



Universidade de Aveiro
2020

Pedro Natário Manso **Otimização e balanceamento de linhas de produção:
Estudo de Caso na Renault CACIA**



Pedro Natário Manso

**Otimização e balanceamento de linhas de produção:
Estudo de Caso na Renault CACIA**

Relatório de Projeto apresentado à Universidade de Aveiro, para dar cumprimento aos requisitos necessários à obtenção de grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica do Professor Doutor João Reis, Professor Auxiliar Convidado na Faculdade de Engenharia da Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias.

o júri

presidente

Prof. Doutora Marlene Paula Castro Amorim
Professora Auxiliar, Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Nuno Filipe Rosa Melão
Professor Adjunto, Instituto Politécnico de Viseu

Prof. Doutor João Carlos Gonçalves dos Reis
Professor Auxiliar Convidado, Universidade de Aveiro

agradecimentos

Ao Professor Doutor João Reis, pelo apoio e orientação ao longo da realização deste trabalho.

Ao orientador da Renault Cacia, Engenheiro José Raimundo, por todo o acompanhamento que prestou no desenvolvimento do projeto de estágio e pela partilha do seu conhecimento.

A todos os meus amigos, que me ajudaram a percorrer esta etapa da minha vida académica e a desenvolver a nível pessoal.

À minha família, sobretudo pelos valores que me foram transmitidos e pela educação que me deram ao longo da vida.

Um agradecimento especial aos meus pais, por todas as oportunidades que me deram e sacrifícios que fizeram para que eu chegasse até aqui. E também um agradecimento especial ao Engenheiro Leonel Simões que também me acompanhou neste projeto e foi um exemplo como profissional e pessoa.

palavras-chave

Lean, Medição de Trabalho, Otimização, Balanceamento

resumo

Este relatório centra-se no estudo de tempos às quatro linhas de maquinação do Cone Crabot, de maneira a determinar quantos operadores por equipa seriam necessários para o processo produtivo com a implementação de uma nova linha, após o surgimento da necessidade do aumento da produção. Foram realizadas medições de tempos recorrendo ao método de Cronometragem apresentado por Stevenson após terem sido identificadas todas as tarefas realizadas pelos operadores, e percebido todo o processo produtivo. Depois dos dados recolhidos foi possível perceber que com a implementação da quinta linha seria necessária a contratação de um operador por equipa. No entanto, a contratação de mais um operador por equipa iria trazer elevados tempos de ociosidade ao processo produtivo por parte dos operadores. Através da análise dos dados foi possível evidenciar algumas tarefas que consumiam substancialmente mais tempo, assim que se percebeu quais as tarefas que mais contribuíam para as elevadas taxas de ocupação, procedeu-se à otimização das mesmas procurando sempre alterações viáveis. Por fim, foi através destas alterações que se pode evitar um cenário de 3 operadores por equipa, mantendo as taxas de ocupação entre os 80% e 85% exigidos pela Renault, e ainda poupando 120.000€ por ano.

keywords

Lean, Work Measurement, Optimization, Balancing

abstract

This report focuses on the study of times for the four Cone Crabot machining lines, in order to determine how many operators per team would be needed for the production process with the implementation of a new production line, after the need to increase production. Time measurements were made using the timing method presented by Stevenson after all the tasks performed by the operators were identified, and the entire production process was noticed. After the data collected it was possible to realize that with the implementation of the fifth line it would be necessary to hire one operator per team. However, the hiring of one more operator per team would bring high idle times to the production process on the part of the operators. Through the analysis of the data it was possible to show some tasks that consumed substantially more time, as soon as it was realized which tasks contributed the most to the high occupancy rates, we proceed to their optimization always looking for viable modifications. Finally, it was through these changes that a scenario of 3 operators per team could be avoided, keeping the occupancy rates between 80% and 85% required by Renault, and saving 120,000 € per year.

Índice

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Motivação e Contextualização do Projeto	1
1.2. Objetivos	3
1.3. Estrutura do Projeto	4
2. REVISÃO DE LITERATURA	6
2.1. LEAN	6
2.1.1. Origens do Lean	6
2.1.2. Lean Thinking	8
2.1.3. Princípios do Lean	9
2.1.4. Os Oito Desperdícios do Lean	10
2.2. LEAN TOOLS.....	13
2.2.1. Metodologia 5S.....	14
2.2.2. Balanceamento de Linhas de Produção	16
2.2.3. Standardized Work.....	17
2.2.4. Medição de trabalho	17
2.3. Ergonomia	22
2.3.1. Benefícios.....	23
2.3.2. Domínios.....	23
3. CASO PRÁTICO	26
3.1. Apresentação da Organização.....	26
3.1.1. Groupe Renault	26
3.1.2. Renault CACIA	26
3.1.3. Atelier 4.....	29
3.2. O Processo Produtivo	30
3.2.1. Funções Cone Crabot	30
3.2.2. Situação Geográfica	30
3.2.3. Descrição das Linhas de Maquinação do Cone Crabot	31
3.2.4. Dados Gerais	33
3.3. Estudo de Caso	34
4. Metodologia.....	36
4.1. Recolha e Análise de Dados	37
4.1.1. Descrição e Listagem de Tarefas	38
4.1.2. Recolha de Tempos das Máquinas.....	42
4.1.3. Recolha de Tempos das Tarefas dos Operadores.....	44
4.1.4. Classificação de Tarefas e Devida Análise.....	46

4.2. Diagnóstico de Situação Atual	49
4.2.1. Taxa de Ocupação dos Operadores	49
4.2.2. Diagrama de Pareto	51
4.3. Implantação 5ª Linha	53
4.4. Propostas	55
5. Considerações Finais	61
5.1. Conclusões	61
5.2. Trabalho Futuro	62
Bibliografia	63
Anexos	66

Índice de Figuras

FIGURA 1 - INSTALAÇÕES RENAULT CACIA	27
FIGURA 2: ATELIERS RENAULT CACIA	29
FIGURA 3: ZONA DO CONE CRABOT	30
FIGURA 4: FLUXOGRAMA DO PROCESSO PRODUTIVO	31
FIGURA 5: IMPLANTAÇÃO CONE CRABOT	33
FIGURA 6: IMPLANTAÇÃO 5ª LINHA	34
FIGURA 7: ARMAZENAMENTO DE TUBOS OP150	41
FIGURA 8: DISTRIBUIÇÃO DE TEMPOS	49
FIGURA 9: PROCESSO PRODUTIVO CONE CRABOT	50
FIGURA 10: TAXAS DE OCUPAÇÃO	51
FIGURA 11: DIAGRAMA DE PARETO	52
FIGURA 12: IMPLANTAÇÃO 5ª LINHA	53
FIGURA 13: CARTA DE CONTROLO	55
FIGURA 14: EXEMPLO DE PORTA FERRAMENTAS	58

Índice de Tabelas

TABELA 1: VALORES DE Z (STEVENSON, 2015)	19
TABELA 2: LISTA DE TAREFAS E RESPECTIVAS FREQUÊNCIAS	38
TABELA 3: CONTROLOS DE DIÂMETROS	39
TABELA 4: CONTROLOS DO DENTADO	40
TABELA 5: TEMPOS DE CICLO OPERAÇÕES	42
TABELA 6: CAPACIDADE PRODUTIVA DAS LINHAS	43
TABELA 7: TEMPOS DESLOCAÇÕES	45
TABELA 8: TEMPOS DE CICLO TAREFAS	46
TABELA 9: CLASSIFICAÇÃO DAS TAREFAS	47
TABELA 10: TIPOS DE TEMPOS DE CICLO	48
TABELA 11: SOMATÓRIO DAS FAMILIAS DE TEMPOS	48
TABELA 12: TAXAS DE OCUPAÇÃO	50

TABELA 13: TEMPOS DE CICLO E ACUMULATIVO	52
TABELA 14: ALARGAMENTO DE FREQUÊNCIAS E RESPETIVOS TEMPOS DE CICLO	59
TABELA 15: ATUALIZAÇÃO DAS TAXAS DE OCUPAÇÃO APÓS IMPLEMENTAÇÃO DA PROPOSTA	59

Abreviaturas, siglas e acrónimos

AGV - Automated Guided Vehicle

APW - Alliance Production Way

AT - Atelier

CMD - Centro de Medição de Dentado

Cmin - Centésimo de Minuto

DLI - Departamento de Logística Industrial

FOS - Folha de Operação Standard

JIT - Just in Time

MOD - Mão de Obra Direta

NVA - Valor Não Acrescentado

OP - Operação

PA - Produto Acabado

SPR - Sistema de Produção Renault

Tcy - Tempo de Ciclo

TPS - Toyota Production System

UET - Unidade Elementar de Trabalho

VA - Valor Acrescentado

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

- Motivação e Contextualização do Projeto
- Objetivos
- Estrutura do Relatório

1. INTRODUÇÃO

1.1. Motivação e Contextualização do Projeto

O presente projeto foi desenvolvido na empresa Renault CACIA ao longo de 8 meses no âmbito do estágio curricular do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial da Universidade de Aveiro. A Renault CACIA é uma empresa que pertence ao Grupo Renault e que produz atualmente caixas de velocidades e vários componentes mecânicos para motores.

Atualmente assistimos a uma intensa competição nos mercados globais, resultante da crescente globalização, isto devido ao desenvolvimento tecnológico, meios de transporte e tecnologias de informação (Antoniolli et al. 2017). Assiste-se a um aumento da exigência por parte dos clientes, pois estes têm cada vez mais opções de escolha fazendo com que a procura de bens de excelência aumente a um preço mais baixo (Simaria et al., 2010). As empresas têm assim cada vez mais a necessidade de aproveitar ao máximo os seus recursos, procurando otimizar e reduzir custos de produção, procurando também aumentar a qualidade dos seus produtos, maximizando assim os seus lucros (Nallusamy, et al., 2017).

Para que as empresas se mantenham e cresçam nos mercados atuais é essencial que haja um controlo rigoroso dos desperdícios. Quando se diminui desperdícios, diminui-se o custo de produção e cria-se a oportunidade de aumentar disponibilidade de capital para investimento, aumentar a rentabilidade e ainda adquirir presença e vantagem competitiva no mercado (Antoniolli, et al. 2017). Para se obter produtos ao menor custo possível, mantendo sempre os níveis de qualidade exigidos, é fundamental encontrar os melhores métodos de melhoria e otimização de processos de fabrico (Nallusamy et al., 2017).

Sendo então a indústria automóvel uma indústria competitiva e exigente, a Renault CACIA tem a necessidade de aplicar diversas técnicas e ferramentas de melhoria continua e otimização de recursos, de modo a criar e melhorar processos que contribuam para uma otimização da sua produção e qualidade dos seus produtos.

É neste contexto que surge o Lean, uma filosofia que pode ser aplicada em diversos setores industriais. O Lean é uma filosofia de gestão e liderança que tem como principais objetivos a constante eliminação de desperdícios, criação de valor, otimização dos processos, identificando e eliminando atividades que não acrescentam valor, e na qual os colaboradores da empresa são considerados os recursos mais valiosos (Mostafa, Dumrak, e Soltan, 2013). Para que seja bem-sucedida é necessário adotar um conjunto de métodos e ferramentas que apoiem a melhoria contínua e a redução de desperdícios (Wagner, Herrmann, and Thiede 2017).

Iremos também abordar o conceito de balanceamento de linhas de produção, que procura alocar tarefas aos vários postos de trabalho de maneira a que o tempo ocioso seja minimizado, tentando distribuir o trabalho de forma igual por todos os operadores precisos na linha (Shingo, 1985). Procura desenvolver ações que assegurem que a produção é feita de forma a evitar ociosidade, devido ao tempo de espera durante o processo produtivo, e desperdícios causados por stocks intermédios, assegurando assim uma produção contínua e nivelada (Rother e Harris, 2001). Tem também como objetivo reduzir os efeitos do gargalo da produção, posto de trabalho ou recurso que se identifica por ser a etapa mais lenta em todo o processo produtivo, procurando aumentar a produtividade e a eficiência da linha (Rother et al., 2001).

Outro conceito que será abordado neste projeto é o estudo dos tempos, sendo esta uma ferramenta de grande importância que nos permite avaliar performances dos trabalhadores e realizar posteriormente um planeamento das necessidades de mão de obra e também determinar capacidades das linhas de produção (Shingo, 1985).

Serão então apresentadas algumas propostas de melhoria, tendo sempre em conta a filosofia Lean, em diversas linhas de produção da Renault CACIA, depois de ser proposto um estudo de tempos num processo produtivo do Departamento de Componentes Mecânicos. Este estudo servirá para determinar taxas de ocupação dos operadores e para perceber a natureza das tarefas que estes realizam. Depois de percebido todo o processo produtivo e as tarefas que se elaboram irá ser realizado o balanceamento de linhas para a implantação de uma nova linha de maquinaria do processo produtivo.

Para os problemas identificados foram então expostas alternativas de maneira a oferecerem melhorias nas linhas de produção da Renault CACIA. Este trabalho envolverá a aplicação de métodos e ferramentas Lean de modo a atingir os objetivos delineados para os problemas de balanceamento de linhas de produção.

1.2. Objetivos

De um modo geral, irá ser elaborado o estudo e a implementação de diversas técnicas e ferramentas de melhoria contínua.

Os objetivos deste projeto são essencialmente o estudo e resolução de problemas de balanceamento de linhas de produção, tendo em consideração o orçamento apresentado pela empresa. Será feita uma análise ao comportamento das linhas de produção recolhendo toda a informação necessária, desde meios de produção a todos os fatores que possam condicionar a boa performance da linha, analisando também dados referentes a avarias e paragens. Pretende-se sobretudo identificar postos/recursos gargalo e analisar a atividade dos operadores, procurando essencialmente reduzir o custo de produção por peça.

Terá como um dos objetivos principais a determinação do número de operadores por equipa num processo produtivo que ao qual será implementada uma nova linha de maquinação, através do cálculo da taxa de ocupação dos mesmos. Vamos estudar assim as atividades dos operadores nos diversos postos para que posteriormente se apresentem propostas de melhoria do processo e se realize o balanceamento da linha, agrupando tarefas individuais o mais uniformemente possível de modo a formar conjuntos e distribuí-los por cada posto de trabalho, determinando o número mínimo de postos de trabalho.

A implementação e avaliação do estado de referência 5S também será um dos pontos chave deste projeto, procurando aperfeiçoar aspetos como organização, limpeza e padronização. Terá também objetivos adicionais tais como definição de implantações, planear melhorias para um novo layout, e definição de fluxos e meios de movimentação, procurando depois a subida em cadência da produção.

1.3. Estrutura do Projeto

Este relatório está dividido em cinco capítulos: Introdução, Revisão de Literatura, Caso Prático, Metodologia e Conclusões.

O primeiro capítulo, que corresponde à introdução, foi elaborada a motivação e contextualização do projeto, expostos os objetivos e por fim a presente estrutura do projeto.

No segundo capítulo encontra-se a revisão de literatura que serve como base teórica para todo o relatório de estágio, tendo como objetivo a familiarização com determinados conceitos evidenciando também métodos e ferramentas que serão utilizados, estendendo assim a compreensão dos problemas e sustentando os resultados apresentados.

Em relação ao terceiro capítulo, é feita uma apresentação da organização, e de seguida, mais especificamente, do Atelier 4 e dos processos produtivos que dizem respeito ao relatório desenvolvido.

Posteriormente, no quarto capítulo, é feita uma descrição da metodologia adotada para a resolução dos problemas em questão, e também é onde se encontram os resultados obtidos e a análise dos mesmos.

E por fim, no quinto e último capítulo são apresentadas as conclusões do projeto desenvolvido, algumas limitações na sua realização, e algumas propostas para trabalhos futuros.

CAPÍTULO 2 – REVISÃO DE LITERATURA

- Filosofia Lean
 - Origem dos Lean
 - Lean Thinking
 - Princípios Lean
 - 8 Tipos de desperdício
- Ferramentas Lean
 - Metodologia 5S
 - Standardized Work
 - Balanceamento de linhas
 - Medição de Trabalho
- Ergonomia
 - Benefícios
 - Domínios

2. REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo é exposta toda a revisão de literatura que servirá de suporte teórico ao trabalho realizado ao longo do projeto. Numa primeira fase, é importante realizar uma boa revisão de literatura de maneira a compreender os assuntos relacionados com o tema do projeto. Posto isto, foi então efetuada uma pesquisa e recolha de informação de artigos científicos e livros publicados que dizem respeito aos problemas que serão abordados.

2.1. LEAN

2.1.1. Origens do Lean

No princípio do século XX, depois do final da Primeira Grande Guerra Mundial, Henry Ford impulsionou um dos maiores avanços industriais da história ao revolucionar a indústria automóvel. Estabeleceu um novo sistema de trabalho denominado de produção em massa. Após a idealização e concretização do sistema de Ford, o fabrico de produtos passa a acontecer numa escala mais alargada e com isso a redução nos custos unitários da empresa foi visivelmente percecionado. Mas, devido a uma necessidade de investimento elevada e uma acentuada manutenção de novas máquinas, um acréscimo nos níveis de stock e também a falta de variedade nas peças manufaturadas, vieram expor algumas debilidades que este sistema vinha apresentando até então (Womack, Jones & Roos, 2007).

Após a Segunda Guerra Mundial foi desenvolvido um novo sistema, o Toyota Production System, que se baseia nos princípios de Henry Ford (Ikatinasari and Kosasih, 2018).

A grande impulsionadora do desenvolvimento desse novo sistema e dos fundamentos básicos da filosofia Lean foi a empresa japonesa Toyota Motors Corporation (TMC), que quando procurava ultrapassar as dificuldades que surgiram após a segunda grande guerra mundial desenvolveu o Toyota Production System (TPS) (Womack et al., 2007).

Devido à escassez de recursos materiais, mão-de-obra e de capital, o Toyota Production System optou por uma política de redução de desperdícios como uma

meta a atingir, procurando reduzir custos e aumentar também a sua produtividade através de sistemas de produção mais eficientes (Behrouzi and Wong 2011).

Decidiram então experienciar um novo caminho e adotando esta nova abordagem, passando desta maneira a reduzir setups e stocks, produzindo pequenos lotes e focando esforços na qualidade (Womack et al., 2007).

Nesta altura as várias organizações industriais possuíam níveis de produtividade muito baixa, e isto levou a Toyota a transformar a forma como geria as suas operações, de maneira a atingir níveis elevados de desempenho comparativamente aos seus concorrentes. Este novo sistema criado pelos dirigentes da Toyota surgiu então para elevar a sua competitividade em relação às grandes indústrias de produção massificada, instaladas em alguns países europeus e nos Estados Unidos da América (Shingo 1989).

Para Liker (2004), o foco do Toyota Production System consiste em linhas de produção que possuem flexibilidade e que facilmente se adaptam a variações da procura conservando os fluxos contínuos de produtos. Este inovador sistema de produção sustenta-se em dois pilares fundamentais: just-in-time e jidoka. Just-in-time consiste em produzir apenas aquilo que é requisitado pelo cliente e jidoka consiste na automação de maquinaria (Liker 2004).

A empresa concebeu tal sistema de gestão com a finalidade de dotar os colaboradores de métodos e ferramentas simples e eficazes, que quando utilizados de maneira correta permitiam encontrar soluções de melhoria, um sistema que marca, de forma inextinguível, o desenvolvimento do Lean Thinking (Behrouzi and Wong 2011). A Toyota superou assim a sua carência de recursos, considerada inicialmente um obstáculo, tornando-a numa oportunidade para alcançar o patamar de reconhecimento mundial na industrial automóvel, uma indústria extremamente competitiva (Behrouzi and Wong 2011).

Nasce assim uma nova filosofia, que tal como a anterior, teve origem após uma grande guerra, neste caso a segunda guerra mundial, que provocou uma escassez em termos de recursos, tanto materiais como humanos (Womack et al., 2007).

O termo “Lean” é uma área de pesquisa acadêmica que teve muita atenção no início da década 90. Krafick (1988) introduziu este termo pela primeira vez na sua tese de mestrado (Danese, Manfè & Romano, 2018). Contudo, foi graças ao livro best-seller “*The Machine that Changed the World*” (Womack & Jones, 1990) que o termo “Lean” se tornou popular para interpretar o sistema de produção da Toyota (TPS) como um novo paradigma de fabricação, descrevendo-o como um sistema de produção altamente eficiente que utiliza o mínimo de recursos de maneira a produzir o mesmo, ou até mais, que a produção em massa aplicada por Henry Ford, mantendo a qualidade dos produtos (Melton 2005).

