: Lidel.
- Courtois, Alain (2011), “Gestão da produção”, 7ª edição, Lisboa: Lidel.
- Ferreira, Luís Miguel D. F., Silva, Cristóvão e Mesquita, Carolina, “Melhoria de um Processo Logístico de Reabastecimento Interno Recorrendo à Metodologia DMAIC”, Artigo.
- Stahleisen (2003), “Steel Manual”. Alemanha: Steel Institute VDEh.



## ANEXO A – PLANO DO PROJECTO

**Objectivo:** Incremento da produção da embalagem para 1000 Ton

**Líder de projecto:** José Santos

**Elaborado por:** Ana Carreira



#	Actividades	Janeiro				Fevereiro				Março				Abril				Maio				Junho				Julho			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1	<b>Definir</b>																												
1.1	Reconhecimento de zonas afectas à melhoria																												
1.2	Descrição do método actual de produção																												
1.3	Definição dos passos a medir																												
2	<b>Medir</b>																												
2.1	Recolha de tempos de processamento																												
2.1.1	movimentos - matéria																												
2.1.2	movimentos - homem																												
2.2	SIPOC																												
2.3	Identificação de problemas estruturais																												
2.4	Identificação de problemas ergonómicos																												
3	<b>Analisar</b>																												
3.1	Análise de fluxo de materiais																												
3.2	Análise de movimentos-homem																												
3.3	Análise dos tempos																												
3.4	Identificação dos materiais necessários em cada posto de trabalho																												
3.5	Brainstorming																												
3.6	Proposta de solução																												
3.7	Discussão de solução																												
	<b>Implementar</b>																												
4.1	Consulta de fornecedores																												
4.2	Implementação de solução																												
5	<b>Controlar</b>																												



## ANEXO B – LISTAGEM DE IDEIAS (*BRAINSTORMING*)

	Ideias	Pontos	Zona afectada
1	Passagem dos estrados para a embalagem sem necessidade de recorrer ao empilhador	2	Embalagem
2	Mudar o forno de TT	10	Embalagem
3	Ponte para a máquina do jacto /prolongamento dos rolos do jacto	5	Embalagem
4	Aumentar a zona de descarga do aço	2	Embalagem
5	Alteração da ordem dos tanques de decapagem	0	Decapagem
6	Melhoria do sistema de secagem do aço	13	Decapagem
7	Máquina de cintar em cada bancada	5	Embalagem
8	Sistema de carregamento de cavaletes	2	Decapagem
9	Mesa de pesagem e plastificação	2	Embalagem
10	Jactear todo o material	2	Embalagem
11	Sistema automático de rebarbar	0	Embalagem
12	Melhorar a qualidade da matéria-prima	1	Geral
13	Distribuição do material de decapagem entre TA e TC	0	Decapagem
14	Criação e execução de um plano de manutenção	5	Geral
15	Mais espaço na embalagem / alteração do layout	4	Embalagem
16	Melhor qualidade dos discos lamela	1	Embalagem
17	Alterar a localização da máquina de estirar para não ocupar o corredor da embalagem	2	Embalagem
18	Substituição/reparação dos carros de transporte	3	Embalagem
19	Fabrico de mais cavaletes para o aço estirado	1	Decapagem
20	Aquisição de uma tostadeira	0	Geral
21	Harmonia em equipa	1	Geral
22	Melhorar a qualidade da laminagem	6	Embalagem
23	Aspiração central nas bancadas	2	Embalagem
24	Raques cantilever para a expedição	1	Expedição
25	Melhorar bancadas de trabalho	1	Embalagem
26	Melhorar o processo de desempenho	1	Embalagem
27	Melhorar condições de trabalho	0	Geral
28	Melhorar a comunicação	0	Geral
29	Melhorar as máquinas existentes	0	Geral
30	Aquisição de roupa adequada para o inverno	1	Geral
31	Substituição / reparação da cobertura da secção da embalagem	1	Embalagem
32	Melhorar as condições do gabinete	0	Geral
33	Melhorar a zona de lavagem	1	Decapagem
34	Proteger a zona de carga dos cavaletes	2	Decapagem
35	Melhorar a zona dos estrados entre os tanques	0	Decapagem
36	Melhorar a qualidade da água de lavar	0	Decapagem
37	Doseadores automáticos dos ácidos nos tanques	0	Decapagem
38	Valor do prémio igual para todos	0	Geral
39	Manutenção preventiva à ponte	1	Embalagem
40	Melhoria do planeamento	5	Geral
41	Limpeza e arrumação dos materiais	0	Geral
42	Colocação de borracha no cavalete de forma a não permitir que as barras caiam	0	Decapagem
43	Aumento dos carris da ponte da decapagem para o parque da decapagem	1	Decapagem
44	Melhoria do sistema de filtragem - Filtro prensa	1	Decapagem
45	Novo pavilhão / mais espaço para a expedição	3	Expedição
46	Criação de mecanismo de empilhamento de barras	1	Embalagem
47	Melhorar o sector da qualidade - mais pessoas	2	Geral



