



isec
Engenharia

MESTRADO EM ENGENHARIA E
GESTÃO INDUSTRIAL

**ANÁLISE E MELHORIA DE PROCESSOS
PRODUTIVOS – O CASO TRIDEC**

Autor

Ricardo Pereira Louro

Orientadores

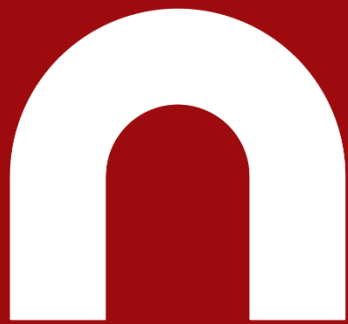
José Manuel Torres Farinha

Hugo David Nogueira Raposo

INSTITUTO POLITÉCNICO DE
COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR
DE ENGENHARIA
DE COIMBRA

Coimbra, maio 2022



isec

Engenharia

MESTRADO EM ENGENHARIA E
GESTÃO INDUSTRIAL

ANÁLISE E MELHORIA DE PROCESSOS PRODUTIVOS – O CASO TRIDEC

Autor

Ricardo Pereira Louro

Orientadores

José Manuel Torres Farinha

Hugo David Nogueira Raposo

Coimbra, maio 2022

Agradecimentos

À minha família, que sempre foi um forte apoio na minha vida.

À minha namorada, por toda a força e ajuda que me deu ao longo deste período.

À Tridec – Sistemas Direcionais para Semi-Reboques, Lda, pela excelente oportunidade que me providenciou e a todos os colaboradores que me fizeram sentir desde o primeiro dia como parte da família.

Aos orientadores, Professor José Manuel Torres Farinha e Professor Hugo David Nogueira Raposo por todo o apoio prestado e a disponibilidade para todas as minhas dúvidas.

Resumo

Hoje em dia, com o atual mercado global, é de extrema importância garantir que as organizações tenham na sua posse o maior nível de conhecimento de processos internos de modo a garantirem um elevado nível de competitividade em relação aos seus concorrentes no mercado.

Neste sentido, a realização deste projeto no âmbito do estágio curricular realizado na empresa Tridec teve como objetivo identificar problemas ligados aos tempos de produção existentes, que conduziam a que o planeamento não estivesse de acordo com a produção. Após a identificação de situações incorretas, procedeu-se à sua análise e proposta de soluções. Foi ainda levada a efeito outra função desenvolvida ao longo do estágio, relacionada com a gestão e organização do envio de material para expedição.

As propostas de melhoria apresentadas neste relatório permitiram à empresa uma melhoria muito significativa a nível do planeamento, visto que os tempos das operações e o seu número passaram a ter maior rigor, levando a uma diminuição do tempo de *backlog*, indicador importante para a gestão da fábrica.

Palavras-Chave: Job, tempo de produção, operação de fabrico, célula de produção.

Abstract

Nowadays, with the current global market, it is extremely important to ensure that organizations have in their possession the highest level of knowledge of internal processes in order to guarantee a high level of competitiveness in relation to their competitors in the market.

In this sense, this curricular internship project carried out at Tridex aimed to identify problems related to the existing production times that led to the planning not being in accordance with the production. After identifying incorrect situations, they were analysed, and solutions transmitted. Another function that was developed during the internship was related to the management and organization of sending material for dispatch.

The proposals for improvements presented in this report allowed the company to make a very significant improvement in terms of planning, as the times of operations and their number will be more correct, leading to a reduction in the backlog, an important indicator for the management of the factory.

Keywords: Job, production time, manufacturing operation, production cell.

ÍNDICE

Índice de Figuras.....	xi
Índice de Tabelas.....	xiii
Simbologia e Abreviaturas.....	xv
1. Introdução.....	1
1.1.Enquadramento do Trabalho e Objetivo.....	1
1.2.Metodologia de Investigação.....	1
1.3.Estrutura do Relatório.....	3
2. Apresentação da Empresa.....	5
2.1 Produtos.....	6
2.2. Processo Produtivo, Processo de Negócio e Sistema de Informação.....	13
3. Enquadramento Teórico.....	17
3.1. Gestão de Ativos.....	18
3.2. As Redes de Petri.....	19
3.3. Utilidade das Redes de Petri na Indústria.....	21
3.4. Lean Manufacturing.....	21
3.4.1 Princípios do Lean.....	22
3.5. Metodologia dos 5S`s.....	23
3.6. <i>Single Minute Exchange of Die</i> (SMED).....	24
3.7. Estudo dos Métodos e Tempos.....	25
3.7.1. Objetivo, Identificação do Problema e Observação e Registo dos Factos.....	26
3.7.2. Estudo dos Tempos.....	26
3.7.3. Medição dos Tempos por Cronometragem.....	27
4. Caso de Estudo.....	29
4.1. Análise ao Projeto.....	29
4.2. Proposta de Melhoria.....	29
4.3. Outra Atividade Desenvolvida.....	35
5. Conclusões.....	37
6. Referências Bibliográficas.....	39
7. Anexos.....	43

Índice de Figuras

Figura 1 - Fases Da Metodologia AR.....	2
Figura 2 - Unidade Fabril Da Tridec Em Murtede.	5
Figura 3 - Exemplos De Produtos Comercializados Pela Tridec.....	6
Figura 4 - Sistema Tridec TD	7
Figura 5 - Sistema Tridec TD-X	8
Figura 6 - Sistema Tridec TR e TR-X.....	8
Figura 7 - Sistema Tridec TF	9
Figura 8 - Sistema Tridec HF	10
Figura 9 - Sistema Tridec HF-E	10
Figura 10 - Sistema Tridec LV-O.....	11
Figura 11 - Sistema Tridec TF-VO	12
Figura 12 - Sistema Tridec TP-O	13
Figura 13 - Sistema Tridec MD-O e HD-O.	13
Figura 14 - Representação Gráfica De Uma Rede De Petri	20
Figura 15 – Menu Labor Detail Resource Group	30
Figura 16 - Menu Labor Detail Resource Group	30
Figura 17 - Menu Labor Detail Resource Group	31
Figura 18 - Menu Labor Detail Resource Group	32
Figura 19 – Folha Excel Com Dados Retirados E Tratados Do Labor Detail Resource Group.....	33
Figura 20 – Menu Who Is Here Doing What	34
Figura 21 - Folha Excel Com Dados Depois Da Cronometragem Das Operações	34
Figura 22 – Exemplo De Lista De Material A Enviar Para Tratamento Ktl	36

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Fases da metodologia AR.....	2
---	---

Simbologia e Abreviaturas

BOM – Bill of Materials (Estrutura de Produtos)

CAD – Computer-aided Design (Desenho Assistido por Computador)

CAM – Computer-aided Manufacturing (Produção Auxiliada por Computador)

ERP – Enterprise Resource Planning (Sistema Integrado de Gestão Empresarial)

JOB – Ordem de Trabalho

SAM – Ordem de Trabalho

SMED – Single Minute Exchange of Die

TPS – Toyota Production System

1. Introdução

No âmbito da unidade curricular Dissertação/Projeto/Estágio, do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra (ISEC), apresento o meu relatório de estágio de mestrado, que decorreu no período de março de 2021 a julho de 2021, na empresa Tridec.

Neste capítulo, irá ser feito o enquadramento, a metodologia de investigação bem como a estrutura do relatório. Este estágio visou a elaboração de uma análise ao processo produtivo, procurando encontrar falhas e assim efetuar melhorias para o futuro.

1.1. Enquadramento do Trabalho e Objetivo

Job shop, produção de pequenos lotes de uma grande variedade de produtos com diferentes sequências de operações (Chase, Jacobs & Aquilano, 2006), é o sistema produtivo utilizado pela Tridec. No início do projeto, o problema que foi apresentado consistia no desfasamento no tempo entre datas planeadas e de conclusão dos trabalhos. Para tal poderiam existir inúmeros fatores que contribuíam para esse desfasamento, tais como:

- Falta de material em stock;
- Falta de conformidade dos equipamentos produtivos;
- Falta pontual de mão de obra;
- Falta de capacidade de produção;
- Tempos de produção não conformes com o necessário na realidade.

Tendo abordado estes pontos acima referidos, o principal objetivo do estágio foi o de garantir que o desfasamento iria ser atenuado garantindo uma atualização melhorada dos tempos de produção.

1.2. Metodologia de Investigação

A metodologia de investigação que foi utilizada no decorrer do projeto é conhecida como Action-Research (AR). A escolha desta metodologia prende-se com a sua finalidade, pois é especialmente adequada para indivíduos que encontram problemas dentro de uma organização, e o foco do seu estudo prende-se em tentar resolvê-lo (Bryman & Bell, 2007).

A sua característica principal é proporcionar o desenvolvimento de uma colaboração entre o investigador e os elementos da organização, no sentido de diagnosticar e resolver um problema de especial relevância (Bryman & Bell, 2007; Eden & Huxham, 1996). A AR é uma metodologia qualitativa multifacetada, existindo um debate considerável sobre a sua natureza (Bryman & Bell, 2007).

A metodologia AR é composta por cinco fases, que se encontram ilustradas na Figura 1 (Susman & Evered, 1978). Na Tabela 1 estão identificadas as fases da metodologia e a sua descrição.

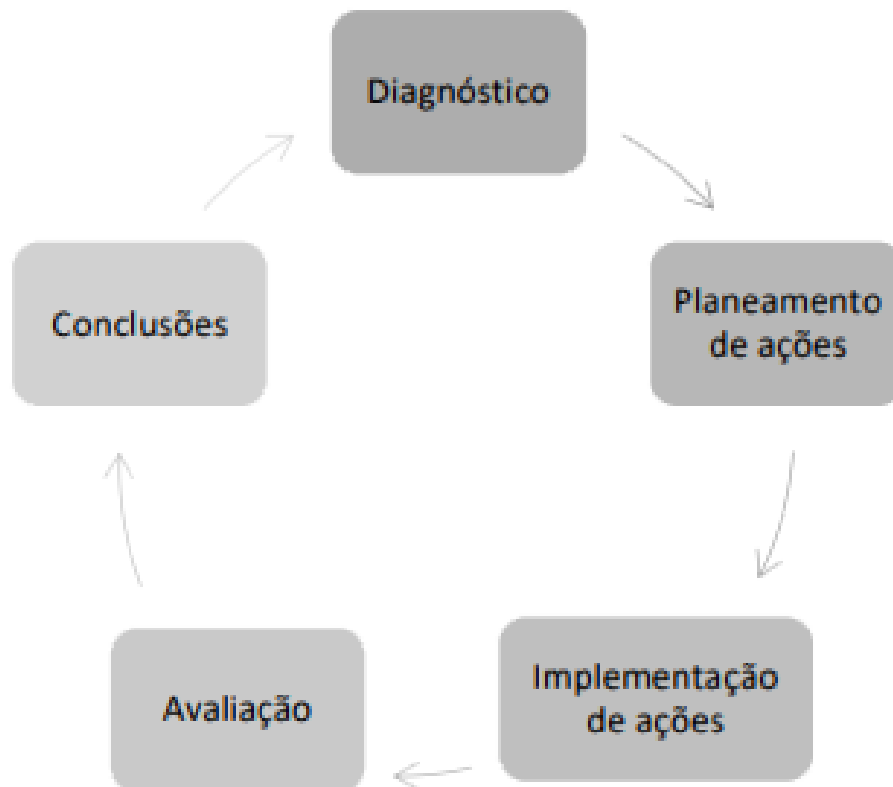


Figura 1 - Fases da metodologia AR. (Susman & Evered, 1978).