Esta filosofia, que tão bem estabelecida entre as empresas está, passou a ser adotada por outros setores, como a construção e saúde, tornando-se assim polivalente no seu conceito (Pinto, 2014).

2.1.2. Lean Thinking

O Lean pode ser descrito essencialmente como uma filosofia e um conjunto de técnicas e ferramentas que auxiliam na identificação e eliminação de desperdícios que se encontram nas diversas atividades de uma organização (Wagner et al., 2017).

Originalmente, o Lean focava-se apenas na eliminação de desperdícios, mas com o passar do tempo começou a abranger todas as fases do ciclo de vida do produto, desde o seu desenvolvimento até à sua distribuição, envolvendo colaboradores das diferentes áreas de trabalho das organizações (Mrugalska & Wyrwicka 2017). De acordo com o Lean Thinking qualquer utilização de recursos que não acrescenta valor para o cliente deve ser mudada ou eliminada. O Lean, de um modo geral procura identificar e eliminar desperdícios de modo a aumentar a qualidade e reduzir custos (Powell et al. 2014)

Para aplicar esta filosofia temos de tomar a perspetiva de cliente e perceber e saber reconhecer que enquanto clientes, só uma pequena parte do tempo despendido e do trabalho realizado de uma organização adiciona valor ao produto final. Depois de, numa perspetiva de cliente final, definir-se o valor de um produto ou serviço, qualquer atividade que não acrescente valor (desperdício) deve ser devidamente identificada e suprimida de maneira gradual. Possibilitando assim a redução de custos e ao mesmo tempo negócios mais competitivo no mercado (Pinto, 2014)

Esta filosofia de gestão é reconhecida em todo o mundo como uma filosofia poderosa e eficaz capaz de criar e preservar riqueza organizacional. Orienta sistemas e pessoas, alinhando diretrizes de negócio, de maneira a garantir um fluxo contínuo de valor até ao cliente, oferecendo mais valor para o cliente, eliminando desperdícios e deficiências nos processos (Williams and Sayer, 2007).

2.1.3. Princípios do Lean

Segundo J. Womack e Jones (2003) o principal fator que permite o fluxo de valor é identificar esse mesmo valor juntamente com a cadeia de valor. Isto é, fazer uma análise objetiva do produto e das suas características (design, ordem, corpo do produto) tendo-o sempre em consideração na sua “viagem”, ou seja, desde o começo até ao termo do seu processamento, tal como efetuaram Rahani e Al-Ashraf (2012).

Numa segunda fase, pretende-se ultrapassar barreiras tradicionais de empregos, carreiras, funções (cuja organização é frequentemente constituída e dividida por departamento) e empresas, removendo obstáculos que possam impedir o um fluxo fluído e contínuo de um determinado produto ou de uma determinada cadeia de produtos específicos.

O passo final, para que o processamento possa decorrer fluidamente e limpamente e para que os produtos não fiquem descaracterizados ou de alguma forma danificados, será o da descontinuação de práticas antigas de trabalho e substituí-las por instrumentos que aumentem a procedência do processamento dos produtos. Isso faz-se com a eliminação de pausas, regressões e detritos que possam existir.

Os dois autores mencionados, J. Womack and Jones (2003), referem na sua obra os 5 princípios fundamentais para que uma empresa possa implementar a filosofia Lean. São eles:

Identificar valor – Os produtos valem aquilo que os clientes estiverem dispostos a dar por eles, e é por isso necessário que as empresas criem condições para que esses produtos possam chegar ao cliente final de acordo com as suas expectativas e/ou necessidades (J. Womack and Jones 2003).

Mapeamento da cadeia de valor – Este princípio consagra a importância de atentar a todas as incidências da cadeia de produção de determinado produto, para

que este seja consistente e garanta qualidade e confiança ao consumidor final (J. Womack and Jones 2003). Segundo Rother e Shook (2003), existem dois tipos de fluxos distintos: o fluxo de produção e o fluxo de projeto. O primeiro refere-se ao fluxo do produto desde a entrada de matéria-prima até à entrega ao cliente final, e o segundo refere-se ao fluxo do produto desde a concepção até ao seu lançamento.

Criação de fluxo – A realização de um processamento de produtos fluido e contínuo, desde o seu primórdio até a entrega ao cliente. É necessário que o fluxo seja livre de obstruções e paragens incômodas e com isso garantir uma redução de custos (J. Womack and Jones 2003).

Estabelecer o sistema pull – É uma filosofia na produção de um produto que impele as empresas a apenas fornecer determinado produto quando existe uma sinalização de que esse produto é necessário (J. Womack and Jones 2003).

Procura da perfeição – O ato da diminuição do desperdício, ou da sua completa eliminação se assim for possível e como consequência da maximização do valor para o cliente. (J. Womack and Jones 2003).

Posteriormente Pinto (2014) questionou-se sobre estes cinco princípios elaborados por Womack & Jones (2003). Apercebendo-se que, não só apenas têm em conta as necessidades e as expectativas dos clientes, deixando de fora interesses de outros elementos valiosos das empresas como os restantes stakeholders, mas também argumenta que esses fundamentos não se interessam em criar puro valor, pois deixam de fora a originalidade da inovação de produtos, serviços ou processos.

Estas críticas foram procedentes e julgadas como um pensamento de reflexão e revisão aos 5 princípios pela Comunidade Lean Thinking. O resultado que daí adveio foi a alteração dos princípios “Criar valor” e “Definir a cadeia de valor” para os princípios “Definir o(s) valor(es)” e “Definir a(s) cadeia(s) de valor”, respetivamente e ainda o estabelecimento de dois novos princípios que complementem tal filosofia para que não se tire da equação certos aspetos fundamentais: “Conhecer os stakeholders” e “Inovar sempre” (Pinto, 2014).

2.1.4. Os Oito Desperdícios do Lean

Segundo Ikatrinasari e Kosasih (2018) desperdícios são formas de desperdícios que não agregam valor e tendem a prejudicar tanto na indústria, dificultando

operações e prejudicando assim a empresa, como nos serviços, provocando perdas de fidelidade, perdas de confiança dos clientes, redução de lucros e que afetam na imagem corporativa aos olhos do público.

O ponto de partida de uma produção Lean é o valor. O valor é a utilidade inerente ao produto em termos do consumidor final (Klochkov & Gazizulina 2018). O produto é criado pelo fabricante a partir de uma série de ações: algumas dessas ações acrescentam valor do ponto de vista do consumidor, e as demais são simplesmente necessárias de acordo com a organização do processo produtivo. De maneira a determinar o valor de uma ação, é necessário perguntar ao cliente final se ele está pronto para pagar ao fabricante por esta ação (Klochkov and Gazizulina 2018).

Tudo o que não agrega valor ao consumidor deve ser classificado como desperdício e deve ser eliminado. Uma produção Lean significa identificar e eliminar esses desperdícios, e a primeira parte desta tarefa é a detecção de perdas, que muitas vezes não é menos complexa que a segunda, a sua eliminação (Melton 2005).

Para os autores Taj & Berro (2006), 70% a 90% dos recursos disponíveis de uma empresa sofrem algum tipo de perda durante o processamento de produtos. E isto, segundo os mesmos autores, é comum à grande maioria das companhias. Nem as melhores companhias que aplicam a filosofia Lean escapam de um desperdício de recursos, com uma taxa de desperdício à volta dos 30%. É ainda teorizado que, a cada organização que tencione adotar esta filosofia Lean deve recair o ónus de encontrar uma forma que melhor se adeque às suas características. Porque, como Taj e Berro referem, não existe uma “empresa-modelo” ou um modelo uniformemente reconhecido como superior.

Neste espectro do desperdício, estão definidas sete categorias. Delineadas a partir de uma investigação de Ohno e Shingo, à empresa Toyota e o seu sistema de produção (TPS), algo mencionado por Pinto (2014).

Excesso de produção – É algo visível quando há uma produção acentuada na quantidade, relativamente à ordem de fabrico seguinte. Isto é, não existe uma adequação da produção à procura (Hicks 2007).

Esta é para Pinto (2014), a categoria mais premente das sete, pois não só estamos perante um problema de desperdício nos produtos, como são criadas questões problemáticas no termo do processo, tais como, as questões da excessividade de matérias-primas; o aumento exponencial de stock irrelevante e a rigidez no planeamento, e ainda, poder ocorrer em prejuízo devido ao estorvo das linhas de processamento com tarefas inócuas que pode por em causa a satisfação do cliente com atrasos.

Excesso de inventário – Fundamento proporcionalmente ligado ao excesso de produção, que vai causar despesas acrescidas e ocupação desnecessária de materiais que não serão utilmente utilizados (Pinto, 2014). Contudo, é recomendado um juízo aos motivos que proporcionaram esse excesso antes de se proceder à supressão desse excesso existente (Karlsson and Åhlström 1996).

Tempos de espera – Prende-se com o tempo desperdiçado pela mão-de-obra humana ou industrial quando se espera por ordens e pode dever-se a variados fatores, tais como: fluxo obstruído; problemas de layout; atrasos com entregas de fornecedores; capacidade não sincronizada com a procura e grandes lotes de produção (Klochkov and Gazizulina 2018).

Transporte – Apesar de ser um instrumento crucial em algumas empresas, não é algo que acrescente o valor do produto (Karlsson and Åhlström 1996). Este instrumento, para além do espaço ocupado e do incremento no tempo de fabrico, podem danificar o produto (Pinto, 2014).

Caso seja um instrumento essencial, que não se possa remover de maneira alguma, é premente uma revisão aos layouts, uma modificação do plano de operações e ainda, se possível, o estabelecimento de modos de transporte mais flexíveis (Pinto, 2014).

Processamento – Quantidade excessiva de matéria-prima, trabalho em processamento, produtos acabados, peças de reposição armazenadas são comuns. Perdas ocultas em stocks estão repletas de uma série de problemas de qualidade, trabalho ou problemas de planeamento de produção, prazos de entrega excessivos, problemas com fornecedores, etc. Conter reservas excessivas, congelar capital e exigir o pagamento de juros bancários, é demasiado caro. Excesso de stock reduz o

retorno de investimentos em mão de obra e matéria-prima (Klochkov and Gazizulina 2018).

Movimento – Movimentos desnecessários na execução do trabalho é a principal tarefa dos especialistas na organização científica do trabalho (Klochkov and Gazizulina 2018)

Produtos defeituosos – Este é o fundamento que mais consequências graves acarreta para a organização. Surgem maioritariamente devido a padrões na operação que não funcionam, ou não existem e a execuções erradas pelos trabalhadores. Como consequência, os produtos terão de ser reparados, o que acarreta mais despesas desnecessárias para a empresa (recursos, tanto materiais como humanos) e ainda na ótica do cliente, se o produto sair defeituoso da fábrica, isso pode levar não só à perda de clientes, mas também a custos adicionais (garantias, devoluções) e a uma “má-imprensa”, isto é, uma descida na reputação da organização (Pinto, 2014).

Pode ser ainda identificado um oitavo desperdício. Este desperdício diz respeito aos recursos humanos que são subutilizados, podendo assim contribuir para uma diminuição de produtividade. Refere-se à falta de aproveitamento das capacidades cognitivas dos trabalhadores e do seu potencial, o que faz com que não se maximize ideias e melhorias que estes possam contribuir (Avikal et al. 2013).

2.2. LEAN TOOLS

O Lean é um conjunto de métodos e ferramentas que permitem a identificação e eliminação de desperdícios, sendo estas uma representação do Lean numa forma de implementação (Mostafa, Dumrak, and Soltan 2013).

São muitas as ferramentas Lean que podem ser utilizadas para a redução de desperdícios e para a melhoria contínua. Neste ponto serão descritas três ferramentas a serem utilizadas neste trabalho: medição de trabalho, balanceamento de linhas de produção e 5S. Estas ferramentas servirão de suporte para o trabalho proposto pela Renault CACIA, que nos permitirão perceber o tempo de execução das tarefas dos operadores, realizar uma distribuição das mesmas após a implementação de uma nova linha e por fim manter o local de trabalho limpo e organizado.

2.2.1. Metodologia 5S

Os 5S, é uma metodologia que tem como objetivo diminuir desperdícios promovendo a otimização da produção e da sua qualidade (Jiménez et al. 2015). É uma metodologia que promove a organização no trabalho garantindo resultados consistentes, sendo este, frequentemente uma das primeiras metodologias que organizações Lean empreendem (Bayo-Moriones, Bello-Pintado, & de Cerio 2010).

Baseia-se no pressuposto de que a ordenação, a organização, a limpeza, a uniformização e a disciplina são fundamentais para que se atinja qualidade elevada na produção e nos serviços (Omogbai and Salonitis 2017).

O seu propósito é a melhoria de vários aspetos desde a produtividade à qualidade diminuindo assim defeitos, custos e acidentes, e aumentar a segurança no local de trabalho, podendo também aumentar a motivação dos recursos humanos (Bayo-Moriones et al., 2010).

Os 5S: seiri, seiton, seiso, seiketsu e shitsuke; são as cinco etapas da organização do local de trabalho desenvolvidas no contexto da manufatura (Imai 2012). O autor descreve-os da seguinte maneira:

Seiri: Distinguir entre itens necessários e desnecessários no gemba (local de trabalho), e seguidamente, descartar os itens desnecessários. Itens que não têm utilidade, nenhum uso futuro aparente e nenhum valor intrínseco são itens desnecessários. Itens que não serão necessários nos próximos 30 dias, mas que podem ser necessários em algum momento no futuro, são movidos para os seus lugares de direito (como o armazém). O material em processo que excede as necessidades do gemba deve ser enviado para o armazém, ou de volta para o processo responsável pela produção do excedente. Esta eliminação permite a libertação do espaço de trabalho e o aumento da flexibilidade do uso da área de trabalho. O Seiri também pode ser aplicado a cada indivíduo. Por exemplo, no caso de itens nas gavetas de escritório, em primeiro lugar, deve-se classificar os itens por utilização. Após a classificação, é necessário dividi-los por gavetas. O número de itens na gaveta deve ter limite. De seguida, os itens desnecessários são colocados

na área de armazenamento. Este processo desenvolve a autodisciplina, melhora a manutenção de registos e aumenta a capacidade de trabalho eficaz (Imai 2012).

Seiton: Organizar de forma ordenada todos os itens restantes após a etapa anterior. Seiton significa classificar e limitar o número itens de acordo com a sua utilização, e organizá-los, em prol da minimização de tempo e esforço (Imai 2012).

Seiso: manter as máquinas e o ambiente de trabalho limpo. Seiso remete para a higienização do ambiente de trabalho, incluindo máquinas, ferramentas, superfícies e outras áreas de interesse (Imai 2012).

Seiketsu: Estender o conceito de higiene para o próprio e praticar continuamente as três etapas anteriores. Seiketsu refere-se à higienização tanto do meio empresarial, como também do indivíduo. Assim, o trabalhador deverá utilizar equipamento apropriado à função, num ambiente de trabalho limpo e saudável. Por outro lado, uma distinta interpretação deste conceito é a implementação assídua dos outros constituintes da filosofia dos 5S (Imai 2012).

Shitsuke: Implementar a autodisciplina e criar o hábito da envolvimento dos 5S ao estabelecer normas. Shitsuke refere-se a autodisciplina. Shitsuke fundamenta-se no princípio de que os indivíduos que praticam as etapas anteriores diariamente no horário laboral, adquirem autodisciplina (Imai 2012).

A filosofia dos 5S inicia-se pelo desfasamento de elementos acessórios à atividade (seiri). De seguida, prossegue-se à organização dos demais elementos, isto é, os itens necessários à atividade (seiton). Posteriormente, a envolvente laboral deverá ser higienizada e limpa para a execução de tarefas (seiso). Numa base contínua, as três etapas devem ser empregues (seiketsu), para que cada indivíduo adquira essas condutas num universo diário, na esfera empresarial (shitsuke) (Imai, 2012).

Assim, o princípio kaizen dos 5S refere-se a cinco palavras de origem japonesa, que constituem uma boa organização no local de trabalho. Atualmente, a prática dos 5s tornou-se quase imperativo para qualquer empresa envolvida na manufatura (Imai 2012).

De acordo com Omogbai e Salonitis (2017), a ferramenta 5S do lean é célebre por aprimorar o desempenho do sistema.

A falta de 5S no gomba (local de trabalho) deve ser considerada um indicador visual de ineficiência, de muda, de autodisciplina insuficiente, de baixa moral, de baixa qualidade, de custos altos e de incapacidade de cumprir os prazos de entrega (Imai 2012).

Como refere Imai (2012), a avaliação do cumprimento das etapas dos 5S pode ser realizada pelo próprio, por um consultor especialista, por um superior, em grupo pelos agentes anteriormente mencionados, e pela competição entre grupos de trabalhadores.

A dimensão de uma empresa, o tipo de produto, a formação de trabalhadores e a atitude das organizações face à melhoria continua são aspetos que influenciam a implementação e o desempenho desta metodologia (Omogbai and Salonitis, 2017).

2.2.2. Balanceamento de Linhas de Produção

O balanceamento de linhas como uma ferramenta Lean é utilizada para equilibrar a carga de trabalho entre os operadores (Nallusamy & Saravanan, 2016). É uma ferramenta que visa melhorar a produtividade e alcançar uma melhor utilização dos recursos. Esta permite também equilibrar a carga de trabalho entre os trabalhadores e reduzir processos de NVA (valor não acrescentado) para chegar ao produto final usando eficazmente todas as máquinas (Suganthini Rekha, Periyasamy & Nallusamy, 2016).

O objetivo de balancear uma linha de produção é distribuir tarefas ou equipamentos por operadores segundo a sequência de produção que tem de ser feita, eliminando o máximo de tempo inativo nos operadores e stocks intermédios e assim proteger a linha de flutuações do mercado e ainda diminuir os esforços físicos dos operadores (Nallusamy & Saravanan, 2016).

Para se elaborar o balanceamento é necessário primeiramente perceber e estruturar todas as tarefas efetuadas pelos operadores em todo o processo produtivo (Lam et al. 2016).

2.2.3. Standardized Work

Tal como todas as ferramentas e métodos do Lean, a padronização do trabalho tem como objetivo a minimização de desperdícios e maximizar a performance dos trabalhadores (Pereira et al. 2016).

Standard Work pode ser definido como a melhor forma, conhecida até ao momento, para a execução do trabalho, assumindo que seja a maneira mais segura e eficiente de o fazer, indo simultaneamente de encontro aos níveis de qualidade requeridos. A normalização do trabalho é um processo cujo objetivo é Kaizen (melhoria), sendo um processo que nunca acaba (Johansson et al. 2013). Como o ser humano é um ser criativo, quando deparado com um caso de trabalho não normalizado pode fazê-lo de maneira diferente e errada, e por isso não deve existir margem para a improvisação (Míkva et al. 2016).

Deve-se padronizar para estabilizar o processo, antes que melhorias possam ser feitas. Onde não há padrão, não pode haver melhoria, isto porque com standards definidos é possível medir, estabelecendo um processo do qual se depende podendo assim perceber maneiras de o melhorar e de saber se já foi melhorado ou não (Pereira et al. 2016).

2.2.4. Medição de trabalho

A medição de trabalho determina o tempo que demora para concluir uma determinada tarefa, o que é essencial para retirar informação sobre variados fatores, nomeadamente o planeamento de horários ou os custos associados ao labor (Kumar & Suresh, 2008). Além disso, a medição de trabalho é uma ferramenta essencial para os trabalhadores, que poderão avaliar quanto tempo demora a desempenhar uma dada tarefa em condições típicas (Kumar & Suresh, 2008).

Por sua vez, o tempo standard é o período que um trabalhador qualificado demorará a desempenhar uma tarefa específica, a um ritmo sustentável e eficiente, munindo-se, para tanto, de métodos, matérias primas, ferramentas e equipamentos próprios para tal, além de um local de trabalho apropriado. Uma alteração em algum destes fatores será suficiente para alterar as exigências de tempo – assim, quando

se justifique, poderão realizar-se estudos, com o objetivo de atualizar o tempo standard (Heizer, Render & Munson, 2016).

Deste modo, existem vários métodos para avaliar o tempo standard, a saber: estudo de tempo cronometrado, estudo do historial da empresa; estudo de dados predeterminados e estudo de amostra (Stevenson 2015).

2.2.4.1. Cronometragem

Este é um método utilizado em várias atividades, nomeadamente em empresas de distribuição, armazéns, *call centers*, hospitais, entre muitos outros, sendo especialmente adequado para tarefas repetitivas e de curta duração.

