



IMPLEMENTAÇÃO DE KANBAN COM RFID: PROPOSTA DE MELHORIA PARA A TRIDEC LDA.

HUGO CASTRO MOREIRA

Outubro de 2016

IMPLEMENTAÇÃO DE KANBAN COM RFID: PROPOSTA DE MELHORIA PARA A TRIDEC LDA.

Hugo Castro Moreira

2016

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Engenharia Mecânica



POLITÉCNICO
DO PORTO

isep

IMPLEMENTAÇÃO DE KANBAN COM RFID: PROPOSTA DE MELHORIA PARA A TRIDEC LDA.

Hugo Castro Moreira
1111312

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, realizada sob a orientação do Professor João Manuel Pinho Ribeiro

2016

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica

POLITÉCNICO
DO PORTO

isep

JÚRI

Presidente

Orientador

João Manuel Pinho Ribeiro

Equiparado a Assistente de 2º Triénio, ISEP – Instituto Superior de Engenharia do Porto

Arguente

AGRADECIMENTOS

Venho desta forma expressar os meus agradecimentos a todas as pessoas que contribuíram direta ou indiretamente na elaboração desta dissertação:

Ao meu orientador, Professor João Manuel Pinho Ribeiro, pelos conselhos e por todo o apoio prestado ao longo deste trabalho.

Ao engenheiro Gabriel Coimbra e à Doutora Regina Pinto, pela oportunidade cedida, orientação e conhecimento transmitido ao longo do estágio. Agradeço também a todos os elementos da TRIDEC, por toda a disponibilidade e colaboração mostrada.

À minha namorada, Sílvia Gomes, por todo o amor e carinho demonstrado, pelo apoio incondicional proporcionado durante esta experiência académica e acima de todo pela paciência e motivação nos momentos difíceis.

Agradeço também aos meus colegas João Pinto e Paulo Goulão pela companhia e companheirismo demonstrado ao longo deste estágio

Por fim, um enorme agradecimento aos meus pais e à minha família, pelo esforço feito ao longo destes anos para que conseguisse chegar aqui, pela união, ensinamentos e educação passada e pelo carinho demonstrado ao longo desta minha vida.

PALAVRAS CHAVE:

Kanban, gestão de *stock*, rastreamento da produção, RFID, *tag* passiva, *tag* ativa, *reader*, antena, *middleware*.

RESUMO

Uma das principais razões para o sucesso de uma empresa consiste na sua adaptabilidade e capacidade de crescer ao longo do tempo, melhorando a sua eficácia e eficiência, sem comprometer os seus parâmetros de qualidade.

O tema desta dissertação consiste em duas propostas de melhoria para a empresa do ramo automóvel, TRIDEC, enquadrando-se no desafio proposto pela administração, a todos os elementos da empresa, de formular propostas de melhoria de forma a garantir a evolução da mesma. Este trabalho foi dividido em duas fases, a primeira consistiu na recolha de informação, entrevistas com os elementos da TRIDEC e uma análise às instalações da empresa, bem como aos dados recolhidos.

A segunda parte deste projeto consistiu na análise aos processos de fabrico da empresa e no desenvolvimento de propostas de melhoria, as quais incidem na alteração do *layout* da zona fabril de soldadura e a implementação futura da metodologia kanban na empresa.

KEYWORDS

Kanban, stock management, tracking the order, RFID, passive tags, active tags, reader, antenna, middleware.

ABSTRACT

One of the main reasons for the success of a company is its adaptability and ability to grow over time, improving their effectiveness and efficiency in order to not compromise the company's quality standards.

The theme of this dissertation consists of two proposals for improvement for the automotive company, TRIDEC, framing in the challenge proposed by the administration, all company members, to formulate proposals for improvement to ensure the evolution of the same. This work was divided into two phases, the first was the collection of information, interviews with TRIDEC elements and an analysis of the facilities, as well as the data collected. The second part of this project was the analysis of the company's manufacturing processes and developing improvement proposals, which focus on changing the layout of the industrial zone of welding and the future implementation of Kanban methodology in the company.

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

Lista de Abreviaturas

WIP	Work In Process
JIT	Just In Time
VSM	Value Stream Mapping
SMED	Single Minute Exchange of Die
TPM	Total Productive Maintenance
RFID	Radio Frequency IDentification
IFF	Identify Friend or Foe
RF	Radio Frequency
UHF	Ultra High Frequency
EPC	Eletronic Product Code
AIDC	Automatic Identification and Data Capture
EEPROM	Electrically-Erasable Programmable Read-Only
ISO	International Organization of Standartization
EAM.UCC	Euriopian Article Number/Uniform Code Council
MIT	Massachusetts Institute of Technology

Lista de Unidades

Hz	Hertz
----	-------

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1-EXEMPLO DE UM KANBAN DE CARTÕES	34
FIGURA 2 ROTA DE CIRCULAÇÃO DE UM CARTÃO KANBAN	34
FIGURA 3-EXEMPLO DE FAXBAN (ADAPTADO DE (M.GROSS & MCLNNIS, 2003))	36
FIGURA 4-EXEMPLO DE E-KANBAN (ADAPTADO DE (L-MOBILE, 2016))	37
FIGURA 5- ESQUEMA DE MOVIMENTOS DE UM KANBAN DE PRODUÇÃO (ADAPTADO DE (M.GROSS & MCLNNIS, 2003))	38
FIGURA 6- ESQUEMA DE FUNCIONAMENTO DO SISTEMA IFF	40
FIGURA 7-CONSTITUINTES DO SISTEMA RFID	43
FIGURA 8 - COMPONENTES ESTRUTURAIS DE UMA TAG	44
FIGURA 9-EXEMPLO DE TAG PASSIVA SEM REVESTIMENTO	45
FIGURA 10-EXEMPLO DE TAG ATIVA	46
FIGURA 11-EXEMPLO DE TAG SEMI-PASSIVA	46
FIGURA 12-TROCA DE INFORMAÇÃO ENTRE A TAG E O READER	54
FIGURA 13-ESTRUTURA DE UM EPC	57
FIGURA 14-PRODUTOS FABRICADOS NA EMPRESA	62
FIGURA 15-SISTEMA TD	63
FIGURA 16-SISTEMA HF-E	64
FIGURA 17-SUSPENSÃO PNEUMÁTICA	65
FIGURA 18- SUSPENSÃO HIDRÁULICA	66
FIGURA 19- <i>FIFTH WHEEL PLATE</i>	67
FIGURA 20- <i>STEERING ROD</i>	68
FIGURA 21- <i>AXLE MOUNTING FRAME</i>	69
FIGURA 22- ORGANIZAÇÃO ESTRUTURAL DA TRIDEC LDA	70
FIGURA 23- LAYOUT DA ÁREA DE SOLDADURA	76
FIGURA 24- EXEMPLO DE ALTERAÇÃO DE <i>LAYOUT 1</i>	77
FIGURA 25- EXEMPLO DE ALTERAÇÃO DE <i>LAYOUT 2</i>	77
FIGURA 26- PROPOSTA DE ALTERAÇÃO DE <i>LAYOUT</i>	77
FIGURA 27- CSL DA EMPRESA	79
FIGURA 28 - RAZÕES RESPONSÁVEIS PELA DIMINUIÇÃO DO CSL	80
FIGURA 29- EXEMPLO DE UM VSM PARA UMA <i>AXLE MOUNTING FRAME</i>	81
FIGURA 30 - EXEMPLO DE UM VSM DE UMA <i>TD FRAME</i>	82
FIGURA 31 - EXEMPLO DE UM VSM PARA UMA <i>FIFTH WHEEL</i>	82
FIGURA 32 - EXEMPLO DE VSM PARA UM <i>STEERING ACCELERATOR</i>	83
FIGURA 33 - SEQUÊNCIA DE OPERAÇÕES PARA A RECEÇÃO DE UMA ENCOMENDA	84
FIGURA 34- SEQUÊNCIA DE OPERAÇÕES PARA O PLANEAMENTO E PRODUÇÃO DE UM COMPONENTE	85
FIGURA 35 - SEQUÊNCIA DE OPERAÇÕES PARA A SUBCONTRATAÇÃO DE PROCESSOS E EXPEDIÇÃO DE COMPONENTES	87
FIGURA 36 - EXEMPLO DE UM PORTA-PALETES DA TRIDEC	88
FIGURA 37 - EXEMPLO DE UMA REFERÊNCIA DE LOCALIZAÇÃO	89

FIGURA 38 - EXEMPLO DE UM POSSÍVEL PROCESSO DE ASSOCIAÇÃO ENTRE A TAG DO ARMAZÉM E A TAG DA PALETE	90
FIGURA 39 - EXEMPLO DE UMA POSSÍVEL DESASSOCIAÇÃO ENTRE A TAG DO ARMAZÉM E A TAG DA PALETE	90
FIGURA 40 - EXEMPLO DE UMA PALETE USADA PELA EMPRESA	91
FIGURA 41 - EXEMPLO DE UMA ORDEM DE MOVIMENTO A USADO PELA EMPRESA	93
FIGURA 42 - EXEMPLO DE UMA <i>PICK LIST</i> USADA PELA EMPRESA	94
FIGURA 43 - EXEMPLO DE UMA POSSÍVEL JANELA DE PRODUÇÃO PARA O SOFTWARE A DESENVOLVER	96
FIGURA 44 - NOVA SEQUÊNCIA DE OPERAÇÕES PARA A RECEÇÃO DE UMA ENCOMENDA	97
FIGURA 45 - NOVA SEQUÊNCIA DE OPERAÇÕES PARA O PLANEAMENTO E PRODUÇÃO DE UM COMPONENTE	98
FIGURA 46 – NOVA SEQUÊNCIA DE OPERAÇÕES PARA A SUBCONTRATAÇÃO DE PROCESSOS E EXPEDIÇÃO DE COMPONENTES	100
FIGURA 47 - TAG PASSIVA DE CLASSE 1	102
FIGURA 48 - TAG SEMI-PASSIVA	103
FIGURA 49 - <i>READER</i> MOVEL	104

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 FOLHA DE RECOLHA DE INFORMAÇÃO (ADAPTADA DE (M.GROSS & MCLNNIS, 2003))	30
TABELA 2- EXEMPLO DO CALCULO DO TEMPO DE PRODUÇÃO (ADAPTADO DE (M.GROSS & MCLNNIS, 2003))	32
TABELA 3- EXEMPLO DO CALCULO DO BUFFER (ADAPTADO DE (M.GROSS & MCLNNIS, 2003))	32
TABELA 4-FREQUÊNCIA DE TRABALHO USADA EM DIFERENTES PAÍSES (ADAPTADO DE (BARROS, 2010) (RFID FOR YOU, 2016))	47
TABELA 5-CARACTERIZAÇÃO DOS DIFERENTES INTERVALOS DE FREQUÊNCIA	48
TABELA 6-CARACTERÍSTICAS DAS DIFERENTES FREQUÊNCIAS	52
TABELA 7-NORMAS ISO PARA O SISTEMA RFID (ADAPTADO DE (BARROS, 2010))	56
TABELA 8-CLASSES DE EPC (ADAPTADO DE (BARROS, 2010))	57
TABELA 9- CUSTOS RELACIONADOS COM A ALTERAÇÃO DO LAYOUT	78
TABELA 10 – TABELA DE ORÇAMENTAÇÃO DOS PRODUTOS A ADQUIRIR	104

ÍNDICE DE EQUAÇÕES

EQUAÇÃO 1 - AJUSTE NA PRODUÇÃO	30
EQUAÇÃO 2 - TEMPO DE PRODUÇÃO	31
EQUAÇÃO 3 - TEMPO DISPONÍVEL DE PRODUÇÃO	31
EQUAÇÃO 4 - TEMPO DISPONÍVEL PARA O INTERVALO DE REPOSIÇÃO	31
EQUAÇÃO 5 - INTERVALO DE REPOSIÇÃO	31
EQUAÇÃO 6 - CAPACIDADE DO CONTENDOR	32

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	23
1.1	Contextualização e Objetivos	23
1.2	Estrutura e Organização	24
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	27
2.1	KANBAN	27
2.1.1	Evolução da metodologia	27
2.1.2	Fundamentos teóricos	27
2.1.3	Vantagens para a implementação do Kanban	28
2.1.4	Implementação do sistema Kanban	29
2.1.5	Regras para a criação de um Kanban	38
2.1.6	Instruir a equipa para o processo	38
2.1.7	Preparação para a implementar o Kanban	38
2.1.8	Auditar e manter o Kanban	39
2.1.9	Melhorar o Kanban	39
2.2	RFID	40
2.2.1	Contextualização histórica	40
2.2.2	Fundamentos teóricos	42
2.2.3	Composição física do RFID	43
2.2.4	Sistema da frequência RFID	51
2.2.5	Transferência de dados	53
2.2.6	Colisão nas transmissões	53
2.2.7	Normas	55
3	PROPOSTAS DE MELHORIAS PARA A TRIDEC	61
3.1	Contextualização da empresa TRIDEC	61
3.1.1	História-cronologia	61
3.1.2	Produtos comercializados	62
3.1.3	Principais componentes	67
3.1.4	Organização estrutural da TRIDEC LDA.	70
3.1.5	Layout	74
3.2	Propostas de melhoria da empresa	75
3.2.1	Contextualização	75

3.2.2	Alteração do Layout fabril da empresa	75
3.2.3	Metodologia Kanban com o auxílio do sistema RFID	79
4	CONCLUSÕES	109
5	BIBLIOGRAFIA	113
6	ANEXOS	117
6.1	ANEXO 1 - Diagrama de processo da TRIDEC	117
6.2	ANEXO 2 - Diagrama ABC para os produtos produzidos	118
6.3	ANEXO2-Datasheet dos produtos usados	123
6.3.1	Tag passiva	123
6.3.2	Tag semi-passiva	124
6.3.3	Reader	125
6.4	Anexo 4 – Job da TRIDEC	126

INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização e Objetivos

1.2 Estrutura e Organização

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização e Objetivos

A presente dissertação insere-se na Unidade Curricular “Dissertação/ Estágio/ Projecto” do 2º Ano do curso de Mestrado em Engenharia Mecânica - Gestão Industrial do Departamento de Engenharia Mecânica (DEM) do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP) do Politécnico do Porto.

Este trabalho surge no âmbito de um projeto conjunto entre a Avans University of Applied Sciences (AUAS) e o Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), com o intuito de auxiliar os dois departamentos da empresa TRIDEC, a TRIDEC BV e a TRIDEC LDA, na solução dos problemas existentes nas duas entidades.

Numa primeira fase foi efetuado um levantamento dos principais problemas existentes na empresa e proposto um desafio de como os elementos da empresa TRIDEC gostariam de a encontrar ao fim de quatro anos. No decorrer da análise, verificou-se a saturação dos postos de trabalhos, proveniente de um aumento espontâneo de encomendas por parte da sucursal Holandesa, revelando vários problemas, relacionados com armazém e zona fabril da empresa.

Em resposta aos problemas encontrados, foram propostas duas soluções de forma a poder elimina-los. Uma das propostas assenta na implementação de um novo *Layout* fabril para a nave de soldadura, e a outra consiste na implementação da metodologia KANBAN juntamente com a tecnologia RFID para toda a área fabril.

1.2 Estrutura e Organização

Esta dissertação está dividida em quatro capítulos, onde o primeiro tem como função a contextualização sobre este trabalho e a enumeração dos objetivos deste projeto. O segundo capítulo pretende enquadrar o leitor, em relação à metodologia e tecnologia abordados e o seu desenvolvimento ao longo do tempo.

Já o terceiro capítulo tem como tema a TRIDEC, onde é exibida a sua história, uma breve contextualização sobre os produtos fabricados e os seus processos. Concluindo a descrição da empresa, são apresentadas as propostas de melhoria, juntamente com o orçamento necessário para a sua realização.

Por fim, o último capítulo pretende enumerar as conclusões sobre as propostas abordadas, bem como a sua viabilidade.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 KANBAN

2.1.1 Evolução da metodologia

2.1.2 Fundamentos teóricos

2.1.3 Vantagens para a implementação do Kanban

2.1.4 Implementação do sistema Kanban

2.1.5 Regras para a criação de um Kanban

2.1.6 Instruir a equipa para o processo

2.1.7 Preparação para a implementar o Kanban

2.1.8 Auditar e manter o Kanban

2.1.9 Melhorar o Kanban

2.2 RFID

2.2.1 Contextualização histórica

2.2.2 Fundamentos teóricos

2.2.3 Composição física do RFID

2.2.4 Sistema da frequência RFID

2.2.5 Transferência de dados

2.2.6 Colisão nas transmissões

2.2.7 Normas

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 KANBAN

2.1.1 Evolução da metodologia

Na década de 40 a 50 Kiichiro Toyoda, fundador e presidente da Toyota motor company, desenvolveu e implementou a ideia da produção Just In Time (JIT) na sua empresa.

Uma das principais razões do sucesso desta ferramenta foi a implementação do conceito de Kanban, introduzida por Taiichi Ohno com o intuito de controlar a produção entre processos, tendo como função reduzir os custos e otimizar o uso das máquinas.

Esta ferramenta não mostrou grande relevância mundialmente até 1970, quando mundo passava por uma recessão devido ao excesso de *stock*, onde Taiichi Ohno com o auxílio do Kanban, não só conseguiu reduzir o trabalho em progresso (Work In Process-WIP) como também diminuir os custos associados ao *stock*. (M.Gross & McInnis, 2003) (Japan Management Association, 1986)

2.1.2 Fundamentos teóricos

A palavra Kanban significa cartão ou sinalizador e como o nome indica utiliza um sistema de cartões ou indicadores visuais que permitem controlar e supervisionar o processo de fabrico da linha de produção. Esta ferramenta serve também de guia para o operador, quando este se depara com um problema durante a operação, permitindo-lhe saber a quem recorrer. (M.Gross & McInnis, 2003)

Tendo em conta esta ideologia, podemos defini-lo como um planeamento por encomenda, uma vez que a produção só é iniciada quando existe venda do *stock* existente ao cliente e é necessário repor os produtos vendidos ou quando uma encomenda é efetuada, substituindo o planeamento diário ou semanal, através da implementação de indicadores visuais e decisões predefinidas que permitem planear a linha de produção. Este tipo de implementação pode ser considerado como uma ferramenta de planeamento, podendo assumir várias formas que serão direcionadas para o operador.

Esta ferramenta não substitui o planeamento e controlo da matéria-prima, mas usa esses dados para criar Kanbans mais eficientes e precisos. O que esta metodologia substitui são os planeamentos diários e a necessidade de planeamento e controlo do processo para determinar o próximo produto a fabricar, permitindo ao próprio operador controlar o posto de trabalho e á equipa de planeamento, engenharia e manutenção maior liberdade e tempo para aprimorar o processo de fabrico. (M.Gross & McInnis, 2003)

2.1.3 Vantagens para a implementação do Kanban

Além das vantagens descritas no tópico anterior a metodologia Kanban possui as seguintes vantagens (Cimorelli, 2005):

- **Reduz o inventário:**

Quando calculados os tempos ineficientes da produção, as peças não conformes e que não podem ser reparadas, e os tempos de *set-up*, o Kanban permite redução de *stock* de 25 a 75%, em relação aos seus valores iniciais.

Do ponto de vista financeiro, a redução de *stock* não só diminuirá os custos de armazém, como também libertará espaço na fábrica que poderá ser usado para futuros investimentos que melhorem o processo de fabrico ou até expandir o armazém fabril.

- **Melhora o fluxo de produção:**

A produção torna-se mais fluida devido à redução dos valores de *stock* e pelas ordens de trabalho geradas pelo kanban. Além de fornecer informações detalhadas ao operador relativamente ao produto a produzir, fornece também as suas quantidades, bem como as especificações de fabrico.

- **Previne a sobreprodução:**

Em determinados casos, um uso inadequado do controlo de qualidade pode levar a uma produção excessiva de peças, desperdiçando tempo e recursos valiosos.

O processo Kanban previne a sobreprodução predefinindo lotes de quantidades específicas e quantidade de lotes máximos a produzir, melhorando a qualidade de vida do operário fornecendo essas informações de produção, assim como a sua sequência de trabalho para o dia a dia.

- **Implementação de controlo de produção nos postos de trabalho:**

Com a implementação de um guia com as regras bem definidas e informação detalhada, o operador poderá fazer o controlo de qualidade do seu próprio posto de trabalho, permitindo controlar o seu próprio ritmo de produção. Para que isso seja possível, para além de instruir o operador para a sua nova tarefa, é necessário que estejam especificados todos os procedimentos a efetuar e caso sejam detetadas peças defeituosas, o controlo de qualidade perceba que ação deverá tomar.

- **Cria um planeamento visual mais apelativo:**

Através do uso de Kanban visuais (marcas no chão, sistema de cartões, paletes) elimina o uso de ordens de trabalho usando um sistema de cores para cada tipo de produção a seguir. Desta forma, a cor amarela representa peça a produzir e o vermelho como um indicador de baixa perigosa de *stock* de uma certa peça.

Também agenda a produção de peças, a quantidade a produzir e a quantidade de operadores para a tarefa.

- **Melhora o tempo de resposta da fabrica:**

O sistema Kanban define a capacidade mínima e máxima de inventário, que com um controlo rigoroso irá controlar o processo produtivo da fábrica, melhorando o tempo de resposta da empresa.

- **Minimiza o risco de inventário obsoleto:**

Este tipo de execução previne a sobreprodução e a elevada quantidade de *stock*, tendo isso em consideração quando existe uma melhoria ou quando um produto é descontinuado existem menos riscos de *stock* obsoleto minimizando assim os custos gerados para a companhia.

2.1.4 Implementação do sistema Kanban

De forma a implementar este tipo de sistema é necessário seguir sete passos de forma a garantir a sua fiabilidade. Estes definem-se pela recolha de dados, o cálculo dos lotes a usar, a criação do sistema kanban, instruir a equipa para a o funcionamento da nova metodologia, auditar e manter o Kanban e melhorar o mesmo (M.Gross & McInnis, 2003).

Nos tópicos seguintes serão descritos cada um dos sete passos acima referenciados.

2.1.4.1 Recolha de dados

Esta etapa é essencial para o processo, uma vez que caracteriza o processo produtivo e permite posteriormente calcular a quantidade dos kanbans.

O primeiro passo consiste em efetuar o *Value Stream Mapping* (VSM) para toda a produção e determinar quais os melhores candidatos para implementar o sistema kanban, para isso é fulcral saber o número de partes que são produzidas, os seus tempos de troca, tempos mortos e níveis de sucata gerados, bem como a taxa de produção, de forma a preencher uma tabela semelhante á seguinte.

Tabela 1 folha de recolha de informação (adaptada de (M.Gross & McInnis, 2003))

Referência da peça	Nome da peça	Quantidade a produzir	Percentagem de sucata	Capacidade produtiva	Tempo de troca

2.1.4.2 Cálculo dos lotes de produção

Após a recolha da informação inicial é possível calcular o tamanho dos lotes ou buffers dos kanban.

Existem dois métodos para calcular o tamanho dos lotes, o primeiro consiste em calcular a quantidade dos lotes a produzir através da informação coletada, permitindo a otimização e redução do tamanho dos lotes, tendo por base as características do processo. Já o segundo método usa a quantidade atual para determinar a quantidade do lote. Este método permite uma rápida implementação da metodologia, mas não é tão eficaz na redução do nível de inventário. (Cimorelli, 2005)

2.1.4.2.1 1º método: calculo do tamanho dos buffers

Com a informação relativa á taxa de produção, o tempo de troca e os tempos mortos (planeados e não planeados), será determinado o intervalo de reposição através da subtração do tempo necessário para a troca entre peças e o seu tempo de produção, para isso é necessário calcular o valor do ajuste na produção caso seja necessário através da seguinte equação:

Equação 1 - ajuste na produção

$$\text{Ajuste na produção} = (\text{produção atual}) / (1 - \text{percentagem de sucata})$$

É necessário realizar este ajuste, uma vez que exista a possibilidade de os componentes fabricados apresentarem defeitos de produção, para não provocar uma sobreprodução dos produtos e o aumento dos níveis de *stock*. Estes cálculos têm de ser efetuados para todos os produtos produzidos pela empresa, que posteriormente somados irá determinar as quantidades totais a produzir.

Após o cálculo deste valor é necessário calcular o tempo de produção, multiplicando o número total de peças a produzir já com o ajuste de produção pelo tempo de produção por peça:

Equação 2 - Tempo de produção

$$\textit{tempo de produção} = \Sigma(\textit{ajuste de produção} \times \textit{tempo de ciclo})$$

Determinando o tempo é indispensável calcular o tempo disponível de produção diário. Este é determinado pelo horário de trabalho da empresa que será subtraído pelo tempo não produtivo resultante das pausas estipuladas pela empresa.