Tabela 1 - Fases da metodologia AR

Etapa	Explicação
Diagnóstico	Identificação do problema
Planeamento de ações	Estudar soluções para o problema
Implementação de ações	Implementar as soluções encontradas
Avaliação	Avaliar o resultado das soluções
Conclusões	Analisar o sucesso das ações

1.3. Estrutura do Relatório

O presente relatório encontra-se dividido em cinco capítulos distintos.

No capítulo 1, é feita uma introdução, abordado o enquadramento do trabalho realizado, assim como, os objetivos traçados para o mesmo. Neste capítulo, é ainda analisada a metodologia de investigação a utilizar.

No capítulo 2, é realizada a apresentação da empresa na qual o trabalho foi desenvolvido, abordando a organização fabril bem como o seu processo de produção, de negócio e sistema de informação.

O capítulo 3, apresenta-se o estado de arte, onde são abordados conceitos teóricos essenciais que sustentam as ações de melhoria propostas na empresa ao longo do estágio.

No capítulo 4, é realizada uma análise aos processos produtivos da empresa identificando possíveis melhorias do mesmo. Também aqui, são apresentadas as propostas de melhoria e os resultados obtidos.

Por fim, no capítulo 5, é realizada uma análise do trabalho desenvolvido, são apresentadas as considerações finais e propostas de trabalho futuro.

Após todos os capítulos são apresentadas as referências bibliográficas, bem como, os anexos.

2. Apresentação da Empresa

A Tridec Portugal é uma empresa jovem e dinâmica. Fundada em 2001, por Antonius Jacobus van Genugten, acionista maioritário e fundador da Tridec Holanda. A Tridec Portugal é uma sociedade por quotas, sendo a empresa detida pela Tridec Holanda Transport Industry Development Centre, B.V. e pela Tridec Holding B.V.

A empresa mãe, Tridec Holanda "Transport Industry Development Centre, B.V.", foi fundada em 1990 com o objetivo de desenvolver e fabricar sistemas direcionais e suspensões, inovadoras para a indústria de transportes (camiões de transporte de mercadorias). A partir de 1993 a empresa passa a estar ativamente presente nas mais importantes feiras europeias de transportes. Com um acelerado crescimento foi decidido que a Tridec tinha de se expandir para além-fronteiras, dando origem ao nascimento da Tridec - Sistemas Direcionais para Semi-Reboques, Lda. Com a criação em 2001 da unidade fabril em Portugal (Tridec, Lda.) (Figura 2) foi possível trazer para o interior da empresa toda a tecnologia associada à produção. A missão da Tridec Portugal é produzir sistemas direcionais e suspensões especiais que aumentem o grau de manobrabilidade dos camiões, tendo como objetivo o aumento da eficiência da frota de transportes dos seus clientes.



Figura 2 - Unidade fabril da Tridec em Murte. (cantanedego.pt)

A partir de 2008, como resultado do crescimento sustentável que se verificou, a empresa faz parte do grupo Jost-World, líder mundial na fabricação de sistemas, módulos e componentes para veículos comerciais. Como único desenvolvedor e produtor independentemente de sistemas de direção de reboque fabricados, a Tridec tem vindo a fortalecer a sua presença no mercado mundial nos últimos anos. Abrindo a sua atividade em 1952, o grupo Jost atingiu uma posição de líder de mercado na produção de componentes para camiões e reboques. O seu sucesso baseia-se na flexibilidade de produto, vasto conhecimento técnico, grande ação empresarial e boa relação com os seus colaboradores.

Na Tridec são produzidos alguns dos principais modelos e muitas das peças e subconjuntos que vão incorporar os sistemas concebidos pela Tridec BV., sendo a sua produção praticamente exclusiva para a mesma.

2.1 Produtos

A Tridec produz sistemas direcionais, tanto mecânicos como hidráulicos e também suspensões de eixos para camiões. A Tridec tem a capacidade de fabricar os seus produtos consoante as necessidades específicas de cada cliente, tornando assim os produtos totalmente customizáveis. É possível observar na seguinte figura 3 alguns exemplos de produtos finais produzidos pela Tridec.



Figura 3 - Exemplos de produtos comercializados pela Tridec (Fonte: <https://www.tridec.com/en/system-applications-product-information.html#tpm1>)

Sistemas de direção mecânica

Os sistemas de direção mecânica da Tridec são caracterizados por uma ligação mecânica entre a placa de engate da quinta roda (*fifth wheel*) e o eixo por meio de hastes de direção.

Este tipo de sistema melhora a manobrabilidade do veículo, economizando tempo, combustível e também reduz o desgaste dos pneus. Anteriormente destinos inacessíveis agora são alcançáveis com cargas maiores. Tudo isso combinado leva a uma economia de 30% de combustível e mais conforto para o motorista.

A manutenção é mantida ao mínimo, envolvendo apenas lubrificação periódica das mesas giratórias e inspeções visuais. A maioria das juntas são equipadas com o sistema patenteado “selado para a vida” (“*sealed for life*”), que corresponde a construções de rolamentos e juntas esféricas sem manutenção.

Principais vantagens:

- Redução de custos;
- Tecnologia sólida e simples;
- Independente da marca do caminhão;
- Baixa manutenção;
- Fácil de instalar;
- Ampla aplicação.

Sistema TD

O sistema TD é projetado para dirigir um ou dois eixos em reboques usados para a distribuição. O *design* económico, de simples montagem, ampla aplicabilidade e manutenção mínima, torna o TD no sistema de direção mais vendido (figura 4).



Figura 4 - Sistema Tridex TD. (Fonte: Folheto informativo TRIDEX, 2021)

Sistema TD-X

O sistema TD-X dirige o primeiro e o último eixo de um reboque de três eixos, sendo o primeiro contra dirigido. Permite aumentar a distância entre eixos, evitando sobrecarregar os eixos do caminhão. O sistema é usado principalmente no transporte para a distribuição e também para caminhões-cisterna (figura 5).



Figura 5 - Sistema Tridec TD-X. (Fonte: Folheto informativo TRIDEC, 2021)

Sistema TR e TR-X

O sistema de direção TR e TR-X é usado principalmente no transporte de distribuição pesada, tal como o transporte de materiais de construção ou transporte de camiões-cisterna. Este sistema dirige um, dois ou três eixos. O sistema é instalado em reboques planos, reboques com pescoço de gancho e reboques curtos de três eixos com contra direção no primeiro eixo (figura 6).



Figura 6 - Sistema Tridec TR e TR-X. (Fonte: Folheto informativo TRIDEC, 2021)

Sistema TF

O sistema de direção TF para reboques com direção de pino mestre é instalado principalmente quando o espaço é limitado para grande movimento das rodas dos sistemas de direção da mesa giratória, tais como misturadores de cimento e de

designs especiais. O sistema está disponível para mesa de reboques e reboques com pescoço de ganso, podendo dirigir múltiplos eixos (figura 7).



Figura 7 - Sistema Tridec TF. (Fonte: Folheto informativo TRIDEC, 2021)

Sistemas de direção hidráulica

Os sistemas de direção hidráulica da Tridec são caracterizados por uma ligação hidráulica entre a placa de engate da quinta roda e os eixos por meio de cilindros hidráulicos.

Os sistemas de direção hidráulica da Tridec são instalados principalmente em veículos de grande comprimento ou largura. Devido às dimensões significativas destes veículos, muitas vezes é necessário instalar um sistema de direção para satisfazer os requisitos legais. A direção hidráulica é excepcionalmente adequada para reboques extensíveis.

A manutenção é mantida ao mínimo, envolvendo lubrificação periódica de mesas giratórias e inspeções visuais. A maioria das articulações são equipadas com o rolamento patenteado “selado para a vida”, construções e juntas esféricas sem manutenção.

Principais vantagens:

- Baixa manutenção;
- Fácil de instalar;
- Adequado para reboques extensíveis.

Sistema HF

O sistema HF é um sistema de direção hidráulica para a direção de um único eixo, podendo funcionar em combinação com um ou dois eixos rígidos. É ideal para reboques com espaço limitado para girar as rodas. O sistema HF é frequentemente usado para a distribuição de combustível (figura 8).



Figura 8 - Sistema Tridec HF. (Fonte: Folheto informativo TRIDEC, 2021)

Sistema HF-E

O sistema HF-E é projetado para controlar a direção de múltiplos eixos. É especialmente adequado para carregadores baixos usados para cargas pesadas de comprimento excepcional e pode direcionar até sete eixos. O sistema HF-E também é adequado para reboques extensíveis (figura 9).



Figura 9 - Sistema Tridec HF-E. (Fonte: Folheto informativo TRIDEC, 2021)

Suspensões de eixo

As suspensões de eixo da Tridec aumentam a capacidade dos reboques em volume e carga. A Tridec oferece diferentes tipos de suspensões do eixo, pneumáticas e hidráulicas.

As suspensões de eixo especiais são usadas numa ampla gama, tais como, reboques de alto volume a reboques extremamente pesados. Todas as suspensões do eixo Tridec são fáceis de instalar, de baixa manutenção e contribuem para um sistema muito estável em andamento.

A manutenção é reduzida ao mínimo, graças ao uso de “selado para a vida” e às construções de rolamento em borracha.

Principais vantagens:

- Aumenta a carga útil ou volume;
- Mais seguro devido a uma maior estabilidade;
- Melhor distribuição de carga em superfície na estrada;
- Duradouro;
- Baixa manutenção;
- Fácil de instalar.

Sistema LV-O

As suspensões de ar independentes de LV-O são utilizadas em veículos de dois andares, para o transporte de vidro, cimento, para o transporte de carros e barcos, bem como para transporte de animais. Instalando uma roda independente na suspensão, o espaço ao redor das rodas é colocado para um bom uso, levando a uma capacidade de carga 60% maior em combinação com um segundo piso de carga (figura 10).



Figura 10 - Sistema Tridec LV-O. (Fonte: Folheto informativo TRIDEC, 2021)

Sistema TF-VO

Suspensão pneumática independente direcional Tridec TF-VO combina uma suspensão a ar avançada com um robusto sistema de direção mecânica. Um reboque equipado com um o sistema TF-VO oferece uma maior manobrabilidade do reboque dirigido com a possibilidade de ter mais espaço de carga, adicionando um segundo piso de carga. O sistema TF-VO encontrou o seu sucesso no transporte de distribuição. Muitas transportadoras estão a desfrutar dos benefícios financeiros ganhos por ter maior espaço de carga útil (figura 11).



Figura 11 - Sistema Tridec TF-VO. (Fonte: Folheto informativo TRIDEC, 2021)

Sistema TP-O

O sistema TP-O é desenvolvido para transporte extremo, como o transporte de seções de pontes, equipamentos pesados ou veículos militares. Esta suspensão de eixo giratório hidráulico garante excelente compensação graças ao seu grande curso. É excepcionalmente bem adequado para as altas procuras colocado em transporte extremo, graças à sua altíssima capacidade e sistema de rolamentos de baixa manutenção. O sistema TP-O é compatível com o sistema de direção Tridec HF-E, permitindo um ângulo de direção de 70 ° (figura 12).



Figura 12 - Sistema Tridec TP-O. (Fonte: Folheto informativo TRIDEC, 2021)

Sistema MDO e HD-O

Os sistemas MD-O e o HD-O são adequados para condições desafiadoras, tais como terreno de difícil acesso e cargas pesadas. Este conjunto é frequentemente usado na agricultura e silvicultura ou para terraplenagem (figura 13).



