

UNIVERSIDADE ABERTA



UNIVERSIDADE
AbERTA
www.uab.pt

**Automatização do fluxo de material em linha de
montagem - Estudo de Caso da *SRNHP***

Sara Pinheiro

TRABALHO DE PROJETO DE MESTRADO EM GESTÃO/ MBA

Trabalho de Projeto apresentado para cumprimento dos requisitos necessários à
obtenção do grau de Mestre (de acordo com a alínea b) do artigo 28.º do Regulamento Geral
da Oferta Educativa da UAb)

Lisboa, 2018

UNIVERSIDADE ABERTA



UNIVERSIDADE
AbERTA
www.uab.pt

**Automatização do fluxo de material em linha de
montagem - Estudo de Caso da *SRNHP***

Sara Pinheiro

TRABALHO DE PROJETO DE MESTRADO EM GESTÃO/ MBA

Trabalho de Projeto apresentado para cumprimento dos requisitos necessários à
obtenção do grau de Mestre (de acordo com a alínea b) do artigo 28.º do Regulamento Geral
da Oferta Educativa da UAb)

Orientadora: Professora Doutora Maria do Rosário Matos Bernardo

Lisboa, 2018

Agradecimentos

Ao meu marido,

Paradigma de amor, de cumplicidade e de motivação pelo seu apoio incondicional a este trabalho.

Aos meus pais,

Pelo carinho e dedicação que sempre demonstraram;

À minha irmã,

Pela inspiração e incentivo em ir sempre mais além, pese embora a distância geográfica;

Aos meus sogros, segundos pais,

Pelo estímulo intelectual e incentivo gnosiológico;

Ao meu cunhado, irmão do meu marido,

Pelos importantes contributos epistemológicos;

À Direção da *SRNHP*,

Pela colaboração e disponibilidade demonstradas;

Aos meus Professores de Mestrado,

com particular destaque para a Professora Doutora Maria do Rosário Bernardo,
Paradigmas de erudição e generosa disponibilidade;

Aos meus colegas de Mestrado,

Pela partilha de conhecimentos.

A todos.... MUITO OBRIGADA!

Índice

Agradecimentos	II
Lista de Figuras	VII
Lista de Gráficos.....	VIII
Lista de Quadros	VIII
Lista de Siglas e Abreviaturas	IXX
Sinopse	X
1. Introdução	13
1.1. Enquadramento	13
1.2 Descrição do problema	14
1.3. Questão e Objetivos de investigação	14
1.4. Estrutura do Trabalho de Projeto	15
2. Revisão da Literatura: aferição de conceitos operatórios	17
2.1 Definição de Logística	17
2.2 Logística Interna	18
2.3 <i>Lean</i>	19
2.3.1 Evolução Histórica	19
2.3.2 <i>Lean Thinking</i> - Pensamento «Magro»	21
2.3.3 <i>Lean</i> Logístico	25
2.3.4 <i>Lean</i> Logístico - implementação	26
2.3.5 O Controlo Visual e a sua importância	27
2.3.6 <i>Kaizen</i> – Melhoria contínua	27
2.3.7 Diagrama de Ishikawa.....	28
2.3.9 Vantagens competitivas/estratégicas do <i>Lean</i>	29
2.4 Logística e os novos desafios das organizações	30
2.5 Sistemas Flexíveis de Produção.....	31
2.6 A produção automatizada e a robótica no transporte de materiais	33
2.7 Sistemas de manuseamento de material.....	35
3. Caracterização da <i>SRNHP – Componentes de Automóveis, Lda</i>	39
3.1 Identificação.....	39
3.2 Organização	40
3.3 Produtos e Mercados.....	42
3.4 Processos Produtivos	44

3.5 Instalações.....	46
3.6 Produção	47
3.7 Investigação e Desenvolvimento	47
3.8 Serviços de Apoio	47
4.METODOLOGIA.....	50
4.1 Métodos e técnicas de abordagem	50
4.2 Instrumentos e procedimentos utilizados.....	50
5. ESTUDO DE CASO	53
5.1 Introdução	53
5.2 Caracterização do Processo	53
5.3 Análise crítica ao processo atual.....	62
5.4 Descrição dos problemas identificados.....	65
5.5 Propostas de melhoria.....	66
5.6 Resultados da aplicação da proposta elaborada neste estudo	75
5.7 Análise financeira do projeto de investimento	76
5.8 Propostas de melhoria futura	78
5.9 Aplicação dos conceitos operatórios ao Estudo de Caso.	80
6. CONCLUSÃO.....	83
6.1 Síntese e Conclusões.....	83
6.2 Limitações do estudo	84
6.3 Sugestões de futuras linhas de investigação	85
ANEXOS	XI
ANEXO 1 - Figuras.....	XII

Lista de Figuras

Figura 1 - Diagrama de Ishikawa	28
Figura 2 - Resumo histórico	40
Figura 3 - Organigrama da SRNHP (2017) <i>Fonte: Elaboração própria</i>	41
Figura 4 - Localizações das Fábricas da divisão Chassis&Safety.....	41
Figura 5 - Travão de disco.....	42
Figura 6 - Localização dos clientes	43
Figura 7 - Localização dos Fornecedores	44
Figura 8 - Carcaça e Suporte	44
Figura 9 - Layout Maquinação – Edifício 1	45
Figura 10 - Layout Montagem – Edifício 2.....	46
Figura 11 - Vista geral da unidade industrial	46
Figura 12 - Fluxo de material	55
Figura 13 - Movimentação de material no processo produtivo da Maquinação	56
Figura 14 - Movimentação de material no processo produtivo da Montagem.....	58
Figura 15 - <i>Layout</i> atual	63
Figura 16 - Diagrama de <i>Ishikawa</i> – Análise ao processo	64
Figura 17 - <i>Layout</i> proposto	68
Figura 18 - Layout proposto com AGV's.....	71
Figura 19 - Modelo de AGV a Laser proposto.....	74
Figura 20 - Modelo de AGV de garfos laterais	79
Figura 21- <i>Racks</i> com produto acabado no armazém de expedição.....	XIII
Figura 22 - Corredor no armazém de expedição	XIV
Figura 23 - Contentores de cliente no armazém de expedição.....	XV
Figura 24 - Doca para expedição de material no armazém de expedição	XVI
Figura 25 - Movimentação de material no armazém de receção.....	XVII
Figura 26 - Paletes dispostas no armazém de receção.....	XVIII
Figura 27 - Contentor de carcaças dispostos no armazém de receção.....	XIX
Figura 28 - Doca para receção de material no armazém de receção	XX

Figura 29 - Empilhador de condução manual.....	XXI
Figura 30 - Linha de produção na montagem.....	XXII
Figura 31 - Linha de produção na montagem.....	XXIII
Figura 32 - Linha de produção na montagem.....	XXIV
Figura 33 - Linha de produção na montagem.....	XXV
Figura 34 - Linha de produção na montagem.....	XXVI

Lista de Gráficos

Gráfico 1 - Custos históricos relacionados com empilhadores em 2017.....	76
--	----

Lista de Quadros

Quadro 1 - Tempos de transporte de material às linhas de montagem.....	60
Quadro 2 - Volume de produção das linhas de montagem - atuais e previstas 2018	61
Quadro 3 - Volume de produção previsto para as linhas de montagem em 2019	62
Quadro 4 - Estrutura de pessoas na logística de 2018	63
Quadro 5 - Estrutura prevista para 2019 na Logística	69
Quadro 6 - Estrutura proposta de movimentadores de material	70
Quadro 7 - Análise de investimento do projeto dos AGV's.....	78

Lista de Siglas e Abreviaturas

AGV – *Automatic Guided Vehicle* - veículos conduzidos autonomamente;

AGVS – *Automatic Guided Vehicle System* – sistema de veículos conduzidos autonomamente;

BCS – *Bar Code Scanner* – código de barras lidos por scanner;

CAD – *Computer Aided Design* – projeto assistido por computador;

CAM – *Computer Aided Manufacturing* – produção assistida por computador;

CIM5 – *Common Information Model V* – designação utilizada para descrever a completa automatização de uma fábrica;

CNC – *Computer Numeric Control* – centros de maquinação;

CFP – Células Flexíveis de Produção;

ERP - *Enterprise Resource Planning* - sistemas de informação empresariais integrados;

FIFO – *First In First Out* – técnica de gestão de stock, onde o primeiro a entrar é o primeiro a sair;

HBS – *Hydraulic Brake Systems* – sistemas de travagem hidráulicos;

LCD – *Liquid Crystal Display* – painel de cristais para exibição de informação;

MRP4 – *Manufacturing Resource Planning IV* – gestão de recursos de produção;

OEE – *Overall Equipment Effectiveness* – índice global de eficácia dos equipamentos;

OEM – *Original Equipment Manufacturer* – fabricante original de equipamento;

SAP – *Systemanalyse and Programmentwicklung* – sistemas, aplicações e produtos;

SBS – *SRNHP Business System* – filosofia de gestão *SRNHP*

SFP – Sistemas Flexíveis de Produção;

TIC – Tecnologias da Informação e Comunicação;

TIR – Taxa Interna de Rendibilidade

TMC – *Toyota Motor Corporation*;

TPM – *Total Productive Maintenance* – manutenção produtiva total;

TQM – *Total Quality Maintenance* – manutenção qualidade total;

TPS – *Toyota Production System* – sistema de produção da Toyota;

WIP – *Work In Progress* – produto em vias de fabrico;

WM – *Warehouse Management* – gestão automática do armazém;

VAL – Valor atribuído Líquido.

Sinopse

Para o setor automóvel torna-se imperativo a prossecução da excelência para que as variegadas organizações a ele indissociadas possam permanecer competitivas e, assim, corresponderem às exigências do mercado sem descurarem as condições adversas da atual conjuntura económico-financeira.

Pretende-se com o presente trabalho, no contexto da obtenção do grau académico de mestre, investigar e propor uma solução para o transporte e alimentação de linhas de montagem, com a adoção da filosofia *Lean* e aplicação de métodos e formas de automatização.

Após proceder-se a uma revisão da literatura relacionada com os temas associados à filosofia *Lean* e das tecnologias disponíveis de automação em processos de manuseamento e transporte e, ainda, à descrição e análise sobre o funcionamento atual do processo que é objeto de estudo será, então, proposta uma solução de otimização e agilização do processo correspondente à atividade logística secundária da movimentação de materiais, incluindo a respetiva análise financeira do projeto, bem como a proposta de melhorias futuras.

Palavras Chave: *Lean*, Logística, Logística Interna, Armazém, Automatização, Fluxo.

Synopsis

For the automotive sector, it is imperative to pursue excellence so that the variegated organizations associated with it can remain competitive and thus respond to the demands of the market without neglecting the adverse conditions of the current economic and financial environment.

The objective of this work is to investigate and propose a solution for the transport and feeding of assembly lines, with the adoption of a Lean philosophy and the application of methods and forms of automation.

After undertaking a literature review on the thematic associated with the Lean philosophy and technology available for the automation and material handling and perform a description/analysis of the process that is the subject of study, is then presented a solution for optimization for the secondary logistic process of material flow, including the respected financial analysis and future improvements.

Keywords: *Lean, Logistics, Internal Logistics, Warehouse, Automation, Flow.*

1. Introdução

1.1. Enquadramento

Na situação atual em que se encontram os mercados é cada vez mais pertinente o enfoque na otimização dos recursos internos das organizações. De facto, é evidente a crescente pressão a que as organizações estão sujeitas para continuarem competitivas e, assim, poderem sobreviver às condições adversas da atual conjuntura económico-financeira.

O setor automóvel é o reflexo perfeito desta competitividade, pois nele estão representados grandes grupos económicos que mantêm uma constante competição entre si pela primazia do mercado. Dada a parca liquidez financeira atual, as organizações não poderão continuar a lutar pela sua competitividade apenas através do investimento, quer através de ações de marketing, quer através do desenvolvimento de novos produtos ou outros.

Esta situação veio provocar uma profunda alteração nas estratégias das organizações, sendo prova disso as atuais parcerias entre as organizações e as constantes reestruturações das suas áreas de negócio.

Por outro lado, o perfil do consumidor moderno caracteriza-se, predominantemente, pela exigência de elevados requisitos de qualidade e conforto a um preço cada vez mais acessível. Este facto obriga as empresas, que tencionem manter a sua posição no mercado, a uma cuidada e rigorosa análise dos seus recursos e desperdícios.

Enquadra-se neste contexto a redução dos custos inerentes à movimentação de materiais e componentes nos processos produtivos de empresas produtoras de bens, como é o caso da *SRNHP – Componentes de Automóveis, Lda*¹, que prevê um aumento significativo do seu volume de produção para os próximos anos, o que irá obrigar a uma revisão, do ponto de vista estratégico, de todo o processo produtivo por forma a otimizar o seu *output* e, em concomitância, reduzir custos objetivando a eliminação de «gorduras» no processo.

¹ Empresa que é objeto de estudo e cujos conteúdos do presente trabalho, com ela relacionados, foram devidamente autorizados com a necessária alteração da designação original da empresa, assim como a sua localização para acautelar a sua exposição.

1.2 Descrição do problema

A empresa em estudo, cuja atividade é a produção de componentes para o setor automóvel, apresenta um processo de transporte, de alimentação das linhas e posterior armazenagem com meios que requerem alguma integração de mão de obra, o que torna o sistema lento e consequentemente menos eficiente.

Para além do supra referido, o processo de transporte de alimentação da linha e posterior armazenagem é feito através de empilhadores conduzidos por operadores, existindo assim o fator dos riscos associados a uma gestão manual/humana do transporte. Justifica-se, deste modo, a elaboração do presente estudo que incide, fundamentalmente, na análise sobre o seu atual sistema de abastecimento às linhas de montagem, com posterior apresentação de propostas de implementação de soluções automatizadas com base numa filosofia *Lean*, que possam garantir e consolidar a sua posição na indústria automóvel.

1.3. Questão e Objetivos de investigação

Como poderemos obter uma maior eficácia para o transporte e alimentação de linhas de montagem, com a adoção da filosofia *Lean* e aplicação de métodos e formas de automatização?

Pretende-se, como objetivo geral do presente trabalho, apresentar uma proposta de uma solução de otimização e agilização com vista ao aumento da eficiência e qualidade do processo correspondente à atividade logística secundária da movimentação de materiais da *SRNHP – Componentes de Automóveis, Lda.*, com a adoção da filosofia *Lean* e a utilização de métodos e formas de automatização.

Todavia, para a concretização de tal objetivo, torna-se premente proceder-se a uma revisão da literatura relacionada com os temas associados à filosofia *Lean* e ao levantamento das tecnologias atualmente disponíveis de automação em processos de manuseamento e transporte, assim como proceder à caracterização e análise sobre o funcionamento atual do processo que é objeto de estudo.

Assim, são objetivos específicos do presente trabalho:

- A caracterização da Filosofia *Lean* e respetivas ferramentas;

- A identificação e a descrição das novas tecnologias aplicáveis aos processos de manuseamento e transporte;

- A descrição e a análise das ferramentas/métodos/processos/tecnologias que se encontram em utilização no atual sistema de abastecimento às linhas de montagem da empresa;

- A apresentação de proposta(s) e solução(ões) de otimização e agilização do processo em estudo.

Pretende-se que este trabalho não só se aplique aos objetivos académicos para a obtenção do grau académico de Mestre mas, também, que possa ter interesse e aplicação prática na *SRNHP- Componentes de Automóveis, Lda*, no sentido de se encontrar uma melhor solução para o processo de transporte e alimentação das suas linhas de montagem, exequível de implementação, que proporcione um aumento de eficiência e qualidade do seu processo de produção industrial bem como a redução de custos e que, assim, contribua para a competitividade necessária para garantir e consolidar a sua posição na indústria automóvel.

1.4. Estrutura do Trabalho de Projeto

No que concerne à estrutura da dissertação, esta apresentar-se-á do seguinte modo:

No capítulo 1 procurar-se-á contextualizar o tema, referir a problemática e os objetivos a atingir.

No capítulo 2 será efetuada uma revisão da literatura, sendo abordados conceitos e técnicas que se consideram fundamentais para a realização deste estudo, designadamente o conceito de logística e os princípios da filosofia *Lean*, fazendo-se o levantamento e caracterização das ferramentas habitualmente usadas na sua implementação e das tecnologias aplicáveis aos processos de manuseamento e transporte;

No capítulo 3 será realizada a caracterização da empresa *SRNHP*, que é objeto do presente estudo.

No capítulo 4 será apresentada a metodologia, descritos os métodos e técnicas de abordagem, os instrumentos e procedimentos para a recolha da informação aplicada à realização da dissertação.

No capítulo 5, mediante os procedimentos metodológicos antes definidos, proceder-se-á à descrição e análise das ferramentas/métodos/processos/tecnologias que se encontram atualmente em utilização no sistema de abastecimento às linhas de montagem da empresa, com identificação dos problemas identificados. A partir destes elementos, e tendo por base a revisão da literatura, proceder-se-á à proposta de uma solução de otimização e agilização do processo correspondente à atividade logística secundária da movimentação de materiais da *SRNHP*, incluindo a respetiva análise financeira do projeto, bem como a proposta de melhoria futura.

Por último, no capítulo 6 proceder-se-á a uma conclusão do estudo incluindo uma síntese dos capítulos, conclusões sobre o trabalho realizado, apresentação das limitações do estudo e proposta de linhas de investigação futura.

2. Revisão da Literatura: aferição de conceitos operatórios

Neste capítulo, serão apresentados alguns conceitos operatórios que se consideram relevantes para a investigação em curso.

Estes conceitos serão apresentados de uma forma detalhada, recorrendo a autores de referência.

A aferição dos referidos conceitos, com terminologia adequada e pragmática, são um importante contributo para o trabalho de campo que será realizado.

2.1 Definição de Logística

Segundo Carvalho (2002), a definição do conceito de Logística, preconizada pelo *Council of Logistics Management*, insere-se na parte da Gestão da Cadeia de Abastecimento que planeia, implementa e controla o fluxo e armazenamento eficiente e económico de matérias-primas, materiais semi-acabados e produtos acabados, bem como as informações a eles relativas, desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o propósito de atender às exigências dos clientes.

Ainda segundo Carvalho (2002), a Logística é, pois, a área da gestão responsável por prover recursos, equipamentos e informações para a execução de todas as atividades de uma empresa. As atividades da logística contemplam o transporte, a movimentação de materiais, o armazenamento, o processamento de pedidos e a gestão de informação.

O vocábulo «logística» deriva do grego *logos* (λόγος), significando «discurso, razão, rácio, racionalidade, linguagem, frase» e, mais especificamente, da palavra grega *logistiki* (λογιστική), que significa «contabilidade e organização financeira». Por outro lado, a palavra «logística» tem a sua origem no verbo francês *loger*, que significa «alojar ou acolher» tendo sido, inicialmente, usada para descrever a ciência da movimentação, suprimento e manutenção de forças militares no terreno (Ferreira, 1986).

O *Oxford English Dictionary* (2010), define logística como: «O ramo da ciência militar responsável por obter, dar manutenção e transportar material, pessoas e equipamentos». Outra definição, apresentada pelo *Oxford English Dictionary* preconiza

que a logística é «*O tempo relativo ao posicionamento de recursos*». Pode-se, assim, entender a logística como parte integrante da gestão de sistemas humanos e, também, de máquinas / recursos materiais.

A logística é comumente dividida em dois tipos de atividades: as principais e as secundárias (Carvalho, 2002):

- Principais: Transportes, Manutenção de *stocks*, Processamento de Pedidos;
- Secundárias: Armazenagem, Manuseio de materiais, Embalagem, Suprimentos, Planeamento e Sistema de informação.

2.2 Logística Interna

De acordo com Carvalho e Encantado (2006), desde a sua conceção na aplicação militar, o propósito da logística envolve todos os processos de abastecimento nos bastidores do «teatro» das operações. Esta assunção não é diferente da realidade empresarial. Assim, pode-se perceber que a mesma abrange tanto as atividades de abastecimento e de distribuição, como os processos da logística interna, seja numa indústria ou num centro de distribuição.