## ANEXO C – PLANO DE ACTIVIDADES 5'S



### Projecto 5'S

Líder de projecto: José Santos  
Realizado por: Ana Carreira



	Actividade	Responsável	Previsto		Realizado	
			Início	Fim	Início	Fim
Seleccção	Realização do inventário de máquinas na secção de DECAPAGEM	AC	20-Mar	20-Mar	21-Mar	21-Mar
	Realização do inventário de materiais na secção de DECAPAGEM	AC	20-Mar	20-Mar	21-Mar	21-Mar
	Realização do inventário de máquinas na secção de ETAR	AC	21-Mar	21-Mar	21-Mar	21-Mar
	Realização do inventário de materiais na secção da ETAR	AC	21-Mar	21-Mar	21-Mar	21-Mar
	Identificação de materiais necessários/desnecessários	AC	22-Mar	22-Mar	22-Mar	22-Mar
	Formação de colaboradores	NM	03-Jun	-	03-Jun	
	Dia da selecção	JS	04-Abr	04-Abr	04-Abr	04-Abr
Organização	Realizar levantamento da situação actual de organização de materiais	AC	05-Abr	05-Abr	05-Abr	05-Abr
	Realizar / propor formas de organização dos materiais	AC	28-Mar	01-Jul	28-Mar	
	Manutenção de equipamentos	JG				
Limpeza	Realização de plano de limpeza	AC	26-Fev	26-Mar	26-Mar	02-Abr
	Implementação do plano de limpeza	LL	27-Mar	27-Mar	02-Abr	02-Abr
	Dia da grande limpeza (1º turno)	JS	24-Abr	24-Abr	24-Abr	24-Abr
	Dia da grande limpeza (2º turno)	JS	31-Mai	31-Mai	31-Mai	31-Mai
	Dia da grande limpeza (3º turno)	JS	07-Jun	07-Jun	07-Jun	07-Jun
Normalização	Elaboração de ET's para o processo de manutenção da ETAR	AC	21-Mar	01-Jul		
Disciplina	Aferição da continuidade do plano de limpeza	AC	27-Mar	31-Jul		



## ANEXO D – INVENTÁRIO DE MÁQUINAS E OBJECTOS



### Inventário

**Localização:** Decapagem

Quantidade	Descrição	Ref.	Dispensável		Reconverter
			Sim	Não	
1	Tanque H2O	Dec1		X	
2	Tanque H2O borbulhada	Dec2		X	
2	Tanque de decapagem	Dec3		X	
	Cavaletes 6 prateleiras	Dec4		X	
	Cavaletes 8 prateleiras	Dec5		X	
5	Cavaletes de apoio do suporte	Dec6		X	
1	Contentor de sucata de ferro	Dec7		X	
2	Ventilador	Dec8		X	X
1	Estrutura metálica para estufa	Dec9	X		
2	Alicates	Dec10		X	
4	Chave	Dec11		X	
2	Pistolas de lavagem a alta pressão	Dec12		X	
1	PR032	Dec13		X	
1	PR033	Dec14		X	
	Barras de marcação	Dec15		X	
2	Comandos PR	Dec16		X	
1	Balde para lixo	Dec17		X	X
1	Bidão	Dec18		X	X
1	Mangueira	Dec19		X	
3	Cavaletes pequenos	Dec20		X	
1	Caixa de plástico	Dec21	X		
2	Caixote do lixo (plásticos)	Dec22		X	
1	Caixote do lixo	Dec23		X	
	Luvas	Dec24		X	
	Óculos	Dec25		X	
	Auriculares	Dec26		X	
1	Chuveiro	Dec27		X	
1	Porta paletes	Dec28		X	
	Barrotes	Dec29	X		
	Cintas	Dec30	X		