Segundo este método, para obter um tempo standard, estuda-se um determinado trabalhador, durante vários ciclos da realização de uma dada tarefa, aplicando-se, posteriormente, a todos os trabalhadores que desempenhem o mesmo ofício. Isto, segundo o seguinte esquema (Stevenson 2015):

1. Definir a tarefa em apreço e informar o trabalhador a ser estudado;
2. Determinar o número de ciclos a analisar;
3. Cronometrar a tarefa e avaliar o desempenho do trabalhador;
4. Calcular o tempo standard para a realização da tarefa.

Será de ressaltar que o analista que proceder a este estudo deverá estar familiarizado com o trabalho, pois que só assim poderá avaliar a eficiência do trabalhador e ainda prevenir que este último manipule as tarefas, por forma a concluí-las num período mais extenso do que o necessário.

Além disso, a familiarização com a tarefa permitirá ao analista dividi-la em elementos de curta duração, por forma a avaliar o tempo despendido com cada um deles. Isto é essencial por vários motivos: primeiro, porque há elementos que não são realizados em todos os ciclos; segundo, porque a proficiência do trabalhador pode variar consoante os diferentes elementos constituintes da tarefa; em terceiro lugar, porque essa divisão permitirá a criação de um arquivo com a duração da realização de cada elemento, que poderá ser utilizado para determinar os tempos de outras tarefas (Stevenson, 2015).

Relativamente à determinação do número de ciclos a estudar, esta depende de três fatores: da variação de tempos observados; da precisão desejada e do nível de confiança da estimativa do tempo de trabalho. Muitas das vezes, a precisão pretendida é expressa através de uma percentagem da média dos tempos observados. O tamanho da amostra de maneira, de acordo com a precisão e a confiança desejada pode ser determinada através da seguinte fórmula (Stevenson 2015):

$$n = \left(\frac{Z * s}{a * \bar{x}} \right)^2$$

Sendo:

- Z: o número do desvio normal para o nível de confiança desejado;
- s: o desvio padrão da amostra;
- a: a precisão desejada;
- \bar{x} : média dos tempos observados;

Os valores de Z podem ser consultados da tabela demonstrada por Stevenson (2015):

Desired Confidence (%)	Z Value
90	1.65
95	1.96
95.5	2.00
98	2.33
99	2.58

Tabela 1: Valores de Z (Stevenson, 2015)

Segundo Stevenson (2015) é fundamental definir inicialmente um número de observações inicial para que posteriormente se determine o numero de medições necessário, este recomenda entre 10 a 20 medições.

O tempo observado é a média dos tempos cronometrados. De notar que, quando um determinado elemento não seja realizado em todos os ciclos, o seu tempo de duração média deverá ser determinado separadamente e ser, posteriormente, incluído no tempo observado (Stevenson 2015).

$$OT = \frac{\sum xi}{n}$$

Sendo:

- OT: o tempo observado;
- $\sum xi$: o somatório das cronometragens;
- n : o número de observações;

O tempo normal é o tempo observado, ajustado ao desempenho do trabalhador. Poderá ser calculado multiplicando-se o tempo observado pela avaliação do desempenho (Stevenson 2015).

$$NT = OT * PR$$

Sendo:

- NT: o tempo normal
- PR: o ritmo de desempenho

A razão para incluir este fator decorre do facto de que o trabalhador sob estudo pode estar a trabalhar a um ritmo diferente do normal, de forma deliberada, para atrasar o ritmo, ou porque as suas capacidades naturais diferem da norma. Por esse motivo, o analista atribui uma determinada avaliação de desempenho, por forma a ajustar o tempo observado a um ritmo “médio”. Assim, uma avaliação considerada normal é 1.00, o que significa que uma avaliação de desempenho de 0.9 indica que o ritmo é 90% normal. Por sua vez, uma avaliação de 1.05 indica que o ritmo é ligeiramente mais rápido que o normal (Stevenson, 2015).

Quando se avalia o desempenho, o analista irá comparar o observado com o seu próprio conceito de desempenho normal – ainda que essa noção de “normal” seja subjetiva e, nesse sentido, passível de interpretação. Para que se consiga ultrapassar

essa subjetividade, obtendo-se uma maior consistência nas avaliações de desempenho, poder-se-á recorrer a um segundo analista (Stevenson, 2015).

2.2.4.2. Estudo do historial da empresa

Uma técnica de medição de trabalho que estabelece tempos para um nível de desempenho definido, totalizando os tempos dos elementos obtidos anteriormente de outros estudos de tarefas que contêm os elementos em questão (Kumar & Suresh, 2008).

Os padrões de trabalho podem ser estimados com base no historial de experiências, isto é, quantas horas de trabalho foram solicitados para realizar determinada tarefa na última vez em que ela foi executada (Heizer et al., 2016).

Este método tem como vantagem evitar estudos de tempo cronometrado, prevenindo-se, destarte, o uso de recursos, que poderão ser alocados noutra procedimento. Mais, não existe o problema da disrupção da dinâmica normal de trabalho. Por fim, não terá de haver lugar a uma avaliação de desempenho médio dos trabalhadores, podendo essa ser obtida através dos arquivos (Stevenson 2015).

No entanto, eles não são objetivos, e não se conhece a sua precisão, se representam um ritmo de trabalho razoável ou fraco, e se ocorrências involgares estão incluídas. Como essas variáveis são desconhecidas, a sua utilização não é recomendável. Em vez disso, cronometragem, tempos predeterminados e amostras de trabalho são preferidos (Heizer et al., 2016).

2.2.4.3. Estudo de tempos predeterminados

O método de estudo de dados predeterminados visa suprimir as desvantagens do método supramencionado. Este processo faz uso de pesquisas extensivas que são, posteriormente, publicadas. Um sistema usado comumente é o designado *methods-time measurement* (MTM) (Stevenson, 2015).

O estudo de tempos predeterminados divide o trabalho manual em pequenos e elementos básicos que possuem tempos já estabelecidos (com base em amostras muito grandes de trabalhadores). Para estimar o tempo de uma tarefa específica, os fatores de tempo de cada elemento básico dessa tarefa são somados. O desenvolvimento de um sistema abrangente de padrões de tempos predeterminados

seria extremamente caro para qualquer empresa. Consequentemente, uma série de sistemas estão comercialmente disponíveis. O padrão de tempo predeterminado mais comum são métodos de medição de tempo (MTM), que é um produto da Associação MTM (Heizer et al., 2016).

2.2.4.4. Estudo de amostra

Por fim, o último método de estudo do tempo de trabalho, é o estudo de amostra, uma técnica na qual grandes números de observações são realizados ao longo de um período de tempo de uma ou várias máquinas, processos ou trabalhadores. A amostragem de trabalho estima a percentagem de tempo que um trabalhador gasta em várias tarefas. Observações aleatórias são usadas para registrar a atividade que um trabalhador executa. Os resultados são usados principalmente para determinar de que maneira os funcionários alocam o seu tempo entre as várias atividades (Kumar & Suresh, 2008).

2.3. Ergonomia

Ergon é a palavra grega para “trabalho” e, por isso, a ergonomia significa "o estudo do trabalho" (Heizer et al., 2016). De acordo com os mesmos autores, a ergonomia é o estudo da interface entre os humanos, o ambiente e as máquinas (Heizer et al., 2016).

Assim, o termo ergonomia, concebido em 1949 para a discussão do tema de performance humana, é o estudo de pessoas no contexto do trabalho (Stanton et al., 2013).

Como acrescenta Stevenson (2015), a ergonomia (também designada de fatores humanos) é a disciplina científica relativa tanto à compreensão das interações entre humanos e outros elementos de um sistema, como à profissão que aplica teoria, princípios, dados e métodos, a fim de otimizar o bem-estar humano e o sistema geral de desempenho.

Este campo concerne ao modo como o trabalho afeta os indivíduos, focando-se nas respostas fisiológicas a trabalhos fisicamente exigentes, nos provocadores de stresse no foro ambiental, como o calor, o ruído e a iluminação, em tarefas complexas de montagem psicomotora, e em tarefas de monitoramento visual. Portanto, a ênfase

da ergonomia é a redução da fadiga, através da concepção de tarefas que se enquadrem nas capacidades do trabalho das pessoas (Eastman & Company, 2003).

Deste modo, um dos objetivos da ergonomia é a otimização do design da máquina para operação humana (Vu, 2011).

Os fatores de risco ergonómicos mais comuns são posturas inadequadas, força excessiva para levantar, empurrar, puxar e agarrar, e a repetição de movimentos, envolvendo o mesmo grupo de músculos (Stevenson, 2015).

O ambiente físico em que os funcionários trabalham afeta o desempenho, a segurança e a qualidade de vida no trabalho. A iluminação, o ruído e a vibração, a temperatura, a humidade e a qualidade do ar são fatores do ambiente de trabalho sob o controlo da organização e do gestor de operações (Heizer et al., 2016)

2.3.1. Benefícios

Os ergonomistas contribuem na concepção e avaliação de tarefas, trabalhos, produtos, ambientes e sistemas de forma a torná-los compatíveis com as necessidades, capacidades e limitações das pessoas” (The International Ergonomics Association).

Os benefícios de empregos, equipamentos e locais de trabalho bem planeados são o aprimoramento da produtividade, segurança e saúde, e maior satisfação dos funcionários, o que pode originar maior lucro na envolvente organizacional. Os benefícios podem ser alcançados pela remoção, tanto do esforço físico prescindível, como das exigências mentais no trabalho (por exemplo, melhorando a forma como as informações são transferidas entre as pessoas, ou entre o produto e as pessoas). O valor da ergonomia tem vindo a ser reconhecido em âmbitos hospitalares, nomeadamente no auxílio da reabilitação para o retorno ao trabalho após doença (Eastman and Company, 2003).

2.3.2. Domínios

A International Ergonomics Association organiza a ergonomia em três domínios:

- Físico (por exemplo, movimentos repetitivos, layout, saúde e segurança);

- Cognitivo (por exemplo, carga de trabalho mental, tomada de decisão, interação humano-computador e stress no trabalho);
- Organizacional (por exemplo, comunicação, trabalho em equipa, design de trabalho e teletrabalho).

CAPÍTULO 3 – CASO PRÁTICO

- Apresentação da Organização
 - Groupe Renault
 - Renault CACIA
 - Atelier 4
- O Processo Produtivo
 - Funções Cone Crabot
 - Situação Geográfica
 - Descrição das Linhas de Maquinação do Cone Crabot
 - Dados Gerais
- Estudo de Caso

3. CASO PRÁTICO

3.1. Apresentação da Organização

3.1.1. Groupe Renault

A Renault S.A foi fundada em França por Louis Renault e os seus irmãos Marcel e Fernand em 1898. Integrada no setor automóvel, conta atualmente com cerca de 120 000 colaboradores distribuídos em 125 países que produzem e comercializam viaturas particulares e utilitárias (Cacia - Fábrica automóvel do Grupo).

Em 1999 foi criada uma aliança estratégica com a Nissan, com o intuito de melhorar as suas performances e elevarem a sua competitividade no setor. Em 2013 que foi implementado o APW (Alliance Production Way), um novo sistema produtivo que veio substituir o SPR (Système de Production Renault), um antigo sistema de produção da Renault, com o objetivo de uniformizar e standardizar todos os processos e procedimentos do grupo.

A Renault possui 41 centros de produção espalhados por 17 países e todos eles partilham dos mesmos princípios, desde o empenho na performance, qualidade e desenvolvimento sustentável.

3.1.2. Renault CACIA

A Renault CACIA é uma das 41 unidades fabris que fazem parte do Grupo Renault, formada em 1981 e localizada em Aveiro, um dos mais importantes centros industriais de Portugal, é uma fábrica que atualmente produz caixas de velocidade e diversos componentes mecânicos para motores. Num período inicial a sua produção era essencialmente de caixas de velocidade e, um ano mais tarde em 1982, começou por se dedicar também à manufatura de componentes mecânicos para motores.

Com uma área total de 300.000m² e uma área de cobertura de 70.000m², as instalações da Renault CACIA estão divididas em um Centro de produção de componentes de mecânicos para motores (1), Centro de produção de componentes de caixas de velocidade (2), Logística (3), Oficina Central (4), Central de fluidos (5), Tratamentos térmicos (6), Estação de tratamento de águas residuais (7) e Direção (8), identificados na Figura 1:



Figura 1 - Instalações Renault CACIA

Atualmente toda a produção da RENAULT CACIA é exportada para outras fábricas RENAULT e NISSAN, de mecânica e de montagem de veículos, em diversos países como Espanha, Marrocos, França, Inglaterra, Turquia, Roménia, Irão, Índia, Tailândia, Brasil, Chile e África do Sul.

Toda esta produção é feita essencialmente em duas áreas da fábrica, o Departamento de Componentes Mecânicos para Motores (DPM) e o Departamento de Caixas de Velocidade (DCV). No departamento de componentes mecânicos após a receção de peças em bruto é feita a maquinação das mesmas para posteriormente serem exportadas, e que atualmente são:

- Cones Crabot;
- Árvores de Equilibragem M9R e M9T;

- Apoios de cambota H4Bt e H5Ft;
- Bombas de óleo COP F/K4/K9/M9;
- Bombas de óleo VDOP Hxx/M9/R9;
- Balanceiros e Eixos de Balanceiros;
- Caixas Multifunções K e F;
- Cárters de distribuição H5Ft e H4;
- Cárters intermédios H5Ft;
- Tampas da culassa H5Ft;
- Pinhões PK;
- Tambores MT9" DEA e V.

No que diz respeito ao DCV, são produzidas as caixas de velocidade ND, JR e, mais recentemente o modelo JT4. É também onde se maquinam alguns componentes destes modelos e onde posteriormente são montados obtendo assim as caixas de velocidade. Atualmente, neste departamento são produzidos os seguintes componentes:

- Caixas JR (JR5 se JRQ), JT4 e ND (ND0, ND6, ND4 F9Q, ND4 R9M);
- Árvores Primárias JR e JT4;
- Árvores Secundárias JR e JT4;
- Caixas Diferenciais JR e JT4;
- Cárters de mecanismo JR, JT4 e ND;
- Cárters de embraiagem JR, JT4 e ND.
- Coroas JR e JT4;
- Eixos fixos JR;
- Pinhões Loucos 1ª, 2ª, 3ª, 4ª e 5ª e 6ª;
- Pinhões Fixos de 1ª, 2ª, 3ª, 4ª e 5ª e 6ª;

Devido aos bons resultados conseguidos nos últimos anos pela Renault CACIA, esta tem vindo a ganhar diversos projetos ao longo dos anos, consequência de um forte investimento na qualidade dos seus produtos.

3.1.3. Atelier 4

Como já foi referido anteriormente a produção da fábrica Renault CACIA está repartida em dois departamentos, o DPM e o DPV. Estes encontram-se divididos em ateliers de maneira organizada, como se pode observar a partir da Figura 2, para facilitar o controlo da produção, permitindo um rastreamento mais aproximado da mesma e também responder a adversidades de maneira mais rápida e eficaz. É no DPM que estão inseridos o Atelier 3 (AT3), Atelier 4 (AT4) e o Atelier 6 (AT6). O A4, foi o atelier onde o estágio realizado na Renault CACIA decorreu, mais especificamente nas 4 linhas de produção do Cone Crabot.

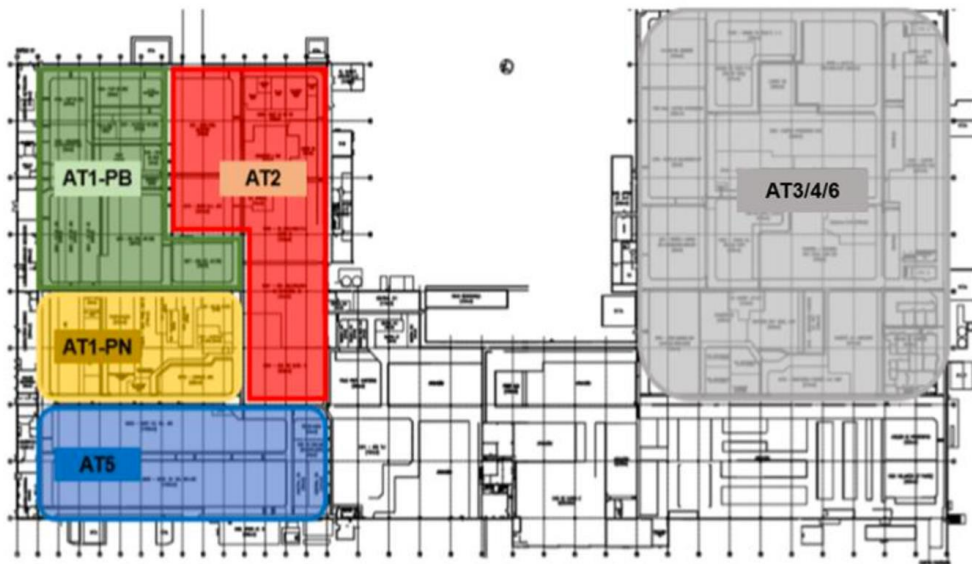


Figura 2: Ateliers Renault CACIA

Será nestas 4 linhas que foi feita uma análise e obtidos os dados para posteriormente se elaborar uma solução relativamente ao número de operadores e à distribuição de tarefas entre eles, para uma nova linha que virá ser implementada devido à necessidade de aumentar a produção do Cone Crabot.

3.2. O Processo Produtivo

3.2.1. Funções Cone Crabot

O Cone Crabot é uma peça para ser incorporada por soldadura nos pinhões, cuja função é a sincronização de movimento entre a árvore primária e a secundária. No fundo, é esta peça que permite a mudança de velocidade pela atuação do anel de arrasto.

3.2.2. Situação Geográfica

A Linha dos cones Crabot encontra-se localizada na fábrica de Cacia (Aveiro – Portugal) e está implantada no edifício Componentes Mecânicos, no Atelier 4. A Figura 3 a localização da linha dos cones Crabot nas instalações da fábrica de Cacia.

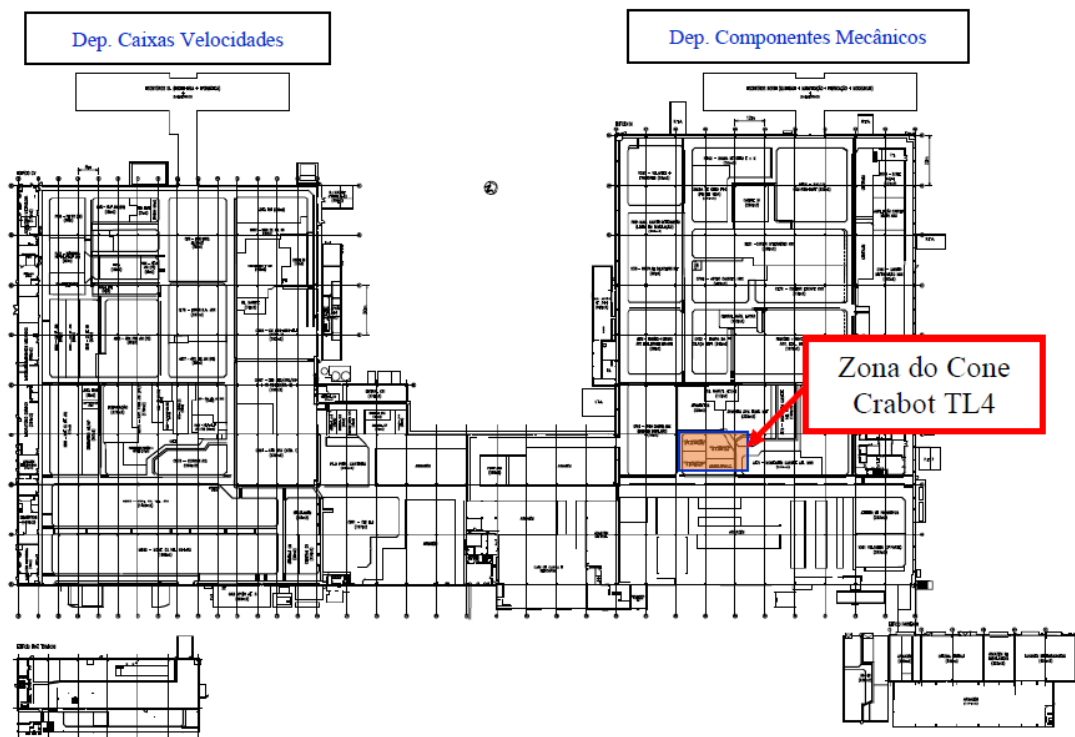


Figura 3: Zona do Cone Crabot

3.2.3. Descrição das Linhas de Maquinação do Cone Crabot

Os Cones Crabot TL4 são maquinados nas 4 linhas específicas, contendo cada linha um Torno e uma Fresadora. A manipulação e o acondicionamento das peças entre as sucessivas operações são assegurados por intermédio da passadeira mecânica existente entre as máquinas. As linhas são igualmente dotadas de dispositivos mecânicos procedem à alimentação das peças em cada uma das máquinas. Na Figura 4 estão representadas as várias atividades que integram o fluxo do processo produtivo.

