



FCTUC FACULDADE DE CIÊNCIAS  
E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

DEPARTAMENTO DE  
ENGENHARIA MECÂNICA

# **Redução do Tempo de *Setup* no Sector da Transformação de Chapa da Industria Metalúrgica**

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

## **Setup Time Reduction in a Sheet Metal Transformation Sector in the Metallurgy Industry**

Autor

**Joel Pedro Gomes Pereira**

Orientador

**Professor Doutor Cristóvão Silva**

Júri

Presidente **Professor Doutor Luís Miguel Domingues Fernandes Ferreira**  
Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra

Vogal **Professor Pedro Miguel Fernandes Coelho**  
Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra

Orientador **Professor Doutor Cristóvão Silva**  
Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra

-

Colaboração Institucional

---



Mercatus Portugal

Coimbra, Setembro, 2016



*“Só há um princípio motor: a faculdade de desejar”*

Aristóteles.

Aos meus pais, família e amigos



## Agradecimentos

O trabalho que aqui se apresenta só foi possível graças à colaboração e apoio de algumas pessoas, às quais não posso deixar de prestar o meu reconhecimento.

À minha família, em especial aos meus pais que me acompanharam e me apoiaram sempre durante todo este percurso da minha vida.

Ao professor Doutor Cristóvão Silva pela disponibilidade e interesse no tratamento do meu projeto e pelos conhecimentos transmitidos durante todo o curso que possibilitaram o meu desenvolvimento a nível intelectual e por conseguinte o desenvolvimento eficaz deste projeto.

A todos os meus colegas que me acompanharam durante o curso, pelo divertimento, convívio e trabalho realizados durante todos estes anos.

Aos Engenheiros Fábio Jorge e Fernando Antunes pela orientação dada durante o estágio.

A todos os membros do departamento de processos da Mercatus Portugal não só pelo ambiente tranquilo e divertido que proporcionavam mas também pelo acompanhamento que tentaram prestar na realização do projeto e por todo o conhecimento, experiência e motivação transmitidos que possibilitaram a realização do estágio da forma pretendida.

E em geral a Mercatus Portugal e seus colaboradores pela simpatia e amabilidade que me acolheram.



## Resumo

O presente trabalho foi desenvolvido na Mercatus Portugal, empresa que se dedica ao desenvolvimento e produção de sistemas de refrigeração industrial, onde o objetivo se prendeu com aplicação ferramentas *Lean Manufacturing*, nomeadamente SMED (*Single Minute Exchange to Die*), no sector da transformação da empresa, em particular no subsector das quinadoras. A proposta deste trabalho vem em decorrer da necessidade de reduzir tempos de mudança de fabrico a fim de poder existir uma redução do tamanho de lote de produção.

No decorrer do projeto foi analisado o setor em questão, tanto as mudanças de ferramenta como a ordem produção dos diferentes produtos como forma de poder avaliar o quanto se poderia reduzir o tamanho de lote de cada tipo de produto. Das quatro quinadoras, foram analisadas duas para aplicação da metodologia SMED.

Como forma de reduzir tempos iniciais de transporte de peças, que se incluíam no processo de mudança de fabrico, foi proposto o desenvolvimento de um método, a fim de sequenciar a produção, e de eliminar este tempo através da alocação de um operador. O desenvolvimento do método de sequenciamento permitiu reduzir cerca de 52% a 73% do tempo total de mudança de fabrico, consoante a mudança de ferramenta efetuada.

A aplicação da metodologia SMED permitiu reduções até 39% do tempo despendido durante a mudança de ferramenta, sendo praticamente soluções de custo nulo aplicado. Além das soluções aplicadas, foram também propostas outras, também de custo nulo e outras com algum custo monetário associado.

O presente trabalho permitiu uma grande iniciação à caracterização deste sector, existindo ainda muito a melhorar. No entanto, os objetivos foram cumpridos e cabe à empresa garantir o contínuo seguimento das melhorias propostas e de continuar o trabalho neste sector.

**Palavras-chave:** SMED (Single Minute Exchange to Die), Job Shop Scheduling, sequenciamento, células de fabrico, caso de estudo.





## Abstract

This work was developed in Mercatus Portugal, a company engaged in the development and production of industrial cooling systems, where the goal is held by applying Lean Manufacturing tools, including SMED (Single Minute Exchange to Die), in the processing sector of the enterprise, particularly in the subsector of bending machines. The purpose of this work comes over the need to reduce manufacturing times of change in order to be a reduction in the production batch size.

In the course of the project was to analyze the sector in question, both tool changes as the order production of different products in order to be able to assess how much they could reduce the lot size of each type of product. Of 4 bending machines, 2 were analyzed for the implementation of SMED methodology).

In order to reduce initial time of transmission parts, which are included in the manufacturing process change has been proposed to develop a method to sequence the production, and eliminating this time by allocating an operator. The development of the method has reduced about 52% to 73% of the total manufacturing time of change, depending on the effected change of tool.

The application of the SMED methodology allowed reductions up to 39% of the time spent during the tool change, with virtually no cost solutions applied. In addition to the applied solutions were also other proposals, also no cost and with some other associated monetary cost.

This work allowed a great introduction to the characterization of this sector, there is still much to improve parts. However, the objectives have been achieved and now it is for the company to ensure the continuous monitoring of the proposed improvements and to continue the work in this sector.

**Keywords** SMED (Single Minute Exchange to Die), Job Shop Scheduling, operation sequencing, Cellular manufacturing, case study.



## Índice

Índice de Figuras.....	xiii
Índice de Tabelas .....	xv
Siglas.....	xvii
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. Enquadramento Teórico.....	3
2.1. <i>Lean Manufacturing</i> .....	3
2.1.1. Origem e Evolução .....	3
2.1.2. Sistema de Produção Toyota .....	4
2.1.3. <i>Lean Thinking</i> (Pensamento <i>Lean</i> ) .....	6
2.1.4. Desperdícios .....	7
2.1.5. Ferramentas <i>Lean</i> .....	8
2.2. Metodologia SMED .....	9
2.2.1. Aplicação da Metodologia SMED.....	10
2.2.2. Impacto da implementação de SMED .....	13
2.3. <i>Job Shop Scheduling Problem</i> (JSSP) .....	14
3. Caracterização da empresa e do processo produtivo .....	15
3.1. A empresa .....	15
3.2. Atividade da empresa.....	15
3.3. Análise do sector das quinadoras e do processo produtivo.....	17
3.4. Análise da Produção no sector das quinadoras .....	19
3.5. Análise das mudanças de fabrico no subsector das quinadoras .....	21
3.6. Conclusão da análise do sector das quinadoras .....	22
4. Desenvolvimento de um Modelo de Sequenciamento.....	23
4.1. Avaliação do processo inicial .....	23
4.2. Proposta de solução e condições do problema.....	23
4.3. Estudo do problema e análise de dados .....	24
4.4. Descrição do método desenvolvido .....	28
4.5. Resultados .....	30
5. Aplicação SMED NAS QUINADORAS .....	33
5.1. Integração na empresa.....	33
5.2. Análise preliminar da mudança de ferramenta no sector das quinadoras .....	33
5.3. Implementação da metodologia SMED nas Quinadoras .....	34
5.3.1. Estudo da operação atual de mudança de ferramenta .....	34
5.3.2. Propostas de melhoria .....	37
5.3.1. Identificação das ferramentas .....	38
5.3.2. Desenvolvimento de uma mesa móvel para a F.S.C. ....	39
5.3.3. Aplicar suporte em chapa no carro de matrizes .....	40
5.3.4. Desenvolvimento da sequência a testar com 2 operadores.....	40

5.3.5. Desenvolvimento de uma sequência a testar com 2 operadores e com aplicação da mesa móvel.....	42
5.3.6. Desenvolvimento dos modos operatórios .....	42
5.4. Conclusão da análise SMED .....	43
6. Análise de resultados Experimentais.....	45
6.1. Teste com a implementação do suporte para a base da matriz M02 no carro de matrizes .....	45
6.2. Teste com 2 operadores na mudança de ferramenta de M0332 para M02 .....	46
6.3. Teste com 2 operadores na mudança de ferramenta de M0332 para M18 .....	46
6.4. Conclusão de análise dos resultados.....	47
7. Conclusões .....	49
7.1. Conclusões e propostas para trabalhos futuros.....	49
7.2. Considerações finais .....	51
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	53
ANEXO A.....	55
ANEXO B.....	56
ANEXO C .....	57
ANEXO D.....	58
ANEXO E .....	59
ANEXO F.....	60
ANEXO G.....	61
ANEXO H.....	62
ANEXO I.....	63
ANEXO J .....	64
ANEXO K.....	65
ANEXO L .....	66
ANEXO M .....	67
ANEXO N.....	68
ANEXO O .....	69
ANEXO P.....	73
ANEXO Q.....	75
ANEXO R.....	92
ANEXO S.....	93
ANEXO T .....	94
ANEXO U.....	95
ANEXO V.....	96

ANEXO W.....	97
ANEXO X.....	98
ANEXO Y.....	99
ANEXO Z.....	101



---

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: “House” of Toyota Production System (Keromen, 2015) .....	5
Figura 2: Ciclo PDCA, (Anderson, 2016) .....	6
Figura 3: Exemplo de solução para o problema definido na Tabela 1 (Silva, 2008) .....	14
Figura 4: M1 ARMÁRIO GASTRONORM .....	16
Figura 5: L1 BANCADA SNACK .....	16
Figura 6: Sistema de refrigeração monobloco .....	16
Figura 7: L7 Kit Refrigerado GN 1/4 .....	16
Figura 8: Corpo do Cabeçote M4 – 1500 Diamond .....	17
Figura 9: Chapa da grelha de ventilação Linea4 – L1/L2/L3 .....	17
Figura 10: Quinadora 1, Quinadora 2, Quinadora 3 e Quinadora 4 respetivamente da esquerda para a direita e de cima para baixo .....	17
Figura 11: Diagrama de spaghetti do subsector das quinadoras. ....	19
Figura 12: Parte de uma tabela da base de dados desenvolvida .....	38
Figura 13: Protótipo da mesa móvel para a F.S.C. ....	39
Figura 14: Aplicação da chapa de 1,2 mm no carro de matrizes. ....	40
Figura 15: Tempo de mudança de ferramenta inicial e tempo de mudança de ferramenta proposto com 2 operadores para as mudanças de ferramenta analisadas .....	41
Figura 16: Tempos da situação inicial, com 2 operadores, com mesa móvel e com as duas implementações para a ferramenta F.S.C. ....	42
Figura 17: Tempo da situação inicial, da situação proposta e da situação observada no teste. ....	45
Figura 18: Tempo da situação inicial, da proposta com 2 operadores, da proposta com as 2 implementações e do teste realizado. ....	46
Figura 19: Tempo da situação inicial, da situação proposta e do teste realizado. ....	47





---

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Exemplo de problema de 3 jobs e 3 máquinas (Silva, 2008).....	14
Tabela 2: Disponibilidade de peças/chapa para as quinadoras/paneladoras. ....	20
Tabela 3: Tempos médios entre cada troca de matriz/ferramenta na Quinadora 1 .....	27
Tabela 4: Tempos médios entre cada troca de matriz/ferramenta na Quinadora 2 .....	27
Tabela 5: Tempos médios entre cada troca de matriz/ferramenta na Quinadora 3. ....	27
Tabela 6: Tempos médios entre cada troca de matriz/ferramenta na Quinadora 4 .....	27
Tabela 7: Resultados da corrida do método. ....	31
Tabela 8: Resultados da corrida do método desenvolvido, adicionando o tempo de transporte diário. ....	31
Tabela 9: Tempos de mudança de ferramenta obtidos através da decomposição dos tempos das operações na “Quinadoras 1”. ....	36
Tabela 10: Tempos de mudança de ferramenta obtidos através da decomposição dos tempos das operações na “Quinadora 2”. ....	36
Tabela 11: Resultados da redução do tempo de mudança de ferramenta da F.S.C. com a aplicação da mesa móvel. ....	39



## **Siglas**

DEM – Departamento de Engenharia Mecânica

FCTUC – Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

SMED - Single Minute Exchange to Die

TPS – Toyota Production System

JIT – Just in Time

JSSP – Job Shop Scheduling Problem

F.S.C – Ferramenta de Suporte de Calhas

F.Red. – Ferramenta de Redondo

Q1 – Quinadora 1

Q2 – Quinadora 2

Q3 – Quinadora 3

Q4 – Quinadora 4

P1 – Paneladora 1

P2 – Paneladora 2



## 1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho foi elaborado no âmbito da dissertação em Engenharia e Gestão Industrial, integrada no plano curricular do curso de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra e resulta num estágio de seis meses na Mercatus Portugal. O tema consiste na aplicação da metodologia *Single Minute Exchange of Die* (SMED) associada à filosofia *Lean Manufacturing* em células de fabrico, nomeadamente em quatro máquinas de quinagem de chapa. Também foi abordado um problema de sequenciamento da produção, nomeadamente, um *Job Shop Scheduling Problem* (JSSP), que se organizou como um projeto paralelo com o SMED, tendo ambos como objetivo, a redução do tempo de mudança de fabrico.

A Mercatus Portugal é uma empresa que se dedica-se ao desenvolvimento e produção de equipamentos de refrigeração industrial tais como armários e bancadas refrigeradoras entre outros equipamentos, para estabelecimentos comerciais. A produção dos equipamentos é feita desde a transformação de chapa, onde são produzidas todas as peças metálicas pertencentes à estrutura dos equipamentos, até à montagem dos equipamentos nas linhas de montagem, seguido do teste de equipamentos e por fim da embalagem. A transformação de chapa é constituída pelo corte de chapa, feito por duas punçadoras e pelo sector de quinagem de chapa, constituído por duas paneladoras e quatro quinadoras, sendo este último, o sector que apresenta maiores atrasos a nível de produção tendo mesmo de recorrer a horas extras dos operadores para conseguir cumprir a produção semanal e existindo por vezes atrasos que afetam os sectores a jusante. Deste modo este projeto nasce com o objetivo de diminuir os atrasos na produção o quanto possível, sendo portanto necessário diminuir o tamanho de lote mínimo de produção semanal de cada peça que por conseguinte só é possível através da redução do tempo de mudança de fabrico. Deste modo foi proposto a aplicação da metodologia SMED de forma a reduzir o tempo de mudança de ferramenta o quanto possível.

O projeto inicial albergava apenas a implementação da metodologia SMED nas quinadoras, onde se encontravam os maiores tempos de mudança de fabrico, porém devido a atrasos na produção que se verificavam em consequência do sequenciamento, até então,

decidido por *team leader* e pelos operadores de uma forma apenas cautelosa, foi desenvolvido também um método de sequenciamento da produção que podia ter ganhos para a empresa, tanto através de redução de custos de não produção como a nível de custos de *setup*, já que, o abastecimento de peças para as quinadoras é grande parte feito pelo próprio operador da máquina, trabalho que poderia ser realizado por um outro operador.

Nas páginas seguintes tanto a metodologia SMED como o tipo de problema de planeamento serão explicados de modo a entender como foram tratados e implementados. Será da mesma forma demonstrado que medidas foram aplicadas e ganhos obtidos e também possíveis medidas a adotar bem como o resultado final que se poderia ter com cada medida aplicada.

## 2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Este capítulo tem como objetivo explicitar os conceitos teóricos que serão utilizados ao longo da dissertação, sendo que, portanto, serão abordados essencialmente conceitos relacionados com a filosofia *Lean Manufacturing*, a origem, a evolução, ferramentas e metodologias. Neste último ponto, a metodologia *Single Minute Exchange of Die* (SMED) terá uma abordagem mais detalhada, pois serviu de base ao trabalho realizado na empresa. Serão também abordados conceitos relacionados com o sistema de produção do setor da transformação da empresa, isto é, um problema *Job Shop Scheduling Problem* (JSSP), que serviu de base para o desenvolvimento de um método de sequenciamento que serviu de apoio à aplicação da metodologia SMED.

### 2.1. *Lean Manufacturing*

#### 2.1.1. Origem e Evolução

O termo *Lean Manufacturing* é um termo recente, no entanto, os seus princípios podem ser evidenciados em trabalhos de autores como Benjamin Franklin, Frederick W. Taylor, William E. Deming e Henry Ford que descrevem a implementação de metodologias que permitem identificar, controlar e eliminar desperdícios no sector de produção, sendo exemplos a padronização do trabalho; teoria da amostragem, qualidade e produtividade; implementação de linhas de montagem e de produção em massa. A criação da filosofia *Lean* teve por base o estudo destas metodologias e uma adequação às condições económicas dos anos 50 no Japão.

Após a segunda guerra mundial, o Japão encontrava-se em enormes dificuldades económicas, e a Toyota Motor Corporation (TMC) foi obrigada a recomeçar de novo e era necessário desenvolver um novo sistema produtivo mais eficiente. Para tal, em 1950 um grupo de engenheiros da TMC visitou a tão prestigiada fábrica de automóveis da Ford com objetivo de estudar a produção em massa e aplicá-la na TMC no entanto, devido à escassez de recursos causada pela crise económica, a sua aplicação foi impedida. Era, portanto, necessário um sistema mais eficiente que tornasse a empresa competitiva a nível global e,

em solução, dois dos engenheiros da TMC, Taiichi Ohno e Shigeo Shingo, inspirados pela filosofia de Henry Ford, desenvolveram o Toyota Production System (TPS) que segundo Ohno “O objetivo mais importante do Sistema de Produção da Toyota tem sido aumentar a eficiência da produção pela eliminação consistente e complexa dos desperdícios.”

Depois da crise do petróleo, em 1973, o rápido crescimento da economia japonesa estagnou e muitas empresas atravessaram grandes crises financeiras, porém a TMC, apesar da redução dos lucros, conseguia, ainda, apresentar ganhos superiores às outras empresas. A reputação da TMC começava a ser conhecida de tal forma que desta vez eram os americanos a visitar as instalações da TMC e em resultado do estudo do sistema de produção da Toyota, originou-se o livro “*The Machine That Changed the World*” de James P. Womack, Daniel Ross e Daniel T. Jones em 1990, onde surge pela primeira vez o termo “*Lean Manufacturing*” onde se apresenta a superioridade da indústria japonesa (principalmente a *Toyota Motor Company* (TMC)), em relação às indústrias norte americana e europeia. Tal superioridade verificava-se pela maior qualidade dos produtos que oferecia (menos de metade dos defeitos por carro), pelos menores custos (menos de metade do investimento, e menos de metade das horas de trabalho para a produção de um carro), e pela maior rapidez no desenvolvimento de produtos. Esse mesmo livro, não sendo o primeiro a referir a superioridade da indústria japonesa, veio mostrar e explicar o porquê de serem operacionalmente melhores, apresentado o *Lean* como um sistema desenvolvido para substituir a produção em massa.

Deste então, a filosofia *Lean* ganhou notoriedade e expandiu-se para todo mundo em diferentes setores da indústria sendo cada vez mais considerada como fundamental na sustentabilidade das organizações.

### **2.1.2. Sistema de Produção Toyota**

O sistema de produção da Toyota é um sistema integrado em que todos os elementos devem atuar em conjunto de modo a otimizar ao máximo, o processo produtivo. Com esta perspetiva de sistema, o TPS passou a ser interpretado como uma forma de eliminar totalmente os desperdícios, produzindo produtos que satisfaçam as necessidades pretendidas pelos clientes e mantendo sempre uma elevada qualidade dos produtos.

O TPS pode ser estruturado como uma casa com vários compartimentos que se relacionam entre si. Existem várias versões mas todas têm em comum o teto, a base e os dois



pilares. A base é formada pela estabilidade operacional, os pilares, que suportam toda a estruturas são formados pelo *Just-In-Time* (JIT) e pelo *Jidoka*, e o teto é constituído pelos principais objetivos do sistema, isto é, melhor qualidade, menor custo e menor *lead-time*, (Lean Enterprise Institute, 2014), Esta estrutura é ilustrada na Figura 1.

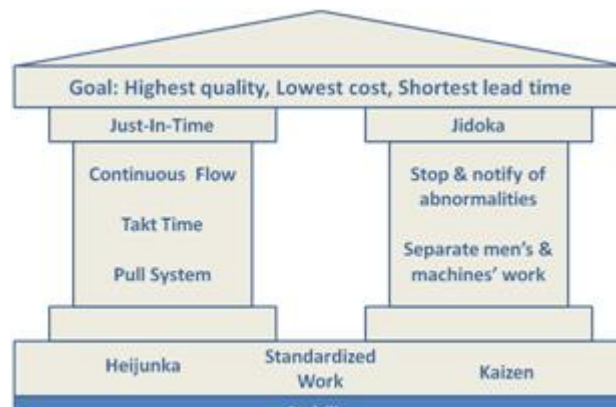


Figura 1: “House” of Toyota Production System (Keromen, 2015)

### 1. *Just-In-Time* (JIT)

O *Just-in-time* (JIT) consiste em ter os recursos necessários, no local certo, no momento exato e na quantidade pretendida. Esta ferramenta tanto se aplica aos produtos como à matéria-prima para produção destes mesmos permitindo, deste modo, responder de forma rápida e flexível à procura do mercado e reduzindo ao mínimo os *stocks*.

### 2. *Jidoka* (automação):

Aumento da produtividade através da eliminação da necessidade de um operador a controlar e observar a máquina continuamente, uma vez que a máquina passa a não necessitar de operador quando trabalha normalmente, e pára automaticamente perante situações anormais. Só nessas paragens, é que haverá necessidade de um operador.

### 3. *Kaizen*

O *kaizen* consiste em duas atividades paralelas, na procura constante de oportunidades de melhoria, isto é, melhorar padrões operacionais, de gestão e tecnológicos, de forma a aumentar a competitividade, eficiência, qualidade e flexibilidade da produção, e fazer a manutenção desses mesmos padrões de forma a obter consistência na produção. Para estas atividades é necessário que todos os membros estejam envolvidos de forma a aumentar motivação e a criatividade das pessoas sempre com foco na melhoria contínua.

Uma das fases mais importantes na implementação *kaizen* consiste na utilização do ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) representado na Figura 2, A estrutura rotativo deste ciclo permite identificar continuamente oportunidades de melhoria



Figura 2: Ciclo PDCA, (Anderson, 2016)

A fase *plan* (planear) refere-se ao estabelecimento do que melhorar, e como alcançar esse objetivo; a fase *do* (executar), consiste na implementação do plano definido na fase anterior; a fase *check* (verificar) consiste na confirmação da melhoria; e a etapa *act* (atuar) consiste na standardização de processos que previnam a recorrência do problema original, ou no estabelecimento de objetivos para uma nova melhoria. Em conclusão, o ciclo PDCA significa nunca estar satisfeito com o “*status quo*”.

### 2.1.3. *Lean Thinking (Pensamento Lean)*

A globalização do conceito *lean manufacturing* levou à aplicação do mesmo em áreas diversas, até fora da área industrial evoluindo este conceito para *lean thinking* (pensamento *lean*).

Este conceito deixa de ser apenas uma ferramenta de otimização de processos para passar a ser um tipo de cultura empresarial e de liderança, de modo a aproximar a empresa dos seus clientes e, desta forma, simplificar o modo como a empresa produz valor para o cliente.

Segundo o livro “*Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*” de James Womack e Daniel Jones (1996) é possível identificar 5 princípios básicos do pensamento *lean*:

1. **Valor:** a definição de valor de um produto ou serviço deve ser feita com base nas necessidades e expectativas dos clientes;

2. **Cadeia de valor:** Identificação de todas as atividades de um produto a fim de detetar todos os desperdícios em cada processo e implementar ações para eliminá-los, criando um novo fluxo de valor otimizado.
3. **Fluxo contínuo:** O fluxo produtivo deve contínuo, sem criação de *stocks* intermédios, reduzindo assim o *lead time* e aumentando a qualidade.
4. **Sistema pull:** Produzir de acordo com a procura, ou seja, produzir apenas o necessário quando é necessário, controlando e reduzindo a quantidade de produto em processo (WIP) e a acumulação de *stocks* entre os processos.
5. **Perfeição:** Procura constante da melhoria continua através da eliminação ou redução de custos, erros e *stocks*.

#### 2.1.4. Desperdícios

Desperdício é toda a atividade que consome recursos mas que não acrescenta valor ao produto final na perspetiva do cliente.

Segundo Taiichi Ohno e Shigeo Shingo existem 7 tipos de desperdícios:

1. **Excesso de produção:** Produzir em maior quantidade do que é necessário obriga à existência de *stocks*, ou seja, desperdício.
2. **Espera:** Tempo que ocorre quando dois processos que dependem um do outro, não estão totalmente sincronizados, ou quando operadores necessitam de observar as máquinas enquanto elas se encontram em funcionamento. Ou seja, consiste em tempos de espera de materiais, documentos ou máquinas.
3. **Transporte:** O transporte desnecessário de materiais tem como causa principal, o *layout* fabril ineficiente. Sendo, na maioria das vezes, indispensável no processo produtivo, é necessário tentar minimizar, pois consome recursos, tempo e pode interferir na qualidade dos produtos.
4. **Processamento:** Resulta da execução de mais operações do que aquelas que são necessárias, derivado de especificações de qualidade mais rigorosas, utilização incorreta de máquinas ou mau funcionamento destas, etc,

5. **Stock:** O *stock* não acrescenta valor ao produto, implicando espaço de armazenagem e recursos para fazer o controlo e gestão dos mesmos.
6. **Movimentação:** Movimentações desnecessárias de operadores ou máquinas, não acrescentando valor ao produto e sendo resultado de ineficiente *layout* do processo ou de ferramentas.
7. **Defeitos:** Inconformidades que surgem nos produtos e que implicam utilização de recursos para a sua reparação reduzindo deste modo a produtividade.