Figura 13 - Sistema Tridec MD-O e HD-O. (Fonte: Folheto informativo TRIDEC, 2021)

2.2. Processo Produtivo, Processo de Negócio e Sistema de Informação

A Tridec tem como objetivo produzir componentes para sistemas direcionais de caminhões que serão posteriormente montados e expedidos a partir da Tridec Holanda. Este processo faz com que o planejamento seja de elevada complexidade devido ao elevado número de referências (milhares) e à elevada variação de sequências de processo. Devido ao grande número de *jobs* em fabrico e ao elevado

número de ordens de encomenda a serem satisfeitas semanalmente, a unidade produtiva está dividida em seis secções:

- corte e preparação;
- soldadura;
- maquinação;
- qualidade;
- montagem;
- armazém.

De início, o processo começa na Tridec Holanda, onde é registada a encomenda do cliente, realizadas as verificações das quantidades necessárias para a produção, criação ou verificação dos desenhos e da data de entrega pretendida. É criada uma ordem de compra no sistema *Epicor* (*Enterprise Resource Planning*), pelo departamento de planeamento da produção, no qual serão discutidas as datas de entrega, entre outros assuntos relacionados com a encomenda.

Seguidamente é realizada a verificação se o produto pretendido já se encontra em BOM (*Bill of Materials*), que é a sequência de operações, desde o início até ao produto final de produção e os materiais necessários ao seu fabrico. O BOM está dividido pelas várias secções da fábrica por onde o processo de produção do produto passará e em que cada secção terá um *job*. O *job* contém as operações necessárias, os materiais, tempos de operação, desenho CAD/CAM e plano de autocontrolo de qualidade, se necessário.

Quando o *job* é criado, este é impresso, dividido por secções e é entregue a cada um dos seis setores de produção de forma a agilizar e a calendarizar a produção por cada secção. De referir que cada secção é composta pelo “*team leader*”, que é responsável por ela e pelos seus colaboradores. Grande parte das peças começa na secção de corte e preparação ou então vem de uma ordem de compra. De seguida são levadas para a secção (soldadura ou maquinação) que as vão utilizar, sendo que grande parte vai para a soldadura que pode ser manual ou feita por *robot*. A secção da maquinação está fortemente dependente da soldadura, sendo que o seu planeamento pode ser alterado inesperadamente se existirem atrasos na secção anterior. No fim, com o processo de produção completo segue para a área de controlo de qualidade ou para o setor de montagem ou proteção, onde pode ser realizada a montagem final ou apenas a preparação e proteção das peças, antes de estas seguirem para tratamento superficial, tratamento este que consiste em galvanização ou tratamento por pintura KTL. Esta pintura é aplicada em peças metálicas e garante ao material considerável resistência contra elementos corrosivos. Por fim, todas as peças passam por um controlo de qualidade final. De seguida, as peças podem ir para armazenamento ou expedição e também, em caso de não conformidade, podem ser retrabalhadas ou encaminhadas para a sucata.

A Tridec, tanto em Portugal como na Holanda, utiliza o *Epicor* como ERP de forma que a informação esteja disponível nas duas unidades, sem existir disrupção da

mesma. O *Epicor Software Corporation* é uma empresa de *software* comercial americana, fundada em 1972. Os seus produtos são focados nos setores de produção, distribuição e serviços.

Este ERP não se encontra em distribuição em Portugal, o que leva a que não contemple o português como idioma, estando em inglês. Esta situação leva a situações pouco favoráveis, visto ser uma barreira ao bom funcionamento do sistema no chão de fábrica, onde muitos funcionários não sabem trabalhar com ele.

3. Enquadramento Teórico

A gestão de ativos físicos das empresas abrange diversas atividades que vão desde a sua aquisição até ao final do ciclo de vida. Esta gestão é determinante no ponto de vista da produção e da maximização da rentabilidade da empresa no sentido de melhorar e otimizar recursos e processos de fabrico. Com o objetivo de otimizar os ativos, esta gestão implica a avaliação do desempenho associado a cada ativo físico, aos riscos, bem como aos custos associados ao seu ciclo de vida.

O correto funcionamento dos equipamentos de uma empresa é decisivo para que esta possa atingir os objetivos definidos face às restrições financeiras e à garantia da necessária competitividade. O orçamento dedicado aos ativos de uma empresa, por forma a minimizar o risco, não é, habitualmente, uma prática viável em virtude das restrições financeiras a que as empresas estão sujeitas. A introdução de metodologias de avaliação de risco permite às empresas não só adiar a substituição ou a introdução de novos ativos, como melhorar o retorno financeiro associado a cada um.

No setor industrial é determinante que os gestores tenham uma visão alargada do efeito que determinadas alterações provocam de forma a viabilizar a sustentabilidade da empresa. Se é realizada uma alteração, numa dada localização, o seu impacto poderá ser previsível, no entanto, sem uma ferramenta de simulação poderá ser impossível determinar o efeito dessa alteração no desempenho global do sistema (Law & Kelton, 2000).

Um sistema é definido por um conjunto de entidades, geralmente de pessoas e máquinas, que atuam e interagem com o pressuposto de realizar múltiplas operações. A simulação de eventos discretos é uma ferramenta que ajuda a compreender, a analisar e a gerir processos produtivos complexos, bem como a analisar medidas de desempenho. O desenvolvimento deste tipo de ferramentas é importante para ambientes de produção, uma vez que auxilia o gestor no processo de tomadas de decisão complexas quando se torna necessário avaliar a aquisição e instalação de novos equipamentos e a atualização e modernização dos ativos físicos existentes.

Os sistemas referentes aos processos de produção são, na sua maioria, modelados e interpretados como eventos/acontecimentos dinâmicos e discretos. Um requisito importante e significativo na gestão de ativos é a determinação das prioridades e da estratégia a adotar, tarefas que cabem ao gestor industrial. O gestor tem de estabelecer os objetivos e o planeamento estratégicos na ótica da otimização de processos e minimização de custos. Relativamente às estratégias e ao plano, o gestor deve ter a noção das diferenças entre as estratégias que o planeamento estratégico deve conter e as atividades contínuas e sistemáticas que visam manter o

ativo em funcionamento. O planeamento estratégico, que abrange desde o planeamento do ciclo de vida até ao próprio sistema de gestão de ativos, a curto ou a longo prazo, irá ter objetivos distintos e adaptados aos diversos estudos realizados; por exemplo, análises de capacidade, análise de risco de investimento, períodos de obsolescência, previsões da procura, entre outros. As estratégias, objetivos e planos da gestão de ativos devem ser criadas, implementadas e mantidas a longo prazo, assegurando a sua consistência com a política da organização.

3.1. Gestão de Ativos

A gestão de ativos é uma abordagem estratégica de forma a obter uma alocação ótima de recursos para a gestão, operação, manutenção e conservação de ativos (FHWA, 1999). O conceito de gestão de ativos é uma filosofia que permite integrar diferentes departamentos de uma organização, como o financeiro, o planeamento, o de recursos humanos e o da gestão da informação, ajudando a organização a gerir os seus ativos através do seu custo-benefício (AASHTO, 1997).

O principal objetivo da gestão de ativos é melhorar os processos de tomada de decisão na alocação de recursos entre os ativos de uma organização a fim de obter o melhor retorno sobre o investimento (ROI). Para atingir este objetivo, a gestão de ativos engloba todos os processos, ferramentas e dados necessários para gerir os ativos eficientemente (Nemmers, 2004). Por esta razão, a gestão de ativos também é definida como “um processo de alocação e utilização de recursos” (AASHTO, 2002).

A norma ISO 55000 define Gestão de Ativos como “o conjunto coordenado de atividades de uma organização para a realização de valor através dos seus ativos”, a especificação PAS 55 (2008) define-a como “atividades sistemáticas e coordenadas através das quais a organização efetua uma gestão ótima e sustentável dos ativos e sistemas de ativos, do seu desempenho, risco e custos ao longo do seu ciclo de vida por forma a atingir o plano estratégico proposto” e, segundo a *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD, 2001), de um modo genérico, a gestão de ativos pode ser definida como “um processo sistemático de manutenção, modernização, e utilização dos ativos operacionais, combinando princípios de engenharia com a prática de negócios e lógica económica, fornecendo ferramentas para facilitar uma abordagem mais organizada e flexível de modo a tomar as decisões necessárias para alcançar as expectativas do público”.

Os ativos devem ser adequados à missão e à capacidade produtiva que cada empresa precisa e a sua utilização deve ser sustentável, e é ainda imprescindível

proceder-se a uma análise sistemática de mercado que, por sua vez, inclui previsões de novos mercados, serviços e da procura assim como do investimento a aplicar.

Segundo a norma ISO 55000, um ativo é algo que tem valor real ou potencial para uma organização. Esse valor pode ser viável entre diferentes organizações e respetivos *stakeholders* (partes interessadas), pode ser tangível ou intangível, financeiro ou não financeiro.

A PAS 55 (2008) define ativo físico como “instalações, máquinas, imóveis, edifícios, veículos ou outros itens que apresentem um valor distinto para a organização”. Os ativos têm duas classificações possíveis, os simples e os complexos, que depende da sua interligação ou dependência de outros ativos da organização. Os ativos simples não têm dependência operacional de outros ativos. Já os ativos complexos ou sistemas de ativos são dependentes do funcionamento de outros equipamentos.

3.2. As Redes de Petri

As redes de Petri são uma ferramenta usada para a obtenção de um escalamento racional de recursos que, através das suas características, permite acompanhar a evolução dos mesmos. Visto que se dispõe da modelação do sistema, é particularmente interessante obter o escalamento de tarefas, otimizando as alocações dos recursos. O primeiro obstáculo é modelar os sistemas tendo em conta as especificações e restrições de cada um, que resulta num modelo padrão de otimização. Modelar sistemas requer um total conhecimento das restrições existentes, dado que ignorar alguma delas pode impedir a otimização de tarefas (Girault, 2002). As redes de Petri são ferramentas matemáticas e gráficas que permitem obter modelos visuais, compactos e dinâmicos dos sistemas. A grande vantagem das redes de Petri é que permitem modelar, analisar, controlar e monitorizar o sistema de forma amigável e intuitiva.

A representação gráfica de uma rede de Petri é formada por dois componentes:

- Componente ativo ou de transição
- Componente passivo (destino ou lugar).