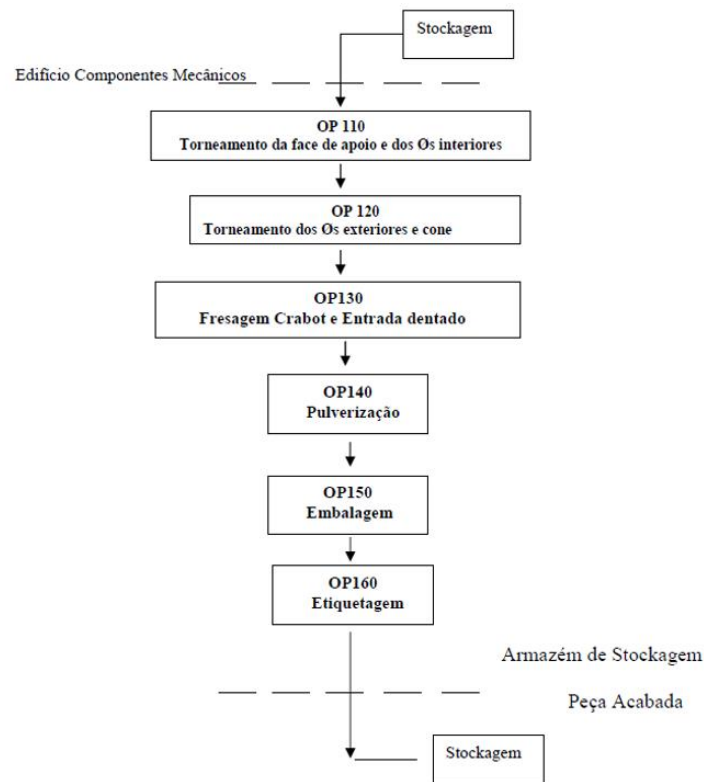


Figura 4: Fluxograma do Processo Produtivo

O processo começa com a receção dos Cones Crabots brutos que chegam do cais de transporte e são armazenados na zona de stockagem das várias linhas. Os Cones Crabots brutos são fornecidos à linha em contentores metálicos, sobre bases rolantes. É da responsabilidade da logística fazer o fornecimento dos contentores à

linha, e pelo transporte dos contentores dos cones já maquinados para a zona de stock no armazém.

Os contentores de brutos chegam ao cais de transporte e seguem diretamente por AGV sobre uma base rolante com 800 brutos, à zona reservada ao armazenamento de brutos das linhas, perto da primeira operação. Após o pedido do operador, os brutos são então abastecidos perto da operação de maquinação dos tornos (OP 110/120) e é o mesmo que carrega manualmente 120 brutos no início das linhas, introduzindo-os no acumulador previsto para tal.

É na OP110/120 que são feitos os torneamentos da face de apoio e dos diâmetros interiores (OP110) e o torneamento dos diâmetros exteriores do cone (OP120). É também realizado um controlo a 100% automático de um parâmetro da operação 110, o diâmetro interior do Cone Crabot.

Depois de feitos os torneamentos e controlo as peças são descarregadas automaticamente num tapete mecânico e seguem para a Fresa, onde é feita a talhagem e abertura do dentado (OP130). Após a OP 130 as peças passam por uma operação de pulverização (OP 140).

Após estas operações os Cones Crabots já maquinados são embalados automaticamente em tubos (OP 150), levando cada tubo 27 Cones Crabot, que por sua vez serão descarregados manualmente nos contentores (28 tubos por contentor) pelo operador e colocados na posição horizontal. Todas as embalagens deverão ser cobertas por um saco de plástico VCI para evitar a corrosão do produto acabado.

Após o enchimento final de cada contentor, o operador emitirá uma etiqueta que colocará no contentor de maneira bem visível, fornecendo informações como o expedidor, nome do Cliente, referência e designação do Produto, quantidade por embalagem, data de produção, código de barras e número da etiqueta (para rastreabilidade). Em seguida é levado para uma zona intermédia de armazenagem pelo Departamento de Logística Industrial (DLI), através de AGV's, sendo posteriormente exportados para fábricas do grupo.

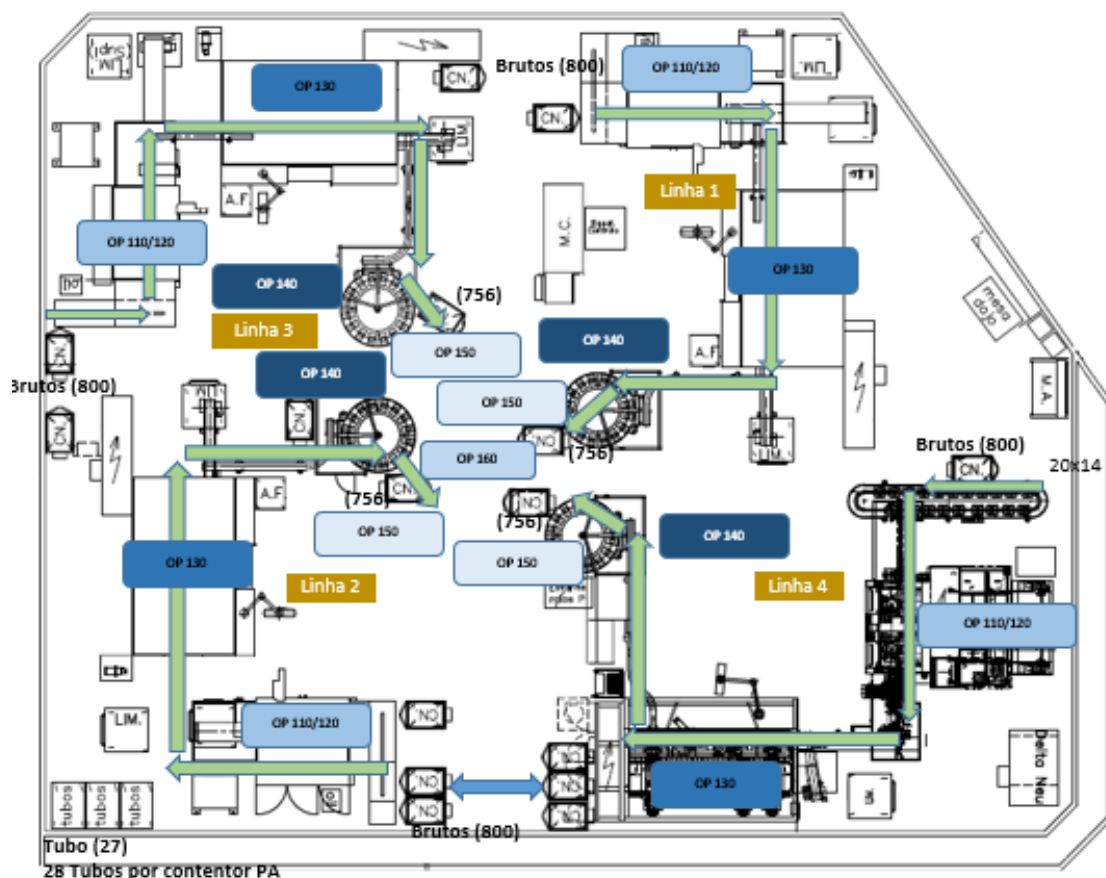


Figura 5: Implantação Cone Crabot

Na Figura 5, pode-se observar o layout das quatro linhas de maquinação, bem como a identificação das várias operações e os seus fluxos.

A implantação das máquinas associadas às 4 linhas de maquinação dos Cones Crabot é em forma de “L”, o que faz minimizar as deslocações dos operadores que nela colaboram, otimizando a sua vigilância.

3.2.4. Dados Gerais

Atualmente, os operadores desta linha trabalham em 3 turnos semanais distintos (6h-14h; 14h-22h; 22h-6h), sendo o tempo funcionamento da linha de 24h por dia durante a semana, e 24h ao fim-de-semana (equipas fins-de-semana com 2 turnos de 12 horas).

O tempo de abertura, isto é, o tempo de atividade do processo produtivo, é de 455 minutos, isto porque, normalmente, é descontado o tempo de pausa (20 minutos) e o tempo de reunião (5 minutos). Devido ao facto de a linha ser automatizada, os

operadores antes de realizarem essas atividades têm sempre atenção ao número de peças na linha. Caso seja necessário eles fazem o carregamento das peças para que estas não parem de ser maquinadas.

3.3. Estudo de Caso

A linha de maquinação do Cone Crabot vai ser alvo de um estudo de tempos, com o objetivo de analisar as tarefas realizadas pelos operadores e, posteriormente, realizar uma otimização das mesmas e distribuir devidamente as tarefas entre os operadores, tendo em consideração a quinta linha que será implementada futuramente e, com o acompanhamento feito ao longo do projeto, serem observados pouco tempo de ociosidade dos operadores.

O objetivo principal deste estudo será então a medição das taxas de ocupação dos operadores nas quatro linhas para posteriormente se determinar o número de operadores para a nova implantação do processo produtivo já com cinco linhas. (Figura 6)

A empresa pretende criar as condições para que todos os operadores, incluindo os pertencentes à linha do Cone Crabot, consigam conduzir um número cada vez maior de máquinas assim como realizar as operações auxiliares, tais como, o autocontrolo, a mudança das ferramentas, ações de manutenção autónoma, etc.

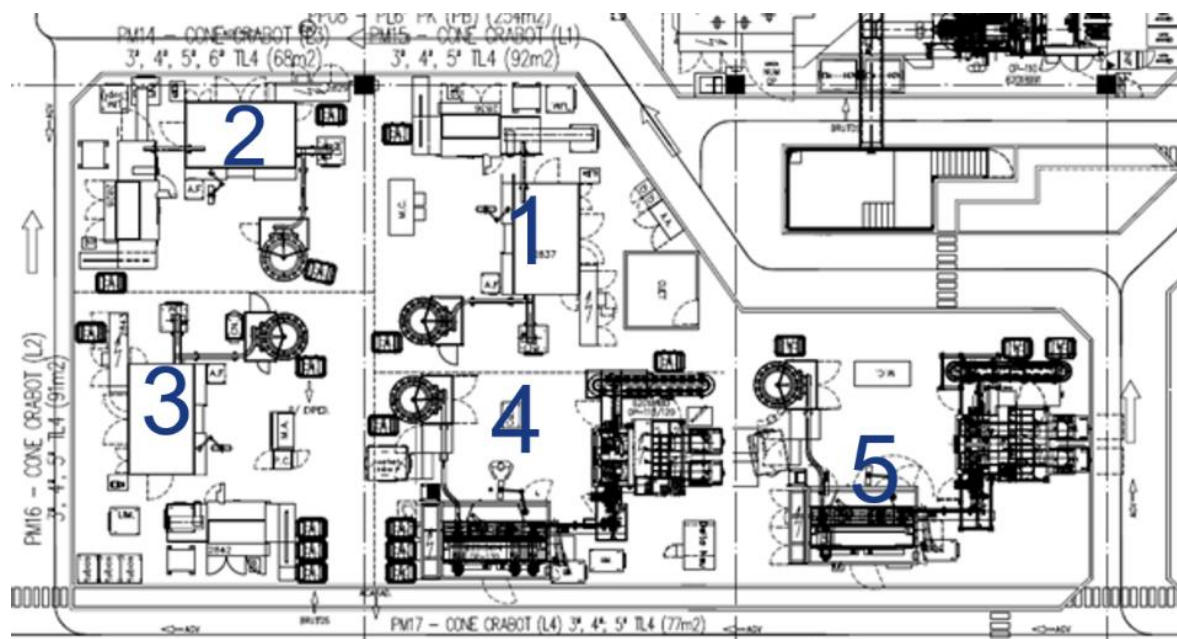


Figura 6: Implantação 5ª Linha

CAPÍTULO 4 – METODOLOGIA

- Recolha e Análise de Dados
 - Descrição e Listagem de Tarefas
 - Recolha de Tempos das Máquinas
 - Recolha de Tempos das Tarefas dos Operadores
 - Classificação das Tarefas e Devida Análise
- Diagnostico da Situação Atual
 - Taxa de Ocupação dos Operadores
 - Diagrama de Pareto
 - Implantação 5ªLinha

4. Metodologia

O presente trabalho será realizado no chão de fábrica com o apoio dos seus colaboradores, onde será efetuada uma observação direta, avaliando o meio e recolhendo os dados necessários utilizando o método de cronometragem. Inicialmente, com o intuito de compreender as linhas em questão, foram recolhidos dados referentes a tempos das várias tarefas realizadas pelos operadores, através da observação direta e técnicas de medição de trabalho, recolhendo a informação que se encontra nas FOS (Folha de Operação Standard), aos fluxos das peças e ao controlo efetuado em cada linha e a frequência com que é realizado, analisando as fichas técnicas e fichas de controlo respetivas a cada atividade que estes realizem. Também será efetuado um diagnóstico das várias atividades que os operadores realizam, classificando-as e analisando-as, de modo a identificar oportunidades de melhoria.

Depois de recolhidos os dados e identificadas oportunidades de melhoria em equipa através da discussão de problemas, podemos identificar as oportunidades e definir os objetivos dos projetos para que se possa fazer uma planificação e preparação das atividades a realizar, utilizando ferramentas e metodologias de melhoria continua adequadas aos problemas em questão. Este é um trabalho a realizar em equipa, participando em reuniões através da partilha e seleção de ideias.

Após identificados os problemas e as oportunidades serão então implementadas as ações definidas com vista otimizar determinados processos e fluxos.

Ao longo deste trajeto será realizado também um relatório de todo o conhecimento adquirido e trabalho desenvolvido na Renault CACIA, descrevendo os problemas encontrados e as metodologias utilizadas para os solucionar.

4.1. Recolha e Análise de Dados

O primeiro passo foi listar todas as tarefas realizadas com auxílio às FOS (Folha de Operação Standard) de cada posto de trabalho, de modo a perceber o que está definido para cada operação, e ainda fichas técnicas e fichas de controlo de maneira a perceber que controlos são realizados e com que frequência.

Esta listagem foi complementada com a observação do funcionamento da linha e das diversas tarefas realizadas, sendo fundamental exercer um acompanhamento exaustivo do processo produtivo do Cone Crabot. Ao observar um posto de trabalho ou máquina ao longo de várias horas, pode-se notar os eventos que ocorrem, tais como: trabalho, inatividade, inatividade devido a falha da máquina, inatividade devido à falta de abastecimento, etc. Todas as tarefas do operador devem ser observadas para uma boa integridade e alta precisão dos dados.

Os objetivos estabelecidos no projeto também requerem que inicialmente se realize uma recolha de dados em termos de tempos das várias tarefas realizadas pelos operadores nos vários postos de trabalho e em performances consideradas normais. Procedeu-se então a essa recolha de dados, depois de clarificadas as várias tarefas dos operadores, e ainda à recolha dos tempos dos vários equipamentos de maquinaria de cada linha do Cone Crabot, de maneira a determinar recursos gargalo e a capacidade de produção de cada uma delas.

A diferenciação do posto de trabalho entre ações humanas e ações tecnológicas possibilita a quem esteja a analisar o processo, que se conheça bem cada operação e o trabalho que é feito nela, permitindo ainda calcular taxas de ocupação e perceber as várias naturezas de esforço assim como as distribuições dos tempos.

Trabalho este que foi conseguido através do acompanhamento de todo o processo produtivo, da observação direta e, mais concretamente, por intermédio do método de cronometragem, com o auxílio de um cronómetro e com medições feitas ao centésimo de minuto (Cmin), visto que na Renault a unidade convencionada é o centésimo de minuto.

De modo a que os dados tivessem um maior nível de fiabilidade, o número de medições a realizar foi determinado tendo em conta uma precisão de 5% e um coeficiente de confiança de 95% (valores utilizados pela Renault).

4.1.1. Descrição e Listagem de Tarefas

Começou-se então por elaborar uma tabela que descreve as diferentes tarefas, necessárias ao funcionamento de cada linha, realizadas pelos operadores e a frequência com que as fazem nas diferentes fases do processo, a Tabela 2.

OP	Descrição da Tarefa	Frequencial
110/120 Torneamento	Aprovisionar 1 contentor de brutos à linha	800
	Carregar Brutos	120
	Dirigir-se ao Posto de Controlo e Regressar	50
	Controlo de Diametros	50
	Preparação para Minimetrologia	Turno
	Transportar Peças Minimetrologia	Turno
	Retirar Contetor de Limalhas e Colocar Um Vazio	Dia
	Mudança de ferramenta T10/T07 (OP 110) e T05/T01/T13 (OP 120)	400
	PMA	Turno
130 Fresagem	Dirigir-se ao Posto de Controlo e Regressar	50
	Controlo Dentado	50
	Preparação CMD	Turno
	Transportar Peças CMD	Turno
	Retirar Contetor de Limalhas e Colocar Um Vazio	Dia
	Mudança de Ferramentas 3 Pastilhas (DRQ) e 1 pastilha + 1 fresa (RE)	900
PMA	Turno	
140 Pulverização	Verificar os níveis de óleos e se necessário acrescentar (PMA)	Turno
150 Embalagem	Levar Caixa Vazia de Tubos e Colocar Cheias	1296
	Retirar 3 Tubos Cheios e Embalar no Contentor de PA e Colocar 3 Vazios No Carregador Da Máquina	81
	PMA	Turno
160 Etiquetagem	Aprovisionar 1 Contentor de Produto Acabado Vazio	756
	Envolver contentor com 1 Saco Plástico Anti-Corrosivo	756
	Retirar Etiqueta Gália e Colocá-la No Contentor Com PA	756
	Colocar Contentor PA na Zona de Recolha	756
QDAS	Consulta QDAS e Realização de Calibrações	3x's/Turno

Tabela 2: Lista de Tarefas e Respetivas Frequências

Foram, portanto, descritas todas as tarefas dos operadores desde deslocações, carregamentos e descarregamentos de peças, controlos de qualidade, manutenções, mudanças de ferramentas e manuseamento de peças, correspondentes a cada uma das operações (OP110/120, OP130, OP140, OP 150 e OP160). Todas as tarefas apresentadas na tabela são realizadas nas quatro linhas de maquinaria, à exceção de “Transportar Peças Minimetrologia” e “Transportar Peças CMD”, que são efetuadas apenas pelo operador responsável pela realização das tarefas na linha 1.

Descrevendo mais detalhadamente as diferentes tarefas, os operadores começam então por aprovisionar um contentor de brutos a cada linha, depois destes

serem deixados todos no mesmo local por um AGV. De seguida fazem o respetivo carregamento em cada uma das 4 OP's 110/120 com 120 brutos.

Ainda relativamente à OP 110/120, no final desta operação elaboram o controlo dos diâmetros interiores e exteriores do Crabot de 50 em 50 peças, com o devido equipamento e conforme as especificações de controlo definidas na ficha de controlo, depois destas sofrerem o torneamento dos mesmos. Na Tabela 3 encontram-se especificados os vários controlos na tarefa “Controlo de Diâmetros”.

Controlo de Diâmetros
Diâmetro do furo - $\varnothing 46,655$
Cota da face de apoio à face interior do cone - 7
Diâmetro interior do cone - $\varnothing 55,55$
Diâmetro superior do crabot - $\varnothing 77,2$
Cota da face de apoio à face superior - 4,002
Cota da face de apoio à face ao \varnothing_{ext} do crabot - 1,816
Cota da face de apoio à face superior do cone - 14,765
Diâmetro do início do cone - $\varnothing 64,035$
Diâmetro do cone $\varnothing 62,515$
Diâmetro exterior do crabot - $\varnothing 79,8$
Concentricidade $\varnothing 0,05$ do \varnothing exterior $\varnothing 79,8$
Concentricidade $\varnothing 0,05$ de início do cone $\varnothing 64,035$

Tabela 3: Controlos de Diâmetros

Em termos de controlo mais detalhado é feita inicialmente uma preparação de quatro peças, uma de cada máquina da OP110/120, que envolve o preenchimento e colocação da etiqueta “Peça Fora de Fluxo” e a colocação das mesmas num “carrinho de transporte” para que posteriormente se transportem para a Minimetrolgia (metrologia descentralizada, localizada junto aos setores produtivos e que permite realizar o controlo especificado no plano de controlo). Esta prévia preparação é feita normalmente no início de cada turno, e depois de serem realizados os controlos dos diâmetros da OP110/120. É também realizada, como já foi referido, apenas pelo operador responsável pela linha 1 que se encontra mais perto da Minimetrolgia e onde está localizado o posto de controlo onde é feita a preparação das mesmas para posterior análise na Minimetrolgia.