### 2.1.5. Ferramentas *Lean*

À medida que se foi tomando consciência da superioridade do TPS, muitas organizações tentaram apreende-lo, constatando a existência de várias ferramentas usadas por eles que até então nunca tinham observado. Acreditando que essas ferramentas eram a raiz da sua vantagem competitiva, tentaram copiá-las. As principais ferramentas do sistema de produção Toyota são sumarizadas de seguida:

1. **Heijunka (Nivelamento da Produção):** Consiste te na produção de pequenos lotes de vários produtos com o objetivo de amortecer irregularidades na procura. Desta forma é possível prevenir excessos de *stocks* e garante um fluxo contínuo.
2. **Value Stream Mapping (VSM):** Ferramenta que consiste em delinear um mapa de fluxo de valor, desde os fornecedores até à entrega ao cliente, especificando os fluxos de informação, de processos e de materiais e permitindo, deste modo, detetar desperdícios e eliminá-los.
3. **5S:** (organização do posto de trabalho): processo de limpeza do local de trabalho, eliminação de itens desnecessários e rearranjo dos restantes de modo a otimizar a sua utilização. A designação 5S advém de cinco palavras japonesas: *seiri* (seleção), *seiton* (organização), *seiso* (limpeza), *seiketsu* (padronização) e *shitsuke* (autodisciplina).
4. **Poka-Yoke:** Utilização de sistemas anti erro com objetivo de eliminar todas as causas potenciais de erros reduzindo, deste modo, custos de avaliação e controlo de qualidade e a quantidade de produtos defeituosos.

5. **Gestão Visual:** Ferramentas visuais simples, de carácter informativo, de como o operador deve realizar o trabalho, utilização correta de materiais e ferramentas, controlo de parâmetros de máquinas, zona de referência, entre outras. Permitem melhorar a organização do local de trabalho bem como facilitar a tomada de decisões e de ações corretivas.
6. **Standardized work (padronização do trabalho):** Consiste na elaboração de instruções de trabalho que definem a forma mais eficaz, eficiente e segura de realizar o trabalho, reduzindo erros e contribuindo para o fluxo contínuo da produção.
7. **Quick changeover (SMED):** redução de tempos de *setup* de forma a tornar rápida a mudança do processo de fabrico possibilitando, assim, a redução do tamanho de lote.
8. **Takt time:** é uma ferramenta de ligação entre a produção e o consumidor, adequando a produção à taxa de vendas. O *takt time* pode ser calculado através da equação (1).

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Tempo diário disponível para a produção}}{\text{Procura diária}} \quad (1)$$

## 2.2. Metodologia SMED

A metodologia SMED (*Single Minute Exchange of Die*) foi desenvolvida nas empresas devido à necessidade destas aumentarem a competitividade em relação aos seus concorrentes, competitividade esta que se decide, cada vez mais, pela redução e controlo dos custos, e pela reengenharia dos processos de produção, no sentido de otimizar os processos que acrescentam valor ao produto final

O SMED baseia-se principalmente na redução do tempo de *setup* de equipamentos, *setup* este, que compreende operações de preparação de equipamentos para fabricação do produto seguinte, tais como, substituição de ferramentas/peças, ajustes, limpeza, entre outras, sendo que o tempo de *setup* corresponde ao tempo decorrido entre a produção da última peça boa até à primeira peça boa do produto

seguinte. Esta metodologia pode-se ser traduzida por “mudança de ferramenta em menos de 10 minutos” (Shingo, 1985).

Numa breve descrição da origem desta metodologia, pode-se resumir que, segundo Shingo, a metodologia SMED foi desenvolvida em três etapas. A primeira teve lugar na Mazda Toyo Kogyo em Hiroshima em 1950, em que Shingo observou a troca de ferramenta de uma das prensas, e permitiu-lhe identificar dois tipos de *setup*: *setup* interno, que corresponde ao conjunto de atividades que só podem ser realizadas com a máquina parada; e *setup* externo, que corresponde ao conjunto de atividades que podem ser realizadas antes de a máquina parar ou depois do *setup* interno. Através desta separação de atividades, Shingo conseguiu aumentar a produtividade da prensa em cerca de 50%. A segunda etapa teve lugar na Mitsubishi Heavy Industries em 1975 onde a duplicação da quantidade de ferramentas, possibilitou aumentar a produtividade em cerca de 40%. A terceira etapa ocorreu já na Toyota Motor Company em 1969, onde primeiramente Shingo conseguiu reduzir o tempo de *setup* de uma prensas de 1000 toneladas de quatro horas para uma hora e meia, e com a transformação de atividades internas em externas o tempo de paragem da prensa traduziu-se em apenas 3 minutos.

### **2.2.1. Aplicação da Metodologia SMED**

Para uma eficaz aplicação da metodologia SMED, é crucial o envolvimento de todos os trabalhadores que possam interferir no processo, de modo a obter dados e resultados o mais válidos possível.

A aplicação desta metodologia deve seguir um conjunto de etapas, porém, não existe um consenso entre autores relativamente ao número de etapas, no entanto, os seus princípios são unânimes. Esta metodologia pode ser implementada seguindo as etapas seguintes.

#### **2.2.1.1. Estudo da operação atual de *setup***

Esta fase caracteriza-se por observar e analisar detalhadamente o processo de *setup*. A avaliação deste processo pode ser feita através da utilização de uma câmara de filmar, sendo importante seguir todos passos que o operador realiza durante o processo. Para

este efeito, é crucial que todos os intervenientes, incluindo o operador, estejam previamente informados do objetivo da avaliação para que, de alguma forma, seja uma avaliação válida.

Através da análise das imagens, é possível detalhar o processo, isto é, decompor todos os processos por etapas em tempos de modo a facilitar a identificação desperdícios de tempo/esforços.

Uma análise mais ilustre destes dados pode ser feita através de gráficos de atividade, isto é, gráficos homem/máquina e máquina/processo, permitindo uma melhor identificação de tempos mortos do processo e do homem.

#### **2.2.1.2. Separação das atividades internas das atividades externas**

Sabendo que as atividades internas são as que apenas podem ser realizadas com a máquina imobilizada, e que as atividades externas são as que podem ser realizadas com a máquina em funcionamento, nesta fase é importante dividir as operações consoante estes dois grupos.

Caso as atividades externas não possam ser eliminadas, deverá proceder-se à sua execução antes do período de mudança de ferramenta e, caso as atividades internas não possam ser eliminadas, deverão ser executadas no exato momento em que a máquina se imobiliza após ter terminado a série em curso. Numa clara distinção e racionalização deste tipo de operações poderá por si só permitir uma redução de até 30% do tempo.

#### **2.2.1.3. Transformação das atividades internas em atividades externas**

Nesta fase procura-se analisar as operações de *setup* interno com o objetivo de as converter em operações de *setup* externo, sendo nesta fase que se implementam as mudanças necessárias à melhoria da operação de *setup*.

Todas as atividades internas que possam ser convertidas, devem ser transformadas em atividades externas, isto é, operações como, pré-montagens, regulações prévias, pré aquecimento, transporte de ferramentas até à máquina, devem ser realizadas com a máquina ainda em funcionamento.

Nesta fase é de extrema importância a eficiente preparação das atividades internas e externas sendo crucial a elaboração de um modo operatório, onde estão descritas todas as operações a realizar, com informações do material necessário para a mudança de

ferramenta, verificação prévia do estado das ferramentas, estudo das funções de risco, transporte de utensílios para junto da máquina antes do início da mudança, entre outras.

No caso das atividades externas, é importante atender à preparação das ferramentas e outro tipo de ajudas antes do início da mudança de ferramenta, tendo em consideração que se deve reduzir o número de ferramentas (utilizadas em apertos, fixações e afinações), padronizar todos os sistemas de fixação, e gerir o uso das ferramentas após a mudança.

Em contrapartida, ao nível das atividades internas é necessário equilibrar a carga de trabalho e as competências dos trabalhadores envolvidos na mudança, mantendo sempre uma boa sincronização das tarefas.

#### **2.2.1.4. Otimização das atividades internas**

Esta fase consiste em simplificar, otimizar e padronizar todas as atividades internas. Uma das medidas possíveis de aplicar é a standardização de ferramentas e peças de auxílio permitindo uma maior facilidade e rapidez na sua utilização. A substituição de parafusos de aperto por grampos de fixação rápida, ou pré-aquecimento de uma ferramenta fora da máquina, no caso de precisar e a utilização de sistema anti erro (exemplo: desenhos, utilização de gabaris), como forma de reduzir ou eliminar ajustes e afinações são medidas que melhoram significativamente o processo de *setup*. Sempre que possível, e caso existam recursos humanos disponíveis, deve-se envolver mais elementos no processo de *setup* permitindo a execução de operações em paralelo, que reduzem significativamente o tempo total da mudança de ferramenta.

#### **2.2.1.5. Otimização das atividades externas**

Esta fase consiste em simplificar, otimizar e padronizar todas as atividades externas. Deste modo, medidas como melhorar o armazenamento/posicionamento de ferramentas e documentos necessários no posto de trabalho, aproximando estes o mais possível das máquinas referentes e melhorar o transporte de equipamentos/ferramentas, permitem uma maior facilidade na realização das operações de mudança.

Medidas como, o estabelecimento de *standards* de trabalho, permitem padronizar as operações e reduzir tempos de *setup*.



### **2.2.1.6. Documentar e registar todos os procedimentos de setup**

Após a implementação das etapas anteriores e de padronizar as operações de *setup*, é necessário documentar todos os procedimentos de *setup* através de *check lists* ou instruções de trabalho, documentos estes que contêm todo o tipo de informação sobre como executar as operações de *setup*. As instruções de trabalho devem apresentar todos os passos da mudança de ferramenta, bem como informações sobre o material/ferramentas necessárias, verificações e ajustes a realizar, entre outras informações indispensáveis na realização do *setup*. O carácter destas informações deve ser de fácil compreensão, através de instruções simples e claras, como sistemas visuais (exemplo: desenhos/fotos).

Mesmo com instruções de trabalho é indispensável a formação dos operadores para a sua execução e é crucial manter este tipo de documentos atualizados.

### **2.2.2. Impacto da implementação de SMED**

O problema com que a maioria das indústrias se deparam, muitas vezes é de flexibilizar a produção, derivado da necessidade de produzir um grande número de produtos diversificados de baixas quantidades ao mais baixo custo.

Uma das vantagens da implementação do SMED é de ser possível baixar o tempo de *setup* o que leva à produção de lotes mais pequenos e a um menor *lead time* de cada produto. Desta forma a produção torna-se mais flexível respondendo melhor e mais rapidamente às necessidades dos seus clientes.

Além destas vantagens, Shingo refere outras vantagens, sendo as principais explícitas a seguir:

- Aumento a disponibilidade dos equipamentos e de mão-de-obra;
- Aumento a produtividade;
- Melhoramento da qualidade dos produtos e/ou serviços reduzindo também os estrangulamentos;
- Melhoramento do balanceamento das linhas de produção;
- Redução de custos com máquinas novas através do melhoramento destas

O SMED torna o sector da empresa muito mais eficiente e flexível, no entanto, a falta de conhecimento, de técnicos disponíveis e de tempo, são dificuldades muitas vezes encontradas nas diferentes indústrias que põem em causa a eficiência da sua implementação.

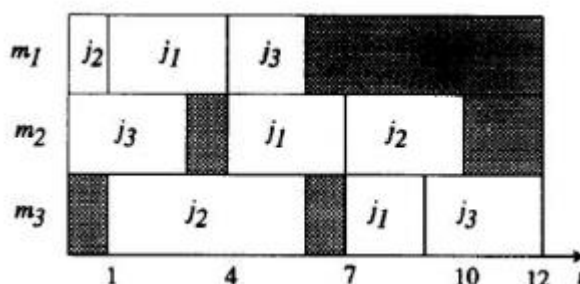
### 2.3. Job Shop Scheduling Problem (JSSP)

O JSSP é um problema de otimização combinatória *NP-hard* e pode-se caracterizar como um conjunto de  $n$  tarefas (*jobs*) estão alocadas a um conjunto de  $(m)$  máquinas (Chakraborty, 2009), onde cada tarefa é composta por um conjunto de operações cuja ordem de execução é pré-definida. Para cada operação, é conhecida a máquina em que ela deve ser executada e o tempo necessário para que ela seja finalizada. Existem algumas restrições em relação as tarefas e máquinas, tais como

- Uma tarefa não pode ser atribuída a uma mesma máquina duas vezes.
- Não existe uma ordem de execução em relação a operações de tarefas diferentes.
- Uma operação não pode ser interrompida.
- Cada máquina pode processar apenas uma tarefa (operação) de cada vez.

**Tabela 1:** Exemplo de problema de 3 jobs e 3 máquinas (Silva, 2008)

Tempo de Processamento			
$j_1$	3	3	2
$j_2$	1	5	3
$j_3$	3	2	3
Sequencia de máquinas			
$j_1$	$m_1$	$m_2$	$m_3$
$j_2$	$m_1$	$m_3$	$m_2$
$j_3$	$m_2$	$m_1$	$m_3$



**Figura 3:** Exemplo de solução para o problema definido na Tabela 1 (Silva, 2008)

O objetivo do JSSP é distribuir as tarefas entre as máquinas de forma a minimizar o tempo de processamento total das tarefas (*makespan*) necessário para execução de todas as obtendo assim a sequência de operações que garante a solução ótima.

### **3. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA E DO PROCESSO PRODUTIVO**

Este capítulo tem como finalidade a descrição da empresa e do sector onde este trabalho foi realizado, sendo também apresentada uma breve descrição dos produtos que são produzidos. Será descrito o processo produtivo analisado neste trabalho, tanto do tipo de peças produzidas como das mudanças de fabrico verificadas neste setor da empresa.

#### **3.1. A empresa**

A Mercatus Portugal especializa-se na produção de refrigeração comercial para o sector HORECA, principalmente em bancadas e armários refrigerados em aço inoxidável, assim como câmaras frigoríficas.

A Mercatus Portugal exporta 95% da sua produção, com uma grande presença na Europa e uma crescente presença também em países do Médio Oriente, Ásia e Austrália.

As instalações da empresa situam-se em Portugal (2 fábricas), mais concretamente na região de Águeda e em Itália (centro logístico).

Esta empresa foi fundada em 1995 tendo no ano seguinte começado a sua produção em série. Desde a sua produção até aos dias de hoje, a empresa tem participado em diversas feiras internacionais do sector, sobretudo em Itália e desde então tem-se dedicado ao desenvolvimento e produção de novos produtos da sua área e obtendo diversas certificações na sua produção.

#### **3.2. Atividade da empresa**

Como dito anteriormente, a empresa dedica-se à produção e desenvolvimento de produtos de refrigeração comercial como bancadas e armários refrigerados em aço inoxidável e câmaras frigoríficas entre outros equipamentos. Na fábrica onde este trabalho foi realizado, não existe produção de câmaras frigoríficas, estando esta produção afeta a outra fábrica também situada na região de Águeda.

Existem 3 linhas de produto gerais, *Standard*, *Profi* e *Eco*, sendo o mesmo tipo de produto (bancada, armário, kit de refrigeração ou outro) diferentes entre si, sobretudo a nível de *design* entre outros aspetos. As Figuras 4,5 e 6 são exemplos de alguns dos equipamentos produzidos na empresa.



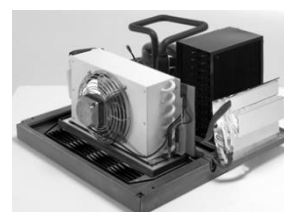
**Figura 5:** L1 BANCADA SNACK



**Figura 4:** M1 ARMÁRIO GASTRONORM



**Figura 7:** L7 Kit Refrigerado GN 1/4



**Figura 6:** Sistema de refrigeração monobloco

O sistema de refrigeração é muitas vezes produzido à parte e só depois aplicado nos equipamentos. A Figura 6 ilustra um tipo de sistema de refrigeração produzido que se aplica em alguns armários.

Praticamente toda a estrutura dos equipamentos produzidos resulta da transformação de chapa, sendo na maioria de chapa inoxidável mas tendo também algumas peças em chapa zincada e lacada.

Este trabalho irá focar-se no sector da transformação da empresa, que se encarrega de cortar toda a chapa na planificação das diferentes peças necessárias, de proceder à sua dobragem/quinagem para obter a forma pretendida, e de constituir as peças finais para a sua montagem nas linhas de montagem. Neste sector o corte de chapa é feito por duas punçadoras que funcionam paralelamente e uma guilhotina. A quinagem de chapa é feita em seis máquinas, duas paneladoras, que funcionam também paralelamente, e quatro quinadoras. As peças têm uma sequência entre máquinas definida, sendo que no subsector

da quinagem de chapa, estas podem ser processadas várias vezes na mesma máquina. As Figuras 8 e 9, ilustram duas referências de peças que são obtidas depois da quinagem.

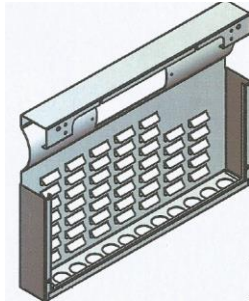


Figura 9: Chapa da grelha de ventilação Linea4 – L1/L2/L3

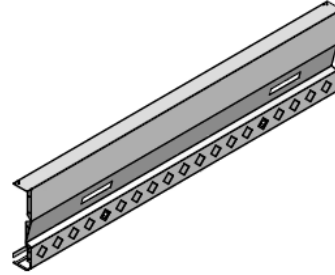


Figura 8: Corpo do Cabeçote M4 – 1500 Diamond

### 3.3. Análise do sector das quinadoras e do processo produtivo

Neste trabalho será concretamente abordado o subsector das quinadoras que é constituído pelas quatro quinadoras dispostas paralelamente duas a duas. Estas máquinas são de acionamento hidráulico com sistema de comando CNC. A Figura 10 ilustra as quatro máquinas em questão.



Figura 10: Quinadora 1, Quinadora 2, Quinadora 3 e Quinadora 4 respetivamente da esquerda para a direita e de cima para baixo

Estas podem fazer variados processos como quinagem, estampagem e furação, consoante o tipo de ferramenta utilizado, derivado de serem autênticas prensas. Neste caso

o processo principal verificado é de quinagem existindo alguns raros processos de estampagem. |

Numa breve definição do processo de quinagem, este é um processo de conformação plástica, que consiste na obtenção de uma dobra linear pela penetração de uma ferramenta (cunho) de forma adequada, designada por punção, numa ferramenta aberta designada por matriz. À medida que o punção contacta com a chapa esta vai-se deformando na zona de contacto, encontrando-se o lado interior à compressão enquanto o lado exterior é tracionado.

A máquina é programada pelo operador no comando CNC onde programa todo o processo, isto é, a sequência de dobras que vai realizar na peça com a ferramenta referente. Cada peça pode sofrer mais do que um processo seguido na mesma máquina conforme o tipo e dimensão da ferramenta a ser utilizada. Para cada dobra, o operador insere no programa como parâmetros o tipo de matriz bem como a abertura desta, o tipo de cunho (punção), o ângulo e a cota de quinagem pretendida, a espessura e o comprimento da chapa que vai quinar. Através destes parâmetros a máquina calcula a força exercida e a penetração do cunho (punção) na abertura da matriz.

O processo é simples, as peças (planificações de chapa ou não, se já tiverem sido processadas em alguma quinadora anteriormente), são transportadas pelo próprio operador da quinadora até à referente máquina e no fim do processo, são transportadas pelo mesmo, até a um supermercado de abastecimento das linhas de montagem. Todo o transporte de peças é feita em mesas móveis de duas prateleiras com dimensões variadas. Durante o processo, o operador pega em uma peça, insere na quinadora, e controla os movimentos desta com um comando móvel com dois pedais que a quinadora possui. Como é uma quinadora, o operador tem de acompanhar o movimento da chapa durante a quinagem, e no fim colocar esta normalmente em uma mesa móvel. Neste sector, parte das ferramentas são específicas de cada máquina, principalmente na “Quinadora 4”. As matrizes estão confinadas a uma máquina específica. No que toca a punções, alguns são partilhados entre máquinas.

A fim de ilustrar melhor o subsector das quinadoras apresenta-se na Figura 11 um diagrama de spaghetti, onde as linhas azuis correspondem aos deslocamentos para trocar de punção, a verde, para trocar de matriz, a laranja para trocar para uma ferramenta específica (ex: ferramenta de calhas 1 (F.Calhas\_1), ferramenta de calhas 2 (F.Calhas\_2), ferramenta

do redondo (F.Red.) e ferramenta de suporte de calhas (F.S.C.)), a vermelho para se abastecer com peças, a preto para colocarem peças em *stock* intermédio e por fim a roxo, os deslocamentos para abastecerem o supermercado das linhas de montagem, sendo que os operadores abastecem todo o este supermercado.

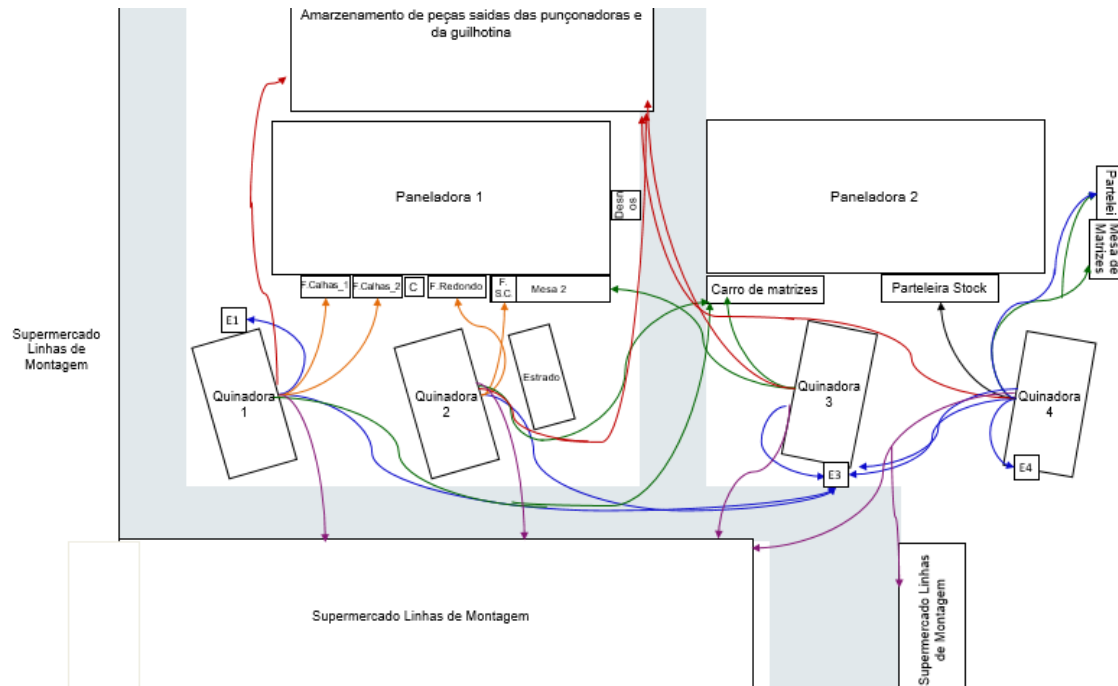


Figura 11: Diagrama de spaghetti do subsector das quinadoras.

### 3.4. Análise da Produção no sector das quinadoras

Uma parte das peças, resultantes da punçagem de chapa, são posteriormente processadas em mais do que uma máquina tendo uma sequência definida. Esta sequência é atribuída, em primeiro lugar, pelo tipo de quinagem que sofrem e as ferramentas necessárias para o efeito, e por último, pela disponibilidade dos operadores.

A maioria das peças, que saem das punçadoras e que têm de ser quinadas, segue para o subsector das quinadoras diretamente, a outra parte segue para as paneladoras onde estas realizam praticamente todas as quinagens necessárias até à peça final. A parte das peças que não ficam prontas nas paneladoras, seguem para as quinadoras para o posterior acabamento, isto é, sofrem quinagens que não são possíveis de realizar nas paneladoras.

Cada operador tem uma folha de produção semanal onde tem discriminado todas as referências de peças que tem de quinar diariamente. O ideal seria processar todas as peças referentes a cada dia da semana mas existem fatores que condicionam a produção como a disponibilidade de chapa, a capacidade produtiva diária e a prioridade de cada peça.

A disponibilidade de chapa é um fator controlado pela ordem do tipo de chapa que é cortada nas punçadoras. Existe uma ordem quase regular do tipo de chapa que é punçorada mas a sua disponibilidade temporal é variável, pois todos os lançamentos são diferentes semanalmente. A Tabela 2 apresenta a ordem de punçagem de chapa, o tipo de peças que são punçoradas, e a sua disponibilidade temporal de uma forma aproximada.