Ainda segundo estes autores há, assim, um enfoque na importância da logística interna, bastando observar que antes de distribuir uma mercadoria, a empresa precisa processar informações, desenvolver fornecedores, acionar compras, receber e verificar materiais, embalar e movimentar produtos, colocando-os em armazém, de forma apropriada para preservar a sua integridade. É preciso, ainda, planear e controlar *stocks* e produção, movimentar e armazenar mercadorias, otimizar *layouts* e fluxos de materiais e pessoas, qualificar colaboradores e parceiros, medir e gerir custos, avaliar e auditar a qualidade, entre outros. Todas estas atividades estão contempladas na logística empresarial, uma vez que possuem uma importância vital para o negócio, implicando a sua viabilidade económica e vantagens competitivas.

Segundo Pinto (2008) sem a gestão do abastecimento, também designada de logística *inbound*², deixar-se-ia de prover os materiais requeridos à operação da empresa. Os processos da logística interna, por sua vez, são os responsáveis pela movimentação e armazenagem dos materiais dentro da empresa. Sem essas atividades não haveria o fluxo e, portanto, não existiriam as transformações que agregam valor aos

² Logística *Inbound* – Logística interna relacionada com a recepção de materiais.

produtos. Quando a logística interna está comprometida, os custos podem até inviabilizar os processos produtivos, deteriorando uma vantagem competitiva conquistada nos demais processos. Deste modo, pode-se afirmar que, sem uma logística integrada, interna e externamente, os fluxos seriam interrompidos ocasionando ruturas no atendimento da procura e necessidades dos clientes.

Ainda segundo este autor, compreende-se, assim, que uniformizar, normalizar ou estandardizar, significa adotar um procedimento comum a todos os intervenientes, seguindo a mesma sequência, as mesmas operações e as mesmas ferramentas.

2.3 Lean

2.3.1 Evolução Histórica

A história do *Lean* não pode ser dissociada da história da companhia Japonesa Toyota. Esta evolução inicia-se com a invenção da máquina de fiar elétrica, no século XIX, pelo autodidacta *Sakichi Toyoda* revolucionando, assim, a indústria têxtil. O seu filho *Kiichiro Toyoda*, dando continuidade ao trabalho iniciado pelo pai, inventou um mecanismo que parava a máquina de fiar quando um fio quebrava evitando, deste modo, a produção de fios defeituosos. O objetivo destas invenções era tornar a produção mais eficiente, eliminando os desperdícios (Togo, 1993).

Togo (1993) afirma ainda que, durante as suas viagens aos Estados Unidos da América, *Kiichiro Toyoda* interessou-se pela emergente indústria automóvel que estava, nessa época, a dar os seus primeiros passos, vendendo a sua patente da máquina de fiar para dar assim início à fundação da *Toyota Motor Corporation (TMC)*, em 1937.

De acordo com Womack *et al* (1990), no período imediatamente anterior à Segunda Guerra Mundial, a *Toyota* apresentava um mercado, comparativamente ao americano, mais pequeno e mais fragmentado (nos Estados Unidos da América produzia-se uma média de 9.000 unidades por mês enquanto que na *TMC* produziam-se, em média, cerca de 900 unidades). A produção em série era o passo seguinte para que fosse possível a afirmação da *TMC* no mercado competitivo e sectorial da indústria automóvel. De referir que no período após a Segunda Guerra Mundial, a indústria automóvel no Japão encontrava-se em grande dificuldade devido à parca disponibilidade de recursos, nomeadamente no que concerne à mão de obra especializada, ao espaço, às matérias primas, às infraestruturas, entre outros, ao

contrário do que se sucedia nos Estados Unidos da América e na Europa. Por esta razão, a *TMC* percebeu que a sua estratégia passaria por oferecer ao mercado algo que não existisse ainda na concorrência, tal como uma maior variedade de produtos com uma melhor qualidade e ao menor preço possível.

Ainda segundo Womack *et al* (1990), de forma a alcançar o objetivo anteriormente referido, a *Toyota* implementou o sistema de produção em massa protagonizado por *Henry Ford* mas adaptado à sua própria realidade. O sistema aplicado por *Henry Ford* apresentava algumas limitações, dado que era um processo de fabrico desenhado para produção de grandes quantidades para um número limitado de modelos. Exemplo disso é o facto do Ford modelo T apresentar apenas uma cor disponível, a cor preta.

Segundo Womack e Jones (2003), nos anos 50 do século XX, o então Diretor da *Toyota Taiichi Ohno* e precursor das ideias de *Kiichiro Toyoda*, viu-se obrigado a desenvolver um sistema de fabrico completamente novo, uma vez que dispunha de poucos recursos e pretendia oferecer uma maior variedade de produtos. Este novo sistema desenvolvido, designado por *Toyota Production System (TPS)*³, tinha como principal objetivo a eliminação do desperdício existente nos processos. O *TPS* caracteriza-se por ser um método com uma abordagem proativa que se foca essencialmente na célere identificação dos problemas e no planeamento da manutenção preventiva. O *TPS* é ajustado para a produção, aplicando processos de simplificação de trabalho, materiais e mão de obra tão eficientes quanto possível, fazendo todos os esforços para eliminar perdas (*MUDA*), desigualdades (*MURA*) e sobrecargas (*MURI*).

Segundo Ohno (1988), o *TPS* tem as seguintes premissas:

- Redução de custos através da eliminação de desperdícios;
- Simplificação dos processos para obter e assegurar produtos de qualidade;
- Agilização dos processos e locais produtivos para que respondam rapidamente às alterações;
- Os locais de trabalho devem ser organizados, baseados no respeito pelo ser humano, confiança e apoio mútuos, de forma a permitir que cada trabalhador desenvolva todas as suas potencialidades.

³ *TPS - Toyota Production System* - também conhecido como *Lean Manufacturing*.

De acordo com o autor Womack *et al* (1990), durante as décadas de 60 e 70 do século XX, o *TPS* adquiriu grande notoriedade e cultivou adeptos por todo o Japão, chegando até aos Estados Unidos da América, de tal forma que nos finais da década de 70 do século XX este método passou a ser adotado em massa pelo empresário americano. No entanto, existia o problema do registo da marca pois o termo *TPS* já se encontrava patenteado. Deste modo, no meio académico, procurou-se encontrar uma designação aceite por todos e que demonstrasse o conceito. Neste contexto, surgiram várias sugestões tais como «*Just-in-Time Production*», «*World Class Manufacturing*», «*Continuous Flow Manufacturing*», entre outros, mas nenhum foi unânime. Com o livro *The Machine That Changed The World* escrito por James P. Womack, Daniel Roos e Daniel T. Jones, apresentado em 1990, o termo «*Lean Manufacturing*» é introduzido e comumente aceite pela comunidade académica.

2.3.2 Lean Thinking - Pensamento «Magro»

Segundo Womack *et al* (1990) as pedras basilares necessárias à implementação do princípio *Lean* numa organização estão divididas em cinco fases: valor, atividades geradoras de valor, fluxo logístico, sistema *pull* e perfeição.

1. Valor

Segundo Pinto (2008), o ponto de partida do *LeanThinking* é o valor e este apenas pode ser definido pelo cliente pois é este que identifica as suas necessidades e quanto está disposto a pagar por elas. Tudo o que o cliente não está disposto a pagar, é desperdício, resultando numa oportunidade de melhoria. A empresa deve ser capaz de proporcionar ao cliente a solução para os seus problemas, a satisfação das suas necessidades a um preço acessível e entregas no tempo certo com a qualidade máxima na quantidade desejada. Não é simples mensurar o valor dado pelo cliente às suas necessidades, uma vez que estão implícitos valores intangíveis e incomensuráveis. Assim, é importante estipular uma diferença mínima entre o valor e o preço.

2. Atividades geradoras de valor

A cadeia de valor apresentada por Porter (1985) define-se como um conjunto de tarefas necessárias para satisfazer as necessidades dos clientes, podendo ser dividida nas seguintes três atividades principais:

- **Desenvolvimento** - esta atividade vai desde o projeto à conceção, até ao lançamento do produto;
- **Gestão da informação** - acompanha as ordens até aos registos, ou seja, inclui a receção de encomendas, a logística e o planeamento;
- **Transformação Física** – da produção até à entrega ao cliente final. As atividades concretizadas por uma entidade que acrescenta valor ao cliente podendo estas ser classificadas por:
 - Atividades com valor acrescentado;
 - Atividades sem valor acrescentado, mas necessárias;
 - Atividades sem valor acrescentado e não necessárias.

Porter (1985) define ainda os seguintes sete principais tipos de atividades que não acrescentam valor:

- **Excesso de produção:** Produzir produtos que não são encomendados gera desperdício, geralmente isto acontece quando as empresas produzem em grandes lotes, para minimizar os tempos de preparação das máquinas, menosprezando os custos que representam o excesso de *stocks*;
- **Tempo de espera:** Tem como consequência elevados *lead times*⁴ e fluxos irregulares, o que causa atrasos nas entregas, pouca autonomia dos colaboradores, avarias no equipamento, entre outros;
- **Transporte desnecessário:** Deslocações de pessoas, materiais e de informação desnecessários provocando, assim, gastos em capital, tempo e energia;

⁴ *Lead Time* - Tempo compreendido entre a primeira atividade até a última de um processo de várias atividades.

- **Processos inadequados:** Utilização incorreta de equipamentos e ferramentas, assim como recursos e processos, aplicação de procedimentos complexos ou incorretos ou sem a informação necessária;
- **Excesso de *stocks*:** Excesso de matéria prima, produtos em vias de fabrico ou de produtos acabados, causam desperdício. É comum as empresas manterem um *stock* de segurança para solucionar problemas, tais como atrasos nas entregas dos clientes, defeitos, *lead time* elevados, falta de fiabilidade dos equipamentos, entre outros. Contudo, os *stocks* escondem problemas uma vez que, quanto maior o inventário da empresa, mais se consegue contornar os problemas sem os resolver. Os *stocks* conduzem a custos adicionais de transporte, espaço, deterioração de materiais, sufocando os recursos da empresa (pessoas, materiais e energia). Com efeito, enquanto os produtos estiverem em armazém não existe o retorno do investimento;
- **Movimentação desnecessária:** A desorganização dos locais de trabalho resulta em mau desempenho, despreocupação por aspetos ergonómicos e pouca atenção às questões associadas ao estudo do trabalho;
- **Defeitos:** Problemas frequentemente encontrados na fase do processo, problemas de qualidade do produto ou baixo desempenho de entrega.

3. Fluxo logístico

O fluxo pode ser definido, de acordo com Moura (2006), como a principal característica do *Lean*. Uma diminuição do *lead time* leva a uma melhor qualidade, a um menor custo e a um encurtar do período de entrega. O fluxo implica a aplicação de variegadas ferramentas *Lean*, tais como a manutenção preventiva e a construção pela qualidade, que Ohno (1988) chamou de *Jidoka*, ou seja, facultar ao operador ou à máquina a autonomia de paralisar o processo sempre que for detetada qualquer anomalia. Apenas com a criação de um processo contínuo e fluído é possível fazer emergir os problemas e, assim, atuar de uma forma célere resolvendo-os.

Ainda segundo Moura (2006), pode-se considerar que fluxo tem como significado as ações de encomenda de produto pelo cliente e posterior ordem de fabrico, sendo certo que cada processo só iniciará a sua atividade quando a anterior terminou e assim

sucessivamente até fim do produto. Neste tipo de processo não existem *stocks* intermédios o que irá diminuir o *lead time*.

Moura (2006) considera que um processo fluído apresenta os seguintes benefícios:

- **Produzir pela qualidade:** Os operadores são os seus próprios inspetores de qualidade e trabalham com a instrução de eliminar todos os defeitos antes do produto passar para o próximo posto. No caso de estes passarem despercebidos, logo que sejam detetados terão de ser resolvidos rapidamente;
- **Criar agilidade/flexibilidade:** Com a alocação de um equipamento apenas a uma linha de produtos, a empresa tem menos flexibilidade na sua programação. No entanto, se o *Lead Time* desse equipamento for muito curto ganhar-se-á maior flexibilidade para responder ao que o cliente realmente necessita, uma vez que podemos responder a uma nova ordem em pouco tempo evitando, deste modo, uma demora que não corresponda ao planeamento do cliente. Assim, a transição para um *mix* de produtos diversos, que acompanhe a flutuação e mudança na procura do cliente, pode ser quase imediata;
- **Criar uma alta produtividade:** A divisão dos processos em pequenas unidades de trabalho, permitirá quantificar o trabalho que acrescenta valor e, consequentemente, saber quantas pessoas são necessárias para cada posto de trabalho;
- **Criar espaços livres:** Quando os equipamentos estão organizados por departamentos, existe normalmente muito espaço desperdiçado, principalmente em *stocks*. Através da colocação de uma célula, os equipamentos estarão mais concentrados e próximos evitando-se, assim, o desperdício de espaço com inventário;
- **Melhorar a segurança:** Pequenos lotes significam menos percursos com os empilhadores, reduzindo as probabilidades de acidentes;
- **Incrementar a moral e o ânimo:** Os colaboradores ao conseguirem visualizar rapidamente os resultados do seu trabalho, ficam motivados e galvanizados para a prossecução do seu desempenho;

- **Redução dos custos dos *stocks*:** Com a realização de um processo fluído e seus consequentes benefícios, torna-se claro que os níveis de *stock* diminuem significativamente e naturalmente os seus custos.

4. Sistema *Pull*

De acordo com Dias (2005), este deverá ser o sistema a implementar pelas organizações nos seus processos produtivos. Nas últimas décadas, têm-se verificado uma tendência para a adoção de uma economia *pull* em alternativa a uma economia *push* devido a uma libertação do comércio e a um aumento da concorrência, que se traduziu num aumento da oferta muito para além da procura. A economia *push* representa uma época de controlo do mercado por parte do produtor, em que este pode agrupar grandes quantidades de consumidores, com as mesmas necessidades, e oferecer-lhes um produto genérico. Esta abordagem de segmentação procura satisfazer grandes grupos de consumidores, com produtos que são facilmente duplicáveis e com preços genéricos, em que o produtor que apresenta um preço mais baixo é o que conquista o consumidor. Existe uma forte lealdade à marca devido a uma oferta limitada e à grande restrição de escolhas.

Segundo Reis (2008), na economia *pull* há a necessidade de identificar grupos de consumidores com diferentes necessidades, dispondo-lhes produtos feitos à medida.

5. Perfeição

Pinto (2008) refere que a perfeição se traduz na completa eliminação do desperdício. A este nível, só as atividades que acrescentam valor é que se encontram presentes no processo. Torna-se, assim, um compromisso contínuo de se procurarem os meios ideais para criar valor enquanto o desperdício é eliminado.

2.3.3 *Lean* Logístico

Baudin (2005) afirma que o *Lean* logístico pode ser entendido como uma adaptação do *Lean manufacturing* para a logística, sendo que as suas virtudes fundamentais são a eficiência e a sua eficácia. Como eficácia pode-se definir a

capacidade de cumprir objetivos e eficiência, como o poder de realizar algo convenientemente despendendo o mínimo de esforço, de tempo e de recursos. É preciso ter em conta que as operações logísticas ocupam uma área superior à área ocupada pelas operações de produção, no entanto investe-se mais na produção, tanto ao nível de equipamentos como de recursos humanos, do que no armazenamento, transporte e recuperação. De salientar que na generalidade das organizações existe um grande impacto financeiro nos inventários. Para além deste, existem outros desperdícios associados à logística, tais como os transportes, o espaço, o tempo, o embalamento, a administração e a informação. O custo dos transportes é igualmente bastante elevado, uma vez que também é contabilizado o custo do tempo que o produto demora a chegar ao local pretendido e, numa plataforma global, os produtos tendem a ser despachados para distâncias cada vez maiores.

Os principais objetivos do *Lean* logístico, segundo Baudin (2005), são:

- Entregar os materiais, quando necessários e na quantidade necessária, convenientemente identificados tanto para a produção como para os clientes;
- Sem prejudicar o tempo de entrega, eliminar os desperdícios no processo logístico. Para se cumprir com estes objetivos é necessário reduzir o tamanho dos lotes, aumentar a frequência de entrega e nivelar o fluxo de entrega. Ou seja, trata-se de implementar o sistema *pull* com reposição nivelada em pequenos lotes, de modo a trabalhar da forma mais sincronizada possível com o consumo real.

2.3.4 *Lean* Logístico - implementação

Segundo Lando (2008), para ser possível a implementação desta filosofia é necessária estabilidade na procura. Ao verificarem-se aumentos sazonais na procura, sejam trimestrais, mensais ou semanais, encontrar-se-ão *stocks* adicionais necessários para cobrir estas variações não sendo, assim, possível realizar entregas niveladas e constantes. Para se evitarem ou minimizarem estes aumentos, é necessária uma análise do comportamento da procura. É também necessário um esforço na redução de *setup*⁵,

⁵ *Setup* – palavra inglesa que significa, neste caso, o arranque e preparação das máquinas (Fonte: Infopédia Enciclopédia e Dicionários Porto Editora. Página consultada a 5 de Março de 2018, < <http://www.infopedia.pt/ingles-portugues/setup> >).

para diminuir conseqüentemente a dimensão dos lotes. Isso ajudará no nivelamento e a aumentar a frequência de entregas, contribuindo para a manutenção da estabilidade no sistema produtivo e no transporte. É assim importante, de acordo com o autor, analisar os benefícios trazidos para o sistema como um todo e não somente analisar o aumento de custos de um ou outro departamento.

2.3.5 O Controlo Visual e a sua importância

Para Peterson e Roland (1998), o controlo visual é muito importante, uma vez que permite obter uma maior informação com menor esforço sobre os diversos processos e atividades em análise. Segundo estes autores, para ajudar a organização nessa tarefa, a Toyota apresentou o programa dos 5S. A saber:

- **Seiri:** tudo o que não é utilizado, deve ser removido do local de trabalho;
- **Seiton:** cada documento, material, deve ter o seu local próprio para que quando for necessário poder ser encontrado facilmente;
- **Seiso:** limpar a sujidade, incluindo resolver os problemas na sua origem;
- **Seiketsu:** desenvolver sistemas e procedimentos para manter e monitorizar os 3 S descritos anteriormente.
- **Shitsuke:** manter o local de trabalho sempre organizado, como um processo contínuo de melhoria.

Para os autores, ainda existem muitas empresas que confundem os 5S com o *Lean*. Contudo, o *Lean* usa os 5S como uma ferramenta - *The Toyota way*.

2.3.6 Kaizen – Melhoria contínua

Para Imai (1986), a estratégia *Kaizen* é o conceito mais importante da gestão japonesa, ou seja, a chave para o sucesso competitivo no Japão. *Kaizen* significa melhoria contínua, e envolve toda a empresa, desde a gestão de topo, passando pela gestão intermédia até aos operacionais. No Japão, muitos sistemas têm sido desenvolvidos para fazer com que os gestores e colaboradores tenham uma maior

consciência das filosofias *Kaizen*. O conceito *Kaizen* dá valor à criatividade individual assim como à criatividade coletiva. A estratégia de negócio de *Kaizen* incorpora todos os colaboradores de uma empresa, trabalhando em conjunto para alcançar a melhoria contínua a todos os níveis.

2.3.7 Diagrama de Ishikawa

O conhecido diagrama de Ishikawa foi desenvolvido em 1943 por Kooru Ishikawa (daí o seu nome). É também conhecido como diagrama de espinha de peixe pela semelhança ou por diagrama de causa e efeito. Esta ferramenta permite a visualização do efeito em estudo, representado no final da seta horizontal, estando igualmente representadas as suas principais causas por setas que se prolongam até à seta principal, podendo ainda representar subcausas (Tague, 2005). Esta ferramenta *Lean* permite assim uma visualização das possíveis causas de um problema, através de análise e a identificação de soluções resultando na melhoria dos processos. Na figura 1, apresentada infra, podemos observar a representação genérica do diagrama de Ishikawa.