São ainda retirados os contentores de limalhas provenientes desta operação, tarefa que é feita por uma vez por dia.

Os operadores também realizam as mudanças de ferramentas da máquina de 400 em 400 peças maquinadas. Esta tarefa envolve a troca de 5 pastilha (duas da OP110 e três da OP120), o controle da primeira peça maquinada e as respectivas calibrações.

Já na OP 130 é realizado um controle do dentado de 50 em 50 peças, com o devido equipamento e com o auxílio de fichas de controle, tal como na OP110/120, após a talhagem destas. Na Tabela 4 encontram-se especificados os vários controles efetuados na tarefa “Controle do Dentado”.

Controle do Dentado
Raio sob esf. $\varnothing 3 - 37,15$
Concentricidade 0,042 dentado do crabot
Rebarba máxima admissível nas faces
Cota da altura do dente no \varnothing absoluto 76,5 - 3,779
Cota do fundo do dente - 36,5

Tabela 4: Controlos do Dentado

Tal como na OP110/120 na operação 130 também se realiza um controle mais detalhado das peças. Este controle é realizado no CMD (Centro de Medição do Dentado) mas previamente também tem de ser realizado uma preparação das mesmas antes de serem transportadas. Depois de controlado o dentado pelos operadores, é também preenchida e colocada a etiqueta “Peça Fora de Fluxo” em cada uma delas e colocadas no “carrinho de transporte” para depois então serem transportadas para o CMD. Esta é uma tarefa que também se realiza no início de cada turno depois da recolha de 4 peças (uma de cada OP 130) e pelo operador da Linha 1, pelos mesmos motivos que realiza o transporte de peças para a Minimetrológia.

São também retirados os contentores de limalhas uma vez por dia e executadas as mudanças de ferramentas da máquina desta operação, a cada 900 peças. Nesta operação são trocadas quatro pastilhas e uma fresa, e também é feito o controle da primeira peça maquinada e as respectivas calibrações.

Na OP 150 retira três tubos com Cones Crabot maquinados e embala no contentor do produto acabado e de seguida coloca 3 vazios no Carregador, é ainda necessário trocar as caixas vazias de tubos e colocar as cheias e os respetivos tampos (Figura 7).



Figura 7: Armazenamento de Tubos OP150

Relativamente à OP 160, uma operação manual, o operador aprovisiona no final da linha um contentor vazio de produto acabado envolvendo-o com um saco de plástico anti-corrosivo. Quando o contentor de produto acabado estiver completamente preenchido o operador imprime e retira a etiqueta Gália e coloca-a no contentor, transportando-o para a zona de recolha (feita por um operador logístico).

É de salientar ainda a realização do Plano de Manutenção Autónomo (PMA) realizada em cada uma das operações (OP110/120, OP130, OP140 e OP150), uma manutenção que é feita a nível dos operadores uma vez por equipa/turno.

Existe ainda outra atividade que consiste em consultar o Q-DAS, consoante os resultados observados nas cartas de controlo que este apresenta, o operador efetua calibrações das máquinas da OP110/120 e OP130, controlando assim tendências algumas tendências das máquinas. O Q-DAS é uma base de dados dinâmica que regista os valores medidos dos controlos, quer seja pelo operador, Nível 1, ou a Nível 3, feito pela qualidade em cartas de controlo, cujo objetivo é realizar uma animação dos vários controlos e permite observar tendências do processo e corrigir o mesmo

O controlo nível 1 é um controlo feito que serve para controlar cada operação durante a fabricação do produto, podendo incluir parâmetros de processo. Já o controlo nível 3 é feito sobre o produto acabado, de acordo com o plano de definição da peça.

Nas 4 linhas são realizadas todas elas da mesma forma, com diferenças apenas em algumas distâncias e nos tempos de ciclo das máquinas, isto porque em contexto real eles variam. Estas variações, dos tempos de ciclo das máquinas, devem-se a vários fatores, um deles, é o facto de as máquinas sofrerem desgaste quer a nível mecânico quer a nível eletrónico o que faz com que haja pequenas diferenças no tempo de ciclo das mesmas. E por essa razão é feita uma revisão periódica destes tempos no sentido de os manter com a variação possível.

4.1.2. Recolha de Tempos das Máquinas

Na Tabela 5 encontram-se os dados relativos aos tempos de ciclo das máquinas que nos permitirá perceber vários aspetos tais como, qual a operação/máquina gargalo bem como a capacidade da linha. Estes dados apesar de já se encontrarem estipulados na fábrica, foram cronometrados pois serão dados mais atualizados visto que em contexto real os tempos de ciclo podem ser diferentes dos tempos de referência que constam na bíblia capacitária.

Os tempos dos equipamentos das operações 140 não foram cronometrados porque é uma operação que é realizada em tempo encoberto durante o transporte entre a operação 130 e a operação 150, passando para o estado de “peça oleada”. O mesmo acontece para a OP 150, visto que é uma operação essencialmente de transporte até aos tubos de embalagem, e que o tempo de embalar é muito reduzido.

LINHA 1			LINHA 2		
Operação	Designação	Tcy	Operação	Designação	Tcy
110/120	Torneamento	0,444	110/120	Torneamento	0,456
130	Fresagem	0,42	130	Fresagem	0,415
140	Pulverização	()	140	Pulverização	()
150	Embalagem	()	150	Embalagem	()
LINHA 3			LINHA 4		
Operação	Designação	Tcy	Operação	Designação	Tcy
110/120	Torneamento	0,448	110/120	Torneamento	0,459
130	Fresagem	0,431	130	Fresagem	0,439
140	Pulverização	()	140	Pulverização	()
150	Embalagem	()	150	Embalagem	()

Tabela 5: Tempos de Ciclo Operações

De maneira a cronometrar o tempo de ciclo destas máquinas foi primeiro estabelecido um ponto de referência no tapete mecânico no final de cada operação. Assim que se estabeleceu o ponto realizaram-se várias medições dos tempos entre as peças que iam sendo maquinadas.

No caso das máquinas que se encontram à frente da máquina gargalo colocou-se um “bloqueador” para impedir as peças de seguirem à próxima fase do processo, caso contrário iríamos obter o mesmo tempo de ciclo da máquina gargalo. Por isso foram impedidas peças à entrada das máquinas para que se determinasse o tempo de ciclo das mesmas.

Estas medições encontram-se no Anexo 1. É de salientar que recorrendo aos métodos de Stevenson, realizando um número mínimo de 10 medições, o número necessário de observações é muito baixo. Isto acontece devido ao trabalho consistente das máquinas, que ao contrário dos seres humanos não sofrem de fadiga, falta de motivação, desatenção, entre muitos outros fatores que condicionam o trabalho dos seres humanos.

Podemos então, tendo em conta o tempo de ciclo das operações/máquinas calcular a capacidade produtiva da linha por hora, turno, dia e semana. Na Tabela 6 podem-se encontrar estes resultados, considerando um Rendimento Operacional de 100%.

LINHA 1						
Operação	Tcy	Tempo de Laboração (min)	Peças/Hora	Peças/Turno	Peças/Dia	Peças/Semana
110/120	0,444	480	135	1081	3243	19458
LINHA 2						
Operação	Tcy	Tempo de Laboração (min)	Peças/Hora	Peças/Turno	Peças/Dia	Peças/Semana
110/120	0,456	480	131	1052	3156	18936
LINHA 3						
Operação	Tcy	Tempo de Laboração (min)	Peças/Hora	Peças/Turno	Peças/Dia	Peças/Semana
110/120	0,448	480	133	1071	3213	19278
LINHA 4						
Operação	Tcy	Tempo de Laboração (min)	Peças/Hora	Peças/Turno	Peças/Dia	Peças/Semana
110/120	0,459	480	130	1045	3135	18810

Tabela 6: Capacidade Produtiva das Linhas

Para o cálculo da quantidade de peças produzidas foram utilizadas as seguintes formulas:

$$Peças\ Hora = \left(\frac{60}{T_{cy}}\right) * RO$$

$$Peças\ Turno = \left(\frac{60}{T_{cy}}\right) * RO * 8h$$

$$Peças\ Dia = \left(\frac{60}{T_{cy}}\right) * RO * 24h$$

$$Peças\ Semana = \left(\frac{60}{T_{cy}}\right) * RO * 144$$

Estes valores são bastante relevantes porque em termos de gestão de custos é muito importante perceber qual a capacidade das linhas e determinar assim o custo de produção de cada peça, neste caso, o custo de mão de obra por peça, tendo em conta o tempo de laboração dos operadores.

Para se estipular tal custo é necessário compreender em primeiro lugar qual a quantidade de peças que se fabrica numa hora, turno, dia e semana para posteriormente se calcular o tempo de ocupação de um operador por peça, tendo em conta a frequência com que eles realizam as suas tarefas.

4.1.3. Recolha de Tempos das Tarefas dos Operadores

Depois de compreender e descrever detalhadamente as várias tarefas, foram então realizadas as medições das mesmas pelo método de cronometragem. Inicialmente procedeu-se com 10 medições para cada tarefa e através da fórmula apresentada por Stevenson foram determinados o número de medições necessários (com um nível de confiança desejado de 95%), que se encontram registados no Anexo 2, permitindo perceber se seria necessário a elaboração de mais medições.

A recolha destes dados foi feita através da definição de um início e fim de cada tarefa, cronometrando o tempo que decorria entre esses dois pontos de referência.

Quanto às deslocações dos operadores o tempo foi determinado através do número de passos, que segundo a Renault cada passo corresponde a 1,075 Cmin, utilizando a seguinte fórmula:

$$Tempo\ Deslocção = N^o\ Passos * 1,075(Cmin)$$

No entanto, existiram algumas distâncias que não foram determinadas por esse método, tendo em conta que algumas delas são muito longas, e outras envolviam um transporte substancial de peças o que faz com as deslocações demorem mais tempo. E por isso foi determinado através da definição de um ponto de partida e um ponto de chegada.

Consideramos então, para o cálculo de tempos de ciclo por este método, apenas as deslocações entre operações e o posto de controlo de qualidade, isto porque são deslocações com uma frequência mais elevada e que se realizam sempre do mesmo modo, enquanto outras não foram dependentes muito das tarefas a realizar devido às dissimilaridades entre frequências das tarefas desempenhadas pelos operadores. O cálculo feito para estas deslocações encontra-se na Tabela 7.

Deslocações OP's a Posto de Controlo					
LINHA 1			LINHA 2		
Operação	Passos	Tcy(Cmin)	Operação	Passos	Tcy(Cmin)
OP110/120	10	10,75	OP110/120	20	21,5
OP 130	12	12,9	OP 130	18	19,35
LINHA 3			LINHA 4		
Operação	Passos	Tcy(Cmin)	Operação	Passos	Tcy(Cmin)
OP110/120	18	19,35	OP110/120	26	27,95
OP 130	18	19,35	OP 130	22	23,65

Tabela 7: Tempos deslocações

Depois de calculado o número de medições para cada tarefa e determinada a média de cada uma, estabelecendo assim um tempo definitivo para cada atividade, foi calculado o tempo de ciclo à peça, isto é, o tempo que o operador emprega a executar determinada tarefa para se manufaturar uma peça. Tendo em conta o tempo médio de cada tarefa e a frequência com que se realizam obtemos os resultados apresentados no exemplo da Tabela 8, que apresentam os tempos de ciclo do operador por peça. As restantes tabelas encontram-se no Anexo 3.

LINHA 1				
OP	Descrição da Tarefa	Frequencial	Tcy(cmin)	Tcy/Peça
110/120	Aprovisionar 1 contentor de brutos à linha	800	26,29	0,03
	Carregar Brutos	120	210,3	1,75
	Dirigir-se ao Posto de Controlo e Regressar	50	10,75	0,22
	Controlo de Diametros	50	207,62	4,15
	Preparação para Minimetrologia	1081	122,1	0,11
	Transportar Peças Minimetrologia	1081	702	0,65
	Retirar Contetor de Limalhas e Colocar Um Vazio	3243	30	0,01
	Mudança de ferramenta T10/T07 (OP 110) e T05/T01/T13 (OP 120)	400	618	1,55
	PMA	1081	500	0,46
130	Dirigir-se ao Posto de Controlo e Regressar	50	12,9	0,26
	Controlo Dentado	50	112,25	2,25
	Preparação CMD	1081	122,1	0,11
	Transportar Peças CMD	1081	453	0,42
	Retirar Contetor de Limalhas e Colocar Um Vazio	3243	50	0,02
	Mudança de Ferramentas 3 Pastilhas (DRQ) e 1 pastilha + 1 fresa (RE)	900	1161,3	1,29
	PMA	1081	500	0,46
140	Verificar os níveis de óleos e se necessário acrescentar (PMA)	1081	500	0,46
150	Levar Caixa Vazia de Tubos e Colocar Cheias	1296	136,66	0,11
	Retirar 3 Tubos Cheios e Embalar no Contentor de PA e Colocar 3 Vazios No Carregador Da Máquina	81	96,94	1,20
	PMA	1081	500	0,46
160	Aprovionar 1 Contentor de Produto Acabado Vazio	756	22,51	0,03
	Envolver contentor com 1 Saco Plástico Anti-Corrosivo	756	54,3	0,07
	Retirar Etiqueta Gália e Colocá-la No Contentor Com PA	756	102,1	0,14
	Colocar Contentor PA na Zona de Recolha	756	33,74	0,04
QDAS	Consulta QDAS e Realização de Calibrações	360	464,4	1,29
TOTAL				17,53

Tabela 8: Tempos de Ciclo Tarefas

É ainda de salientar que os tempos atribuídos aos PMA's, são tempos uniformizados para a realização dos mesmos pela Renault CACIA (verificações de níveis de óleo e pressões, ausência de fugas e limpeza do posto).

4.1.4. Classificação de Tarefas e Devida Análise

A fim de direcionar adequadamente o objetivo da observação, é útil fazer uma classificação das atividades que varia consoante o tipo de trabalho observado. Em todos os casos, pode-se distinguir as operações cíclicas das não cíclicas, e podemos ainda distinguir as operações de valor acrescentado (VA) das operações de valor não acrescentado (NVA), considerando as operações "VA" como todas aquelas que transformam o produto e "NVA" aquelas que não acrescentam valor ao produto. As operações "NVA" são vistas como desperdício e devem ser eliminadas sempre que possível. Sendo esta uma linha automatizada e cujas operações de transformação do produto são feitas por intermédio das máquinas, considerámos todas as tarefas realizadas por operadores são consideradas operações "NVA" e também considerámos todas as tarefas não cíclicas, visto que os operadores não realizam nenhuma tarefa que é executada cada vez que uma peça é maquinada (ciclo).

As diferentes tarefas foram então distinguidas por: Manuseamento, Deslocações (foram também considerados os transportes de peças), Controlo de Qualidade, Troca de Ferramentas e Manutenção. Estas classificações estão apresentadas na seguinte tabela (Tabela 9).

OP	Descrição da Tarefa	Classificação
110/120 Torneamento	Aprovisionar 1 contentor de brutos à linha	Deslocações
	Carregar Brutos	Manuseamento
	Dirigir-se ao Posto de Controlo e Regressar	Deslocações
	Controlo de Diametros	Controlo Qualidade
	Preparação para Minimetrologia	Manuseamento
	Transportar Peças Minimetrologia	Deslocações
	Retirar Contetor de Limalhas e Colocar Um Vazio	Manutenção
	Mudança de ferramenta T10/T07 (OP 110) e T05/T01/T13 (OP 120)	Troca de Ferramentas
130 Fresagem	PMA	Manutenção
	Dirigir-se ao Posto de Controlo e Regressar	Deslocações
	Controlo Dentado	Controlo Qualidade
	Preparação CMD	Manuseamento
	Transportar Peças CMD	Deslocações
	Retirar Contetor de Limalhas e Colocar Um Vazio	Manutenção
140 Pulverização	Mudança de Ferramentas 3 Pastilhas (DRQ) e 1 pastilha + 1 fresa (RE)	Troca de Ferramentas
	PMA	Manutenção
150 Embalagem	Verificar os níveis de óleos e se necessário acrescentar (PMA)	Manutenção
	Levar Caixa Vazia de Tubos e Colocar Cheias	Deslocações
	Retirar 3 Tubos Cheios e Embalar no Contentor de PA e Colocar 3 Vazios No Carregador Da Máquina	Manuseamento
160 Etiquetagem	PMA	Manutenção
	Aprovisionar 1 Contentor de Produto Acabado Vazio	Deslocações
	Envolver contentor com 1 Saco Plástico Anti-Corrosivo	Manuseamento
	Retirar Etiqueta Gália e Colocá-la No Contentor Com PA	Manuseamento
QDAS	Colocar Contentor PA na Zona de Recolha	Deslocações
	Consulta QDAS e Realização de Calibrações	Controlo Qualidade

Tabela 9: Classificação das Tarefas

No Anexo 4 estão representadas as tarefas dos operadores e os devidos tempos atribuídos às diferentes classificações, inclusive o tempo total de cada tipo de tarefas, o que nos permitirá mais tarde perceber a família de tarefas que consome mais tempo e têm mais impacto no tempo dos operadores. Estas tabelas estão exemplificadas na Tabela 10 da Linha 1.

LINHA 1							
OP	Descrição da Tarefa	Classificação					
		NVA e Não Cíclicas					
		Manuseamento	Deslocações/Transporte Peças	Controlo Qualidade	Troca de Ferramentas	Manutenção	Tcy/Peça
110/120	Aprovisionar 1 contentor de brutos à linha		0,03				0,03
	Carregar Brutos	1,75					1,75
	Dirigir-se ao Posto de Controlo e Regressar		0,22				0,22
	Controlo de Diâmetros			4,15			4,15
	Preparação para Minimetrolgia	0,11					0,11
	Transportar Peças Minimetrolgia		0,65				0,65
	Retirar Contedor de Limalhas e Colocar Um Vazio					0,01	0,01
Mudança de ferramenta T10/T07 (OP 110) e T05/T01/T13 (OP 120)					1,55	1,55	
	PMA					0,46	0,46
130	Dirigir-se ao Posto de Controlo e Regressar		0,26				0,26
	Controlo Dentado			2,25			2,25
	Preparação CMD	0,11					0,11
	Transportar Peças CMD		0,42				0,42
	Retirar Contedor de Limalhas e Colocar Um Vazio					0,02	0,02
	Mudança de Ferramentas 3 Pastilhas (DRQ) e 1 pastilha + 1 fresa (RE)					1,29	1,29
	PMA					0,46	0,46
140	Verificar os níveis de óleos e se necessário acrescentar (PMA)					0,46	0,46
150	Levar Caixa Vazia de Tubos e Colocar Cheias		0,11				0,11
	Retirar 3 Tubos Cheios e Embalar no Contedor de PA e Colocar 3 Vazios No Carregador Da Máquina	1,20					1,20
	PMA					0,46	0,46
160	Aprovisionar 1 Contentor de Produto Acabado Vazio		0,03				0,03
	Envolver contentor com 1 Saco Plástico Anti-Corrosivo	0,07					0,07
	Retirar Etiqueta Gália e Colocá-la No Contedor Com PA	0,14					0,14
	Colocar Contentor PA na Zona de Recolha		0,04				0,04
QDAS	Consulta QDAS e Realização de Calibrações			1,29			1,29
TOTAL		3,38	1,75	7,69	2,84	1,87	17,53

Tabela 10: Tipos de Tempos de Ciclo

Concluimos esta fase do estudo com uma tabela do somatório de todos os tempos das quatro linhas relativos a cada família de atividades, de forma a compreender a distribuição de tempos em todo o processo produtivo (Tabela 11).

	Manuseamento	Deslocações	Controlo Qualidade	Troca de Ferramentas	Manutenção
Linha 1	3,38	1,75	7,69	2,84	1,87
Linha 2	3,39	1,01	7,72	2,84	1,94
Linha 3	3,38	0,99	7,70	2,84	1,90
Linha 4	3,39	1,25	7,73	2,84	1,95
TOTAL	13,54	5,01	30,84	11,34	7,66

Tabela 11: Somatório das Famílias de Tempos

Na Figura 8 está representada graficamente a distribuição dos tempos dos operadores em todas as linhas de maquinaria do Cone Crabot por classificação das mesmas, permitindo-nos observar em que tipo de tarefas consomem mais tempo e visualizar de uma maneira geral, onde poderão ser feitas ações de melhoria.