## ANEXO E – TAXA DE UTILIZAÇÃO



### Taxa de utilização

Localização: Decapagem

Quantidade	Descrição	Ref.	Taxa de utilização
1	Tanque H2O	Dec1	Diário
2	Tanque H2O borbulhada	Dec2	Diário
2	Tanque de decapagem	Dec3	Diário
	Cavaletes cantilever	Dec4	Diário
5	Cavaletes	Dec5	Diário
1	Contentor de sucata de ferro	Dec6	Diário
1	Ventilador	Dec7	Diário
1	Estrutura metálica para estufa	Dec8	Nunca
2	Alicates	Dec9	Diário
4	Chave	Dec10	Diário
2	Pistolas de lavagem a alta pressão	Dec11	Diário
1	PRO32	Dec12	Diário
1	PRO33	Dec13	Diário
	Barras de marcação	Dec14	Diário
2	Comandos	Dec15	Diário
1	Balde	Dec16	Diário
1	Bidão	Dec17	Diário
1	Mangueira	Dec18	Diário
3	Cavaletes pequenos	Dec19	Diário
1	Caixa de plástico	Dec20	Nunca
2	Recipiente para resíduos plásticos	Dec21	Diário
1	Recipiente para resíduos banais	Dec22	Diário
	Luvas	Dec23	Diário
	Óculos	Dec24	Diário
	Auriculares	Dec25	Diário
1	Chuveiro	Dec26	1 vez/mês
1	Porta paletes	Dec27	2 em 2 dias
	Barrotes	Dec28	Nunca
	Cintas	Dec29	Diário



## Necessidades



## ANEXO F – LISTAGEM DE NECESSIDADES 5'S

## Localização: Decapagem

## Descrição do produto

Placa perfurada  
 Ganchos de suporte de ferramentas  
 Tinta azul  
 Calha  
 Caixote do lixo  
 Mini tanque de decapagem  
 Suporte de mangueira  
 Suporte de EPI's

## Função

Suportar ferramentas  
 Pintar depósito de ferro  
 Suporte de fios electricos  
 Substituição do bidão junto ao tanque  
 Substituição de caixa de plástico

## Concluído

DONE  
 DONE  
 DONE

## Localização: ETAR

## Descrição do produto

Placa perfurada  
 Ganchos de suporte de ferramentas  
 Tinta azul  
 Mesa  
 Bomba  
 Tinta amarela  
 Desengordurante

## Função

Suportar vassouras/pás  
 Pintar depósito de lamas  
 Reparação  
 Escoamento da fossa FP  
 Marcação do chão

DONE  
 DONE  
 DONE  
 DONE  
 DONE

## Localização: Gabinete

## Descrição do produto

2 Cadeiras  
 1 Mesa  
 1 Armário

## Função

Substituição  
 Substituição da mesa danificada  
 Arrumar arquivos e folhas de produção

DONE  
 DONE  
 DONE



**BOLLINGHAUS**  
STEEL  
**ANEXO G – PLANO DE LIMPEZA**

**PLANO DE LIMPEZA**



Localização: Decapagem

Sector	Decapagem
MES	Abril
RESPONS.	