Equação 3 - tempo disponível de produção

$$\textit{tempo disponível de produção} = \textit{tempo disponível} - \textit{Tempo nao produtivo}$$

Posteriormente, é possível calcular o tempo disponível para o intervalo de reposição através da subtração do tempo disponível de produção pelo tempo de produção dos componentes.

Equação 4 - tempo disponível para o intervalo de reposição

$$\begin{aligned} \textit{tempo disponível para o intervalo de reposição} = \\ = \textit{tempo disponível de produção} - \textit{tempo de produção} \end{aligned}$$

Após o cálculo do tempo disponível para o intervalo de reposição, é possível calcular o intervalo de reposição, dividindo esse valor pelo tempo necessário para efetuar a reposição.

Equação 5 - intervalo de reposição

$$\textit{intervalo de reposição} = \frac{(\textit{tempo total de troca necessário})}{(\textit{tempo total de troce disponível})}$$

Por fim, após a determinação dos valores, é possível obter condições para preencher a tabela em relação aos tempos de troca.

Tabela 2- exemplo do calculo do tempo de produção (adaptado de (M.Gross & McInnis, 2003))

Referência da peça	Nome da peça	Quantidade a produzir	Ajuste de peças a produzir	Tempo de produção	Buffer	Tamanho do contentor	Quantidade a repor	Quantidade que o buffer suporta
123		500	531	17				

1.97 segundos/peça*531 peças=1046 segundos =17 minutos

O último passo para calcular o tamanho do kanban é calcular o buffer, que irá proporcionar a quantidade de peças necessárias a produzir, para garantir a produção até a próxima reposição. Para este cálculo é necessário o tempo de entrega que o cliente pretende de forma a garantir a satisfação da encomenda gerada, o lead time interno, o lead time do fornecedor e o *stock* de segurança.

Após esses dados podemos determinar o tamanho final do buffer através da formula.

Equação 6 - capacidade do contentor

$$\text{Capacidade do contentor} = \frac{((n^{\circ} \text{ de buffer} + \text{intervalo reposição}) \times \text{produção ajustada})}{(\text{capacidade do contentor})}$$

Concluindo estes cálculos, encontram-se determinados todos os parâmetros pertinentes para o kanban.

Tabela 3- exemplo do calculo do buffer (adaptado de (M.Gross & McInnis, 2003))

Referência da peça	nome da peça	peças a produzir	ajuste de peças a produzir	tempo de produção	buffer	quantidade de reposição	tamanho do contentor	capacidade do buffer	capacidade do contentor de reposição
1322		500	515	129	515	1030	500	2	3

Intervalo de reposição = 2

Numero de buffer =1

Buffer=515*1

Quantidade de reposição=515*2

Capacidade do buffer=515/500

Capacidade do contentor de reposição=1030/500

2.1.4.3 2º método: tendo em conta a produção atual

O segundo método necessita de menos cálculos e informações para determinar as dimensões do kanban que o anterior, tendo em conta que sua a produção atual como kanban. Apesar de ser um método de cálculo de kanban mais rápido, tem como principal desvantagem a não diminuição do inventário.

2.1.4.4 Criar o kanban

Após calcular o tamanho dos lotes, o processo de criação do kanban só está parcialmente concluído, sendo ainda necessário criar sinais visuais, desenvolver regras e sequências de trabalho, tendo em conta esses sinais e treinar a equipa para que possam usá-las com eficácia e eficiência.

Os mecanismos sinalizadores ou sinais visuais têm como principal função informar o operador da quantidade a produzir, quando necessita de trocar de peças e quando parar a produção, substituindo assim a tradicional produção por planeamento. Uma vez criados os mecanismos sinalizadores, é necessário assegurar a atualização constante da informação.

As regras criadas para o kanban, têm a necessidade de ser extremamente detalhadas uma vez que serão usadas como guia para o operador. Nestas, tem que constar as sequências de trabalho a seguir, pontos de decisão, a quem recorrer caso seja detetada alguma anomalia e todas as informações relacionadas com o processo.

Tendo em conta que o kanban é um projeto de atualização constante, este pode sofrer alterações de forma a garantir a melhoria do processo, através da adição, atualização, e correção da informação, tendo em consideração as possíveis dificuldades que poderão surgir durante o processo.

Um dos sistemas Kanban mais reconhecido é o sistema kanban por cartões (M.Gross & McInnis, 2003) e como o próprio nome indica, usa um sistema de cartões, que viaja com as matérias-primas para a linha de produção. Estes cartões contêm informações das peças, a quantidade a fabricar, juntamente com as respetivas referências, uma guia para o utilizador onde especifica a quem recorrer e onde colocar o cartão após a operação.




	Part Description JIS Hex Bolt M10 x 30		
	Our Part Number Part Number: 1942561		
	Supplier Part Number Part Number: 1942561		
	Supplier ACME BOLTS		
	QTY IN BIN 20	Bin # 1	OF 2
	Unit Weight 25gms	Gross Weight 550gms	Tare Weight 500gms
	Bin Location Assembly Station 1 : B5		

Figura 1-exemplo de um kanban de cartões

Normalmente os cartões servem como dispositivos de transação e comunicação, seguindo o tipo de rota especificado a seguir:

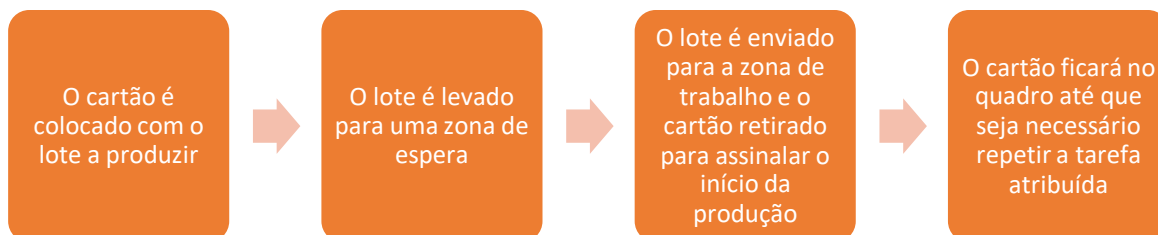


Figura 2 rota de circulação de um cartão kanban

Este tipo de implementação não é tão usual atualmente devido aos problemas logísticos e de perda de informação, criada pela possibilidade de perda dos cartões. Para que este tipo de kanban funcione é necessário que os responsáveis pelo processo de fabrico tenham cuidado com os cartões durante o processo de produção para não se perder e que tenham o cuidado de devolve-los ao quadro de kanban.

Felizmente existem outros tipos de implementação mais eficientes e com menos desvantagens que justificam a sua implementação.

Tal como o sistema de cartões, usam sistemas visuais que após o processo retornam ao departamento de planeamento.

Existem vários exemplos como os quadros kanban, sistemas de dois quadros, mas apenas serão abordados o kanban eletrónico (E-kanban), kanban de movimento e armazém por prateleiras.

Estes tipos de kanban podem ser considerados como referência para implementar na área fabril, mas nunca existirá um único tipo de Kanban, pois estes variam de caso para caso, não existindo uma solução definitiva, reforçando a ideia que este tem que ser continuamente analisado e melhorado.

2.1.4.4.1 E-Kanban

O termo E-kanban ou Kanban eletrónico é muitas vezes mal empregue por empresas que querem evitar a implementação do kanban e usam o sistema MRP alegando ser uma aplicação do sistema kanban, que mantem os seus níveis de *stock* por 4 ou 5 dias. Como referido anteriormente, uma fábrica onde a ideologia kanban está implementada só inicia a produção quando existe baixa de uma peça ou quando existe uma encomenda, o que vai contra as ideias do sistema MRP, não podendo assim ser chamado de implementação Kanban. (M.Gross & McInnis, 2003)

Esclarecendo esta diferença, um verdadeiro sistema de E-kanban pode ser considerado como uma versão “topo de gama” do faxban.

O faxban pode ser apreciado como uma variação de kanban por cartões e são aplicados para as tarefas de reposição de produtos dentro de grandes instalações, armazéns fora da zona fabril e pelos fornecedores.

Esta ferramenta segue as seguintes regras:

- Criar o tempo de atualização de tarefa, este tempo tem que ser aprovado pelos operadores e pela empresa;
- Conforme as encomendas são enviadas, ordens de trabalho serão criadas e enviadas para o fax ou email do operário antes do tempo de atualização;
- O operário irá verificar a ordem e agir conforme a informação recebida;

Este sistema usa um tipo de comunicação sob um espaço temporal inferior, preferencialmente de um dia. A implementação desta ideia diminui o tempo perdido no processo de criação de ordem de trabalho e de encomenda de *stock*, diminuindo o lead time do processo.

Para a sua implantação é necessário realizar ter em consideração o conhecimento sobre o processo de fabrico e respetiva coordenação, não esquecendo também de efetuar um plano de reserva, que permita a troca de trabalhadores, caso o trabalhador responsável pela tarefa não possa comparecer ao trabalho ou tire licença de férias.

A folha a enviar deve conter informações relativamente ao processo, como o tempo de início da tarefa, número de peças a fabricar, rota, quantidade de matéria-prima. Posteriormente as folhas necessitam de ser impressas e inseridas num programa de forma a uniformizar e aumentar a troca de informação.

Smith Brothers Manufacturing
10101 ABC Street
St. Louis, MO 76890

Date: _____

24 Hour Delivery Faxban Order Sheet—
Please deliver quantity ordered for tomorrow to the dock door listed at the specified time. If you have any questions, then call Jack Jones, Purchasing Manager, at (555) 555-5555.

Vendor: Acme Supply
Fax # 555-444-4444

Please ship the following items:

1. 6—100 Foot coils of #12 Wire, red insulation
2. 4—Cartons of P/N 234567 switches.
- 3.
- 4.
- 5.

Deliver to: Dock door 7
Delivery Time: 8:30 AM

Figura 3-Exemplo de Faxban (adaptado de (M.Gross & McInnis, 2003))

O kanban eletrónico ao contrário do faxban, transmite automaticamente o pedido do cliente que se irá desdobrar em ordens de produção, permitindo aos fornecedores aceder á informação do inventário de matéria-prima da fábrica.

Este tipo de sistema não é concetualmente diferente dos outros kanban, mas a sua implementação pode ser extremamente complexa, sendo preferencialmente implementado em grandes companhias, tendo com principal função simplificar o processo de ordens de produção.

L-MOBILE		Produktions Kanban	
(1) Teilnehmernummer LM 40 THR		(2) Bezeichnung Schraube A	
(3) Lieferant L-mobile solutions GmbH & Co. KG		(4) Kunde Kunde A	
(5) Menge 10	(6) Einheit Stück	(7) Behältertyp C-Teile Box	
(16) Lieferantendaten Gartenstraße 51 71560 Sulzbach/Murr		(15) Barcode  LM 40 THR	
(17) Anlieferzyklus		(18) Kanban Nummer 4	

Figura 4-exemplo de E-Kanban (adaptado de (L-mobile, 2016))

2.1.4.4.2 Kanban de movimento

Este tipo de kanban foi introduzido pela primeira vez na Toyota para gerir kanbans entre postos de trabalho e usa dois tipos de kanban, um kanban de produção para sinalizar a produção e um kanban de movimento para efetuar o pedido de material ao armazém. Este tipo de implementação apresenta uma enorme utilidade para processos que usam o mesmo tipo de componentes para vários postos de trabalho.

Para explicar o funcionamento processo vamos usar um exemplo entre duas estações, a estação A e a estação B:

- A estação A abastece a estação B;
- As partes do processo A são armazenadas no armazém até serem necessárias na estação B;
- Quando a estação B precisa de iniciar a produção, é removido o cartão do kanban móvel da palete e enviado para o armazém;
- No armazém o kanban de produção é removido da palete e substituído pelo cartão móvel e a palete é enviada para o posto B;
- O kanban de produção é enviado do armazém para a estação A para iniciar a produção dos componentes em falta no armazém;

O kanban de produção que estava no armazém é depois enviado para o posto A para autorizar a produção das peças em falta.

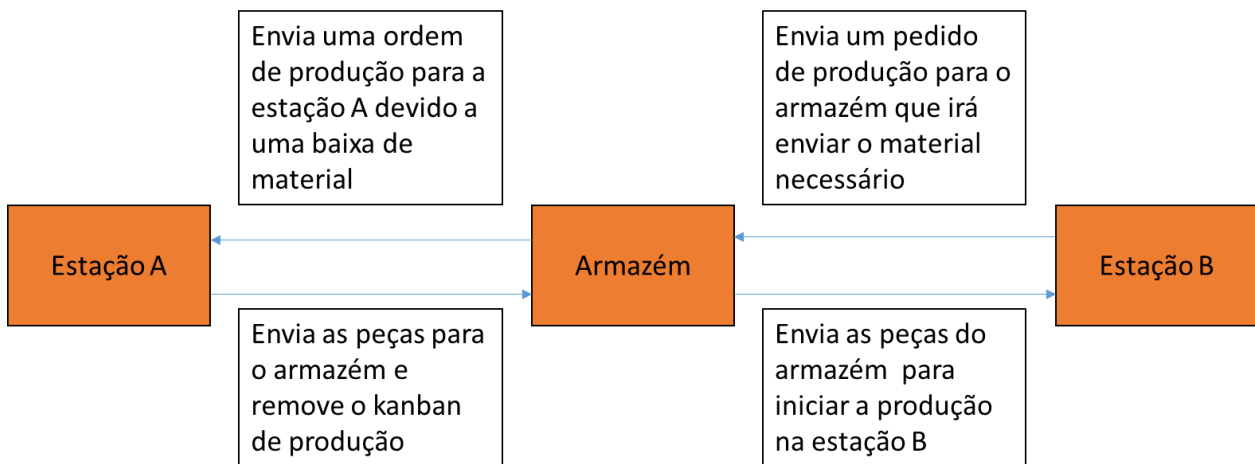


Figura 5- esquema de movimentos de um kanban de produção (adaptado de (M.Gross & McInnis, 2003))

2.1.5 Regras para a criação de um Kanban

Após a escolha do tipo de kanban a usar bem como os sinais visuais usados, é necessário definir quais os postos que serão abrangidos pelo kanban, definir a sequência do kanban, a interação, as regras de planeamento, caso se aplique, e definir o guia de auxílio especificando a quem recorrer caso ocorra alguma anomalia no processo e a necessidade de quantidades específicas ou documentação especial.

2.1.6 Instruir a equipa para o processo

Tendo em consideração a implementação da metodologia kanban, é necessário identificar quais os integrantes da empresa que necessitam de formação para esta metodologia e que tipo de formações são indispensáveis.

A formação deve conter uma descrição teórica da metodologia, o funcionamento da ferramenta na empresa e as alterações na empresa, quais os sinais que serão usados, o tipo de movimentação do material, as regras do kanban, quais as decisões a tomar quando existe mais que um objeto a produzir e como reagir caso o operador necessite de assistência.

2.1.7 Preparação para a implementar o Kanban

O processo de implementação de um kanban só ocorre verdadeiramente quando existe a confirmação de três fatores:

- A implementação do design do kanban;
- Já ocorreu a formação da equipa da fábrica;
- Verificar o inventário atual;

O processo de verificação do inventário tem como função, determinar se o inventário vai suportar a transação da metodologia anterior para o kanban.

2.1.8 Auditar e manter o Kanban

Uma vez implementado o kanban é necessário mante-lo em funcionamento e tentar reduzir a capacidade dos lotes se possível. Esse tipo de intervenção é efetuado através de auditorias e correções dos problemas encontrado.

O processo de auditoria necessita de responder às seguintes questões de forma a verificar o controlo do processo:

- Existem sinais ou peças que desapareceram?
- O inventário teórico coincide como o inventário real?
- Existe alguma duvida por parte dos operadores ou equipa em relação ao kanban?
- As dimensões dos kanbans ainda se aplicam á produção?

As verificações destas perguntas podem ser realizadas através da contagem dos ciclos de produção e dos sinais, interrogar os operários que lidam com a ferramenta diariamente, verificação dos cálculos para determinar se o kanban ainda se aplica.

Caso a demanda pelo produto não esteja ajustada á realidade é necessário ajustar o kanban para a nova realidade.

2.1.9 Melhorar o Kanban

Após a implementação do kanban é necessário tentar melhorar o kanban de forma a aumentar o rendimento da fábrica e diminuir os níveis de *stock*. A única maneira de reduzir essas quantidades sem por em causa as encomendas efetuadas pela empresa, é através da redução dos buffers e do seu tamanho ou melhorar o processo de fabrico.

A melhoria do processo de fabrico deve reduzir os níveis de sucata, tempos mortos e os tempos de troca. Relativamente á redução dos buffers, esta só ocorre quando existe redução do *stock* de segurança e no lead time dos fornecedores através da metodologia SMED (Single Minute Exchange of Die), 5S e TMP (*Total Productive Maintenance*) (Cimorelli, 2005).

2.2 RFID

2.2.1 Contextualização histórica

A tecnologia RFID (*Radio-Frequency IDentification*) foi descoberta pelo físico escocês Sir Robert Watson-Watt em 1937.

Esta tecnologia foi inicialmente usada como radar durante a segunda guerra mundial, onde permitia localizar as aeronaves que sobrevoavam o espaço aéreo, mas não permitia distinguir se aeronave era aliada ou inimiga, até que as forças alemãs descobriram que ao efetuarem uma rotação de 360º a aeronave ao retornar a base alterava as ondas recebidas permitindo assim diferenciar os diferentes elementos presentes no espaço aéreo, dando o primeiro passo para o desenvolvimento da tecnologia RFID.

No decorrer da guerra e com o auxílio de Watson-watt os ingleses desenvolveram um sistema de identificação amigo inimigo (IFF-*Identify Friend or Foe*), colocando um transmissor em cada avião britânico. Quando um sinal era enviado pelo radar, a aeronave transmitia um sinal de volta à torre permitindo assim identificar a aeronave como aliada (*friend*). (gta.ufrj, 2016)

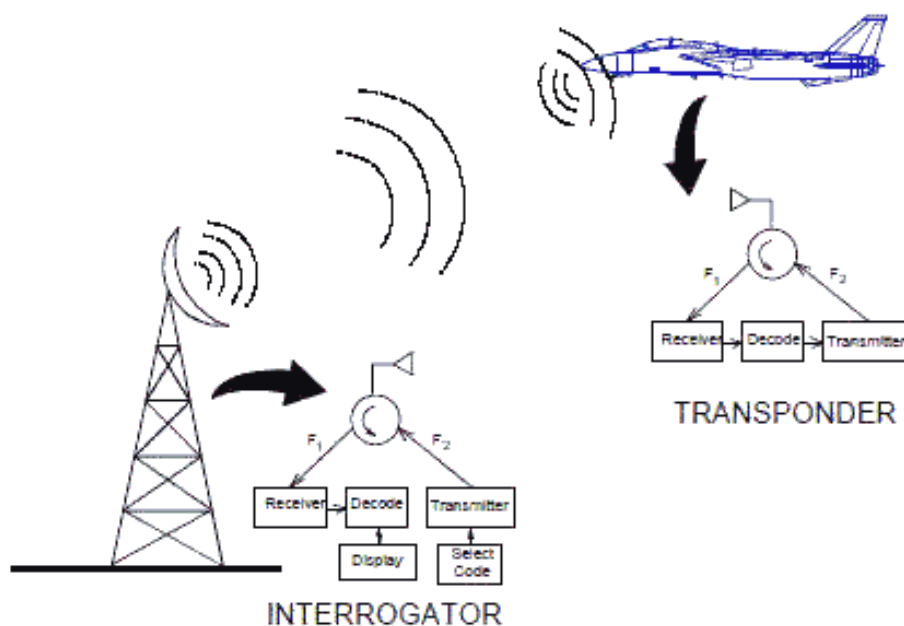


Figura 6- esquema de funcionamento do sistema IFF

Ao longo da década de 50 a 60 cientistas e acadêmicos europeus, americanos e japoneses, continuaram a desenvolver estudos sobre a aplicabilidade das ondas de rádio (RF – *Radio Frequency*), para identificar objetos remotamente, mas só em 1973 é que foi registada pela primeira vez uma patente sobre a tecnologia RFID, por Mario W. Cardulo. No mesmo ano, Charles Watson, patenteia um sistema de *tag* passivo, usado para destravar portas sem o uso de chave. O mecanismo funcionava através do uso de um cartão com um *tag* que comunicava com o leitor da porta e quando o número de identificação da porta era compatível com o cartão a porta abria.

Durante a década seguinte o governo americano mostra igualmente interesse nesta tecnologia efetuando um pedido ao laboratório nacional de Los Alamos para desenvolver um sistema para rastrear material nuclear.

Nos anos 90, engenheiros do IBM desenvolveram e patentearam um sistema de RFID baseado na tecnologia UHF (*Ultra High Frequency*), que oferecia um alcance superior e uma transferência de dados superior á oferecida para pela RF. Esta tecnologia foi testada na rede *Wal-Market*, mas sem chegar a ser comercializada. Em 1990 a IBM vende a patente á *Intermec*, uma empresa especializada na tecnologia de códigos de barras. (gta.ufrj, 2016)

Nove anos depois a tecnologia RFID, utilizando a UHF, obteve um desenvolvimento espontâneo quando as empresas *Gillette*, *Procter & Gamble*, *EAN internacional* e a *Uniform Code Concil*, estabeleceram o *Auto-ID center* no instituto de tecnologia de Massachusetts. O estudo conduzido pelos professores *David Brock* e *Sajay Sarma*, teve como finalidade viabilizar a utilização das etiquetas de baixo custo em todos os produtos comercializados e poder rastreá-los. A ideia consiste em colocar um número de série em cada etiqueta minimizando assim a informação contida em cada uma delas o que diminui o seu preço de produção.

Entre 1999 e 2003 mais de 100 empresas aderiram ao *Auto ID Center*, além do departamento de defesa dos Estados Unidos. Durante o tempo foram abertos vários laboratórios noutros países, e foram criados dois protocolos para regulamentar a forma como os *tags* e os *readres* comunicam entre si, e o Código Eletrónico de Produto (EPC-*Eletronic Product Code*), o qual designa o esquema e arquitetura de rede para a associação de RFID na internet.

Em 2003 o *Auto ID Center* fecha portas, mas a informação coletada passa para a empresa *Auto ID Labs* (Barros, 2010)

Hoje em dia a tecnologia RFID requer o desenvolvimento de sistemas, *software* e redes de elevada complexidade. Para implementar este tipo de tecnologia é necessário efetuar estudos sobre as especificações da ou das antenas a usar, análise da propagação das ondas de radio nas instalações, especificações do *reader* a usar, tecnologia de produção de *tags*, os serviços associados, bem como os protocolos de segurança.

2.2.2 Fundamentos teóricos

O RFID é um tipo de tecnologia que permite a recolha automática de dados. Esta recolha de dados enquadra-se no AIDC (*Automatic Identification and Data Capture*), que consiste num método de identificação automática de objetos, coletando informações sobre os mesmos e atualizando-os diretamente no sistema, sem qualquer interferência do operador no processo.

Do AIDC fazem parte o código de barras, identificação RFID, biometria, cartões magnéticos, reconhecimento ótico de caracteres, *smart cards* e o reconhecimento por voz.

Existem diversas tecnologias de identificação automática, com o intuito de automatizar a identificação do produto que está associado, tais como o sistema código de barras, sistemas de identificação por voz, sistemas biométricos, *smart cards* e o sistema RFID.

Destas tecnologias somente o sistema RFID será abordado. O sistema RFID é considerado como a próxima geração de código de barras, e estão relacionados com o sistema de cartões inteligentes (*smart-card*). Tal como o sistema *smart-card*, a informação é armazenada num componente eletrónico, a *tag*.

A principal diferença entre estas duas tecnologias, é que para o sistema RFID, o *tag* e o *reader* não precisam de contacto físico para a troca de informação, a troca é feita através de campos magnéticos ou eletromagnéticos.

A implementação deste sistema permite a atualização constante de informação, com elevada rapidez e fiabilidade, oferecendo informações detalhadas que podem ser usadas para posteriormente otimizar o espaço fabril.