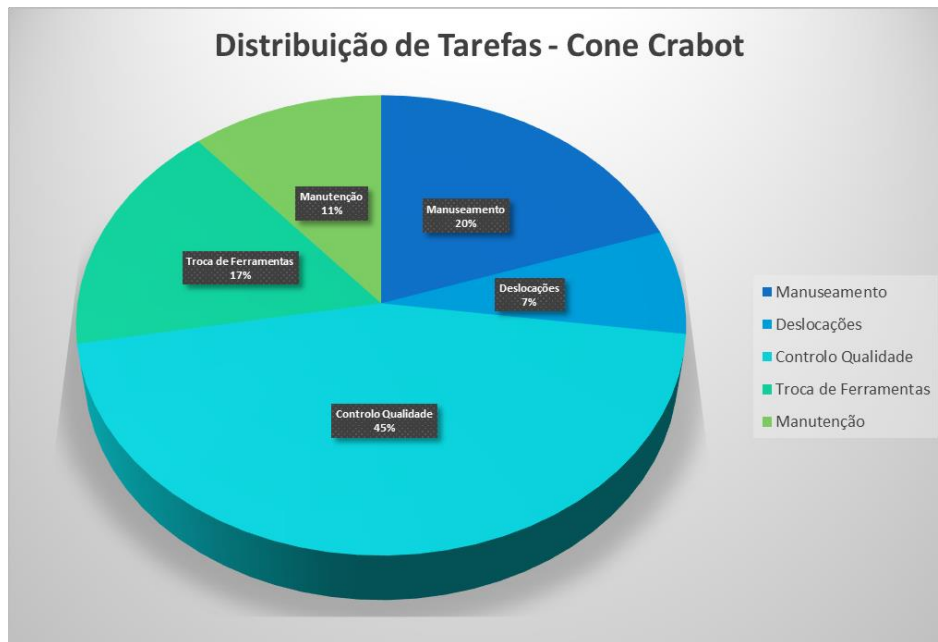


Figura 8: Distribuição de Tempos

Através do gráfico conseguimos perceber facilmente que a família de tarefas que ocupa mais tempo são as que dizem respeito ao contro de qualidade. É de deixar também claro que as deslocações são na maioria delas feitas com o objetivo de controlar a qualidade.

4.2. Diagnóstico de Situação Atual

4.2.1. Taxa de Ocupação dos Operadores

Na Figura 9 encontra-se a maquete do processo produtivo, onde é possível visualizar os operadores e as linhas a que estão alocados (um operador responsável pela realização das tarefas da linha 1 e 4 e outro pelas tarefas da linha 2 e 3).

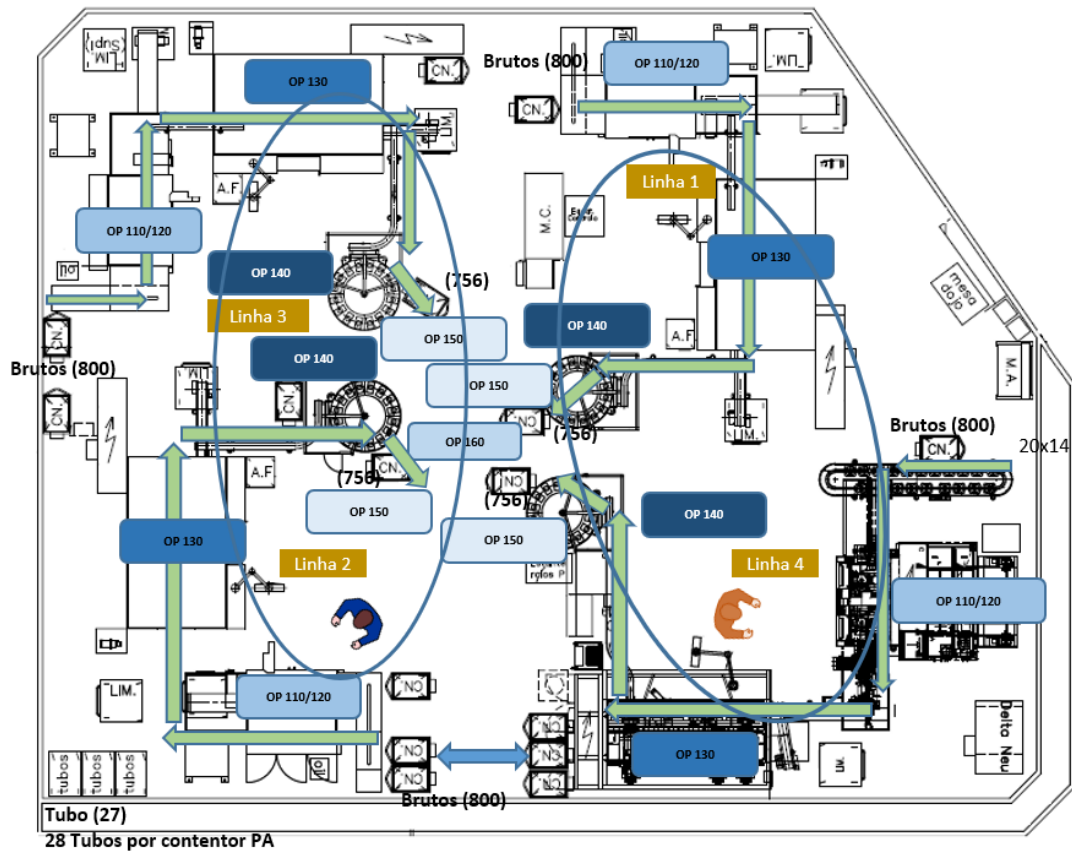


Figura 9: Processo Produtivo Cone Crabot

Assim sendo, antes de calcular a taxa de ocupação de um operador, tendo em conta o seu posto de trabalho (duas linhas de maquinação por cada operador), determinou-se inicialmente a taxa de ocupação relativa a cada linha, depois de percebidos os tempos de ciclos das mesmas. De seguida, determinou-se a taxa de ocupação de cada operador acumulando a ocupação das duas linhas a que estão alocados (Tabela 12) e elaborou-se um gráfico das mesmas representado na Figura 10.

Operador	Linha	Peças/Turno	T Operador/Peça	T Operador Total(min)	Tempo Abertura Operador(min)	Taxa de Ocupação	Taxa Ocupação
Operador 1	Linha 1	1081	0,1753	189,5	455	41,7%	81,1%
	Linha 4	1045	0,1716	179,3	455	39,4%	
Operador 2	Linha 2	1052	0,1689	177,7	455	39,1%	78,6%
	Linha 3	1071	0,1681	180,0	455	39,6%	

Tabela 12: Taxas de Ocupação

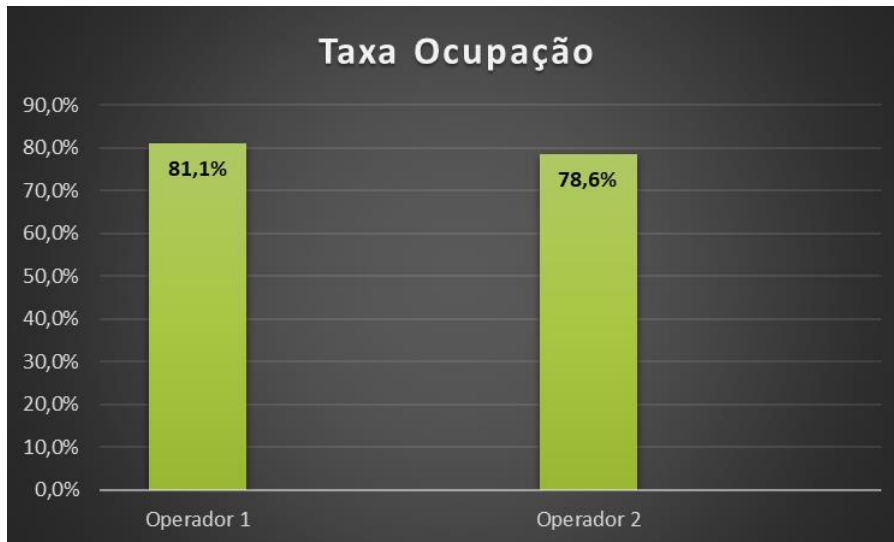


Figura 10: Taxas de Ocupação

Para determinar a taxa de ocupação dos operadores utilizaram-se as seguintes fórmulas (primeiro foi calculado o tempo que o Operador está ocupado durante o seu turno e de seguida foi calculada a taxa de ocupação tendo em conta o tempo que esta em laboração):

$$\text{TempoOcupadoOperador} = \text{PeçasTurno} * \text{TempoOperdorPeça}$$

$$\text{Taxa Ocupação} = \frac{\text{TempoOcupadoOperador}(\text{min})}{455(\text{min})}$$

4.2.2. Diagrama de Pareto

Dado que os tempos de ciclo são bastante homogéneos e que se trata de processos produtivos gémeos, quer em termos de tarefas quer em termos capacitários, apenas realizaremos o estudo centrado na linha menos penalizante do ponto de vista de ocupação de MOD, sendo a variável entre as linhas as deslocações entre setores. Isto porque ao considerarmos a menos penalizante sabemos que quando implementarmos as melhorias, o impacto das mesmas vai ser igual ou maior em linhas que são mais penalizantes. Selecionamos então a linha 3 que considerámos menos penalizante com base na Tabela 12.

Depois de determinadas as taxas de ocupação de cada operador, fez-se uma análise às tarefas realizadas em todo o processo produtivo de maneira a determinar quais é que teriam mais “peso” no consumo de tempo dos operadores.

Para cumprir com esta análise optou-se pela elaboração de um Diagrama de Pareto (Figura 11) com o auxílio da Tabela 13.

LINHA 3						
Nº	Descrição da Tarefa	Frequencial	Tcy(cmin)	Tcy/Peça	Acumulativo	Acumulativo(%)
1	Controlo de Diametros	50	207,6	4,15	4,15	25%
2	Controlo Dentado	50	112,25	2,25	6,40	38%
3	Carregar Brutos	120	210,3	1,75	8,15	48%
4	Mudança de ferramenta T10/T07 (OP 110) e T05/T01/T13 (OP 120)	400	618	1,55	9,69	58%
5	Consulta QDAS e Realização de Calibrações	357	464,4	1,30	11,00	65%
6	Mudança de Ferramentas 3 Pastilhas (DRQ) e 1 pastilha + 1 fresa (RE)	900	1161,3	1,29	12,29	73%
7	Retirar 3 Tubos Cheios e Embalar no Contentor de PA e Colocar 3 Vazios No Carregador Da Máquina	81	96,94	1,20	13,48	80%
8	PMA	1071	500	0,47	13,95	83%
9	PMA	1071	500	0,47	14,42	86%
10	Verificar os níveis de óleos e se necessário acrescentar (PMA)	1071	500	0,47	14,88	89%
11	PMA	1071	500	0,47	15,35	91%
12	Dirigir-se ao Posto de Controlo e Regressar	50	19,35	0,39	15,74	94%
13	Dirigir-se ao Posto de Controlo e Regressar	50	19,35	0,39	16,12	96%
14	Retirar Etiqueta Gália e Colocá-la No Contentor Com PA	756	102,1	0,14	16,26	97%
15	Preparação para Minimetrolologia	1071	122,1	0,11	16,37	97%
16	Preparação CMD	1071	122,1	0,11	16,49	98%
17	Levar Caixa Vazia de Tubos e Colocar Cheias	1296	136,66	0,11	16,59	99%
18	Envolver contentor com 1 Saco Plástico Anti-Corrosivo	756	54,3	0,07	16,66	99%
19	Colocar Contentor PA na Zona de Recolha	756	33,74	0,04	16,71	99%
20	Aprovisionar 1 contentor de brutos à linha	800	28,8	0,04	16,74	100%
21	Aprovisionar 1 Contentor de Produto Acabado Vazio	756	22,51	0,03	16,77	100%
22	Retirar Contetor de Limalhas e Colocar Um Vazio	3213	63,75	0,02	16,79	100%
23	Retirar Contetor de Limalhas e Colocar Um Vazio	3213	50	0,02	16,81	100%

Tabela 13: Tempos de ciclo e acumulativo

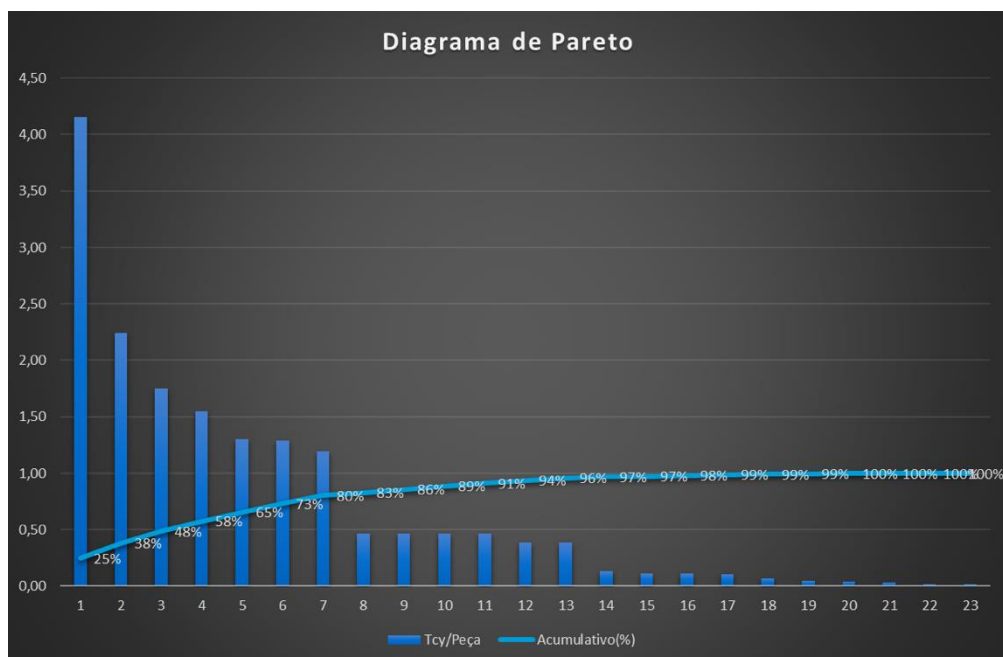


Figura 11: Diagrama de Pareto

Podemos então observar que as tarefas que ocupam mais tempo ao operador significativamente, através da Tabela 13, são as seguintes tarefas: “Controlo de Diâmetros”, “Controlo Dentado”, “Carregar Brutos”, as mudanças de ferramentas das operações OP110/120, “Consulta QDAS e Realização de Calibrações”, mudança de ferramentas da OP130 e por fim “Retirar 3 Tubos Cheios e Embalar no Contentor de PA e Colocar 3 Vazios No Carregador Da Máquina”.

4.3. Implantação 5ª Linha

Como já foi anteriormente dito, o objetivo deste projeto será determinar o número de operadores para a implementação de uma quinta linha no processo produtivo do Cone Crabot e a otimização de alguns processos caso se justifique.

Na Figura 12 encontra-se a implantação da nova linha de maquinação. É de sublinhar o facto de esta ser similar às outras, tanto em termos capacitários como em termos de tarefas a desempenhar pelos operadores. O layout apresentado na figura foi fruto de várias reuniões, selecionado entre várias hipóteses apresentadas por membros da equipa, este foi escolhido com base em alguns critérios essenciais: fluxos e acessibilidade dos AGV's, deslocações do operador e mesmo a visibilidade que estes têm das linhas, e também a área foi um aspeto tido em conta, de maneira a reduzir desperdícios de espaço.

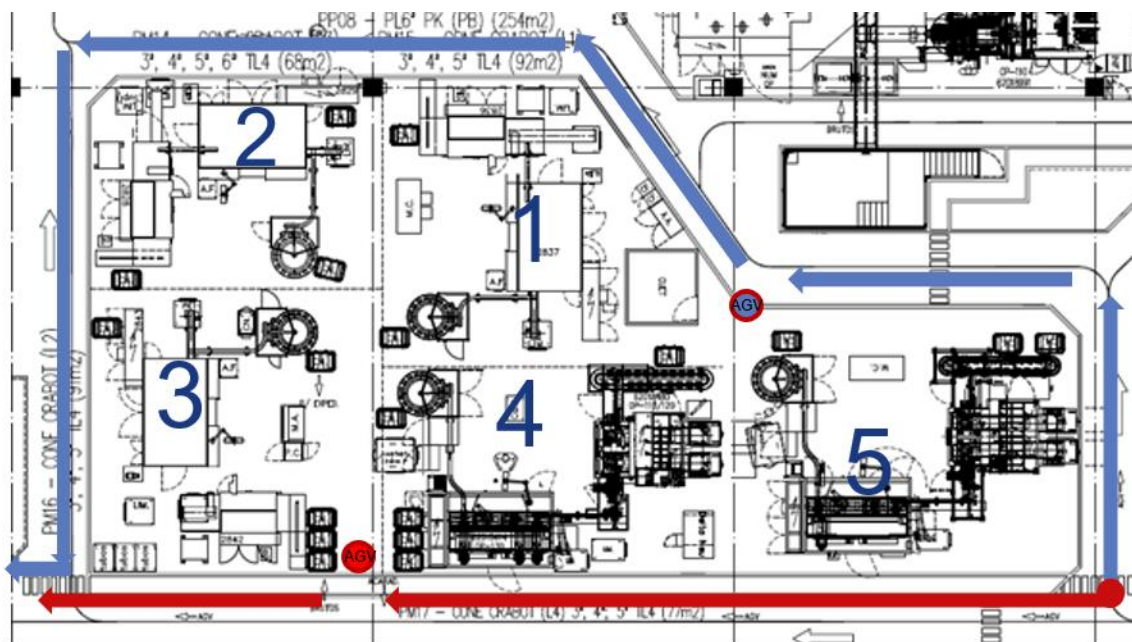


Figura 12: Implantação 5ªLinha

De maneira a idealizar o número de operadores, tendo em consideração as taxas de ocupação que cada uma das quatro linhas apresenta e as taxas de ocupação de cada operador, percebemos facilmente que com a implementação da quinta linha não será possível que todo o trabalho seja distribuído apenas por dois operadores.

De modo geral considerando as taxas de ocupação dos dois operadores, 81,1% e 78,6%, e que a quinta linha iria apresentar um acréscimo de cerca de 40%, efetuando uma distribuição das tarefas apercebemo-nos facilmente que a taxa de ocupação dos dois operadores iria ultrapassar os 100% no primeiro caso, e estaria muito perto dos 100% no segundo, algo que não seria viável. O que se procura na Renault é que as taxas dos operadores estejam entre os 80% e 85%. Estes valores normalmente exigidos pela Renault devem-se a vários fatores. Evidentemente, que o facto de termos operadores com taxas de ocupação a 100%, aspetos considerados prioritários para o Grupo Renault sobrepõem-se aos índices de performance pura, como a segurança no posto de trabalho e a qualidade do trabalho realizado. Níveis de ocupação próximos de 100% são uma ameaça efetiva às prioridades da Empresa: nº1 – Segurança, nº2 – Qualidade, nº 3 – Performance industrial. Para sustentar esta decisão, convém também sublinhar que o ser humano tem diferentes níveis de rendimento ao longo do seu dia de trabalho, intrínsecos ao seu organismo, comumente apelidado de relógio biológico. De facto, é humanamente impossível manter ao longo de 8h por dia, 5 dias por semana e 47 semanas por ano o mesmo nível de concentração e de rendimento físico. Finalmente, convém referir que qualquer dinâmica de progresso deve ser fomentada e alimentada com condições de trabalho apropriadas. Uma taxa de ocupação próxima de 100% compromete o progresso por falta de disponibilidade para tal.

Concluimos então que para que o trabalho seja executado, sem prejudicar rendimentos operacionais, qualidade e mesmo questões ergonómicas e de segurança, teremos de acrescentar um operador por equipa. Mas no que diz respeito a este cenário também nos apercebemos que, indubitavelmente, o tempo ocioso dos operadores seria relativamente elevado deparando-nos com uma situação de desaproveitamento dos recursos humanos. De maneira a poupar um MOD por equipa iremos rever então a análise da distribuição de tarefas que foi elaborada anteriormente e propor algumas soluções para que se diminuía o tempo que estes

laboram, e nos permitam atingir taxas mais reduzidas para dois operadores nas 5 linhas.

4.4. Propostas

4.4.1. Alargamento da Frequência de Controlos (Tornos)

Quando observamos o Diagrama de Pareto (Figura 11), uma das evidencias que salta à primeira vista é o elevado tempo no controlo das características dos diâmetros, consequência da frequência existente. Esta é inequivocamente a tarefa que consome mais tempo ao operador. Por isso, decidiu-se avaliar o alargamento das frequências de controlo sem que se comprometesse a qualidade do produto.