Dia	Recolha de lixo			Chão / Acessos			Tanque H2O			Tanque Decapagem			Tanque Borbulhação											
	21H-05H	05H-13H	13H-21H	21H-05H	05H-13H	13H-21H	Interior	Exterior	Interior	Exterior	Interior	Exterior	Interior	Exterior										
1	seg																							
2	ter																							
3	qua																							
4	qui																							
5	sex																							
6	sáb																							
7	dom																							
8	seg																							
9	ter																							
10	qua																							
11	qui																							
12	sex																							
13	sáb																							
14	dom																							
15	seg																							
16	ter																							
17	qua																							
18	qui																							
19	sex																							
20	sáb																							
21	dom																							
22	seg																							
23	ter																							
24	qua																							
25	qui																							
26	sex																							
27	sáb																							
28	dom																							
29	seg																							
30	ter																							
31	qua																							
<b>PERIODIC.</b>		2 em 2 dias		Semanal			Trimestral			Mensal			Trimestral			Mensal			Trimestral			Mensal		



\* É de responsabilidade de todos os operadores manter os espaços comuns em perfeitas condições.  
\* As limpezas semanais deverão ser asseguradas pelo turno das 13H às 21H.



## ANEXO H – CHECK LIST DA AUDITORIA 5'S

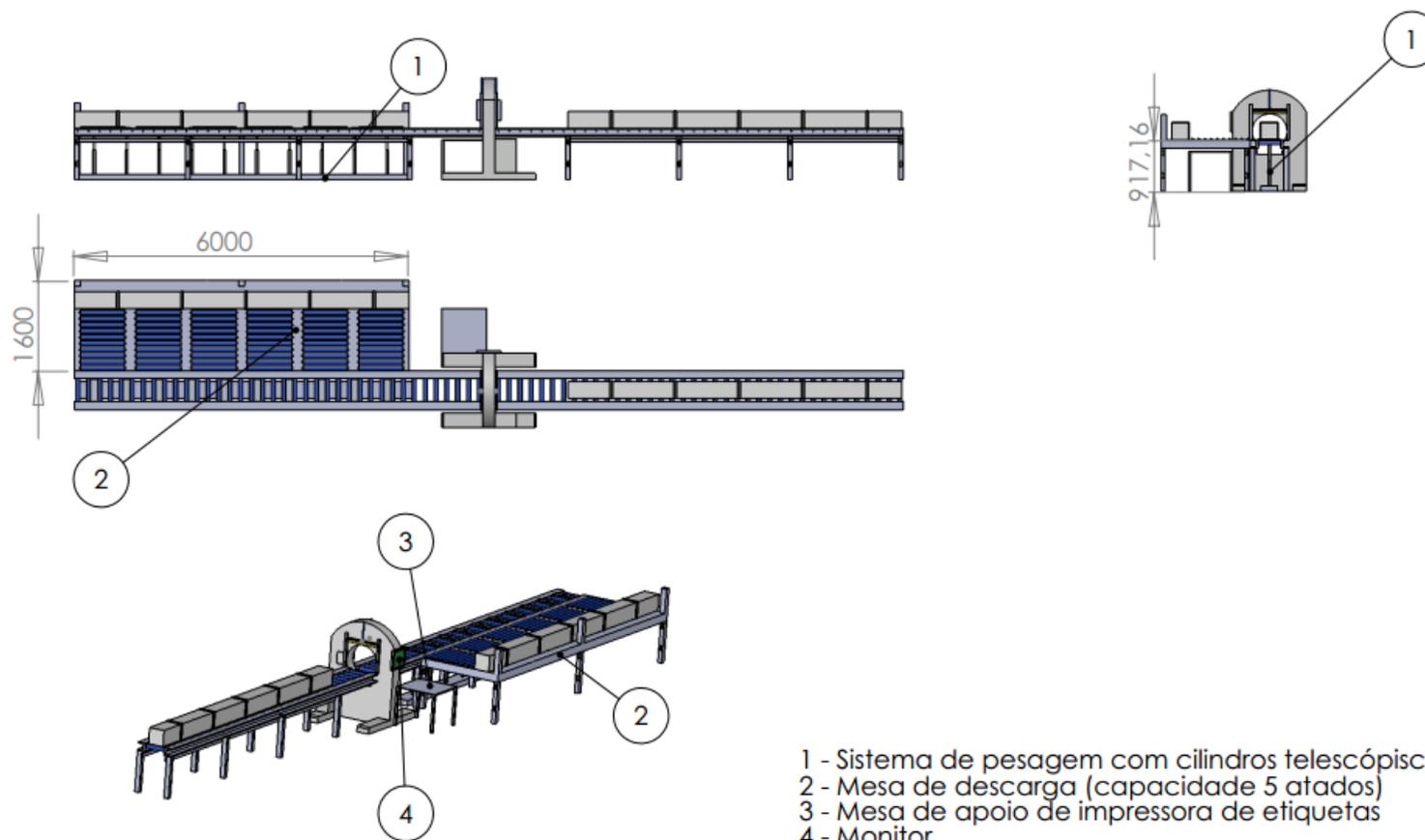


## Auditoria 5 S (Check List)

ÁREA:		RESPONSÁVEL:					
AUDITORES:		DATA AUDITORIA: 28-05-2013					
SENSO 1 - SELECÇÃO	ASSUNTO A SER AUDITADO	DESCRIÇÃO	PONTUAÇÃO				
			0	1	2	3	4
	1.1 Materiais	Todo o material e equipamentos móveis na área são necessários					
	1.2 Outros materiais	Materiais inúteis, produto semi-acabado e resíduos no PT					
	1.2 Documentos	Todos os documentos se encontram actualizados e preenchidos					
	1.3 Ferramentas / instrumentos	Todos os instrumentos se encontram devidamente calibrados e etiquetados					