Esta tecnologia fornece informação em tempo real do *stock* existente, dando maior controlo sobre o processo fabril, controlo sobre o *stock* e sobre os indicadores de reposição de *stock*. (Barros, 2010)

2.2.3 Composição física do RFID

O sistema RFID é composto pelos seguintes componentes:

- *Tag*;
- *Antena*;
- *Reader (leitor)*;
- *Middleware*;
- *Backend System (servidor)*;

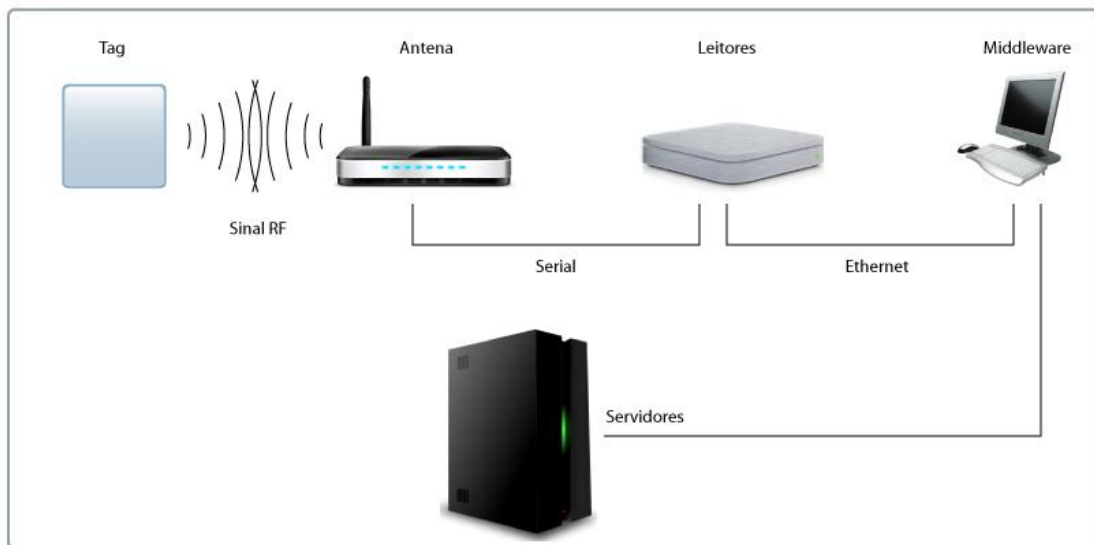


Figura 7-constituintes do sistema RFID

Este tipo de sistema usa um *tag* que não necessita de estar em contacto direto com o *Reader*, uma vez que a troca de informação é efetuada através de um sinal de RF. O *Reader* permite ler varias *tags* ao mesmo tempo e uma única *tag* consegue guardar mais informações que uma etiqueta de código de barras, sendo capazes de guardar informações relacionadas com o produto associado.

De seguida são analisados os principais componentes do sistema RFID.

2.2.3.1 Tag

A *tag* (etiqueta) é o elemento fundamental no sistema RFID, uma vez que é associada a um produto ou palete. Este componente do sistema RFID é composto por três elementos: revestimento (1), antena (2) e o circuito integrado (3).

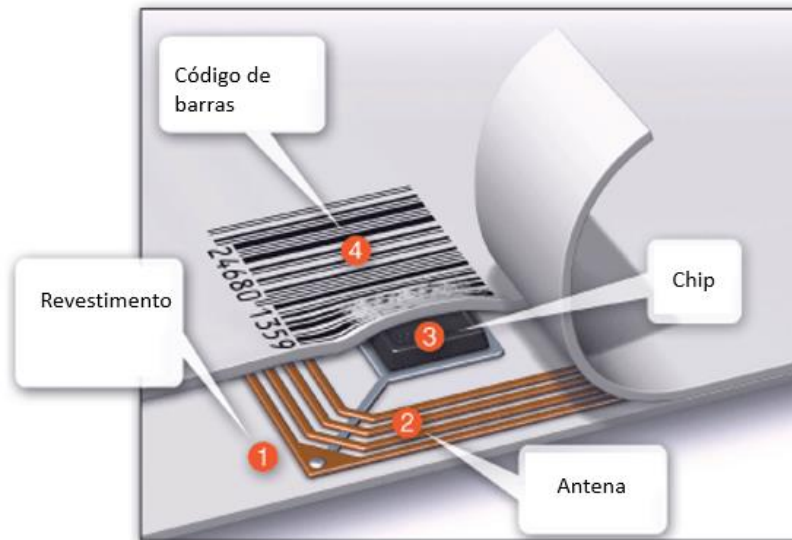


Figura 8 - componentes estruturais de uma Tag

A composição entre a antena e o circuito integrado recebe o nome de *Inlay*.

As *tags* têm uma identificação única, e uma antena, mas podem incorporar bateria, microprocessadores e memórias não voláteis, também conhecidas por EEPROM (*Electrically-Erasable Programmable Read-only Memory*), que permitem armazenar mais informação.

Podemos dividir os *tags* pelas suas frequências de trabalho e os tipos de dados que são capazes de suportar, mas as características que permitem analisar a performance da *tag* são o alcance de leitura, a taxa de transmissão de dados e a capacidade de leitura de grandes volumes consoante a sua interferência causada pela zona de trabalho a que será aplicada.

Os *tags* podem assumir várias dimensões e formas, e podem ser encontradas sob diferentes formatos:

- *Tag* passiva;
- *Tag* semi-passiva;
- *Tag* ativo;

Os diferentes tipos de *tag* não devem ser consideradas como uma alternativa, mas sim uma atualização tecnológica complementar.

A etiqueta é considerada um único componente, sendo constituída pelo revestimento, a antena e o circuito integrado, como referido anteriormente, mas podem incorporar baterias que aumenta as dimensões e o custo da *tag*, sendo a principal diferença entre os diferentes tipos de *tags*. (Barros, 2010) (RFID insider, 2016) (Myerson, 2006)

2.2.3.1.1 *Tag* passiva

As *tags* passivas não necessitam de alimentação, uma vez que carecem de pouca potência para serem ativadas. O processo de troca de informação ocorre quando a *tag* se encontra na área de alcance de uma antena do *reader* que fornecerá a potência necessária para criar a comunicação.

Durante o fabrico de um *tag*, o fabricante atribui a esta um número de identificação, e algumas podem conter uma memória não volátil (EEPROM), que lhes permite armazenar informação adicional.

Esta memória é característica das *tags* passivas de classe 2, enquanto que as versões anteriores (classe 0 e classe 1) só possuíam o número de identificação.

As *tags* passivas apresentam tamanhos cada vez mais reduzidos, valores que só podem ser atingidos devido á ausência de bateria.



Figura 9-exemplo de *Tag* passiva sem revestimento

2.2.3.1.2 *Tag* ativas

Este tipo de *tag* complementa a *tag* passiva, através da adição de uma bateria e de um circuito de rádio que lhes permite transmitir o próprio sinal para o *reader*, contrariamente as *tags* passivas necessitam de alimentação por uma fonte externa para que ocorra a comunicação.

A principal vantagem das *tags* ativas está no seu alcance de leitura, o poderem estar ativas de forma contínua e a baixa potência necessária para a alimentação da antena. No entanto, possuem um tempo de vida útil limitado, que varia consoante a bateria usada. Estas *tags* possuem um valor de aquisição superior às outras *tags* e não devem ser usadas em processos que como resultado final leve á inutilização da etiqueta.

O seu tamanho é superior às *tags* passivas devido aos componentes adicionais. Estas *tags*, possuem ainda, funcionalidades adicionais como a possibilidade de monitorização e controlo independente, iniciativa no estabelecimento de comunicações, capacidade de executar diagnósticos, uma largura de banda superior, assim como a possibilidade de auxiliar na escolha de um percurso de transporte.



Figura 10-exemplo de *tag* ativa

2.2.3.1.3 *Tags* semi-passiva

A *tag* semi-passiva é um tipo de *tag* híbrida que, aglomera características dos outros dois tipos de *tags* abordadas, permite atingir um alcance elevado e tal como a *tag* ativa possui uma bateria integrada.

A principal diferença entre estes dois tipos de *tags*, está no facto de a *tag* semi-passiva não estar constantemente ativa, a sua ativação ocorre quando recebe um sinal elétrico proveniente de uma antena e só após esse sinal é que existe a ligação entre os dois objetos, tornando-se uma alternativa menos dispendiosa que a *tag* ativa para determinadas aplicações.



Figura 11-exemplo de *tag* semi-passiva

2.2.3.2 Frequência de trabalho das Tags

As tags trabalham sob um determinado intervalo de frequência, no entanto existem certas frequências de utilização em determinados países que não podem ser usadas. Tendo isto em consideração é necessária a consulta da legislação para aplicar esta tecnologia.

Na tabela seguinte é apresentado o intervalo de frequência usada por alguns dos países do mundo. (the global language of business, 2016)

Tabela 4-frequência de trabalho usada em diferentes países (adaptado de (Barros, 2010) (RFID for you, 2016))

Banda(MHz)	302-305	314,7-315	418,95-418,975	433,05-434,79	868-868,6	902-928,0	2400-2483
EUA	X	X	X	X		X	X
Canadá	X	X	X	X		X	X
Inglaterra				X	X		X
França				X	X		X
Alemanha				X	X		X
Portugal				X	X		X
Holanda				X	X		X
Singapura				X	X	X	
Taiwan	X	X	X	X			X
China				X			
Austrália				X			

Como demonstrado na tabela anterior, existem várias bandas e cada uma possui as suas vantagens e restrições. Na tabela seguinte, são enumeradas as características desses intervalos de frequência bem como a sua aplicabilidade.

Tabela 5-caracterização dos diferentes intervalos de frequência adaptado de (Barros, 2010)

Designação	Intervalo de frequência	Prós	Contras	Aplicabilidade
Baixa frequência	[100-500] KHz	Baixo custo Compatível com objetos metálicos	Baixo alcance e velocidade de leitura	Controlo de acesso Controlo de animais Controlo de inventario
Média frequência	[10-15] MHz	Baixo a médio alcance de leitura Elevada velocidade de leitura	Custo de aquisição superiores em comparação a bandas inferiores	Smartcards Controlo de acesso
Alta frequência	[850-950] MHz	Alto alcance de leitura Elevada velocidade de leitura	Valores aquisição de Hardware bastante elevados	Controlo de acesso Localização de objetos
Ultra - alta Frequência	[2.4-5.8] GHz	Alto alcance de leitura Elevada velocidade de leitura	Valores aquisição de Hardware bastante elevados	Controlo de acesso Localização de objetos Identificação de veículos

2.2.3.3 Inlay

Como já especificado o *inlay* é um dos componentes básicos da *tag*, que por si só é composto por dois subcomponentes, o chip RFID e a antena que fará a transmissão de dados.

Este componente necessita de revestimento para que se torne na etiqueta RFID. O processo de encapsulamento pode ser tão simples como adicionar ao *inlay* o papel adesivo (tornando-o num *smart-inlay*), como a adição de certos componentes, que permitem que as *tags* possam ser usadas em ambientes metálicos.

Embora não existam grandes variações em relação aos custos de aquisição dos *inlays*, o acréscimo de certos componentes no revestimento pode melhorar o desempenho das *tags*, tornando-se assim processo extremamente importante. (Barros, 2010) (Sky RFID, 2016)

Existem dois tipos de *inlay*:

- O *Wet inlay* que possuiu um adesivo fixado na parte de trás, constituído por uma camada de PET ou PVC. São usados para produzir etiquetas “*smart label*” e têm como aplicação o gerenciamento de documentação;
- O *dry inlay* é aplicado ao substrato do material, durante a produção das *tags* metálicas. Estes tipos de *inlays* são usados para aplicações metálicas, obtendo um rendimento inferior quando aplicados em superfícies de madeira ou plástico;

O que difere estes dois tipos de *inlays* é a antena integrada. Existem vários fatores que influenciam a qualidade da antena, como a qualidade da solda que une o chip á antena e a matéria-prima usada para fabricar a antena, mas regra em geral, quanto maiores forem as dimensões da antena, maior será o seu alcance e a velocidade de troce de informação.

2.2.3.4 Revestimento

O revestimento é o componente que protege o *inlay* do meio ambiente e permite á *tag* aderir ao item atribuído ou ao suporte mecânico, acoplar a bateria e os sensores no caso das *tags* ativas, proteger contra o impacto e ainda possui uma superfície que permite a impressão de informação adicional.

Além as características já referidas o revestimento necessita tem de ser inerte aos sinais de rádio frequência (RF), para que este não interfira com o *inlay* (Barros, 2010).

2.2.3.5 *Reader*

O *reader* é o equipamento que permite ler, interpretar e escrever a *tag* RFID, onde serve de interface entre a *tag* e o sistema informativo da empresa, é capaz de se ligar a uma ou mais antenas, dependendo das especificações do fabricante, e é usado para emitir sinais de onda de rádio.

O leitor cria uma zona de interrogação composta por um campo magnético, para comunicar com a *tag*, que irá emitir um sinal que por sua vez irá ser captado pela antena que transmite a informação e traduz o sinal com a informação da *tag*. Posteriormente seguirá o protocolo especificado pelo programador para a interação entre o *reader* e o sistema.

Existem vários tipos de *readers*, que permitem operar em diferentes frequências, com a possibilidade de serem móveis ou não, o método de acoplamento usado e a distância máxima de comunicação com o sistema.

Relativamente à mobilidade, os *readers* estão divididos em dois grandes grupos, os *readers* fixos e os *readers* móveis. Os *readers* móveis são aqueles que estão ligados a um dispositivo de recolha de dados móvel como um *notebook* ou PDA e são utilizados quando o operador necessita de se deslocar até á *tag* para realizar a recolha de dados.

Este dispositivo móvel possui uma fonte de alimentação reduzida e o seu alcance de leitura é inferior ao dispositivo fixo. Devido á adesão a esta tecnologia o *reader* é muitas vezes adicionado a uma empilhadora com o intuito de efetuar as tarefas de transporte de material e a atualização da informação em simultâneo.

Os leitores fixos possuem uma interface direta com o computador ou com o sistema da empresa. Este tipo de leitores possuem um desempenho e um alcance superior ao *reader* móvel e são aplicados geralmente para processos onde os objetos são transportados automaticamente até ao *reader*, como por exemplo linhas de produção abastecidas por tapetes rolantes. (Barros, 2010)

2.2.3.6 *Antena*

A antena é o último componente físico do sistema RRFID, e como já referido nos tópicos anteriores, é ela que permite a ligação entre o *reader* e a *tag*, possibilitando a sua comunicação. Normalmente as antenas são alimentadas pelo próprio *reader*, mas existe a possibilidade de possuírem alimentação própria.

Existem vários tipos de antenas, como as antenas de parede, as antenas HF e as antenas em portal, que correspondem a um tipo de aplicação específica.

As antenas de parede são o tipo de antenas mais comuns e possuem uma elevada versatilidade, o que lhes permite satisfazer a maioria das necessidades, podendo ser agrupadas, criando um sistema de antenas em portal.

O que distingue os diferentes tipos de antenas é o diagrama de radiação que influencia a eficiência da antena. As antenas de parede possuem um diagrama de radiação lobular. Este tipo sistema é usado devido á similaridade entre o modelo teórico e o modelo real testado.

Os *reader* manuais possuem as antenas integradas, normalmente bastante diretivas, mas depende do fabricante e do modelo usado. O mesmo princípio é aplicado para os *readers* que possuem antenas integradas.

O processo de transmissão de dados é efetuado através da criação de um campo magnético entre o *reader* e a antena da *tag*, onde as ondas são enviadas para o *reader*, que serão transformadas em informação digital que representa o EPC. A faixa de leitura depende da potência do *reader* e da frequência que foi usada durante a comunicação. (Barros, 2010)

2.2.3.7 Middleware

Para além dos componentes físicos que constituem o sistema RFID, o sistema necessita sempre de uma camada *middleware*, que consiste num programa responsável pela comunicação entre o operário que efetua a leitura no *reader* e o sistema que irá guardar a informação recolhida.

O Middleware é constituído pelo *software* aplicado á lógica desenvolvida para o projeto, tendo como principal função recolher, filtrar, agrupar e enviar os dados do *reader* para o *Backend System*.

2.2.4 Sistema da frequência RFID

Como já referido a frequência de trabalho é um elemento de extrema importância no sistema RFID, uma vez que esta permite a comunicação do leitor com etiqueta.

A escolha da frequência de trabalho depende de vários fatores como a resistência á interferência e os custos associados com o processo.

O sistema RFID é capaz de operar entre vários intervalos de frequência, em que cada uma delas apresenta características distintas. No caso de o sistema funcionar com uma frequência de trabalho baixa apresenta uma melhor propagação na água que as outras frequências. Enquanto que frequências mais elevadas transportam mais informação e possuem um alcance superior.

O alcance das comunicações RFID está limitado por três fatores:

- A energia disponível no *reader* usada para comunicar com a etiqueta;
- A energia que a *tag* possui para efetuar a troca de informação;
- Estrutura e as condições do ambiente fabril;

Embora a quantidade de energia disponível seja determinante no alcance das comunicações, a forma e a eficiência com a qual a energia é usada contribui para melhoria da distância atingida.

O sistema RFID pode ser classificado em três tipos de frequências:

Tabela 6- Características das diferentes frequências (adaptado de (Barros, 2010))

LF (<i>low frequency</i>)	Opera na banda dos 125KHz até 134KHz e possuem uma baixa transferência de dados, só consegue efetuar a leitura de uma <i>tag</i> de cada vez, possui baixo alcance de leitura, apresenta um baixo desempenho próximo de metais, sendo geralmente aplicados em processos relacionados com a identificação de gado, controlo de acesso e identificação de atletas.
HF (<i>high frequency</i>)	Este tipo de RFID opera na faixa dos 13.56 MHz, também conhecida por banda ISM (<i>Industrial, Scientific, Medical</i>). Este não necessita de licença para operar neste tipo de banda, apresenta uma boa taxa de transferência de dados, permite a leitura de vários <i>tags</i> , só permite um sistema de alimentação passivo, apresenta um baixo desempenho próximo de metais, os <i>readers</i> apresentam um elevado custo de aquisição, em contrapartida as <i>tags</i> apresentam um custo médio em comparação ao valor de aquisição do <i>reader</i> , as <i>tags</i> permitem várias funcionalidades devido á memória interna. É necessário implementar a norma ISO 15636 e o EPC para a sua utilização. Esta frequência é aplicada para sistemas de controlo de aceso, identificação de itens, chaves de ignição de veículos, controlo de alimentos e identificação de pacientes.
UHF	Esta frequência opera entre 860 e 960 MHz. Este intervalo também é considerado uma banda ISM, além disso este intervalo possui características eletromagnéticas que contribuem para a melhoria do sistema. Esta banda é caracterizada por ter um alcance de 10 metros para <i>tags</i> passivas e 100 metros para as ativas, permite a leitura de 100 <i>tags</i> /segundo, consegue uma elevada taxa de transferência de dados, apresenta um bom desempenho perto de metais e as <i>tags</i> associadas a esta frequência de trabalho apresentam dimensões reduzidas, em comparação às usadas nas frequências anteriores. Este sistema é aplicado em processos de controlo de cadeias de logística, controlo de falsificação e identificação de veículos e ferramentas.

2.2.5 Transferência de dados

Existem diversos tipos de *readers* que variam com a complexidade, o tipo de *tag* que são capazes de suportar e a função a que se destinam. Como já referido a sua função é estabelecer a comunicação entre as *tags* e o sistema, bem como facilitar a transferência de informação entre elas. Após a receção e desbloqueio do sinal da etiqueta, é aplicado no sistema um algoritmo para decidir se o sinal lido se trata de uma informação já coletada, caso se trate de informação duplicada a etiqueta é instruída para deixar de transmitir o sinal. Este processo é conhecido como Protocolo de Resposta de Comando (*Command Response Protocol*), e tem como função prevenir a leitura múltipla de informação num pequeno intervalo de tempo. Quando este protocolo é aplicado no *reader* é designado de *Handsdwn Polling*. (Barros, 2010)

Uma alternativa a este método e mais seguro, apesar de tornar a recolha de informação mais lenta, consiste em usar o *reader* para procurar a *tag* com a informação específica e estabelecer contacto com a mesma, este tipo de ação designa-se de *Handsup Polling*. Como a energia dentro da etiqueta é muito inferior á do *reader*, é necessário que este possua de uma boa capacidade de deteção para assegurar a comunicação entre elas.

Em alguns sistemas o *reader* possui um recetor separado do transmissor. Este tipo de implementação só é aplicável caso o sinal do portador possuir um *up-link* (comunicação do *reader* para a *tag*) diferente do *down-link* (comunicação da *tag* para o *reader*). (Barros, 2010)

2.2.6 Colisão nas transmissões

Para alguns sistemas RFID é somente necessário a leitura de informação de uma etiqueta, mas existem situações como a venda a retalho onde esse tipo de leitura não se aplica.

No decorrer do processo de comunicação existem casos onde o *reader* possui várias *tags* na sua área de leitura. Existem dois tipos de comunicação para sistemas constituídos por *reader*, estação de controlo e várias *tags*. (Barros, 2010)

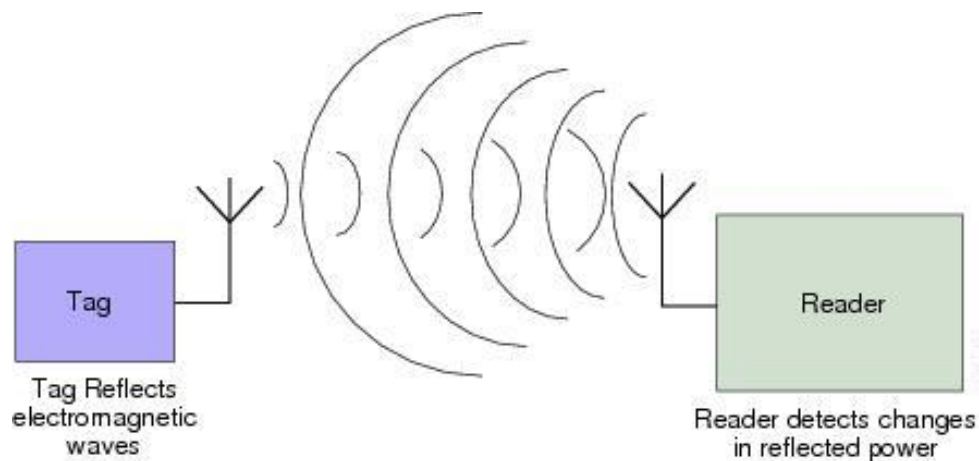


Figura 12-troca de informação entre a tag e o reader

A primeira é quando é criada a ligação para a troca de dados entre o *reader* e a *tag*, os dados são recebidos por todas as *tags* que se encontram dentro da área de alcance do *reader* (zona de interrogação). Este tipo de comunicação é conhecido como rádio difusão (*broadcast*).

O segundo tipo de comunicação ocorre quando as *tags*, que estão dentro da zona de interrogação do leitor, transmitem os dados de volta para o *reader*. Esta ação é denominada de multi-acesso ou acesso múltiplo.

Todos os sistemas possuem uma capacidade de comunicação que o sistema suporta, esse valor é definido pela taxa máxima de dados do canal criado e o período de tempo que estará ativo. A capacidade deve ser dividida entre o número de *tags* de igual forma, de modo a que a informação armazenada possa ser transferida sem que haja colisões de informação entre elas.

A capacidade de subdivisão do canal só acontece quando for necessário, tendo em consideração a possibilidade de o *reader* receber informações ilegíveis, devido á colisão de informações, é necessário criar um sistema de acesso múltiplo para prevenir o processo de colisão entre as *tags* e o *reader*, sendo que o tipo de sistema que previne esse tipo de casos se designa de sistema anti - colisão (*Anti collision system*)

Existem quatro processos de divisão para a troca de dados:

- *Space Division Multiple Access (SDMA)*;
- *Frequency Domain Multiple Access (FDMA)*;
- *Time Domain Multiple Access (TDMA)*;
- *Code Division Multiple Access (CDMA)*;

2.2.7 Normas

Quando o sistema RFID é implementado é necessário estabelecer algumas regras e protocolos relativamente á comunicação a usar.