Ainda de acordo com Tague (2005), esta ferramenta é também conhecida por *5M*, que representa as categorias que interferem no problema ou no efeito desejado, sendo estas: método, matéria-prima, pessoas, máquina e meio ambiente.

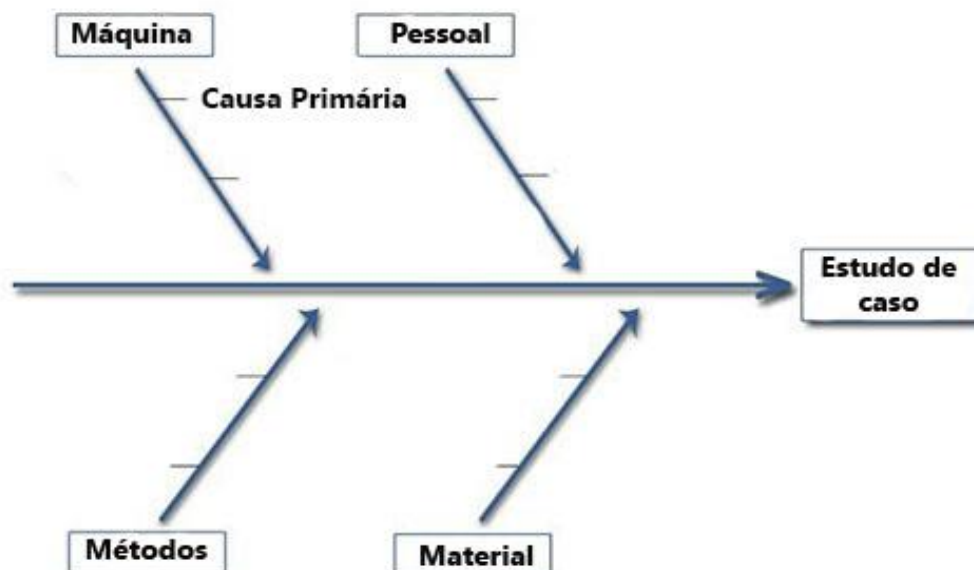


Figura 1 - Diagrama de Ishikawa

Fonte: Elaboração Própria

2.3.8 TPM – *Total Productive Maintenance*

Nakajima (1988) refere que o TPM é uma ferramenta *Lean* para a manutenção desenvolvida no Japão, que incorpora ferramentas de gestão da qualidade total (TQM) para a manutenção. Em 1971, foi definido pelo *Japan Institute for Plant Maintenance* que o TPM terá como ponto de partida 5 objetivos básicos:

- Maximização do rendimento global dos equipamentos;
- Desenvolvimento de um sistema de manutenção produtiva que tenha em consideração toda a vida útil do equipamento;
- Envolvimento de todos os departamentos, desde o planeamento, criação do projeto, utilização e manutenção, bem como na implementação do TPM;
- Envolver, ativamente, todos os empregados – desde a direção à mão de obra produtiva;
- Considerar o TPM como um movimento visando a motivação da gestão, através do desenvolvimento de melhorias pensadas autonomamente por pequenos grupos.

2.3.9 Vantagens competitivas/estratégicas do *Lean*

As vantagens demonstradas pela filosofia *Lean* podem ser divididas em três categorias principais: operacional, organizacional e estratégica (Simões, 2008).

Na dimensão operacional, o *Lean* apresenta os seguintes benefícios, segundo Pinto (2008):

- Crescimento do negócio - num ano são esperados valores superiores a 30%;
- Aumento da produtividade - estimada entre os 20 e 30%;
- Aumento do nível de serviço - melhorias na ordem dos 80 e 90%;
- Aumento da qualidade e do serviço prestado ao cliente, com redução dos defeitos em cerca de 90%;

- Maior envolvimento, participação e motivação das pessoas;
- Redução dos acidentes de trabalho em cerca de 90%;
- Aumento da capacidade de resposta;
- Redução do *Lead Time* de 70 a 90%.

Simões (2008), defende que a filosofia *Lean*, no que concerne às melhorias organizacionais, apresenta:

- A estrutura organizacional passe de um foco vertical para um foco horizontal, alinhando as atividades que acrescentam valor;
- O foco do processo seja prioritário face ao foco operacional aumentando, assim, a comunicação com o fluxo de informação entre fronteiras organizacionais;
- O processo de decisão seja descentralizado, contribuindo para uma maior responsabilidade empresarial.

O mesmo autor defende ainda que, atualmente, o *Lean* tornou-se fundamental no planeamento estratégico das organizações modernas pelos benefícios anteriormente descritos.

2.4 Logística e os novos desafios das organizações

É reconhecido por Carvalho (2004) que a conjuntura na qual as empresas se inserem atualmente é turbulenta, instável e em constante mudança. Ainda segundo este autor, esta mudança traz consigo desafios e oportunidades. Assim, as empresas são forçadas a adaptar a sua realidade interna perante as características da conjuntura envolvente, tentando ajustar-se ao contexto mutável. A logística surge, então, como um poderoso e importante instrumento estratégico numa realidade, em permanente mudança, entre estabilidade e instabilidade. Podemos assim afirmar que a Logística é uma componente indispensável na organização, para melhor responder à conjuntura envolvente.

Para Moura (2006), atualmente as organizações enfrentam diversos desafios, tentando manter ou melhorar a sua posição perante os concorrentes. Segundo este autor, estas podem fazê-lo criando novos produtos no mercado e aumentando a rentabilidade das suas operações. De facto, as organizações deparam-se, hoje em dia, com um contexto concorrencial muito agressivo, com clientes muito exigentes relativamente ao preço e à qualidade dos produtos e, também, com exigências ambientais e ecológicas nas suas atividades. Ainda segundo Moura (2006), esta conjuntura levou as organizações a realizarem análises internas aos seus processos e passarem a utilizar a logística como uma ferramenta que ajudará a aumentar a competitividade, encarando assim a logística como uma forma de reduzir custos e aumentar a flexibilidade. A minimização de custos torna-se, então, uma prioridade de forma a conseguirem ser mais flexíveis e competitivos. Hoje em dia, as organizações pretendem a satisfação do cliente ao mais baixo custo. Assim, começaram a considerar as diferentes atividades logísticas como ferramentas indispensáveis para o incremento da eficiência. Esta flexibilidade é igualmente necessária em sistemas de produção, pois os ciclos de vida dos produtos são cada vez mais curtos o que, como consequência, levou à necessidade de manter lotes de menor dimensão.

Para Heilala e Paavo (2001), a flexibilidade é capacidade de se reagir à procura do mercado em termos das quantidades solicitadas. Começam, então, a surgir novas tecnologias tendo em vista tornar as organizações mais flexíveis e eficientes, traduzindo-se num melhor serviço para o cliente.

2.5 Sistemas Flexíveis de Produção

Como foi mencionado anteriormente, verifica-se que as condições atuais de mercado apresentam as seguintes características (Roldão e Ribeiro, 2007):

- Serem muito concorrenciais e globalizados;
- Uma grande diversidade de produtos tecnicamente evoluídos (com elevada densidade de componentes);

- Maior qualidade a um preço inferior.
- Produtos customizados pelos clientes, adaptando os produtos e processos às necessidades e pretensões dos mesmos;
- Ciclo de vida mais curtos;

Para Pires (2002), a realidade atual exige sistemas produtivos capazes de responder rapidamente a alterações do produto ou à introdução de um produto novo, processos que produzam com elevada e constante qualidade, em pequena/média escala e permitindo a personalização do produto por parte do cliente.

Sinoticamente, poderemos referir que são exigidos Sistemas Flexíveis de Produção (SFP). Estes, são sistemas computadorizados organizados em Células Flexíveis de Produção (CFP), onde se podem encontrar robôs manipuladores, robôs móveis, transportadores, sistemas de visão, autómatos programáveis, muita eletrónica e muito *software*. A sua flexibilidade advém do facto de serem sistemas programáveis, em que a sua funcionalidade é, em grande parte, definida informaticamente. Ainda de acordo com o autor, a produção em lotes necessita de formas de produção mais flexíveis, de modo a permitir uma rápida adaptação às mudanças indispensáveis, sendo esta célere adaptação possível com a utilização de computadores. Em muitos casos a flexibilidade propiciada pela utilização dos computadores, traduz-se em aumentos de eficiência de produção pelo que se torna num importante fator de sobrevivência da empresa face à concorrência cada vez maior.

Os autores Roldão e Ribeiro (2007) preconizam que o sistema flexível de produção é um sistema de produção com utilização simultânea e integrada de parte ou totalidade dos sistemas CAD/CAM3 (CAD – projeto assistido por computador que resulta na ligação do sistema informático de desenho/projeto aos sistemas de produção; CAM – Produção Assistida por Computador, com a utilização de um computador para dirigir e controlar o equipamento de produção), robótica e, eventualmente, de sistemas automáticos para movimentação de materiais, mudanças de ferramentas e de outros dispositivos auxiliares. Com efeito, os robôs manipuladores desempenham um papel fundamental neste tipo de sistemas produtivos, dada a sua enorme flexibilidade de utilização. Quando integrados numa CFP, os robôs manipuladores são poderosos auxiliares de qualquer processo produtivo. Segundo Lin e Mitsuo (2006), um ambiente

SFP requer um sistema de manuseio de material flexível e adaptável, pelo que o AGV fornece um sistema deste tipo. Um AGV é um sistema de transporte sem condutor, utilizado para a movimentação horizontal de materiais. Estes sistemas de transporte foram introduzidos em 1955, e o seu uso cresceu exponencialmente desde a sua introdução.

Segundo Buyurgan *et al* (2007), estes sistemas de transporte são amplamente utilizados em SFP em grande escala, a fim de aumentar a eficiência e reduzir os custos de distribuição em automação industrial.

Com a evolução da tecnologia de automação industrial, estes sistemas de transporte tornaram-se populares em ambientes de produção automatizados, especialmente em SFP, onde são usados como dispositivos chave de manuseamento de material. Em tempos recuados, os movimentos do AGV eram limitados por caminhos guia, como cabos enterrados no solo ou sensores. No entanto, recentes avanços tecnológicos permitem aos AGV's deslocarem-se sem caminhos guia. Estes AGV's são «inteligentes», no sentido de que são capazes de armazenar instruções sobre as rotas e tomar decisões de forma autónoma (Buyurgan *et al*, 2007).

2.6 A produção automatizada e a robótica no transporte de materiais

Segundo Trebilcock (2010), a robótica permite um sistema de produção fortemente automatizado, em que equipamentos sofisticados são utilizados em fases de processo de grande repetibilidade (tais como montagens, pintura e soldadura) e em funções de movimentação (gestão de operações), de tal modo que a tecnologia robótica no manuseamento de materiais está a mudar a forma como movemos produtos nas fábricas e nos centros de distribuição.

Este autor descreve as seguintes ofertas apresentadas por empresas de automação convencionais:

- *Dematic*⁶ em parcerias com a *Kollmorgen*⁷, cuja tecnologia converte um porta-paletes tradicional num AGV a laser, para criar um novo sistema de

⁶ Dematic – empresa especializada em soluções de armazenagem e movimentação de material. <http://www.dematic.com/en>

⁷ Kollmorgen – empresa especializada no fornecimento de equipamentos de locomoção. <http://www.kollmorgen.com/en-us/home/>

*order fulfillment*⁸ que incorpora reconhecimento de voz e sistema sem condutor;

- A *JBT Corporation*⁹ está a desenvolver um AGV com um braço robótico que pode recuperar partes de armazenamento e colocá-los em uma linha de montagem.

Para este autor, a tecnologia robótica não é nova, uma vez que já existe há muitos anos mas, todavia, só recentemente é considerada fiável e com menores custos de implementação. Do ponto de vista operacional pode-se considerar que esta tecnologia, aplicada em todos estes anos nas linhas de montagem resultou, dado que os robôs já não são projetos de ciência, uma vez que a sua eficácia e fiabilidade estão comprovadas. Do ponto de vista tecnológico, o *software* de condução dos robôs tornou-se mais sofisticado, permitindo aos utilizadores resolver problemas mais complicados e atingir taxas de ocupação elevadas. A evolução tecnológica coincidiu com mudanças no mercado, as quais têm impulsionado a necessidade de novas soluções.

Trebilcock (2010) menciona que para Steve Banker, director de serviços na *ARC Advisory Group*¹⁰, um fator chave para a evolução tecnológica desta área, é a necessidade de flexibilidade e de materiais de manipulação inteligentes. Por outro lado, Banker preconiza que um armazém altamente automatizado reduz o custo de manipulação de unidades de uma forma não possível num armazém manual.

Ainda segundo Trebilcock, verifica-se que atualmente, no que concerne ao investimento, torna-se expectável um *payback* (retorno) de dois anos em vez de um *payback* de cinco anos da automação convencional, sendo que se houver registo de alteração na procura pode-se facilmente mudar o *layout* ou adicionar um outro robô para responder à procura, no que se traduz num investimento muito menos arriscado e mais flexível. Com efeito, a flexibilidade tem sido o tema central pelo que a robótica pode facilmente adaptar-se a um ambiente complexo e dinâmico, onde cada ordem é diferente.

Outra característica da robótica, segundo o autor, é o de permitir a diminuição das lesões dos trabalhadores, uma vez que estes deixam de estar afetos a tarefas pesadas e

⁸ Order Fulfillment - tempo que decorre entre o lançamento de uma ordem de pedido e a receção do respetivo produto.

⁹ JBT Corporation – fornecedor líder mundial de sistemas de agv's. <http://www.jbtcorporation.com/en/Solutions/Automatic-Guided-Vehicles>

¹⁰ ARC Advisory Group – empresa líder na consultoria de equipamentos de automação. <http://www.arcweb.com/>

fisicamente exigentes. Neste caso, o robô passa a assumir o risco que dantes era atribuído ao trabalhador. Como acontece com qualquer forma de automação, a poupança é mais notória em ambientes de multi-turnos. Assim, sendo um robô repetitivo, preciso e confiável, tal facto reduz erros e danos ao produto. Todavia, a automação das atividades de trabalho intensivo não é a única forma de justificar a robótica, uma vez que o aumento da produtividade e as taxas de transferência que resultam da automatização, podem permitir a uma empresa alterar a sua rede de logística.

2.7 Sistemas de manuseamento de material

As atividades da gestão logística incluem o manuseamento de materiais, por se tornar indispensável a uma organização conseguir executar as suas atividades de uma forma mais eficiente e eficaz do que a concorrência, objetivando uma vantagem competitiva. Atendendo ao meio envolvente atual, as empresas necessitam de encarar o manuseio de materiais como algo que pode reduzir custos e ajudar a empresa a tornar-se flexível.

Segundo Pyung-Hoi (2005), devido à alta eficiência de manuseio de materiais e redução de partículas, os sistemas automatizados de movimentação de materiais, tais como veículos guiados automaticamente, entre outros, estão a ser amplamente utilizados nas linhas de fabricação em substituição dos operadores humanos.

Segundo Moura (2006), para que seja possível a utilização destas tecnologias na movimentação dos materiais, é fundamental o desenvolvimento das Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC), como base da evolução da logística. Inicialmente na gestão das atividades internas – compras, armazenagem, gestão de *stocks* e outras – e, posteriormente, na ligação com o exterior (fornecedores, clientes, operadores, entre outros). Deste modo, os novos recursos tecnológicos facilitaram a gestão de informação, que passou a ser um elemento nuclear em todo o processo logístico, funcionando como catalisador na integração das funções logísticas. Foram esses recursos tecnológicos que viabilizaram, por exemplo, o desenvolvimento e a aplicação dos sistemas MRP4¹¹ e

¹¹ MRP4 – Manufacturing Resource Planning IV - gestão de recursos de produção.

CIM5¹² e outros, que facilitam a gestão integrada de todos os fluxos de uma empresa, desde o abastecimento de *inputs*, passando pelas operações de produção até à distribuição dos produtos acabados pelos clientes.

Ainda segundo este autor, as TIC têm sido consideradas a principal força unificadora da logística integrada, pois é através delas que se estabelece toda a estratégia integrativa, permitindo que se instalem sistemas de informação para a adequada utilização da informática, comunicação, automação e técnicas de administração e gestão. Moura (2006) reconhece ganhos na gestão dos materiais, através das TIC, tais como:

- Entrada e gestão de encomendas;
- Controlo de inventários;
- Faturação e outras documentações;
- Gestão de compras – fluxo da informação;
- Planeamento da produção;
- Localização do *stock*;
- Informação:
 - Completa, correta e atempada;
 - Melhoria da eficiência do equipamento de manuseamento de material;
 - Melhoria da utilização e gestão do espaço de armazenagem.

Ainda segundo este autor, o manuseamento de materiais deve ser efetuado respeitando os seguintes pressupostos:

- Eficiência;
- Segurança;
- Reduzido custo;
- Em tempo adequado e oportuno;
- Colocação dos materiais corretos nas localizações corretas;
- Sem danificar os materiais.

Para Rushton (2000), a função de movimentação de material, ou seja, movimentar matéria-prima, produto em vias de fabrico, produto acabado, ferramentas e qualquer

¹² CIM5 – Common Information Model V - designação utilizada para descrever a completa automatização de uma fábrica.

outra necessidade, de um local para outro serve para facilitar as operações de produção. Os objetivos da movimentação são: a segurança, a eficiência em custo, a velocidade e a precisão. Vários métodos podem ser usados no manuseamento de materiais, desde o manual aos sistemas automatizados ou robotizados.

Deste modo, de acordo com este autor, pode-se efetuar uma categorização mais ampla dos equipamentos para movimentação de materiais:

- Monta-cargas (porta paletes) e empilhadores que poderão ser manuais ou motorizados, sendo que os motorizados podem ser movidos a eletricidade (por bateria), a gás ou gasolina;
- AGVs – Veículos guiados automaticamente projetados para seguir um caminho definido. Alguns são capazes de carregar e descarregar unidades automaticamente;
- Veículos guiados em carris, monocarris (*Monorails*) - Dispositivos de movimentação, usualmente operados manualmente, projetados para levantar, baixar e transportar objetos pesados;
- Tapetes transportadores (*Conveyors*) - projetados para movimentar materiais entre locais especificados sobre um caminho fixo, geralmente, em grandes quantidades ou volume;
- Guindastes com roldanas (*Crane Systems*).

Muitas empresas têm conseguido alcançar melhorias consideráveis ao nível da eficiência e da produtividade com a manipulação automática de materiais, uma vez que os sistemas automáticos podem gerar muitos benefícios (Lambert, 1998).

A saber:

- Redução do custo de laboração;
- Aumento de *output* (taxa de saída);
- Melhorias na consistência do serviço;
- Aumento do nível de precisão;
- Disponibilidade do serviço;
- Melhoria na velocidade do serviço.

Contudo, os sistemas automáticos também apresentam desvantagens. Assim, os problemas comuns com os quais as empresas se deparam, quando escolhem operações de manuseamento de materiais automáticos, são os seguintes (Lambert, 1998):

- Custo inicial do investimento;
- Falta de fiabilidade dos equipamentos e necessidade de manutenção;
- Problemas de *software*;
- Problemas de capacidade, limitações;
- Custos de manutenção;
- *Interface* do usuário e a necessidade de formação;
- Aceitação do trabalhador;
- Possível obsolescência.

3. Caracterização da *SRNHP – Componentes de Automóveis, Lda.*

3.1 Identificação

A *SRNHP- Componentes de Automóveis, Lda* (doravante designada pela sigla *SRNHP*), é uma empresa do Grupo *SRNHP AG*, de origem escandinava, composta pela divisão de borracha (*Rubber Group*) e a divisão de componentes para veículos automóveis (*Automotive Group*).

Dentro da divisão de componentes do Grupo *SRNHPAG* existem 3 áreas de negócio.

A saber:

Chassis & Safety;

Powertrain (componentes para motores automóveis - ex: injetores de combustível, centralina, transmissões entre outros);

Interior (instrumentos e sistemas eletrónicos – ex: painel de instrumentos, sensores de pneus, unidades de controlo, sistemas de chave, rádios, navegação, entre outros, destinados ao interior do veículo).