**Tabela 2:** Disponibilidade de peças/chapa para as quinadoras/paneladoras.

<b>Tipo de Chapa</b>	<b>Tipo de peças</b>	<b>Disponibilidade (dia)</b>
Chapa Inox 0.7 AISI-304 Padrão	Várias	2ºfeira
Chapa Inox 304 2B - 0,5 mm Padrão	Várias	2ºfeira
Chapa Inox 441 0,5 Padrão 2B	Várias	2ºfeira
Chapa Inox 441 0,7 Padrão	Várias	2ºfeira
Chapa Inox 0,8 Padrão	Tampos de Bancadas	3ºfeira
Chapa Pré-Lacada Pirineo 0,55 Padrão	Várias	3ºfeira
Chapa Pré-lacada RAL9006 0,55 Padrão	Costas, Fundos, Tampos, etc	3ºfeira
Chapa SK 0,7 Castanho Padrão	L7 e L9 (comandos e topos)	3ºfeira
Chapa Sk - 3000x1250x0,7 - Preta	Grelhas de Bancadas	4ºfeira
Chapa Inox 0.7 AISI-304 Padrão	Várias	4ºfeira
Chapa Inox 304 2B - 1 mm Padrão	Várias	4ºfeira
Chapa Inox 441 0,7 Padrão	Longarinas dos Gonzos	4ºfeira
Chapa Inox 0.7 AISI-304 Padrão	Proteções	5ºfeira
Chapa Inox 441 0,7 Padrão	Calhas	5ºfeira
Chapa Inox 441 0,7 Padrão	Proteções	5ºfeira
Chapa Zincada 1,2 Padrão	Várias	5ºfeira
Chapa Zincada 2,5 Padrão	Várias	5ºfeira

A prioridade das peças a serem processadas depende sobretudo do grau de processamento que vão sofrer até estarem disponíveis no supermercado das linhas de montagem ou nas linhas para serem montadas nos equipamentos. A prioridade é atribuída de uma escala de “a” até “d”, em que as peças com prioridade “a” são as que sofrem mais processamentos e com prioridade “d” as que sofrem menos processamentos ficando praticamente disponíveis logo que quinadas. Todas as peças são lançadas na folha de



produção dos operadores das quinadoras, dois dias antes de serem necessárias nas linhas de montagem o que significa que peças com maior prioridade, convêm ser quinadas até ao dia previsto na folha de produção.

### 3.5. Análise das mudanças de fabrico no subsector das quinadoras

De um modo geral, todos os tipos de *setup* dividem-se em três fases:

- Antes da mudança de ferramenta: Transporte de peças até ao supermercado de abastecimento das linhas de montagem ou até à quinadora seguinte, caso não estejam finalizadas, e transporte de peças da próxima referência até à quinadora respetiva. Nem sempre estes transportes são feitos, porque normalmente são efetuados com várias referências de peças. O transporte de peças da próxima referência até à quinadora inclui fazer o transporte de uma mesa móvel até ao supermercado de peças saídas das punçadoras e da guilhotina, ver as peças disponíveis, decidir que peças serão processadas, carregar mesa com essas peças e fazer transporte da mesa de novo até à respetiva quinadora;
- Durante a mudança de ferramenta: Trocar matrizes e/ou punções e alinhamento destes;
- Após a mudança de ferramenta: Processamento da primeira peça, medição de ângulos e cotas de quinagem e acerto de parâmetros.

Existem vários tipos de mudança de ferramenta verificados durante o processo nas quinadoras:

- Troca de comprimento do punção;
- Troca de tipo de punção;
- Troca de matriz e de punção;
- Troca de matriz e de punção com remoção/aplicação de maxilas (dispositivos metálicos onde se fixam os punções na máquina).

De entre os quatro tipos de mudança de ferramenta verificados, os que dispendem mais tempo na sua execução são os dois últimos, sendo também por conseguinte, os mais críticos, afetando mesmo a produção neste sector. Os dois primeiros tipos de mudança de ferramenta, apesar de serem realizados com muito mais frequência, dispendem

normalmente muito menos tempo na sua execução, não influenciando diretamente a produção.

### **3.6. Conclusão da análise do sector das quinadoras**

Como já referido antes, a troca de matriz é a operação de mudança de ferramenta mais crítica, durante a mudança de fabrico, sendo portanto o tipo de mudança de ferramenta abordado neste projeto, a fim de estudar as operações envolvidas e desenvolver possíveis melhorias que diminuíssem o tempo da sua execução.

A fim de começar a implementação do SMED foi sugerido começar apenas com uma ou duas máquinas e continuar nas restantes se existe-se possibilidade. Derivado de não haver prioridade em nenhuma das quinadoras, em relação à urgência na redução do tempo total de produção, e de não existirem registos de tempo de produção destas, optou-se por começar na “Quinadora 1” e na “Quinadora 2”, onde, segundo o diagrama de spaghetti, os deslocamentos pareciam ser maiores, e onde aparentava, o tempo de *setup* ser maior.

## 4. DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO DE SEQUENCIAMENTO

Este capítulo tem como objetivo descrever o desenvolvimento de uma solução para o sequenciamento da produção. O sequenciamento da produção para cada quinadora/paneladora é em grande parte decidido pelo próprio operador da máquina sendo portanto o transporte de peças, desde do supermercado de peças saídas das punçadoras, realizado pelo mesmo, bem como o abastecimento do supermercado das linhas de montagem. Em alguns casos, o transporte é feito pelo chefe de secção nomeadamente aquando a urgência de peças a processar.

### 4.1. Avaliação do processo inicial

O tempo dos operadores se abastecerem de peças e abastecerem o supermercado das linhas de montagem, corresponde, como já referido antes, ao tempo de *setup* antes de uma mudança de ferramenta. Como cada transporte, *in* e *out*, é realizado com mais do que uma referência de peças, é difícil associar um tempo certo para todo o transporte, pelo que se assumiu que, deveria rondar, os 90 minutos diários para cada quinadora, e que numa mudança de fabrico levaria a 7,5 minutos para abastecer o supermercado das linhas de montagem e 7,5 minutos para se abastecerem com novas peças, isto, realizado seis vezes ao dia.

### 4.2. Proposta de solução e condições do problema

A fim de eliminar o tempo de transporte e aumentar a capacidade produtiva do sector das quinadoras foi proposto a utilização de um trabalhador. Neste caso foi sugerido pelo departamento de produção da empresa, o operador da guilhotina, sendo o trabalhador do sector da transformação com maior tempo disponível. Para que fosse viável esta solução, era necessário este operário, saber a sequência de produção das quinadoras bem como o tamanho de lote de cada peça em cada dia da semana. Para tal foi sugerido o desenvolvimento de um método simples que num curto período de tempo, apresenta-se uma sequência de trabalho diária para as quinadoras tendo como base o lançamento semanal. Em anexo (Anexo X), encontra-se um exemplo de uma parte de um lançamento semanal de peças

para o sector das quinadoras e paneladoras. Como a produção nas quinadoras é afetada pela produção nas paneladoras, e as folhas de lançamento são praticamente iguais para os dois tipos de máquinas, era necessário alinhar a produção dos dois subsectores. Sendo assim, o sequenciamento deveria ser realizado para quinadoras e para as paneladoras.

Para tal, era preciso respeitar certas condições como:

- A disponibilidade de chapa;
- A prioridade das peças;
- A sequência de processamento de cada peça.

### **4.3. Estudo do problema e análise de dados**

Para realizar o sequenciamento era necessário conhecer os tempos de processamento de cada peça. Para as paneladoras, este tempo corresponde ao tempo de ciclo de cada peça na máquina, sendo este já calculado pela própria máquina, e sendo já apontado pelos operadores das paneladoras nas folhas de produção para posterior atualização de dados. Como nem sempre era realizada esta tarefa, foi pedido aos operadores que anotassem este tempo sempre que alguma peça não tivesse tempo de processamento associado. Para peças em que o tamanho de lote normal é de apenas uma peça, o cálculo do tempo na máquina não era executado, sendo portanto necessário cronometrar este tempo sempre que existisse uma ocasião destas.

O tempo de mudança de fabrico entre peças, não é sempre o mesmo, dependendo da quantidade de ferramentas que a máquina utiliza em cada quinagem. A fim de avaliar este, foram cronometradas várias mudanças de fabrico, tendo como valor médio aproximado, dois minutos, e sendo o valor a considerar em cada mudança de fabrico nas paneladoras.

Nas quinadoras, o cálculo do tempo de ciclo de cada peça, só poderia ser executado através de cronometragem, e como não existia nenhum registo de tempos de processamento de nenhuma referência de peça, foi necessário proceder à recolha destes mesmos dados. Como algumas peças sofrem mais do que um processamento dentro do subsector das quinadoras, era necessário caracterizar o tipo de processamento para distinguir estes, bem como, avaliar o tempo de mudança de fabrico em cada máquina. Para uma

avaliação completa do processamento de cada peça em cada máquina, optou-se por referenciar os seguintes parâmetros:

1. Máquina: onde ocorre o processo;
2. Tipo de punção;
3. Tipo de matriz;
4. Abertura da matriz;
5. Número de quinagens efetuadas;
6. Tempo de processamento;
7. Coeficiente de manuseamento.
8. Família

Para obter o tempo de processamento de cada referência de peça, foram realizadas várias medições do tempo que uma peça demora a ser processada na quinadora, desde quando o operador pega na peça, até que no fim, a coloca de novo na mesa. O tempo de processamento resulta da média dos tempos obtidos somado com o desvio-padrão da distribuição desses mesmos tempos, o que equivale a um grau de confiança de 84,1% para o tempo de processamento resultante.

Para o sequenciamento deste tipo de processo, é necessário algum grau de confiança nos valores de processamento, derivado da chapa, que compõe as peças, não ser por vezes uniforme na sua composição molecular, o que implica a que sejam necessários por vezes, ajustes nos parâmetros de quinagem para obterem as medidas necessárias; e de existir sempre, manuseamento de peças, realizado durante o processamento, resultante da necessidade de espaço para colocar estas. Em contrapartida, este tempo de processamento não pode ser demasiado elevado, derivado de num elevado número de peças, da mesma referência, poder existir um grande desfasamento temporal entre o previsto e a realidade. Desta forma a qualidade dos dados recolhidos assume uma grande importância para o cálculo do tempo de processamento. Considerando estas variáveis, concluiu-se que a utilização da distribuição normal seria a melhor distribuição a adotar para o cálculo do tempo de processamento.

O número de quinagens, além de servir para caracterizar o processo, também serviu para o cálculo do tempo de *setup* após uma mudança de ferramenta, isto é, quanto maior for o número de quinagens maior é o tempo inicial de acerto de parâmetros para

realizar a quinagem continua das peças da mesma referência e conseqüentemente, maior será o tempo de mudança de fabrico. Através da análise de vários acertos de parâmetros, concluiu-se que o valor médio que se poderia associar a este tipo de *setup* seria de 30 segundos por cada quinagem.

O coeficiente de manuseamento relaciona-se com o tempo gasto em manusear e preparar as peças, a fim de as colocar na posição certa para começar o processo de quinagem de todas as peças da mesma referência. São exemplo as atividades de, organização das peças, corte de aparas, colocar peças no bordo da quinadora, marcar peças, etc. Este tempo depende normalmente do número de peças mas derivado da necessidade de caracterizar este tempo, foi assumido um coeficiente inteiro para cada referência de peça observada, em que 30 segundos multiplicado pelo coeficiente de manuseamento, daria o tempo aproximado de preparação. O erro associado a este tipo de caracterização não é muito elevado derivado de o número de peças de cada referência de peças, ser aproximadamente constante em quase todos os lançamentos. Este valor entra também no cálculo do tempo de setup após a mudança de ferramenta, estando este ultimo, dependente dos dois fatores.

Foi associada uma família, às peças que apresentassem pelo menos um processamento semelhante na sua sequência de produção, para que no método desenvolvido, fosse possível diminuir tempos de mudança de fabrico com a junção destas peças na máquina correspondente. Este tempo de mudança de fabrico foi assumido como metade do tempo normal em caso em que o processamento foi exatamente igual, derivado de os quinadores poderem associar menores trocas de ferramentas em peças da mesma família.

Construiu-se então uma base de dados com a descrição de todos os processos de várias peças. Como existe uma permanente renovação de produtos na empresa, o número de peças a descrever aumenta conseqüentemente. Seria portanto muito demorado descrever a maioria das peças, pois existem mais de oito mil referências de peças, e mesmo fazendo o pareto destas, seria um número demasiado elevado a estudar. Sendo assim, tomou-se um lançamento e descreveu-se a maioria das peças de modo a conseguir realizar um teste.

Ao nível das mudanças de ferramenta, foram cronometradas as trocas de matriz e punção, as trocas de comprimento de punção e as trocas de tipo de punção, sendo estas duas últimas tratadas juntamente devido ao tempo de execução ser na maioria das vezes semelhante. Nas Tabelas 3, 4, 5 e 6, estão apresentados os valores médios aproximados obtidos das cronometragens, sendo que os tempos de mudança entre a matriz/ferramenta

respetiva da linha e a matriz/ferramenta respetiva da coluna. Os tempos de mudança entre matrizes/ferramentas iguais representam as trocas de comprimento de punção, troca de tipo de punção ou afinação do programa apenas para o processamento da próxima peça.

**Tabela 3:** Tempos médios entre cada troca de matriz/ferramenta na Quinadora 1

	<b>M-0332</b>	<b>M02</b>	<b>F.Calhas_1</b>	<b>F.Calhas_2</b>	<b>M18</b>
<b>M-0332</b>	1,2	12	8,5	8	6
<b>M02</b>	13	1.2	10,5	10	8
<b>F.Calhas_1</b>	11	12	0.5	6	6
<b>F.Calhas_2</b>	10,6	12	6,5	0,5	5,5
<b>M18</b>	9	10	6,5	6	0.5

**Tabela 4:** Tempos médios entre cada troca de matriz/ferramenta na Quinadora 2

	<b>M901</b>	<b>F.S.C.</b>	<b>F.Red.</b>
<b>M901</b>	1.2	12,5	8,5
<b>F.S.C.</b>	13,5	0.5	11,7
<b>F.Red.</b>	8,5	10,7	0.5

**Tabela 5:** Tempos médios entre cada troca de matriz/ferramenta na Quinadora 3.

	<b>M6</b>	<b>M11</b>	<b>M9</b>
<b>M6</b>	2	10,5	12
<b>M11</b>	10,5	0.5	11,4
<b>M9</b>	12	10,7	2

**Tabela 6:** Tempos médios entre cada troca de matriz/ferramenta na Quinadora 4

	<b>M.Rebaixo</b>	<b>M2,2</b>	<b>M5</b>	<b>M1</b>	<b>M6,2</b>	<b>M2</b>
<b>M.Rebaixo</b>	0.5	6	6	6,2	10	7
<b>M2,2</b>	6	1	4	4	6,4	5
<b>M5</b>	6,4	4	1.2	7,5	10	7
<b>M1</b>	6,1	4	7	1	7	6
<b>M6,2</b>	10	6	9	7	1	5
<b>M2</b>	7	4,7	7,6	6,5	6,2	1

#### 4.4. Descrição do método desenvolvido

Com uma base de dados formada, com um número suficiente de peças para caracterizar um lançamento e com tempos de mudanças de ferramenta, procedeu-se à tentativa da resolução do problema. Derivado de ser um problema JSSP com cerca de mil peças (*jobs*) por lançamento, algumas com cinco processos, era impossível avaliar todas as opções a um tempo minimamente aceitável. Era portanto necessário desenvolver uma heurística que num tempo aceitável, apresenta-se uma solução perto da solução ótima e realizável a nível prático.

A simplicidade e a rapidez na execução foram as exigências iniciais deste método, de forma a poder alocar peças que estejam fora do lançamento, isto é, peças que necessitam de ser lançadas novamente devido a não-conformidades adquiridas nos processos seguintes.

A função objetivo a minimizar neste problema seria reduzir ao máximo, o atraso no processamento das peças, tendo em conta as prioridades, e reduzir também o número de trocas de ferramenta, a fim de diminuir o tempo de produção e de normalizar o mais possível o processo.

Desta forma foi possível desenvolver um método (algoritmo), que apesar de não apresentar uma solução próxima da solução ótima, apresenta uma solução exequível a nível prático. Foi desenvolvido em Visual Basic no *software* “Microsoft Office Excel”, devido a ser um *software* que a empresa pode simplesmente trabalhar, sem necessitar de gastos em adquirir novos softwares, da linguagem *Visual Basic* ser de fácil aprendizagem e do *software* ter características suficientes para se desenvolver o método e obter resultados com facilidade.

Como mencionado no capítulo anterior, a prioridade de peças, permite que peças com baixa prioridade possam ser processadas dois dias depois do dia previsto no lançamento. Desta forma e de modo a relaxar o problema, dividiu-se o método em 2 partes, isto é, fazer o sequenciamento para os três primeiros dias, e depois para os dois dias restantes da semana sendo que na segunda parte do método, as peças que não estavam disponíveis para processar na primeira parte, assumem prioridade sobre as restantes. Assim, caso existisse capacidade produtiva diária suficiente, minimizar-se-ia os atrasos no processamento das peças.



No ficheiro de “*excel*”, onde este método corre, é copiado para este um lançamento semanal, sendo apenas a prioridade, a referência e a descrição das peças e os dias da semana previstos para a conclusão das peças nas quinadoras e paneladoras, as informações necessárias das folhas de lançamento. De seguida são copiadas as informações da base de dados onde os processamentos das peças foram descritos, para cada peça na folha de *excel*. De forma a dar prioridade a peças com maior número de processamentos, é calculado o número de processos existentes em cada peça, e toda a lista é ordenada segundo três ordens, prioridade, número de processos, e código da peça (referência).

A partir daqui, através do atalho “*Macro*” presente em “*excel*”, é corrido todo o código do método desenvolvido. O módulo para a primeira parte método foi designado por “*Menu()*” e para a segunda parte “*Menu\_2()*”. As duas partes do método são semelhantes, tendo submódulos iguais ao nível do seu funcionamento.

Para cada parte, é executado o submódulo “*Início\_geral*” que calcula o total de peças a processar de cada referência. De seguida, o submódulo “*disponibilidade\_chapa*”, que atribui, numa célula específica da folha de “*excel*”, o momento aproximado, em minutos, de quando a peça estará disponível. Este tempo é obtido através de uma base de dados da matéria-prima de cada peça, e em que a ordem de punçõagem e o momento disponível para cada tipo de matéria-prima, estão representados na Tabela 2. De seguida, é corrido o método no submódulo “*complet\_time\_line*”. Apresenta-se de seguida o funcionamento deste método.

- Ciclo até ter percorrido todas as peças/processos do lançamento;
  - Selecionar peça ainda não terminada;
  - Selecionar processo;
  - Gravar parâmetros se lista vazia;
  - Se família da peça gravada e da peça corrente é indefinida, e processo da peça corrente está há mais tempo disponível -> substituir parâmetros da peça gravada;
  - Se família da peça gravada = família da peça corrente e ambas não são indefinidas;
    - Se processo igual e chapa disponível;
      - Processo disponível -> acrescentar a peça em lista;

- Processo indisponível -> apagar a lista e é uma família a rejeitar até à próxima alocação;
- Se processo diferente ou chapa indisponível;
  - Se existir processo igual;
    - Se chapa indisponível -> Apagar a lista e é uma família a rejeitar até à próxima alocação;
- Se família de peça=indefinida;
  - Alocar peça na máquina respetiva ao processo e com o tempo final da sua finalização
- Se família de peça é definida;
  - Alocar peças todas com o tempo de finalização da última da lista;
- Volta ao início até todas as peças estarem disponíveis estarem alocadas

O código do programa desenvolvido encontra-se em anexo (Anexo Q).

Este método tem como objetivo diminuir o *stock* intermédio, os atrasos no processamento das peças e sequenciar as peças em cada máquina por famílias, de modo a reduzir o tempo de mudança de fabrico total do processo e de forma a obter um sequenciamento o mais parecido com o que seria na realidade feito pelos operadores das quinadoras.

## 4.5. Resultados

Conforme dito anteriormente, apenas foi possível testar este método para um lançamento e deste modo, para o lançamento em questão, que contém 901 peças, obteve-se os resultados apresentados na Tabela 7.

**Tabela 7:** Resultados da corrida do método.

Parte	Tempos de execução	Tempo de produção em minutos					
		P1	P2	Q1	Q2	Q3	Q4
<b>1</b>	6m e 8s	27h 25m	31h 50m	19h 57m	28h 20m	25h 25m	25h 59m
<b>2</b>	8m e 35s	15h 28m	20h 18m	7h 19m	9h 5m	8h 36m	6h 36m
<b>Total</b>	10m e 34s	42h 53m	52h 9m	27h 17m	37h 25m	34h 1m	32h 35m

Pode-se concluir que, tirando as paneladoras, todas máquinas aparentam apresentar capacidade produtiva suficiente para processar todas as peças de um lançamento. Mas se acrescentar-se os 90 minutos médios diários de transporte de peças, obter-se-ia os resultados presentes na Tabela 8.

**Tabela 8:** Resultados da corrida do método desenvolvido, adicionando o tempo de transporte diário.

Parte	Tempo de produção em minutos					
	P1	P2	Q1	Q2	Q3	Q4
<b>1</b>	31h 55m	36h 20m	24h 27m	32h 50m	29h 55m	30h 29m
<b>2</b>	18h 28m	23h 18m	10h 19m	12h 5m	11h 36m	9h 36m
<b>Total</b>	50h 23m	59h 39m	34h 47m	44h 55m	41h 31m	40h 5m

As 40 horas semanais normais são insuficientes para a conclusão das peças sendo necessário recorrer a horas extra dos trabalhadores para conseguirem executar todo o lançamento semanal.

Seria necessário portanto cerca de 10,4 horas para a “Paneladora 1”, 19,6 horas para a “Paneladora 2”, 4,9 horas para a “Quinadora 2”, 1,5 horas para a “Quinadora 3” e 0,1 horas para a “Quinadora 4”, para finalizarem uma semana de 40 horas de trabalho. Este número de horas extra é normalmente mais elevado devido a peças não-conformes que têm de ser processadas, necessidades do próprio operador da máquina, consulta de desenhos e desvios no processo, situação estas que consomem tempo e são necessárias no processo.

Em anexo (Anexos O e P), encontra-se a sequência de produção obtida para o operador. O tempo indicado em minutos, refere-se ao instante em que o processo da peça com do código e a máquina referentes está terminado, sendo portanto o instante em que as próximas peças se deveriam apresentar no posto da quinadora em questão.

Em relação ao tamanho de lote mínimo, este é variável de lançamento para lançamento, correspondendo ao mínimo de dois dias de produção, para algumas peças, através da aplicação deste método, não se podendo referir o tamanho mínimo obtido em relação à otimalidade da solução obtida.

Como a produção nas quinadoras é feita para a maioria das peças, de cada referência, para toda a semana, pode-se constatar uma redução do tamanho de lote mínimo em algumas referências não se podendo avaliar os resultados dessa diminuição dado não ser possível comparar com a situação inicial.

## **5. APLICAÇÃO SMED NAS QUINADORAS**

Este capítulo descreve como foi implementada a metodologia SMED no subsector das quinadoras do sector da transformação da Mercatus Portugal. Engloba desde a análise preliminar, análise das mudanças de fabrico de peças até à aplicação da metodologia SMED.

O SMED irá forca-se nas operações de *setup* que se realizam, durante a mudança de ferramenta onde existe possibilidade de melhoria no processo através desta metodologia, e apenas nas mudanças de ferramenta que exijam troca de matriz derivado destas serem as mais críticas na produção. Porém, como cada quinadora tem as suas próprias matrizes, será estudada cada quinadora em particular.

### **5.1. Integração na empresa**

O projeto foi iniciado com a apresentação das instalações dos vários departamentos e dos seus colaboradores. De forma a compreender melhor os processos envolvidos na atividade da empresa, foram realizadas visitas aos vários sectores da empresa, estas guiadas pelos responsáveis de cada uma das secções que descreveram os processos e normas e esclareceram quaisquer dúvidas.

No departamento de processos, onde decorreu parte deste projeto, houve inicialmente uma formação a nível dos projetos decorridos neste departamento e como seria este projeto articulado entre o projeto principal do departamento.

### **5.2. Análise preliminar da mudança de ferramenta no sector das quinadoras**

Antes da aplicação da metodologia SMED foram observadas as mudanças de ferramenta de cada quinadora permitindo identificar e compreender todas as operações intrínsecas e subdividir estas. Deste modo, foi possível concluir que as operações de desmontagem de uma ferramenta não influenciam o tempo de execução das operações de

montagem da próxima ferramenta e em parte, estes dois tipos de operações da mesma ferramenta são praticamente simétricas, não sendo portanto necessário observar e filmar todos os tipos de mudança de ferramenta que envolvam troca de matriz, mas apenas os mais críticos de cada tipo de matriz utilizada. Nos Anexos A, B e E, F, encontra-se uma descrição das tarefas de mudança de fabrico realizadas em cada quinadora para cada tipo de matriz/ferramenta utilizada onde se pode comprovar que as operações de montagem e desmontagem são praticamente simétricas.

### **5.3. Implementação da metodologia SMED nas Quinadoras**

Nesta secção será exposto todo o trabalho realizado durante a aplicação da metodologia SMED nas duas quinadoras, desde o estudo da operação de mudança de ferramenta atual até às propostas de melhoria implementadas.

#### **5.3.1. Estudo da operação atual de mudança de ferramenta**

O primeiro passo para a implementação do SMED nas quinadoras foi estudar e analisar todas as operações de mudança de ferramenta realizadas nestas. A fim de recolher tempos concretos de todas as mudanças, procedeu-se à filmagem das mesmas e à análise posterior de cada passo para cada mudança de modo a ser possível estimar o tempo para outras mudanças de ferramenta.

Em resultado da análise das filmagens efetuadas, foi possível a decomposição do tempo das operações intrínsecas em cada mudança, sendo registado em tabelas em anexo (Anexos G a I). Posteriormente estes dados foram representados em gráficos de *Gantt*, em anexo (Anexos J a L), onde é possível uma melhor perceção e visualização da informação recolhida em cada mudança de fabrico analisada.

As informações explícitas nas tabelas são: a descrição das operações realizadas e os respetivos tempos médios observados, bem como, a classificação de cada operação como atividade interna, externa ou inútil; e a classificação quanto ao tipo de operação, isto é, operação de montagem, aperto, afinação, transporte ou outro. Atividades inúteis são atividades que são resultado de uma má sequência de operações ou de uma operação não perfeitamente realizada mas que consomem tempo, sendo exemplo, a procura de chaves de aperto. Todas as operações designadas de “programa” correspondem a operações de afinação

do programa da quinadora. Através desta classificação é possível uma melhor identificação das operações a eliminar ou no possível, a reduzir o seu período temporal. A classificação foi realizada diretamente uma vez que essa era a forma como a Mercatus Portugal fazia essa classificação em outros trabalhos de SMED já realizados, sendo portanto, executadas duas fases de implementação do SMED, a identificação e a classificação das atividades.