Atualmente existem 3 organizações responsáveis pela criação e pela certificação relativamente a esta tecnologia, as entidades são a ISO (*International Organization of Standartization*), a EAM.UCC (*European Article Number/Uniform Code Council*) e a AUTO_ID Center. (Violino, 2005)

2.2.7.1 ISO

Esta entidade estipulou um conjunto de normas e referências que as empresas que pretendem implementar o sistema RFID necessitam de seguir, regulamentando todos os aspetos funcionais do sistema. (Barros, 2010)

Na tabela seguinte será apresentada a relação entre a norma ISO e o sistema RFID para implementação neste caso de estudo:

Tabela 7-Normas ISO para o sistema RFID (adaptado de (Barros, 2010))

Grupo associado	Norma	Nome da norma
	ISO/IEC 18000-1	Arquitetura de referência
	ISO/IEC 18000-2	Interface aérea abaixo de 135 KHz
	ISO/IEC 18000-3	Interface aérea para 135 KHz
	ISO/IEC 18000-4	Interface aérea para 2,45 GHz
	ISO/IEC 18000-6	Interface aérea para o intervalo 860 e 960 MHz
Gestão de objetos	ISO/IEC 18000-7	Interface aérea para 433 MHz
	ISO/IEC 15961	Interface de aplicação do protocolo de dados
	ISO/IEC 15962	Regras para a codificação de dados no protocolo de dados
	ISO/IEC 15963	Identificação unida de objetos
	TR 18001	Requisitos de aplicação
	TR 18046	Métodos de teste de performance
	TR 18047	Métodos de teste de conformidade
Comunicação com campos próximos	ISO/IEC 18092	Interface e protocolo

2.2.7.2 EPC

A partir do estudo efetuado pelo MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) em parceria com várias empresas e centros de pesquisa, desenvolveu-se uma tecnologia que permite o rastreamento e localização de produtos recorrendo a rádio frequência (RF). O resultado foi o EPC- *Eletronic Product Code*.

Através de um protocolo em conjunto com a ISO e o EPC, foram criadas um conjunto de normas para aplicar a tecnologia RFID. O EPC propõe especificações técnicas e um número único de identificação para cada objeto. Estas normas foram evoluindo criando a EPG GEN2, amplamente apoiada pela indústria, devido á capacidade de transmissão e receção de dados, individualização de objetos, velocidade de leitura e mecanismos anti – colisão. (Barros, 2010)

Além do EPC, a etiqueta contém, características específicas de acordo com a classe da *tag*:

Tabela 8-Classes de EPC (adaptado de (Barros, 2010))

Classe	Memória	Alimentação
0	Somente de leitura	Passiva
1	Graváveis apenas uma vez	Passiva
2	Regravável	Passiva
3	Regravável	Semi-passiva
4	Regravável	Ativa

A individualização de produtos ocorre quando um número binário é gravado na memória do chip da *tag* que será atribuído ao produto.

Este número binário é constituído pela seguinte estrutura:

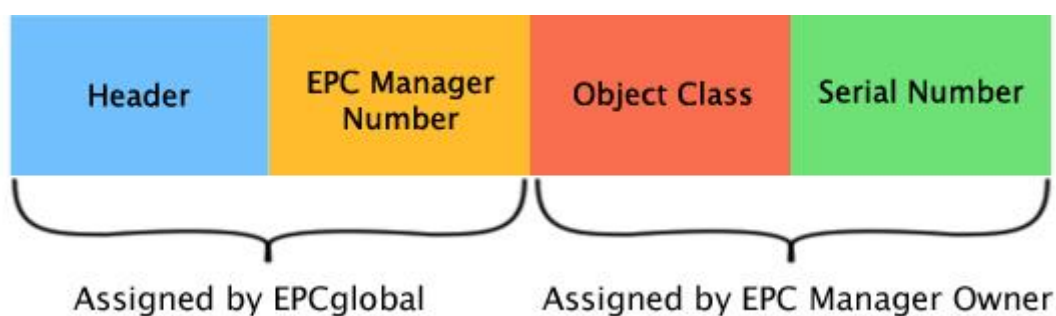


Figura 13-Estrutura de um EPC

A maior parte dos *reader* lê todo o tipo de intervalo de bandas definidas para as *tags*, mas existem casos em que este funciona já se encontra programado para funcionarem como filtros tornando-se parte do *firmware*. De forma a facilitar a interação com outros dispositivos, os *readers* possuem portas de rede, entradas USB, além da entrada para a antena. Cada uma das características acima referidas variam consoante o modelo e o fabricante.

O *firmware* é configurável através de um *Browser* de um determinado IP definido pelo programador, de forma a executar as configurações que serão pré-definidas pelo mesmo. Ao programar o *firmware* é necessário definir os utilizadores, as permissões para cada utilizador, se permite realizar filtros e em que situação o fazer, se permite a leitura ou reescrever a informação das *tags*, efetuar controlo de erros, se permite realizar a atualização no sistema, entre outros.

Quanto mais informação e restrições o *firmware* possuir, mais completo e eficiente o sistema de leitura o será.

Propostas de melhorias para a

TRIDEC

3.1 Contextualização da empresa TRIDEC

3.1.1 História-cronologia

3.1.2 Produtos comercializados

3.1.3 Principais componentes

3.1.4 Organização estrutural da TRIDEC LDA.

3.1.5 Layout

3.2 Propostas de melhoria da empresa

3.2.1 Contextualização

3.2.2 Alteração do Layout fabril da empresa

3.2.3 Metodologia Kanban com o auxílio do sistema RFID

3 Propostas de melhorias para a TRIDEC

3.1 Contextualização da empresa TRIDEC

A TRIDEC consiste numa entidade especializada no desenvolvimento e produção de sistemas com o intuito de aumentar a eficiência e durabilidade de viaturas de semirreboque, através da criação de sistemas mecânicos, hidráulicos e de suspensão. A empresa possui duas grandes instalações situadas em dois lugares distintos da Europa, uma situada em Son, Holanda e a outra em Cantanhede, Portugal.

A parte da empresa localizada na Holanda, além de ser a sede do grupo TRIDEC, também alberga os departamentos de desenvolvimento de novos produtos, serviço de venda e pós-venda, e ainda é responsável pela montagem dos produtos finais, provenientes dos diferentes componentes expedidos pela fábrica localizada em Portugal.

Já a empresa localizada em Cantanhede tem como principal função a produção dos componentes para os produtos finais, gerados pelas encomendas à marca.

3.1.1 História-cronologia

A marca TRIDEC foi fundada em Son pelo holandês A. J. Van Genugten, com o intuito de desenvolver sistemas de direção e suspensão de eixo.

Devido à prosperidade da marca, que apresentava um crescimento anual médio de 10%, a empresa viu-se obrigada a aumentar as suas instalações, de maneira a responder aos pedidos dos clientes. Devido a uma redução de operários qualificada e em resposta a um crescente número de encomendas, a TRIDEC decidiu construir uma unidade fabril em Portugal, decisão essa tomada por diversos fatores, de onde se salienta a mão-de-obra competente, a qualidade do produto final e os custos de produção mais baixos.

A conclusão da fábrica localizada em Murteide é finalizada em 2001, mas a sua produção só teve início em 2002, nascendo assim a TRIDEC LDA.

A fábrica localizada em Portugal é responsável pela conceção dos diferentes componentes e subconjuntos que serão expedidos para a empresa na Holanda, TRIDEC BV, produção de sistemas e equipamentos que auxiliem a produção desses produtos, nomeadamente moldes e gabaris, e também são responsáveis pela manutenção dos mesmos.

Devido aos seus resultados ao longo da sua história, em 2008 a empresa é comprada por um dos gigantes europeus da indústria automóvel, a *JOST Group*, líder mundial na produção de componentes para veículos comerciais.

3.1.2 Produtos comercializados

A empresa TRIDEC possui uma vasta quantidade de produtos no mercado de forma a satisfazer as necessidades das entidades que usam carroçaria de semirreboque. Os seus produtos são divididos em três grandes grupos, os sistemas direcionais mecânicos, sistemas direcionais hidráulicos e suspensões (figura 14).

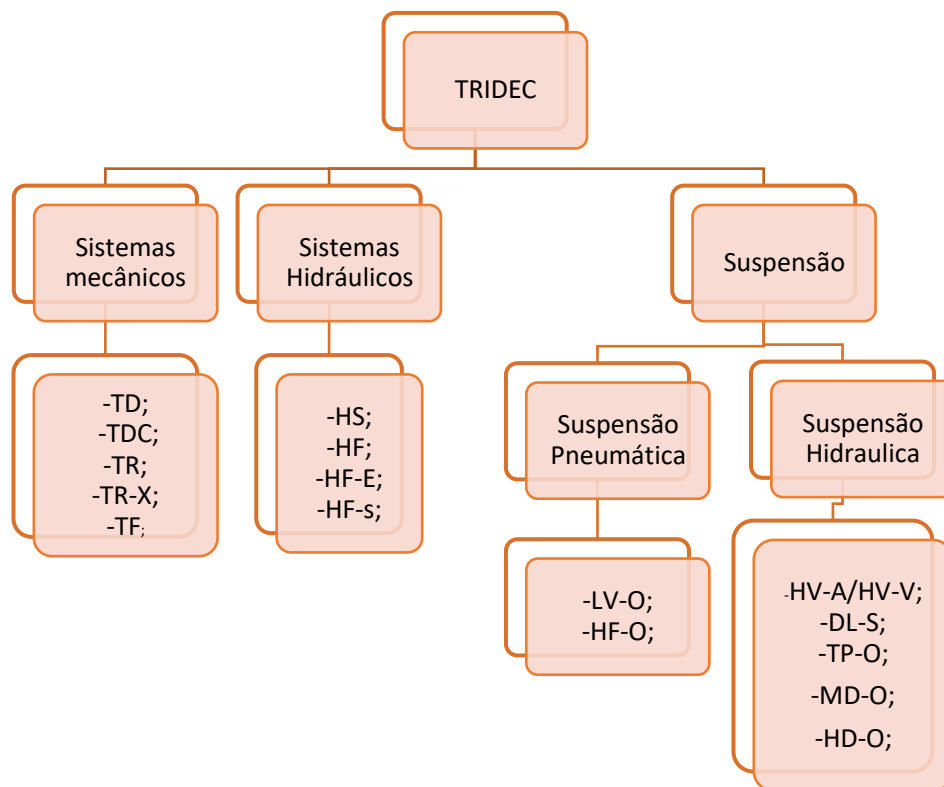


Figura 14- produtos fabricados na empresa

- **Sistema mecânico:**

Este tipo de mecanismo é caracterizado por possuir uma ligação mecânica entre a *fifth wheel* e o *axle assembler* através de uma *steering rod*.

Tem como vantagem a fácil instalação, possuir uma distribuição de peso uniforme, baixo custo de manutenção e aquisição baixo comparação aos restantes produtos.

Um dos exemplos deste sistema é os TD. São um sistema que é usado para processos de distribuição e possuem entre um a três eixos em que o último é direcional.

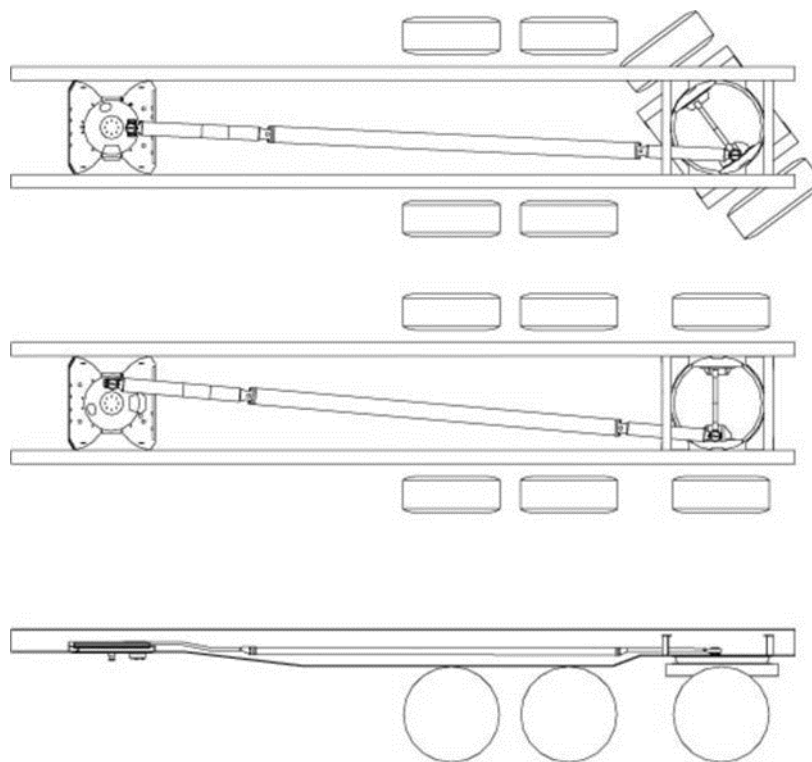


Figura 15-sistema TD

- **Sistema hidráulico:**

Contrariamente ao sistema mecânico, o sistema direcional hidráulico usa um sistema de direção hidráulico para controlar o semirreboque. Este tipo de sistema mais complexo é aplicado em sistemas que transportam cargas elevadas.

O sistema HF-E é um sistema que permite até sete eixos direcionais, com a hipótese de o primeiro eixo poder rodar no sentido oposto. Este produto, para além de permitir ao atrelado efetuar o contorno circular, também permite uma maior manobrabilidade e reduz o desgaste de dos pneus do veículo.

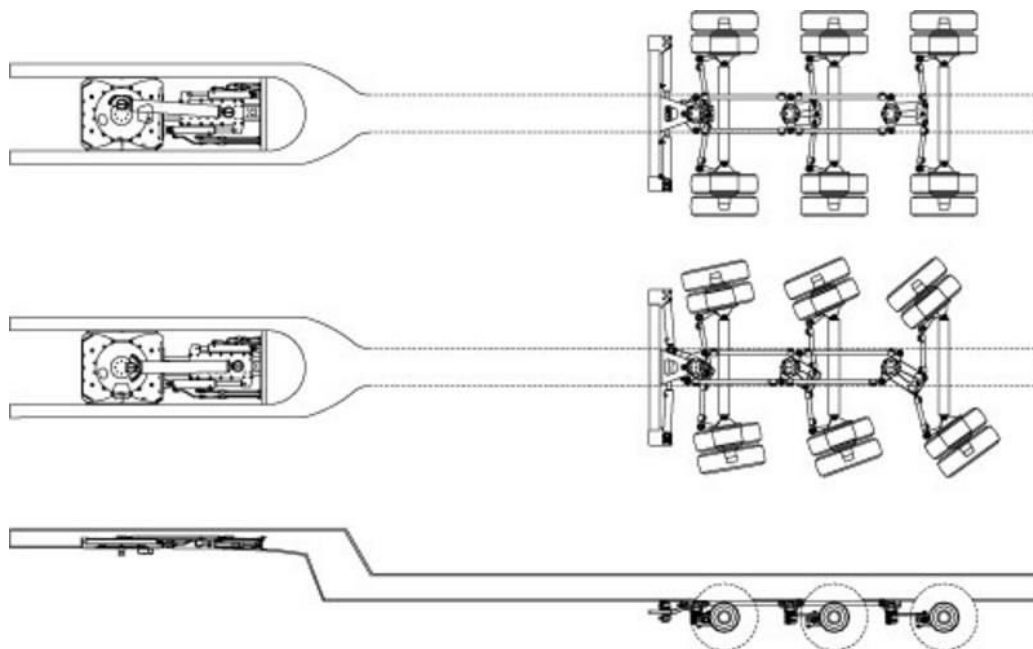


Figura 16-sistema HF-E

- **Suspensão:**

As suspensões fabricadas na empresa podem ser divididas em dois subgrupos:

- Suspensões pneumáticas. Constituídas pelos LV-O e os HF-O. Estes produtos consistem em suspensões independentes não direcionais que permitem aumentar o tamanho do contentor do semirreboque. Dos sistemas acima referidos o LV-O ainda possui a vantagem de ser incorporado em veículos de dois andares e também possibilita o transporte de matérias-primas como vidro e betão.

Devido á versatilidade destes sistemas é possível implementa-los em carros, atrelados para barcos, empilhadoras e camiões de transporte de animais.



Figura 17-suspensão pneumática

- Suspensões hidráulicas. Este tipo de suspensão independente permite o suporte de cargas até doze toneladas em sistemas de reboque e semirreboque de baixa elevação. Os sistemas constituídos pelo produto DL-S tornam o reboque mais ágil, permitem uma melhor distribuição do peso da carga, e ainda com a vantagem de possuir dimensões reduzidas, permite o aumento da carga que o veículo suporta. Outra vantagem devido á melhor distribuição do peso, é a redução dos eixos necessários para o reboque.

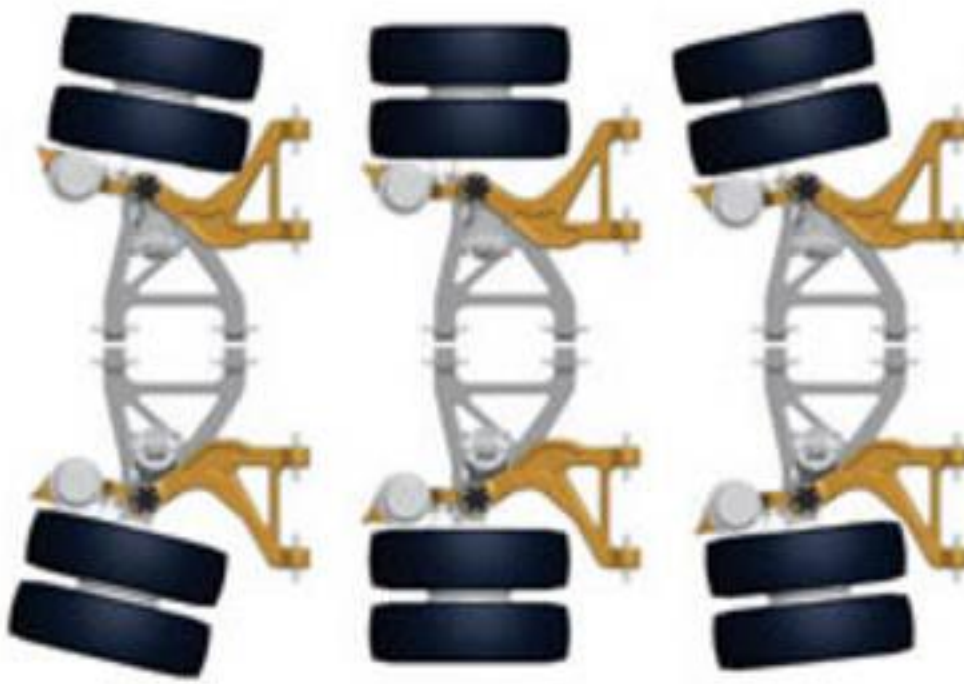


Figura 18- suspensão hidráulica

3.1.3 Principais componentes

A maioria dos produtos fabricados têm na sua constituição três grupos de componentes, que podem variar nas suas dimensões consoante o as especificações associadas.

Esses produtos são:

- *fifth wheel plate*: possui como principal função ligar o reboque ao camião e produzir rotação que será transmitido a *steering rod*. É constituído por um *fifth wheel housing*, que irá suportar um prato rotativo ou *turnable plate* dentro de uma calha direcional (*sterring wedge*).



Figura 19- *fifth wheel plate*

- *Steering rod*: Componente responsável pela transmissão da rotação gerada pela *fifth wheel* ao *axle mounting frame* e também serve de ligação entre os dois. A *steering rod* é constituída por três partes, a *front piece* que liga a *steering rod* a *fifth wheel*, a *rear piece* que liga o restante sistema ao *axle mounting frame* e a *tube member centre piece*, que é o corpo central do *steering rod* que serve de ligação entre as restantes partes.



Figura 20- *Steering rod*

- *axle mounting frame*: tem como função receber a rotação gerada pela *fifth wheel* e transferi-la para o eixo direcional da roda associada. Na sua constituição existem uma *frame* montada sob um eixo direcional do reboque, que será montada numa *turn table* que receberá a rotação produzida no sistema.



Figura 21- *axle mounting frame*

3.1.4 Organização estrutural da TRIDEC LDA.

A sucursal portuguesa divide-se em dois grandes grupos a Direção Operacional e a Direção Administrativa e Financeira. Estes dois grupos são responsáveis pelo funcionamento interno da fábrica de forma a satisfazer os pedidos de fabrico provenientes da casa mãe.

A direção operacional tem sob a sua alçada as atividades que acrescentam valor aos produtos, a produção dos mesmos e a manutenção do espaço fabril. O departamento administrativo e financeiro é responsável pelas atividades que dão suporte á empresa.

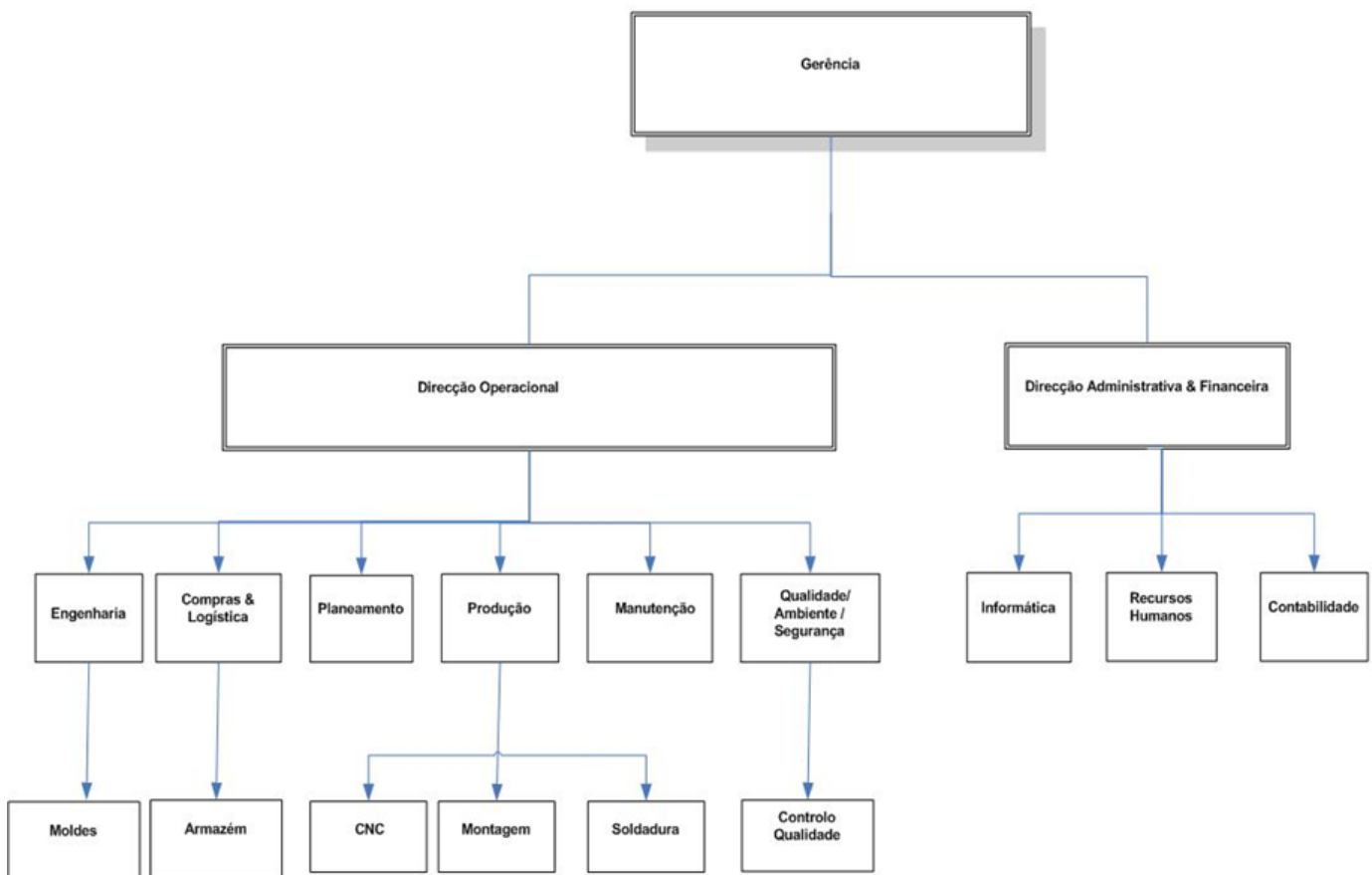


Figura 22- Organização estrutural da TRIDEC LDA

- **Direção operacional:**

Cada um dos departamentos possui uma função bem definida e o seu desempenho é avaliado através de indicadores de controlo de desempenho, ou KPIs.

- **Departamento de engenharia:**

Este departamento tem como principal função criar os novos BOMs (*Bill Of Material*) para os novos produtos, auxiliar no processo de produção e melhorar o processo de fabrico tendo em conta os parâmetros estipulados para a peça a fabricar e os recursos disponíveis. O processo de melhoria pode tomar a forma de moldes de produção, sendo este departamento responsável pelo seu processo de produção e manutenção.