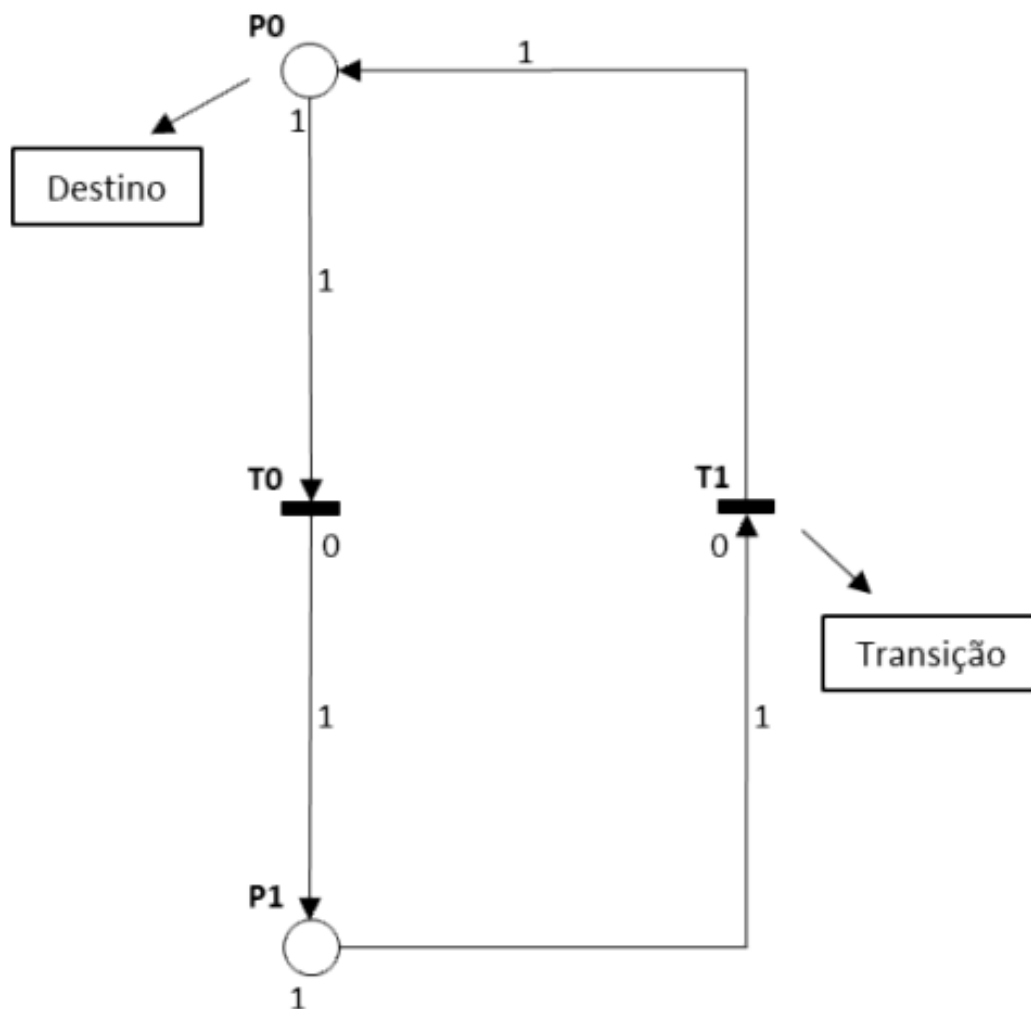


Figura 14 - Representação gráfica de uma rede de Petri

Numa rede de Petri os lugares são ligados às transições e estas aos lugares através de arcos. Os lugares representam o estado da rede e as transições indicam a mudança de estado. Os recursos que transitam entre lugares são representados por pontos pretos no interior dos lugares determinados de *tokens*. Os arcos ligados a cada transição indicam os lugares onde atuam. Um arco, com origem num lugar e com fim numa transição, indica que esta transição vai mover um ou mais *tokens* do lugar de origem. Do mesmo modo, um arco com origem numa transição e com fim num lugar, significa que esta transição vai acrescentar um ou mais *tokens* para o lugar de destino. É denominado de disparo de transição o momento em que uma determinada transição dá ordem – o disparo – para que um *token* transite de um lugar de origem para o lugar seguinte. (Zhou; Venkatesh, 1999).

3.3. Utilidade das Redes de Petri na Indústria

O desenvolvimento das redes de Petri surgiu pela necessidade de especificar e sincronizar determinadas tarefas que dependem umas das outras. Uma rede de Petri, como referido anteriormente, é um conjunto de nós e arcos que representam o estado do sistema e a ocorrência de tarefas. Na indústria, a aplicação deste modelo permite definir os lugares que podem representar operações, como, por exemplo, processos de fabrico, transporte de cargas, alocação de recursos humanos e consumíveis, entre outros. As transições representam acontecimentos, desde a produção de produtos, procedimentos de produção e manutenção, até a avarias ocorridas nos equipamentos.

Existem diferentes tipos de redes de Petri. As redes de Petri temporizadas, são úteis para modelar variáveis onde o tempo de processamento e o tempo de transição entre variáveis são parâmetros que “comunicam” e interagem uns com os outros. Este tipo de redes possibilita a representação do comportamento dinâmico de sistemas que possuam tarefas concorrentes entre si, assíncronas e não determinísticas, através da adição do parâmetro tempo no modelo.

O tempo também pode ser utilizado de modo probabilístico, isto é, o disparo das transições está associado a distribuições de probabilidades. Estes tipos de redes são denominados de redes de Petri estocásticas, pois o seu comportamento pode ser descrito por processos estocásticos (Aalst; Christian, 2011).

O desenvolvimento das redes de Petri na indústria, desde o processo de gestão de recursos até à atividade de produção permitem:

- Avaliar e comparar diferentes planos de produção, de acordo com as prioridades da empresa;
- Interpretar e monitorizar indicadores de desempenho para implementação de projetos de melhoria contínua;
- Testar diferentes cenários possíveis, tais como a alteração de tempos de produção, planos de produção, alternativas a investimentos e decisões operacionais.

3.4. Lean Manufacturing

O *Lean Manufacturing* pode ser exposto como uma filosofia constituída por um conjunto de ferramentas e métodos, que tem como objetivo identificar e eliminar os desperdícios nas operações de produção (Powell et al., 2014).

Após a Segunda Guerra Mundial, surgiu a necessidade de customização em massa. Neste sentido, a empresa japonesa *Toyota Motor Company*, sob a direção de Taichi Ohno começou a desenvolver uma alternativa à produção em massa, criando *Toyota*

Production System (TPS), conseguindo assim gerir o sistema de produção de forma diferente (Ohno, 1988). O conceito *Lean Manufacturing* foi muito inspirado pelo *Toyota Production System*, tornando-se familiar nos dias de hoje em quase todos os ambientes de produção.

3.4.1 Princípios do Lean

De forma a melhorar os métodos de fabrico, Womack & Jones (2003) definiram cinco princípios basilares da filosofia *Lean*, que podem ser aplicadas a todo o tipo de problemas industriais.

- **Especificar o valor:** Guia a organização a avaliar quem é realmente o seu cliente, e o que ele considera como o valor de um produto ou serviço. Cria a capacidade de providenciar no tempo certo e com o preço certo os produtos e ou serviços (Womack e Jones 2003).
- **Cadeia de Valor:** É o conjunto de todas as etapas e ações necessárias que realmente geram valor na criação de um determinado produto ou serviço numa organização e que levam à satisfação dos pedidos do cliente. Neste processo é necessário identificar as atividades que acrescentam valor, as que não acrescentam, mas são necessárias e as que não acrescentam valor ao produto final e não são necessárias (Werkema, 2006).
- **Gerar fluxo:** É necessário criar um processo o mais fluido possível, a um ritmo que satisfaça a encomenda do cliente. Assim, consiste em criar um fluxo nos processos que geram valor, após a eliminação dos desperdícios óbvios (Thangarajoo & Smith, 2015).
- **Implementar o sistema *Pull*:** consiste em produzir apenas aquilo que é necessário apenas quando for necessário. A implementação deste sistema procura assegurar a entrega do produto ou serviço ao cliente quando este deseja (Womack & Jones, 2003).
- **Procurar a perfeição continuamente:** O objetivo final é sempre a eliminação de desperdícios e criar valor ao produto. Também conhecido por “melhoria contínua” ou “*kaizen*”, pressupõe a assimilação de uma cultura de melhoria constante em busca da perfeição (Barros, 2010).

Estes princípios têm como finalidade orientar as empresas de encontro do objetivo *Lean*, reduzindo os desperdícios e analisando todas as atividades ao longo do fluxo da cadeia de valor para encontrar chances de melhoria (Thangarajoo & Smith, 2015).

3.5. Metodologia dos 5S`s

A metodologia 5S`s foi desenvolvida no Japão, na década de 60 e trata-se de uma ferramenta de melhoria contínua que está relacionada com tudo o que tem a ver com limpeza e organização no local de trabalho e com as regras e disciplina necessárias para que estas se mantenham. A denominação 5S`s tem a sua origem em 5 (cinco) palavras de origem japonesa começadas por “S” que definem cinco etapas para cumprimento desta metodologia:

- **Seiri** (Eliminar): O primeiro passo, o primeiro S consiste em eliminar todos os materiais e ferramentas desnecessárias do espaço de trabalho (Ortiz, 2006), manter no local de trabalho somente o material necessário;
- **Seiton** (Ordenar/Arrumar): Organizar o posto de trabalho através da definição e identificação (visual) de locais específicos para os materiais que são indispensáveis à realização das operações alocadas ao posto de trabalho e da sua colocação no respetivo sítio, eliminando movimentações desnecessárias (Gapp et al., 2008);
- **Seiso** (Limpar): Nesta etapa, após a eliminação dos utensílios desnecessários e organização da sua distribuição, pretende-se manter as áreas de trabalho limpas, seguras e agradáveis (Faria, 2006). Um local de trabalho limpo e organizado transmite a ideia de que naquele local se procura fabricar produtos com qualidade (Pinto, 2008);
- **Seiketsu** (Standardizar): Pressupõe que os primeiros 3S's se mantenham implementados. Seguidamente, o objetivo é criar procedimentos / padrões de forma que todas as operações sejam realizadas sempre da mesma maneira (Costa et al., 2018). A normalização do posto de trabalho faz com que seja mais fácil para os operadores identificarem possíveis situações anómalas;
- **Shitsuke** (Respeitar/Rigor/Disciplina): Manter as condições estáveis do local de trabalho através da disciplina e do rigor. Quando existir disciplina no ambiente de trabalho, pode afirmar-se que o programa 5S`s foi compreendido, reconhecido e adotado (Carvalho, 2011).

Segundo Hirano (1990), a implementação da metodologia 5S`s representa inúmeros benefícios diretos e indiretos para a organização como por exemplo:

- Diversidade de Produtos;
- Melhor qualidade;
- Custos reduzidos;
- Entregas a tempo;
- Melhoria da segurança.

3.6. *Single Minute Exchange of Die (SMED)*

O conjunto de operações que compõe o método de preparação das máquinas, *setup* ou *changeover* é um importantíssimo fator na vertente da competitividade empresarial, já que tem uma enorme influência direta na flexibilidade que as empresas devem ter para se adaptarem às variações do mercado. Quando os tempos de preparação das máquinas são elevados, a inclinação da organização é aumentar os tamanhos dos lotes produzidos para reduzir o número de vezes que é necessário proceder a mudanças nas máquinas e por consequente diminuir o tempo perdido (Shingo, 1985). Durante este período o processo não acrescenta valor sendo encarado como um desperdício e devendo ser reduzido ao máximo. Ao reduzir o tempo de *setup* estamos a reduzir custos e a ganhar a possibilidade de produzir em menores quantidades, ganhando assim uma maior flexibilidade.

A metodologia *Single Minute Exchange of Die*, SMED, foi implementado por Shigeo Shingo (1985) no Japão nos anos 60 e apresenta-se como um conjunto de técnicas usadas para reduzir e aperfeiçoar os tempos de preparação de máquinas, equipamentos e preparação da matéria-prima a ser usada no próximo processo, a fim de realizar a troca de moldes ou equipamentos para possibilitar uma linha de produção em menos de 10 minutos.

Para se proceder à realização das etapas que constituem o método SMED, Shigeo Shingo (1989) sugere a utilização de algumas técnicas que visam a redução do tempo de preparação das máquinas.

Estágio 1 - separação do *setup* interno e externo

Nesta fase organizam-se as atividades, classificando e separando-as em tempos internos que são realizadas com a máquina parada, e tempos externos, que podem ser realizadas com a máquina em operação. Existem atividades facilmente identificáveis que podem ser executadas antes da máquina parar ou depois da máquina iniciar o ciclo de fabrico.

Estágio 2 - conversão de *setups* internos em externos

Nesta fase procura-se converter os estágios considerados internos em externos, fazendo um reexame das operações para verificar se alguma operação tenha sido erroneamente alocada e para fazer um esforço para converter estas atividades em *setup* externo.