A Divisão *Chassis & Safety*, que opera na vertente “condução dinâmica, assistida e segurança”, apresenta 5 unidades de negócio: *Electronic Brake Systems, Hydraulic Brake Systems, Sensorics, Passive Safety & Advanced Driver Assistance Systems e Chassis Components*.

A *SRNHP* está inserida na Divisão *Chassis & Safety* e na unidade de negócio *Hydraulic Brake Systems (HBS)*, que produz 4 tipos de produtos: travões de disco, travões de tambor, travões elétricos e outros componentes de travagem.

A empresa iniciou a sua atividade em 10 de Fevereiro de 1997 (Figura 2) tendo, atualmente, cerca de 410 colaboradores.

- 1997** Inauguration of Escandinavia plant
- 1998** Activity start with 40 employees, exclusively brake assembly for Escandinavia customer
- 2000** Acquisition of ITT Automotive - Brake & Chassis System Group by *SRNHP AG*
Certification DIN EN ISO 9001/ QS 9000
- 2002** December, Production of braker nr. 10.000.000 since the production start in 1980
Certification ISO EN 14001
- 2004** December , 15th, Official inauguration of the new building (2), totally dedicated for the assembly
Certification ISO/ TS 16949 : 2002
- 2007** Preliminary expansion of building number 2
- 2008** Completion of building number 2
Certification FM HPR
- 2014** Official ceremony of New Production Line



Braker nr.10.00.000



Figura 2 - Resumo histórico

Fonte: SRNHP (2017) – Elaboração Própria

3.2 Organização

Em termos organizacionais, a gestão local da empresa é assegurada por uma equipa de Direção local, desde a Direção de Recursos Humanos/Higiene e Segurança no Trabalho, Direção Financeira, Direção de Logística, Direção de Qualidade, Direção da

Montagem e Direção da Maquinação, com um organigrama funcional, em que o Diretor Geral é o responsável máximo pela fábrica (Figura 3).

A Direção Geral é ainda assistida por uma Assistente de Direção pela Coordenadora do SBS – *SRNHP Business System* – e pela Responsável pelo Departamento de Compras.



Figura 3 - Organograma da SRNHP (2017)
 Fonte: Elaboração própria

As principais decisões de gestão estratégica tomadas pela *SRNHP* objetivam as diretivas de desenvolvimento e comercialização do produto, os preços de venda ao cliente e a compra das matérias primas, a implementação de projetos de investimento, a diversificação e a ampliação dos mercados, entre outros, as quais são tomadas pelas áreas responsáveis da unidade de negócio HBS, que lidera todas as empresas da sua unidade de negócio em diferentes localizações mundiais (Figura4)

Hydraulic Brake Systems Business Unit Locations

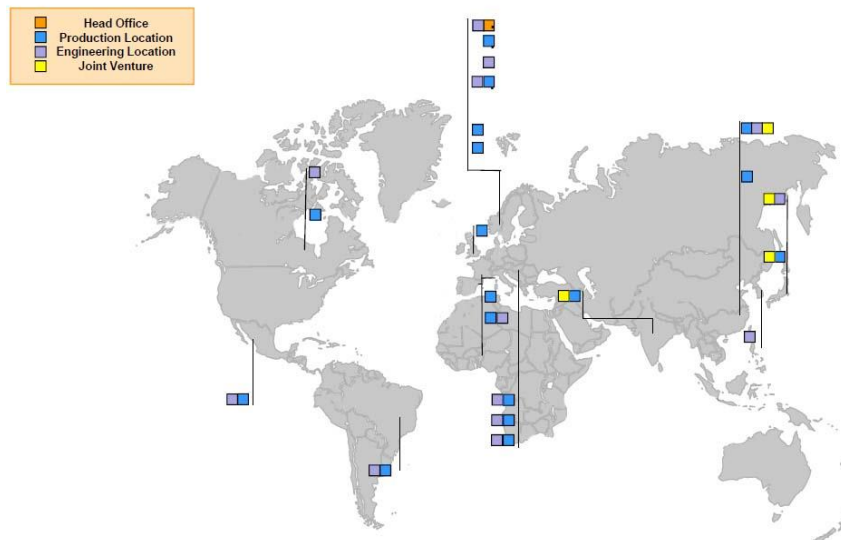


Figura 4 - Localizações das Fábricas da divisão Chassis&Safety
 Fonte: SRNHP (2017) – Catálogo de apresentação

3.3 Produtos e Mercados

Se bem que a unidade de negócio *Hydraulic Brake Systems* (HBS) do Grupo *SRNHPAG*, onde se enquadra a *SRNHP*, produza 4 tipos de produtos, designadamente, travões de disco, travões de tambor, travões elétricos e outros componentes de travagem, na Escandinávia somente são produzidos travões de disco (Figura 5).

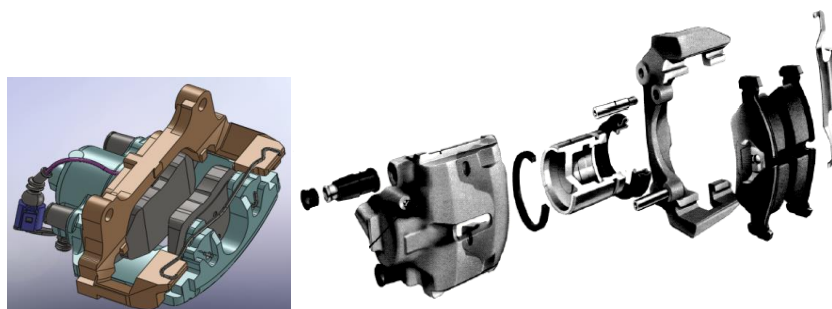


Figura 5 - Travão de disco

Fonte: SRNHP (2017) – Catálogo de apresentação

A empresa tem como clientes alguns dos principais grupos *OEM* (*Original Equipment Manufacturer*) de construtores automóveis. A produção é, essencialmente, direcionada para o mercado externo, nomeadamente o mercado europeu, tendo representação no mercado escandinavo as vendas destinadas aos construtores de automóveis situados nesta região geográfica

As vendas estão representadas, na sua maioria, pelos grandes construtores franceses e por um dos maiores construtores alemães, tendo as suas fábricas distribuídas pelas cidades de Vigo, Zaragoza, Navarra, Valencia e Palencia em Espanha, Mulhouse, Sandouville e Doai em França, no que concerne aos construtores franceses. No respeitante ao construtor automóvel alemão as suas fábricas encontram-se distribuídas pelas cidades de Braunschweig, Wedemark e Bochum na Alemanha. (Figura 6).

Outros mercados, mas de menor expressão, com representatividade nas vendas da *SRNHP* são os mercados destinados aos construtores de automóveis na Itália – cidades de Villanova e Sulmona, na Eslovénia – cidade de Novo Mesto, no Reino Unido – cidade de Swindon e no México – cidade de Cuantlancingo.

As vendas para os grupos construtores destes dois Países representam atualmente cerca de 85% das vendas da *SRNHP*.

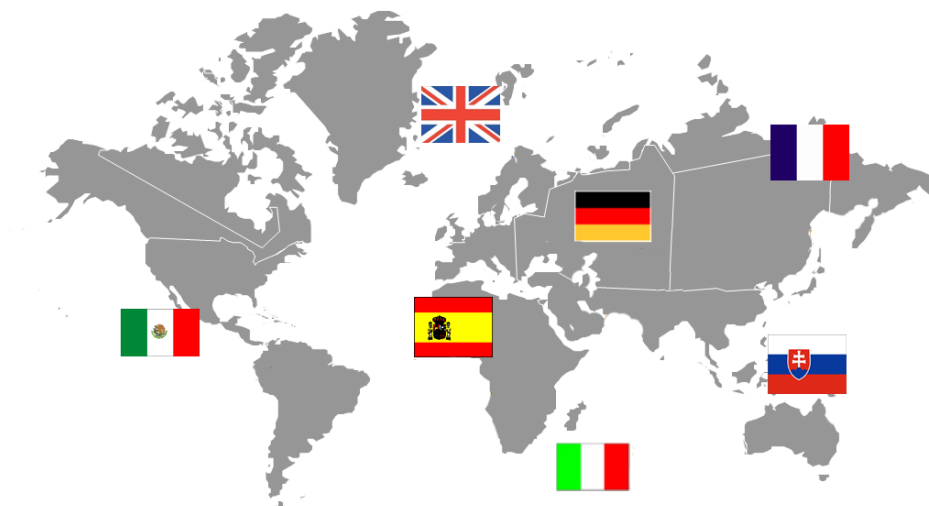


Figura 6 - Localização dos clientes

Fonte: SRNHP (2017) – adaptado de Catálogo de apresentação

Os principais fornecedores da *SRNHP* (Figura 7) encontram-se, predominantemente, na Europa, sendo apenas duas empresas de origem escandinava.

A razão de não existirem mais fornecedores na Escandinávia, deve-se ao facto do grupo *SRNHP* preferir fornecedores globais que abasteçam todas as fábricas de maxilas europeias do grupo, o que leva à opção por empresas situadas na Europa Central, por apresentarem um fator de competitividade na sua cadeia de abastecimento.

Os principais Países fornecedores de pistões e pequenos componentes são de origem alemã sendo que os principais fornecedores de pastilhas e matéria prima de fundição (carcaças e suportes em bruto) são de origem italiana e espanhola.

Na Escandinávia a *SRNHP* é fornecida principalmente ao nível do serviço de tratamento galvânico dos suportes e carcaças, após a sua maquinação, e pelo fornecimento de matérias primas de fundição.



Figura 7 - Localização dos Fornecedores

Fonte: SRNHP (2017) – adaptado de Catálogo de apresentação

3.4 Processos Produtivos

A maxila de travão é um componente de segurança, de cuja eficácia dependem vidas humanas, pelo que todo o processo de fabrico e de montagem tem de obedecer a rigorosos critérios de qualidade, exigindo meios tecnológicos de alta precisão e eficiência e, ainda, uma apurada estrutura organizacional que implica rotinas de atuação devidamente estabelecidas, com funcionários altamente disciplinados e corretamente formados/treinados. No que diz respeito à atividade produtiva, a *SRNHP* realiza a maquinação integral das carcaças e dos suportes (Figura 8) e faz a montagem completa do conjunto, adquirindo os restantes componentes (pastilhas, vedantes, molas, parafusos, êmbolo). O processo produtivo consta da maquinação de carcaça e suporte e, ainda, da montagem completa da maxila.



Figura 8 - Carcaça e Suporte

Fonte: SRNHP (2017) – Catálogo de apresentação

Para os trabalhos de maquinação, a empresa dispõe de diversos equipamentos CNC (Centros de Maquinação), com uma capacidade instalada global de maquinar 5,1 milhões de carcaças/ano e 5,3 milhões de suportes/ano.

Na figura 9, é apresentado o atual *layout* da Maquinação, no edifício 1. Uma vez maquinados, os dois componentes são enviados para o exterior para serem sujeitos a um processo de tratamento de superfície (galvanização em zinco), no fornecedor nacional selecionado para o efeito, e regressam à unidade industrial como um componente a ser montado no travão final.

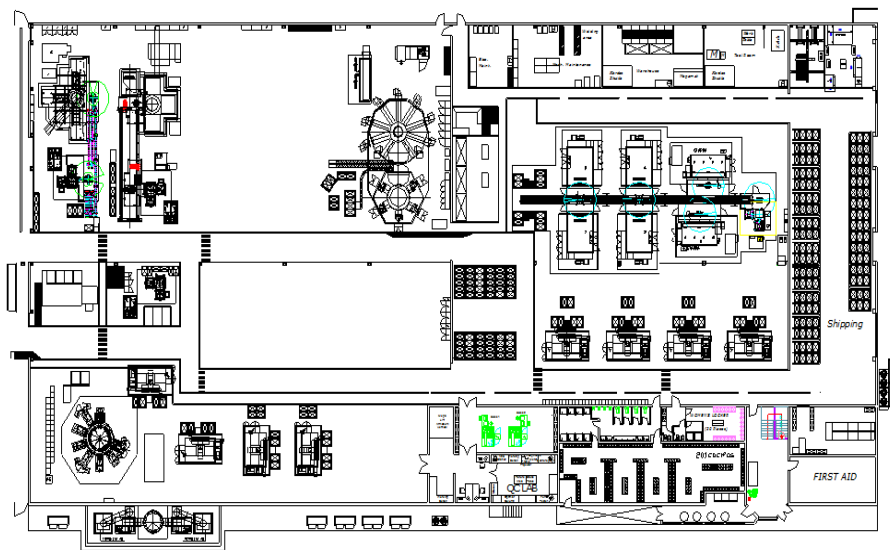


Figura 9 - Layout Maquinação – Edifício 1

Fonte: SRNHP (2017) – Departamento de Engenharia

A montagem do travão é efetuada por linhas de montagem, especialmente desenhadas para cada tipo de maxila (dependendo das especificações do cliente). A empresa apresenta atualmente 5 linhas de montagem, com a capacidade instalada para montar 6 milhões de maxilas/ano. Cada linha possui uma sequência de estações elementares, onde vários componentes são devidamente colocados e posicionados, de forma a garantir a sua correta inserção no conjunto. As operações são efetuadas manualmente ou mecanicamente, dependendo do nível de automação de cada linha de montagem. Na figura 10, é apresentado o atual *layout* da Montagem, no edifício 2.

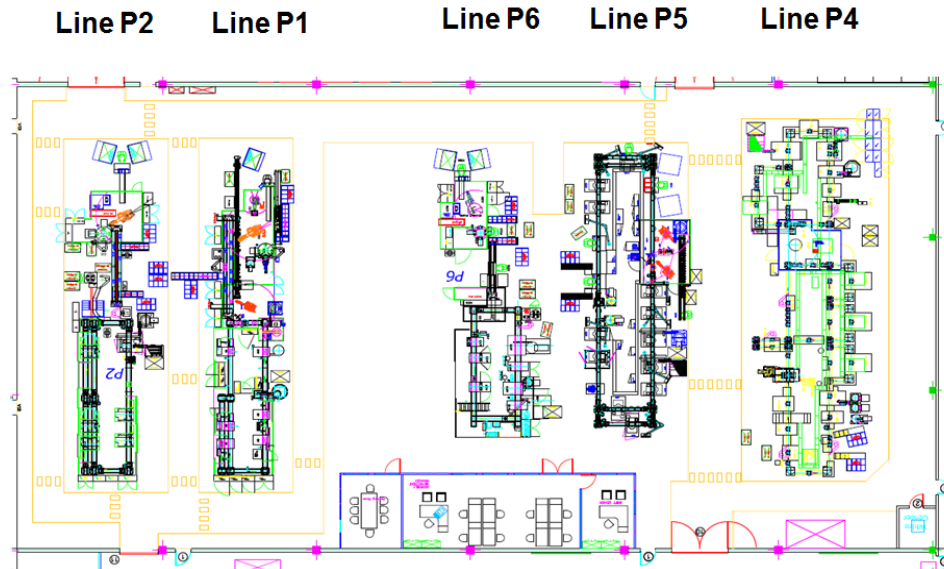


Figura 10 - Layout Montagem – Edifício 2

Fonte: SRNHP (2017) – Departamento de Engenharia

3.5 Instalações

A *SRNHP* está instalada em dois edifícios (Fig. 11), bastante funcionais, que apresentam uma estrutura semelhante e, *grosso modo*, dividida em três partes: armazém de recepção de material, área de operações e armazém de produto final (no caso do edifício de maquinação, o seu produto final são as carcaças e peças maquinadas).

O edifício 1, onde se encontra a área da maquinação, funciona como um fornecedor do edifício 2, onde se encontram as linhas na área de montagem.



Figura 11 - Vista geral da unidade industrial

Fonte: SRNHP (2017) – Catálogo de apresentação

A empresa possui excelentes áreas administrativas e sociais, em ambos os edifícios, tais como áreas de descanso e refeitórios.

Todas as vertentes, como o ruído, a qualidade do ar e a arquitetura dos espaços são controladas pela Secção de Higiene e Segurança no Trabalho, inserida no Departamento de Recursos Humanos.

3.6 Produção

A produção da unidade industrial da Escandinávia, desde o início da sua atividade, tem vindo a registar uma evolução positiva no volume de produção de maxilas, estando orçamentado para 2018, um volume de 4,2 milhões de maxilas para travão de disco e 113 milhões de coroas norueguesas em vendas.

Para 2019 está prevista uma produção de maxilas na ordem dos 4,8 milhões e cerca de 130 milhões de coroas norueguesas.

3.7 Investigação e Desenvolvimento

A *SRNHP* investe fortemente na Investigação & Desenvolvimento de novos produtos, na qualidade e definição dos materiais, *design* e engenharia de funcionamento do produto. Todas as empresas do grupo partilham custos referentes à Investigação e ao Desenvolvimento.

3.8 Serviços de Apoio

Para além dos serviços administrativos (Recursos Humanos, Finanças e Aprovisionamento), a empresa dispõe dos seguintes serviços de apoio à produção:

➤ Controlo de Qualidade

O Grupo *SRNHP* preconiza 4 vetores de qualidade inseridos na filosofia *Quality First* (Qualidade em primeiro).

A saber:

- *Trust* (confiança) – A *SRNHP* cumpre com todos os seus compromissos e obrigações legais sendo, por isso, uma «empresa de bem»;
- *Passion to Win* (paixão para vencer) – A *SRNHP* coloca um grande enfoque na qualidade e «persegue» a excelência, desafiando os limites sendo, por isso, uma força para o progresso;

- *Freedom to act* (liberdade para agir) – A *SRNHP* concretiza as suas ideias em produtos e serviços, criando valor de acordo com os princípios da sustentabilidade que permitem a existência de soluções inovadoras e de elevada qualidade;
- *For-one-another* (de uns para outros) – A *SRNHP* fomenta o comportamento de rede e encoraja a cooperação dentro da organização das diversas culturas.

No que concerne ao controlo de Qualidade, a *SRNHP* rege-se pelas normas internacionais ISO TS16949:2009 e ISO 9001, sendo o Departamento de Qualidade responsável pela verificação e cumprimentos das referidas normas.

Nas ações é definido um plano de controlo, onde são descritos todos os procedimentos por linha (maquinação/montagem) através de uma *checklist*¹³ de onde constam diversos controlos visuais, calibres, *poke-yoke*, entre outros.

No início de cada turno, é realizado o controlo de qualidade *first off*¹⁴, assim como são realizadas auditorias em todos os turnos onde é feito um controlo de qualidade, por amostragem e por turno (através da verificação da *checklist*) e, ainda, auditorias de expedição (verificação da primeira camada de todos os contentores enviados para os clientes).

Todo o material, que não for considerado em ótimas condições, é retirado do contentor do produto e colocado num contentor de sucata. No final de cada turno, estes contentores são recolhidos por uma empresa de tratamento de resíduos para finalizar o processo de sucatagem.

No arranque de novos projetos (produção em série) é efetuado o *ramp up*¹⁵, que irá validar a capacidade do processo e obter aprovação, por parte do cliente, da linha.

➤ **Manutenção**

Existem várias equipas de manutenção dos equipamentos, quer ao nível preventivo quer reparativo.

As intervenções de manutenção simples e frequentes (p. ex., mudanças de óleo), são realizadas por técnicos de manutenção, ficando as restantes intervenções (p. ex.,

¹³ Checklist - lista de pontos em aberto para análise e verificação da qualidade.

¹⁴ First Off – método de controlo de qualidade que preconiza a verificação da primeira peça na linha.

¹⁵ Ramp up – controlo a 100% da produção.

programação de robôs) sob a responsabilidade de técnicos de manutenção mais qualificados.

Existem *stocks* de peças de reposição e ferramentas (*sparers*), que permitem reparar avarias num curto espaço de tempo.

4.METODOLOGIA

4.1 Métodos e técnicas de abordagem

Como havia sido referido alhures, sobretudo na parte introdutória deste trabalho e *passim*, pretendeu-se apresentar uma solução de otimização e agilização do processo correspondente à atividade logística secundária da movimentação de materiais da *SRNHP*. Trata-se, por conseguinte, de um estudo de caso, enquadrado essencialmente, por uma abordagem qualitativa frequentemente utilizada para a recolha de dados na área de estudos organizacionais.