O departamento é também responsável pela criação dos processos de fabrico bem como a estipulação dos tempos de produção teóricos, que posteriormente serão ajustados tendo em conta o tempo de produção real, criação dos desenhos que irão acompanhar os pedidos de produção. Tendo por base estes fatores, o departamento deve efetuar contactos regulares com o departamento de research e *development & engineering*, da TRIDEC BV.

São responsáveis pelo auxílio na preparação das operações através da criação de programas de trabalho para cada processo de produção automatizado nomeadamente, maquinaria CNC, corte de plasma e corte de serra. Também têm ao seu encargo auxiliar o departamento de qualidade e ambiente na criação de mecanismos de deteção de problemas nos postos de trabalho. Em certos casos, também fundamental na procura de soluções para produtos não conformes.

- **Compras & Logística:**

O departamento de compras e logística é responsável pelo armazém, controlo de *stock*, controlo das compras efetuadas pela TRIDEC LDA., com a exceção dos gastos gerados pelo departamento de manutenção e produção. Este departamento também tem a seu encargo todo o processo relacionado com a expedição do produto final e pelo transporte de matérias-primas do fornecedor até á empresa, quando os mesmos não disponibilizam o transporte.

Efetua comunicações regulares com o departamento de planeamento e produção, de forma a disponibilizar todos os recursos necessários para a alimentação das diferentes operações que serão geradas pela encomenda.

- **Planeamento & Produção:**

O departamento de planeamento e produção é responsável pelo planeamento da produção, através de uma planificação semanal baseada nas necessidades da TRIDEC BV.

Quando uma encomenda é gerada pela sucursal holandesa, o pedido é entregue ao departamento de planeamento, que irá programar a produção através da metodologia MRP, como auxílio do programa *vantage*, que ao inserir o código do produto juntamente com a referência e desenhos associados, será gerada a lista de matérias-primas, e tendo em conta a informação na base de dados, gerar as ordens de produção juntamente com as operações associadas. As ordens variam consoante o tipo de produto encomendado, podendo gerar ordens para os principais processos de fabrico da fábrica, o processo de soldadura, maquinaria e montagem.

- **Manutenção:**

O departamento de manutenção é responsável pela disponibilização de todos os meios necessários para a produção fabril, bem como o agendamento das intervenções e reparações associadas. Tem ao seu encargo a criação e manutenção de uma lista de peças de reserva (*spare parts*) críticas de reparação, de forma a minimizar o tempo de avaria de certos processos.

- **Qualidade ambiente & segurança:**

O departamento de qualidade, ambiente e segurança tem como função o cumprimento das normas de segurança e ambientais implementadas e a validação dos produtos fabricados, controlo de qualidade das matérias-primas e produtos subcontratados.

Relativamente á qualidade, como já referido, o departamento não só efetua testes de qualidade para os produtos fabricados como também para as diferentes matérias-primas e subprodutos provenientes de fornecedores, de forma a conferir se estes cumprem os requisitos estipulados com os fornecedores. As análises variam conforme o fornecedor e o seu desempenho. Também é responsável pelas operações de controlo de qualidade que decorrem durante o processo de fabrico, de forma a detetar o mais rápido possível inconformidades, poupando tempo de trabalho e recursos.

Este tipo de controlo é efetuado através do autocontrolo dentro do posto de trabalho e através de controlo amostral, dos diferentes lotes, por um elemento do departamento de qualidade. Antes da encomenda ser expedida é efetuado um último controlo de qualidade de forma a eliminar falhas não detetadas em controlos anteriores.

A qualidade também é responsável pela triagem e análise das reclamações provenientes dos clientes, transmitidas através da TRIDEC BV. Quando existe essa ocorrência é implementada uma metodologia de resolução de problemas para as não conformidades, a metodologia 8D.

- Relação entre as duas entidades:

Como já referido a TRIDEC está dividida em duas sucursais uma situada na Holanda, a TRIDEC BV. e a TRIDEC LDA. em Portugal. Com o avanço tecnológico a barreira geográfica torna-se cada vez mais reduzida, facilitando a interação entre as duas entidades. Mas, para manter a qualidade competitiva e efetuar a entrega das encomendas o mais rápido possível é necessário a passagem de informação de forma precisa e detalhada por ambas as partes.

- A comunicação:

Todas as organizações são constituídas por vários departamentos e a TRIDEC não é exceção. Cada um dos diferentes departamentos tem que trabalhar de forma harmoniosa, garantindo o bom funcionamento da empresa. Como tal, é necessário um tipo de comunicação rápida e concisa entre os diferentes departamentos das duas entidades que representam a TRIDEC.

A informação transmitida entre cada departamento deve ser fidedigna e perceptível para ambas as partes de forma a minimizar o tempo usado para o esclarecimento de dúvidas criado a partir dessa passagem de informação.

No anexo 1 segue o diagrama de processo completo desde o pedido cliente, até á sua expedição para o cliente.

De salientar que a TRIDEC Holanda considera a TRIDEC LDA. como um fornecedor. Este tipo de ligação entre as duas entidades cria varias relações entre elas nomeadamente:

- Consultadoria e desenvolvimento do produto. Esta interação envolve os departamentos de engenharia em Portugal e o departamento R&D holandês, tendo como função eliminar questões relacionadas com a produção de componentes na sucursal portuguesa, pedido de alterações de normas ou desenhos de forma a diminuir o tempo de produção.
- Atualização do tempo de entrega das encomendas. Apesar do departamento de compras da TRIDEC BV., ter acesso ao lead time dos produtos, através da base de dados da empresa, no entanto existem casos de saturação em determinados processos o que leva á alteração do tempo de entrega dos produtos associados, sendo necessário relatar ao departamento de compras na Holanda.

- Pedido de orçamentação. Este tipo de interação ocorre durante o processo de desenvolvimento de um novo produto e o departamento de engenharia português irá auxiliar na autenticação dos valores de produção, aquisição, e preço de produção do produto.
- Reclamações internas e externas. Como já referido a empresa efetua vários controlos de qualidade durante o processo de produção e montagem de forma a minimizar os produtos defeituosos e evitar ao máximo a entrega de peças não conformes aos clientes. Quando existe algum tipo de reclamação em relação a um produto expedido para a empresa holandesa ou reclamação por parte de um cliente, o departamento de reclamações holandês comunica o ocorrido ao departamento português e em conjunto irão determinar a razão da não conformidade. Este processo está dividido em quatro razões distintas, nomeadamente problemas relacionados com a não conformidade no material, problemas criados durante o processo de fabrico, dano ocorrido durante a viagem entre as duas entidades e por fim a não conformidade devido um erro dos desenhos.

Concluindo, o processo de triagem é iniciado pelo processo de orçamentação de reparação, por forma a averiguar a viabilidade na reparação do produto ou da sua substituição.

3.1.5 *Layout*

A área fabril da TRIDEC pode ser dividida em duas grandes áreas, a área de soldadura que alberga os robôs e equipamentos de soldadura, o armazém de moldes, equipamento de corte de plasma, o posto de quinagem, posto de decapagem, máquinas de corte de varões, zona de montagem mecânica e hidráulica de componentes e armazém de chapas varões e matérias-primas que servem como suporte ao processo de soldadura.

A outra metade da área fabril da TRIDEC alberga a zona de armazém e a área de maquinação da empresa. A nave de maquinação possui na sua constituição máquinas CNC manuais e automáticas, fresadoras e o gabinete de controlo de qualidade.

3.2 Propostas de melhoria da empresa

3.2.1 Contextualização

A empresa TRIDEC tem apresentado um crescimento gradual ao longo dos anos e tendo em conta esse fator, a administração da empresa propôs aos diferentes departamentos da sucursal portuguesa apresentar uma proposta de melhoria fabril para implementar na empresa de nome “visão da TRIDEC em 2020 anos”. O tema desta tese enquadra-se nesse desafio, contribuindo com duas propostas de melhoria para a empresa.

Após uma análise á empresa foram encontradas várias oportunidades de melhoria para a área fabril e zona de armazém da empresa que necessitam de melhorias, de forma a acompanhar o crescimento da empresa, nomeadamente:

- A difícil movimentação de empilhadora na zona de soldadura;
- Falha na comunicação entre operadores da fábrica;
- Movimentações excessivas por parte da empilhadora;
- Falhas na entrega das matérias-primas a tempo de iniciar o processo produtivo;
- Falha no controlo de *stock*;
- Falha na atualização do processo;

Tendo em conta os problemas encontrados foram elaborados dois tipos de melhorias.

3.2.2 Alteração do *Layout* fabril da empresa

Durante a análise á zona fabril da empresa, foi encontrado um *bottleneck* (gargalo) na área de produção, mais precisamente na zona de soldadura no posto de decapagem, onde passam a maior parte dos produtos da empresa. Como já referido devido ao espaço reduzido tornasse extremamente massudo e moroso o transporte das matérias-primas, por parte da empilhadora, além de possuir pouco espaço para o armazenamento dos componentes usados neste espaço. Cada um destes problemas foi confirmado através de entrevistas com os funcionários do espaço fabril e elementos dos diferentes departamentos.

Atualmente a área da soldadura do posto fabril apresenta um espaço útil de 1750 m² (100m x 17.5m), e nela estão agrupados oito postos de soldadura manual, duas áreas de preparação para a soldadura (também designados como pingagem, no chão da fábrica), três robots de soldadura, duas áreas de reparação, armazém de chapas e varões juntamente com as máquinas de corte de plasma e corte de varões, uma quinadora, uma área responsável pelo processo de reparação de defeitos e o posto de decapagem que alberga a granalhadora, como demonstra a figura seguinte.

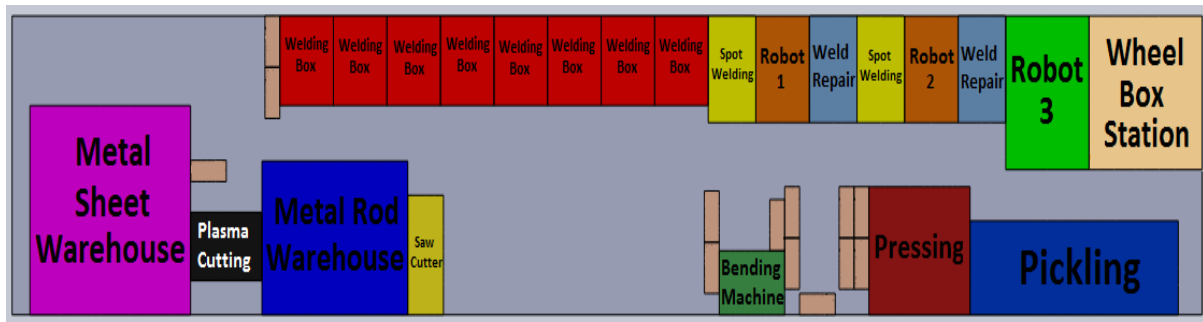


Figura 23- *Layout* da área de soldadura

Após uma análise dos processos de fabrico da empresa, concluiu-se que o processo como corte de plasma, soldadura e corte de varão necessitam de passar pelo processo de decapagem, e tendo em consideração que o processo de decapagem se encontra numa das extremidades do *layout* fabril determinou-se que a empilhadora percorreu no mínimo 2122.519 km ao longo do último ano. Este valor foi calculado para os produtos de tipo A do diagrama ABC dos produtos produzidos o ano passado pela empresa (disponível no anexo 2), as distâncias foram estimadas através do programa de CAD *solidworks* (estes ficheiros podem ser consultados no CD que acompanha a tese), para um esquema à escala 1:1 das dimensões da área fabril da nave de soldadura, tendo em conta cada medida desde o centro de cada uma das zonas de trabalho até ao posto de trabalho seguinte sem que o produto necessite de armazenamento intermédio.

Tendo em conta os fatores referidos foi proposta, a possibilidade de alteração do *layout* de soldadura de forma a diminuir as distâncias anuais percorridas. A proposta foi aceite desde que o *layout* cumpra as restrições relativamente à adição de um novo robot de soldadura, o posicionamento dos robots teria que seguir a ordem robot 1-robot 2-robot 4- robot 3, a remoção do posto de pingagem proveniente da introdução de um novo conjunto de moldes. Após uma pesquisa inicial relativamente há possibilidade de expansão da área fabril, confirmou-se a possibilidade de expansão do terreno em mais 1500 m².

Foram construídos modelos a escala de 1:100 em madeira balsa com as medidas correspondentes a cada uma das áreas da figura acima assinalada e com a ajuda dos elementos dos diferentes departamentos e os team-leaders da zona de soldadura foram criadas varias soluções para remodelar a zona de soldadura.

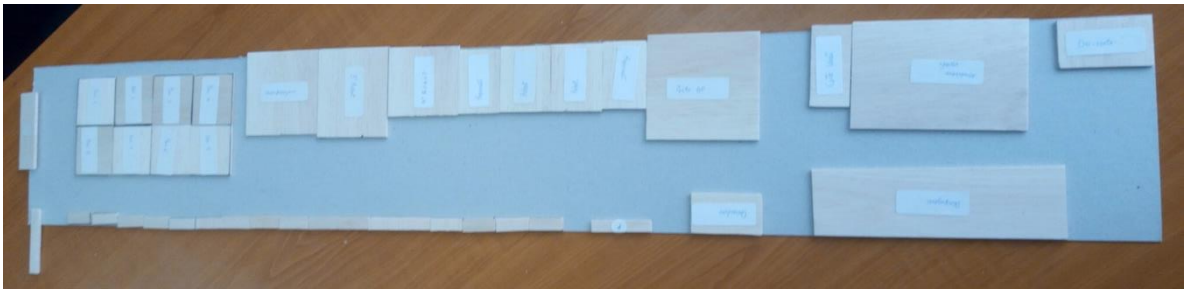


Figura 24- Exemplo de alteração de *layout* 1

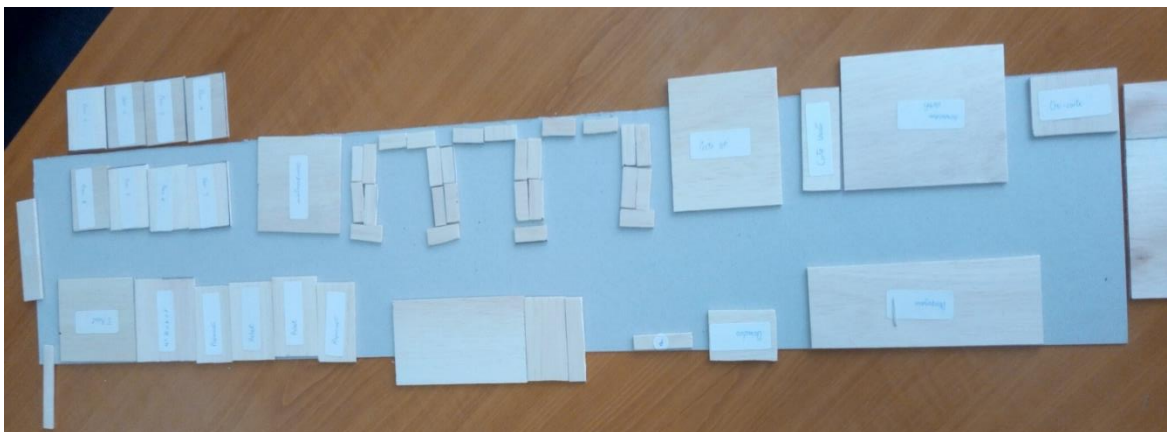


Figura 25- Exemplo de alteração de *layout* 2

No decorrer da análise das diferentes possibilidades e reuniões com as diferentes partes interessadas determinou-se que a melhor proposta seria a representada na figura 26.

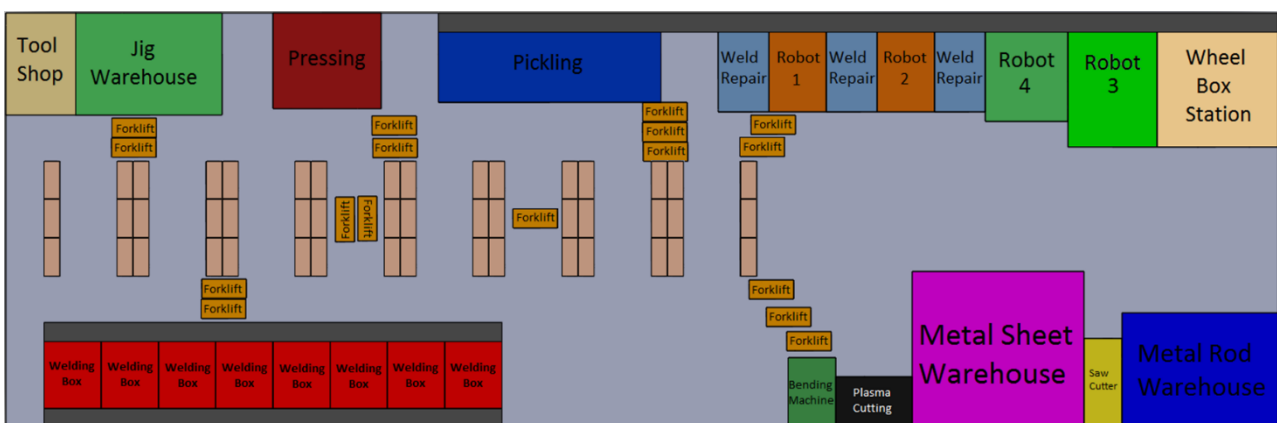


Figura 26- Proposta de alteração de *Layout*

Este *layout* prevê uma expansão de 1250 m² de área fabril e tem como função centralizar o processo de fabrico localizando o processo de decapagem no centro da nave de soldadura, a criação de armazém secundário que permite o armazenamento das matérias-primas que serão usadas pela zona de soldadura, possibilita o abastecimento mais rápido das matérias consumidas pelo poste de corte de plasma e corte de varões, uma vez que possui as dimensões necessárias para a entrada de camiões nas instalações permitindo o armazenamento imediato através da grua da empresa, sem que seja necessário o uso de uma empilhadora para descarregar o material do camião e posteriormente ser armazenada com o auxílio da grua.

Como visualizado na imagem, a decapagem irá ser movida para um armazém separado da área fabril de forma a criar um mecanismo de segurança que previne a propagação de possíveis incêndios. Esta alteração é feita tendo em conta o material que é usado na decapagem ser extremamente inflamável e prevenir possíveis incêndios relacionados com este processo como já ocorrera no historial da empresa.

Uma vez que todos os processos de soldadura automática necessitam de decapar após reparação, este *layout* pretende implementar um sistema de tapetes para proceder á entrega destes componentes á área de decapagem, diminuindo assim as deslocações por parte da empilhadora.

Aplicando novamente o *solidworks* para determinar as novas distâncias entre os postos, para o novo *layout*, conclui-se que para a mesma produção que o ano passado a empilhadora percorreria 1511.227 km, reduzindo 29% em relação a distância inicial mesmo havendo um aumento de área de 1250 m².

Esta alteração terá um custo total de 327.016 euros, este valor é gerado pela expansão do pavilhão, alteração das sapatas, aquisição de uma nova ponte rolante e troca do posto de decapagem.

Tabela 9- custos relacionados com a alteração do *layout*

	Custo (euros) ponte 3,5T	Margem de 20%
Custo expansão do pavilhão	125 000,00 €	150 000,00 €
Custo tapetes	50 000,00 €	60 000,00 €
Custo ponte	70 728,00 €	84 873,60 €
Custo sapatas	1 611,30 €	1 933,56 €
Custo da troca da decapagem	25 174,30 €	30 209,16 €
Custo total	272 513,60 €	327 016,32 €

Cada um dos valores acima referidos foram estimados por especialistas do setor (custo de expansão do pavilhão e valores de aquisição dos tapetes e da ponte rolante), bem como, valores retirados pelo historial da empresa. Tendo em consideração a possível alteração do mercado foi adicionado um acréscimo de 20% aos valores apresentados.

Relativamente ao tempo necessário para o retorno do investimento, foram efetuados vários estudos com o âmbito de calcular esse valor, mas devido ao contrato de confidencialidade da empresa, não foram possíveis coletar dados suficientes para cálculo de um valor realista.

3.2.3 Metodologia Kanban com o auxílio do sistema RFID

A TRIDEC usa como principal meio de apoio ao planeamento, a metodologia MRP, juntamente com o *software* de gestão integrada *vantage*. Este tipo de metodologia tem a característica de efetuar o planeamento de *stock* da empresa, tendo como precedente o histórico da mesma, sendo uma metodologia pouco eficaz em casos de crescimento de produção constantes e casos de sazonalidades de produção.

Como já evidenciado a TRIDEC tem demonstrado um crescimento gradual ao longo dos anos, refletindo-se num aumento de produção gradual, este acontecimento tem-se refletido em ocorrências de várias falhas na previsão da provisão e de *stock* da fábrica, resultando numa diminuição dos valores da taxa de entrega da empresa, como demonstrado no gráfico da figura 27. A pedido da empresa e de forma a proteger os interesses da mesma, foram retirados os valores das percentagens do gráfico *Customer Service Level* (CSL). De salientar que o menor valor do gráfico é de 77% e o valor de CSL a atingir é de 98%, representado pela linha verde no gráfico.

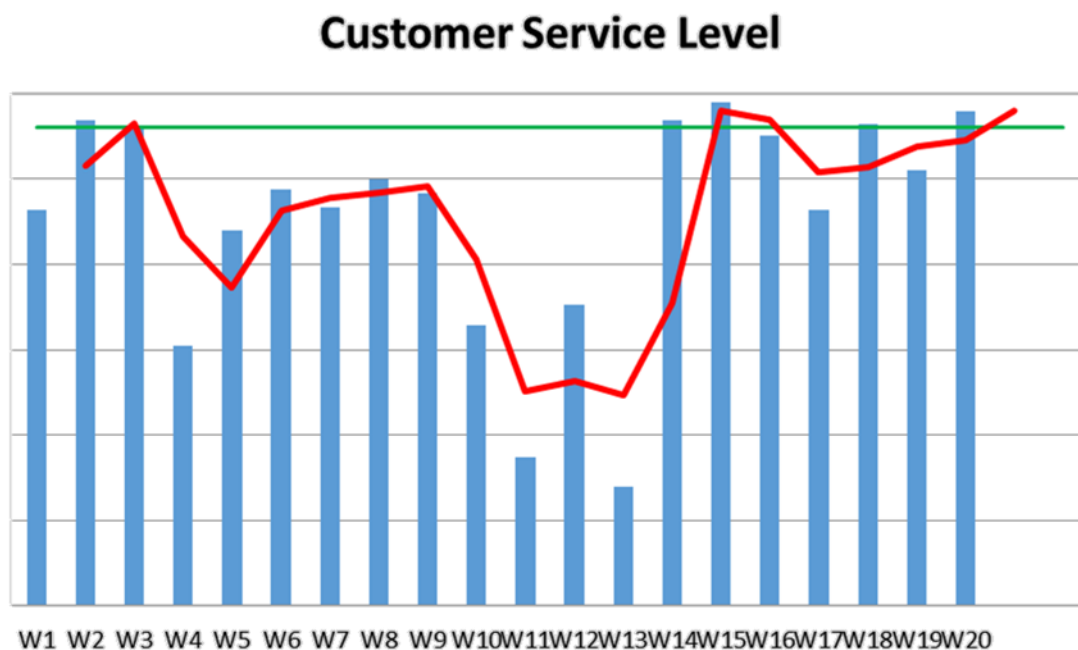


Figura 27- CSL da empresa

A diminuição dos valores do CSL tem como principal responsável a não existência de material em *stock* para satisfazer as encomendas, levando a uma falha no cumprimento dos prazos de entrega acordados com o cliente.