Nos gráficos de *Gantt* a representação foi feita o mais “à escala” possível.

Como o trabalho nas quinadoras já era bastante padronizado e o operador é exclusivo apenas de uma máquina, só existe a classificação de atividades inúteis nas mudanças de ferramenta onde foi observado, derivado de serem raros os casos de existirem estas atividades.

Através da análise das tabelas e sobretudo dos gráficos de *Gantt* foi possível constatar que as operações que demoram geralmente mais tempo são as de aperto.

Na mudança de ferramenta de M0332 para M18 as operações mais críticas são:

- “Ajuste da matriz e a sua fixação”: operação com maior dispêndio de tempo mas necessária ao processo, tendo mesmo de ser feita apenas por um operador.
- “Retirar a matriz M0332 para o carro de matrizes”: sendo uma possível operação a melhorar.
- As operações de transporte do carro de matrizes são operações que também podem ser realizadas paralelamente ao processo de mudança de ferramenta.

Na mudança de ferramenta de M18 para F.Calhas\_1 as operações mais críticas são definitivamente as de desapertar as maxilas e as de ajuste de esperas, operações necessárias ao processo mas possíveis de realizar em paralelo.

Na mudança de ferramenta de M0332 para M02 as operações mais críticas são:

- Montar punções P02 e matrizes M02 na quinadora: operação de aperto
- Retirar punções P02 e matrizes M02 da estante para a mesa: operação externa que pode ser melhorada, ou realizada paralelamente;

Para a “Quinadora 2”, na troca de ferramenta de F.S.C. para a M901, as operações mais críticas são as de aperto das maxilas e as de preparação das matrizes da F.S.C. para retirar da base da base da quinadora sendo estas últimos possíveis de realizar por outro operador.

Não foi possível observar mudanças de ferramenta com F.Calhas\_2, assumindo valores da F.Calhas\_1 derivado destas serem praticamente iguais a nível de processo de montagem e desmontagem. O mesmo acontece com a F.Red. na “Quinadora 2”, sendo assumido o tempo das operações similares às da F.S.C. Como parte das operações são semelhantes entre si, a nível de montagem e desmontagem das ferramentas, parte dos valores temporais de operações foram assumidos de outras operações semelhantes entre si. Para operações com mais do que um tempo observado, foi assumido a média desses mesmos tempos observados. Desta forma, construiu-se as tabelas em anexo (Anexos A, B e E, F) onde mostra todas as tarefas a realizar numa desmontagem e montagem de uma ferramenta e os respetivos tempos médios para cada uma das duas quinadoras.

O tempo médio da operação atual de mudança de ferramentas para cada uma das duas quinadoras encontra-se representado nas Tabelas 9 e 10.

**Tabela 9:** Tempos de mudança de ferramenta obtidos através da decomposição dos tempos das operações na “Quinadoras 1”.

<b>Setup</b>	<b>M0332</b>	<b>M02</b>	<b>M18</b>	<b>F.Calhas_1</b>	<b>F.Calhas_2</b>
<b>M0332</b>		0:11:52	0:06:15	0:08:49	0:08:25
<b>M02</b>	0:12:05		0:07:12	0:09:46	0:09:22
<b>M18</b>	0:08:51	0:09:35		0:06:32	0:06:08
<b>F.Calhas_1</b>	0:10:40	0:11:24	0:05:47		0:06:17
<b>F.Calhas_2</b>	0:10:30	0:11:14	0:05:37	0:06:31	

**Tabela 10:** Tempos de mudança de ferramenta obtidos através da decomposição dos tempos das operações na “Quinadora 2”.

<b>Setup</b>	<b>M901</b>	<b>F.S.C.</b>	<b>F.Red.</b>
<b>M901</b>		0:12:34	0:08:33
<b>F.S.C.</b>	0:13:39		0:11:44
<b>F.Red.</b>	0:08:36	0:10:42	



Foi observado que apesar de a ordem de execução das operações influenciar pouco o tempo total da mudança de ferramenta, não existe um documento com uma ordem de execução de operações para cada troca/tipo de ferramenta, sendo a ordem definida pelo próprio operador.

### **5.3.2. Propostas de melhoria**

Através da análise da situação atual foram identificadas algumas operações que poderiam ser otimizadas. Deste modo, foram propostas ações de melhoria para reduzir o tempo de execução destas operações tais como:

1. Elaborar um *standard* de trabalho com a sequência ótima que o operador deve realizar durante a mudança de ferramenta;
2. Desenvolver um carro/mesa móvel para a F.S.C. possibilitando também ao operador realizar o manuseamento da ferramenta mais facilmente;
3. Colocar uma chapa no carro de matrizes de forma a suportar a base da matriz M02 permitindo reduzir tempo na troca entre M0332 e M02;
4. Construir uma estrutura para albergar as régua e deste modo poder retirar a mesa\_2 aumentando o espaço disponível para mobilidade dos operadores;
5. Caso o abastecimento de peças futuramente ser realizado por um operador em específico, este apoiar na troca de ferramenta, permitindo a realização de operações em paralelo;
6. Caso o abastecimento de peças futuramente ser realizado por um operador em específico, substituir estrado por mesa móvel de modo a existir espaço para mobilidade do operador e diminuir tempos de transporte de peças/ferramentas;
7. Reavaliar estado de punções e matrizes para substituir/consertar de modo a não existir perda de tempo em trocas de ferramenta devido a estas estarem danificadas ou não adequadas para o processamento de alguma peça;
8. Troca de maxilas com apertos rápidos;
9. Aumento do número/jogos de punções;
10. Criar uma prateleira na mesa móvel da “Quinadora 1” para colocar as maxilas quando são necessárias retirar.

11. Derivado da fixação das matrizes e alinhamento das matrizes através dos punções demorar algum tempo, pensou-se em desenvolver um batente com uma medida exata mas, o fato de trabalhar com ferramentas bastante pesadas, a necessidade de alinhamentos precisos, e a possibilidade de alterar a estrutura da máquina seriam condições que permitiam a sua difícil aplicação.

De entre estas propostas, foram possíveis desenvolver todas menos a 4, 6, 8 e 9.

### 5.3.1. Identificação das ferramentas

Para o registo de todas as ferramentas foi construída uma base de dados de todas as ferramentas das quatro quinadoras a fim de identificar qual o estado delas e proceder à troca destas para evitar perdas de tempo em mudanças de ferramenta por estas estarem inadequadas para o processamento de alguma peça. Porém, não existiu a troca/conserto de ferramentas por parte da empresa antes do final do estágio para possíveis estudos de melhoria. A Figura 12 ilustra o exemplo de uma parte da base de dados desenvolvida. Em anexo (Anexos Y e Z) encontram-se representadas a maioria das matrizes, ferramentas e punções utilizados nas duas quinadoras em questão, sendo as duas tabelas em anexo, uma parte da base de dados desenvolvida.

Punções

	Aplicação	Foto	Frações mm	Quant.	Estado	Local
Punção Normal_08			1027	2	Bom	E4,1
			500	1	Bom	E4,1
			475	1	Bom	E4,1
			301	1	Mau	E4,1
			150	1	Bom	E4,1
			40	1	Bom	E4,1
			20	2	Bom	E4,1
			15	3	Bom	E4,1
			10	3	Bom	E4,1,5
			C/abas (645/375)	1	Bom	E4,4
			C/abas (100/60) esq.	1	Bom	E4,1
			C/abas (100/60) dir.	1	Bom	E4,1
			Punção Redondo c/ Rebaixo_2	Rebaixo de Portas e Gavetas		775
300	1	Bom				
165	1	Bom				
95 (ver se existe)	1	Bom				E4
63	1	Bom				
61	1	Bom				
35	1	Bom				
C/abas (96/61) esq.	1	Bom				
C/abas (96/61) dir.	1	Bom				
Punção Redondo p/ comandos_2	Comandos		C/abas (258/180)	1	Bom	E4
Punção Redondo_1			C/abas (485/375)	1	Bom	E4,1
Punção Cavado pequeno_1 c/ extensor	Pegas Diamond		Peça de Cima: C/abas (44/20)	1	Bom	E4
Punção Cavado			C/abas (33/20)	1	Bom	E4

Figura 12: Parte de uma tabela da base de dados desenvolvida

### 5.3.2. Desenvolvimento de uma mesa móvel para a F.S.C.

O projeto da mesa móvel teve origem depois da observação da mudança de ferramenta com a F.S.C., de modo a facilitar o transporte desta ferramenta derivado do operador ter de suportar todo o peso de cada matriz no seu transporte até à mesa\_2. Por conseguinte permitia também a redução na montagem/desmontagem desta ferramenta. Apesar de não ter sido construída esta mesa, devido à prioridade de outros projetos no serralheiro, foi aceite pela empresa e foi desenvolvido um protótipo, desenvolvido em 3D encontrando-se este representado na Figura 13. A estrutura seria em metal, em tubo de 40mm, teria uma chapa lacada como cobertura a fim de mover mais facilmente as matrizes e teria uma estrutura, tipo caixa, em madeira a fim de alocar os punções. Teria também uma prateleira inferior a fim de operador poder aplicar melhor a força na movimentação das matrizes. Apesar das medidas não estarem presentes nesta imagem, foram estudadas, sendo que a ilustração do protótipo foi realizada o mais à “escala” possível.

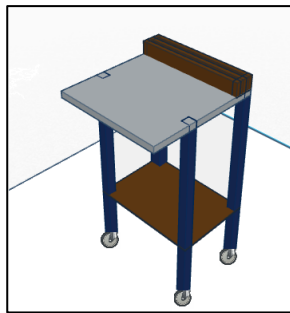


Figura 13: Protótipo da mesa móvel para a F.S.C.

Presume-se que esta medida elimina-se algumas operações como a necessidade de aparafusar os suportes das matrizes, para fazer o seu transporte e a de movimentação das maxilas entre o estrado e a mesa\_2. Apesar, de acrescentar operações de movimentação do carro da F.S.C., verificar-se-ia uma redução na montagem e desmontagem desta ferramenta. A Tabela 11, mostra a redução no tempo de mudança de ferramenta, tanto em tempo como em percentagem.

Tabela 11: Resultados da redução do tempo de mudança de ferramenta da F.S.C. com a aplicação da mesa móvel.

Operação	T. Inicial	T. Final	Redução	% Redução
Montagem	00:08:10	00:07:19	00:00:51	11%
Desmontagem	00:07:35	00:06:44	00:00:51	10%

### 5.3.3. Aplicar suporte em chapa no carro de matrizes

Durante a aplicação do SMED foi verificado que existia espaço no carro de matrizes para albergar a base da matriz M02, e desta forma permitir reduzir tempos de transporte aquando existia mudança de ferramenta entre M0332 e M02. Desta forma, foi soldada uma chapa de 1,2 mm no carro como mostra a Figura 14.



Figura 14: Aplicação da chapa de 1,2 mm no carro de matrizes.

Esta melhoria apesar de não permitir reduzir tempo diretamente na montagem ou desmontagem da ferramenta M02, permitiu eliminar operações de transporte aquando a troca de ferramentas de M0332 e M02, operações estas, de transporte da mesa móvel entre mesa\_2 e a quinadora, reduzindo cerca de 50 segundos no total das duas operações, o que em termo percentuais se traduz numa diminuição de cerca de 7% na troca M032 para M02 e de 6% na troca de M02 para M0332.

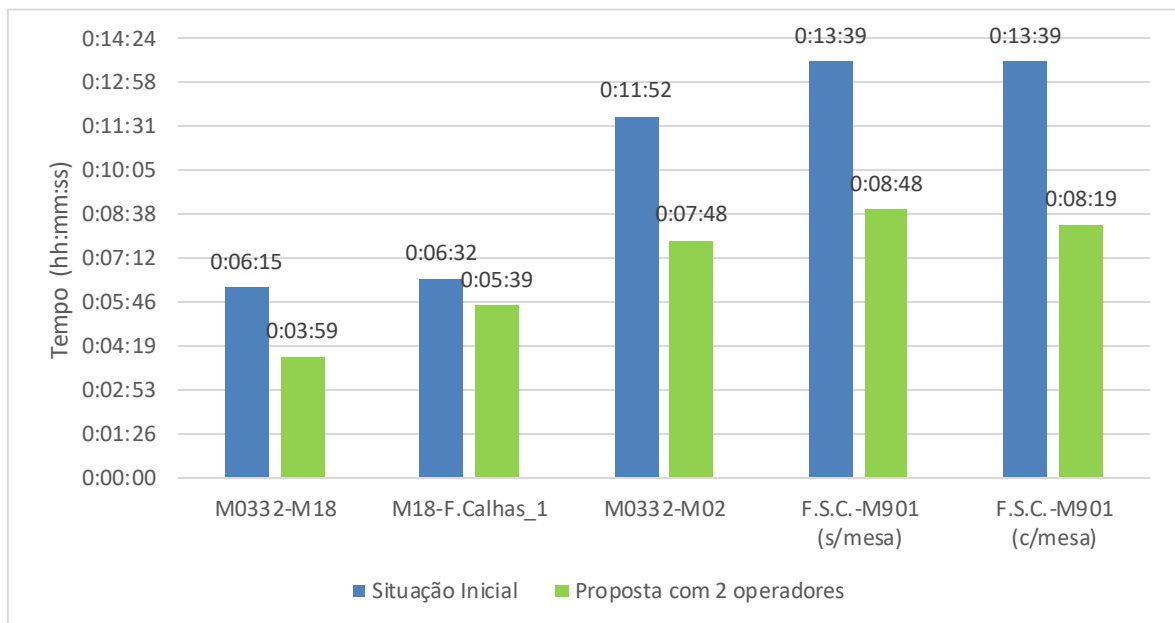
### 5.3.4. Desenvolvimento da sequência a testar com 2 operadores

Derivado de um dos projetos futuros ser de afetar o operador da guilhotina a efetuar o abastecimento das peças às quinadoras, o seu apoio na mudança de ferramenta poderia ser uma hipótese. Como neste tipo de processo, existe a necessidade de um grande número de ajustes, a realização de operações em paralelo, reduziria bastante o tempo de mudança de ferramenta. Na mudança de ferramenta, o operador da quinadora estaria totalmente dedicado à mudança e o segundo operador auxiliaria no que fosse necessário, auxiliaria em algumas atividades internas e ficaria responsável pela realização da maioria das atividades externas.

As melhores sequências foram obtidas de modo a reduzir os tempos de espera para os dois operadores, respeitando as condições de precedência das operações e de modo a que a mudança de ferramenta seja realizada corretamente e o mais eficiente possível. Para cada operador as sequências foram representadas em Tabelas em anexo (Anexos R a W).

Realizaram-se também fluxogramas que não se apresentam neste trabalho devido à dimensão destes. Desta forma, apresentam-se apenas as tabelas referidas anteriormente de onde os fluxogramas foram obtidos.

Através das sequências elaboradas para a execução da mudança de ferramenta com dois operadores para cada mudança de fabrico observada obtém-se os tempos representados na Figura 15.

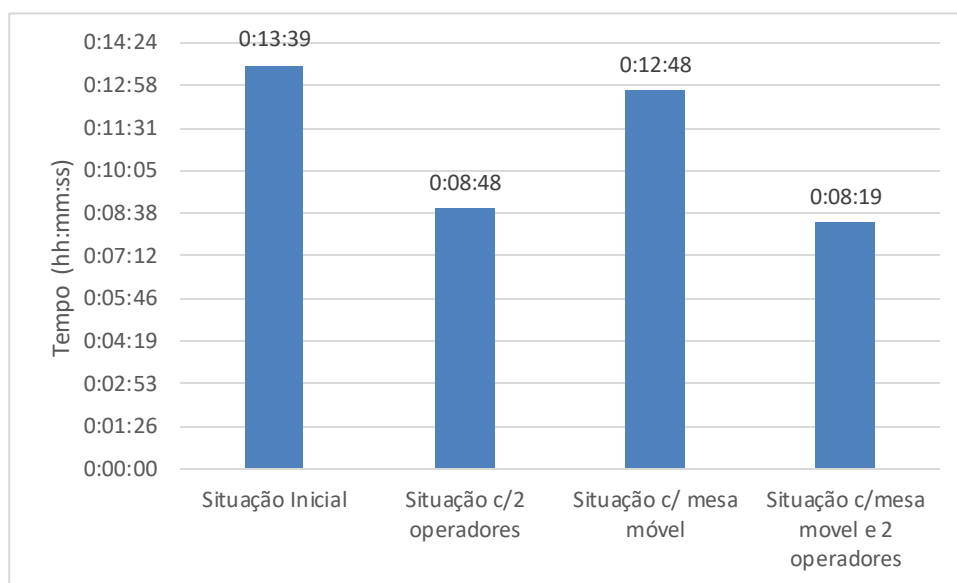


**Figura 15:** Tempo de mudança de ferramenta inicial e tempo de mudança de ferramenta proposto com 2 operadores para as mudanças de ferramenta analisadas

Através da realização de atividades paralelas é possível uma redução de 2 minutos e 16 segundos na mudança de ferramenta de M0332 para M18, isto é, uma redução de cerca de 36% do tempo inicial. Na mudança de ferramenta de M18 para F.Calhas\_1 apenas 53 segundos, ou seja, 14% do tempo inicial, de M0332 para M02, 4 minutos e 4 segundos, que equivale a cerca de 34% e de F.S.C. para M901, 4 minutos e 51 segundos que equivale também a cerca de 36% do tempo inicial.

### 5.3.5. Desenvolvimento de uma sequência a testar com 2 operadores e com aplicação da mesa móvel

A implementação da mesa móvel e do trabalho paralelo com 2 operadores para a ferramenta F.S.C. constituiu assim uma hipótese viável no futuro e sendo assim alvo de estudo. Apresenta-se assim os resultados para várias situações na Figura 16.



**Figura 16:** Tempos da situação inicial, com 2 operadores, com mesa móvel e com as duas implementações para a ferramenta F.S.C.

Com a aplicação da mesa móvel é possível uma diminuição de 51 segundos, isto é, 6% no total da troca de ferramenta na situação inicial. Mas com a aplicação, tanto da mesa, como do trabalho paralelo com os 2 operadores é possível uma redução de 5 minutos e 20 segundos que equivale a 39% de redução do tempo em relação à situação inicial.

### 5.3.6. Desenvolvimento dos modos operatórios

A padronização das operações a efetuar é a melhor forma de garantir que a mudança de ferramenta é realizada sempre da mesma maneira, a realiza e da forma mais eficiente possível. Neste processo, o seu desenvolvimento apenas pode evitar a realização de operações inúteis ao processo, o que são raras neste setor devido à mecanização dos processos e na precedência que é necessário respeitar. Porém, os modos operatórios assumem um papel importante na formação de novos operadores e até atuais operadores, de

forma, a diminuir o mais possível essas raras operações inúteis que ocorrem por vezes. Apenas se pode associar uma melhoria no processo informativo do setor.

Estes devem ser desenvolvidos com uma linguagem simples e clara, mas sempre com toda a informação necessária para executar a mudança de ferramenta.

Para a realização destes, foram elaboradas duas tabelas, uma de desmontagem e outra de montagem de ferramentas, presente em anexo (Anexos M e N), onde é expressa a ordem correta da realização das diferentes operações para a “Quinadora 1”. Foram elaboradas apenas para um operador na mudança de ferramenta derivado de ser ainda realizado apenas com o operador da máquina.

Em anexo (Anexos C e D) estão designados os tempos finais aproximados para cada mudança de ferramenta, após as implementações de melhoria executadas na “Quinadora 1”, sendo portanto uma previsão temporal aproximada da duração de cada operação do modo operatório.

Não foram realizados modos operatórios para as mudanças de ferramenta na “Quinadora 2” devido a não se poder testar o carro desenvolvido para a ferramenta F.S.C.

## **5.4. Conclusão da análise SMED**

Após serem realizadas todas as implementações desenvolvidas, tanto antes da mudança de ferramenta, como durante a mudança de ferramenta, seria possível avaliar os resultados no tempo de produção semanal. Desta forma, era possível avaliar os resultados da implementação do SMED na produção semanal. Procedeu-se então à alteração dos tempos de mudança de ferramenta para o método desenvolvido, de forma a criar uma nova sequência de trabalho e avaliar o tempo final em cada quinadora. Curiosamente os resultados ao nível do tempo de produção semanal para cada quinadora, não se alteraram após a redução do tempo das várias mudanças de ferramenta analisadas. O motivo da não alteração dos tempos finais foi derivado da sequência de produção também se ter alterado, o que implicou que algumas peças ficassem disponíveis mais cedo e se alocassem à máquina respetiva, perdendo-se assim tempo em novas trocas de ferramenta necessárias.



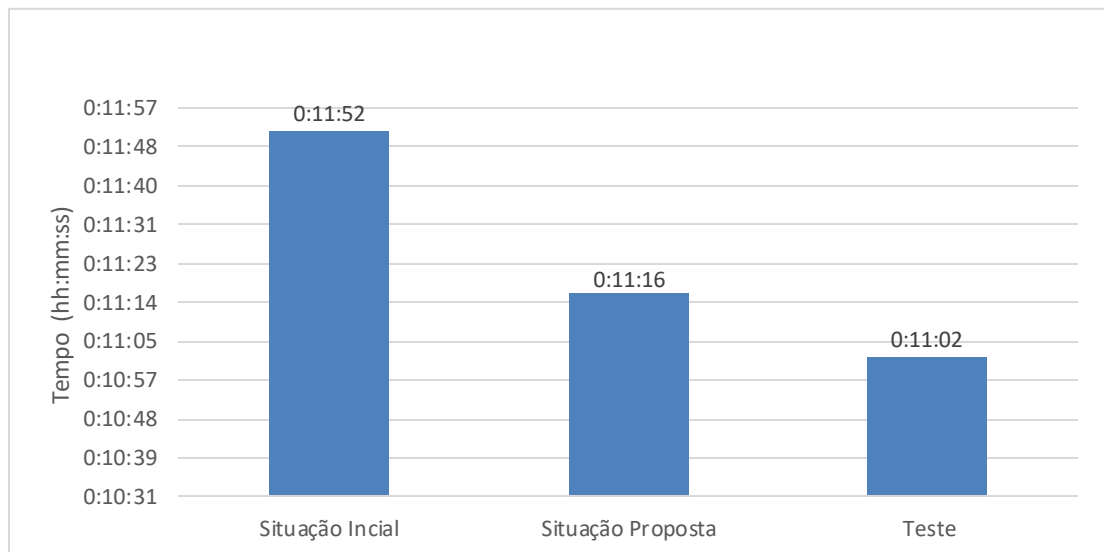


## 6. ANÁLISE DE RESULTADOS EXPERIMENTAIS

Neste capítulo serão apresentados os resultados de testes realizados às mudanças de fabrico analisadas anteriormente, não sendo possível realizar nenhum teste nas mudanças de ferramenta de F.S.C. para M901, e de M18 para F.Calhas\_1.

### 6.1. Teste com a implementação do suporte para a base da matriz M02 no carro de matrizes

Depois da aplicação da chapa de 1,2mm no carro de matrizes para suporte da base da matriz M02, foi realizado um teste, ou seja, foi cronometrado novamente a mudança de ferramenta de M0332 para M02 onde se obteve os resultados expressos na Figura 17.

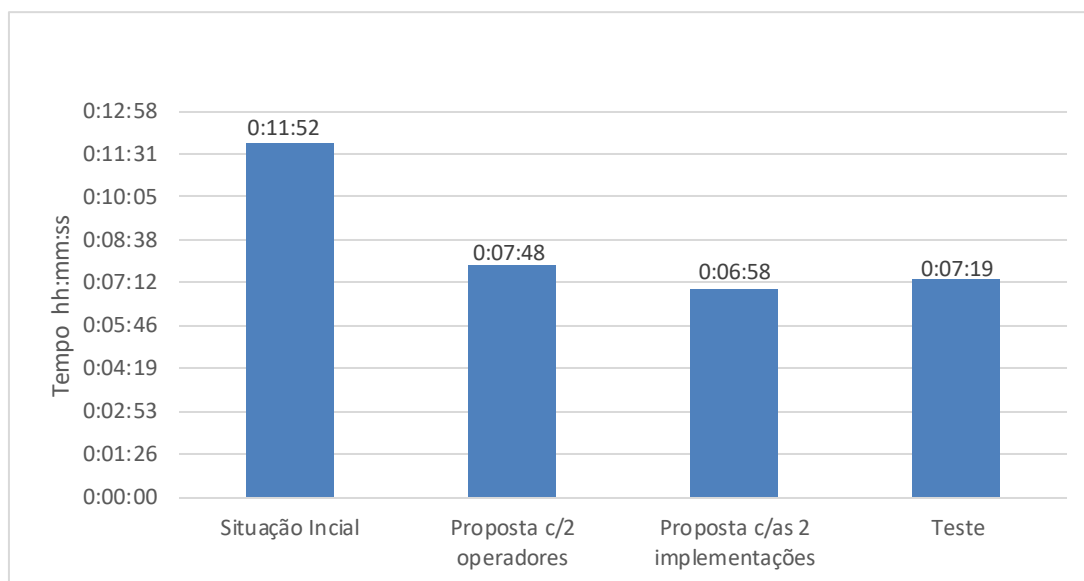


**Figura 17:** Tempo da situação inicial, da situação proposta e da situação observada no teste.

Observa-se apenas um desfasamento de 14 segundos, isto é, 2% abaixo do proposto.

## 6.2. Teste com 2 operadores na mudança de ferramenta de M0332 para M02

Derivado de ter sido implementada a chapa de suporte da base da matriz M02 no carro de matrizes, antes de realizar um teste com dois operadores, o teste realizado provem da implementação das duas melhorias do processo. A Figura 18 apresenta os resultados obtidos com o teste realizado.