Para além da revisão bibliográfica procedeu-se a diversas observações *in loco*, a entrevistas exploratórias, a recolhas de dados e à aplicação dos conhecimentos e técnicas adquiridas ao longo deste trabalho.

A metodologia utilizada contemplou as seguintes fases:

Caracterização da Filosofia *Lean* e identificação das respetivas ferramentas, bem como das novas tecnologias aplicáveis aos processos de manuseamento e transporte;

Identificação de objetivos e levantamento dos processos e recursos atualmente utilizados no manuseamento e transporte de materiais às linhas de montagem, através da recolha de informação, observação direta e entrevistas;

Análise crítica aos processos atuais, sustentada com base nas entrevistas e pelas observações efetuadas, com identificação dos aspetos críticos suscetíveis de melhoria;

Apresentação da solução para a implementação de um processo automatizado de transporte e alimentação das linhas de montagem.

4.2 Instrumentos e procedimentos utilizados

Numa fase exploratória, foram estabelecidas conversas com o Diretor de Logística, com o Responsável de Armazém e com 3 (três) Chefes de Equipa/Turno da empresa alvo do estudo sobre o tema proposto, o qual foi pelos mesmos considerado muito pertinente, tendo suscitado entusiasmo e interesse nos resultados do estudo e total disponibilidade dos consultados.

Foram identificados, nesta primeira fase, os principais desafios com que a *SRNHP* se depara, dos quais se salientam os seguintes:

- Troca de referências de material na “alimentação” das linhas, o que provoca amiúde atrasos na linha de produção;
- Queda de contentores e conseqüente sucatação da matéria-prima, do produto em vias de fabrico ou produto acabado;
- Necessidade de redução de *stocks*, objetivando uma redução de custos;
- Dificuldade na circulação dos empilhadores devido ao espaço exíguo entre as linhas;
- Eventual necessidade futura de colocação de uma nova linha de produção, para corresponder às solicitações dos consumidores (implica um melhor aproveitamento do *layout*);
- Necessidade de redução dos custos com pessoal;
- Necessidade de uma alimentação contínua de modo a evitar qualquer paragem de produção por falta de abastecimento da linha;
- Necessidade de redução dos tempos do fluxo de material no processo da linha de montagem.

Após a consolidação desta informação, procedeu-se a um estudo onde também foram utilizados os conhecimentos adquiridos ao longo desta investigação, designadamente:

- Análise crítica da situação atual da *SRNHP*, onde será feito um profundo estudo dos processos de montagem e alimentação de material às respetivas linhas com identificação de algumas ferramentas *Lean* já utilizadas nestes processos, tais como:
 - *Kanban* – pedido de material nas linhas de montagem;
 - *Poke-yoke* – varetas de segurança utilizadas pelas máquinas no processo de montagem;
 - Controlo visual – 5S – efetuado pelas auditoras de qualidade durante o processo.

- Apresentação ulterior de propostas de melhoria que foram objeto de análise no presente trabalho, perspetivando solucionar os desafios gerados pelos volumes previstos para 2019.

Com o apoio da filosofia *Kaizen*, o *TPS* e o *TPM* foram desenhadas e construídas:

- Estruturas de pessoas, apresentadas num quadro, afetas à logística e à movimentação de material às linhas de montagem, para 2019 e 2020;
- *Layouts* representativos da estrutura e posicionamento dos empilhadores relativos ao transporte de material às linhas de produção da montagem;
- Definição concreta das problemáticas recorrendo ao diagrama de *Ishikawa*;
- Construção de uma proposta com a redefinição de *layout* e tarefas bem como a com a inclusão dos AGV's;
- Estudo comparativo entre a situação atual e a situação proposta, incluindo a realização de uma análise de investimento do projeto;
- Elaboração de propostas para melhorias futuras.

De referir que as sugestões apresentadas sobre as especificações de equipamentos automatizados de transporte e alimentação das linhas de montagem, foram elaboradas com o recurso à experiência de uma empresa no sector da automação/programação de máquinas, procurando-se, assim, garantir uma aproximação à problemática de uma forma mais adequada e com resultados aplicáveis à realidade do mercado onde se insere esta empresa.

5. ESTUDO DE CASO

5.1 Introdução

Tendo em vista a apresentação de uma solução de otimização e agilização do processo correspondente à atividade logística secundária da movimentação de materiais da *SRNHP*, procedeu-se a uma descrição dos processos, ferramentas, métodos e tecnologias atualmente utilizados e, posteriormente, à identificação dos problemas existentes, a partir da qual se proceder-se-á à apresentação de soluções, avaliando-se o seu impacto, incluindo a respetiva análise financeira do projeto, bem como a proposta de melhoria futura.

5.2 Caracterização do Processo

Matéria-Prima

A *SRNHP* utiliza como matéria prima, para a sua produção, os seguintes tipos de material e categorias:

- Matérias primas em bruto de fundição:
 - Carcaças;
 - Suportes.

Trata-se de peças de fundição em areia, adquiridas no mercado externo. Estas são, verdadeiramente, as únicas matérias primas utilizadas pela *SRNHP* as quais são objeto de operações de transformação (maquinação) antes de serem montadas. Todos os restantes componentes utilizados na montagem das maxilas, são adquiridos e aplicados tal qual são fornecidos.

Todos os fornecedores, quer de matérias primas quer de componentes para montagem, são obrigados a garantir a conformidade dos produtos fornecidos, de acordo com as especificações estabelecidas para cada produto.

- Produto em vias de fabrico
 - Carcaças maquinadas com galvanização;
 - Suportes maquinados com galvanização;
 - Carcaças e suportes maquinados não galvanizados.

- Peças de compra:
 - Pastilhas;
 - Pistões;
 - Molas;
 - Parafusos;
 - Borrachas;
 - Tampas;
 - Embalagem / Etiquetas.

Todos estes materiais são necessários para a produção do produto final - a maxila de travão.

Armazenamento

No edifício 1 é armazenado todo o material de fundição (suportes e carcaças) que, após a sua maquinação, é enviado para o fornecedor o qual irá aplicar o tratamento de superfície às peças (galvanização). No 2º edifício é armazenado o restante material, tais como pastilhas, molas, parafusos, borrachas, pistões, tampas, entre outros e, ainda, o produto final.

Processo de fluxo de material

O processo de fluxo de material decorre da forma descrita na figura 12. Assim, o material de fundição é armazenado no armazém de fundição (edifício 1), sendo gerida a sua disposição de acordo com indicação dada pelo módulo de WM¹⁶ no ERP SAP R/3, que gere de acordo com os princípios de FIFO¹⁷, tanto em termos de arrumação/disposição como no consumo do material. As pastilhas, pistões e pequenos componentes (tampas, molas, parafusos, etc.) são armazenados recorrendo, igualmente, ao WM. Após o tratamento de superfície no fornecedor para o efeito, o material rececionado no edifício 2 é armazenado de uma forma aleatória, pois não existe uma gestão específica para o mesmo.

¹⁶ *Warehouse management* – gestão de armazém por *software*.

¹⁷ FIFO – metodologia de armazenagem de material.

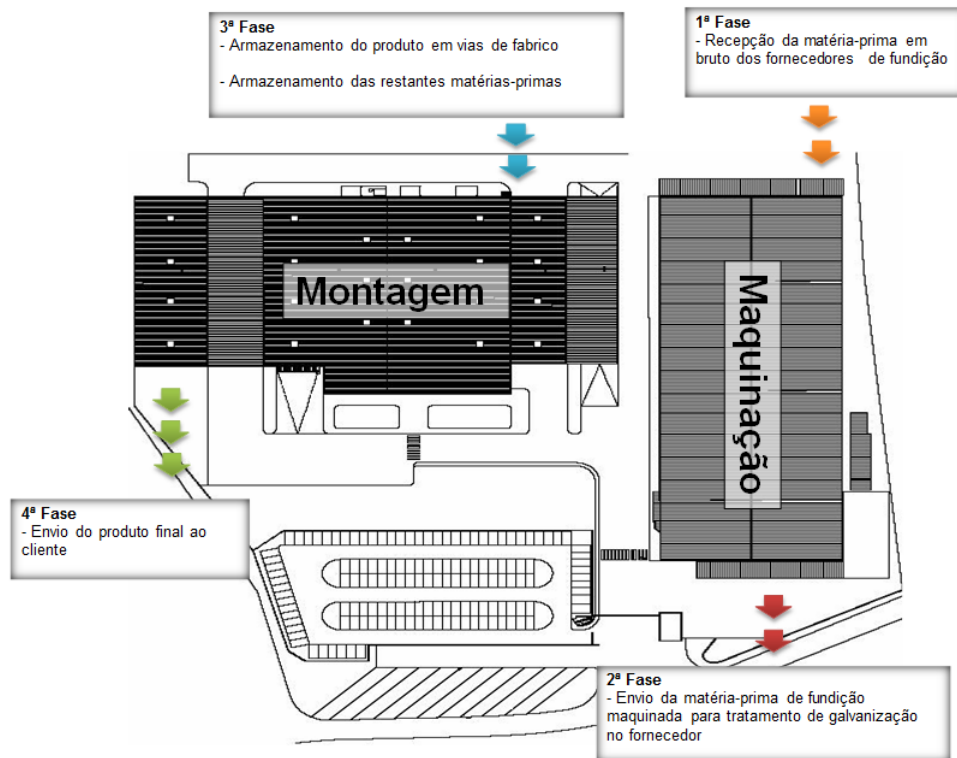


Figura 12 - Fluxo de material

Fonte: Elaboração própria

Processo de produção na Maquinação

O processo inicia-se com os chefes de turno a solicitarem, verbalmente, ao chefe de equipa da logística o material necessário para as linhas (Figura 13). Este último emite o pedido no *ERP SAP* e o sistema, através do *FIFO*, define qual o material a ser transportado para as linhas da maquinação.

No momento em que é formulado o pedido, é emitida uma etiqueta (*internal request*) por contentor. Na etiqueta constam vários dados, tais como a data de entrada no processo de maquinação, o operador responsável à data e as quantidades. Desta forma, será possível fazer a rastreabilidade do processo de maquinação sempre que seja necessário. Essa etiqueta acompanhará o contentor nos vários processos de maquinação, até ao seu envio para a galvanização.

A maquinação das peças de fundição implica, na maioria das situações, duas operações:

➤ Carcaças

- 1ª Operação – furos do pistão, buchas e mola, folga do disco e face da pastilha;
- 2ª Operação – furo para entrada de óleo e furo do sangrador.

➤ Suportes

- 1ª Operação – brochagem dos perfis de guia para o deslizamento das pastilhas;
- 2ª Operação – realização dos furos de fixação do suporte à carcaça e ao veículo.

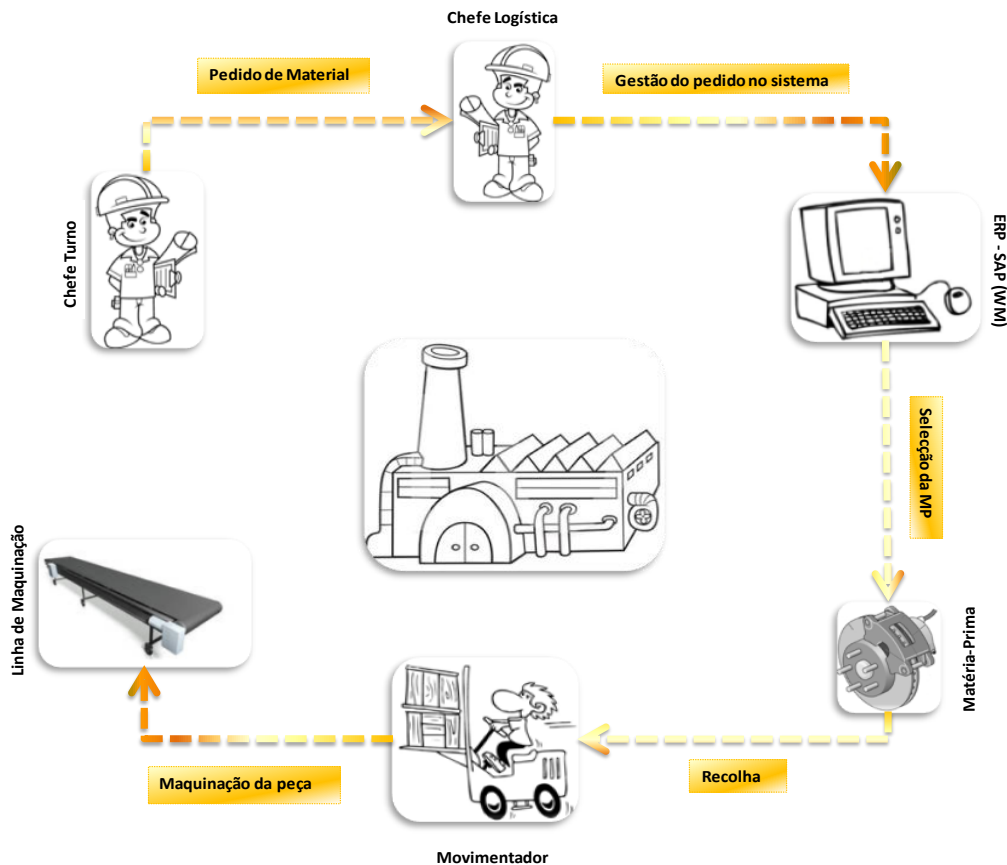


Figura 13 - Movimentação de material no processo produtivo da Maquinação

Fonte: Elaboração própria

Processo de produção na Montagem

O processo de gestão de materiais é fundamental para a otimização do processo de montagem, uma vez que permite uma aferição constante e sistemática da movimentação física de material desnecessária e/ou desadequada.

Neste processo, para o pedido de material como carcaças e suportes, pistões, pastilhas, entre outros, são os movimentadores de material que, recorrendo ao método de *Kanban*, gerem as necessidades das linhas (Fig. 14) através do uso de cartões.

O chefe de equipa de logística efetuará, posteriormente, o pedido no sistema onde, novamente, será emitida uma etiqueta que permitirá o rastreio do contentor no processo produtivo da montagem. Após este pedido, ter-se-á que se proceder no sistema a uma transferência “manual” do produto, do armazém de receção para o armazém de produto em vias de fabrico (*WIP*). Para a finalização do processo de produção, é retirado um *BCS*¹⁸ que irá proceder à aglomeração, no sistema, de todos os componentes no travão final sendo este impresso e colocado no contentor. Este contentor é, posteriormente, “lido” através de um *scanner* que irá permitir a movimentação automática do material do armazém de *WIP* para o armazém de produto final.

Por último, é feita uma segunda leitura pelo *scanner* onde aparecerá a informação no LCD do armazém onde este material deverá ser armazenado, bem como a sua posição, de acordo com o espaço disponível.

O produto final das linhas de montagem é, posteriormente, embalado de acordo com as especificações do cliente. A montagem é realizada em cinco linhas de montagem, especialmente criadas para cada tipo de maxila.

Cada linha de montagem possui, em sequência, as estações de montagem elementares onde os vários componentes são devidamente colocados e posicionados, de forma a garantir a sua correta inserção na junção.

Cada estação elementar de montagem, dispõe dos meios necessários à correta manipulação do ou dos componentes a montar, de forma a garantir o seu correto posicionamento no conjunto, sem os danificar.

¹⁸ Bar code scanner – etiqueta com código de barras que permite ser lida por scanner.

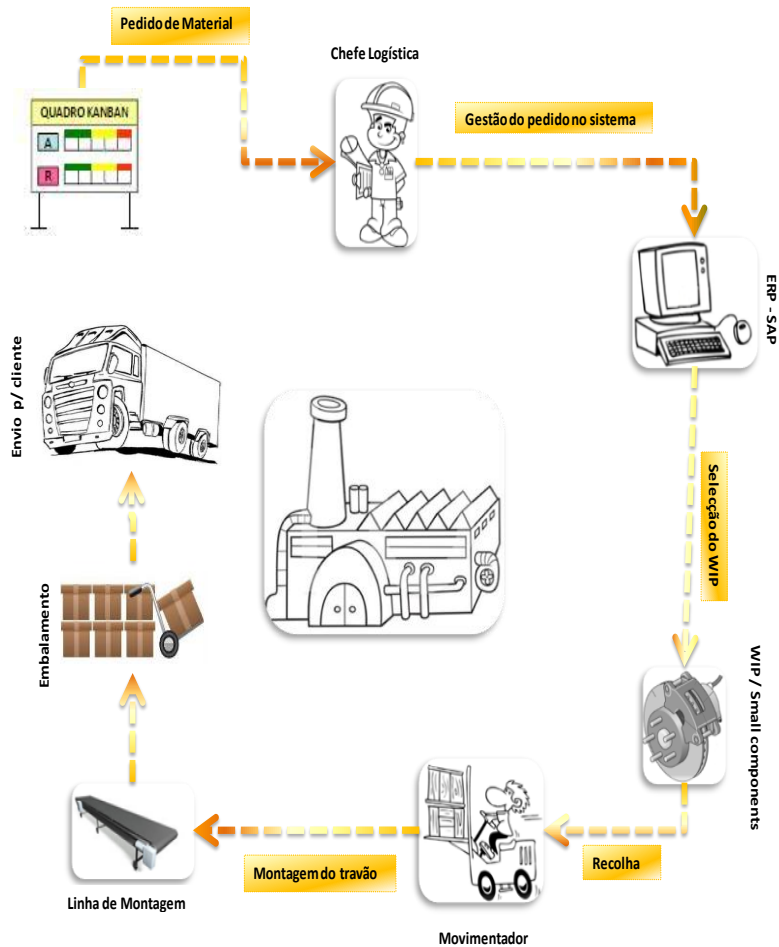


Figura 14 - Movimentação de material no processo produtivo da Montagem

Fonte: Elaboração própria

Caracterização do transporte às linhas

Na maquinação, o transporte é feito através do recurso a um empilhador que transporta, de cada vez, um contentor para os *buffers*¹⁹ da maquinação. Para as linhas de maquinação, existe um movimentador para todas as linhas, por cada turno de 8 horas (3 turnos semanais e 2 turnos aos fins de semana).

Na montagem, o fluxo de material é conseguido através de seis movimentadores de material distribuídos pela área de receção, linhas de montagem e área de expedição. A distribuição é alocada da seguinte forma para as 5 linhas:

¹⁹ *Buffer* – zona de abastecimento de material – doca.

- Dois movimentadores responsáveis pelo abastecimento de material para as linhas, recolhendo o material no *buffer* da área de receção, colocando de seguida o produto acabado no *buffer* na área de expedição;
- Dois movimentadores responsáveis pelo abastecimento do *buffer* na área do armazém de receção;
- Dois movimentadores responsáveis pelo armazenamento do produto acabado na área da expedição, após a recolha do material no *buffer* desta área.

Como referência e exemplo, pode-se analisar o quadro 1 que mostra os intervalos de tempos de movimentação despendidos na alimentação de material às linhas de montagem para o transporte de contentores/paletes contendo as carcaças, suportes, pistões, pastilhas e contentores dos clientes.

Dados de transporte por turno (valores médios)

- Fornecimento Carcaças e Suportes para **Montagem** por turno – 147 contentores x 96 peças x 5 linhas = 70.560 peças
- Fornecimento Pastilhas e Pistões para **Montagem** por turno – 41 contentores x 585 peças x 5 linhas = 119.925 peças
 - Total 188 contentores por turno para as 5 linhas que em média resulta em:
 - 8 Horas / 39 contentores & paletes = 0,20 horas por contentor/palete (12,30 min por contentor/palete), por linha.