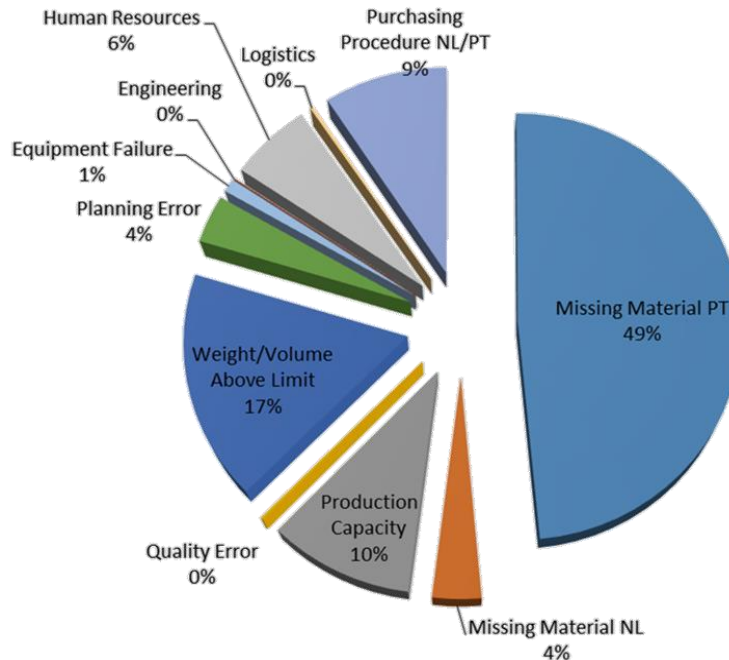


Figura 28 - razões responsáveis pela diminuição do CSL

Com o intuito de resolver o problema, foi proposta uma alteração da atual metodologia para a metodologia *kanban* auxiliada por um sistema *RFID*. Esta proposta tem como função eliminar os problemas acima referidos, diminuir o *stock* da empresa e prevenir a sobreprodução. A metodologia *kanban* terá como foco o armazém e os componentes fabricados pela empresa, onde numa fase de transição, será implementada nos produtos de classificação de tipo A (denominados de *fast runners* pela TRIDEC), do diagrama ABC dos componentes fabricados pelo TRIDEC no intervalo de tempo de março de 2015 a março de 2016 e numa fase final abrangerá todas os restantes produtos fabricados.

A empresa fabrica um elevado leque de componentes, apresentando mais de 600.000 referências de produtos na sua base de dados, em que cada uma se encontra integrada num determinado grupo de componentes. Desses grupos, serão abordados as *axle mounting frames*, as *fifth wheel houses*, as *frames* e os *stering accelerators*, uma vez que representam uma elevada percentagem dos *fast runners*. Este grupo de produtos é fabricado em lotes de 5 unidades, este valor é calculado como ideal para a produção, pela empresa e é usado como referência para os tamanhos dos lotes para a criação do *kanban*.

Ao receber uma determinada encomenda, o departamento de produção estima o tempo de produção deste produto, embora não possua atualmente nenhum *value steam mapping* (VSM) dos seus produtos, sendo uma possível proposta de melhoria a considerar no futuro. As seguintes imagens mostram os VSM de quatro produtos que abrangem os grupos acima referidos.

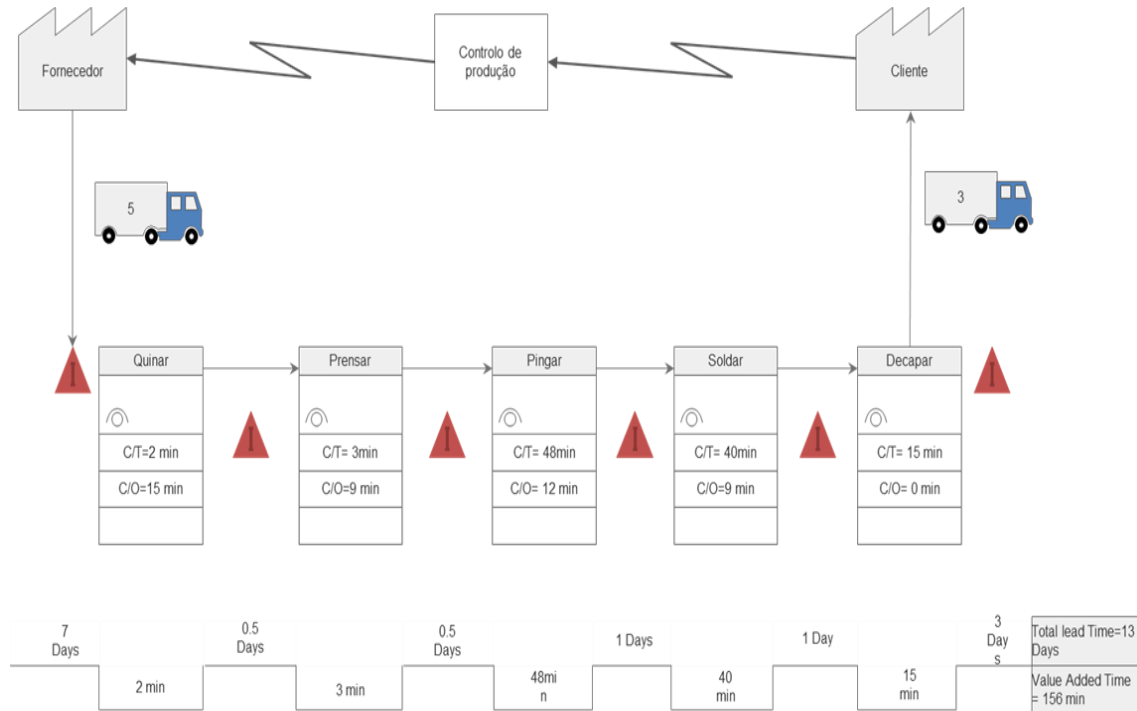


Figura 29- exemplo de um VSM para uma *Axle mounting frame*

Quando a TRIDEC recebe uma encomenda e existe material suficiente em *stock* para satisfazê-la, é criada uma ordem de encomenda ao fornecedor, que enviará ao departamento de logística informação relativamente á encomenda efetuada, juntamente com a sua data de entrega.

Para este caso, o fornecedor necessita de 5 dias para satisfazer o pedido e ao ser rececionado, este será inspecionado pelo departamento de controlo de qualidade. Recebendo a aprovação deste departamento o material é distribuído por lotes de 5 e um deles levado para os postos de quinagem onde sofrerá uma alteração física de tempo total de 10 minutos. De seguida é envidado para o posto de controlo de qualidade de forma a validar o processo e posteriormente enviado para o processo de prensagem onde passará mais 15 minutos.

Concluindo este processo o subproduto é enviado para o posto de soldadura onde serão efetuadas as operações de pingarem e soldadura com um tempo de produção de 48 e 40 minutos. Estes processos são suscetíveis a alterações estéticas nas peças e de forma a eliminar isso o lote é enviado para o posto de decapagem onde essas imperfeições visuais serão eliminadas.

Andes deste lote ser enviado para o cliente, com um tempo de viagem de 3 dias, este é inspecionado uma ultima vez pelo departamento de qualidade. Deste que a encomenda é efetuada a empresa necessita no mínimo de 13 dias para satisfazer o pedido e enviar para o cliente.

Este tipo de abordagem foi usado para a construção dos restantes VSM.

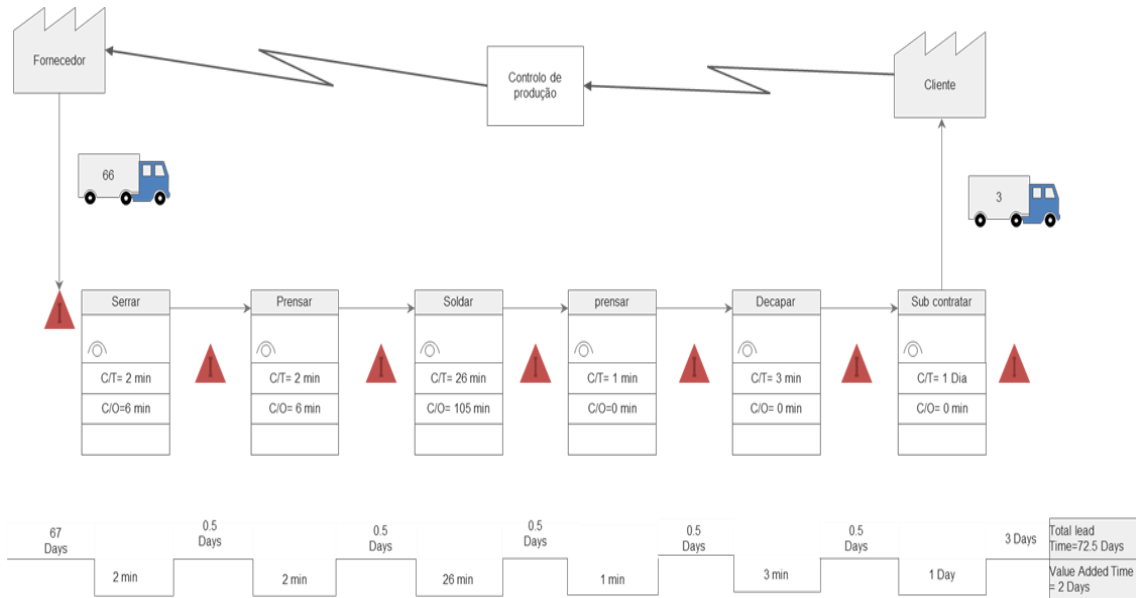


Figura 30 - exemplo de um VSM de uma TD frame

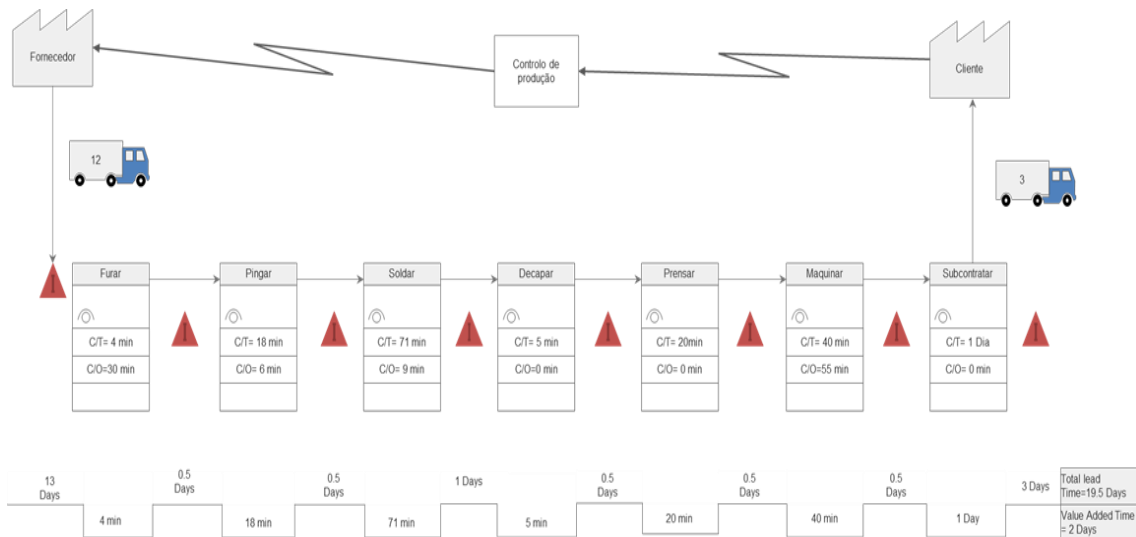


Figura 31 - exemplo de um VSM para uma Fifth wheel

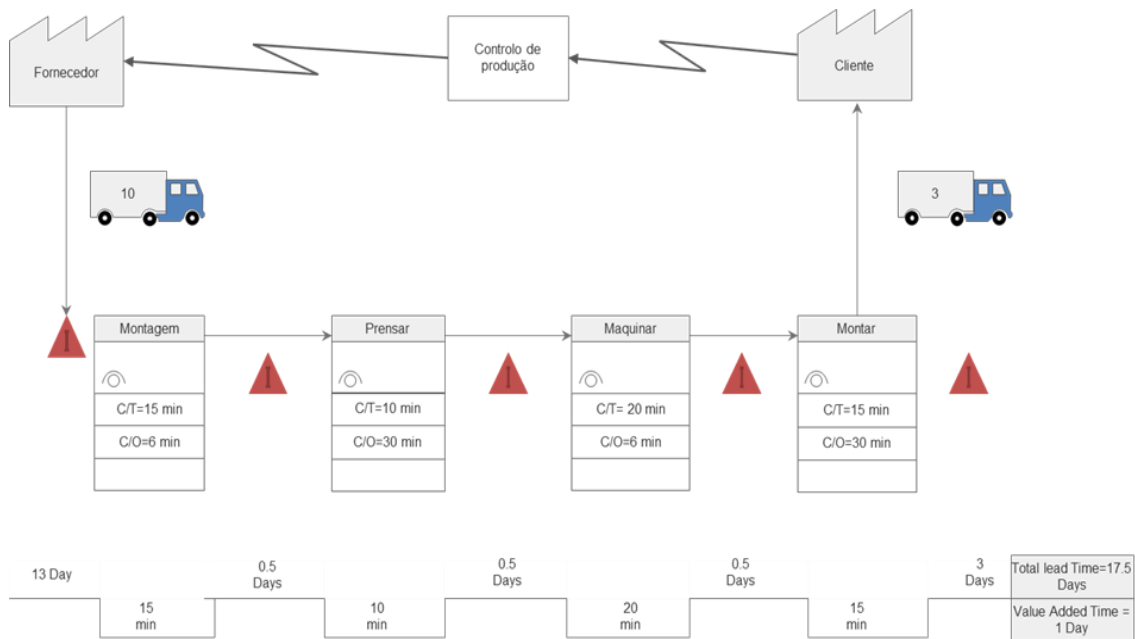


Figura 32 - exemplo de VSM para um Steering accelerator

3.2.3.1 Sequência de operações da empresa

Como já referido TRIDEC Lda. é vista como um fornecedor pela TRIDEC BV., e quando a empresa holandesa efetua um pedido de produção é iniciado um conjunto de ações de forma a entregá-lo o mais rápido possível. Os seguintes figuras demonstram os esquemas das sequências de operações que a empresa efetua de forma a satisfazer esses pedidos, desde a receção da encomenda até á sua expedição para o fornecedor.

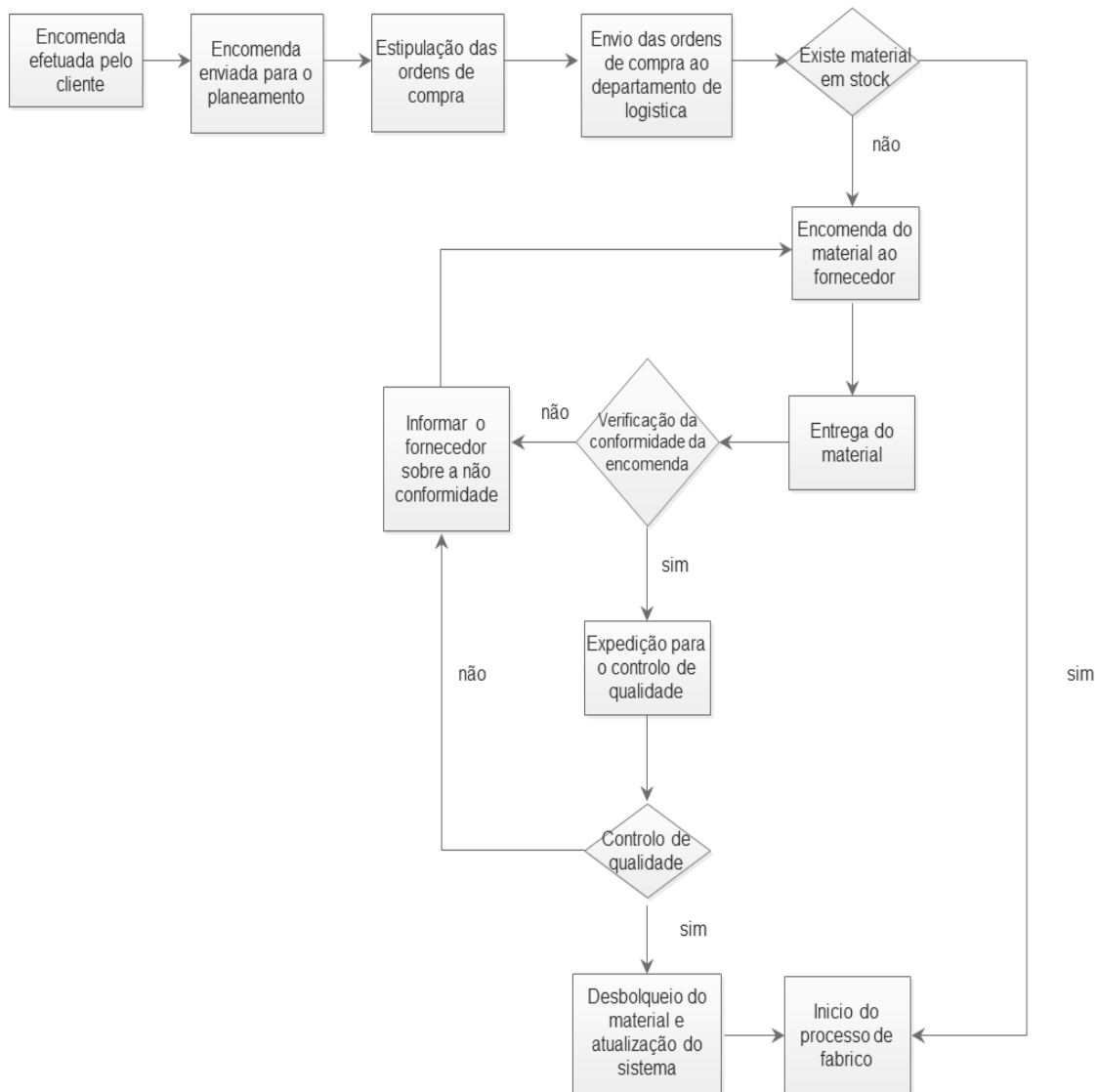


Figura 33 - sequência de operações para a recepção de uma encomenda

Quando uma encomenda é efetuada na TRIDEC Holanda, o pedido de produção recebido pelo planeamento da TRIDEC PT, irá desdobrar o pedido de produção em ordens de produção e em ordens de compra das diferentes matérias-primas, que posteriormente serão enviadas para o departamento de logística. Este, irá analisar as ordens de compras, de forma a verificar a existência ou não das matérias em *stock* no armazém, caso não exista material suficiente para satisfazer o pedido é enviado um pedido de encomenda para o fornecedor e estipulada uma data de entrega.

Após essa verificação, é enviada informação com a disponibilidade ou não do material em armazém ao planeamento juntamente com o período necessário para a entrega do material, caso este não esteja disponível em *stock*, é possível agendar o processo de produção da encomenda.

Esta ao ser entregue, receberá uma inspeção visual pelo responsável do armazém de forma a confirmar se o material corresponde á encomenda efetuada ou apresenta algum defeito, caso seja detetada alguma anomalia é enviado um pedido de reclamação ao fornecedor de forma a retificar o erro, enviando um novo carregamento com a nova matéria-prima que passará novamente pelo processo de controlo na entrada do armazém. Quando a encomenda passa esta inspeção inicial é enviada para o posto de controlo de qualidade, que conforme o tipo de fornecedor irá efetuar um controlo amostral ou total do material que chegou, se o material não apresentar as características acordadas com o fornecedor, será iniciado novamente um processo de reclamação e retificação com o fornecedor.

Uma vez que o material receba a aprovação do posto de controlo de qualidade, o material é registado na base de dados e disponibilizado no sistema.

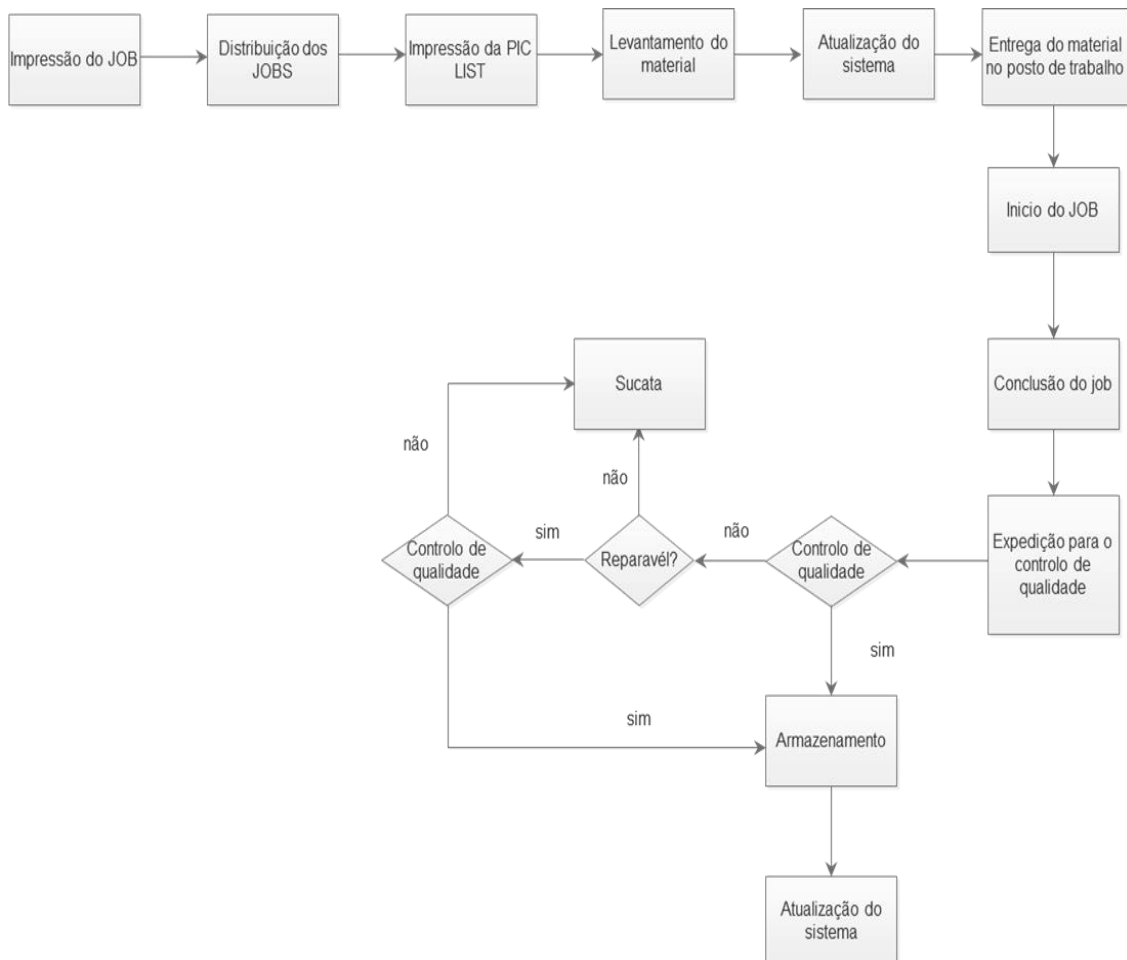


Figura 34- sequência de operações para o planeamento e produção de um componente

Após a receção da informação relativamente ao *stock* para uma determinada encomenda, é agendada a ordem de produção onde são criados e impressos os *JOBs* com as diferentes informações do processo e enviado para o armazém, onde o responsável irá distribuir as tarefas pelos postos de trabalho que constituem o *JOB*. Ao mesmo tempo é criada a *Pick List* (lista de levantamento) e entregue ao responsável pela empilhadora que fará o levantamento do material e o armazenista irá dar baixa dos diferentes materiais na base de dados da empresa. Com o auxílio da informação contida na *Pick list*, o responsável pela empilhadora irá entregar as matérias-primas e as informações do job ao posto que fora associado, após a entrega o operário fabril irá dar início ao processo de fabrico.

Uma vez concluído o *JOB* o material é levantado e enviado para o posto de controlo de qualidade onde serão efetuados os testes de qualidade, variando consoante os tipos de produtos entregues.

Se os produtos não apresentarem os requisitos estipulados, é inserido no sistema como produto defeituoso interno, que resultará num processo de avaliação e orçamentação para a reparação da peça de forma a averiguar a possível retificação do subproduto, que pode resultar em dois tipos de ações. A primeira consiste na consideração da peça como inutilizável caso o valor de reparação exceda o seu valor comercial, ou o processo de reparação é aprovado iniciando o processo que varia consoante a anomalia encontrada no controlo de qualidade, que após a reparação irá ser sujeito a um novo controlo de qualidade. Concluindo o processo de controlo de qualidade, a base de dados é atualizada consoante o tipo de resultados do departamento de controlo de qualidade e o lote de produção será armazenado.

A empresa subcontrata o processo de fabrico a outras entidades do mercado como, processos de galvanização e pintura, para esses processos a empresa estipulou a seguinte ordem de trabalhos.