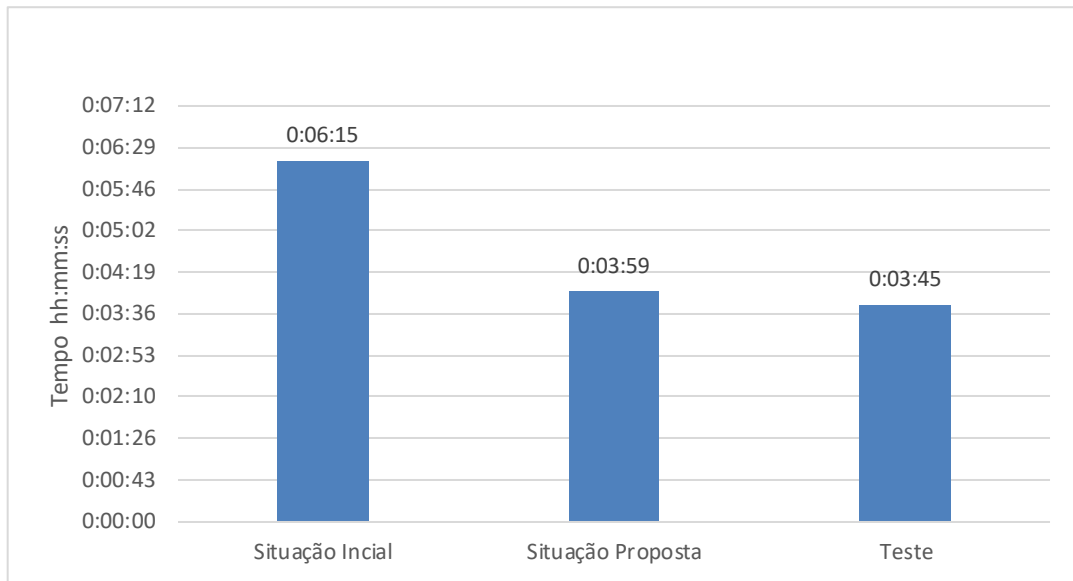


**Figura 18:** Tempo da situação inicial, da proposta com 2 operadores, da proposta com as 2 implementações e do teste realizado.

Observa-se um desfasamento de 21 segundos, isto é, 3% acima da proposta com as duas implementações.

## 6.3. Teste com 2 operadores na mudança de ferramenta de M0332 para M18

Para esta mudança de ferramenta, também foi realizado um teste com 2 operadores sendo os resultados apresentados na Figura 19.



**Figura 19:** Tempo da situação inicial, da situação proposta e do teste realizado.

Pode-se observar que existe também apenas um desfasamento de 16 segundos, ou seja, 7%, em relação à situação prevista com 2 operadores na mudança de ferramenta.

#### **6.4. Conclusão de análise dos resultados**

Pode-se constatar que existiram apenas ligeiros desfasamentos nos testes realizados em relação às propostas derivado sobretudo de tempos em programação da máquina e de montagem de punções sendo a análise dos testes positiva de apenas 7% de desfasamento máximo nos testes realizados.



## 7. CONCLUSÕES

Neste capítulo serão apresentadas as principais conclusões obtidas ao longo deste trabalho e as propostas para trabalhos futuros da Mercatus Portugal. Será também feita uma análise crítica ao trabalho realizado na empresa

### 7.1. Conclusões e propostas para trabalhos futuros

A análise ao subsector das quinadoras permitiu observar que já se apresentava alguma organização nas operações e na localização das ferramentas. No entanto, este sector não se encontrava caracterizado a nível de processo de fabrico, não existindo documentação de normas de trabalho nem sequências produtivas de cada peça o que não permitia uma avaliação do trabalho neste sector. Era portanto necessário caracterizar este processo totalmente.

Constatou-se durante a observação do processo de fabrico, que a mudança de fabrico poderia se dividir nas operações de *setup* realizadas, antes, durante e após a mudança de ferramenta.

Desde do início do projeto que foi observado que o tempo de *setup*, antes da mudança de ferramenta, ou seja, no transporte de peças, era a causa dos elevados valores do tempo da mudança de fabrico, sendo que, com a aplicação do método desenvolvido, permitia recuperar esse tempo, reduzindo os 15 minutos iniciais, aquando a sua existência numa mudança de ferramenta com transporte de peças associado. Apesar das não-conformidades de peças, que condicionam a produção, o uso do método, a fim de criar uma sequência de trabalho para um trabalhador realizar o transporte das peças, poderia obter reduções de 52% até 73% no tempo de mudança de ferramenta conforme a troca de ferramenta associada.

Nas mudanças de ferramenta analisadas, com a implementação de medidas de melhoria, não se conseguia reduções de maiores que 7%, porém, recorrendo ao trabalho em paralelo, ou seja, realizado com 2 operadores neste sector, as reduções temporais podem aumentar até aos 39%.

Apenas foi possível percorrer todas as etapas do SMED na “Quinadora 2 “. Na “Quinadora 1” não foi possível percorrer todas as etapas, nomeadamente, na transformação das tarefas internas em externas, devido a que qualquer modificação, implicava obrigatoriamente a alteração da estrutura da máquina, o que se tornaria bastante dispendioso, e a redução obtida no tempo de mudança de fabrico não compensaria.

Uma das propostas de melhoria foi substituir a mesa\_2 por um suporte vertical para as réguas, a fim de desocupar espaço e utilizar melhor o espaço.

O reaproveitamento da estrutura do carro de matrizes permitiu retirar a base da matriz da mesa\_2 permitindo, além, de reduzir tempos de deslocamento, desocupar esta mesa\_2 para uma futura remoção.

Este trabalho permitiu a criação de *standards* de trabalho, nomeadamente na identificação das operações na mudança de ferramenta, e a respetiva ordem executada.

Caso a empresa opte por mais tarde, colocar um operador a realizar o transporte de peças, seria vantajoso substituir o estrado, perto da “Quinadora 2”, por uma mesa móvel, reduzindo assim *stock* intermédio, que se acumula em cima do estrado, além de facilitar no manuseamento do material e das peças, e de permitir desocupar um grande espaço facilitando assim o deslocamento. Retirando este estrado, o espaço livre permitia diminuir o tempo de deslocamento com mesas e carros, e permitir também apoio na mudança de ferramenta através do operador que realiza-se o transporte reduzindo assim o tempo de mudança de ferramenta.

Uma das propostas que não foi estudada em particular neste trabalho foi a substituição das maxilas por maxilas com apertos rápidos. Esta medida só seria viável caso existisse necessidade de trocar estas facilitando o aperto/desaperto destas.

Um das melhorias também possíveis de implementar mas que exigia algum investimento, seria o aumento do número de ferramentas, nomeadamente de jogos de punções que permitia uma diminuição dos *stocks* intermédios de peças, na medida em que existiam ferramentas disponíveis aquando a necessidade de utilização numa peça. Desta forma, exigia-se a necessidade de uma estante por cada quinadora, contendo os jogos mais utilizados, reduzindo assim também tempos de deslocamento.

A implementação do SMED foi realizada apenas em algumas mudanças de ferramenta, mas foi o essencial para obter uma noção dos resultados possíveis em cada

mudança de ferramenta. Em futuros trabalhos, a avaliação de mudanças de ferramentas e o apoio por parte de um operador na troca de ferramenta são essenciais na redução do tempo de mudança de fabrico.

Dado o problema de sequenciamento da produção ser demasiado complexo e de difícil resolução computacional, é necessário o desenvolvimento de uma heurística que obtenha melhores resultados com um tempo de execução pequeno o suficiente para permitir, a alocação de peças não-conformes que são lançadas novamente.

## **7.2. Considerações finais**

Este trabalho tornou-se vantajoso para a empresa, sobretudo na caracterização do sector, nas medidas possíveis de aplicar em cada quinadora, e nos resultados esperados na melhoria do processo de quinagem na empresa.

A Mercatus Portugal revelou-se uma empresa bem estruturada em que a melhoria contínua da qualidade dos produtos e dos processos, é uma constante preocupação, nomeadamente através da prática de ferramentas *Lean*.

Este trabalho revelou-se uma experiência gratificante, permitindo a colocação de ideias e de conhecimentos adquiridos em prática. Além disso, tornou-se num desafio na medida de como abordar a complexidade de alguns problemas industriais

-



---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Domingues, P.M.M. (2012), “Aplicação da Metodologia SMED em Linhas de Montagem de Correntes de Rolo. Tese de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Coimbra, Coimbra.
- Keromen, Christophe (2015, 26 de Junho), “Les valeurs de Kanban”. Acedido a 16 de Agosto de 2016 em: “<https://blog.good.pro/2015/06/26/les-valeurs-de-kanban/>”.
- Urrutia, E.D.G., Aggounne, Riad e Dauzère-Pérès, Stéphane (2014), “Solving the integrated lot-sizing and job-shop scheduling problem”. Acedido em 21 de Junho de 2016 em: “<https://dx.doi.org/10.1080/00207543.2014.902156>”.
- Miranda, Lionel. (2005, 19 de Dezembro), “Sistemas de Gestão da Qualidade (ISO 9001:2000)”. Acedido a 16 de Agosto de 2016 em: “<http://www.sinfic.pt/SinficNewsletter/sinfic/Newsletter44/Dossier2.html>”.
- Pereira, S.P.S (2014), “Implementação da Metodologia SMED no Sector das Prensas de Corte de Chapa”. Tese de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Coimbra, Coimbra.
- Reis, Virgílio O. (2015), “Aplicação da Metodologia SMED a Linhas de Vidragem”. Tese de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial, Universidade de Aveiro, Aveiro.
- Silva, Cristóvão (2008, 26 de Novembro), Material de Apoio à disciplina de Gestão da Produção. Acedido 2015.
- Miranda, S.E.S.C. (2014), “Análise do Processo de Quinagem, Desenvolvimentos Analíticos e Numéricos para a sua Caracterização” . Tese de Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.
- Womack, J., Jones, D.T. e Ross, D (1990) “The Machine that Changed the World”, Macmillan Publishing Company, Canada.
- Lean Enterprise Institute (2014), “Lean Lexicon: A Graphical Glossary for Lean Thinkers, Fifth Edition”, Lean Enterprise Institute Inc., USA.
- Chakraborty, U. (2009), “Computational Intelligence in Flow Shop and Job Shop Scheduling”, Springer – Verlag Berlin Heidelberg, USA.
- Vorne Industries Inc (2016). “What is SMED”. Acedido a 10 de Julho de 2016 em: “<http://www.leanproduction.com/smed.html>”.
- Anderson, Chris, (2016), “How Can You Master the ISO 9001 PDCA Cycle?”. Acedido a 10 de Julho de 2016 em <https://www.bizmanualz.com/implement-iso-quality/how-are-pdca-cycles-used-inside-iso-9001.html>”, Bizmanualz Inc..

Ohno, T. (1988), “Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production”, Productivity Press, New York”

Shingo, S. (1985), “A Revolution in Manufacturing: The SMED System”, Productivity Press, Stamford.

## ANEXO A

### Operações de Desmontagem de Ferramentas na "Quinadora 1" e Respective Tempos (hh:mm:ss) - Situação Inicial

Nº	Tarefas	M0332	M02	M18	F.Calhas_1	F.Calhas_2
1	Levantar esperas	0:00:04	0:00:04		0:00:04	0:00:04
2	Desapertar punções	0:00:24	0:00:49	0:00:11	0:00:59	0:00:59
3	Retirar punções/punções e matrizes (M02), para estante/mesa(M02)					
4	Colocar punções e matrizes da mesa para a estante		0:01:21			
5	Desapertar fixadores da matriz	0:00:22	0:00:22	0:00:51		
6	Programa	0:00:17	0:00:17		0:00:17	0:00:17
7	Transporte de carro de matrizes/carro da ferramenta(F.Calhas_1)	0:00:34			0:00:08	0:00:08
8	Retirar maxilas do carro para mesa				0:00:05	0:00:05
9	Posicionar carro/mesa (M02)	0:00:09	0:00:02		0:00:06	0:00:06
10	Colocar corrente direita	0:00:04				
11	Colocar corrente esquerda	0:00:10				
12	Retirar matriz para estante			0:00:07		
13	Retirar matriz/ferramenta (F.Calhas_1 F.Calhas_2) para o carro/mesa(M02)	0:00:14	0:00:18		0:00:07	0:00:07
14	Retirar corrente direita	0:00:08				
15	Retirar corrente esquerda	0:00:08				
16	Retirar carro/mesa (M02)	0:00:09	0:00:01		0:00:02	0:00:02
17	Arrumar bomba e peça de estampagem no carro				0:00:10	
19	Transportar carro até o sitio devido	0:00:43			0:00:10	0:00:10
20	Transportar mesa com base de matriz (M02) até mesa_2		0:00:25			
21	Colocar base de matriz M02 na mesa_2		0:00:19			
22	Transportar mesa até à quinadora		0:00:25			
23	Colocar e apertar maxilas				0:00:50	0:00:50
	Caso a troca de ferramenta não seja feita entre F.Calhas_1 e F.Calhas_2					

## ANEXO B

### Operações de Montagem de Ferramentas na "Quinadora 1" e Respetivos Tempos (hh:mm:ss) - Situação Inicial

Nº	Tarefas	M0332	M02	M18	F.Calhas_1	F.Calhas_2
1	Limpeza da base da quinadora	0:00:19	0:00:19	0:00:19	0:00:19	0:00:19
2	Desapertar maxilas e retirar estas para mesa				0:00:50	0:00:50
3	Programa e teste de maquina	0:00:26		0:00:16	0:00:27	0:00:27
4	Transporte de carro de matrizes/carro da ferramenta(F.Calhas_1 e F.Calhas_2)	0:00:34			0:00:10	0:00:10
5	Transportar mesa com base de matriz (M02) até mesa_2		0:00:25			
6	Retirar base de matriz M02 para a mesa		0:00:19			
7	Transportar mesa até à quinadora		0:00:25			
8	Posicionar carro/mesa (M02)	0:00:09	0:00:02		0:00:06	0:00:06
9	Colocar corrente direita	0:00:09				
10	Colocar corrente esquerda	0:00:11				
11	Retirar matriz/base de matriz (M02) para a base da quinadora	0:00:17	0:00:18		0:00:07	0:00:07
12	Retirar corrente direita	0:00:08				
13	Retirar corrente esquerda	0:00:09				
14	Retirar carro/mesa (M02)	0:00:09	0:00:01		0:00:02	0:00:02
15	Colocar maxilas da mesa para o carro				0:00:05	0:00:05
16	Retirar bomba e peça de estampagem do carro				0:00:10	
17	Transporte de carro até ao sitio devido	0:00:43			0:00:08	0:00:08
18	Retirar punções e matrizes da estante para mesa		0:01:21			
19	Colocar punções/punções e matrizes (M02)	0:00:14	0:01:30	0:00:15		
20	Apertar punções	0:00:37	0:00:35	0:00:10	0:00:59	0:00:59
21	Baixar avental da quinadora e alinhar matriz/base de matriz(M02)	0:00:18	0:00:18	0:01:26	0:00:33	0:00:33
22	Colocar e apertar fixadores da matriz	0:00:57	0:00:57			
23	Programa e testar máquina	0:00:30	0:00:30	0:00:16	0:00:11	0:00:11
24	Colocar peça de esmagamento e aplicar massa consistente com bomba				0:00:14	
25	Ajustar punções/punções e matrizes (M02) para realizar próxima peça	0:00:49	0:00:49			
26	Ajustar esperas	0:01:01	0:00:32		0:01:00	0:01:00
27	Programa	0:00:02	0:00:05	0:00:07	0:00:02	0:00:02
	Caso a troca de ferramenta não seja feita entre F.Calhas_1 e F.Calhas_2					

## ANEXO C

### Operações de Desmontagem de Ferramentas na "Quinadora 1" e Respetivos Tempos (hh:mm:ss) - Situação Final

Nº	Tarefas	M0332	M02	M18	F.Calhas_1	F.Calhas_2
1	Levantar esperas	0:00:04	0:00:04		0:00:04	0:00:04
2	Desapertar punções	0:00:24	0:00:49	0:00:11	0:00:59	0:00:59
3	Retirar punções/punções e matrizes (M02), para estante/mesa(M02)					
4	Colocar punções e matrizes da mesa para a estante		0:01:21			
5	Desapertar fixadores da matriz	0:00:22	0:00:22	0:00:51		
6	Programa	0:00:17	0:00:17		0:00:17	0:00:17
7	Transporte de carro de matrizes/carro da ferramenta(F.Calhas_1)	0:00:34	0:00:34		0:00:08	0:00:08
8	Retirar maxilas do carro para mesa				0:00:05	0:00:05
9	Posicionar carro/mesa (M02)	0:00:09	0:00:02		0:00:06	0:00:06
10	Colocar corrente direita	0:00:04				
11	Colocar corrente esquerda	0:00:10				
12	Retirar matriz para estante			0:00:07		
13	Retirar matriz/ferramenta (F.Calhas_1 F.Calhas_2) para o carro/mesa(M02)	0:00:14	0:00:18		0:00:07	0:00:07
14	Retirar corrente direita	0:00:08				
15	Retirar corrente esquerda	0:00:08				
16	Retirar carro/mesa (M02)	0:00:09	0:00:01		0:00:02	0:00:02
17	Arrumar bomba e peça de estampagem no carro				0:00:10	
18	Colocar base de matriz M02 no carro		0:00:19			
19	Transportar carro até o sitio devido	0:00:43			0:00:10	0:00:10
20	Transportar mesa com base de matriz (M02) até ao carro de matrizes		0:00:25			
21	Colocar base de matriz M02 no carro de matrizes		0:00:19			
22	Transportar mesa até à quinadora		0:00:25			
23	Colocar e apertar maxilas				0:00:50	0:00:50
	(a) caso a troca de ferramenta seja entre M02 e M0332					
	(b) caso a troca de ferramenta não seja entre M02 e M0332					
	(c) caso a troca de ferramenta não seja entre F.Calhas_1 e F.Calhas_2					

## ANEXO D

### Operações de Montagem de Ferramentas na "Quinadora 1" e Respetivos Tempos (hh:mm:ss) - Situação Final

Nº	Tarefas	M0332	M02	M18	F.Calhas_1	F.Calhas_2
1	Limpeza da base da quinadora	0:00:19	0:00:19	0:00:19	0:00:19	0:00:19
2	Desapertar maxilas e retirar estas para mesa				0:00:50	0:00:50
3	Programa e teste de maquina	0:00:26		0:00:16	0:00:27	0:00:27
4	Transporte de carro de matrizes/carro da ferramenta(F.Calhas_1 e F.Calhas_2)	0:00:34			0:00:10	0:00:10
5	Transportar mesa até sítio do carro de matrizes		0:00:25			
6	Retirar base de matriz M02 para mesa		0:00:19			
7	Transportar mesa com base de matriz M02 até à quinadora		0:00:25			
8	Posicionar carro/mesa (M02)	0:00:09	0:00:02		0:00:06	0:00:06
9	Colocar corrente direita	0:00:09				
10	Colocar corrente esquerda	0:00:11				
11	Retirar/colocar matriz/base de matriz (M02) para a base da quinadora	0:00:17	0:00:18		0:00:07	0:00:07
12	Retirar corrente direita	0:00:08				
13	Retirar corrente esquerda	0:00:09				
14	Retirar carro/mesa (M02)	0:00:09	0:00:01		0:00:02	0:00:02
15	Colocar maxilas da mesa para o carro				0:00:05	0:00:05
16	Retirar bomba e peça de estampagem do carro				0:00:10	
17	Transporte de carro de matrizes até ao sitio devido	0:00:43	0:00:43		0:00:08	0:00:08
18	Retirar punções e matrizes da estante para mesa		0:01:21			
19	Colocar punções/punções e matrizes	0:00:14	0:01:30	0:00:15		
20	Apertar punções	0:00:37	0:00:35	0:00:10	0:00:59	0:00:59
21	Baixar avental da quinadora e alinhar matriz/base de matriz(M02)	0:00:18	0:00:18	0:01:26	0:00:33	0:00:33
22	Colocar e apertar fixadores da matriz	0:00:57	0:00:57			
23	Programa e testar máquina	0:00:30	0:00:30	0:00:16	0:00:11	0:00:11
24	Colocar peça de esmagamento e aplicar massa consistente com bomba				0:00:14	
25	Ajustar punções/punções e matrizes (M02) para realizar próxima peça	0:00:49	0:00:49			
26	Ajustar esperas	0:01:01	0:00:32		0:01:00	0:01:00
27	Programa	0:00:02	0:00:05	0:00:07	0:00:02	0:00:02
	(a) caso a troca de ferramenta seja entre M02 e M0332					
	(b) caso a troca de ferramenta não seja entre M02 e M0332					
	(c) caso a troca de ferramenta não seja entre F.Calhas_1 e F.Calhas_2					

## ANEXO E

### Operações de Desmontagem de Ferramentas na "Quinadora 2" e Respetivos Tempos (hh:mm:ss) - Situação Inicial

Nº	Tarefas	M901	F.S.C	F.Red.
1	Retirar régua e levantar esperas	0:00:04	0:00:05	0:00:04
2	Desapertar punções	0:00:37	0:00:31	0:00:37
3	Retirar punções para estante(M901)/carro(F.Red)/mesa_2(F.S.C)	0:00:21	0:00:24	0:00:20
4	Desapertar fixadores da matriz	0:00:48	0:00:48	0:00:48
5	Programa	0:00:16	0:00:05	
6	Transporte de carro de matrizes/carro de ferramenta(F.Red.)	0:00:31		0:00:10
7	Retirar maxilas da mesa_2 para estrado		0:00:34	
8	Pick up de suportes das matrizes F.S.C.		0:00:08	
9	Aparafusar e apertar suportes das matrizes F.S.C.		0:00:45	
10	Rodar matrizes e regular altura do centro destas F.S.C.		0:01:05	
11	Posicionar carro	0:00:19		0:00:02
12	Colocar corrente direita	0:00:21		
13	Colocar corrente esquerda			
14	Retirar matriz para o carro/mesa_2(F.S.C)	0:00:17	0:00:20	0:00:20
15	Retirar corrente direita	0:00:05		
16	Retirar corrente esquerda	0:00:07		
17	Retirar carro	0:00:08		0:00:01
18	Transportar carro até o sitio devido	0:00:30		0:00:10
19	Colocar maxilas na quinadora		0:01:12	
20	Apertar maxilas na quinadora		0:01:38	

**ANEXO F****Operações de Montagem de Ferramentas na "Quinadora 2" e Respectiveos Tempos (hh:mm:ss) - Situação Inicial**

Nº	Tarefas	M901	F.S.C	F.Red.
1	Limpeza da base da quinadora	0:00:10	0:00:10	0:00:10
2	Desapertar maxilas e retirar estas para mesa		0:01:38	
3	Programa e teste de maquina		0:00:16	
4	Transporte de carro de matrizes/carro de ferramenta(F.Red.)	0:00:31		0:00:10
5	Posicionar carro	0:00:19		0:00:02
6	Colocar corrente direita	0:00:21		
7	Colocar corrente esquerda			
8	Retirar/colocar matriz/es(F.C.S) para a base da quinadora	0:00:17	0:00:20	0:00:20
9	Retirar corrente direita	0:00:05		
10	Retirar corrente esquerda	0:00:07		
11	Retirar carro	0:00:08		0:00:01
12	Rodar matrizes e regular altura do centro destas F.S.C.		0:01:05	
13	Desapertar suportes das matrizes F.S.C.		0:00:45	
14	Retirar suportes das matrizes F.S.C.		0:00:08	
15	Colocar maxilas do estrado para a mesa_2		0:00:34	
16	Transporte de carro até ao sitio devido	0:00:30		0:00:10
17	Transporte de punções desde a estante_3 até à quinadora	0:00:21		
18	Colocar punções	0:00:14	0:00:24	0:00:20
19	Apertar punções	0:00:37	0:00:31	0:00:37
20	Baixar avental da quinadora e alinhar matriz	0:00:30	0:00:23	0:00:23
21	Colocar e apertar fixadores da matriz	0:01:01	0:01:01	0:01:01
22	Programa e testar máquina	0:00:17	0:00:19	0:00:19
23	Ajustar punções para realizar próxima peça	0:00:00		
24	Ajustar esperas	0:00:34	0:00:34	0:00:34
25	Programa	0:00:02	0:00:02	0:00:02



## ANEXO G

Situação Actual na "Quinadora 1" na Mudança de Ferramenta M0332 para M18						Categoria
etapa nº	Descrição Operação	Tempo (hh:mm:ss)		Tipo de Operação		
		parcial	acumulado	Interna	Externa	
1	Desapertar e retirar punção	0:00:26	0:00:26	x		AP
2	Desapertar parafusos da matriz	0:00:20	0:00:46	x		AP
3	Levantar esperas	0:00:04	0:00:50	x		M
4	Baixar avental da quinadora	0:00:09	0:00:59	x		O
5	Programa	0:00:08	0:01:07	x		AF
6	Transporte de carro de matrizes	0:00:34	0:01:41		x	T
7	Posicionar carro de matrizes	0:00:09	0:01:50	x		M
8	colocar corrente direita	0:00:04	0:01:54	x		M
9	colocar corrente esquerda	0:00:10	0:02:04	x		M
10	Retirar matriz	0:00:14	0:02:18	x		M
11	Retirar corrente direita	0:00:08	0:02:26	x		M
12	Retirar corrente direita	0:00:08	0:02:34	x		M
13	Retirar carro	0:00:09	0:02:43	x		M
14	Transportar carro até ao sitio devido	0:00:38	0:03:21		x	T
15	Programa	0:00:16	0:03:37	x		AF
16	Colocar punção e matriz (P18/M18)	0:00:15	0:03:52	x		M
17	Apertar punção	0:00:10	0:04:02	x		AP
18	Colocar encaixes e apertar este na matriz	0:01:26	0:05:28	x		AP
19	Programa	0:00:07	0:05:35	x		AF