Posto isto, efetuou-se uma consulta aos registos do Q-DAS, mais concretamente às cartas de controlo que este apresenta, de forma a perceber se as operações 110/120 são estáveis e como tal se é possível alargar a frequência de controlo atual. Na Figura 13 é possível observar um exemplo referente a um dos parâmetros que é analisado no posto de controlo, onde se pode observar uma estabilidade no processo. Permite-nos perceber que durante a vida das ferramentas (400 peças maquinadas) todos os resultados dos controlos têm sido conformes.

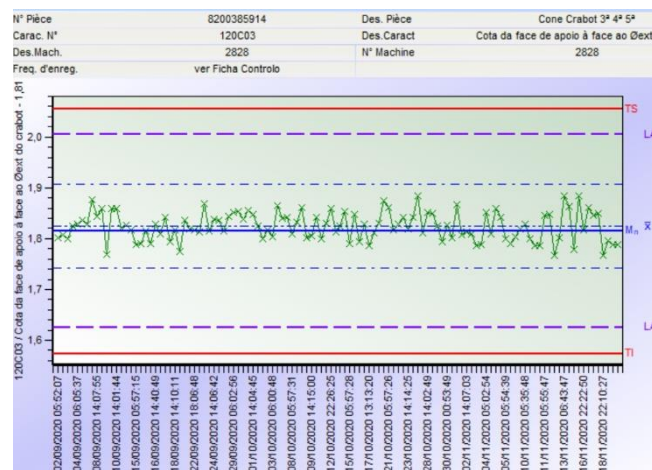


Figura 13: Carta de Controlo

Para permitir a redução da frequência atual as produções não devem ter uma dispersão superior a $\pm \sigma$. O desvio padrão (ou σ) é calculado a partir de uma dada quantidade de registos e representa a dispersão dos dados dessa amostra em relação à média. Quanto mais pequeno o valor de sigma, mais homogénea a população de

dados. No caso em questão, pretendemos uma variação não superior a $\pm 1 \sigma$ em torno da média.

A partir da Figura 13 conseguimos observar uma distribuição normal cujo desvio padrão é bastante afastado dos limites de alerta, e por esses motivos consideramos o processo altamente estável.

Propõem-se então um alargamento progressivo da frequência de controlo, de forma a que se mantenha o controlo do processo.

A gestão automática da frequência de controlo permite adaptar de forma adequada a mesma à frequência de troca de ferramenta. Ou seja, os valores da frequência com que se controlam os cones crabot têm um múltiplo comum com os valores da frequência que se troca a ferramenta, com o objetivo de sempre que se troque uma ferramenta a última peça também seja controlada.

Podemos ter também em conta uma proposta complementar a esta, sendo ela o alargamento da frequência com que se trocam as ferramentas. Esta proposta é feita também com base nos resultados da Figura 13. Quando nos apercebemos da estabilidade do processo, é perceptível que essa estabilidade também advenha, para além de outros fatores, das ferramentas da operação. No entanto, isto não é suficiente para sustentar esta hipótese. O que nos leva a garantir, também, o prolongamento da vida das ferramentas é o facto do óleo de corte ter sido recentemente trocado para um óleo mais favorável a nível de refrigeração das ferramentas e como tal haverá condições para aumentar o tempo de vida das mesmas, acrescentando o facto das pastilhas não apresentarem desgaste significativo.

O que acontece é que a todas as ferramentas, naturalmente, sofrem desgaste depois de muitos contactos com as peças e então é lhes atribuído um tempo de vida. Esse tempo, quando se implementa um processo, é mais baixo do que o praticável e pode-se estender desde que não influencie a conformidade das peças

Através da implementação desta proposta também teríamos rendimentos operacionais mais elevados, resultante de um menor número de paragens referentes a troca de ferramentas.

Por estas razões optámos por testar controlar as peças de 150 em 150 peças com uma mudança de ferramentas de 450 em 450 peças, aumentando o tempo de vida das mesmas em mais 50 peças maquinadas.

4.4.2. Mudança de Ferramentas (Tornos)

Outra proposta adicional seria diminuir de maneira substancial o tempo de troca de ferramentas nos tornos da OP110/120. Esta proposta baseia-se em ações que têm vindo a ser implementadas na Renault CACIA. Consiste em preparar porta ferramentas (Figura 14) para que estes venham já com a pastilha integrada e calibrada com as cotas corretas para que, essencialmente, quando o operador efetua a troca de ferramentas só necessite de alterar esta “porta ferramentas” e colocar as cotas indicadas na etiqueta, algo muito rápido e eficaz. Seriam realizadas as calibrações no CGO (centro de gestão de ferramentas) e posteriormente imprimidas para que os operadores apenas colocassem diretamente as cotas na máquina sem que estes as tivessem de calibrar, garantindo assim a primeira peça boa com afinação da ferramenta no CGO.

De facto, quando foram realizadas observações e medições das trocas de ferramentas nos tornos, percebeu-se facilmente que a troca de pastilhas é uma parte da tarefa que consome muito tempo. Devido a estas serem de dimensões relativamente reduzidas torna-se num processo um pouco minucioso.

O que acontece atualmente é que o operador interrompe o funcionamento da máquina, abre as portas da máquina e, uma a uma, realiza a troca de pastilhas (ou ferramentas). Posteriormente efetua as regulações de maneira a que a primeira peça não saia não conforme e de seguida maquina a peça, retira a mesma da máquina, realiza o devido controlo e por fim regula a máquina (tendo em conta os resultados do controlo) e volta a maquinar a peça, dando assim por finalizada a troca de ferramentas.

Na Figura 14 está representado a porta ferramentas onde podemos observar a pastilha (1), etiqueta das cotas da ferramenta (2) e o capto (3), que encaixa na máquina. Podemos, através desta figura, constatar o reduzido tamanho das ferramentas e em contraste o elevado tamanho do capto relativamente à pastilha.



Figura 14: Exemplo de Porta Ferramentas

Por estes motivos conseguimos perceber facilmente que será muito mais fácil trocar estas portas ferramentas do que as pequenas pastilhas, consumindo muito menos tempo aos operadores na troca de ferramentas das máquinas e consequentemente uma melhoria no rendimento operacional dos tornos. Adicionalmente, o facto de estas ferramentas virem já calibradas do CGO e o operador apenas necessitar de colocar as cotas indicadas na etiqueta também trariam um decréscimo ao consumo de tempo nesta tarefa.

4.5. Implementação das Propostas

Depois de elaboradas as propostas foi feita uma análise das mesmas, exceto à última (i.e. mudança de ferramentas nos tornos) que não foi possível determinar quantitativamente os ganhos temporais. Seria necessária uma análise presencial, o que já não foi possível devido ao tempo limitado do estágio. Por esse motivo, foi só analisada a primeira proposta de maneira a verificar se apenas com esta se poderiam atingir os resultados pretendidos.

Para analisar então a primeira proposta tivemos em conta o alargamento das frequências, tanto no controlo dos diâmetros como na troca de ferramentas, passando de 50 para 150 e 400 para 450 respetivamente. Na Tabela 14, podem-se observar as

alterações no tempo de ciclo das respetivas tarefas, que naturalmente decresce com um alargamento das frequências da realização das mesmas, e atingindo um impacto ainda maior devido ao facto de estas representarem uma grande parte do tempo consumido pelo operador.

Linha 1	Frequencial	Tcy(cmin)	Tcy/Peça
Dirigir-se ao Posto de Controlo e Regressar	150	10,75	0,07
Controlo de Diametros	150	207,62	1,38
Mudança de ferramenta T10/T07 (OP 110) e T05/T01/T13 (OP 120)	450	618	1,37
Linha 2	Frequencial	Tcy(cmin)	Tcy/Peça
Dirigir-se ao Posto de Controlo e Regressar	150	21,5	0,14
Controlo de Diametros	150	207,62	1,38
Mudança de ferramenta T10/T07 (OP 110) e T05/T01/T13 (OP 120)	450	618	1,37
Linha 3	Frequencial	Tcy(cmin)	Tcy/Peça
Dirigir-se ao Posto de Controlo e Regressar	150	19,35	0,13
Controlo de Diametros	150	207,62	1,38
Mudança de ferramenta T10/T07 (OP 110) e T05/T01/T13 (OP 120)	450	618	1,37
Linha 4	Frequencial	Tcy(cmin)	Tcy/Peça
Dirigir-se ao Posto de Controlo e Regressar	150	27,95	0,19
Controlo de Diametros	150	207,62	1,38
Mudança de ferramenta T10/T07 (OP 110) e T05/T01/T13 (OP 120)	450	618	1,37

Tabela 14: Alargamento de frequências e respetivos tempos de ciclo

Posteriormente calculou-se de novo as taxas de ocupação dos operadores tendo em conta este novo cenário. Na Tabela 15 pode-se visualizar os novos resultados e visualizar a redução destas taxas com a implementação da primeira proposta.

Operador	Linha	Peças/Turno	T Operador/Peça	T Operador Total(min)	Tempo Abertura Operador(min)	Taxa de Ocupação	Taxa Ocupação
Operador 1	Linha 1	1081	0,1445	156,2	455	34,3%	66,1%
	Linha 4	1045	0,1384	144,7	455	31,8%	
Operador 2	Linha 2	1052	0,1367	143,8	455	31,6%	63,6%
	Linha 3	1071	0,1361	145,8	455	32,0%	

Tabela 15: Atualização das taxas de ocupação após implementação da proposta

É possível concluir, a partir destes resultados e tendo em conta que a quinta linha será idêntica às já estabelecidas, que a primeira proposta poderia ser uma solução para o problema em questão. Considerando que cada linha consome cerca de 32% do tempo do operador (à exceção da primeira que possui duas tarefas adicionais em relação às outras), incluindo a quinta linha, se realizássemos uma distribuição das tarefas de todo o processo entre dois operadores as suas taxas atingiriam os desejados 80% a 85%. Conseguiríamos assim evitar que fosse necessário um terceiro operador por equipa evitando elevados tempos de ociosidade por parte dos mesmos.

Posto isto, é necessário realizar um balanceamento das tarefas, e por estes motivos, sublinhando o facto destas linhas serem idênticas, decidiu-se que numa fase inicial serão atribuídas duas linhas a cada operador em função da distância, de maneira a evitar grandes deslocamentos entre as linhas alocadas a cada operador.

Tendo em vista a nova implantação da quinta linha, percebe-se que a linha 2 e a linha 5 estão mais afastadas e que as estas se poderiam juntar a linha 3 e a linha 4 respetivamente. De maneira geral teríamos um operador responsável pela realização das tarefas da linha 2 e 3 outro responsável pela linha 4 e 5. Quanto à linha 1, teriam de serem distribuídas as tarefas de modo igualitário, sem que se comprometa claro a ergonomia no posto de trabalho.

Com objetivo de diminuir desperdícios e promover a otimização da produção e da sua qualidade, promovendo a organização no trabalho garantindo resultados consistentes é preciso ter em conta e empreender a metodologia dos 5S.

Para concluir, esta proposta traria poupanças de cerca de 120.000€/ano, tendo em conta que um operador equivale a 30.000€/ano e que as linhas funcionam com 4 equipas por semana. Deixar claro que o objetivo deste trabalho não é eliminar postos de trabalho, mas sim otimizá-los e evitar ociosidade dos funcionários.

5. Considerações Finais

Neste último capítulo foram descritas as considerações finais do projeto realizado, incluindo contribuições para a prática e para a teoria, algumas limitações da investigação e sugestões de trabalhos futuros.

5.1. Conclusões

Este relatório centra-se no estudo de tempos às quatro linhas de maquinação do Cone Crabot, de maneira a determinar quantos operadores por equipa seriam necessários para o processo produtivo com a implementação de uma nova linha, após o surgimento da necessidade do aumento da produção.

Foram inicialmente realizadas medições de tempos recorrendo ao método de Cronometragem apresentado por Stevenson após terem sido identificadas todas as tarefas realizadas pelos operadores, e percebido todo o processo produtivo, algo que se revelou bastante útil na recolha de tempos.

Depois dos dados recolhidos e de realizados todos os cálculos necessários, foi possível perceber que com a implementação da quinta linha seria necessária a contratação de um operador por equipa, tendo em consideração aspetos considerados prioritários para o Grupo Renault. No entanto, a contratação de mais um operador por equipar iria trazer elevados tempos de ociosidade ao processo produtivo por parte dos operadores.

Através da análise dos dados também foi possível evidenciar algumas tarefas que consumiam substancialmente mais tempo que outras tarefas, oferecendo visão global de todo o trabalho executado pelos operadores. Assim que se percebeu quais as tarefas que mais contribuíam para as elevadas taxas de ocupação, procedeu-se à otimização das mesmas procurando sempre alterações viáveis.

Por fim, foi através destas alterações que se pode evitar um cenário de 3 operadores por equipa, mantendo as taxas de ocupação entre os 80% e 85% exigidos pela Renault, e ainda poupando 120.000€ por ano. Convém referir que qualquer dinâmica de progresso deve ser fomentada e alimentada com condições de trabalho

apropriadas. Uma taxa de ocupação próxima de 100% compromete o progresso por falta de disponibilidade para tal. Sem progresso, não há futuro.

5.2. Trabalho Futuro

Depois de todo o trabalho realizado, é necessário determinar quais serão as tarefas alocadas aos novos postos de trabalhos, definindo standards e mantendo sempre em prática a filosofia dos 5S. Trabalho que será complementado com uma análise ergonómica aos novos postos de trabalho, pois, apesar de existir tempo suficiente para que existam apenas 2 operadores, é preciso observar posturas, carga de trabalho, bem como frequências de manuseamentos de peças, transporte das mesmas, etc.

Bibliografia

- Antoniolli, I. et al. 2017. "Standardization and Optimization of an Automotive Components Production Line." *Procedia Manufacturing* 13: 1120–27. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.173>.
- Avikal, Shwetank, Rajeev Jain, P. K. Mishra, and H. C. Yadav. 2013. "A Heuristic Approach for U-Shaped Assembly Line Balancing to Improve Labor Productivity." *Computers and Industrial Engineering* 64(4): 895–901. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cie.2013.01.001>.
- Bayo-Moriones, Alberto, Alejandro Bello-Pintado, and Javier Merino Díaz de Cerio. 2010. "5S Use in Manufacturing Plants: Contextual Factors and Impact on Operating Performance." *International Journal of Quality and Reliability Management* 27(2): 217–30.
- Behrouzi, F., and K.Y. Wong. 2011. "Lean Performance Evaluation of Manufacturing Systems: A Dynamic and Innovative Approach." In *Procedia Computer Science*, , 388–95.
- "Cacia - Fábrica Automóvel Do Grupo - Renault." <https://www.renault.pt/renault-cacia.html>.
- Danese, Pamela, Valeria Manfè, and Pietro Romano. 2018. "A Systematic Literature Review on Recent Lean Research: State-of-the-Art and Future Directions." *International Journal of Management Reviews* 20(2): 579–605.
- Eastman, The, and Kodak Company. 2003. *Ergonomic Design for People at Work Eastman Kodak Company*.
- Heizer, Jay, Barry Render, and Chuck Munson. 2016. *Principles of Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management*
- Hicks, B. J. 2007. "Lean Information Management: Understanding and Eliminating Waste." *International Journal of Information Management* 27(4): 233–49.
- Ikatrinasari, Zulfa Fitri, and Dan Kosasih. 2018. "Improving Quality Control Process through Value Stream Mapping." *International Journal of Engineering and Technology(UAE)* 7(2): 219–25.
- Imai, M. 2012. *Praise for Gemba Kaizen*.
- Jiménez, Mariano, Luis Romero, Manuel Domínguez, and María del Mar Espinosa. 2015. "5S Methodology Implementation in the Laboratories of an Industrial Engineering University School." *Safety Science* 78: 163–72.
- Johansson, Pierre E.C. et al. 2013. "Current State of Standardized Work in Automotive Industry in Sweden." *Procedia CIRP* 7: 151–56. <http://dx.doi.org/10.1016/j.procir.2013.05.026>.
- Karlsson, Christer, and Pär Åhlström. 1996. "<Assessing Changes towards Lean.Pdf>." *International Journal of Operations & Production Management* 16(2): 24–41.
- Klochkov, Yury, and Albina Gazizulina. 2018. "LEAN SIX SIGMA FOR

- SUSTAINABLE BUSINESS PRACTICES : A CASE STUDY." 13(1): 47–74.
- Krafick, F. John. 1988. "Triumph of the Lean Production System." *Sloan Management Review* 30(1): 41–52.
- Kumar, Anil, and N. Suresh. 2008. *Production and Operations Management*.
- Lam, Nguyen Thi, Le Minh Toi, Vu Thi Thanh Tuyen, and Do Ngoc Hien. 2016. "Lean Line Balancing for an Electronics Assembly Line." *Procedia CIRP* 40(1): 437–42. <http://dx.doi.org/10.1016/j.procir.2016.01.089>.
- Liker, Jeffrey. 2004. 11 Clinical Medicine *The Toyota Way - 14 Management Principles the World's Greatest Manufacturer*.
- Melton, Trish. 2005. "The Benefits of Lean Manufacturing: What Lean Thinking Has to Offer the Process Industries." *Chemical Engineering Research and Design* 83(6 A): 662–73.
- Míkva, Miroslava et al. 2016. "Standardization-One of the Tools of Continuous Improvement." *Procedia Engineering* 149(June): 329–32.
- Mostafa, S., J. Dumrak, and H. Soltan. 2013. "A Framework for Lean Manufacturing Implementation." *Production and Manufacturing Research* 1(1): 44–64.
- Mrugalska, B., and M.K. Wyrwicka. 2017. "Towards Lean Production in Industry 4.0." In *Procedia Engineering*, , 466–73.
- Nallusamy, S., and M. A. Adil Ahamed. 2017. "Implementation of Lean Tools in an Automotive Industry for Productivity Enhancement - A Case Study." *International Journal of Engineering Research in Africa* 29: 175–85.
- Nallusamy, S., and V. Saravanan. 2016. "Lean Tools Execution in a Small Scale Manufacturing Industry for Productivity Improvement- a Case Study." *Indian Journal of Science and Technology* 9(35).
- Omogbai, Oleghe, and Konstantinos Salonitis. 2017. "The Implementation of 5S Lean Tool Using System Dynamics Approach." *Procedia CIRP* 60: 380–85. <http://dx.doi.org/10.1016/j.procir.2017.01.057>.
- Pereira, Ana et al. 2016. "Reconfigurable Standardized Work in a Lean Company - A Case Study." *Procedia CIRP* 52: 239–44.
- Pinto, J. P. 2014. *Pensamento Lean - A Filosofia Das Organizações Vencedoras*. <https://books.google.pt/books?id=iEZQvgAACAAJ>.
- Powell, Daryl et al. 2014. "A New Set of Principles for Pursuing the Lean Ideal in Engineer-To-Order Manufacturers." *Procedia CIRP* 17: 571–76. <http://dx.doi.org/10.1016/j.procir.2014.01.137>.
- Rahani, A. R., and Muhammad Al-Ashraf. 2012. "Production Flow Analysis through Value Stream Mapping: A Lean Manufacturing Process Case Study." *Procedia Engineering* 41(Iris): 1727–34. <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2012.07.375>.
- Rother, M., and R. Harris. 2001. "Creating Continuous Flow: An Action Guide for Managers, Engineers & Production Associates."
- Rother, M, J Shook, and Lean Enterprise Institute. 2003. *Learning to See: Value*

- Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda*. Taylor & Francis.
<https://books.google.pt/books?id=mrNIH6Oo87wC>.
- Shingo, Shigeo. 1985. "A Revolution in Manufacturing: The SMED System." *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*.
- Shingo, Shigeo. 1989. "A Study of the Toyota Production System From an Industrial Engineering Viewpoint"
- Simaria, A. S., A. R. Xambre, N. A. Filipe, and P. M. Vilarinho. 2010. "A Decision Support System for Assembly and Production Line Balancing." *Handbook on Business Information Systems*: 383–414.
- Stanton, Neville, Paul Salmon, Daniel Jenkins, and Guy Walker. 2013. Human Factors in the Design and Evaluation of Central Control Room Operations *Introduction to Human Factors and Ergonomics*.
- Stevenson, William J. 2015. *Operations Management, Twelfth Edition*.
- Suganthini Rekha, R., P. Periyasamy, and S. Nallusamy. 2016. "Lean Tools Implementation for Lead Time Reduction in CNC Shop Floor of an Automotive Component Manufacturing Industry." *Indian Journal of Science and Technology* 9(45).
- Taj, Shahram, and Lismar Berro. 2006. "Application of Constrained Management and Lean Manufacturing in Developing Best Practices for Productivity Improvement in an Auto-Assembly Plant." *International Journal of Productivity and Performance Management* 55(3–4): 332–45.
- "The International Ergonomics Association Is a Global Federation of Human Factors/Ergonomics Societies, Registered as a Nonprofit Organization in Geneva, Switzerland. | International Ergonomics Association." <https://iea.cc/> (December 16, 2020).
- Vu, Kim-Phuong L. 2011. Handbook of Human Factors in Web Design *Handbook of Human Factors in Web Design*.
- Wagner, Tobias, Christoph Herrmann, and Sebastian Thiede. 2017. "Industry 4.0 Impacts on Lean Production Systems." *Procedia CIRP* 63: 125–31.
- Williams, Bruce, and Natalie Sayer. 2007. *Lean For Dummies*.
- Womack, James, and Daniel T. Jones. 2003. "Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation."
- Womack, James P., and Daniel T. Jones. 1990. "The Machine That Changed the World." 28(08).
- Womack, James P., Daniel T. Jones, and Daniel Roos. 2007. "The Machine That Changed the World. Macmillan Publishing Company." : 323.