	1.4 Procedimentos e registos	Conhecimento e aplicação da última versão dos documentos					
1.5 Desperdício de água, energia, etc.	Torneiras a pingar ou lâmpadas ligadas desnecessariamente						
<b>TOTAL DE PONTOS</b>			<b>0</b>				
SENSO 2 - ORGANIZAÇÃO	ASSUNTO A SER AUDITADO	DESCRIÇÃO	PONTUAÇÃO				
			0	1	2	3	4
	2.1 - Delimitação de espaço	Todos os equipamentos se encontram dentro dos limites destinados para os mesmos					
	2-2 - Armazenamento de materiais	Todos os recipientes, paletes e madeiras se encontram armazenados de forma adequada					
2-3 Armazenamento de ferramentas	Todas as ferramentas se encontram devidamente organizadas nos locais definidos						
<b>TOTAL DE PONTOS</b>			<b>0</b>				
SENSO 3 - LIMPEZA	ASSUNTO A SER AUDITADO	DESCRIÇÃO	PONTUAÇÃO				
			0	1	2	3	4
	3-1 Estado do solo	No chão são visíveis marcas de óleo, águas, sujidade e desperdícios					
	3-2 Máquinas	As máquinas encontram-se limpas (sem marcas de óleo, poeiras ou resíduos)					
	3-3 Ferramentas	As ferramentas encontram-se devidamente limpas e organizadas					
	3-4 Gabinete	O gabinete encontra-se devidamente limpo e organizado					
	3-5 Plano de Limpeza	O plano de limpeza encontra-se em funcionamento					
3-6 Geral	Existem beatas no chão						
<b>TOTAL DE PONTOS</b>			<b>0</b>				
SENSO 4 - ASSEIO	ASSUNTO A SER AUDITADO	DESCRIÇÃO	PONTUAÇÃO				
			0	1	2	3	4
	4.1 Fardas	Os trabalhadores encontram-se a utilizar fardas sujas ou inapropriadas					
	4.2 Estrutura	O tecto encontra-se partido ou danificado					
	4.2 Estrutura	O solo encontra-se partido (estrado) ou danificado					
4.2 Estrutura	Existem problemas de frio ou calor						
<b>TOTAL DE PONTOS</b>			<b>0</b>				
SENSO 5 - RIGOR	ASSUNTO A SER AUDITADO	DESCRIÇÃO	PONTUAÇÃO				
			0	1	2	3	4
	5.1 EPI's	Os equipamentos de protecção são correctamente utilizados					
5.2 Limpeza	O plano de limpeza encontra-se a ser cumprido						
<b>TOTAL DE PONTOS</b>			<b>0</b>				



## ANEXO I – MÁQUINA DE PLASTIFICAR COM MESA DE DESCARGA (DESENHO)





## ANEXO J – PROPOSTA DE BANCADA DE REBARBAR