Categorias:

T=Transporte

AP=Apertos

M=Montagem

O=Outros

## ANEXO H

Situação Actual na "Quinadora 1" na Mudança de Ferramenta M18 para F.Calhas_1						Categoria
etapa nº	Descrição Operação	Tempo (hh:mm:ss)		Tipo de Operação		
		parcial	acumulado	Interna	Externa	
1	Desapertar parafusos de fixação da matriz	0:00:26	0:00:26	x		AP
2	Desapertar apertos da matriz	0:00:09	0:00:35	x		AP
4	Desapertar punção	0:00:04	0:00:39	x		AP
4	Retirar punção	0:00:07	0:00:46	x		M
5	Retirar matriz	0:00:07	0:00:53	x		M
6	Deslocar fixadores da matriz para as pontas	0:00:08	0:01:01	x		AP
7	Desapertar maxilas	0:00:10	0:01:11	x		AP
8	Ir buscar carro	0:00:09	0:01:20		x	T
9	Desapertar maxilas e retirar estas	0:00:50	0:02:10	x		AP
10	Programa e teste de maquina	0:00:27	0:02:37	x		AF
11	Transporte de carro com F.Calhas_1	0:00:10	0:02:47	x		T
12	Posicionar carro	0:00:06	0:02:53	x		M
13	Retirar F.Calhas_1 para a base da quinadora	0:00:07	0:03:00	x		M
14	Retirar carro	0:00:02	0:03:02	x		M
15	Colocar maxilas no carro	0:00:05	0:03:07		x	O
16	Retirar bomba e peça de esmagamento do carro	0:00:10	0:03:17		x	O
17	Transporte de carro com F.Calhas_1 para o sitio devid	0:00:08	0:03:25		x	T
18	Alinhar Ferramenta	0:00:33	0:03:58	x		AF
19	Apertar maxilas	0:00:59	0:04:57	x		AP
20	Programa e teste de maquina	0:00:11	0:05:08	x		AF
21	Colocar peça de esmagamento e massa consistente	0:00:14	0:05:22	x		M
22	Ajustar esperas	0:01:00	0:06:22	x		AF
23	Programa	0:00:02	0:06:24	x		AF

Categorias:

T=Transporte

AP=Apertos

AF=Afinação

M=Montagem

O=Outros

## ANEXO I

Situação Actual na "Quinadora 1" na Mudança de Ferramenta M0332 para M02						Categoria
etapa nº	Descrição Operação	Tempo (hh:mm:ss)		Tipo de Operação		
		parcial	acumulado	Interna	Externa	
1	Desapertar parafusos de fixação da matriz	0:00:24	0:00:24	x		AP
2	Programa	0:00:09	0:00:33	x		AF
3	Transporte de carro com matriz até à quinadora	0:00:34	0:01:07		x	T
4	posiconar carro e tirar matriz para carro e retirar carro	0:01:13	0:02:20	x		M
4	posicionar mesa para tirar base de matriz M2	0:00:07	0:02:27		x	T
5	Retirar base de matriz M2 para a mesa	0:00:19	0:02:46		x	O
6	Transporte de carro com matriz para o sitio devido	0:00:48	0:03:34		x	T
7	Limpeza da base da quinadora	0:00:19	0:03:53	x		O
8	Colocar base da matriz M2 na quinadora	0:00:21	0:04:14	x		M
9	Retirar punções P2 e matrizes M2 da estante para a mesa	0:01:21	0:05:35		x	O
10	Montar punções P2 e matrizes M2 na quinadora	0:01:30	0:07:05	x		M
11	Apertar punções	0:00:35	0:07:40	x		AP
13	Programa	0:00:30	0:08:10	x		AF
14	Ajustar base da matriz	0:00:18	0:08:28	x		AF
15	Apertar parafusos de fixação da base da matriz	0:00:57	0:09:25	x		AP
16	Programa	0:00:05	0:09:30	x		AF
17	Ajustar punções e matrizes para realizar a próxima peça	0:00:49	0:10:19	x		AF
18	Ajustar esperas	0:00:32	0:10:51	x		AF

Categorias:

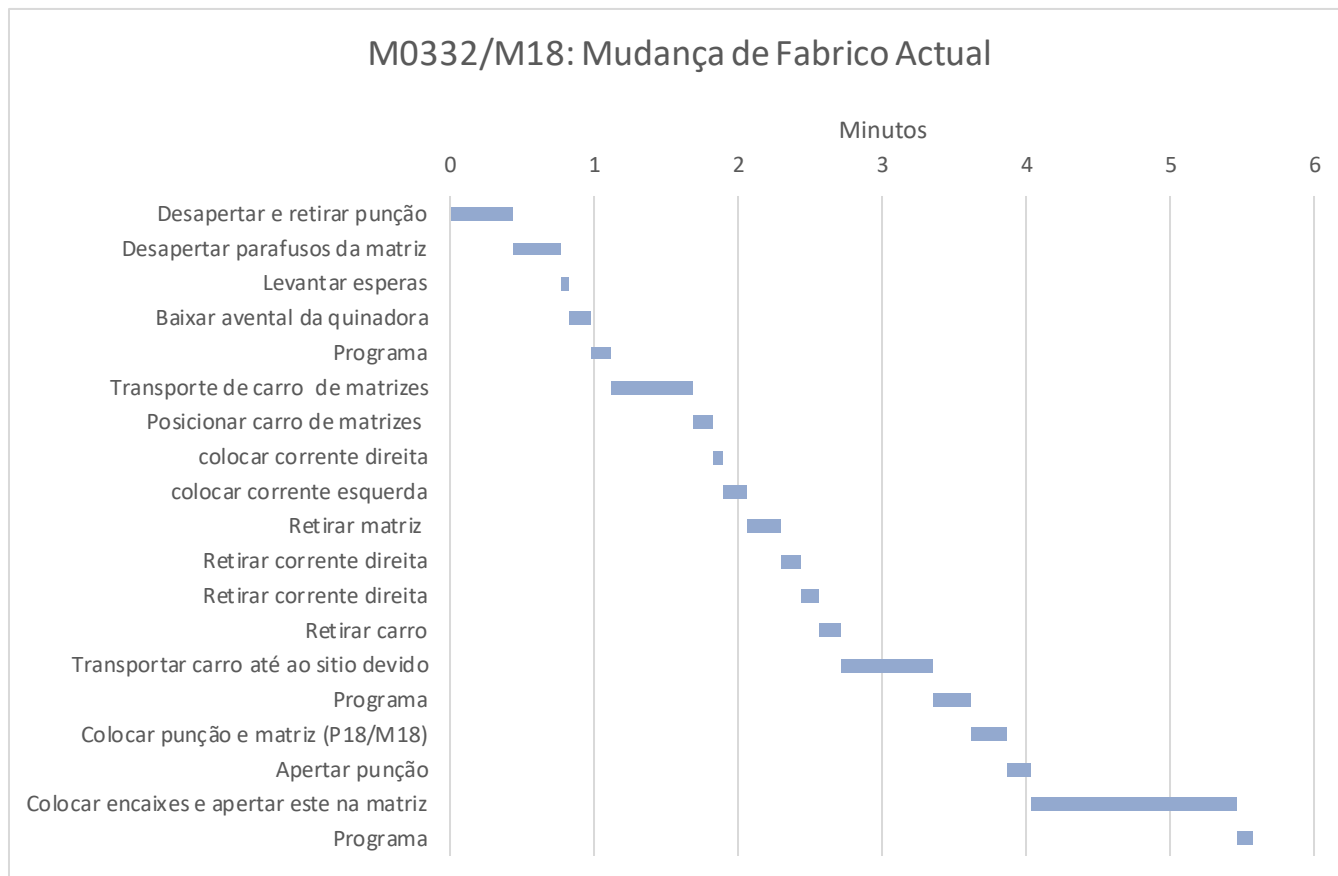
T=Transporte

AP=Apertos

AF=Afinação

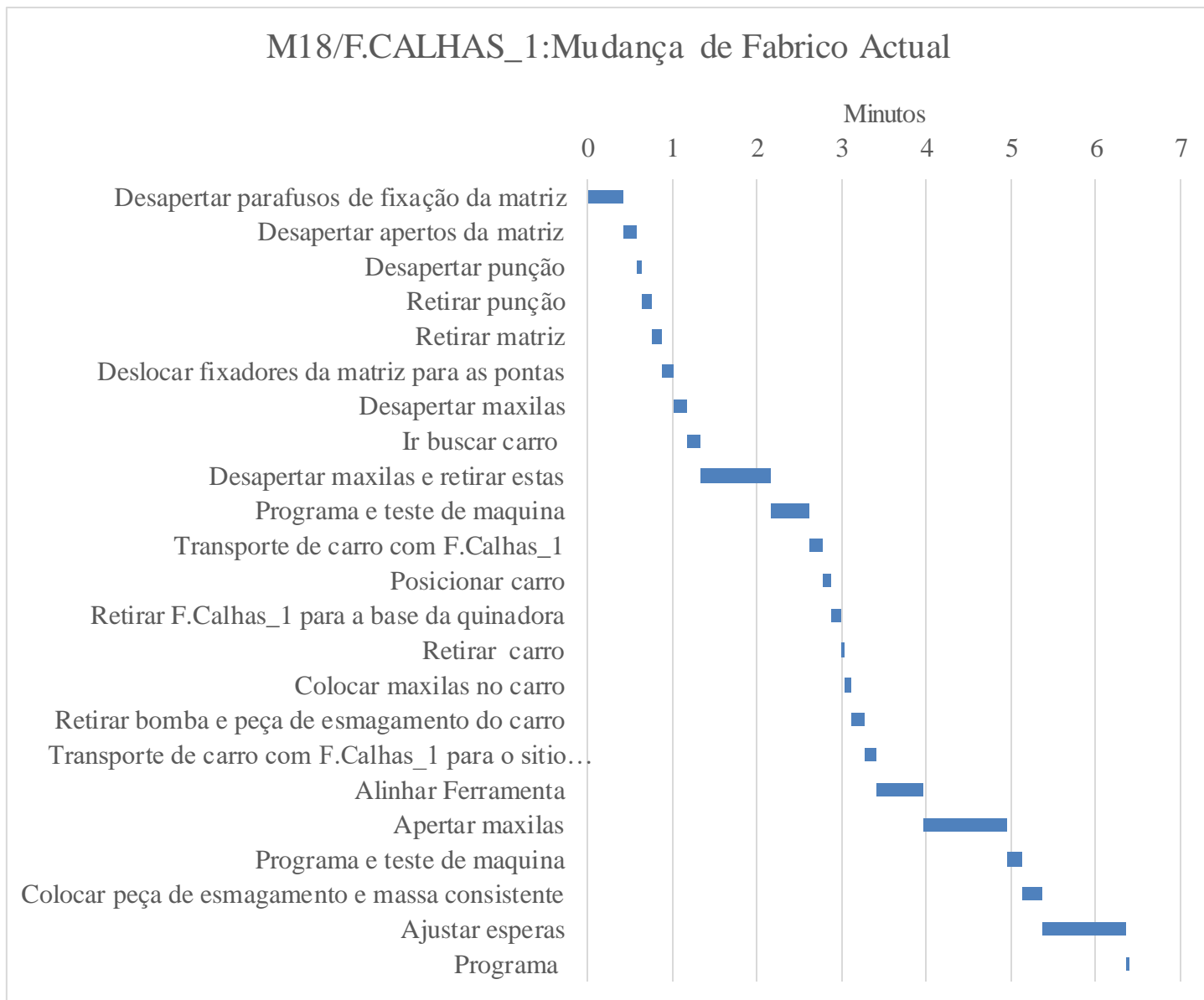
M=Montagem

## ANEXO J



Atividades Internas	4 min e 23 seg
Atividades Externas	1 min e 12 seg
<b>Tempo Total de Paragem de Produção</b>	<b>5 min e 35 seg</b>

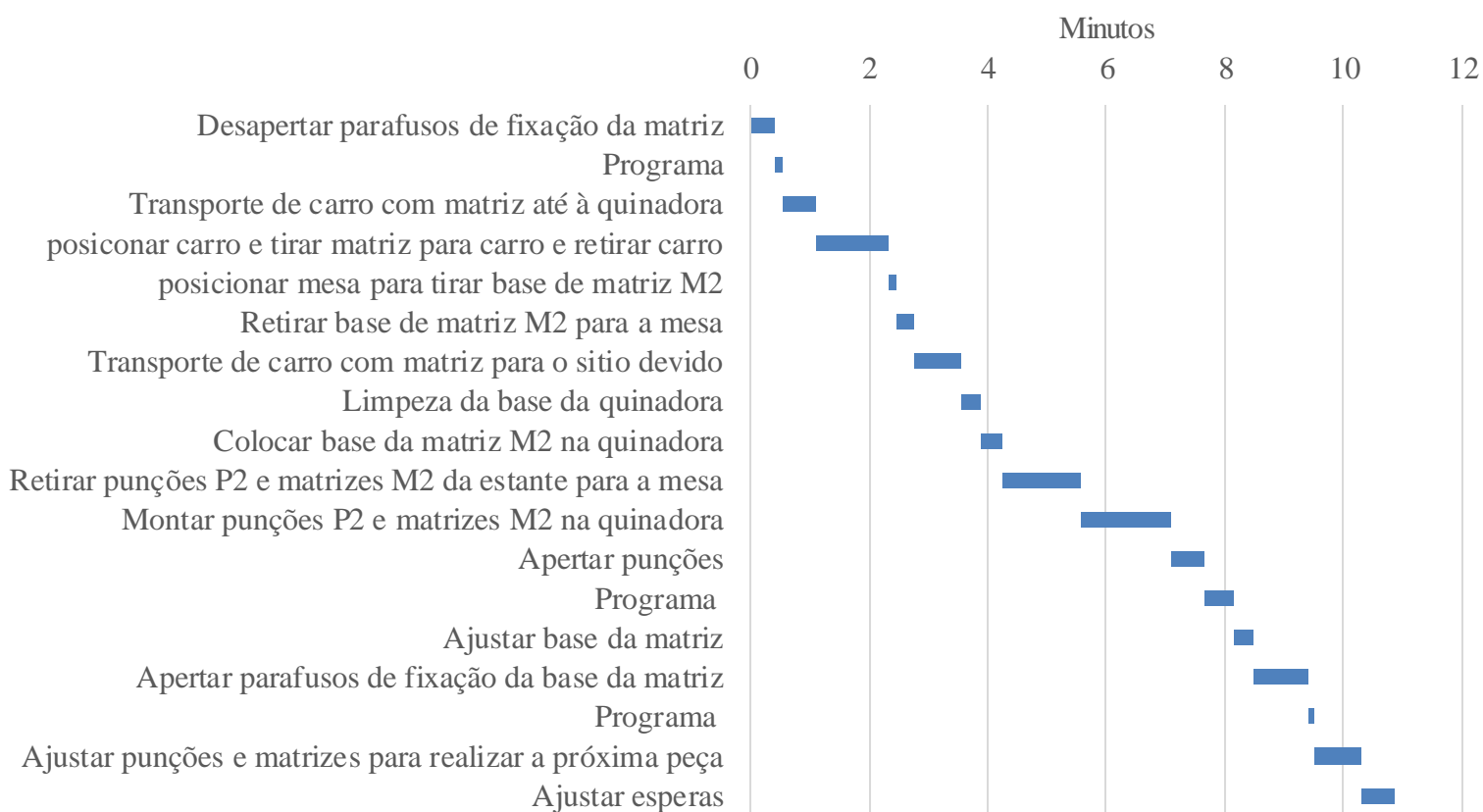
## ANEXO K



Atividades Internas	5 min e 52 seg
Atividades Externas	0 min e 32 seg
Tempo Total de Paragem de Produção	6 min e 24 seg

## ANEXO L

### M0332-M02: Mudança de Fabrico Actual



Atividades Internas	7 min e 42 seg
Atividades Externas	3 min e 9 seg
Atividades Inúteis	0 min e 0 seg
<b>Tempo Total de Paragem de Produção</b>	<b>10 min e 51 seg</b>

## ANEXO M

### Operações de Desmontagem de Ferramentas na "Quinadora 1" e Respectiva Ordem

Nº	Tarefas	M0332	M02	M18	F.Calhas_1	F.Calhas_2
1	Levantar esperas	1	1		1	1
2	Desapertar punções	2	2	1	3	3
3	Retirar punções/punções e matrizes (M02), para estante/mesa(M02)	3	3	2		
4	Colocar punções e matrizes da mesa para a estante		4			
5	Desapertar fixadores da matriz	4	5	3		
6	Programa	5	6		2	2
7	Transporte de carro de matrizes/carro da ferramenta(F.Calhas_1)	6	7 (a)		4	4
8	Retirar maxilas do carro para mesa				5	5
9	Posicionar carro/mesa (M02)	7			6	6
10	Colocar corrente direita	8				
11	Colocar corrente esquerda	9				
12	Retirar matriz para estante			4		
13	Retirar matriz/ferramenta (F.Calhas_1 F.Calhas_2) para o carro/mesa(M02)	10	8		7	7
14	Retirar corrente direita	11				
15	Retirar corrente esquerda	12				
16	Retirar carro/mesa (M02)	13	9		8	8
17	Arrumar bomba e peça de estampagem no carro				9	9
18	Colocar base de matriz M02 no carro		10 (a)			
19	Transportar carro até o sitio devido	14 (b)			10	9
20	Transportar mesa com base de matriz (M02) até ao carro de matrizes		10 (b)			
21	Colocar base de matriz M02 no carro de matrizes		11 (b)			
22	Transportar mesa até à quinadora		12 (b)			
23	Colocar e apertar maxilas				11 ©	10 ©
	(a) caso a troca de ferramenta seja entre M02 e M0332					
	(b) caso a troca de ferramenta não seja seja entre M02 e M0332					
	(c) caso a troca de ferramenta não seja seja entre F.Calhas_1 e F.Calhas_2					

## ANEXO N

### Operações de Montagem de Ferramentas na "Quinadora 1" e Respectiva Ordem

Nº	Tarefas	M0332	M02	M18	F.Calhas_1	F.Calhas_2
1	Limpeza da base da quinadora	1	1	1	1	1
2	Desapertar maxilas e retirar estas para mesa				2 ©	2 ©
3	Programa e teste de maquina	2		2	3	3
4	Transporte de carro de matrizes/carro da ferramenta(F.Calhas_1 e F.Calhas_2)	3 (b)			4	4
5	Transportar mesa até sítio do carro de matrizes		2 (b)			
6	Retirar base de matriz M02 para mesa		3			
7	Transportar mesa com base de matriz M02 até à quinadora		4 (b)			
8	Posicionar carro/mesa (M02)	4			5	5
9	Colocar corrente direita	5				
10	Colocar corrente esquerda	6				
11	Retirar/colocar matriz/base de matriz (M02) para a base da quinadora	7	5		6	6
12	Retirar corrente direita	8				
13	Retirar corrente esquerda	9				
14	Retirar carro/mesa (M02)	10	6		7	7
15	Colocar maxilas da mesa para o carro				8	8
16	Retirar bomba e peça de estampagem do carro				9	
17	Transporte de carro de matrizes até ao sitio devido	11	7 (b)		10	9
18	Retirar punções e matrizes da estante para mesa		8			
19	Colocar punções/punções e matrizes	12	9	3		
20	Apertar punções	13	10	4	12	11
21	Baixar avental da quinadora e alinhar matriz/base de matriz(M02)	14	11	5	11	10
22	Colocar e apertar fixadores da matriz	15	12	6		
23	Programa e testar máquina	16	13		13	12
24	Colocar peça de esmagamento e aplicar massa consistente com bomba				14	13
25	Ajustar punções/punções e matrizes (M02) para realizar próxima peça	17	14			
26	Ajustar esperas	18	15		15	14
27	Programa	19	16	7	16	15
	(a) caso a troca de ferramenta seja entre M02 e M0332					
	(b) caso a troca de ferramenta não seja entre M02 e M0332					
	(c) caso a troca de ferramenta não seja entre F.Calhas_1 e F.Calhas_2					



**Resultados da sequência obtida com o método desenvolvido 1ª parte**

**ANEXO O**

P1		P2		Q1			Q2			Q3			Q4		
peça	time(m)	peça	time	peça	time(m)	Matriz	peça	time(m)	Matriz	peça	time(m)	Matriz	peça	time(m)	Matriz
60601616	152.467	60622427	14.3333	61001003	18.25	M2	61001007	16.3833	M901	60602022	12.55	M6	61001005	17	M5
60601617	152.467	60622428	14.3333	61005002	18.25	M2	61001008	16.3833	M901	61003020	20.1	M6	61001005	27.2	M5
60601618	152.467	60721205	83.9667	61502135	18.25	M2	61001007	25.3833	M901	60622427	29.5833	M6	61005013	30.6	M5
60602516	152.467	60721212	83.9667	61705002	18.25	M2	61001008	25.3833	M901	60622428	29.5833	M6	61704002	33.6667	M5
60602517	152.467	60721213	83.9667	61001003	30.25	M2	60601623	188.433	M901	60622427	36.0667	M6	61005013	39.3	M5
60602741	152.467	60901532	83.9667	61005002	30.25	M2	60602554	188.433	M901	60622428	36.0667	M6	60607115	50.1167	M5
60603084	152.467	60702429	83.9667	61502135	30.25	M2	60622352	188.433	M901	60622427	44.0833	M6	60607116	50.1167	M5
60603085	152.467	60702430	83.9667	61705002	30.25	M2	61101028	188.433	M901	60622428	44.0833	M6	60607209	50.1167	M5
60622053	152.467	60703296	83.9667	60606500	48.5	M-0332	61301028	188.433	M901	60602022	49.75	M6	60607210	50.1167	M5
60622449	152.467	60706307	83.9667	60706196	51.0333	M-0332	61301035	188.433	M901	61003019	57.3	M6	60607498	50.1167	M5
60622450	152.467	60710277	83.9667	61501300	59.5333	M-0332	60601079	197.367	M901	60721585	59.5333	M6	60607500	50.1167	M5
60622764	152.467	60721204	83.9667	61502136	67.2	M-0332	60701503	206.2	M901	61002066	63.1167	M6	60602022	56.45	M2,2
61000085	152.467	60721211	83.9667	60601503	74.6667	M-0332	60701968	214.2	M901	60721585	67.8333	M6	60622154	111.833	M5
61001214	152.467	60901536	83.9667	60601639	124.383	M-0332	60710284	216.05	M901	61002063	71.1167	M6	61302009	111.833	M5
61002056	152.467	60606108	87.5	60602534	124.383	M-0332	60622318	219.7	M901	60728001	73.5333	M6	61302010	111.833	M5
61101009	152.467	60606066	93.4667	60721262	124.383	M-0332	61002014	221.7	M901	61002035	76.5333	M6	60721585	116.5	M2,2
61101010	152.467	61301149	100	61000106	124.383	M-0332	61502006	225.7	M901	60728001	81.8333	M6	61301117	121.667	M5
60602950	192.133	60601604	105.5	61101030	124.383	M-0332	60622318	227.7	M901	61000079	89.1	M6	61301149	124.9	M5
60721256	202.133	60601261	116.667	61301054	124.383	M-0332	60622289	232.833	M901	61301117	94.3	M6	61003018	135.6	M5
61001001	212	61301361	120.333	61301064	124.383	M-0332	60622007	234.7	M901	60606479	98.9	M6	61301149	145.926	M1
60601103	220.45	60601605	122.6	60607569	134.2	M-0332	60622006	239.05	M901	61000078	106.3	M6	61003017	162.4	M5
60602020	234.9	61301360	129.25	60621073	136.117	M-0332	60601069	262.1	M901	60606479	116.5	M6	61000155	171.6	M5
61502005	240.867	60601612	137	60704223	137.783	M-0332	60601070	274.1	M901	61501292	119.933	M6	60606479	180.5	M2,2
60710283	243.95	60601613	147	61000053	145.2	M-0332	60601071	278.1	M901	61501292	126.667	M6	60606479	184	M2,2
60622214	266.5	60601614	150.433	60721523	149.533	M-0332	60601426	282.3	M901	60901556	131.5	M6	61501292	186.567	M2,2
60602507	273.417	60601620	176.533	61705031	151.367	M-0332	60601427	291.8	M901	60706778	135.167	M6	61501292	194.733	M5
60602804	291.533	61301359	179.767	60721524	155.533	M-0332	60621011	294.2	M901	60606454	140.8	M6	60602950	199.367	M5
60622213	326.8	61001243	182.667	60601616	230.383	M2	60601474	303.8	M901	61000089	147.05	M6	60606454	208.567	M2,2
60621250	340.2	61001136	192.75	60601617	230.383	M2	60621010	310.2	M901	60606454	159.1	M6	60622499	225.5	M2
60602823	373.5	60622110	335.7	60601618	230.383	M2	60601475	315.4	M901	61000089	166.617	M6	61301392	225.5	M2
60603180	381	60622041	349.167	60602516	230.383	M2	60601693	404.667	F.S.C.	61000089	177.917	M6	61501348	225.5	M2
60607101	387.733	60601622	363	60602517	230.383	M2	60606206	420.25	M901	61000051	184.3	M6	61501349	225.5	M2
60602936	405	60601807	367.533	60602741	230.383	M2	60601694	453.667	F.S.C.	60703238	194.7	M11	61001001	245.6	M5
60607102	412.917	60621158	372.667	60603084	230.383	M2	60603047	470.217	M901	61501347	208.5	M9	60622499	258.333	M5
60602866	415.85	60606205	378.333	60603085	230.383	M2	60602185	473.2	M901	60703238	220.917	M6	61301392	258.333	M5
61301349	440.667	60601808	385.833	60622053	230.383	M2	60602291	475.65	M901	60721415	244.6	M6	61501348	258.333	M5
61301334	496.733	60606186	392.15	60622449	230.383	M2	60602183	479.633	M901	60721416	244.6	M6	61501349	258.333	M5
61301121	506.917	60601809	395.133	60622450	230.383	M2	60602182	483.25	M901	60701724	244.6	M6	60622499	271	M5
61301120	521.667	60602512	408.333	60622764	230.383	M2	60621266	522.567	M901	60701725	244.6	M6	61301392	271	M5
61301119	530.333	60602513	417.583	60721205	230.383	M2	60602048	541.417	M901	60901340	244.6	M6	61501348	271	M5
60602740	536.167	60602924	444	61000085	230.383	M2	60901230	543.667	M901	60721415	252.55	M6	61501349	271	M5
60607103	541.4	60602514	449.133	61001214	230.383	M2	60601624	547.433	M901	60721416	252.55	M6	60703238	277.917	
60607106	549.8	60602520	499.733	61002056	230.383	M2	60602292	556.8	M901	61501347	273.467	M9	60721415	284.25	M5
61301082	553.583	60622423	506.333	61101009	230.383	M2	60602180	565.233	M901	61301315	288.6	M6	60721416	284.25	M5
61101235	557.333	60622424	506.333	61101010	230.383	M2	60602293	573.7	M901	61301391	302.65	M9	60701724	295.5	M2,2
60607107	568.167	60601600	510.133	60721212	230.383	M2	60601247	577.633	M901	61301315	324.9	M6	61001140	301.667	M5
60607108	573.467	60601601	518.233	60721213	230.383	M2	61705006	591.933	F.S.C.	60606456	370.7	M6	61001139	304.867	M5
60607150	576.4	60601602	521.4	60901532	230.383	M2	61501230	594.467	F.S.C.	60622319	370.7	M6	61001045	316.583	M5
60607154	579.65	60601608	525	60601616	281.75	M2	60602294	613.9	M901	61301320	370.7	M6	60710227	319.117	M5
61101231	585.167	60601609	532.5	60601617	281.75	M2	61501229	628.467	F.S.C.	60606461	370.7	M6	60601504	321.117	M5
60607181	588.167	60601610	535.833	60601618	281.75	M2	60602346	651.4	M901	60606482	370.7	M6	60607110	364.4	M5
60607182	591.217	61101124	540.1	60602516	281.75	M2	60602355	657.1	M901	60606456	404.4	M6	60607207	364.4	M5
60607185	601.8	60601621	553.467	60602517	281.75	M2	60602574	718.933	F.S.C.	60622319	404.4	M6	60607111	364.4	M5
61101230	605.583	60601803	557	60602741	281.75	M2	61301062	740	M901	61301320	404.4	M6	60607208	364.4	M5
61002015	608.917	60601804	564.5	60603084	281.75	M2	60602735	751.45	M901	60606461	404.4	M6	60607305	364.4	M5
61002010	611.917	60601805	567.833	60603085	281.75	M2	60602736	760.8	M901	60606482	404.4	M6	60607448	364.4	M5
60622708	615.3	61002034	570.667	60622053	281.75	M2	61301061	771.9	M901	61301391	420.3	M9	60607502	364.4	M5

Redução do Tempo de Setup no Sector da Transformação de Chapa na Industria Metalúrgica.