		Linhas de Montagem			
Volume / Turno		Pcs/Cont	Cont/Turno	Tempo/Cont (min)	Tempo/Turno (min)
		de - a	de - a	de - a	de - a
Movimentação de material nas linhas de montagem	Carcaças	66 - 90	14 - 26	0,5 - 1,95	9,5 - 31,6
	Suportes	80 - 144	9 - 22	0,5 - 1,95	5 - 26,8
	Pistões	700	2 - 3	0,5 - 1,95	2,6 - 3,9
	Pastilhas interiores	700	2 - 3	1 - 2,33	2,77 - 4,66
	Pastilhas exteriores	350	4 - 5	1 - 2,33	4,15 - 9,33
	Contentor do cliente	40 - 60	20 - 29		
	TOTAL		51 - 88		41 - 70
Movimentação de material no armazém de expedição	Contentor do cliente	50 - 120	15 - 25	4,83 - 7,75	96,7 - 121
	TOTAL		15 - 25		96,7 - 121
Movimentação de material nos armazéns internos	Carcaças		14 - 26	1,666 - 1,17	16,3 - 30,3
	Suportes		9 - 22	1,666 - 1,17	10,5 - 25,7
	Pistões		2 - 3	2,5	5 - 7,5
	Pastilhas interiores		5 - 8	5 - 5,17	25,8 - 41,3
	Pastilhas exteriores		5 - 8	1,5	7,5 - 12
	Contentos do cliente		6 - 13	2,5	15,6 - 31,9
	TOTAL		41 - 80		81 - 149

Quadro 1 - Tempos de transporte de material às linhas de montagem

Fonte: SRNHP (2018) – adaptado do Quadro de tempos de movimentação

Fluxo tratamento de superfície

Todas as carcaças e suportes são enviados ao fornecedor para o processo de galvanização. Este tratamento em zinco, em *ZnNi Flash* ou *ZnNi Direct*, irá garantir uma maior longevidade e qualidade superior ao material. Este fornecedor procede igualmente à desoxidação e recuperação de material de fundição que necessite tratamento de remoção de ferrugem. Nalguns modelos desportivos, os suportes e o travão final são pintados para resultar na imagem pretendida pelo cliente. Esta pintura é feita essencialmente por dois fornecedores, localizados no espaço europeu.

- *WIP* / turno do fornecedor do tratamento galvânico – 144 contentores x 72 peças = 10.368 peças.

Empilhadores e pessoal

Atualmente, para a movimentação de material existe uma frota de 12 empilhadores frontais de 1.8 / 2.0 toneladas e um retrátil, para armazenamento em estantes (*Racks*) e prateleiras, a qual é supervisionada por 8 chefes de equipa e manuseada por 21 movimentadores.

Volume produção das linhas de Montagem

Em 2018, os dados acumulados até Abril e os valores previstos até ao final do ano, revelam a distribuição infra discriminada de volume, por linha de montagem (Quadro 2), num total de 4,2 milhões de travões, estando em linha com o orçamento. A saber:

Ano 2018				
Linha P6	LinhaP5	Linha P4	Linha P2	Linha P1
821	540	1.345	961	552
4.218				

Travões (000)

Total (000)

Quadro 2 - Volume de produção das linhas de montagem - atuais e previstas para 2018

Fonte: Elaboração própria

Como havia sido mencionado, para 2019 está prevista uma produção de 4,8 milhões de travões, com a seguinte distribuição (Quadro 3):

Ano 2019					
Linha P6	Linha P5	Linha P4	Linha P2	Linha P1	
819	724	1.562	1.038	693	Travões (.000)
4.836					Total (.000)

Quadro 3 - Volume de produção previsto para as linhas de montagem em 2019

Fonte: Elaboração própria

5.3 Análise crítica ao processo atual

Não se considera premente uma análise e estudo ao processo de fluxo de material na área da maquinaria, pois esta área apenas requer um movimentador por turno (3 movimentadores na totalidade).

Assim, pensa-se ser mais pertinente uma análise ao fluxo das linhas de montagem, pois esta requer uma equipa extensa de movimentadores por turno, o que torna o processo logístico mais complexo e de maior dimensão.

Neste processo, existem 5 turnos de montagem distribuídos por 3 turnos semanais (5 movimentadores) e 2 turnos ao fim de semana (3 movimentadores), resultando num total de 21 movimentadores afetos à linha de montagem. No Quadro 4 e na Figura 15 pode-se encontrar uma sinopse esquemática da estrutura de movimentadores de material.

P/Turno		Semana (3 Turnos)	Fim de semana (2 Turnos)	Total
Condutores de empilhadores				
Armazéns internos	2	3+3	1+0	7
Expedição	1	1+1	1+0	3
Linhas de montagem	5	5+5+5	3+3	21
Chefes de Equipa				8
				39

Quadro 4 - Estrutura de pessoas na logística de 2018

Fonte: Elaboração própria

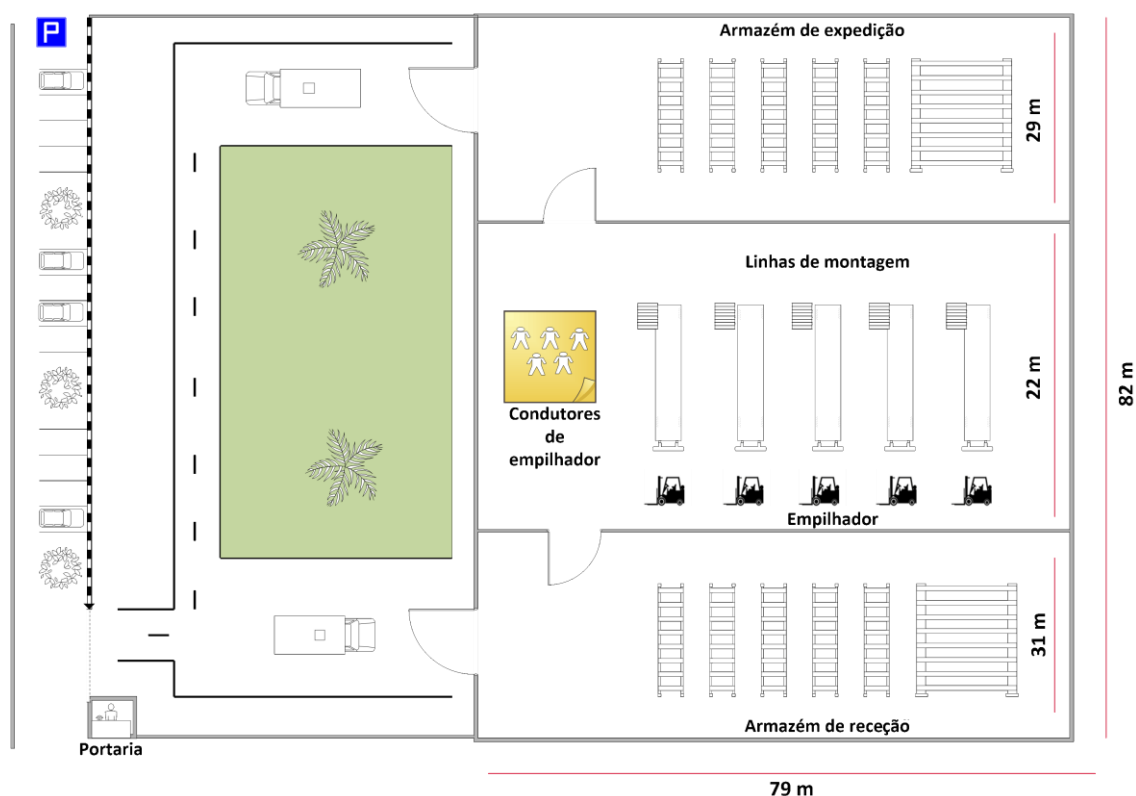


Figura 15 - Layout atual

Fonte: Elaboração própria

Da caracterização do processo de fluxo de material de alimentação das linhas de montagem, supra descrito, e de acordo com o conhecimento acumulado nas diversas observações *in loco*, na literatura científica subsidiária e nos contactos tidos com os

diversos elementos determinantes, tais como o Diretor Logístico, o Responsável de Armazém, o Chefe de Equipa da Logística e o Chefe de Equipa da Montagem, foi coligida toda a informação e posteriormente elaborado um diagrama que permitirá uma melhor compreensão da análise sistémica e identificação dos problemas do processo atual. Este diagrama foi elaborado recorrendo à ferramenta *Lean* – diagrama de *Ishikawa*.

Alguns destes elementos, acima descritos, haviam feito uma descrição superficial das problemáticas do processo, nas entrevistas exploratórias.

Na construção deste diagrama (Figura 16), o processo de escrutínio foi efetuado numa perspetiva *Lean*. Este diagrama foi, assim, elaborado com base nas ferramentas *Kaizen*, objetivando uma melhoria contínua, complementado com o *TPM* (numa abordagem que objetiva estudar meios para eliminar os riscos, as perdas e os problemas) e com os 5S (eliminação/limpeza do espaço e processos).

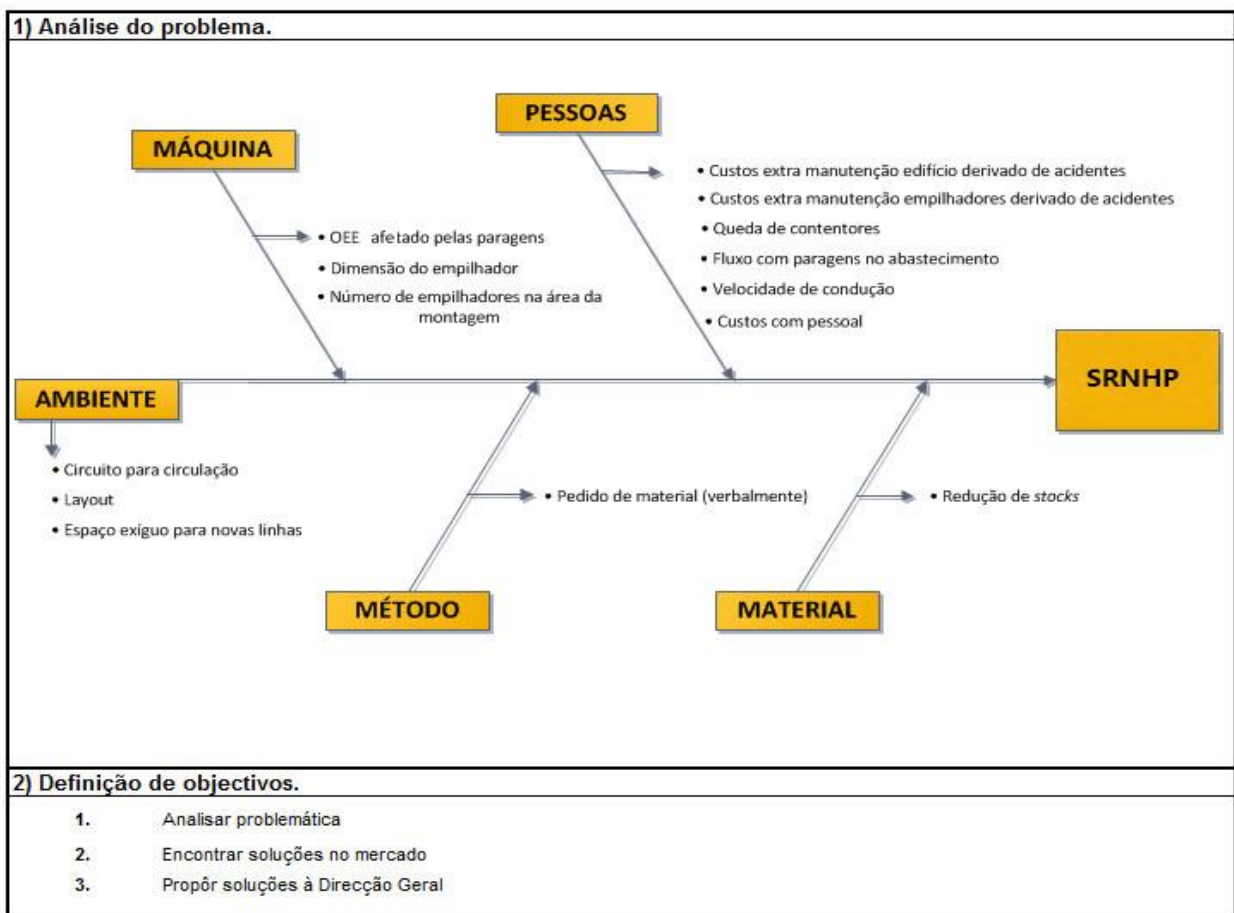


Figura 16 - Diagrama de *Ishikawa* – Análise ao processo

Fonte: Elaboração própria

5.4 Descrição dos problemas identificados

Ambiente

Com a introdução prevista de novos produtos para 2019 e com base na estratégia do grupo para 2019-2023, existe a necessidade de implantar novas linhas de montagem e, desta forma, redesenhar o *layout* atual objetivando um melhor aproveitamento do espaço existente.

Deste modo, o espaço destinado para circulação teria que ser reduzido para permitir o aumento do número de linhas de montagem.

Máquina

No planeamento do *OEE*²⁰, não foi considerado o transporte do material às linhas, uma vez que as linhas estão em constante produção, pelo que o material é transportado às linhas enquanto estas produzem. No entanto, sempre que existe uma interrupção do fluxo de material por razões não planeadas, o *OEE* é afetado. Estas paragens extraordinárias podem ser originadas por múltiplos problemas, tais como acidentes com o empilhador, *stock*, manutenção da linha, entre outros.

Método

Depois de se analisar, detalhadamente, o método utilizado no processo de requisição de material das linhas, efetuado de uma forma verbal, concluiu-se que este parece ser pouco fiável e com um elevado fator de risco, uma vez que a troca de referências e/ou de quantidades incorretas é frequente.

Pessoas

Em qualquer atividade empresarial existe, atualmente, uma necessidade de maior competitividade e esta pode ser alcançada, também, através da redução de custos com os recursos humanos. De facto, o número de pessoas que participam no processo de alimentação das linhas é elevado, existindo uma equipa constituída por 21 pessoas, no total dos 5 turnos.

²⁰ *Overall Equipment Effectiveness* - índice global de eficácia dos equipamentos.

Outro problema encontrado, dentro da categoria «Pessoas», é a concentração elevada destas nas linhas, ainda que pontual, o que gera por vezes casos de acidentes ou atraso no processo.

Atendendo à necessidade de produção contínua, o fluxo de material não pode ser interrompido nem atrasado o que, por vezes, e dada a condução manual dos empilhadores, gera situações de atraso e/ou paragem no abastecimento.

Outro aspeto em que se considera que o método utilizado poderia ser melhorado, é o relacionado com o transporte às linhas, dos contentores e paletes, pelos empilhadores manuais. Com efeito, se este transporte fosse efetuado de uma forma isenta de acidentes, bem como a velocidades controladas, minimizavam-se as situações de risco de queda dos contentores.

Material

O fator *stock* representa uma variável cada vez mais influente nos fluxos de caixa das empresas, influenciando diretamente o seu capital circulante. Assim sendo, a não gestão do *stock* de material pelo *ERP* no módulo *WM* condiciona uma gestão mais eficiente deste.

5.5 Propostas de melhoria

Como se pode verificar na análise crítica do processo, supra descrita, há lugar para melhorias significativas no referido processo. De facto, o processo de movimentação de material tem um papel fundamental na Logística interna da organização do Grupo *SRNHP*.

Considera-se que este processo deverá ser construído tendo como base os objetivos definidos pelo *Lean*, mencionados anteriormente por Baudin (2005):

- Entregar os materiais necessários, quando necessários e na quantidade necessária, convenientemente identificados tanto para a produção como para os clientes;
- Sem prejudicar o tempo de entregas, eliminar os desperdícios no processo logístico. Para se cumprir com estes objetivos é necessário reduzir o tamanho dos lotes, aumentar a frequência de entrega e nivelar o fluxo de entrega. Ou seja, trata-se de implementar o sistema *pull* (puxar) com reposição nivelada

em pequenos lotes, de modo a trabalhar da forma mais sincronizada possível com o consumo real.

Deste modo, enquadrado na aplicação de algumas ferramentas e filosofias no âmbito do *Lean*, desde a filosofia *Kaizen*²¹, à prática dos 5S²², ao *diagrama de Ishikawa*, ao *Kanban*²³, ao *Poka-Yoke*²⁴, ao sistema *Pull*²⁵, entre outros, todo o processo de transporte de material dos armazéns até à alimentação das linhas de montagem deverá ser revisto a fim de ser encontrada a melhor forma de o automatizar, através da análise de variados fatores como a rapidez, a segurança, o custo de implementação e a qualidade do processo, entre outros.

Recordando Roldão e Ribeiro (2007), verifica-se que “*quando integrados numa CFP, os robôs manipuladores são poderosos auxiliares de qualquer processo produtivo*” sendo que para Lin e Mitsuo (2006), “*um ambiente SFP requer um sistema de manuseamento de material flexível e adaptável, pelo que o AGV fornece um sistema deste tipo*”.

Deste modo, a proposta de melhoria apresentada neste estudo, vai ao encontro da abordagem *Lean* pretendida, concomitantemente com as soluções apresentadas pelos Sistemas Flexíveis de Produção, mais concretamente, as Células Flexíveis de Produção.

Assim sendo, e após inúmeros estudos de hipotéticas propostas de melhoria, apresenta-se aquela que parece ser a mais adequada considerando as problemáticas identificadas, enquadrada na premente necessidade de otimizar a logística interna, tendo em conta o importante condicionalismo da disponibilidade financeira para investimentos. Ao pensar-se numa proposta de melhoria ter-se-á que ponderar no seu impacto a médio/longo prazo e, por esta razão, é inevitável considerar o volume previsto para 2019, bem como a necessidade de contratação de movimentadores que possam garantir o fluxo de material necessário às linhas.

Considerando os volumes previstos para 2019 para as linhas de montagem, descritos anteriormente, será necessária a contratação adicional de movimentadores por

²¹ Kaizen – tem como significado a procura da melhoria contínua

²² 5S – Ferramenta Lean direcionada à componente administrativa e física do trabalho

²³ Kanban – método de agilização da produção

²⁴ Poka-Yoke – dispositivo que evita a ocorrência de defeitos no processo produtivo

²⁵ Pull – sistema de processo produtivo onde a velocidade e quantidade é determinada pelo cliente

turno para auxiliar no suporte de alimentação às linhas e o consequente aumento da frota de empilhadores.

Tendo em conta as problemáticas descritas no diagrama de *Ishikawa* torna-se premente repensar o *layout* e as funções dos movimentadores de forma a garantir uma eficiência superior e a eliminar parte dos problemas encontrados. Esta abordagem será inspirada em ferramentas e filosofia *Lean*.

De facto, na figura 17 propõe-se um novo *layout* e uma redistribuição de tarefas dos movimentadores para 2019, sustentados nos tempos de movimentação apresentados anteriormente, tendo por base a filosofia *Kaizen*, mencionada na revisão da literatura, prospetivando uma ulterior melhoria contínua dos processos, apresentada da seguinte forma:

- Dois movimentadores responsáveis pelo abastecimento de material para as linhas, recolhendo o material no *buffer* da área de receção, colocando de seguida o produto acabado no *buffer* na área de expedição;
- Dois movimentadores responsáveis pelo abastecimento do *buffer* na área do armazém de receção;
- Dois movimentadores responsáveis pelo armazenamento do produto acabado na área da expedição, após a recolha do material no *buffer* desta área.

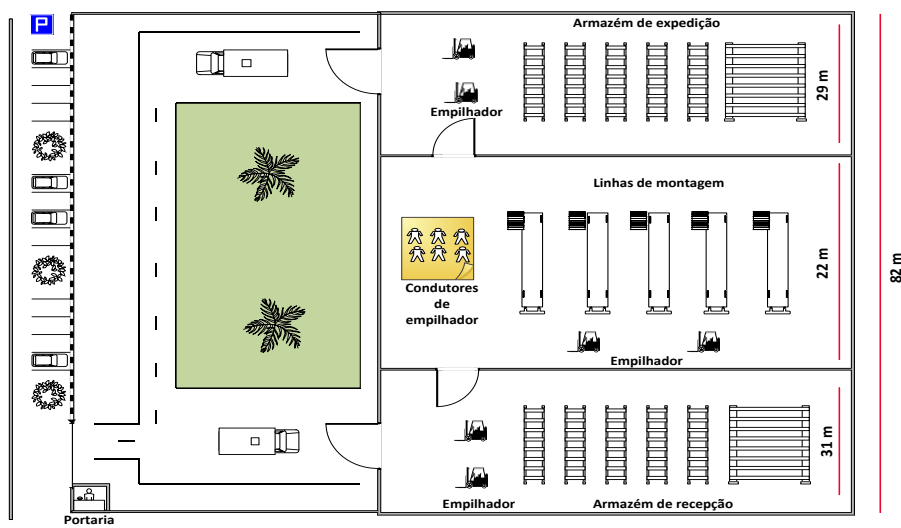


Figura 17 - Layout proposto

Fonte: Elaboração própria

No quadro 5 encontra-se definida a estrutura de pessoas prevista para 2019, a fim de fazer face ao volume previsto, num total de 45 pessoas afetas à movimentação de material, cuja responsabilidade pertence ao Departamento de Logística.