Estágio 3 - melhoria permanente nas operações da máquina

Reduzir o *setup* externo otimizando a armazenagem e o transporte de peças e ferramentas. Organizar o transporte das ferramentas e moldes para a máquina e no sentido inverso até ao ponto de armazenagem. Fazer o stock das ferramentas e moldes de forma organizada para que seja fácil identificar o posicionamento, fácil de recolher e colocar de novo nas estantes ou locais de arrumação.

Reduzir o *setup* interno efetuando o máximo de operações em paralelo usando, por exemplo, dois operadores e ter instruções de trabalho para coordenar o trabalho dos operadores que executam as tarefas. Utilizar fixações funcionais para facilitar o aperto das ferramentas e moldes, evitando ao máximo a utilização de parafusos que são demasiado demorados (Shingo, 1989). Escolher pela mecanização e/ou automatização de algumas operações. Esta opção deve ser considerada quando todas as técnicas anteriores já foram usadas e os resultados não são satisfatórios.

3.7. Estudo dos Métodos e Tempos

O estudo de tempos teve o seu começo em 1881, por Frederick Taylor (1856-1915), que trabalhava na indústria extrativa, onde se tornou famoso por adotar a divisão do trabalho em tarefas elementares repetitivas, nas quais se questionava (Pronaci, 2003):

- Qual é a melhor forma de efetuar esta tarefa?
- Qual deverá ser o trabalho diário a efetuar por cada funcionário para otimizar o seu trabalho?

Frederick Taylor conseguiu, através da *Midvale Steel Company*, um investimento para a execução de um estudo científico para a determinação do tempo necessário para a realização de diversos tipos de trabalho. Começou por escolher dois colaboradores saudáveis e eficientes. O seu objetivo não era desvendar o trabalho máximo que um homem pode desenvolver durante um turno de trabalho ou durante alguns dias, mas sim definir que fração de energia pode o colaborador despende num dia de trabalho (Barnes, 1977).

As questões enunciadas por Taylor, mantém-se muito atualizadas, envolvendo não apenas o trabalho humano, mas também o binómio homem/máquina, numa constante procura de melhoria, que se traduz na redução de recursos utilizados e na criação de valor acrescentado. Então, o estudo dos métodos e tempos visa, principalmente, a resolução das seguintes perguntas (Pronaci, 2003):

- Como aumentar a produção sem envolver mais recursos?
- Como reduzir o esforço de cada trabalhador?
- Como fixar objetivos em termos de cadências e tempos por operação?

Método de trabalho é um conjunto de ações pré-determinadas, que têm de ser realizadas ordenadamente sempre que se execute o mesmo trabalho. Deve ser planeado e estabelecido a relação homem/tarefa, sempre com o objetivo de melhorar os processos e criar condições de trabalho favoráveis, bem como diminuir o esforço humano. Quer na fase de conceção de um produto/serviço quer no sentido de introduzir melhorias em projetos já existentes, o estudo dos métodos, deve desenvolver-se em 5 fases distintas:

- Estabelecimento do objetivo e/ou definição do problema, identificando prioridades;
- Observação, análise e registo dos factos;
- Exame crítico, questionando todos os dados recolhidos até então;
- Proposta de uma solução/novo método;
- Aplicação da solução e seu controlo.

3.7.1. Objetivo, Identificação do Problema e Observação e Registo dos Factos

Na fase inicial, é prioritário reconhecer todas as situações que criem ou possam criar entropia no normal fluir da produção, como por exemplo estrangulamentos na linha de produção, movimentos improdutivos, trabalhos com tempos demasiado demorados e falta de qualidade são algumas das questões mais reiteradas. Como referido anteriormente, este projeto tem como finalidade atualizar os tempos de produção de determinadas operações em específico, que em papel são demasiadas demoradas ou então o seu tempo está demasiado curto.

A observação e registo dos factos, é de extrema importância pois existe um conjunto de informações que devem ser observadas e recolhidas para futuro tratamento. Deve-se proceder à anotação de tudo o que se considerar que pode vir a ser útil. É necessário que o agente de métodos encarregue de fazer o acompanhamento a um determinado processo de produção, esteja devidamente familiarizado e identificado com o mesmo, pois é essencial que se tenha um conhecimento sólido de todas as suas etapas.

O registo dos dados deve ser realizado no *gemba* o mais perto possível da fonte, recorrendo-se à utilização de folhas de registo de observações e de diversos tipos de gráficos (Gráficos de sequência/fluxo, esquemas de movimentação e deslocação, Layouts do posto de trabalho).

É importante identificar todo o trabalho não produtivo e interrogar o que aconteceria se fossem eliminados. Modificar a sequência das operações e se possível combinar operações ou elementos. Por último deve-se sempre simplificar as operações essenciais de modo a facilitar o máximo possível ao operário.

3.7.2. Estudo dos Tempos

O estudo dos tempos, aludido como medida de trabalho, tem como objetivo avaliar e planear a mão-de-obra em qualquer sistema produtivo. Ao efetuar uma análise organizada, criam-se tempos padrão para a realização de uma tarefa, medindo o conteúdo de trabalho com base num determinado método.

O conhecimento dos tempos de trabalho, por atividade ou posto de trabalho, é um elemento importante, pois só através de tal conhecimento se poderá avaliar:

- O desempenho dos trabalhadores;
- Determinar o preço e o custo de um produto;
- Comparar métodos de trabalho;
- Programar as operações.

O trabalho ou tarefa a estudar deve ser separado em frações ou elementos mensuráveis de modo a simplificar a cronometragem e posteriormente a sua análise crítica. A decomposição em elementos permite distinguir melhor o trabalho produtivo de uma tarefa improdutivo, assim como permite avaliar cada elemento da tarefa conforme a dificuldade da mesma.

Elemento será cada parte distinta de uma dada operação ou atividade, compreendendo, por um lado, uma ou várias tarefas ou movimentos fundamentais do executante e, por outro lado, operações executadas pela máquina ou fases do processo. Os elementos devem ser facilmente identificáveis e de curta duração, devendo também ser distintos tempos “internos” de “externos” e tempos “homem” de tempos “máquina”.

3.7.3. Medição dos Tempos por Cronometragem

A medição dos tempos por cronometragem é a técnica mais comum e de maior utilização quando é efetuado o estudo dos tempos. É um método de fácil percepção e implementação, capaz de se aplicar a todas as tarefas ou processos na área fabril. A cronometragem divide-se em três etapas fundamentais:

- preparação do estudo;
- cronometragem dos tempos;
- análise de resultados.

Quando se procede ao estudo dos tempos por cronometragem é essencial dispor de material de base, tal como:

- Cronómetro;
- Folha de cronometragem;
- Prancheta.

O cronómetro a utilizar pode ser de dois modelos: cronómetro com retorno a zero e partida automática; e o cronómetro de leitura contínua. A folha de cronometragem deve ser impressa num formato normalizado, que permita a recolha dos dados de uma forma sistemática e de fácil consulta. A prancheta serve como base e arquivo para as folhas de observação, facilitando o registo dos dados recolhidos.

São dois métodos principais de cronometragem. A cronometragem contínua, em que o cronómetro inicia a contagem desde o início do primeiro elemento e só é parado

quando a tarefa ou processo acaba. No fim de cada elemento, o responsável pelo estudo regista a leitura do cronómetro, conseguindo-se assim determinar o tempo de realização de cada elemento e o tempo total do processo ou ciclo de trabalho. A cronometragem com retorno a zero, em que o cronómetro inicia a contagem desde o início do primeiro elemento, como no caso anterior, mas, no fim de cada elemento realizado, o responsável do estudo regista o tempo e coloca o cronómetro a zero. Neste caso, o cronómetro não contabiliza o tempo total do ciclo de trabalho.

4. Caso de Estudo

3.1. Análise ao Projeto

Aquando da minha chegada à Tridec, foi-me apresentado o projeto de atualização de tempos de produção para operações tanto na secção de soldadura como na maquinação. Após uma análise mais detalhada revelou que existiam grande falhas entre o tempo planeado em *job* e o tempo real de execução. Para tal, poderiam existir vários fatores que contribuíam para esta situação, como tempo incorreto no *job*, paragens não programadas por parte das máquinas ou robots, material que chegava às células de produção que vinha não conforme e também na finalização do tempo de operação, ou seja o não encerramento da operação pelo operador no *Epicor*.

3.2. Proposta de Melhoria

Uma análise ao problema apresentado, e com a colaboração do chefe de produção, o Sr. Cláudio Cardoso, foi-me transmitido que teria de retirar todos os tempos de produção, desde o dia 1 de outubro de 2020 até ao dia 22 de março de 2021 tanto da parte da secção de soldadura, bem como da secção da maquinação.

Para conseguir extrair os tempos, o ERP *Epicor*, disponibiliza uma ferramenta chamada *Labor Detail Resource Group* (figura 15). Esta ferramenta, permite ao utilizador extrair diversa informação relativa a cada célula de produção.