Anexo O

60607187	618.417	60621178	579.667	60622449	281.75	M2	61301060	778.5	M901	60606477	434	M6	60607526	364.4	M5
60607190	621.7	60601910	601.333	60622450	281.75	M2	60602910	812.733	F.S.C.	60606478	437.7	M6	60607630	364.4	M5
60622416	626.8	60602500	612.067	60622764	281.75	M2	61101051	828.5	M901	60607450	464.533	M9	61301315	372.9	M2,2
60622415	631.6	60602501	620.933	60721205	281.75	M2	60602911	858.467	F.S.C.	60607552	464.533	M9	60622702	392.667	M5
60607247	642.333	61501228	626	61000085	281.75	M2	60602920	881.2	M901	60607574	464.533	M9	61705036	394.433	M5
60607191	645.667	60602502	630.133	61001214	281.75	M2	60606078	886.4	M901	60607576	464.533	M9	60607138	397.95	M5
60607238	650.083	60602508	632.5	61002056	281.75	M2	60607122	913.783	M901	60607584	464.533	M9	61705036	399.833	M5
60607194	662	60602509	641.5	61101009	281.75	M2	61101050	916.65	M901	60607626	464.533	M9	61705036	401.883	M5
60607196	666.067	61002209	644.917	61101010	281.75	M2	61101049	920.2	M901	60607450	508.367	M9	61705036	404.783	M5
60607472	669.15	60904019	647.917	60721256	299.467	M-0332	60607215	932.2	M901	60607552	508.367	M9	61301078	408.95	M5
60607490	672.667	60901397	652	60721558	314.867	M-0332	60607554	942.583	M-0332	60607574	508.367	M9	61000131	416.45	M5
60607235	679.167	60602521	682.667	61705005	316.367	M-0332	61101048	944.45	M901	60607576	508.367	M9	60601480	500.5	M5
60621044	699.9	60721274	685.633	60901231	322.7	M-0332	60621123	948.3	M901	60607584	508.367	M9	60601866	500.5	M5
60602592	703.667	60701922	693.6	61502012	326.867	M-0332	60621133	965.667	F.S.C.	60607626	508.367	M9	60606137	500.5	M5
60602297	709	60701921	708.6	61502007	330.5	M-0332	61002064	981.7	M901	60622423	527.383	M6	60606187	500.5	M5
60622104	754.333	60602865	750.667	60901232	332.117	M-0332	61002061	995.933	F.S.C.	60622424	527.383	M6	60606477	503	M5
60622344	760.833	60602591	766.5	60902059	335.95	M-0332	61002032	1011.4	M901	60622423	533.467	M6	60606478	506.7	M5
60602006	764.483	60602522	796.667	61301185	357.2	M-0332	60621222	1016.97	M901	60622424	533.467	M6	61301349	530.467	M5
60622739	808.9	60601864	816.067	61000050	365.95	M-0332	61001066	1020.1	M901	60622423	541.083	M6	60601057	537.05	M2,2
60602002	813.1	60602719	826	61101192	369.167	M-0332	60622312	1023.1	M901	60622424	541.083	M6	61301230	537.05	M2,2
60622768	820.167	60602723	837.067	61001220	373.867	M-0332	60622313	1026.1	M901	60601714	555	M9	61301231	537.05	M2,2
60701667	885.2	60602737	847	61101129	377.167	M-0332	60622314	1033.1	M901	60622500	561.2	M9	60601057	546.683	M5
60701925	911.017	60602739	851	61001221	378.667	M-0332	60622485	1036.1	M901	60622500	573.55	M9	61301230	546.683	M5
60710288	915.933	60603088	863.133	61101110	381.85	M-0332	60622486	1039.1	M901	60701726	608.767	M6	61301231	546.683	M5
61301333	949	60603089	867.8	61000049	387.867	M-0332	60622490	1059.87	F.S.C.	60701727	608.767	M6	60622488	553.7	M5
60721032	991.25	60601713	885	60902054	390.2	M-0332	61001028	1087	F.S.C.	60721551	608.767	M6	61301334	602.867	M5
60901313	1012.37	60603090	895	61101189	392.333	M-0332	60701222	1101.9	M901	60721552	608.767	M6	61301233	609.783	M5
60901476	1022.17	60603155	900	61502016	396.867	M-0332	61000110	1141.7	M901	60901341	608.767	M6	61301234	616.783	M5
61000146	1031.93	60603156	903.067	60901558	400.867	M-0332	61000109	1155	M901	60701730	608.767	M6	60601714	619.667	M6
60602985	1034.38	60603198	908	60901555	403.2	M-0332	60701226	1164.4	M901	60703372	608.767	M6	60622489	630.833	M5
61000147	1043.93	60603199	911.067	60601466	405.533	M-0332	60701481	1189.67	F.S.C.	60721613	622.733	M6	60902011	633.55	M5
60602981	1046.75	60603202	916.4	60721185	409.2	M-0332	60904023	1194.6	F.S.C.	60721614	622.733	M6	61301233	641.45	M5
61301284	1055	60603203	919.267	60601466	412.533	M-0332	60721129	1203.07	F.S.C.	60904183	622.733	M6	61301234	648.45	M5
61000153	1062.13	60622065	921.5	60701639	422.2	M-0332	60703250	1204.93	F.S.C.	60622306	626.117	M6	60601058	653.383	M2,2
61001002	1068.6	61301274	927	60601468	423.867	M-0332	60721128	1213.07	F.S.C.	61301389	639.2	M9	61301227	653.383	M2,2
61301258	1075.5	60622066	935.5	60622635	426.267	M-0332	60703273	1217.07	F.S.C.	61301389	644.033	M9	61301228	653.383	M2,2
61002037	1078.92	61001135	942.25	60601468	428.867	M-0332	60703274	1221.07	F.S.C.	61301390	647.2	M9	60622306	660.317	M6
61001238	1092.27	60622067	946	60622553	461.633	M-0332	60703321	1227.2	F.S.C.	61301390	652.133	M9	61704001	670.35	M5
61001161	1187.53	60622068	950.5	60601467	467.3	M-0332	60706496	1229.47	F.S.C.	60622388	670	M6	60621625	675.783	M5
60901557	1193	60622069	952.567	60622488	473.7	M-0332	60710337	1230.67	F.S.C.	61001020	693.8	M6	61704017	683	M-0332
61001164	1199	60606114	960.3	60601076	521.95	M-0332	60601627	1247.33	M.Redond	61001021	693.8	M6	60621625	683.5	M5
61002050	1202.13	60622070	970.233	60601057	526.733	M-0332	60703135	1256.45	M901	61001022	693.8	M6	60701726	705.583	M2,2
61002054	1205.13	60622071	974.533	61301230	526.733	M-0332	60703136	1258.15	M901	61101234	696.533	M6	60701727	705.583	M2,2
61004001	1212.6	61001199	986.533	61301231	526.733	M-0332	61001236	1270.2	M901	61005056	700	M6	60721551	705.583	M2,2
60601627	1229.5	61000123	993.667	60622409	529.167	M-0332	61001237	1282.2	M901	60703135	702.65	M6	60721552	705.583	M2,2
61501350	1237.8	60622436	1000	61301233	531.2	M-0332	60710338	1295.67	F.S.C.	61005011	705.6	M6	60901341	705.583	M2,2
61301314	1263.7	60622342	1003.23	61301234	533.2	M-0332	60721115	1304.07	F.S.C.	61002049	708.6	M6	60721613	716	M2,2
61301148	1280.8	60622343	1006.5	60601058	539.75	M-0332	60721114	1312.07	F.S.C.	61002006	713.2	M6	60721614	716	M2,2
61101402	1283.67	60622349	1020	61301227	539.75	M-0332	60622513	1530.33	M.Redond	60703136	715.65	M6	60904183	716	M2,2
60622703	1290.5	60622456	1023	61301228	539.75	M-0332	60622481	1539.33	M901	61001109	720.2	M6	61301490	720.917	M5
61005001	1294	60622459	1026.1	60621224	543.167	M-0332	60607284	1554.43	M901	61001247	732.45	M9	61101188	724.033	M5
61005003	1298.35	60622460	1029.23	60601059	545.667	M-0332	60622482	1557.03	M901	61001247	735.667	M9	61301491	726.117	M5
61101011	1300.7	60703292	1031.83	60610345	548.667	M-0332	60622492	1569.25	M901	61000008	749.867	M6	61001030	739.117	M5
60622296	1355.65	60622435	1038	60607231	554.5	M-0332	60622493	1569.25	M901	60622323	754.783	M6	61002067	741.117	M5
60622159	1378.58	60703294	1040.33	60601876	556.25	M-0332	61000032	1569.25	M901	60622322	758.233	M6	61002014	742.867	M5
60621248	1420.9	60703299	1043.9	60622633	558.433	M-0332	61002019	1569.25	M901	61002065	770.45	M9	61101078	749.533	M5
60606473	1444	60606113	1058	61301223	562.867	M-0332	61003015	1569.25	M901	61002065	773.667	M9	61005016	758.533	M5
61101012	1447.3	60703368	1061.02	60607076	568.467	M-0332	60606211	1694.17	M901	60622321	787.033	M6	61001062	773.533	M5
61101013	1449.93	60703369	1064.02	60622489	571.033	M-0332	60606211	1700.17	M901	60601848	791.267	M6	61000112	787.2	M5
60606462	1458	60706309	1066.63	60902011	573.5	M-0332				60601849	798.367	M6	60721252	797.833	M.Rebaixo
61101014	1461.77	60703237	1069.5	60607075	581.833	M-0332				60601850	801.233	M6	60901255	825.333	M5
60606455	1470.13	61301151	1097.33	60605029	585.5	M-0332				60601857	804.533	M6	60721253	833.267	M.Rebaixo
61101083	1480.67	60706311	1100.67	61301339	591.867	M-0332				60606147	808.4	M6	60721254	837.933	M.Rebaixo
60606410	1491.27	61705015	1103.87	61301249	598.533	M-0332				60601858	810.533	M6	60721348	845.833	M5
61101306	1514.73	61705004	1106.87	61301124	604.2	M-0332				60602846	815.267	M6	60703246	847.983	M5
60602157	1549.53	61705003	1109.87	61101081	606.45	M-0332				60602093	817.867	M6	60701478	899.2	M5
60602027	1615.55	61705001	1112.33	61101081	609.45	M-0332				60602845	824.85	M6	60721255	907.267	M.Rebaixo
60601822	1629.25	60706782	1118.07	61301079	617.967	M-0332				60602844	832.533	M6	60724004	907.733	M.Rebaixo
61301087	1633.67	60710274	1120.58	61301123	624.533	M-0332				60602149	835.533	M6	60622471	917.667	M5
61501402	1638.67	61502003													

61301146	1645.2	60710275	1127.67	61704001	637.5	M-0332				60602097	841.533	M6	60602577	998.2	M5
		61502002	1133.33	61301059	648.367	M-0332				60601627	1253.17	M6	60601815	1061.97	M.Rebaixo
		60710276	1136.27	60601026	659.32	M-0332				60601815	1355.08	M11	60602108	1061.97	M.Rebaixo
		60710278	1138.28	60601424	661.117	M-0332				60602108	1355.08	M11	60602800	1061.97	M.Rebaixo
		60710279	1140.67	60602033	668.333	M-0332				60602800	1355.08	M11	60602948	1061.97	M.Rebaixo
		61501353	1146.13	60604221	682.95	M-0332				60602948	1355.08	M11	60701663	1061.97	M.Rebaixo
		60710280	1149.83	60606001	692.133	M-0332				60701663	1355.08	M11	60701923	1061.97	M.Rebaixo
		61501009	1158.67	60606002	692.133	M-0332				60701923	1355.08	M11	61001100	1061.97	M.Rebaixo
		61501006	1165	60606492	695.95	M-0332				61001100	1355.08	M11	61101084	1061.97	M.Rebaixo
		60721206	1172.07	61301053	709.467	M-0332				61101084	1355.08	M11	61301188	1061.97	M.Rebaixo
		60721207	1177.33	60621252	724.867	M-0332				61001101	1355.08	M11	61301190	1061.97	M.Rebaixo
		60721210	1227.8	60701504	735.333	M18				61301188	1355.08	M11	60601817	1061.97	M.Rebaixo
		61501004	1233.13	60710090	744.667	M-0332				61301190	1355.08	M11	61301333	1095.5	M5
		60721214	1245.13	61003014	757.2	M-0332				61001138	1355.08	M11	60703237	1098.12	M5
		60721215	1252.07	60601187	759.933	M-0332				61301189	1355.08	M11	61301151	1106.97	M5
		60721217	1267.33	60901626	762.483	M-0332				60601817	1355.08	M11	61301151	1133.27	M5
		60721218	1275.4	60601187	766.567	M-0332				60601790	1355.08	M11	60901541	1141.2	M.Rebaixo
		60721220	1310.75	61705033	768.767	M-0332				60601791	1355.08	M11	60901542	1143.55	M.Rebaixo
		61501003	1315.93	61705032	770.767	M-0332				60602693	1355.08	M11	60601815	1439.45	M2.2
		61501002	1320.93	61705027	772.833	M-0332				60602694	1355.08	M11	60602108	1470.73	M2.2
		61301477	1325.47	61705013	774.833	M-0332				61301191	1355.08	M11	60602800	1470.73	M2.2
		60721221	1360.75	61705012	776.833	M-0332				61301192	1355.08	M11	60602948	1470.73	M2.2
		61301476	1365.67	61705011	778.767	M-0332				61301197	1355.08	M11	60701663	1470.73	M2.2
		61301283	1369.8	61705010	780.767	M-0332				61301198	1355.08	M11	60701923	1470.73	M2.2
		61301282	1373.9	61501025	782.533	M-0332				60601815	1431.73	M6	61001100	1470.73	M2.2
		61301273	1378	61301193	795.4	M-0332				60602108	1431.73	M6	61101084	1470.73	M2.2
		60721224	1403.75	60601188	799.633	M-0332				60602800	1431.73	M6	61301188	1470.73	M2.2
		61301272	1408.75	61301058	806	M-0332				60602948	1431.73	M6	61301190	1470.73	M2.2
		61301024	1438	60601188	812.167	M-0332				60701663	1431.73	M6	61001138	1470.73	M2.2
		60721225	1450	60601189	814.367	M-0332				60701923	1431.73	M6	60601817	1470.73	M2.2
		60721226	1460.93	60601189	818.133	M-0332				61001100	1431.73	M6	60622406	1488.07	M6
		61705035	1463.71	60622467	822.867	M-0332				61101084	1431.73	M6	60622407	1488.07	M6
		61501016	1468.13	61101097	826.2	M-0332				61001101	1431.73	M6	61301358	1495.75	M2.2
		60721228	1496.1	60703070	827.45	M-0332				61301188	1431.73	M6	60601790	1523.75	M5
		60901531	1502.67	60703070	829.45	M-0332				61301190	1431.73	M6	60601791	1523.75	M5
		61301057	1521.8	60703310	833.2	M-0332				61301189	1431.73	M6	60602693	1523.75	M5
		61002069	1525.27	60703311	837.2	M-0332				60601817	1431.73	M6	60602694	1523.75	M5
		60901533	1532.2	60601470	845.4	M-0332				60622406	1438.97	M6	61301191	1523.75	M5
		60901534	1536	60601720	853.8	M-0332				60622407	1438.97	M6	61301192	1523.75	M5
		60901535	1545.58	61101096	856.5	M-0332				61301274	1445.53	M6	61301197	1523.75	M5
		61001034	1558	60601721	866.2	M-0332				61301284	1455.87	M6	61301198	1523.75	M5
		60901537	1570.2	60601722	869.2	M-0332				61301258	1464.2	M6	60621186	1530.2	M2.2
		60901538	1578.65	60601794	884.642	M18				61002037	1467.12	M6	60622481	1544.83	M5
		60904006	1586.13	61005010	901.5	M-0332				61001238	1470.2	M6	60622467	1549.87	M5
		60901539	1594.65	61001069	911.2	M-0332				61301358	1472.95	M6	60703310	1554.7	M5
		60706540	1598.33	60601795	922.208	M18				60622399	1476.67	M6	60703311	1559.7	M5
		60901540	1607	60601796	923.392	M18				61301358	1480.88	M6			
		60904158	1609.67	60601797	927.25	M18				60622398	1484.67	M6			
		60621064	1658	60601798	928.392	M18				60622395	1488.67	M6			
		60904159	1660.67	60602645	949.5	M-0332				60622394	1492.67	M6			
		60601786	1663.47	61000057	955.867	M-0332				60622513	1498.87	M6			
		61000010	1670.02	61000055	969.2	M-0332				60622513	1513.5	M6			
		61000086	1675.5	60701718	976.133	M-0332				60621186	1517.7	M6			
		61705008	1678.92	61301056	986.2	M-0332				60621186	1522.27	M6			
		61705007	1681.92	61705014	987.833	M-0332				61301358	1525.03	M6			
		60606211	1687.67	60601781	1000.75	M-0332									
		61005008	1691.75	60602043	1000.75	M-0332									
		61000169	1698.2	60606251	1000.75	M-0332									
		61000148	1706.27	60606252	1000.75	M-0332									
		61000149	1714.27	60622466	1005.87	M-0332									



**Resultados da sequência obtida com o método  
desenvolvido 2º parte**

**ANEXO P**

P1		P2		Q1			Q2			Q3			Q4		
peça	tine(m)	peça	tine(m)	peça	tine(m)	Matriz	peça	tine(m)	Matriz	peça	tine(m)	Matriz	peça	tine(m)	Matriz
60602517	113.683	60622427	11.1667	60601503	12.0833	M-0332	60601623	107.3	M901	61301117	11.2	M6	60701663	24.25	M.Rebaixo
60602888	113.683	60721205	64.4167	60601639	45.2333	M-0332	60604375	107.3	M901	60622427	16.9667	M6	61001100	24.25	M.Rebaixo
60603084	113.683	60721212	64.4167	60721262	45.2333	M-0332	60604536	107.3	M901	60622427	24.6333	M6	60605016	24.25	M.Rebaixo
60604315	113.683	60721213	64.4167	61000106	45.2333	M-0332	60622352	107.3	M901	60622427	33.7667	M6	61301117	31	M5
60604316	113.683	60901532	64.4167	61301054	45.2333	M-0332	61301028	107.3	M901	60721341	46.1667	M6	60607115	43.0167	M5
60622449	113.683	60721309	64.4167	60607569	52.4	M-0332	60601079	119.417	M901	60721341	64.3833	M6	60607116	43.0167	M5
60622762	113.683	60721310	64.4167	60721352	62.1333	M-0332	60701503	126.2	M901	60606454	70.9	M6	60607209	43.0167	M5
61000085	113.683	60721315	64.4167	60721523	68.1667	M-0332	60701968	134.8	M901	61000079	76.0833	M6	60607210	43.0167	M5
60721256	128.167	60721316	64.4167	60721524	73.3667	M-0332	60904112	141.667	M901	60606454	87.1	M6	61000155	51	M5
60721325	128.167	60721317	64.4167	60721558	85.0833	M-0332	61000032	145.5	M901	60604576	106	M9	61302009	61.9	M5
60607101	131.183	60901536	64.4167	60901232	93.75	M-0332	60622492	148.5	M901	60606456	129.15	M6	60622499	89.5	M2
60607102	134.183	60601604	66.5833	61000053	100.2	M-0332	60601069	158.9	M901	60622319	129.15	M6	60721491	89.5	M2
60607106	137.7	60606066	69.8667	61000050	106.367	M-0332	60622289	167.833	M901	61301320	129.15	M6	60721492	89.5	M2
60604675	147.8	60601261	74.6667	60601468	114.333	M-0332	60622006	175.3	M901	60606461	129.15	M6	61301392	89.5	M2
60604673	160.65	60622110	190.9	60602517	193.2	M2	60601427	184.65	M901	60606456	145.1	M6	60721341	104.083	M2,2
60603180	168	60622041	217.567	60602888	193.2	M2	60621010	188.2	M901	60622319	145.1	M6	60721341	123.867	M5
60607107	175.833	60606205	220.833	60603084	193.2	M2	60601474	197.65	M901	61301320	145.1	M6	60606454	132.367	M2,2
60602936	193	60604569	237.45	60604315	193.2	M2	60607329	199.867	M901	60606461	145.1	M6	60622499	150.233	M5
60607150	200.4	60601612	239.6	60604316	193.2	M2	60603047	201.983	M901	60606477	147.7	M6	60721491	150.233	M5
60607152	204.333	60602865	272.067	60622449	193.2	M2	60602181	212.15	M901	60607450	167.933	M9	60721492	150.233	M5
60607154	207.65	60601613	276.667	60622762	193.2	M2	60601475	222.6	M901	60607451	167.933	M9	61301392	150.233	M5
60602925	239.333	61301274	285.25	60721205	193.2	M2	60602048	235.617	M901	60607574	167.933	M9	60622499	176.2	M5
60607156	244.267	60601614	292.017	61000085	193.2	M2	60604692	238.5	M901	60607576	167.933	M9	60721491	176.2	M5
60607181	249.5	60602505	298.55	60721212	193.2	M2	60601693	303.3	F.S.C.	60607450	209.267	M9	60721492	176.2	M5
61301349	260	60606113	304	60721213	193.2	M2	60604692	322.467	M901	60607451	209.267	M9	61301392	176.2	M5
60607182	268.083	60602513	330.5	60901532	193.2	M2	60601694	346.233	F.S.C.	60607574	209.267	M9	60604576	182.833	M6
60607183	272.667	60602520	392.2	60602517	251.5	M2	60602292	374.15	M901	60607576	209.267	M9	60606477	190.5	M5
61301333	285.2	60602521	424	60602888	251.5	M2	60601627	389.233	M.Redond	60622500	216.6	M9	60607110	235.8	M5
60607185	288.467	60602724	438.667	60603084	251.5	M2	60602346	433.9	M901	61000078	227.3	M6	60607207	235.8	M5
60607190	295.1	60721500	447.667	60604315	251.5	M2	61301060	439.4	M901	60622500	237.05	M9	60607111	235.8	M5
60607191	305.333	61301272	452.75	60604316	251.5	M2	60602574	490.267	F.S.C.	60721544	244.25	M9	60607208	235.8	M5
60607192	310.333	61301024	463.5	60622449	251.5	M2	60721500	499.667	M.Redond	60721544	266.083	M9	60607448	235.8	M5
60607194	313.667	61301018	471.75	60622762	251.5	M2	60901230	506.8	M901	60721545	271	M9	60607449	235.8	M5
60901557	317.5	61301015	480.25	60721205	251.5	M2	60621564	512.667	M901	60721545	287.8	M9	61003018	245.917	M5
60601627	351.9	60622423	483.167	61000085	251.5	M2	60621266	545	M901	60901341	295.6	M6	61003017	255.917	M5
61301314	365.9	60601601	487.267	60721256	266.833	M-0332				60904183	299.25	M6	61000131	261.367	M5
60721339	399.6	60601602	493.9	60721325	266.833	M-0332				61301274	308.5	M6	61301349	273.4	M5
60701416	425.867	60621178	510.667	60601468	276.333	M-0332				61301389	321.65	M9	60607138	282.667	M5
60622296	440.15	60601910	527.983	60622488	281.667	M-0332				60901556	329.3	M6	60622488	292.667	M5
60621044	444.1	60901397	536	61301185	287.2	M-0332				61301389	339.15	M9	61301333	304.5	M5
60622104	517.5	60602501	560.4	60902011	289.5	M-0332				60601149	379.3	M6	60901341	312.25	M2,2
61301119	524.75	60602509	574.5	61000049	299.333	M-0332				60601150	379.3	M6	60904183	319.5	M2,2
60622415	533.6	60602522	606	61301079	306	M-0332				60601152	379.3	M6	60902011	327.35	M5
60622386	541.283	60602720	622	61301079	313.75	M-0332				60601153	379.3	M6	60601480	396	M5
60622739	552.9	60602738	634	60901558	316.2	M-0332				60901340	382.6	M6	60601866	396	M5
60607247	561.083	60603088	637.267	60601026	324.77	M-0332				61000089	387.95	M6	60604570	396	M5
60721032	572.2	60603090	640.333	60901557	333.75	M-0332				61000089	394.583	M6			