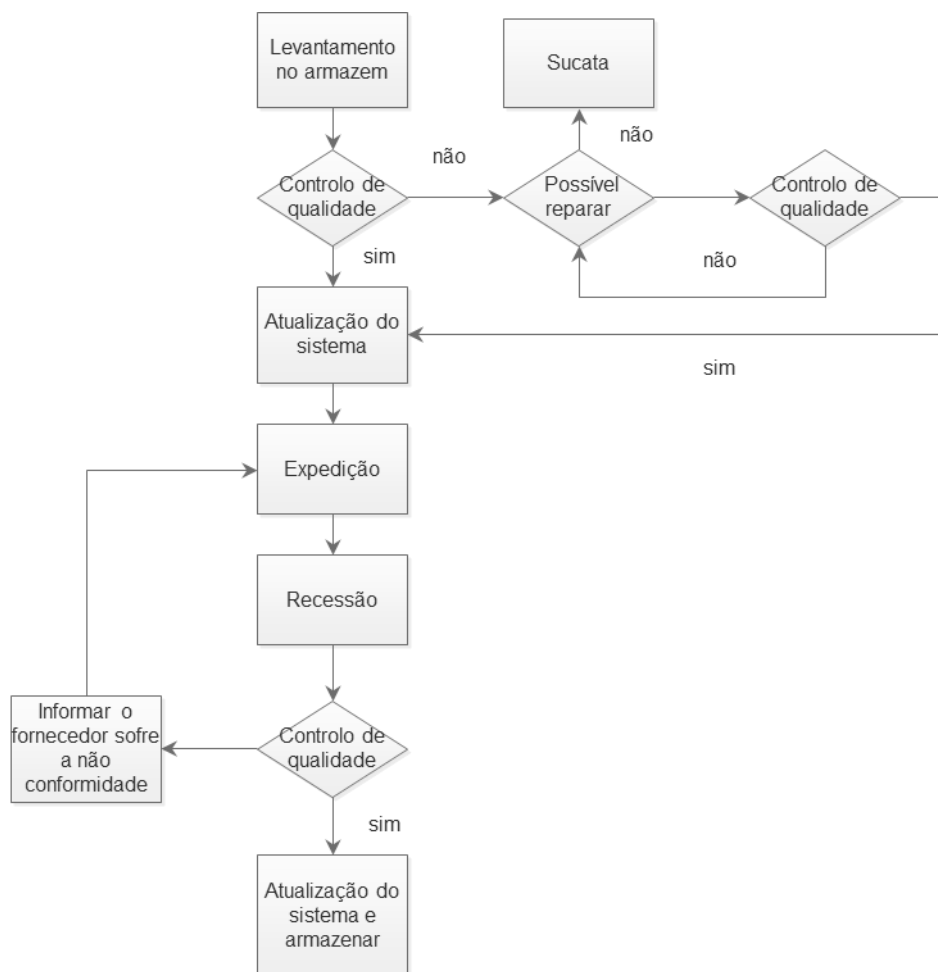


Figura 35 - seqüência de operações para a subcontratação de processos e expedição de componentes

Esta seqüência de operações inicia-se quando é enviada uma ordem de levantamento de material ao armazém para ser enviado para o posto de controlo de qualidade, de forma a garantir a conformidade dos produtos e prevenir possíveis falhas não detetadas nos processos de controlo de qualidade anteriores, e caso se verifique alguma inconformidade é iniciado o processo de orçamentação para a reparação anteriormente referida.

Quando os produtos são aprovados pelo departamento de qualidade, o sistema é atualizado e as peças são previamente embaladas para que o produto possa ser expedido para o processo associado. Após a entrega dos produtos já subcontratados o sistema é atualizado sobre a sua chegada, os componentes são enviados para o posto de controlo de qualidade para a devida inspeção, e se os componentes não apresentarem as qualidades acordadas, será efetuado o processo de reclamação á empresa subcontratada e acordada a reparação dos componentes com defeito. Uma

vez recebida a aprovação do departamento de controlo de qualidade, as peças são atualizadas na base de dados e armazenadas onde repousarão até o início do próximo processo.

A mesma sequência de trabalhos é usada quando existe expedição dos produtos finais para a TRIDEC BV. uma vez que a sucursal portuguesa tem o papel de a fornecer à empresa, como descrito anteriormente.

3.2.3.2 Implementação da metodologia kanban

A implementação desta metodologia tem como principal objetivo resolver os problemas de controlo de produção e controlo de *stock* da empresa, tendo como principal foco o armazém, a zona fabril (área de fundição e maquinagem) e o processo de transporte de material interno da empresa. Esta implementação ainda contará com a ajuda de um *software* de suporte informático para auxiliar o controlo de *stock* e monitorizar o desenvolvimento da encomenda efetuada á empresa.

Atualmente a empresa utiliza um sistema visual para localização e armazenamento.



Figura 36 - exemplo de um porta-paletes da TRIDEC

Quando um novo material dá entrada no armazém, quer por entrega de encomenda, quer por finalização de um *JOB* ou controlo de qualidade, é atribuído um espaço disponível no armazém, onde lhe será conferida a referência correspondente á localização no porta-paletes, que posteriormente irá ser introduzida manualmente na base de dados. Este processo é mais moroso e pode criar erros de controlo de *stock* e

localização, caso os valores não sejam corretamente introduzidos na base de dados, nem devidamente atualizados.

Tendo em conta esses fatores, esta proposta pretende implementar cinco tipos de alterações no armazém da empresa relativamente á área do armazém, as paletes, o processo de controlo e atualização de *stock*, posto de trabalho da empresa e o processo de transporte interno.

- **Área do armazém da empresa:**

A primeira implementação consiste na adição de etiquetas RFID passivas de classe 1, que possuem como principal característica serem somente graváveis uma vez, permitindo assim ao armazenista programar nestas etiquetas a informação da referência da localização física no armazém da empresa. Esta *tag* terá que possuir um *dry inlay* na sua constituição, fator justificado pela adição a uma superfície metálica como se observa na figura 37.



Figura 37 - exemplo de uma referência de localização

Este tipo de implementação, juntamente com a *tag* associada á paleta, que será descrito mais a frente, irá atualizar automaticamente a localização da paleta no armazém, permitindo assim rastrear a localização da paleta no sistema sem que seja necessário a procura e atualização manual no sistema. Este processo de atualização será efetuado automaticamente pelo *reader*, quando a empilhadora colocar a paleta numa localização vazia do armazém, associar assim as duas etiquetas e enviando essa nova informação para a base de dados da TRIDEC. As imagens seguintes demonstram a associação das duas etiquetas no armazém e o levantamento de um determinado produto, bem como seria atualizado no sistema da empresa.

Localização no armazém	Estado atual	Referência da peça	quantidade
AD22A	vazio		
AD22B	reservado	318546	5
AD22C	vazio		
AD23A	disponível	138416	10
AD23B	disponível	560865	5
AD23C	reservado	568651	5
AD24A	vazio		
AD24B	vazio		
AD24C	vazio		
AD25A	disponível	465131	15
AD25B	disponível	128453	5
AD25C	vazio		
AD26A	vazio		
AD26B	reservado	253292	5
AD26C	reservado	453252	10

Localização no armazém	Estado atual	Referência da peça	quantidade
AD22A	vazio		
AD22B	reservado	318546	5
AD22C	vazio		
AD23A	disponível	138416	10
AD23B	disponível	560865	5
AD23C	reservado	568651	5
AD24A	vazio		
AD24B	disponível	159436	5
AD24C	vazio		
AD25A	disponível	465131	15
AD25B	disponível	128453	5
AD25C	vazio		
AD26A	vazio		
AD26B	reservado	253292	5
AD26C	reservado	453252	10

Figura 38 - exemplo de um possível processo de associação entre a *tag* do armazém e a *tag* da paleta

O processo inverso irá ocorrer quando a empilhadora levantar o material do armazém, removendo a associação entre as duas *tags* no sistema.

Localização no armazém	Estado atual	Referência da peça	quantidade
AD22A	vazio		
AD22B	reservado	318546	5
AD22C	vazio		
AD23A	disponível	138416	10
AD23B	disponível	560865	5
AD23C	reservado	568651	5
AD24A	vazio		
AD24B	disponível	159436	5
AD24C	vazio		
AD25A	disponível	465131	15
AD25B	disponível	128453	5
AD25C	vazio		
AD26A	vazio		
AD26B	reservado	253292	5
AD26C	reservado	453252	10

Localização no armazém	Estado atual	Referência da peça	quantidade
AD22A	vazio		
AD22B	reservado	318546	5
AD22C	vazio		
AD23A	disponível	138416	10
AD23B	disponível	560865	5
AD23C	reservado	568651	5
AD24A	vazio		
AD24B	vazio		
AD24C	vazio		
AD25A	disponível	465131	15
AD25B	disponível	128453	5
AD25C	vazio		
AD26A	vazio		
AD26B	vazio		
AD26C	reservado	453252	10

Figura 39 - exemplo de uma possível desassociação entre a *tag* do armazém e a *tag* da paleta

- **Paletes da empresa:**

A segunda alteração irá centralizar-se nas paletes da empresa, através da integração de uma *tag* passiva regravável ou semi-passiva com um *wet inlay*, na sua constituição. Este tipo de etiqueta com estas características foi escolhido devido ao material que constitui e a palete ser constituída maioritariamente por madeira, de forma a não prejudicar as comunicações com o *reader*, e pela característica de permitir a reprogramação da informação contida na *tag* em comparação á *tag* anterior.



Figura 40 - exemplo de uma palete usada pela empresa

A associação destas novas paletes aos produtos nelas contidos, será efetuada pelo armazenista da empresa, com a exceção das chapas de metal e varões devido às suas elevadas dimensões e tipo de armazenamento usado. As operações relacionadas com este tipo de matéria-prima (operação de oxicorte e corte de varões) serão considerados, pela empresa, como uma subcontratação interna, mas os produtos resultantes destes processos devem ser direcionados para o armazém onde receberão a *tag* e a devida referência.

- **Processo de controlo e atualização do *stock* da empresa:**

A terceira alteração ocorrerá no processo de leitura, atualização, controlo de produção e controlo do *stock* existente no armazém. Este processo será efetuado através da leitura das etiquetas pelo *reader*, enviando a atualização para o *software* da empresa, como já referido anteriormente. A zona fabril também sofrerá alterações para incorporar a nova metodologia, uma vez que cada posto de trabalho terá marcas visuais no chão, com uma determinada área e duas cores distintas, uma amarela que corresponde á produção normal agendada pela empresa e uma a cor vermelha representando os produtos urgentes, os produtos que estejam dentro desta área possuem prioridade na ordem de produtos a produzir pelo posto. Esta implementação necessita de um aumento da área de trabalho dos diferentes postos.

A outra alteração consiste na adição de *JOBs* para meio dia de trabalho, este abastecimento seria efetuado no início do turno e antes da pausa para almoço dos trabalhadores responsáveis por essas tarefas, e tem como principal foco a diminuição do tempo perdido em relação as falhas na entrega dos materiais para iniciar o *JOB* observadas durante a análise á empresa. O processo de recolha dos produtos resultantes dos *JOBs* não sofrerá qualquer alteração.

- **Postos de trabalho da empresa:**

O operador do posto de trabalho também será responsável pelo controlo de qualidade do seu posto de trabalho, esse autocontrolo será efetuado recorrendo a um manual de controlo da qualidade, onde deve conter os procedimentos de controlo do processo do posto de trabalho, com explicações detalhadas passo a passo de como o efetuar o procedimento e que ações tomar caso seja detetada qualquer inconformidade. O responsável pelo posto também terá que efetuar picagem no início e fim do *JOB*. Essas picagens serão analisadas e triadas de forma a contribuir para uma atualização dos tempos de produção das peças fabricadas.

- **Processo de transporte interno da empresa:**

A maior alteração física na fábrica ocorrerá nas empilhadoras relativamente ao processo de transporte interno, uma vez que será alterada a sua sequência de trabalho ao integrar um leitor RFID juntamente com uma antena, para efetuar a transferência dos dados.

O operador da empilhadora receberá a ordem de movimento do material (Kanban de movimento, figura 41), com as informações do material a levantar (figura 42), a sua localização atual e o posto de trabalho que foi atribuído. Ao levantar os componentes descritos, é efetuada a leitura da etiqueta da palete e essa matéria-prima é dada como consumida no sistema, atualizando assim o estado atual do processo de fabrico da encomenda. Finalizando o *JOB*, o material resultante do processo de fabrico, será levantado pela empilhadora que irá ler novamente a etiqueta e atualiza-la para a nova referência do produto juntamente com a quantidade de material que a palete contém. Concluindo a operação de reprogramação da referência, o sistema atribuirá uma localização no armazém para esse componente, que após o armazenamento da palete, irá atualizar novamente o sistema.



612321 Air bellow support HF-O left W

612321 Air bellow support HF-O left W


Revisão:	1		Self-control plan:
Samc	0		Soldadura

QUANTIDADE final part:	20,00
-------------------------------	-------


SCHEDULED DATES	
Start date	
Due date	
Requested date	


Asmb 0	612321 /1	Air bellowsupport HF-O left W	Open Dwg
Asmb 1	612316 /1	Support beam air bellowsupport HF-O	Open Dwg

Figura 41 - exemplo de uma ordem de movimento a usado pela empresa

Job: PT056077 


612321 Air bellow support HF-O left W








Job nr: 

Partnr:  Air bellow support HF-O left W

Prod.qty: 20

TRIDEC

Copia: Armazen 

Referencia	Descricao	Quantidade	Ant Bin	Prim Bin	Operação
	Steering joint plate	40,00pç	AE04B	AE04B	 <input type="checkbox"/>
	Upper support air bellow support HF-O modifie	20,00pç		AF14C	 <input type="checkbox"/>
	Reinforcement air bellow support HF-O	40,00pç	REC	AF09B	 <input type="checkbox"/>
			AF09B		
	Reinforcement air bellow support HF-O	40,00pç	AF09B	AF09B	 <input type="checkbox"/>
	Bolt plate air bellow support HF-O	40,00pç	AF09B	AF09B	 <input type="checkbox"/>
	Support beam air bellow support HF-O planifie	20,00pç	1a1a		 <input type="checkbox"/>

(Validação pela Produção)

Referencias entregues	Data	Assinatura

Figura 42 - exemplo de uma Pick List usada pela empresa

3.2.3.3 software

Este tipo de implementação será somente possível através do desenvolvimento de uma nova extensão para o *software* de gestão integrada *vantage*. Este *software* terá como principal função o agendamento de produção, controlo de *stock* e atualização do processo de fabrico.

- **Agendamento de produção:**

O *software* terá como auxiliar o departamento de planeamento no agendamento da produção, conforme o tipo de encomenda, produção normal e produção urgente, permitindo assim ao departamento dar prioridade aos pedidos de produção urgente, de forma a iniciar a produção no menor tempo possível, tendo em consideração a existência de matéria-prima em *stock*. Enquanto que as encomendas normais serão agendadas consoante a disponibilidade de material e a ordem de chegada dos pedidos.

Após a receção do pedido, a referência da encomenda e as quantidades a produzir necessitam de ser introduzidas no programa criando uma de necessidades de compra, através da base de dados da empresa, juntamente com a sua verificação da mesma. Caso exista material disponível no armazém, este irá reservá-lo no sistema e dando baixa de material na base de dados, uma vez que não seja confirmada a existência de material em *stock* suficiente para satisfazer a encomenda ou alguma baixa de material que atinja um nível abaixo do *stock* de segurança, é enviada uma notificação para o departamento de logística com o material em baixa de *stock*, para poder efetuar a encomenda ao fornecedor.

- **Controlo de *stock*:**

Para que seja possível iniciar o processo produtivo é necessário que exista material disponível para alimentar a linha de produção, atualmente, de forma a garantir essa verificação é necessário que o departamento de produção crie a lista de material e esta será enviada para o departamento de logística, onde é verificada a sua disponibilidade em *stock*. Este tipo de processo pode tornar-se moroso e caso a atualização de material não seja devidamente efetuada pode criar atrasos de produção e erros de *stock*. Com a implementação deste *software*, será somente necessário introduzir a referência do produto encomendado, para efetuar a verificação automática da existência de material no armazém, caso não exista material suficiente é enviada automaticamente a informação relativa ao material em falta, para o departamento de logística, de forma a efetuar a encomenda para o fornecedor.

Uma vez que exista material necessário para iniciar o processo de produção é efetuada a reserva do mesmo, criando um consumo fictício e atualizando a fase de produção para o estado de “aguarda o início de produção”.

Com a evolução do estado da encomenda, o sistema irá analisar os valores de *stock* da empresa, de forma a verificar se os níveis de *stock* não ultrapassam os valores mínimos estipulados. Uma vez confirmado um valor inferior ao do *stock* de segurança, é enviada a notificação com a informação da matéria-prima em rutura de *stock* para o departamento de logística, para que este efetue a encomenda ao fornecedor.

Confirmando a data de entrega agendada com o fornecedor, o departamento de logística irá introduzi-la no sistema, permitindo assim ao departamento de planeamento retificar a data de início de fabrico desses componentes.

- **Atualização do processo de fabrico:**

Atualmente, caso exista disponibilidade de *stock*, as ordens de produção são agendadas, o tempo de produção é criado e é agendado com o cliente uma data de entrega. Caso se confirme algum imprevisto durante a produção, o cliente será informado sobre a nova data.

No decorrer da análise da comunicação entre as duas entidades, verificou-se que existem algumas falhas na comunicação entre elas, relativamente á atualização do processo de fabrico. Este *software* a desenvolver, permitirá não só agilizar o processo de agendamento de ordem de produção, onde criará automaticamente as sequências de trabalho, juntamente com a informação necessária para a sua produção e os tempos de produção e entrega dos componentes, tendo em conta a informação dos VSM dos produtos, como também permitirá a monitorização das diferentes encomendas, através das picagens e leituras efetuadas pela empilhadora no levantamento e entrega dos diferentes componentes. Cada uma destas informações será partilhada entre as duas metades da empresa (TRIDEC PT e TRIDEC BV) permitindo assim uma melhor atualização e comunicação entre ambas.



Figura 43 - exemplo de uma possível janela de produção para o *software* a desenvolver

3.2.3.4 Alterações na sequência de operações da empresa

Com a implementação desta proposta de melhoria, as sequências de trabalho irão sofrer pequenas alterações de forma a incorporar a metodologia kanban. Este conjunto de alterações dar-se-ão devido á adição dos *readers*, *tags* e o *software* gestão nas sequências de trabalho da empresa, que servem como material de suporte á nova metodologia, permitindo assim uma resposta mais rápida ao processo de encomenda, uma maior agilidade e um maior controlo do processo.

De salientar que as alterações nas seqüências de trabalho estarão assinaladas com uma cor diferente das seqüências iniciais.

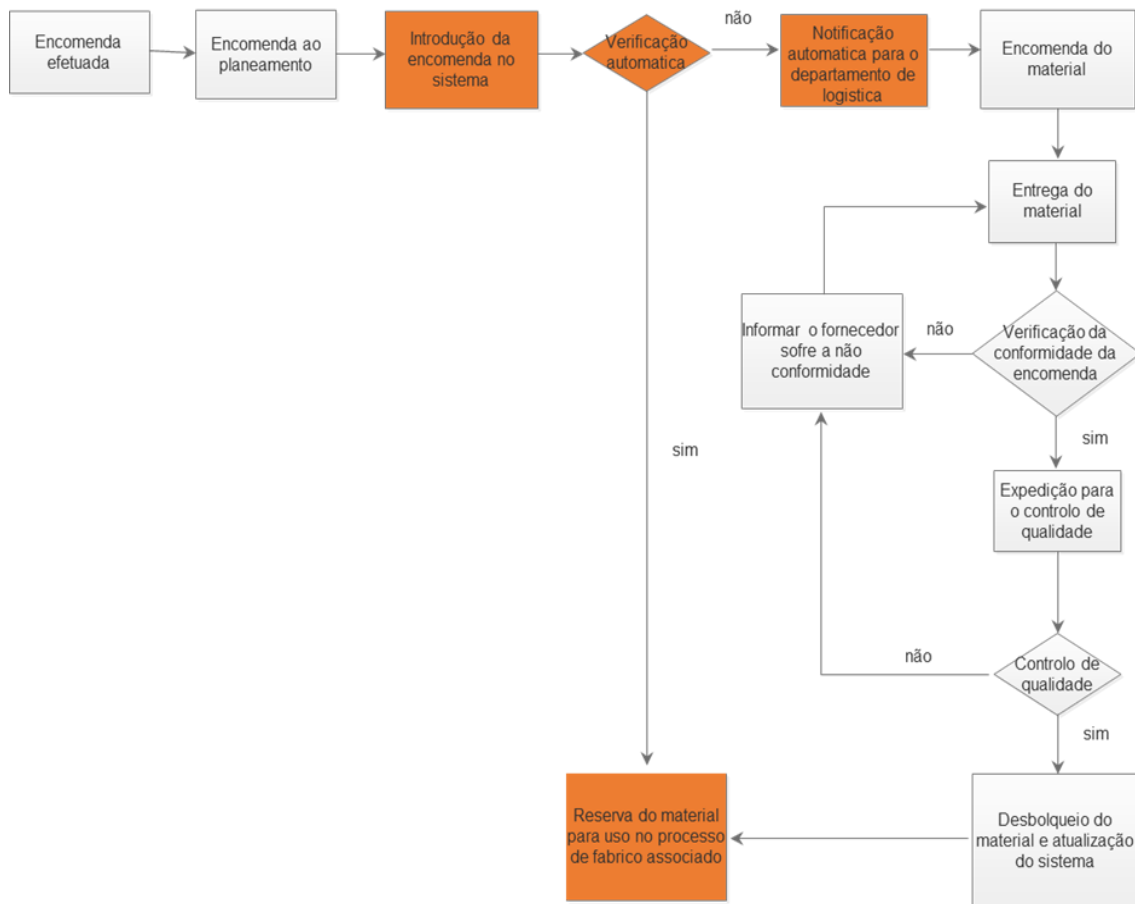


Figura 44 - nova seqüência de operações para a recepção de uma encomenda

O processo de aquisição de material, desde que a encomenda é efetuada, não difere da seqüência inicial, a não ser na introdução da encomenda no sistema e no seu processo de verificação, que será efetuado de forma automática, como descrito anteriormente. Se existir material em *stock*, este é reservado e aguardará início de produção e caso seja atingido o valor abaixo do *stock* de segurança ou o material em armazém não consiga satisfazer a encomenda é enviada uma notificação para o departamento de logística para efetuar a encomenda do material, esta atualização no processo de recepção da encomenda permitirá uma verificação de *stock* mais eficaz e eficiente como também diminui a possibilidade de erro humano no processo de verificação.

Após a receção do material os protocolos de controlo mantêm-se iguais, com a exceção de no processo de desbloqueio do material e atualização do sistema é adicionada a esse material a respetiva *tag* que irá acompanhar a palete com o equipamento durante o seu processo de fabrico. Com a introdução desta alteração a empresa tornará a sequência de transporte e armazenamento mais rápida, precisa e fácil de rastrear, eliminando os possíveis erros criados pela atualização do processo manual, como demonstrado no esquema seguinte.

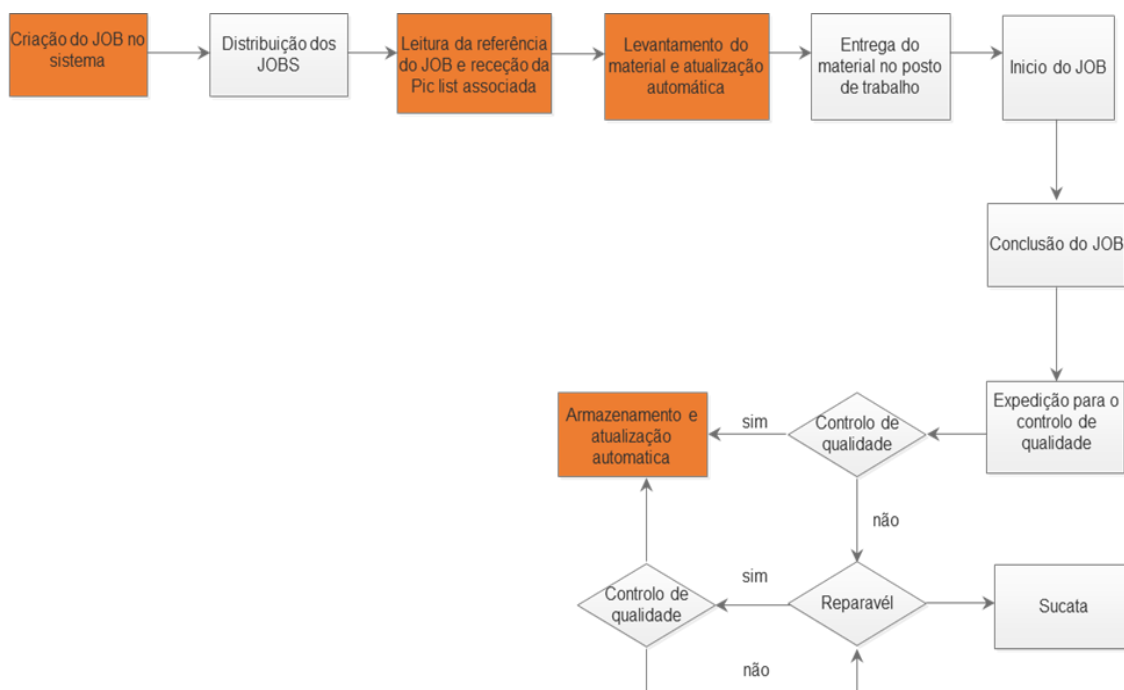


Figura 45 - nova sequência de operações para o planeamento e produção de um componente

Após o agendamento da produção da encomenda, o departamento de planeamento irá criar o *JOB* da encomenda no sistema juntamente com as etapas de fabrico que o constituem e no dia de produção agendado pelo departamento de produção, o responsável pelo armazém imprime os *JOBS* e entrega-os ao responsável pela empilhadora, que irá ler a respetiva referência do *JOB*, dando-lhe acesso à *Pick list*, juntamente com as suas localizações atuais e o posto de trabalho a que se destinam. Ao levantar o material indicado, o *reader* irá ler a *tag* contida na paleta e caso esta coincida com a apresentada no sistema, a associação entre a etiqueta da paleta e do porta-paletes é desfeita e será indicada a localização final da paleta juntamente com o tipo de encomenda (encomenda para produção normal ou urgente), facilitando o trabalho de transporte de material e diminuindo os erros de levantamento e entrega do material.