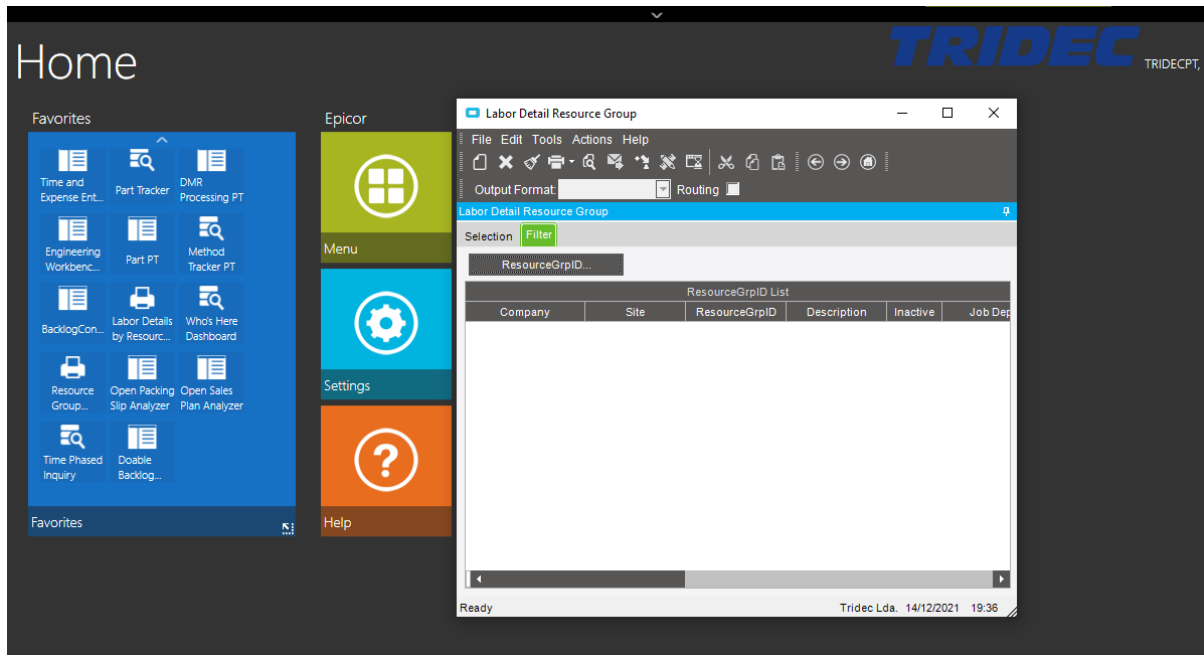


Figura 15 – Menu Labor Detail Resource Group

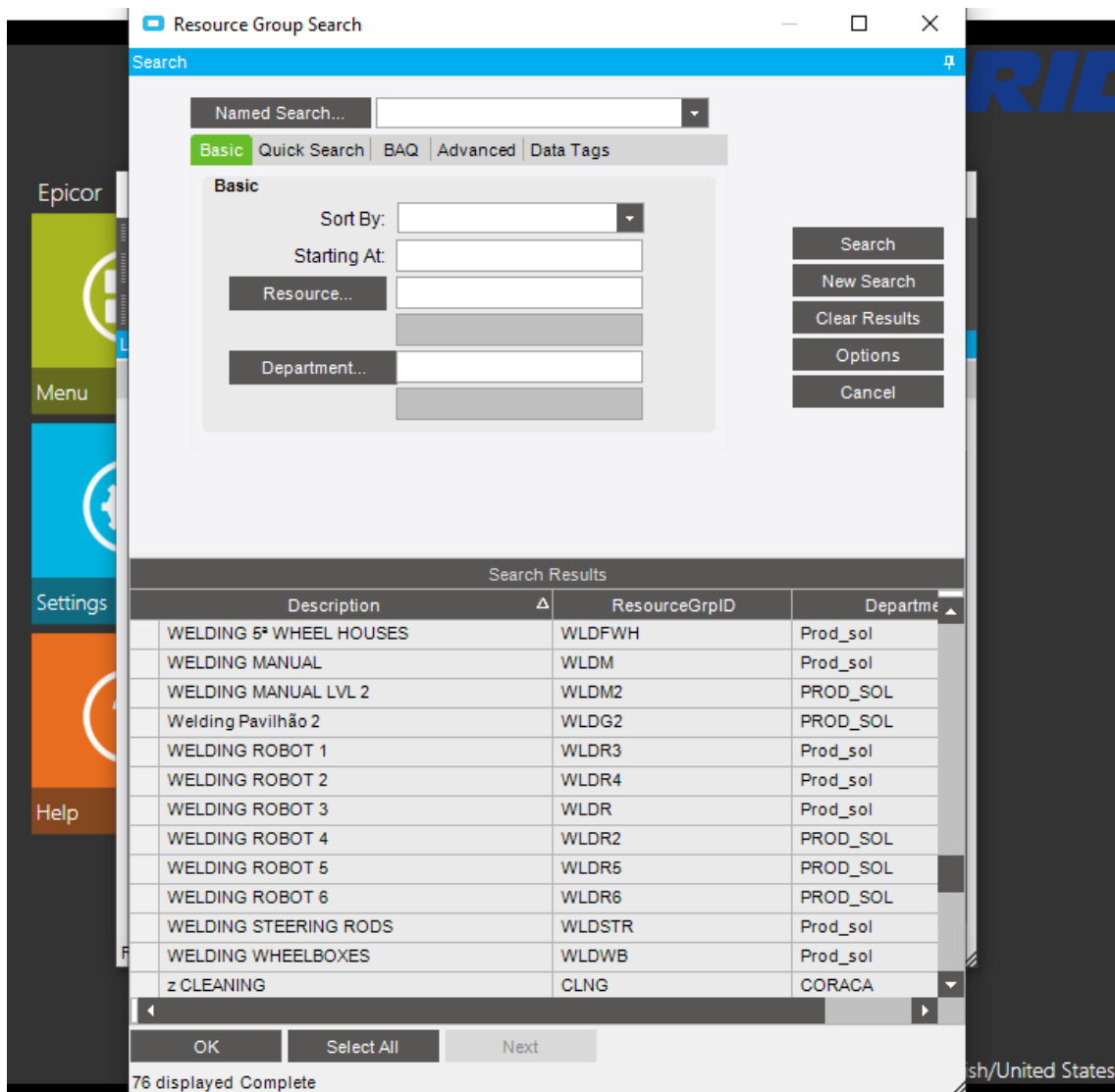


Figura 16 - Menu Labor Detail Resource Group

Na figura em cima, é possível observar que a Tridec, dispõe de 76 recursos possíveis de obter informação, mas para o caso de estudo do projeto, foram considerados 7 da secção de soldadura entre eles, Robot 1, Robot 2, Robot 3, Robot 4, Robot 5, Robot 6, Soldadura Manual (*Welding Manual*). Da secção da maquinação, foi considerado as células Mazak 350, Heller 280, Heller 8000, Victor 145 e a Victor V36.

Após a seleção dos recursos a extrair informação, é necessário ter em atenção o intervalo de tempo a considerar. Na figura abaixo, é possível ver as datas seleccionadas.

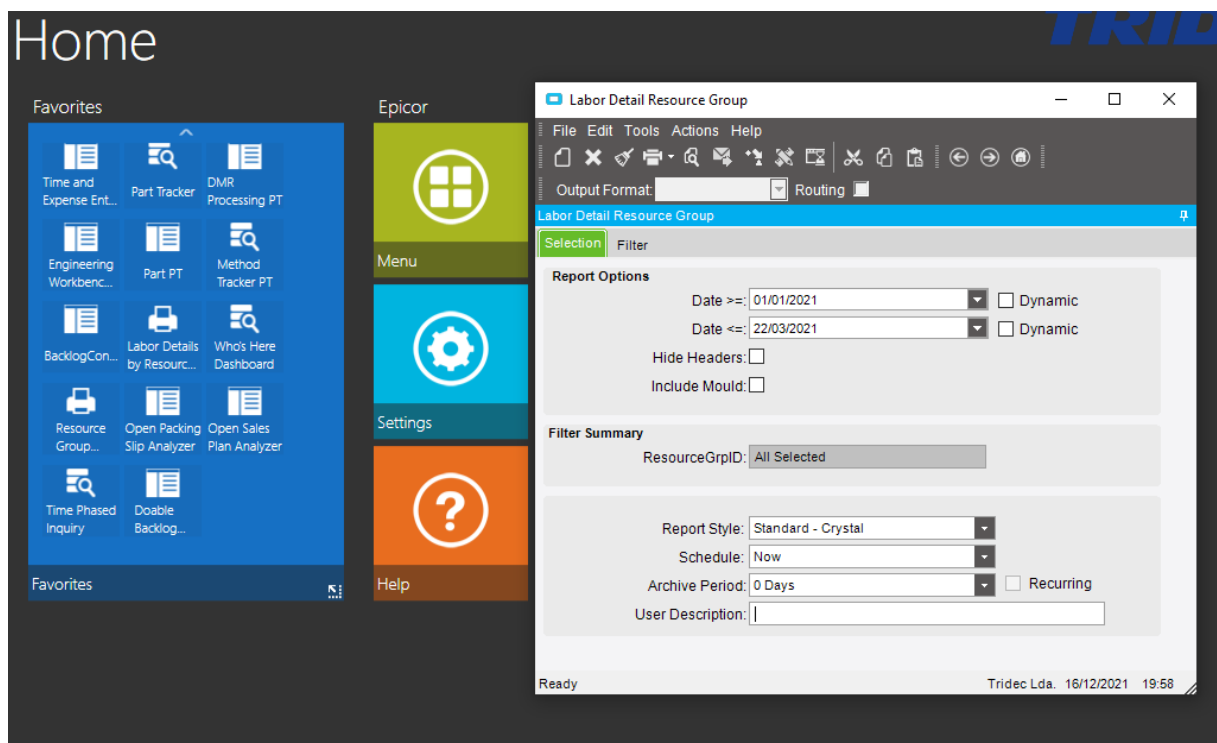


Figura 17 - Menu Labor Detail Resource Group

Por fim, e com todos os dados pretendidos seleccionados, recurso e intervalo de tempo, chega-se ao último menu de seleção (figura 18) e daí, os resultados requeridos são obtidos.

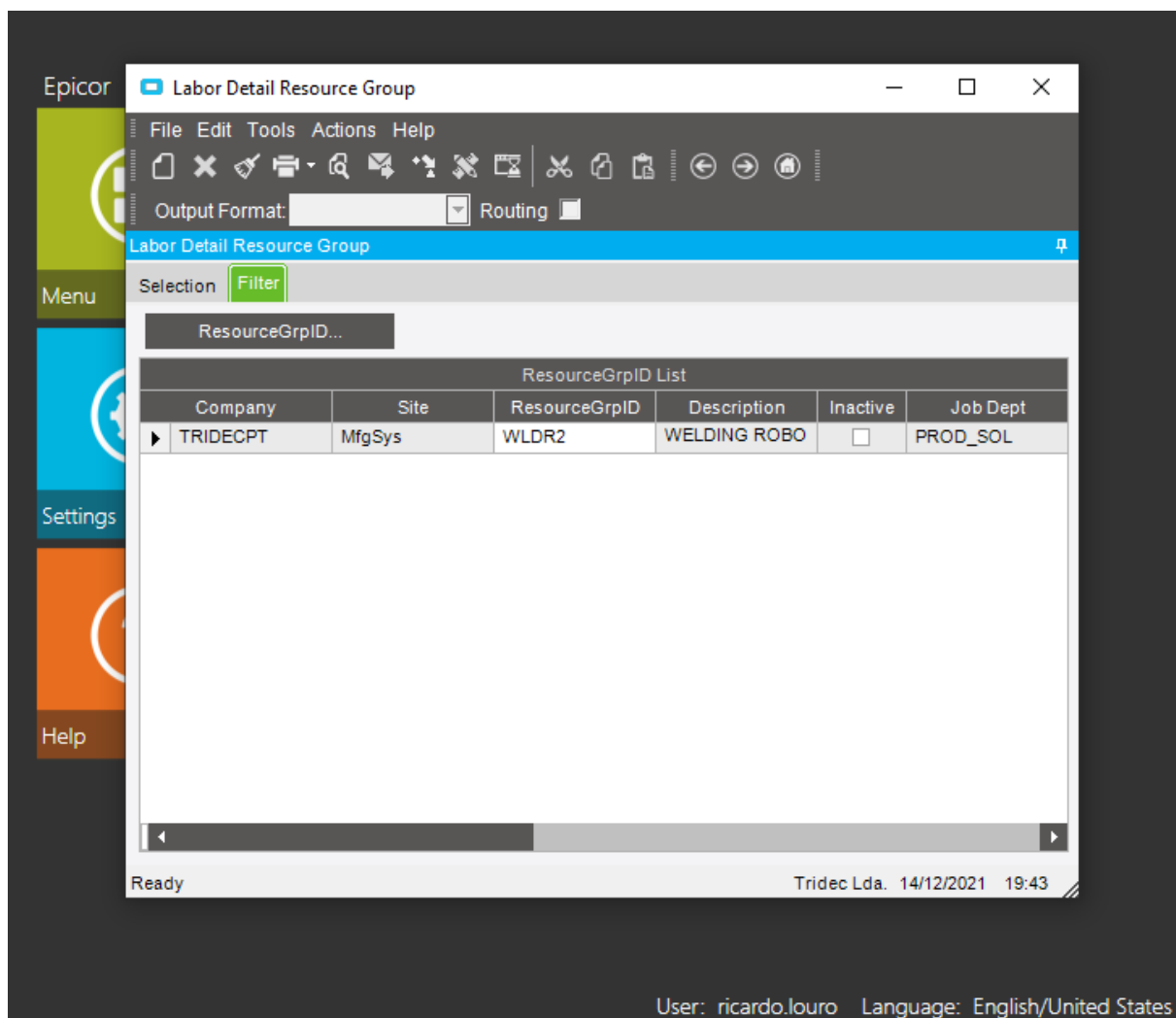


Figura 18 - Menu Labor Detail Resource Group

Para o tratamento dos dados foi criado um ficheiro em Excel. A seleção dos dados, foi realizada com a seleção das 5 referências mais produzidas, ou seja, o maior número de peças soldadas ou maquinadas da mesma referência na fábrica, desde o dia 1 de outubro de 2020 até ao dia 22 de março de 2021. O ficheiro Excel, onde consta o recurso, a quantidade de jobs produzida no intervalo de tempo, nome da peça, tempo de produção por cada referência, o desvio de tempo e o novo tempo contado por mim, como é visível na figura 19. De referir que o desvio que está presente na figura 19 com a célula do Excel a vermelho, foi só considerado entre 10% e 50%. Se o desvio fosse inferior a 10%, significaria que não era significativo e assim também permite ter uma margem de manobra para situações inesperadas. Se fosse superior a 50%, poderia ter o significado de que os trabalhos eram deixados em aberto pelo operador mesmo depois de terem terminado, situação muito verificada durante a realização do projeto. Todos os valores fora deste intervalo era para não contabilizar pois não fariam sentido para a análise.