2019 (previsto)

P/ Turno		Semana (3 Turnos)	Fim de Semana (2 Turnos)	Total
Condutores de empilhadores				
Armazéns internos	2	3+3	1+0	7
Expedição	1	1+1	1+0	3
Linhas de montagem	6	6+6+6	5+4	27
Chefes de Equipa				8
				45

Quadro 5 - Estrutura prevista para 2019 na Logística

Fonte: Elaboração própria

No entanto, a proposta de melhoria não é apenas composta pela definição de um novo *layout* e uma redistribuição de tarefas. Com efeito, considera-se que a vertente financeira é fundamental em qualquer organização, pelo que se torna imperioso encontrar uma solução que permita também uma otimização e retorno financeiro. Assim, a proposta de melhoria do processo consiste na redefinição de *layout*, bem como na utilização da tecnologia de robôs automatizados, uma vez que estes representam mecanismos de diminuição de desperdícios, melhoria da eficiência dos processos e, ainda, pelas suas tecnologias, elementos de *poka-yoke* (mecanismos de segurança), entre outras vantagens mencionadas anteriormente.

Pode-se verificar, na figura 18, que parte do processo de alimentação de material iria ser automatizada, com recurso à moderna tecnologia de robôs inteligentes e autónomos. Numa análise feita por turno, sugere-se que dos 6 «tradicionais» movimentadores de material, 2 destes sejam substituídos por dois *AGV's* que ficariam encarregues da recolha do material (contentores/paletes), no *buffer* específico, e distribuição às 5 linhas de montagem. Assim que o produto fosse sujeito ao processo de montagem nas respetivas linhas, e transformado no produto final seria, então, recolhido pelos *AVG's* e colocado numa doca idêntica (*buffer*), mas agora no armazém de produto final (expedição).

Os 4 movimentadores de material fariam a tarefa de recolha e colocação do produto (acabado e semi-acabado) nas *racks* e docas respetivas.

Os movimentadores responsáveis pelo armazém de receção recolherão o material, requisitado pelas linhas, das *racks* e colocá-lo-ão na doca para posterior recolha deste material por parte do AGV. Os movimentadores responsáveis pelo armazém de produto acabado recolherão o produto final na doca presente no armazém e armazená-lo-ão na *rack* adequada.

Deste modo, a estrutura de turnos seria redefinida segundo a estrutura apresentada no Quadro 5 e na Figura 18. Como se pode verificar, esta nova estrutura terá um número de 49 colaboradores, sendo que a quantidade de movimentadores destinados à movimentação de material às linhas de montagem será de apenas 18, contrastando com os 27 da estrutura planeada para 2018 verificando-se, assim, uma redução efetiva de 9 colaboradores.

Assim, considera-se que esta solução irá evitar um aumento considerável da estrutura de pessoas designadas à movimentação de material e respetivos problemas associados a este, de forma a poder corresponder ao volume definido para 2018 e ao volume previsto para 2019.

2019 (proposto)

		P/ Turno	Semana (3 Turnos)	Fim de Semana (2 Turnos)	Total
Condutores de empilhadores					
Armazéns internos		2	3+3	1+0	7
Expedição		1	1+1	1+0	3
Linhas de montagem		6	4+4+4	3+3	18
Chefes de Equipa					8
					36

Quadro 6 - Estrutura proposta de movimentadores de material

Fonte: Elaboração própria

De notar que a estrutura de movimentadores, existentes para o desempenho das funções de descarregamento dos camiões, provenientes dos fornecedores na área da receção, de carregamento dos camiões com destino aos clientes e movimentação interna nos armazéns, mantém-se igual (por enquanto) pois é necessário que esta seja feita de

uma forma manual, dada a especificidade dos movimentos e variáveis presentes no seu desempenho.

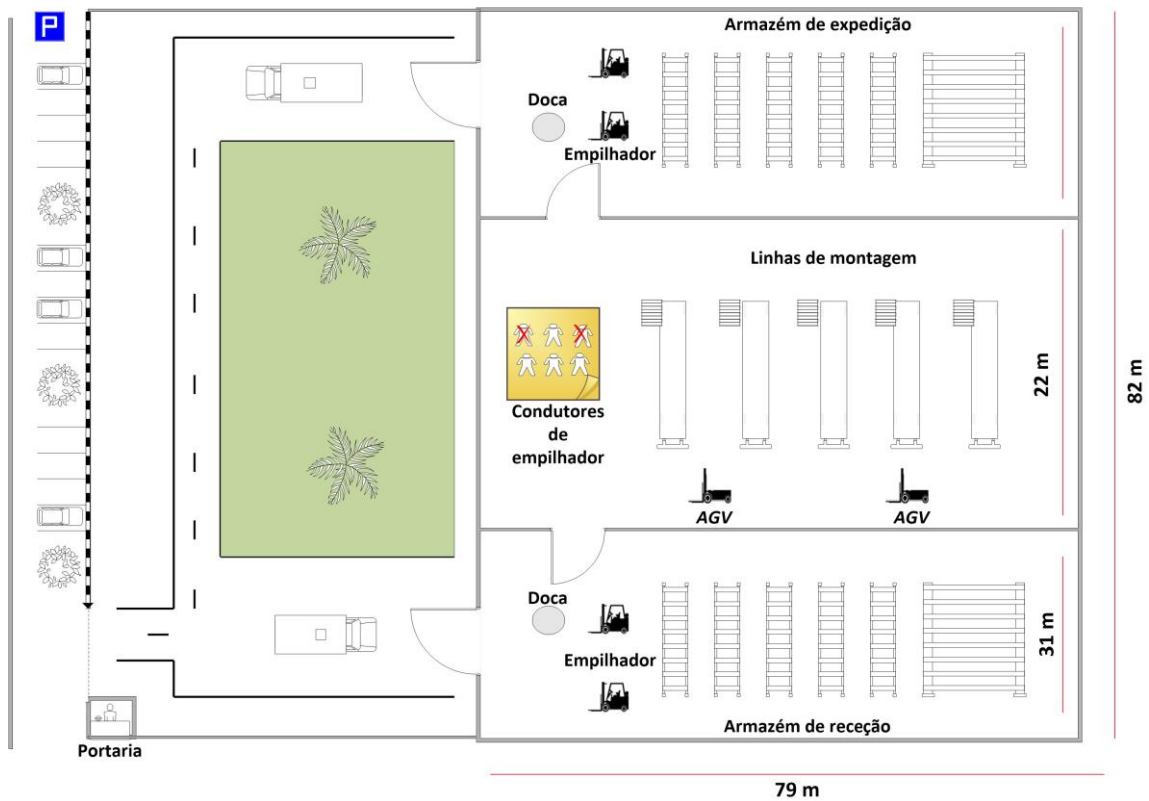


Figura 18 - Layout proposto com AGV's

Fonte: Elaboração própria

Para a implementação desta tecnologia e automatismos, foi, pela autora deste estudo, realizada uma auscultação de mercado tendo em conta variados fatores, tais como a tecnologia, a qualidade, a experiência, a assistência e o renome, para que fosse escolhido o fornecedor mais adequado e capacitado.

Com base na literatura de suporte a este trabalho e considerando o *layout*, a forma de armazenamento e o tipo de produtos da *SRNHP*, foi considerado que a tecnologia oferecida pelos *AGV's* é a que se melhor se adequa às necessidades atuais.

Deste modo, foi disponibilizado ao fornecedor selecionado, para este estudo, todos os dados necessários para o cálculo e definição dos processos para que pudesse ser apresentada a sua proposta. Os dados consistiram, *grosso modo*, na informação sobre as áreas dos espaços de movimentação e os respetivos tempos/necessidades de fornecimento de paletes e contentores às linhas de montagem. Foi, assim, apresentada, pelo fornecedor, uma proposta que se caracteriza pela seguinte estrutura:

- Será constituído por dois *AGV's* de garfos com as seguintes funcionalidades:
 - Transporte de paletes/contentores do armazém de *WIP* para as linhas;
 - Transporte de paletes/contentores de produto acabado das linhas para o armazém de produto acabado;
 - Transporte de paletes/contentores vazia(o)s do armazém de produto acabado para as linhas;
 - Transporte de paletes/contentores vazia(o)s das linhas para o armazém de *WIP*.
- As cargas unitárias terão por base:
 - Euro paletes 800 x 1200 mm;
 - Contentores metálicos 600 x 950 mm;
 - A carga máxima não excede 1500 kg;

- Cadência:

	<i>WIP</i>	Produto Acabado
Linha P1:	31 paletes/contentores - 8 hora	25 paletes/contentores - 8 horas
Linha P2:	30 paletes/contentores - 8 horas	25 paletes/contentores - 8 horas
Linha P4:	31 paletes/contentores - 8 horas	20 paletes/contentores - 8 horas
Linha P5:	37 paletes/contentores - 8 horas	22 paletes/contentores - 8 horas
Linha P6:	59 paletes/contentores - 8 horas	29 paletes/contentores - 8 horas
Total:	24 paletes/contentores - hora	15 paletes/contentores – hora

- Posto de interface

Os postos de interface com os *AGV's* serão, no solo, com a seguinte distribuição:

- Armazém de *WIP*: Um posto para saída de material para as linhas e outro para entrega de paletes vazias. Estarão localizados junto à saída do armazém;
- Armazém de PA: Um posto para entrada de produto acabado e outro para saída de paletes vazias para as linhas. Estarão localizados junto à saída do armazém;

- Linhas: Quantidade de postos a definir, devendo cada um ter duas localizações.
- O sistema proposto será constituído pelo fornecimento e instalação dos seguintes elementos:
 - *AGV's* Laser (figura 19): Dois veículos guiados automaticamente, para transporte de contentores e paletes, com as seguintes características principais:
 - Sistema de transferência de carga constituído por dois garfos fixos montados num sistema de elevação;
 - Capacidade de carga 1.500 (Kg);
 - Elevação dos garfos 100 mm;
 - Sistema de navegação laser *NDC system 8*;
 - Uma unidade de tração / direção;
 - Velocidade máxima 1.2 (m/s);
 - Rodas em *Vulkollan*;
 - Uma bateria de chumbo 48 V, com capacidade de carga para 12 horas de trabalho. Após este tempo a bateria deverá ser substituída, por um operador, pela que se encontra no posto de carga, ficando esta a carregar.
 - Seguranças frontais e laterais, que permitem a deteção de obstáculos à distância que originam redução de velocidade para um valor programável;
 - Paragem imediata quando atuados;
 - Paragem imediata em caso de perda de seguimento;
 - Botoneiras para paragem de emergência nos cantos do veículo;
 - Deteção de palete presente na estação de carga / descarga;
 - Quadro elétrico com aparelhagem de controlo e comando do veículo;
 - *Display* com teclado para visualização de informação relativa ao estado do veículo e edição de parâmetros de funcionamento.
 - Equipamento Estacionário:
 - Sistema de comunicação RF contínua e bidirecional entre os *AGV's* e o sistema de gestão central.

- Sistema estacionário de carga das baterias dos *AGV's*, constituído por:
 - 2 Carregadores controlados por microprocessador;
 - 2 Baterias;
 - 3 Transportadores para colocação das baterias a carregarem.
- Posicionadores estáticos instalados no solo para posicionamento das paletes.
- Sistema de navegação laser de tecnologia NDC, com os seguintes componentes principais:
 - A nível do veículo:
 - Controlador VMC500;
 - Laser *scanner* 4.0;
 - Equipamento estacionário;
 - Refletores fixos instalados na área de trabalho dos *AGV's*;
 - Sistema de gestão - *NT8000 Base Program*;
 - Um PC DC 5100 P4 - 512 MB com monitor TFT 17.

O sistema proposto está preparado para trabalhar 24 h/dia de acordo com as necessidades da *SRNHP*.

O valor definido pelo fornecedor para este investimento será de 390.000€, mais IVA, sendo o prazo planeado para a sua implementação de 8 meses.



Figura 19 - Modelo de AGV a Laser proposto

Fonte: Fornecedor (2018)

Com a implementação desta proposta de solução, os problemas identificados na análise crítica anterior serão, assim, eliminados ou fortemente diminuídos contribuindo, deste modo, para um impacto positivo muito significativo ao nível da logística interna da *SRNHP*.

5.6 Resultados da aplicação da proposta elaborada neste estudo

Esta proposta permitirá resolver os principais problemas, identificados anteriormente, da seguinte forma:

- Através da eliminação da presença dos cinco empilhadores manuais nas linhas de montagem, teremos uma substancial redução dos custos extraordinários relacionados com as quedas de material. De notar que é nesta área que se manifestam, devido à exiguidade do espaço e ao número elevado de colaboradores, a maior parte dos acidentes;
- Paragens de alimentação - fluxo contínuo e ininterrupto, sem a influência da componente humana;
- Quedas de material - sistema de bloqueio e sensores de obstáculos, que permitam a movimentação segura numa área crítica à ocorrência de acidentes, como é a área onde se encontram as linhas de montagem;
- Velocidade excessiva – limitador de velocidade e sistema de bloqueio, com sensores de obstáculos – *poke-yoke*;
- Custos com pessoal – redução de 9 colaboradores;
- Redução de 2 empilhadores da frota atual, com a respetiva redução dos custos mensais dos empilhadores e da manutenção/baterias presentes no valor mensal do *leasing*;
- Custo com manutenção extraordinária de edifício e empilhadores – com o sistema de deteção de obstáculos, o número de acidentes é teoricamente nulo;
- Pedidos de material verbalmente – através do *software* de gestão implementado, será possível efetuar os pedidos de material de uma forma informatizada e, por isso, isento de erros comuns na comunicação oral.

Para demonstrar financeiramente o impacto desta proposta, pode-se observar o gráfico 1 onde estão refletidos os custos históricos, globais, derivados da manutenção

extraordinária de edifício e empilhadores, bem como o custo relacionado com a queda de material, atingindo no seu conjunto, em 2017, um total de 72.000€.

Verifica-se, igualmente, que para 2018 foi definido um objetivo (*target*) anual de 21.900€ para este conjunto de fatores.

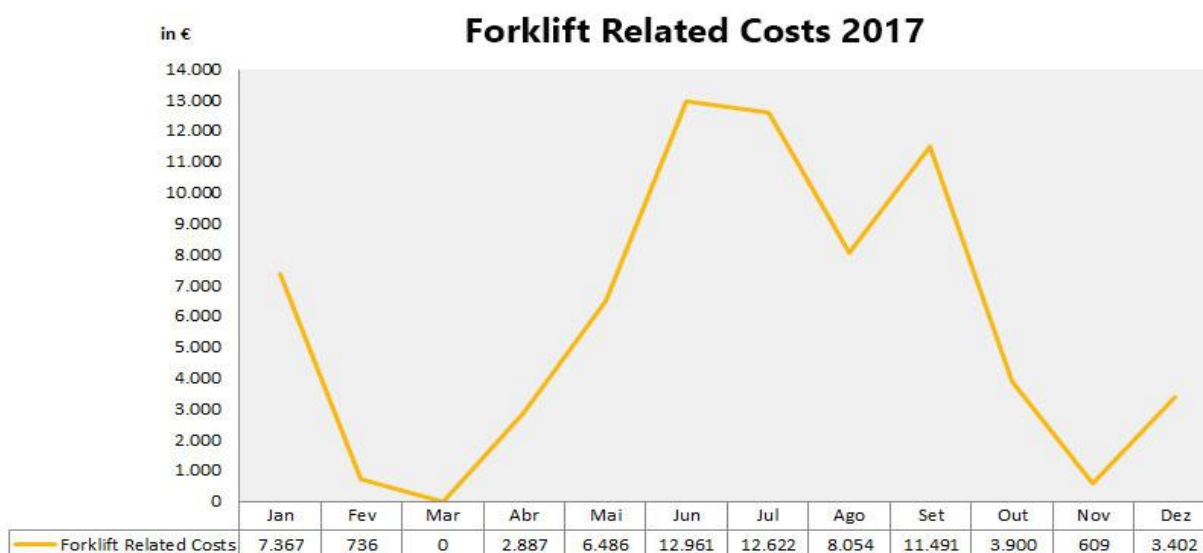


Gráfico 1 - Custos históricos relacionados com empilhadores em 2017

Fonte: Elaboração própria

Torna-se necessário ter, igualmente, em consideração os valores respeitantes ao *renting* mensal da atual frota de empilhadores e os valores de manutenção dedicados aos empilhadores e respetivas baterias. Anualmente o custo de ambos, tendo em conta apenas os dois empilhadores que se substituiriam, cifra-se em cerca de 19.000 €. Na função de movimentadores de material, o custo médio por colaborador cifra-se, grosso modo, nos 18.000 € anuais sendo que, na maioria destes, são contratos efetivos e de elevada antiguidade, totalizando uma redução aproximada de custos de 162.000 € anuais.

5.7 Análise financeira do projeto de investimento

Da análise financeira (Quadro 7) ao investimento proposto obtiveram-se, como resultados principais, um Valor Líquido Atual – VAL - de 618.483 € (valor de todos os *cash-flows* do investimento), um *payback* de 2 anos e 9 dias (tempo necessário ao retorno do investimento) e uma Taxa Interna de Rendibilidade – TIR – de 91,88% (taxa

necessária para igualar o valor de um investimento com os seus respetivos retornos futuros ou saldos de caixa, significando a taxa de retorno de um projeto). Considera-se, assim, que esta proposta de investimento tem as características e pressupostos necessários para que este projeto seja recomendado e implementado na *SRNHP*.