Anexos

ANEXO 1 – Registo dos Tempos de Maquinação

TEMPOS MÁQUINAS																	
Linha 1																	
Operação	Tecnologia	Tempo(min)										Desvio Padrão(s)	Precisão	Nível de Confiança(95%)	Numero de Amostras (n)	Média (min)	
		Tcy1	Tcy2	Tcy3	Tcy4	Tcy5	Tcy6	Tcy7	Tcy8	Tcy9	Tcy10						Tmédio
110/120	Torno	0,442	0,450	0,448	0,444	0,441	0,441	0,439	0,446	0,444	0,448	0,444	0,003	0,070	1,960	0,047	0,444
130,000	Talhadora	0,421	0,421	0,420	0,418	0,420	0,419	0,419	0,422	0,420	0,421	0,420	0,001	0,070	1,960	0,006	0,420
Linha 2																	
Operação	Tecnologia	Tempo(min)										Desvio Padrão(s)	Precisão	Nível de Confiança(95%)	Numero de Amostras (n)	Média (min)	
		Tcy1	Tcy2	Tcy3	Tcy4	Tcy5	Tcy6	Tcy7	Tcy8	Tcy9	Tcy10						Tmédio
110/120	Torno	0,457	0,454	0,453	0,458	0,455	0,458	0,455	0,457	0,458	0,457	0,456	0,002	0,070	1,960	0,011	0,456
130,000	Talhadora	0,418	0,416	0,415	0,416	0,413	0,417	0,415	0,416	0,414	0,413	0,415	0,002	0,070	1,960	0,011	0,415
Linha 3																	
Operação	Tecnologia	Tempo(min)										Desvio Padrão(s)	Precisão	Nível de Confiança(95%)	Numero de Amostras (n)	Média (min)	
		Tcy1	Tcy2	Tcy3	Tcy4	Tcy5	Tcy6	Tcy7	Tcy8	Tcy9	Tcy10						Tmédio
110/120	Torno	0,450	0,447	0,449	0,449	0,449	0,447	0,451	0,447	0,448	0,445	0,448	0,002	0,070	1,960	0,011	0,448
130,000	Talhadora	0,431	0,433	0,431	0,429	0,432	0,429	0,431	0,430	0,432	0,429	0,431	0,001	0,070	1,960	0,008	0,431
Linha 4																	
Operação	Tecnologia	Tempo(min)										Desvio Padrão(s)	Precisão	Nível de Confiança(95%)	Numero de Amostras (n)	Média (min)	
		Tcy1	Tcy2	Tcy3	Tcy4	Tcy5	Tcy6	Tcy7	Tcy8	Tcy9	Tcy10						Tmédio
110/120	Torno	0,457	0,460	0,459	0,458	0,458	0,457	0,460	0,458	0,459	0,460	0,458	0,001	0,070	1,960	0,005	0,459
130,000	Talhadora	0,438	0,439	0,440	0,441	0,442	0,438	0,439	0,440	0,437	0,439	0,439	0,001	0,070	1,960	0,008	0,439

ANEXO 2 – Registo dos Tempos das Tarefas dos Operadores e Cálculo do Número de Medições e Média

Tarefa	Tempo (min)										Média (E)	s	Nível de Confiança(95%)	precisão	N
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀					
Aprovisionar 1 contentor de brutos à linha	26,2	23,3	22,1	27,5	28,5	25	23,7	28,6	30,2	27,8	26,29	2,532	1,96	0,07	7,274
Carregar Brutos	216,1	224,6	220,9	204,7	211,2	198,9	204	210,1	212,6	199,9	210,3	8,160	1,96	0,07	1,180
Controlo de Diametros	211,3	204,8	217,9	205,2	199,5	210,3	207,4	215,8	200,1	203,9	207,62	5,861	1,96	0,07	0,625
Preparação para Minimetrolgia	128,5	118,4	115,4	120,6	131,9	122,8	113,6	118,1	127,8	123,9	122,1	5,677	1,96	0,07	1,695
Transportar Peças Minimetrolgia	717,5	689,1	708,2	716,1	743	700,3	695,4	715,2	668,2	667	702	22,165	1,96	0,07	0,782
Retirar Contetor de Limalhas e Colocar Um Vazio	32,8	35,4	29,1	31,2	28,7	34,5	27,6	25,2	27,7	27,8	30	3,164	1,96	0,07	8,722
Mudança de ferramenta T10/T07 (OP 110) e T05/T01/T13 (OP 120)	613,1	605,6	630,2	623,8	617,2	593,7	618,5	626,1	639,6	612,2	618	12,318	1,96	0,07	0,311
Controlo Dentado	123,7	110,2	107,3	112,1	103,9	110,1	123,1	116,4	111,5	104,2	112,25	6,592	1,96	0,07	2,703
Preparação CMD	126,3	113,4	111,8	128,5	121,1	120,7	125,4	130,1	124,7	119	122,1	5,784	1,96	0,07	1,760
Transportar Peças CMD	431	420,2	458,2	470,2	480,5	442,4	473,2	438	455,1	461,2	453	18,590	1,96	0,07	1,320
Retirar Contetor de Limalhas e Colocar Um Vazio	45,8	56,5	48,3	58,7	56,7	44,5	53,6	41,9	45,1	48,9	50	5,634	1,96	0,07	9,954
Mudança de Ferramentas 3 Pastilhas (DRQ) e 1 pastilha + 1 fresa (RE)	1019	1241	1053	1158	1138	1212	1181	1238	1194	1179	1161,3	70,077	1,96	0,07	2,855
Levar Caixa Vazia de Tubos e Colocar Cheias	132	128,2	145,7	132,9	138,9	142,5	154,2	130,3	128,8	133,1	136,66	8,067	1,96	0,07	2,732
Retirar 3 Tubos Cheios e Embalar no Contentor de PA e Colocar 3 Vazios No Carregador Da Máquina	109,2	91,5	104,6	92,9	89,1	97,3	87,5	96,3	105,7	95,3	96,94	6,967	1,96	0,07	4,050
Aprovisionar 1 Contentor de Produto Acabado Vazio	22,6	20,1	21,6	27,2	24,1	23,8	22,3	20,1	19,4	23,9	22,51	2,243	1,96	0,07	7,781
Envolver contentor com 1 Saco Plástico Anti-Corrosivo	47,6	61,1	54,2	59,1	48,2	60,5	55,2	58,2	50,6	48,3	54,3	5,055	1,96	0,07	6,795
Retirar Etiqueta Gália e Colocá-la No Contentor Com PA	107	111	98,1	96,2	106,3	99	92,4	111,2	101,7	98,1	102,1	6,118	1,96	0,07	2,815
Colocar Contentor PA na Zona de Recolha	34,9	31,8	35,2	40,1	30,8	29,4	27,4	33,8	38,9	35,1	33,74	3,793	1,96	0,07	9,906
Consulta QDAS e Realização de Calibrações	462,5	489,2	499,6	440,1	458,1	433,3	468,2	457,7	447,9	487,4	464,4	20,774	1,96	0,07	1,569

ANEXO 3 – Tempo de Ciclo Operadores Linha 2

LINHA 2				
OP	Descrição da Tarefa	Frequencial	Tcy(cmin)	Tcy/Peça
110/120	Aprovisionar 1 contentor de brutos à linha	800	12,53	0,02
	Carregar Brutos	120	210,3	1,75
	Dirigir-se ao Posto de Controlo e Regressar	50	21,5	0,43
	Controlo de Diâmetros	50	207,6	4,15
	Preparação para Minimetrologia	1052	122,1	0,12
	Retirar Contetor de Limalhas e Colocar Um Vazio	3156	63,75	0,02
	Mudança de ferramenta T10/T07 (OP 110) e T05/T01/T13 (OP 120)	400	618	1,55
	PMA	1052	500	0,48
130	Dirigir-se ao Posto de Controlo e Regressar	50	19,35	0,39
	Controlo Dentado	50	112,25	2,25
	Preparação CMD	1052	122,1	0,12
	Retirar Contetor de Limalhas e Colocar Um Vazio	3156	50	0,02
	Mudança de Ferramentas 3 Pastilhas (DRQ) e 1 pastilha + 1 fresa (RE)	900	1161,3	1,29
	PMA	1052	500	0,48
140	Verificar os níveis de óleos e se necessário acrescentar (PMA)	1052	500	0,48
150	Levar Caixa Vazia de Tubos e Colocar Cheias	1296	136,66	0,11
	Retirar 3 Tubos Cheios e Embalar no Contentor de PA e Colocar 3 Vazios No Carregador Da Máquina	81	96,94	1,20
	PMA	1052	500	0,48
160	Aprovisionar 1 Contentor de Produto Acabado Vazio	756	22,51	0,03
	Envolver contentor com 1 Saco Plástico Anti-Corrosivo	756	54,3	0,07
	Retirar Etiqueta Gália e Colocá-la No Contentor Com PA	756	102,1	0,14
	Colocar Contentor PA na Zona de Recolha	756	33,74	0,04
QDAS	Consulta QDAS e Realização de Calibrações	351	464,4	1,32
TOTAL				16,89

ANEXO 3 – Tempo de Ciclo Operadores Linha 3

LINHA 3				
OP	Descrição da Tarefa	Frequencial	Tcy(cmin)	Tcy/Peça
110/120	Aprovisionar 1 contentor de brutos à linha	800	28,8	0,04
	Carregar Brutos	120	210,3	1,75
	Dirigir-se ao Posto de Controlo e Regressar	50	19,35	0,39
	Controlo de Diametros	50	207,6	4,15
	Preparação para Minimetrologia	1071	122,1	0,11
	Retirar Contetor de Limalhas e Colocar Um Vazio	3213	63,75	0,02
	Mudança de ferramenta T10/T07 (OP 110) e T05/T01/T13 (OP 120)	400	618	1,55
	PMA	1071	500	0,47
130	Dirigir-se ao Posto de Controlo e Regressar	50	19,35	0,39
	Controlo Dentado	50	112,25	2,25
	Preparação CMD	1071	122,1	0,11
	Retirar Contetor de Limalhas e Colocar Um Vazio	3213	50	0,02
	Mudança de Ferramentas 3 Pastilhas (DRQ) e 1 pastilha + 1 fresa (RE)	900	1161,3	1,29
	PMA	1071	500	0,47
140	Verificar os níveis de óleos e se necessário acrescentar (PMA)	1071	500	0,47
150	Levar Caixa Vazia de Tubos e Colocar Cheias	1296	136,66	0,11
	Retirar 3 Tubos Cheios e Embalar no Contentor de PA e Colocar 3 Vazios No Carregador Da Máquina	81	96,94	1,20
		PMA	1071	500
160	Aprovionar 1 Contentor de Produto Acabado Vazio	756	22,51	0,03
	Envolver contentor com 1 Saco Plástico Anti-Corrosivo	756	54,3	0,07
	Retirar Etiqueta Gália e Colocá-la No Contentor Com PA	756	102,1	0,14
	Colocar Contentor PA na Zona de Recolha	756	33,74	0,04
QDAS	Consulta QDAS e Realização de Calibrações	357	464,4	1,30
TOTAL				16,81

ANEXO 3 – Tempo de Ciclo Operadores Linha 4

LINHA 4				
OP	Descrição da Tarefa	Frequencial	Tcy(cmin)	Tcy/Peça
110/120	Aprovisionar 1 contentor de brutos à linha	800	31,55	0,04
	Carregar Brutos	120	210,3	1,75
	Dirigir-se ao Posto de Controlo e Regressar	50	27,95	0,56
	Controlo de Diâmetros	50	207,6	4,15
	Preparação para Minimetrolgia	1045	122,1	0,12
	Retirar Contetor de Limalhas e Colocar Um Vazio	3135	63,75	0,02
	Mudança de ferramenta T10/T07 (OP 110) e T05/T01/T13 (OP 120)	400	618	1,55
	PMA	1045	500	0,48
130	Dirigir-se ao Posto de Controlo e Regressar	50	23,65	0,47
	Controlo Dentado	50	112,25	2,25
	Preparação CMD	1045	122,1	0,12
	Retirar Contetor de Limalhas e Colocar Um Vazio	3135	50	0,02
	Mudança de Ferramentas 3 Pastilhas (DRQ) e 1 pastilha + 1 fresa (RE)	900	1161,3	1,29
		PMA	1045	500
140	Verificar os níveis de óleos e se necessário acrescentar (PMA)	1045	500	0,48
150	Levar Caixa Vazia de Tubos e Colocar Cheias	1296	136,66	0,11
	Retirar 3 Tubos Cheios e Embalar no Contentor de PA e Colocar 3 Vazios No Carregador Da Máquina	81	96,94	1,20
		PMA	1045	500
160	Aprovionar 1 Contentor de Produto Acabado Vazio	756	22,51	0,03
	Envolver contentor com 1 Saco Plástico Anti-Corrosivo	756	54,3	0,07
	Retirar Etiqueta Gália e Colocá-la No Contentor Com PA	756	102,1	0,14
	Colocar Contentor PA na Zona de Recolha	756	33,74	0,04
QDAS	Consulta QDAS e Realização de Calibrações	348	464,4	1,33
TOTAL				17,16

ANEXO 4 – Distribuição de Tempos da Linha 2

LINHA 2							
OP	Descrição da Tarefa	Classificação					Tcy/Peça
		NVA e Não Cíclicas					
		Manuseamento	Deslocações	Controlo Qualidade	Troca de Ferramentas	Manutenção	
110/120	Aprovisionar 1 contentor de brutos à linha		0,02				0,02
	Carregar Brutos	1,75					1,75
	Dirigir-se ao Posto de Controlo e Regressar		0,43				0,43
	Controlo de Diâmetros			4,15			4,15
	Preparação para Minimetrologia	0,12					0,12
	Retirar Contetor de Limalhas e Colocar Um Vazio					0,02	0,02
	Mudança de ferramenta T10/T07 (OP 110) e T05/T01/T13 (OP 120)				1,55		1,55
	PMA					0,48	0,48
130	Dirigir-se ao Posto de Controlo e Regressar		0,39				0,39
	Controlo Dentado			2,25			2,25
	Preparação CMD	0,12					0,12
	Retirar Contetor de Limalhas e Colocar Um Vazio					0,02	0,02
	Mudança de Ferramentas 3 Pastilhas (DRQ) e 1 pastilha + 1 fresa (RE)				1,29		1,29
	PMA					0,48	0,48
140	Verificar os níveis de óleos e se necessário acrescentar (PMA)					0,48	0,48
150	Levar Caixa Vazia de Tubos e Colocar Cheias		0,11				0,11
	Retirar 3 Tubos Cheios e Embalar no Contentor de PA e Colocar 3 Vazios No Carregador Da Máquina	1,20					1,20
	PMA					0,48	0,48
160	Aprovisionar 1 Contentor de Produto Acabado Vazio		0,03				0,03
	Envolver contentor com 1 Saco Plástico Anti-Corrosivo	0,07					0,07
	Retirar Etiqueta Gália e Colocá-la No Contentor Com PA	0,14					0,14
	Colocar Contentor PA na Zona de Recolha		0,04				0,04
QDAS	Consulta QDAS e Realização de Calibrações			1,32			1,32
TOTAL		3,39	1,01	7,72	2,84	1,94	16,89

ANEXO 4 – Distribuição de Tempos da Linha 3

LINHA 3							
OP	Descrição da Tarefa	Classificação					Tcy/Peça
		NVA e Não Cíclicas					
		Manuseamento	Deslocações	Controlo Qualidade	Troca de Ferramentas	Manutenção	
110/120	Aprovisionar 1 contentor de brutos à linha		0,04				0,04
	Carregar Brutos	1,75					1,75
	Dirigir-se ao Posto de Controlo e Regressar		0,39				0,39
	Controlo de Diametros			4,15			4,15
	Preparação para Minimetrolgia	0,11					0,11
	Retirar Contetor de Limalhas e Colocar Um Vazio					0,02	0,02
	Mudança de ferramenta T10/T07 (OP 110) e T05/T01/T13 (OP 120)				1,55		1,55
	PMA				0,47	0,47	
130	Dirigir-se ao Posto de Controlo e Regressar		0,39				0,39
	Controlo Dentado			2,25			2,25
	Preparação CMD	0,11					0,11
	Retirar Contetor de Limalhas e Colocar Um Vazio					0,02	0,02
	Mudança de Ferramentas 3 Pastilhas (DRQ) e 1 pastilha + 1 fresa (RE)				1,29		1,29
	PMA				0,47	0,47	
140	Verificar os níveis de óleos e se necessário acrescentar (PMA)					0,47	0,47
150	Levar Caixa Vazia de Tubos e Colocar Cheias		0,11				0,11
	Retirar 3 Tubos Cheios e Embalar no Contentor de PA e Colocar 3 Vazios No Carregador Da Máquina	1,20					1,20
	PMA				0,47	0,47	
160	Aprovionar 1 Contentor de Produto Acabado Vazio		0,03				0,03
	Envolver contentor com 1 Saco Plástico Anti-Corrosivo	0,07					0,07
	Retirar Etiqueta Gália e Colocá-la No Contentor Com PA	0,14					0,14
	Colocar Contentor PA na Zona de Recolha		0,04				0,04
QDAS	Consulta QDAS e Realização de Calibrações			1,30			1,30
TOTAL		3,38	0,99	7,70	2,84	1,90	16,81

ANEXO 4 – Distribuição de Tempos da Linha 4

LINHA 4							
OP	Descrição da Tarefa	Classificação					
		NVA e Não Cíclicas					
		Manuseamento	Deslocações	Controlo Qualidade	Troca de Ferramentas	Manutenção	Tcy/Peça
110/120	Aprovisionar 1 contentor de brutos à linha		0,04				0,04
	Carregar Brutos	1,75					1,75
	Dirigir-se ao Posto de Controlo e Regressar		0,56				0,56
	Controlo de Diametros			4,15			4,15
	Preparação para Minimetrologia	0,12					0,12
	Retirar Contetor de Limalhas e Colocar Um Vazio					0,02	0,02
	Mudança de ferramenta T10/T07 (OP 110) e T05/T01/T13 (OP 120)				1,55		1,55
	PMA				0,48	0,48	
130	Dirigir-se ao Posto de Controlo e Regressar		0,47				0,47
	Controlo Dentado			2,25			2,25
	Preparação CMD	0,12					0,12
	Retirar Contetor de Limalhas e Colocar Um Vazio					0,02	0,02
	Mudança de Ferramentas 3 Pastilhas (DRQ) e 1 pastilha + 1 fresa (RE)				1,29		1,29
	PMA				0,48	0,48	
140	Verificar os níveis de óleos e se necessário acrescentar (PMA)					0,48	0,48
150	Levar Caixa Vazia de Tubos e Colocar Cheias		0,11				0,11
	Retirar 3 Tubos Cheios e Embalar no Contentor de PA e Colocar 3 Vazios No Carregador Da Máquina	1,20					1,20
	PMA					0,48	0,48
160	Aprovisionar 1 Contentor de Produto Acabado Vazio		0,03				0,03
	Envolver contentor com 1 Saco Plástico Anti-Corrosivo	0,07					0,07
	Retirar Etiqueta Gália e Colocá-la No Contentor Com PA	0,14					0,14
	Colocar Contentor PA na Zona de Recolha		0,04				0,04
QDAS	Consulta QDAS e Realização de Calibrações			1,33			1,33
TOTAL		3,39	1,25	7,73	2,84	1,95	17,16
TOTAL 4 LINHAS		13,5	5,01	30,8	11,3	7,7	68,4