Finalizando o *JOB*, o responsável pela empilhadora irá fazer uma última leitura da *tag* e alterar a sua informação para o novo produto. Ao ser efetuada essa alteração, a etapa da encomenda será atualizada sobre o novo estado.

No posto de controlo de qualidade, após a inspeção, o responsável pelo posto irá atualizar o sistema. Caso seja necessário efetuar alguma reparação ou produção extra, devido a alguma não conformidade, o *software* notificará o departamento de planeamento para que este consiga responder aos problemas encontrados.

Uma vez que o produto passe pelo processo de controlo de qualidade o responsável pela empilhadora, ao levantar o material será informado pelo sistema sobre a localização no armazém onde é necessário guardar a peça, que ao entrega-lo no porta-paletes do armazém, o *reader* associará as duas *tags*, atualizando o sistema sobre a sua nova localização.

A introdução desta metodologia também se aplica para as peças que são expedidas e subcontratadas através da seguinte sequência.

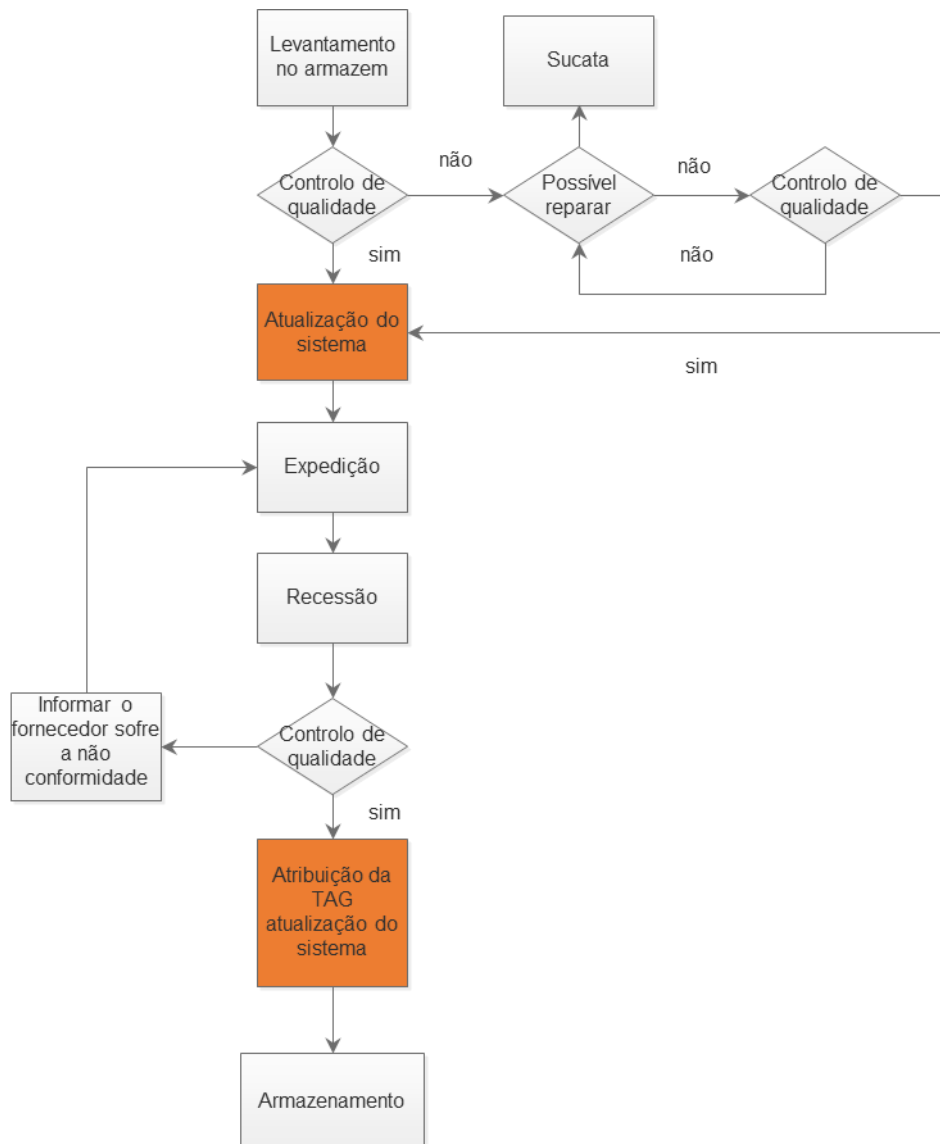


Figura 46 – nova sequência de operações para a subcontratação de processos e expedição de componentes

O levantamento é efetuado pela empilhadora e enviado para o posto de controlo de qualidade, onde serão efetuados os testes e caso exista alguma não conformidade, ocorrerá o procedimento anteriormente descrito. Caso o produto receba a aprovação do posto de controlo de qualidade o sistema é informado, a *tag* é removida da palete e o material irá aguardar expedição. Ao ser recebido o material irá ser examinado pelo departamento de qualidade, de forma a confirmar a qualidade dos produtos acordada com a empresa subcontratada. Quando é encontrado algum problema, a empresa será contactada para encontrar uma solução para as não conformidades resultantes do processo, uma vez recebida a aprovação do posto de controlo de qualidade o material irá receber novamente uma *tag* já com a sua nova referência e posteriormente será armazenado. O processo de expedição mantém-se idêntico até ao momento de expedição para o fornecedor.

Apesar da sequência de operações não diferirem das sequências atuais, estas alterações e a introdução das *tags* permitirão um maior controlo do processo de fabrico, controlo de *stock* mais eficiente, redução no tempo de resposta dos diferentes departamentos, as adversidades do processo de fabrico e a diminuição dos tempos perdidos da empresa.

3.2.3.5 Preparação da TRIDEC para as novas alterações

De forma a implementar a metodologia kanban e o sistema RFID, será necessário instruir a equipa para as novas ferramentas, equipamentos e ideologias, rever os valores do *stock* de segurança, para saber se ainda se aplicam para a metodologia kanban, analisar quais as matérias-primas que necessitam de estar em *stock*, tendo em conta o tempo de resposta dos fornecedores e de forma a minimizar o custo associado ao material em *stock*. Tendo em conta as alterações internas das sequências de trabalho anteriormente descritas, será necessário efetuar as seguintes formações:

- **Formação geral sobre o sistema RFID e metodologia kanban:**

Esta formação destina-se a todos os trabalhadores da empresa TRIDEC e tem como objetivo introduzir noções básicas sobre a metodologia e sobre os novos equipamentos que farão parte do dia a dia da zona fabril da TRIDEC.

- **Formação sobre as alterações na área fabril:**

Com a implementação desta metodologia, vão ocorrer pequenas alterações nas naves de soldadura, maquinagem e armazém. Tendo isso em análise é necessário informar e formar os trabalhadores sobre as novas alterações.

No caso dos operários fabris será necessário instruí-los sobre o significado das novas alterações no espaço fabril, o processo de picagem e o seu significado, o manual de controlo de qualidade para os postos e formação relacionado com essa nova ação.

Os elementos responsáveis pelo armazém, transporte interno na empresa e controlo de qualidade terão de ser informados sobre o funcionamento do novo sistema, equipamento e sobre a introdução, atualização de informação no programa juntamente com a adição, associação e reprogramação de etiquetas, sendo indispensável a aplicação desta formação.

- **Formação para os elementos dos departamentos sobre o novo *software*:**

Com a implementação do novo *software* é necessário informar os departamentos da TRIDEC sobre o seu funcionamento, desde a adição de informação, interação com o sistema, atualização e alteração de informação.

3.2.3.6 Auditar o kanban

Tendo por base a necessidade de controlo e melhoria da ferramenta é aconselhável efetuar entre duas a três auditorias por ano. Nestas auditorias devem ser analisadas as reclamações e dúvidas dos elementos da empresa em relação à metodologia e ferramenta, efetuada a manutenção do equipamento de forma a assegurar o bom funcionamento da ferramenta, analisar as dimensões do lote do kanban bem como os valores de *stock* de segurança de forma a reduzir os custos associados a este sem colocar em risco o bom funcionamento da fábrica, a verificação dos valores de *stock* da base de dados e existentes no armazém, bem como confirmar a ocorrência de desaparecimentos de equipamentos ou peças e averiguar a sua causa.

3.2.3.7 Equipamento a usar e orçamentação geral

A implementação desta melhoria necessita de equipamento de apoio fundamental para satisfazer os requisitos acima referidos, para além do desenvolvimento do *software*, é necessário a aquisição de equipamentos de suporte ao sistema RFID, nomeadamente as *tags*, as antenas e *readers*.

Nesta proposta serão usados dois tipos de *tags*, uma *tag* passiva de classe um, para ser aplicada no porta-paletes e servir como localizador no armazém e uma *tag* semi-passiva que tem como função identificar e acompanhar os materiais durante o processo de fabrico até à sua conclusão, sendo regraváveis após a sua conclusão. A empresa possui atualmente 63 porta paletes cada um com a capacidade para 12, como já referido é necessário no mínimo 756 *tags* de classe um, de forma usar a assegurar o todas as localizações existentes no armazém da TRIDEC.



Figura 47 - tag passiva de classe 1

O mesmo número de *tag* semi-passiva necessita de aquisição, considerando o pior cenário possível em que todas as localizações no armazém estão lotadas na sua totalidade.



Figura 48 - *tag* semi-passiva

Tendo em as características acima referidas, foram analisados preços do mercado e para a orçamentação foram retirados valores de um website de venda de equipamento RFID (atlasrfidstore, 2016), para a *tag* passiva de classe 1 foi escolhido uma *tag* com o preço de 4 euros por unidade, para a *tag* semi-passiva de um preço de 27 euros por unidade.

De forma a efetuar a comunicação entre o *software* e a *tag* é necessária uma antena e para ler a informação é necessário um *reader*. Como o processo de leitura de informação será efetuado pela empilhadora e pelos responsáveis do armazém e do departamento de controlo de qualidade, optou-se pela escolha de um *reader* móvel já com uma antena incorporada e o sistema *Windows* de forma a suportar a ligação ao *software* da empresa. A ligação ao *software* será feita através de uma antena *wi-fi*, apesar de o equipamento selecionado também permitir uma comunicação com o sistema através de uma entrada USB. O *reader* usado como exemplo apresenta um valor de 2173 euros, valores do carregador e leitor de código de barras incluídos.



Figura 49 - reader movel

Serão necessários quatro *readers* para satisfazer os requisitos de alteração, dois para serem incorporados nas duas empilhadoras, um para ser usado pelo responsável do armazém e o último para o posto do controlo de qualidade. Tendo em conta que existe a possibilidade de adquirir um *reader* e uma antena fixas para o posto de controlo de qualidade, essa opção não foi considerada pela principal razão de uniformizar o processo de manutenção destes equipamentos e em caso de avaria de algum destes equipamentos, os restantes possam ser adaptados para o posto de maior necessidade, não sendo necessário parar o posto associado para efetuar a reparação do equipamento.

Tabela 10 – Tabela de orçamentação dos produtos a adquirir

Produto	Quantidade	Preço/unidade	Preço total
<i>Tag passiva</i>	760	4,00 €	3 040,00 €
<i>Tag semi-passiva</i>	760	27,00 €	20 520,00 €
<i>reader</i>	4	2 173,00 €	8 692,00 €

O custo de aquisição dos componentes apresentados será de 32,252 euros, este valor pode diminuir consoante aquisição destes equipamentos em elevadas quantidades, como é o caso das *tags*. Após reunião com o departamento informático da TRIDEC, conclui-se que o desenvolvimento do *software* iria ser atribuído aos elementos deste departamento, não apresentando qualquer custo de desenvolvimento associado. O *datasheet* de cada um dos produtos acima referidos, encontra se no anexo 3.

Como já referido, foram efetuados vários cálculos para determinar o tempo necessário para o retorno do investimento, mas infelizmente não foi possível concluir devido ao contrato de confidencialidade que não permitia o fornecimento de certos dados para o calculo desse valor.

CONCLUSÕES

4 CONCLUSÕES

Ao longo da análise à empresa, foram encontrados vários aspetos que apresentam potencial de melhoria. O primeiro grande aspeto diz respeito ao atual *layout* da nave de soldadura e as suas dimensões. Já o segundo, centra-se no armazém fabril e na dificuldade que a empresa possui no rastreamento dos componentes ao longo do processo produtivo.

Tendo em conta cada um desses aspetos, formularam-se duas propostas de melhoria. A primeira tem como foco a expansão e alteração do *layout* da nave de soldadura, proporcionando uma maior mobilidade dentro do espaço fabril e facilitando o processo de abastecimento das matérias-primas de maior dimensão, ao mesmo tempo eliminando pontos de armazenamento intermédio.

Uma análise efetuada através da conjugação dos dados de produção de 2015 com o *layout*, atualmente em funcionamento, permitiu a recolha e cruzamento de dados que culminou num ponto de partida para o desenvolvimento de um novo *layout*. A principal alteração do novo *layout*, após várias iterações, centrou-se no reposicionamento do posto de decapagem, tendo como principal consequência vantajosa, a redução da distância anual percorrida para os produtos mais fabricados e consequente redução do tempo de transporte interno dos componentes.

Em relação á segunda proposta, tendo como ponto de partida a análise ao CSL e das encomendas do cliente (TRIDEC BV.), conclui-se que parte dos problemas existentes relacionados com o controlo de *stock* e rastreamento e controlo de produção, poderiam ser atenuados através da implementação da metodologia kanban, juntamente com a adoção da tecnologia RFID (para diminuir a possibilidade de erro humano implícito no processo). A associação entre a metodologia kanban e a tecnologia RFID, permitirá um melhor controlo dos níveis de *stock*, ao mesmo tempo que simplificará o rastreio das encomendas, resultando num melhor controlo do processo de fabrico e proporcionando uma resposta mais eficaz aos pedidos de produção.

Cada uma destas propostas será validada pelo valor que acrescentará á empresa, proporcionando um maior controlo e agilidade. Caso ambas as propostas sejam implementadas, será aconselhável priorizar a implementação da segunda proposta que, para além do processo de implementação não necessitar da paragem do processo de fabrico, apresenta um valor do investimento inicial inferior á primeira.

Esta experiência (estagio na TRIDEC e desenvolvimento da dissertação), contribuiu para o crescimento e desenvolvimento, tanto a nível pessoal como profissional, como engenheiro, onde foi revelado uma realidade de mercado de trabalho como também apresentou vários desafios desta área de trabalho.

**BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES
DE INFORMAÇÃO**

5 Bibliografia

- atlasrfidstore*. (20 de 9 de 2016). Obtido de atlasrfidstore: www.atlasrfidstore.com
- Barros, A. M. (2010). *prototipagem de um sistema de gestão de armazém com recurso à identificação por radiofrequência*.
- Cimorelli, S. (2005). *Kanban for the Supply Chain*. CRC Press.
- gta.ufrj*. (6 de 2016). Obtido de http://www.gta.ufrj.br/grad/07_1/rfid/RFID_arquivos/breve%20historia.htm
- gta.ufrj*. (6 de 6 de 2016). Obtido de http://www.gta.ufrj.br/grad/09_1/versao-final/rfid/historico.html#intro
- Japan Management Association. (1986). *Kanban Just-in Time at Toyota: Management Begins at the Workplace*.
- L-mobile*. (03 de 08 de 2016). Obtido de <https://trace.l-mobile.com/en/infocenter/speedier-processes-thanks-to-rfid-kanban/>
- M.Gross & McInnis, J. M. (2003). *Kanbna Made Simple*. AMACOM.
- Myerson, J. M. (2006). *RFID Systems: Research Trends and Challenges*. Auerbach Publications.
- Park, H.-S., & Dang, X.-P. (2011). *Design and Simulation-Based Optimization of Cooling Channels for Plastic Injection Mold*.
- RFID for you*. (9 de 6 de 2016). Obtido de <http://rfid4u.com/rfid-basics-resources/how-to-select-a-correct-tag-frequency/>
- RFID insider*. (10 de 6 de 2016). Obtido de <http://blog.atlasrfidstore.com/active-rfid-vs-passive-rfid>
- Silva, S. L. (2009). *Sistemática para o Projeto do Sistema de Refrigeração de Moldes para Injeção de Polímeros*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina.
- Sky RFID*. (9 de 7 de 2016). Obtido de http://skyrfid.com/RFID_Tag_Inlays.php
- the global language of business. (2016). *Regulatory status for using RFID in the EPC Gen2 band (860 to 960 MHz) of the UHF spectrum*.
- Violino, B. (2005). A Summary of RFID Standards.

ANEXOS

6.1 ANEXO 1 - Diagrama de processo da TRIDEC

6.2 ANEXO 2 - Diagrama ABC para os produtos produzidos

6.3 ANEXO2-Datasheet dos produtos usados

6.3.1 Tag passiva

6.3.2 Tag semi-passiva

6.3.3 Reader

6.4 Anexo 4 – Job da TRIDEC

6.2 ANEXO 2 - Diagrama ABC para os produtos produzidos

Descrição	Distância atual para uma encomenda(m)	Nova distância para uma encomenda(m)	Distância percorrida ao fim de um ano (m)	Nova distância percorrida ao fim de um ano (m)
Axle mounting frame 1200-100 sandblasted	109	152	27150	38000
Sub frame 1200-140 blasted W	90	46	22515	11546
Fifth wheel house 15T Lin. 980	31	12	12782	4932
Axle mounting frame 980-140 sandblasted	131	134	38034	38994
Frame 1300-140 sandblasted	90	46	18299	9384
Angle section 980 M	16	18	4032	4536
Turntable plate 9 W	34	18	5134	2718
TD frame beam bolted	144	175	31392	38150
Turntable plate R=165 9 W	89	139	23229	36279
Sub frame 980-100 Blasted W	131	134	21304	21842
Steering accelerator L=760 W680 double A	35	36	10350	10800
Fifth wheel housing 15Ton	18	12	3042	2028
Fifth wheel house 15T Prog 980 M	194	137	18402	13015
Ring ø34 electrolytic galvanized	16	18	3260	3668
Suspension strut HF-O 1st steered axle left ABS W	16	0	1535	0

Suspension strut HF-O 1st steered axle right ABS W	16	0	1550	0
Suspension strut HF-O 2nd steered axle left ABS W	16	0	1659	0
Suspension strut HF-O 2nd steered axle right ABS W	16	0	1659	0
Mounting assy 1st steered axle HF-O	123	79	8024	5142
Sub frame 1300-100 blasted W	90	46	6100	3128
Steering accelerator l=760 W single A	35	36	5624	5868
Quartriangle 470 HF-O	109	52	14854	7119
Fifth wheel house 18T Lin. 980	135	97	12509	9021
Steering accelerator L830 W870 double A	35	36	4554	4752
Triangle right HF-O	46	52	31418	35516
Triangle left HF-O	46	52	31418	35516
Dust cover complete	0	0	0	0
Fifth wheel house 18T Prog 980 M	93	52	4464	2496
Turntable plate R175 R195 9 M	11	43	1056	4128
Triangle HD-O welding assembly	109	52	18445	8840
Crossmember TR 1200/170	109	18	2930	486
Steering accelerator L1680 W1160 double A	35	36	2381	2484
Steering accelerator L=900 W750 double A	35	36	2622	2736

Fifth wheel house 18T Lin 1200 M	172	145	7546	6358
Top plate W	118	77	2360	1540
Steering arm assy. HF-O	84	52	27889	17368
Turntable plate R215 R235 9 M	35	36	11558	12060
Crossmember 1200/170	102	53	2030	1060
Top box HF-O 2axle right W	62	23	7011	2622
Top box HF-O 2axle left W	62	23	7011	2622
Upper beam HS/TR steering joints at 720	118	77	11328	7392
Air bellow support HF-O right W	103	77	68880	51744
Turntable plate Prog R=180 W	158	174	37485	41412
Air bellow support HF-O left W	103	77	67958	51051
Turntable plate	79	37	225609	106338
Cross beam cylinder unit HF-O	110	70	37922	24220
Crossmember 960/170	144	103	3731	2665
Support Plate TR	109	52	2713	1300
Crossmember 960/170	144	103	2296	1640
Brake rod HF-O	93	52	126759	70876
Axl unit HF special	274	228	23838	19836
Fifth Wheel Section 24T Prog 1050 Machined	206	157	5771	4382
Lever support welding assy	118	77	40592	26488
Slide Beam KTL	104	80	90459	69920
Cross beam 2-axle HF-O front	93	52	33294	18616
Axle mounting frame 1100-100 blasted W	74	48	889	576
Lever TD-X KTL	118	77	14160	9240

Bottom box HF-O 2axle right W	46	23	5244	2622
Bottom box HF-O 2axle left W	46	23	5244	2622
Steering beam HS/TR universal	225	126	4946	2772
Axle mounting frame TD-X 1200-100 Galv 3rd Axle	16	12	156	120
Axle mounting frame TD-X 1200-100 GALV 1st axle	16	12	811	624
Turntable plate R=190 Prog W	176	90	2284	1170
Turntable plate R=185 9 W	103	90	2678	2340
Rear plate W	103	77	43050	32340
Steering joint plate	16	18	76192	85716
Turning plate Pull rods	118	77	2360	1540
Rear plate W	134	101	55887	42218
Crossmember 1200/170	84	41	1086	533
Cylinder support HF-E complete welding assy	118	77	2478	1617
Crossmember TD 980-170-120	84	41	1169	574
Collar cylinderpin	16	18	51024	57402
Crossmember 1200/170	112	69	1338	828
Brake rod LV-O L= 517 A	93	52	125085	69940
Steering rod L = 655	16	18	480	540
Axle mounting frame long SA 1100-100 KTL	113	96	676	576
Steering lever HS CB W	93	52	15996	8944
Crossmember 980/170	144	103	2009	1435
Steering rod L = 585	16	18	12112	13626
Triangle HD-O weld. assembly	109	70	1411	910

Sliding beam L=1180 W	134	101	20322	15352
Support Plate TR	109	70	3147	2030
Steering joint plate	16	18	24976	28098
Turntable plate R=272 Prog. W	162	165	1296	1316
Steering accelerator L=760 W750 double A	35	36	932	972
Angle section 965 TDC2 M	16	18	8000	9000
Turntable plate R=130 1.9 W	103	90	1442	1260
Steering lever HS CB W	103	77	18860	14168
Steering lever HS CB W	92	54	14168	8316
Suspension leg HF-O	103	90	86623	75690
Turntable plate R=140 17° W	35	36	1622	1692
Steering accelerator L=830 W920 double A	160	132	2882	2367
Crossmember 980/140	101	55	603	330
Molecular support W	46	23	28658	14329
Turntable plate Prog R=296 A	35	36	104	108
Bearingsupport TD-X KTL	144	99	13642	9405
Quartriangle 470 HF-O	109	52	147669	70772
Steering lever HS CB W	103	77	18860	14168
Angle section 960 TDC2 M	16	18	17440	19620
Angle section 965 TDC2 M	16	18	17440	19620
Molecular support W	46	23	29210	14605
Turntable plate Prog R=296 A	35	36	104	108

6.3 ANEXO2-Datasheet dos produtos usados

6.3.1 *Tag* passiva

6.3.2 *Tag* semi-passiva

6.3.3 *Reader*

6.4 Anexo 4 – Job da TRIDEC