Análise de investimento - Aquisição de dois Automatic Guided Vehicles e alterações de layout

Descrição	2018	2019	2020	2021	2022
Anos de Investimento	1	2	3	4	5
9 Condutores de empilhadores	162,000	162,000	162,000	162,000	162,000
Manutenção extraordinária de empilhadores e edifício	29,400	29,400	29,400	29,400	29,400
Quedas de material	42,700	42,700	42,700	42,700	42,700
Manutenção annual de 2 empilhadores	2,088	2,088	2,088	2,088	2,088
Renda annual de 2 empilhadores	16,800	16,800	16,800	16,800	16,800
Depreciação - 6 anos	(65,000)	(65,000)	(65,000)	(65,000)	(65,000)
Rendimento Antes de Imposto	187,988	187,988	187,988	187,988	187,988
Imposto s/R.A.I	29,5%	55.456	55.456	55.456	55.456
IRC	25,0%				
Derrama Municipal	1,5%				
Derrama Estadual	3,0%				
R.L.	132,532	132,532	132,532	132,532	132,532
Mapa Cash Flow					
Cash Flow Investimento					
Aquisição de equipamento - 2 AVG's	(390,000)				
Manutenção Anual dos AVG's	(5,000)	(5,000)	(5,000)	(5,000)	(5,000)
Valor Líquido Residual Investimento					45,825
Total Cash Flow Investimento	(395,000)	(5,000)	(5,000)	(5,000)	40,825
Cash Flow Exploração					
Resultado Líquido	132,532	132,532	132,532	132,532	132,532
Depreciação (6 anos)	65,000	65,000	65,000	65,000	65,000
Total cash Flow Exploração	197,532	197,532	197,532	197,532	197,532
Cash Flow Líquido	(197,468)	192,532	192,532	192,532	238,357
Factor de Atualização	1	1	1	1	1
Cash Flow Act. Líquido	(197,468)	192,532	192,532	192,532	238,357
Cash Flow Atual Líquido Acumulado	(197,468)	(4,937)	187,595	380,126	618,483
Valor Atual Líquido (VAL)					618,483

Períodos	1	2	3	4	5
Payback Anos	0	2	0	0	0
Meses	0	0	0	0	0
Dias	0	9	0	0	0

Payback de 2 anos e 9 dias

Cálculo da TIR - Taxa Interna de Rendibilidade

$$\begin{aligned} \text{VAL 91\%} &= -197468 \cdot (1,91)^{-1} + 192532 \cdot (1,91)^{-2} + 192532 \cdot (1,91)^{-3} + 192532 \cdot (1,91)^{-4} + 238357 \cdot (1,91)^{-5} \\ &= 864,611630832653 \\ \text{VAL92\%} &= -197468 \cdot (1,92)^{-1} + 192532 \cdot (1,92)^{-2} + 192532 \cdot (1,92)^{-3} + 192532 \cdot (1,92)^{-4} + 238357 \cdot (1,92)^{-5} \\ &= -115,435208116545 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{TIR} &= ((0,92 - 0,91) \cdot (0 - 865)) / (-115 - 865) \\ &= 0,0088265326122449 \\ &= (0,91 + 0,008827) \\ &= \mathbf{91,88\%} \end{aligned}$$

Quadro 7 - Análise de investimento do projeto dos AGV's

Fonte: Elaboração própria

5.8 Propostas de melhoria futura

Considerando que, no mercado globalizado e competitivo em que nos encontramos, as organizações não podem correr o risco de perderem as suas vantagens competitivas, impõe-se doravante a apresentação de algumas propostas de melhoria que deverão ser desenvolvidas, analisadas e investigadas, com o propósito de verificar não só a sua viabilidade e aplicabilidade, bem como demonstrar os benefícios advindos das mesmas.

Deste modo, julga-se que a total automatização do fluxo de material nas linhas de produção e a implementação de uma gestão integrada total dos *stocks*, através do ERP SAP, seria o patamar seguinte para potenciar a competitividade da Logística interna da empresa alvo do nosso estudo, sendo estas propostas implementadas em duas fases interrelacionadas e dependentes entre si.

Numa primeira fase foi avaliada a total substituição da frota de empilhadores afetos ao fluxo de material do edifício 2, através da aquisição de AGV's de garfos elevatórios laterais (Fig. 20) com capacidade para desempenharem a função de

armazenagem, e AGV's de garfos fixos (iguais aos apresentados na proposta de melhoria) para a função de movimentação do material.



Figura 20 - Modelo de AGV de garfos laterais

Fonte: Egemin (2018)

Concluída a automatização do fluxo, a gestão da frota seria realizada com recurso às TIC's, através da integração total no sistema ERP utilizado pela *SRNHP*.

A segunda fase consistiu na utilização de uma ferramenta (software) integradora do planeamento, do *procurement*, da gestão de armazém e do fluxo de material, de acordo com as necessidades dos clientes e das linhas de produção, visando uma gestão automática das encomendas nos fornecedores.

Como reflexo desta gestão integrada do planeamento, *procurement* e fluxo de material, será possível uma redução significativa dos custos atuais, bem como uma gestão mais eficiente dos níveis de *stock*. A utilização de AGV's de garfos laterais no armazenamento permitiu ainda uma otimização dos espaços destinados à colocação das *racks*, dada a capacidade destes em operarem lateralmente o que possibilita uma menor

a distância entre as *racks* e, caso haja necessidade, uma maior capacidade de armazenamento. Esta maior capacidade pode permitir um aproveitamento de outros espaços para implantações de novas linhas, sem que haja a necessidade de recorrer à utilização de armazéns externos.

A implementação destas e de ulteriores propostas estará sempre condicionada à disponibilidade financeira, atribuída centralmente pelo grupo, para projetos de investimento.

5.9 Aplicação dos conceitos operatórios ao Estudo de Caso.

Uma vez que no plano de negócios da *SRNHP - Componentes de Automóveis, Lda* se prevê o incremento da sua produção total para o ano de 2019, tornou-se premente a análise do seu processo atual e à ulterior apresentação de propostas de melhoria, atualização e eficácia. Para que estes objetivos fossem alcançados, foi imperativo proceder-se à revisão da literatura relacionada com os temas associados à filosofia *Lean* e às suas ferramentas.

Assim sendo, puderam ser identificadas, descritas e analisadas as ferramentas / métodos / processos / tecnologias que estão em uso no atual sistema de fornecimento para as linhas de montagem da empresa para posteriormente ser(em) apresentada(s) proposta(s) para a otimização e racionalização do processo em estudo, visando uma abordagem que pretendeu estudar formas de eliminar riscos, perdas e problemas encontrados na linha de montagem.

Várias das ferramentas *Lean* descritas no capítulo 2 foram usadas numa perspetiva pragmática neste estudo de caso.

Deste modo, como metodologia facilitadora da interligação entre a teoria e a *praxis*, apresenta-se doravante a seguinte sinopse:

- **O ponto 1.2 está relacionado com os pontos 5.3. e 5.5**

No ponto 5.3 foi apresentado o processo de transporte, de alimentação das linhas e posterior armazenagem com meios que requerem alguma integração de mão de obra, o que torna o sistema lento e conseqüentemente menos eficiente.

No ponto 5.5 foi realizada a análise sobre o seu atual sistema de abastecimento às linhas de montagem, com posterior apresentação de propostas de implementação de soluções automatizadas com base numa filosofia *Lean*.

- **O ponto 1.3 está relacionado com os pontos 5, 3.6, 2.3, 2.6, 2.7 e 5.5**

No ponto 5 foi apresentada uma proposta de uma solução de otimização e agilização com vista ao aumento da eficiência e qualidade do processo correspondente à atividade logística secundária da movimentação de materiais da *SRNHP – Componentes de Automóveis, Lda.*, com a adoção da filosofia *Lean* e a utilização de métodos e formas de automatização.

No ponto 3.6 foi apresentado um plano de negócios para aumentar a produção total para 2019 tendo sido importante a análise do seu processo atual e, posterior, apresentação de propostas de melhoria.

No ponto 2.3, foi referido que para alcançar esses objetivos é imperativo rever a literatura relacionada com os temas associados à filosofia *Lean* e as suas ferramentas.

No ponto 2.6 procedeu-se à identificação e à descrição de novas tecnologias aplicáveis aos processos de manuseamento e de transporte.

No ponto 2.7 foram descritos e analisadas as ferramentas / métodos / processos / tecnologias que se encontram em uso no atual sistema de fornecimento para as linhas de montagem da empresa.

No ponto 5.5 foram apresentadas propostas para otimização e racionalização do processo em estudo.

- **O ponto 5.1 está relacionado com os pontos 5.2, 5.4, 5.6, 5.7 e 2.3.**

Para apresentar uma solução de otimização e racionalização do processo correspondente à atividade logística secundária do movimento de materiais da *SRNHP*, iniciou-se com uma descrição dos processos, ferramentas, métodos e tecnologias atualmente utilizados (Ref. Capítulo 5.2) para, posteriormente, serem identificados os problemas existentes (Ref. Capítulo 5.4), a partir dos quais as soluções foram então apresentadas, avaliando o seu impacto (Ref. Capítulo 5.6), a análise financeira do projeto (Ref. Capítulo 5.7), bem como a(s) proposta(s) para melhoria futura.

Nos sub capítulos várias das ferramentas *Lean* descritas no Capítulo 2.3 foram usadas numa perspectiva pragmática.

- **O ponto 5.2 está relacionado com os pontos 3.4 e 3.5.**

No ponto 3.4 foram apresentados os tipos de matérias e categorias de matéria prima utilizada na produção de maxilas.

No ponto 3.5, no segundo edifício, o material restante é armazenado, tais como pastilhas, molas, parafusos, borracha, pistões, tampas, entre outros, e o produto final está relacionado com o ponto 5.2.

- **O ponto 5.3 está relacionado com os pontos 2.3.8, 2.3.5 e 2.3.7.**

O ponto 5.3 foi complementado com o ponto 2.3.8 onde neste foi apresentado o TPM (numa abordagem que visou estudar formas de eliminar riscos, perdas e problemas), e com ponto 2.3.5 onde foram apresentados os 5S (eliminação / limpeza de espaço e processos), assim como o ponto 2.3.7 com o diagrama de Ishikawa.

- **O ponto 5.5 está relacionado com os pontos 2.3.2, 2.3.6, 2.3.5, 2.3.6, 2.3.7, 2.5 e 4.2**

O ponto 5.5 está relacionado com o ponto 2.3.2 onde se considerou que este processo deve ser construído com base nos objetivos definidos pelo *Lean*, mencionados anteriormente por Baudin. Assim, foram aplicadas algumas ferramentas e filosofias dentro do âmbito do *Lean*, da filosofia Kaizen (Ref. Capítulo 2.3.6), a prática de 5S (Ref. Capítulo 2.3.5), o diagrama de Ishikawa (Ref. Capítulo 2.3.7), Kanban (Ref. Capítulo 4.2), Poka-Yoke (Ref. Capítulo 4.2), e o sistema Pull (Ref. Capítulo 4.2),

De acordo com Lin e Mitsuo (Ref. Capítulo 2.5), «*um ambiente SFP integrado exige que um sistema de manuseio de materiais seja usado como uma ferramenta para a manipulação de materiais flexíveis e adaptáveis, de modo que a AGV forneça tal sistema*».

O ponto 5.5 encontra-se relacionado com a Figura 17, onde foi proposto um novo *layout* e redistribuição de tarefas dos motores para 2019, com base nos tempos de movimento apresentados anteriormente, assente na filosofia Kaizen (Ref. Capítulo 2.3.6).

6. CONCLUSÃO

6.1 Síntese e Conclusões

Como havia sido mencionado, o objetivo geral do presente trabalho detém-se na apresentação de uma solução de otimização e agilização, com o inerente aumento da eficiência e da qualidade no processo correspondente à atividade logística secundária da movimentação de materiais da *SRNHP Componentes Automóveis Lda.*, com a adoção da filosofia *Lean*, concatenando métodos e formas de automatização.

Para este efeito, procedeu-se a uma contextualização do tema, tendo sido mencionando o referido tema, a problemática e os objetivos propostos.

Posteriormente recorreu-se à consulta da literatura, fundamentais para o estudo, onde se procurou abordar as técnicas e os conceitos necessários à aplicação empírica da solução proposta.

Após a descrição detalhada da empresa *SRNHP Componentes Automóveis Lda* e os seus processos produtivos, procedeu-se à descrição dos métodos, técnicas e instrumentos utilizados com o propósito de permitir a recolha adequada de informação necessária à realização desta dissertação.

Através destes métodos e técnicas, procedeu-se à descrição e análise do atual sistema de abastecimento às linhas de montagem da empresa e, em concomitância, à identificação dos problemas e desafios existentes.

Com estes elementos, tendo como suporte a revisão bibliográfica, procedeu-se à apresentação de uma solução de otimização e agilização do processo correspondente à atividade logística secundária da movimentação de materiais da *SRNHP.*, incluindo a respetiva análise financeira do projeto, bem como a proposta de melhoria futura.

A principal ilação a retirar do estudo efetuado demonstrou que existe margem para melhoria nos processos de movimentação de materiais afetos à produção nas linhas de montagem da *SRNHP.* Neste contexto, esteve presente a preocupação de serem apresentadas soluções tecnológicas e de processo que objetivassem a obtenção de um rácio de custo/benefício bastante superior aos resultados decorrentes do processo atual.

Com efeito, com a aplicação da proposta de melhoria será possível, na globalidade, a obtenção de resultados significativos como a eliminação do risco de queda/danificação de materiais, assim como a redução de postos de trabalho e, ainda, a diminuição dos custos associados à manutenção dos ativos (edifício e empilhadores).

Perante este estudo pudemos concluir que a sua aplicação concreta permitirá, no que diz respeito ao fluxo de material afeto à produção na área de montagem, uma maior fluidez, um cumprimento dos tempos de entrega de material nas linhas, uma maior segurança na movimentação do respetivo fluxo e, ainda, uma redução do erro humano em resultado da diminuição de operações desempenhadas pelo ser humano.

Foi assim demonstrado, durante a apresentação deste estudo, que o investimento necessário para a sua implementação, o qual incide na aquisição de equipamentos automatizados e na utilização de tecnologias de informação para a gestão de pedidos e rotas, terá retorno logo após o segundo ano decorrido.

6.2 Limitações do estudo

Algumas das dificuldades na elaboração do presente trabalho relacionaram-se *grossa modo* com o diminuto tempo disponível para a sua realização, bem como para a pesquisa relacionada com a literatura científica de suporte.

As observações e entrevistas efetuadas a partir das quais se procedeu às sugestões de melhoria, correspondem à situação atual da empresa que foi objeto de estudo. No entanto, as organizações encontram-se num processo permanente de desenvolvimento, pelo que tais sugestões de melhoria são somente válidas para os pressupostos que as sustentaram.

Outro aspeto potencialmente limitativo incide no pressuposto que, tanto a análise da situação atual da empresa, bem como as sugestões de melhoria apresentadas, também como resultado dos contributos dos vários responsáveis da empresa, foram elaboradas com alguma perspetiva de parcialidade de quem é concomitantemente seu colaborador, apesar de se ter verificado a existência de uma preocupação de equidistância dos mesmos.

6.3 Sugestões de futuras linhas de investigação

Todo o trabalho de investigação é, *ab initio*, uma ferramenta inacabada e perfectível pelo que, jamais, poderá ser considerado hermético.

Neste contexto, para além da necessidade de um maior aprofundamento do tema analisado poderão, desde já, ser sugeridas as seguintes linhas de investigação, associadas à aplicação da Filosofia *Lean* e da integração de sistemas automatizados nos sistemas logísticos de alimentação a linhas de produção:

- Validação das métricas ou identificação de outras que permitam avaliar os resultados das soluções preconizadas.
- Determinação dos resultados alcançados com a implementação *in loco* das sugestões de melhoria apresentadas;
- Avaliação do impacto na competitividade da empresa.

ANEXOS

ANEXO 1 - Figuras



Figura 21- Racks com produto acabado no armazém de expedição

Fonte: SRNHP (2018) - Instalações do Edifício 2



Figura 22 - Corredor no armazém de expedição

Fonte: SRNHP (2018) - Instalações do Edifício 2



Figura 23 - Contentores de cliente no armazém de expedição

Fonte: SRNHP (2018) - Instalações do Edifício 2



Figura 24 - Doca para expedição de material no armazém de expedição

Fonte: SRNHP (2018) - Instalações do Edifício 2



Figura 25 - Movimentação de material no armazém de receção

Fonte: SRNHP (2018) - Instalações do Edifício 2



Figura 26 - Paletes dispostas no armazém de receção

Fonte: SRNHP (2018) - Instalações do Edifício 2



Figura 27 - Contentor de carcaças dispostos no armazém de receção

Fonte: SRNHP (2018) - Instalações do Edifício 2



Figura 28 - Doca para recepção de material no armazém de recepção

Fonte: SRNHP (2018) - Instalações do Edifício 2



Figura 29 - Empilhador de condução manual

Fonte: SRNHP (2018) - Instalações do Edifício 2



Figura 30 - Linha de produção na montagem

Fonte: SRNHP (2018) - Instalações do Edifício 2



Figura 31 - Linha de produção na montagem

Fonte: SRNHP (2018) - Instalações do Edifício 2



Figura 32 - Linha de produção na montagem

Fonte: SRNHP (2018) - Instalações do Edifício 2



Figura 33 - Linha de produção na montagem

Fonte: SRNHP (2018) - Instalações do Edifício 2



Figura 34 - Linha de produção na montagem
Fonte: SRNHP (2018) - Instalações do Edifício 2

Bibliografia

Baudin, Michel, (2005), *Lean Logistics: The Nuts and Bolts of Delivering Materials and Goods*, Nova Iorque, Productivity Press;

Buyurgan, Nebil, Lakshmanan, Meyyappan, Can, Saygin, Cihan, H. Dagli, (2007), *Real-time routing selection for automated guided vehicles in a flexible manufacturing system*, Journal of Manufacturing Technology Management Vol. 18 No. 2, pp. 169-18, Emerald Group Publishing Limited;

Catálogo de Apresentação, SRNHP Lda, 2017.

Crespo de Carvalho, José, Carvalho, Vitor, (2001), *Auditoria Logística – medir para gerir*, Editora Silabo;

Crespo de Carvalho, José, (2010), *Logística e Gestão na Cadeia de Abastecimento*, Editora Sílabo;

Crespo de Carvalho, José, (2002), *Logística*, 3ª Edição, Lisboa: Editora Sílabo;

Crespo de Carvalho, José, (2004), *A Lógica da Logística*, Lisboa: Editora Sílabo;

Crespo de Carvalho, José, Encantado, Laura, (2006), *Logística e Negócio Electrónico*, Porto: Editora SPI;

Dias, João Carlos Quaresma, (2005), *Logística global e macrologística*, Lisboa: Edições Silabo;

Ferreira, Aurélio Buarque De Holanda, (1986), *Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa* 2ª ed, Rio de Janeiro: Nova Fronteira;

Heilala, Juhani, Paavo, Voho, (2001), *Modular reconfigurable flexible final assembly systems*, *Assembly Automation*, Bedford;

Imai, M., (1986), *Kaizen - The Key to Japan's Competitive Success*, EUA: McGraw-Hill;

Lambert, Douglas M., (1998), *Fundamentals of logistics management*, Boston: McGraw-Hill;

Lando, Nishida, (2008), *Logística Lean: conceitos básicos*, Brasil: Lean Institute;

- Lin Lin, Seong Whan Shinn, Mitsuo, Gen, (2006), *Network model and effective evolutionary approach for AGV dispatching in manufacturing system*, Springer Science Business Media;
- Lopes dos Reis, Rui, (2008), *Manual da gestão de stocks: teoria e prática*, Lisboa: Editorial Presença;
- Moura, Benjamim, (2006), *Logística – Conceitos e Tendências*, Editora Centro Atlântico;
- Nakajima, S.,(1988), *Introduction to TPM - Total Productive Maintenance*, Cambridge: Productivity Press;
- Ohno, Taiichi, (1988), *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*, Cambridge: Productivity Press;
- Peterson, Jim, Roland, Smith, (1998), *O Guia de Bolso do 5S*, Cambridge: Productivity Press;
- Pinto, João P., (2008), *Lean Thinking Introdução ao Pensamento Magro*. Comunidade Lean Thinking;
- Pires, Noberto J., (2002), *Automação industrial – Edições Técnicas e Profissionais*, ETEP-LIDEL;
- Porter, Michael E., (1985), *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*, New York: The Free Press;
- Pyung-Hoi, Koo, (2005), *Contributing Authors - International Journal of Flexible Manufacturing Systems*, Springer Netherlands, pp 465–477;
- Reis, Pedro M., (2005), «*OEE Systems & Milk Run*», Porto: Relatório de estágio curricular da LGEI.

Roldão, Victor Sequeira, Ribeiro, Joaquim Silva, (2007). *Gestão das Operações – Uma abordagem Integrada*, Lisboa: Manuais de Gestão;

Rushton, Alan, (2000), *The Handbook of Logistics and Distribution Management*, Institute of Logistics and Transport;

Simões, V., (2008), *Critical Factors of Lean Implementation in Manufacturing Enviroments*, Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto;

Tague, Nancy, (2005), *Quality Toolbox*, ASQ Quality Press;

Trebilcock, Bob, (2010), *The Robots Are Coming*, Modern Materials Handling, pp 26;

Togo, Yukiyasu, (1993), *Against All Odds: The Story of the Toyota Motor Corporation and the Family That Created It*, St Martins Pr;

Womack, James P., Jones, Daniel T., Roos, Daniel, (1990), *The Machine that changed the World*, Free press;

Womack, James P., Jones, Daniel T., (2003), *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation, Revised and Updated*, HarperBusiness.