	A	B	C	D	F	G	H	I	J	K	N	O	P
2	Produção de 01/10/2020 até 22/03/2021 com desvios entre os 10% e 50%												
4	Victor 145												
5	N° Peças	Pr	Ref		Lb Hours	Prd Hours	Op Seg	Desv	Lb Qty	Lb Type	Est Set Hours	Est Prod Hours	Oper Qty
6	24		616654	Plate steering accelerator	1,37	0,17	30	18%	7,00	P	0,40	3,33	20,00
7	21		614536	Steering rod L= 674 M	1,00	0,05	70	43%	14,00	P	0,10	1,60	32,00
8	21		614536	Steering rod L= 674 M	2,28	0,05	70	43%	32,00	P	0,10	1,60	32,00
9	17		613563	Top plate W	0,75	0,17	10	50%	0,00	S	0,50	1,67	10,00
10	13		602527	Sliding beam L=1180 W	0,60	0,50	40	50%	0,00	S	0,40	5,00	10,00
11	13		602527	Sliding beam L=1180 W	4,75	0,50	40	19%	8,00	P	0,40	5,00	10,00
12	13		602527	Sliding beam L=1180 W	1,17	0,50	40	17%	2,00	P	0,40	5,00	10,00
13	13		602527	Sliding beam L=1180 W	2,80	0,50	40	12%	5,00	P	0,40	5,00	10,00
14	13		602527	Sliding beam L=1180 W	2,77	0,50	40	11%	5,00	P	0,40	5,00	10,00
15	12		MOULD-MNF	Mould Manufacture	2,93	2,00	10	47%	1,00	P	0,20	2,00	1,00
16	12		MOULD-MNF	Mould Manufacture	6,65	1,33	10	25%	4,00	P	0,50	5,33	4,00
17	11		616444_mod	Attachment plate upper leg modified	0,35	0,03	30	40%	0,00	S	0,25	0,27	8,00
18	9		610672	steering accelerator L830 W870 double A	1,67	0,25	20	34%	5,00	P	0,25	1,50	6,00
19	9		611635	Lever plate J400 M	0,63	0,30	30	26%	0,00	S	0,50	0,30	1,00
20	9		617205	Axle clamp cylinder support HF	0,61	0,50	20	22%	1,00	P	0,20	0,50	1,00

Figura 19 – Folha Excel com dados retirados e tratados do Labor Detail Resource Group

Com recurso ao *Epicor*, e com mais uma ferramenta deste ERP chamada *Who Is Here Doing What* (figura 20), é possível verificar as tarefas que cada operador está a realizar em determinado recurso em tempo real. Sempre que fosse verificado que uma peça do interesse de estudo estava a ser produzida, deslocava-me para junto do recurso, conversava um pouco com o operador para saber se existiam alguns problemas ou dificuldades durante o normal desenrolar do processo e, cronometrava o tempo de início ao fim, sem interrupções pelo menos duas vezes. Caso existisse uma paragem, este estudo já não era válido.

Company	EmpID	Name	Department	A	Clock In Date	Clock In (Company)	Clock In (Activity)	Job	Asm	Opr	Indirect Code	Part	PartDescription	Operation
TRIDEPT	910	Nuno Miguel Rodrigues de Oliveira	Produção montagem		15/12/2021	15:43	16:20	2PT153209	0	10		617631	Wheel box LV-O 3axle lef	MAG2
TRIDEPT	911	Paulo Manuel Pereira de Brito	Produção montagem		15/12/2021	15:28								
TRIDEPT	914	Tânia Filipa Caria Gomes	Produção montagem		15/12/2021	15:31	17:18		0	0	OTRS			
TRIDEPT	078	Paulo Alexandre Borges	Produção soldadura		15/12/2021	15:14	17:14	PT152495	2	20		620842	Upper box TF-VO right W	WLDRIII
TRIDEPT	080	Bruno Miguel da Silva Pessoa	Produção soldadura		15/12/2021	16:31	16:31	022713-7-1	2	30		617624	Bottom box wheelbox LV-	WLDWB
TRIDEPT	167	Arménio do Nascimento Cardoso	Produção soldadura		15/12/2021	15:48	15:48	pt150438	0	10		615043	Air bellow + brake lever s	SWO
TRIDEPT	193	Rogério Gomes Ferrão Gouveia	Produção soldadura		15/12/2021	15:30			0	0	otrs			
TRIDEPT	237	Paulo César Maio Ferreira	Produção soldadura		15/12/2021	15:30	15:02	PT157367	0	10		208084	Sub frame 1200-140 bias	WLDRV
TRIDEPT	238	Davide Manuel de Jesus Lourenço	Produção soldadura		15/12/2021	15:36	16:08	pt152497	2	20		620848	Lower box TF-VO left W	WLDRIII
TRIDEPT	253	Raphael Jacky Adílio Fernandes	Produção soldadura		15/12/2021	15:30	15:13	PT155318	1	20		602658	Fifth wheel house prog	WLDRI
TRIDEPT	268	Carlos Aurélio Campos Figueiral	Produção soldadura		15/12/2021	15:32	15:33		0	0	otrs			
TRIDEPT	268	Carlos Aurélio Campos Figueiral	Produção soldadura		15/12/2021	15:32	17:25	pt144371	0	70		615310	Cross beam LV-O 50mm	PRSNQ
TRIDEPT	269	José Luís Esteves Santos	Produção soldadura		15/12/2021	15:04	15:27	PT155784	0	10		216494_m	Steering beam J368 W	WLDRII
TRIDEPT	269	José Luís Esteves Santos	Produção soldadura		15/12/2021	15:04	17:09	pt152214	0	10		616714	Triangle left TF-VO W	WLDRIIV
TRIDEPT	797	Diogo José Rodrigues Carvalho	Produção soldadura		15/12/2021	07:08	12:01		0	0	OTRS			
TRIDEPT	923	João Pedro Borges Ferreira	Produção soldadura		15/12/2021	16:34	16:34		0	0	OTRS			
TRIDEPT	923	João Pedro Borges Ferreira	Produção soldadura		15/12/2021	16:34	16:34	pt150438	0	10		615043	Air bellow + brake lever s	SWO
TRIDEPT	924	Pedro Afonso da Costa Aguiar	Produção soldadura		15/12/2021	15:43	15:43	pt155318	1	30		602658	Fifth wheel house prog	WFU
TRIDEPT	932	Bruno Dinis Monteiro	Produção soldadura		15/12/2021	15:31	15:31		0	0	TRAI			
TRIDEPT	032	Tiago M Bapti	Produção_maquinação		15/12/2021	16:38	17:36	pt154147	1	20		201630G	Innersocket decapado	MQT200MY
TRIDEPT	095	Helder Ernesto Simões Esteves	Produção_maquinação		15/12/2021	15:40	15:40	pt152879	0	20		200321	Fitting ring	MCHV36
TRIDEPT	241	Juan Luis da Rocha Ottamendy	Produção_maquinação		15/12/2021	15:30	15:39	pt150430	0	10		612485	Bearing house diam. 120	MCHHEL
TRIDEPT	241	Juan Luis da Rocha Ottamendy	Produção_maquinação		15/12/2021	15:30	15:39	pt153667	1	10		617024	Fork ball joint M	MCHHEL
TRIDEPT	269	Vasco Miguel Matias Estevão	Produção_maquinação		15/12/2021	15:36	16:66	pt147127	0	30		140426	Bearing pin HF-O - ref 20	MQT350MY
TRIDEPT	925	Rui Barreto da Siva	Produção_maquinação		15/12/2021	15:30	15:06	PT145373	1	10		608993	SUSPENSION ARM UPP	MCHH280
TRIDEPT	925	Rui Barreto da Siva	Produção_maquinação		15/12/2021	15:30	16:39	PT155239	0	10		611057	Lever R335 T160 S500	MCHH280

Figura 20 – Menu Who Is Here Doing What

Quando terminava o processo de cronometragem das operações, os valores corretos do tempo eram inseridos no ficheiro de Excel, com um breve comentário a informar se era um tempo superior ou inferior, e de seguida o departamento de engenharia era informado sobre esta atualização.

Produção de 01/10/2020 até 22/03/2021 com desvios entre os 10% e 50%											
Robot 2											
Nº Jobs	Ref		Lb Hours	Prd Hours	Op Seg	Desv	Lb Qty	Lb Type	Est Set Hour	Est Prod Hour	Oper Qty
105	611324	Fifth wheel house 15T W	3,40	0,28	10	50%	8,00	P	0,15	5,67	20,00
105	611324	Fifth wheel house 15T W	2,12	0,28	10	50%	5,00	P	0,15	5,67	20,00
105	611324	Fifth wheel house 15T W	0,83	0,28	10	46%	2,00	P	0,15	5,67	20,00
105	611324	Fifth wheel house 15T W	0,83	0,28	10	46%	2,00	P	0,15	5,67	20,00
105	611324	Fifth wheel house 15T W	2,06	0,28	10	45%	5,00	P	0,15	5,67	20,00
105	611324	Fifth wheel house 15T W	2,87	0,28	10	45%	7,00	P	0,15	2,83	10,00
105	611324	Fifth wheel house 15T W	0,80	0,28	10	41%	2,00	P	0,15	5,67	20,00
105	611324	Fifth wheel house 15T W	2,77	0,28	10	40%	7,00	P	0,15	5,67	20,00
105	611324	Fifth wheel house 15T W	0,78	0,28	10	38%	2,00	P	0,15	4,25	15,00
105	611324	Fifth wheel house 15T W	2,30	0,28	10	35%	6,00	P	0,15	5,67	20,00
105	611324	Fifth wheel house 15T W	1,88	0,28	10	33%	5,00	P	0,15	5,67	20,00
105	611324	Fifth wheel house 15T W	1,81	0,28	10	28%	5,00	P	0,15	5,67	20,00
105	611324	Fifth wheel house 15T W	0,36	0,28	10	27%	1,00	P	0,15	4,25	15,00
105	611324	Fifth wheel house 15T W	1,05	0,28	10	24%	3,00	P	0,15	2,83	10,00
105	611324	Fifth wheel house 15T W	1,71	0,28	10	21%	5,00	P	0,15	5,67	20,00
105	611324	Fifth wheel house 15T W	2,71	0,28	10	19%	8,00	P	0,15	5,67	20,00
105	611324	Fifth wheel house 15T W	1,67	0,28	10	18%	5,00	P	0,15	5,67	20,00
105	611324	Fifth wheel house 15T W	1,92	0,28	10	13%	6,00	P	0,15	4,25	15,00
105	611324	Fifth wheel house 15T W	0,63	0,28	10	11%	2,00	P	0,15	5,67	20,00
58	617657	Suspension leg TF-VO W	6,23	0,42	10	50%	10,00	P	0,50	10,83	26,00
58	617657	Suspension leg TF-VO W	1,87	0,42	10	50%	3,00	P	0,50	5,42	13,00
58	617657	Suspension leg TF-VO W	1,24	0,42	10	49%	2,00	P	0,50	3,33	8,00
58	617657	Suspension leg TF-VO W	2,41	0,42	10	45%	4,00	P	0,50	10,83	26,00

Figura 21 - Folha Excel com dados depois da cronometragem das operações

Foi durante as cronometragens que se identificou um problema que afeta, não só o ritmo de trabalho, mas também a sua dificuldade. As paragens não planeadas das

máquinas são um problema, de certa forma subvalorizado pela Tridec. Estas criam atrasos irreparáveis na produção e, conseqüentemente reflete-se em atrasos na entrega do produto ao cliente. Para tal situação foi possível identificar algumas causas, sendo que a mais frequente justificada pelo operador era “o robô não está bom”. Isto significa que existiam problemas com o robot, como problemas com o bico de solda, ajustes que eram necessários a meio de uma operação de produção. Também, na maquinação, era recorrente ouvir “a peça não vem bem da soldadura”, que as cotas críticas de maquinação não estavam de acordo com os parâmetros estabelecidos. Isto resultava na rejeição da peça ou então na criação de um novo *setup* que pode levar horas da parte do operador.

3.3. Outra Atividade Desenvolvida

No decorrer do estágio na Tridec, quando, tanto na secção da maquinação como da soldadura não estavam a ser produzidas as referências das peças pretendidas para conduzir uma análise ao tempo de produção, foi transmitido que teria de ajudar na gestão de produção.

De manhã, por volta das 8 horas da manhã, os responsáveis por cada secção reúnem-se com o chefe de produção, para o informar que peças iriam ser expedidas naquele dia para a Caetano Coatings, onde iriam ser tratadas com pintura de KTL. O departamento do planeamento era informado e às 9 horas da manhã, envia uma lista de material como é possível ver na figura 22, que iria ser expedido para tratamento fora da Tridec. Como forma de ajudar e também de ganhar um pouco de experiência do funcionamento da fábrica, tinha o exercício de ir ao armazém verificar o material que já estava em condições de expedição (depois do trabalho de soldadura ou montagem e já com a verificação do departamento da qualidade), e o que ainda faltava, o que poderia estar a ser produzido ou então a ser verificado pelo departamento de qualidade. Como muito material que estava destinado a ser expedido em determinado dia, ainda se encontrava no armazém pronto a ser trabalhado, também era uma tarefa a mim atribuída de fazer chegá-lo ao devido operador de forma a seguir com o plano de produção para esse dia. É necessário o material estar todo verificado, controlado e rececionado pelo armazém até as 14 horas.

Esta atividade paralela fez-me crescer muito internamente, fez-me pertencer mais à família que é a Tridec e onde ganhei um enorme conhecimento de todo o universo que é a Tridec e o seu funcionamento.

Ref. ^a	Descrição	3a		Ref. ^a KTL
		Qtd.	Peso	
619596	Fifth wheel house TDK M	15	1041.00	
611324	Fifth wheel house 15T W	20	1107.20	
612947	Turntable plate R165 R185 W	10	425.60	
600701	Turntable plate R=165 9 W	7	446.04	
616649	Steering accelerator L705/ W233-90 M	5	353.55	
615160	Axle mounting frame CB 1200 140 KTL J700 W	1	220.62	
615162	Axle mounting frame CB 1200-140 KTL J950-620 cyl W	1	236.80	
612485	Bearing house diam. 120	12	362.76	
616988	Distance beam L805 W	10	235.90	
617003	Fifth wheel house prog 15T 980 M	5	485.75	
614427	Lever R190 T140 W	1	27.57	
611056	Lever R414 T160 W	1	37.67	
615718	Pinch block	7	36.68	
214766	Rearbeam TR L=970	1	12.52	
613810	Steering beam J368-180 W	1	44.30	
613810	Steering beam J368-180 W	4	177.20	
207740	Steering beam J720 W	1	36.07	
620266	Steering gear lever W750 M	5	89.05	
612401	Steering rod L1095 O29.5 140x40x4 eye 180/head A	20	404.00	61240
612450	Steering rod L1095 O35 150x34x8 eye/head A	20	568.20	612449
612673	Steering rod L1963 O80.5 150x34x8 eye/head A	10	468.30	612668
607417	Steering rod W L=see W.O	1	14.00	
607417	Steering rod W L=see W.O	1	14.00	
607417	Steering rod W L=see W.O	2	28.00	
616638	Top plate	4	63.96	
216690	Upper Beam TR Steering Joints At 400-720	1	38.00	
TOTAL			6974.74	

Figura 22 – Exemplo de lista de material a enviar para tratamento KTL

4. Conclusões

Durante o decorrer do estágio proposto pela Tridec, desenvolvido no âmbito do estágio do Curso de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, foi-me permitido integrar duas secções da empresa, soldadura e maquinação, onde ganhei um enorme conhecimento técnico sobre ambos os processos produtivos.

Ao longo da realização do estágio houve a necessidade de comunicar com o departamento de engenharia, com o propósito de realizar a atualização de tempos de produção, bem como a atualização de operações de produção para determinados produtos. Isto fez com que existisse uma ligação aos diversos departamentos fabris, o que levou a um aumento do conhecimento e da percepção do funcionamento da Tridec.

Os resultados apresentados por mim ao departamento de engenharia, responsável por fazer as alterações ficarão ao dispor da empresa, para quando existir a necessidade de consulta.

Com a realização do projeto, e com a implementação de um controlo melhorado dos tempos de produção e otimização das operações de produção, tornará o planeamento muito mais real do que o que até agora tem sido e também a um melhoramento a nível de custos de produção.

Durante a período de estágio, houve situações de grande dificuldades, sobretudo devido à pandemia de COVID-19 e, por consequência, da aplicação das medidas de confinamento impostas pela Direção Geral da Saúde, a empresa minimizou o contacto interpessoal e a presença na parte produtiva, dificultando os objetivos inicialmente previsto, o que fez com que a minha permanência no espaço fabril da Tridec fosse muito reduzido, a dois dias por semana, o que fez com que o trabalho ficasse muito aquém do esperado, tanto por mim como pela empresa. De salientar que o apoio interno foi imenso, o que ajudou a colmatar as necessidades sentidas por mim.

No futuro, o trabalho desenvolvido durante o meu estágio curricular deverá ser continuado, visto representar uma mais-valia para a Tridec.

5. Referências Bibliográficas

- Aalst, Wil; Stahl, Christian (2011). "Modelling Business Processes: A Petri Net-Oriented Approach". Massachusetts Institute of Technology.
- FHWA, (1999), "Asset Management Primer", FHWA-IF-00-010, U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Office of Asset Management, Washington, D.C.
- Barnes, Ralph Mosser (6º Eds). (1977). Estudo de Movimentos e de Tempos: projeto e medida do trabalho. São Paulo, SP: Editora Edgard Blüncher Ltda.
- Barros, L. (2010). Estudo e implementação de Lean Manufacturing em PMEs. Trabalho realizado com a XC consultores. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Mecânica, apresentado à Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Bryman, A., & Bell, E. (2007). Business Research Methods. Oxford: Oxford University Press.
- Carvalho, P.C. (2011), "O programa 5S e a qualidade total".
- Chase, R.B, F.R Jacobs, and N.J. Aquilano. 2006. Operations Management for Competitive Advantage. McGraw-Hill.
- Costa, C., Ferreira, L. P., Sá, J. C., & Silva, F. J. G. (2018). "Implementation of 5S Methodology in a metalworking company." DAAAM International Scientific Book 17:001-012.
- Eden, C., & Huxham, C. (1996). Action research for management research. British Journal of Management, 7(1), 75-86.
- FHWA, (1999), "Asset Management Primer", FHWA-IF-00-010, U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Office of Asset Management, Washington, D.C.
- Gapp, R., Fisher, R. & Kobayashi, K. (2008). "Implementing 5S within a Japanese context: an integrated management system." Management Decision.

- Girault, C., and Valk, R. (2002): "Petri Nets for Systems Engineering: A Guide to Modelling, Verification, and Applications". Springer Publishing Company, Incorporated ©2010. 1st Edition. ISBN:3642074472 9783642074479.
- Hiroiyuki Hirano (1990). 5 Pillars of the visual workplace. Productivity Press, NY, 1995.
- Law, Averill M.; W. David Kelton (2000): "Simulation Modelling and Analysis". Editora McGrawHill. ISBN0070592926, 9780070592926.
- Manual pedagógico PRONACI (2003). Manutenção.
- Manual pedagógico PRONACI (2003). Métodos e Tempos.
- MengChu Zhou, Kurapati Venkatesh (1999) "Modelling, Simulation, and Control of Flexible Manufacturing Systems: A Petri Net Approach". World Scientific.
- Nemmers, C, (2004), "Transportation Asset Management", Public Roads Magazine, Volume 61, No. 1.
- OECD, (2001), "Asset Management for the Road Sector. Organization for Economic Co-Operation and Development", Paris.
- Ohno, T. (1988). Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production. CRC Press.
- Ortiz, C. A. (2006). Kaizen Assembly: Designing, Constructing, and Managing a Lean Assembly Line. New York: CRC Press.
- Pinto, J. P. (2008). Lean Thinking: Introdução ao pensamento magro. Comunidade Lean Thinking.
- Powell, D., Strandhagen, J. O., Tommelein, I., Ballard, G., & Rossi, M. (2014). A New Set of Principles for Pursuing the Lean Ideal in Engineer-to-order Manufacturers. *Procedia CIRP*, 17, 571-576. doi: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.01.137>.
- Shingo, S. (1985). A Revolution in Manufacturing: The SMED System. Cambridge: Productivity Press.
- Shingo, S. (1989). A Study of the Toyota Production System from an Industrial Engineering Viewpoint. Productivity Press.

- Susman, G. I., & Evered, R. D. (1978). An Assessment of the Scientific Merits of Action Research. *Administrative Science Quarterly*, 23(4), 582-603. doi: <https://doi.org/10.2307/2392581>.
- Thangarajoo, Y., & Smith, A. (2015). Lean Thinking: An Overview. *Industrial Engineering and Management*, 4(2), 1-5. doi: <https://doi.org/10.4172/2169-0316.1000159>.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation, Revised and Updated*. Second Edition. London: Touchstone books.

Job: PT154823 
619596 Fifth wheel house TDK M

Semana: 50 13/12/2021
 Página: 5 de 5

Start date: 06/12/2021 Requested date: 13/12/2021

Ficha de acompanhamento de material

Part: **619596** **Fifth wheel house TDK M**

Revisão 2
 Sam: 0







QUANTIDADE PALETE: 5

Job Quantidade: 20

ORDEM DE PALETE: 4/4

OPERAÇÕES

	Descrição	Res_group	Quantidade	Setup Est Hours	Produção Est Hours	Finished
10	MCHHEL Maquinar Heller FP8000	MCHFP	20	0,00	7,67	<input type="checkbox"/>
Operation: 			PalletQty: 			
20	QCNTR Controlo Qualidade	KTL3	20	2,00	0,00	<input type="checkbox"/>
Operation: 			PalletQty: 			
30	SUBC Subcontratação Caetano Coatings, rev. auto é ind., S	SUBC	20	0,00	0,00	<input type="checkbox"/>

Nº Operação	Quantidade Operada	Nº Operação	Notícia	Valor da Operação	Observações