60721682	589.333	60603155	642.5	60901555	341	M-0332				61000089	407.683	M6			
60901313	599.3	60603198	644.5	60601076	371.417	M-0332				61000051	412.417	M6			
60901476	604.5	60603202	650.567	60601467	379	M-0332				60622394	415.667	M6			
61000146	611.667	60721275	655.667	60606001	385.033	M-0332				61000008	423.333	M6			
60607240	618.2	60701922	666.2	60606002	385.033	M-0332				60622398	426.467	M6			
61000147	625.667	60604299	670	60622553	405.367	M-0332				60601849	434.067	M6			
60622159	656.917	60604300	677.133	60622635	407.033	M-0332				60601857	440.333	M6			
60606473	665.8	60604303	685.667	60701504	417.217	M18				60602845	467.7	M6			
60606462	673.5	60701921	699.7	60701639	433	M-0332				60721500	476.4	M6			
60606455	681.533	60604560	705.667	60721185	439.533	M-0332				60601627	489.767	M6			
60602157	749	60602591	745							60622423	499.767	M6			
61000153	754.667	60604304	755.783							60622423	507.833	M6			
60602027	896.3	61301273	760							60622423	516.767	M6			
61001161	928.5	60604311	764												
		60604312	771.133												
		60604369	779.967												
		61301014	788.1												
		60604370	805.033												
		60604578	815.983												
		61301013	823.85												
		61301007	827.85												
		61301004	832.1												
		60604589	841.333												
		60604591	853.267												
		60622066	866.5												
		60622070	881.933												
		61000168	886.667												
		61000152	892.333												
		60622342	895.85												
		61000149	901.917												
		61000148	907.917												
		61000086	912.917												
		61000010	922.583												
		60901540	928												
		60622349	934												
		60622459	937.1												
		60622766	939.667												
		60901539	944.85												
		60901538	949.85												
		60901537	957.1												
		60721207	960.667												
		61000123	970.333												
		60721210	980.133												
		60721214	988.967												
		60622435	999												
		60721215	1011.33												
		60721217	1022.17												
		60721218	1032												
		60721220	1060.25												
		60721221	1088.25												
		60721224	1103.75												
		60901535	1109.25												
		60721225	1123.5												
		60901534	1127												
		60721226	1140.17												
		60721228	1162.3												
		60721311	1167.67												
		60901533	1172.6												
		60901531	1177												
		60721312	1181.1												
		60721313	1218.13												

**ANEXO Q****Código em Visual Basic do programa com o método desenvolvido**

```

Sub Menu()
    Inicio_geral
    disponibilidade_chapa
    complet_time_line
End Sub
Sub Menu_2()
    Inicio_geral_2
    complet_time_line_2
End Sub

Sub complet_time_line()
    cleanSheet
    lastRow1 = geral.Cells(Cells.Rows.Count, 2).End(xlUp).Row
    Dim rt As Long
    Dim maq As Variant
    Dim maq1 As Variant
    Dim menor As Long
    Dim n_total As Integer
    Dim n_complet As Integer
    Dim lin As Integer
    Dim lin1 As Integer
    Dim col1 As Integer
    lin = 4
    Dim setup As Variant
    Dim intervalo As Range
    Dim valor As Variant
    Dim valor2 As Variant
    Dim linea As Integer
    Dim colum As Integer
    Dim menor_t As Long
    Dim valor_anterior As Long
    lin2 = 0
    col2 = 0
    Dim familia As Variant
    Dim lista() As Variant, size As Variant
    ReDim lista(1 To 1) As Variant
    familia = "ind"
    n_total = 0
    Dim familia_rejeitar() As Variant
    Dim last As Variant
    ReDim familia_rejeitar(1 To 1) As Variant
    familia = ""

```

```

Dim lista_return As String
Dim d As Integer
d = 0
Dim r As Integer
r = 0
Dim t As Integer
t = 0
Dim col3 As Integer
Dim s As Variant
Dim c As Variant
Dim qw As Integer
Dim qe As Integer
Dim maquin As Variant
Dim lista_linhas_return() As Variant
ReDim lista_linhas_return(1 To 1) As Variant
For g = 4 To lastRow1
    If geral.Cells(g, "T").Value <> 0 And geral.Cells(g, "I").Value <> "" Then
        n_total = n_total + 1
    End If
Next g
geral.Cells(1, "AY").Value = n_total
Do While n_total > n_complet
e:
    menor = 99999
    lin1 = 0
    col1 = 0
    ferramenta = ""
    maq = ""
    familia = ""
    For lin = 4 To lastRow1
c:
        If geral.Cells(lin, "AX").Value <> "s" And geral.Cells(lin, "T").Value <> 0 And
geral.Cells(lin, "I").Value <> "0" Then
            r = 0
            For y = 1 To (Int(UBound(familia_rejeitar)) - 1)
                If geral.Cells(lin, "BB").Value = familia_rejeitar(y) Then
                    r = 1
                    Exit For
                End If
            Next y
            If r <> 1 Then
                For col = 42 To 10 Step -8
                    If geral.Cells(lin, col + 7).Value = "" And geral.Cells(lin, col).Value <> ""
And (r <> 1 Or t = 2) Then
                        If geral.Cells(lin, col - 1) <> "" Then
                            maq1 = geral.Cells(lin, col).Value
                            fim1 = maquina(maq1, "ultima")
                            coluna1 = maquina(maq1, "coluna")
                            qw = maquina(maq1, "ultima")

```



```

    qe = maquina(maq1, "coluna")
    If menor = 99999 And seq.Cells(qw, qe + 1).Value >=
geral.Cells(lin, "BF").Value And (col = 10 Or geral.Cells(lin, col - 1).Value <=
seq.Cells(fim1, coluna1 + 1).Value Or t = 2) Then
    fim = fim1
    coluna = coluna1
    maq = geral.Cells(lin, col).Value
    col1 = col
    lin1 = lin
    familia = geral.Cells(lin, "BB").Value
    ferramenta = geral.Cells(lin, col + 2).Value
    If col = 10 Then
        menor = seq.Cells(fim, coluna + 1).Value
    Else
        menor = geral.Cells(lin, col - 1).Value
    End If
End If
    If (familia = "ind" And maq1 = maq And geral.Cells(lin,
"BB").Value = "ind" And seq.Cells(qw, qe + 1).Value >= geral.Cells(lin, "BF").Value And
(col = 10 Or geral.Cells(lin, col - 1).Value <= seq.Cells(fim1, coluna1 + 1).Value)) Or (t =
2 And maq1 = maq And (col = 10 Or geral.Cells(lin, col - 1).Value <= seq.Cells(fim1,
coluna1 + 1).Value)) Then
    If col = 10 And seq.Cells(fim, coluna + 1).Value < menor Then
        menor = seq.Cells(fim, coluna + 1).Value
        col1 = col
        lin1 = lin
    ElseIf col <> 10 And geral.Cells(lin, col - 1).Value < menor Then
        menor = geral.Cells(lin, col - 1).Value
        col1 = col
        lin1 = lin
    End If
    ElseIf familia <> "ind" And geral.Cells(lin, "BB").Value = familia
Then
    If geral.Cells(lin, col + 2).Value = ferramenta And maq1 = maq
And t <> 2 And seq.Cells(qw, qe + 1).Value >= geral.Cells(lin, "BF").Value Then
        If col <> 10 And geral.Cells(lin, col - 1).Value >
seq.Cells(fim, coluna + 1).Value Then
            Erase lista
            ReDim lista(1 To 1) As Variant
            familia_rejeitar(UBound(familia_rejeitar)) = familia
            ReDim Preserve familia_rejeitar(1 To
UBound(familia_rejeitar) + 1) As Variant
            lin = 4
            ferramenta = ""
            maq = ""
            GoTo e
        Else
            lista(UBound(lista)) = lin

```

```

        ReDim Preserve lista(1 To UBound(lista) + 1) As Variant
        lista(UBound(lista)) = col
        ReDim Preserve lista(1 To UBound(lista) + 1) As Variant
    End If
Else
    For cole = 10 To 42 Step 8
        If geral.Cells(lin, cole + 7) = "" Then
            If geral.Cells(lin, cole).Value = maq Then
                If geral.Cells(lin, cole + 2).Value = ferramenta Then
                    If seq.Cells(qw, qe + 1).Value < geral.Cells(lin,
"BF").Value Then

                        Erase lista
                        ReDim lista(1 To 1) As Variant
                        familia_rejeitar(UBound(familia_rejeitar)) = familia
                        ReDim Preserve familia_rejeitar(1 To
UBound(familia_rejeitar) + 1) As Variant
                            lin = 4
                            ferramenta = ""
                            maq = ""
                            GoTo e
                        End If
                    End If
                Exit For
                GoTo e
            End If
        End If
    End If
    Next cole
End If
End If
End If
End If
Next col
End If
Next lin

If lin1 = 0 And coll = 0 Then
    If t = 2 Then
        GoTo xz
    Else
        t = 2

        GoTo e
    End If
End If

If familia = "ind" Or t = 2 Then
    lista(UBound(lista)) = lin1
    ReDim Preserve lista(1 To UBound(lista) + 1) As Variant

```

```

lista(UBound(lista)) = coll
ReDim Preserve lista(1 To UBound(lista) + 1) As Variant
t = 0

End If
lin1 = 0
coll = 0

d = Int(UBound(lista))
last = 0
If d > 1 Then
    fim = maquina(maq, "ultima")
    ult = fim
    coluna = maquina(maq, "coluna")
    If menor <= seq.Cells(fim, coluna + 1).Value Then
        valor_anterior = seq.Cells(fim, coluna + 1).Value
    Else
        valor_anterior = menor
    End If
For j = 1 To d - 1 Step 2
    fim = maquina(maq, "ultima")
    ult = fim
    coluna = maquina(maq, "coluna")
    linea = lista(j)
    colun = lista(j + 1)
    If fim = 3 Then
        setup = 10
    Else
        valor = geral.Cells(linea, colun + 2).Value
        valor2 = seq.Cells(fim, coluna + 2).Value
        coluna = maquina(maq, "coluna")
        setup = tempo_setup(linea, colun, valor, valor2)
        setup = setup + (geral.Cells(linea, colun + 4).Value * 0.5) + (geral.Cells(linea,
colun + 6).Value * 0.3)
        If j <> 1 And setup > 0 And d > 3 And geral.Cells(linea, colun).Value <> "P1"
And geral.Cells(linea, colun).Value <> "P2" Then
            setup = setup * 0.5
        End If
    End If
    seq.Cells(fim + 1, coluna).Value = geral.Cells(linea, "B").Value
    seq.Cells(fim + 1, coluna + 2).Value = geral.Cells(linea, colun + 2).Value
    last = last + (setup) + (((geral.Cells(linea, colun + 5).Value * geral.Cells(linea,
"T").Value)) / 60)
    geral.Cells(linea, colun + 7).Value = seq.Cells(fim + 1, coluna + 1).Value
    seq.Cells(fim + 1, coluna + 3).Value = setup

    If geral.Cells(linea, colun + 8).Value = "" Then
        geral.Cells(linea, "AX").Value = "s"
    End If
End For
End If

```

```

    End If
  Next j

  coluna = maquina(maq, "coluna")
  For q = 1 To (d - 1) Step 2
    ult = seq.Cells(Cells.Rows.Count, coluna + 1).End(xlUp).Row
    linea = lista(q)
    colun = lista(q + 1)
    seq.Cells(ult + 1, coluna + 1).Value = valor_anterior + last
    geral.Cells(linea, colun + 7).Value = seq.Cells(ult + 1, coluna + 1).Value
  Next q
  Erase lista
  ReDim lista(1 To 1) As Variant
  Erase familia_rejeitar
  ReDim familia_rejeitar(1 To 1) As Variant

End If

n_complet = Application.WorksheetFunction.CountIf(geral.Range(geral.Cells(4,
"AX"), geral.Cells(lastRow1, "AX")), "s")

Loop
xz:

End Sub
Sub cleanSheet()
  Dim r As Range
  lastRow1 = geral.Cells(Cells.Rows.Count, 2).End(xlUp).Row
  Application.ScreenUpdating = False
  seq.Range(seq.Cells(4, 1), seq.Cells(10000, 50)).Value = ""
  Application.ScreenUpdating = True
  Application.ScreenUpdating = False
  geral.Range(geral.Cells(4, "Q"), geral.Cells(lastRow1, "Q")).Value = ""
  geral.Range(geral.Cells(4, "Y"), geral.Cells(lastRow1, "Y")).Value = ""
  geral.Range(geral.Cells(4, "AG"), geral.Cells(lastRow1, "AG")).Value = ""
  geral.Range(geral.Cells(4, "AO"), geral.Cells(lastRow1, "AO")).Value = ""
  geral.Range(geral.Cells(4, "AW"), geral.Cells(lastRow1, "AW")).Value = ""
  geral.Range(geral.Cells(4, "AX"), geral.Cells(lastRow1, "AX")).Value = ""
  Application.ScreenUpdating = True
End Sub
Public Function maquina(maq As Variant, parametro As String) As Variant
  Dim coluna1 As Integer
  Dim final As Integer
  If maq = "P1" Then
    final = seq.Cells(Cells.Rows.Count, 1).End(xlUp).Row
    coluna1 = 1
  ElseIf maq = "P2" Then
    final = seq.Cells(Cells.Rows.Count, 5).End(xlUp).Row
    coluna1 = 5

```

```

ElseIf maq = "1" Then
    final = seq.Cells(Cells.Rows.Count, 9).End(xlUp).Row
    coluna1 = 9
ElseIf maq = "2" Then
    final = seq.Cells(Cells.Rows.Count, 13).End(xlUp).Row
    coluna1 = 13
ElseIf maq = "3" Then
    final = seq.Cells(Cells.Rows.Count, 17).End(xlUp).Row
    coluna1 = 17
ElseIf maq = "4" Then
    final = seq.Cells(Cells.Rows.Count, 21).End(xlUp).Row
    coluna1 = 21
End If
If parametro = "coluna" Then
    maquina = coluna1
ElseIf parametro = "ultima" Then
    maquina = final
Else
    maquina = maq
End If
End Function
Public Function tempo_setup(lin As Integer, col As Integer, valor As Variant, valor2 As
Variant) As Variant
    'setup = time_setup(geral.Cells(lin, col).Value, seq.Cells(fim, coluna + 1).Value,
seq.Cells(fim + 1, coluna + 1).Value)
    '-----
-----
    Dim setup As Variant
    If geral.Cells(lin, col).Value = "P1" Then
        setup = 2
    ElseIf geral.Cells(lin, col).Value = "P2" Then
        setup = 2
    ElseIf geral.Cells(lin, col).Value = "1" Then
        If Not IsError(Application.Match(valor, S1.Range("A1:G1"), 0)) Then
            On Error Resume Next
            setup = Application.WorksheetFunction.VLookup(valor2, S1.Range("A1:G7"),
Application.WorksheetFunction.Match(valor, S1.Range("A1:G1"), 0), False)
        Else
            setup = 6
        End If
    ElseIf geral.Cells(lin, col).Value = "2" Then
        On Error Resume Next
        If Not IsError(Application.Match(valor, S2.Range("A1:G1"), 0)) Then
            setup = Application.WorksheetFunction.VLookup(valor2, S2.Range("A1:G7"),
Application.WorksheetFunction.Match(valor, S2.Range("A1:G1"), 0), False)
        Else
            setup = 6
        End If
    End If

```

```

ElseIf geral.Cells(lin, col).Value = "3" Then
    On Error Resume Next
    If Not IsError(Application.Match(valor, S3.Range("A1:G1"), 0)) Then
        setup = Application.WorksheetFunction.VLookup(valor2, S3.Range("A1:G7"),
Application.WorksheetFunction.Match(valor, S3.Range("A1:G1"), 0), False)
    Else
        setup = 6
    End If
ElseIf geral.Cells(lin, col).Value = "4" Then
    On Error Resume Next
    If Not IsError(Application.Match(valor, S4.Range("A1:G1"), 0)) Then
        setup = Application.WorksheetFunction.VLookup(valor2, S4.Range("A1:G7"),
Application.WorksheetFunction.Match(valor, S4.Range("A1:G1"), 0), False)
    Else
        setup = 6
    End If
Else
    setup = 6
End If
tempo_setup = (setup)
End Function
Sub disponibilidade_chapa()
    Dim col As Integer
    lastRow1 = geral.Cells(Cells.Rows.Count, 2).End(xlUp).Row
    Dim valor As Variant
    Dim intervalo As Range
    Dim material As Variant
    Dim peça As Variant
    geral.Range("N4:N" & lastRow1).Value = ""
    For lin = 4 To lastRow1
        peça = geral.Cells(lin, "B").Value
        On Error Resume Next
        Set intervalo = chapa.Range("A2", "D8439").Value
        If Not IsError(Application.WorksheetFunction.VLookup(peça, chapa.Range("A2",
"E8439"), 5, False)) Then
            material = Application.WorksheetFunction.VLookup(peça, chapa.Range("A2",
"E8439"), 5, False)
            If Not IsError(Application.Find("Chapa", material, 1)) = True Then
                If material = chapa.Range("K4").Value Then
                    valor = chapa.Range("N4").Value
                ElseIf material = chapa.Range("K5").Value Then
                    valor = chapa.Range("N5").Value
                ElseIf material = chapa.Range("N14").Value Then
                    valor = chapa.Range("N14").Value
                ElseIf material = chapa.Range("K6").Value Then
                    If Not IsError(Application.Find("Frente", geral.Cells(lin, "C").Value, 1)) Then
                        valor = chapa.Range("N6").Value
                    ElseIf Not IsError(Application.Find("Porta", geral.Cells(lin, "C").Value, 1))
Then

```

```

        valor = chapa.Range("N6").Value
    ElseIf Not IsError(Application.Find("Cabeçote", geral.Cells(lin, "C").Value,
1)) Then
        valor = chapa.Range("N6").Value
    ElseIf Not IsError(Application.Find("Cabeçote", geral.Cells(lin, "C").Value,
1)) Then
        valor = chapa.Range("N8").Value
    Else
        valor = chapa.Range("N7").Value
    End If
    ElseIf material = chapa.Range("K9").Value Then
        valor = chapa.Range("N9").Value
    ElseIf material = chapa.Range("K10").Value Then
        valor = chapa.Range("N10").Value
    ElseIf material = chapa.Range("K11").Value Then
        valor = chapa.Range("N11").Value
    ElseIf material = chapa.Range("K12").Value Then

        If Not IsError(Application.Find("longarina", geral.Cells(lin, "C").Value, 1))
Or Not IsError(Application.Find("Gonzo", geral.Cells(lin, "C").Value, 1)) Then
            valor = chapa.Range("N13").Value
        ElseIf Not IsError(Application.Find("Protecção", geral.Cells(lin, "C").Value2,
1)) = True Then
            valor = chapa.Range("N16").Value
        ElseIf Not IsError(Application.Find("Calha", geral.Cells(lin, "C").Value, 1)) =
True Then
            valor = chapa.Range("N15").Value
        Else
            valor = chapa.Range("N12").Value
        End If
    ElseIf material = chapa.Range("K17").Value Then
        valor = chapa.Range("N17").Value
    ElseIf material = chapa.Range("K18").Value Then
        valor = chapa.Range("N18").Value
    ElseIf material = chapa.Range("K19").Value Then
        valor = chapa.Range("N19").Value
    ElseIf material = chapa.Range("K20").Value Then
        valor = chapa.Range("N20").Value
    ElseIf material = chapa.Range("K21").Value Then
        valor = chapa.Range("N21").Value
    Else
        valor = 10
    End If
End If
    geral.Cells(lin, "BF").Value = valor
End If
Next lin
End Sub

```

```

Sub Inicio_geral()
  Dim n As Integer
  lastRow1 = geral.Cells(Cells.Rows.Count, 2).End(xlUp).Row
  For lin = 4 To lastRow1
    geral.Cells(lin, "I").Value = geral.Cells(lin, "D").Value + geral.Cells(lin, "E").Value +
    geral.Cells(lin, "F").Value
    n = 0
    For col_n = 10 To 42 Step 8
      If geral.Cells(lin, col_n).Value <> "" Then
        n = n + 1
      End If
    Next col_n
    geral.Cells(lin, "BD").Value = n
  Next lin

```

```

'geral.Columns.Sort Key1:=geral.Range("A3:A" & lastRow1),
Key2:=geral.Range("BD3:BD" & lastRow1), Key3:=geral.Range("B3:B" & lastRow1),
Order2:=xlDescending, Header:=xlYes, Order3:=xlAscending, Header:=xlYes

```

```
End Sub
```

```

Sub Inicio_geral_2()
  lastRow1 = geral.Cells(Cells.Rows.Count, 2).End(xlUp).Row
  geral_2.Range("A4:CC" & 10000).Value = ""
  Dim i As Integer
  i = 4
  For lin = 4 To lastRow1
    If geral.Cells(lin, "AX").Value <> "s" And geral.Cells(lin, "I").Value <> 0 And
    geral.Cells(lin, "I").Value <> "0" Then
      geral.Range("A" & lin & ":CC" & lin).Copy
      geral_2.Range("A" & i & ":CC" & i).PasteSpecial (xlPasteAll)
      i = i + 1
    End If
  Next lin

  For lin = 4 To lastRow1
    If geral.Cells(lin, "AX").Value = "s" Or (geral.Cells(lin, "AX").Value <> "s" And
    (geral.Cells(lin, "I").Value = 0 Or geral.Cells(lin, "I").Value = "0")) Then
      geral.Range("A" & lin & ":CC" & lin).Copy
      geral_2.Range("A" & i & ":CC" & i).PasteSpecial (xlPasteAll)
      'geral_2.Cells(lin, "I").Value = geral_2.Cells(lin, "G").Value + geral_2.Cells(lin,
      "H").Value
      i = i + 1
    End If
  Next lin

  For lin = 4 To lastRow1
    If geral_2.Cells(lin, "AX").Value = "s" Then

```



```

        geral_2.Cells(lin, "I").Value = geral_2.Cells(lin, "G").Value + geral_2.Cells(lin,
"H").Value
    Else
        geral_2.Cells(lin, "I").Value = geral_2.Cells(lin, "D").Value + geral_2.Cells(lin,
"E").Value + geral_2.Cells(lin, "F").Value + geral_2.Cells(lin, "G").Value +
geral_2.Cells(lin, "H").Value
    End If
Next lin
End Sub
Sub cleanSheet_2()
    Dim r As Range
    lastRow1 = geral_2.Cells(Cells.Rows.Count, 2).End(xlUp).Row
    Application.ScreenUpdating = False
    seq_2.Range(seq_2.Cells(4, 1), seq_2.Cells(10000, 50)).Value = ""
    Application.ScreenUpdating = True
    Application.ScreenUpdating = False
    geral_2.Range(geral_2.Cells(4, "Q"), geral_2.Cells(lastRow1, "Q")).Value = ""
    geral_2.Range(geral_2.Cells(4, "Y"), geral_2.Cells(lastRow1, "Y")).Value = ""
    geral_2.Range(geral_2.Cells(4, "AG"), geral_2.Cells(lastRow1, "AG")).Value = ""
    geral_2.Range(geral_2.Cells(4, "AO"), geral_2.Cells(lastRow1, "AO")).Value = ""
    geral_2.Range(geral_2.Cells(4, "AW"), geral_2.Cells(lastRow1, "AW")).Value = ""
    geral_2.Range(geral_2.Cells(4, "AX"), geral_2.Cells(lastRow1, "AX")).Value = ""
    Application.ScreenUpdating = True
End Sub
Sub complet_time_line_2()
    cleanSheet_2
    lastRow1 = geral_2.Cells(Cells.Rows.Count, 2).End(xlUp).Row
    Dim rt As Long
    Dim maq As Variant
    Dim maq1 As Variant
    Dim menor As Long
    Dim n_total As Integer
    Dim n_complet As Integer
    Dim lin As Integer
    Dim lin1 As Integer
    Dim col1 As Integer
    lin = 4
    Dim setup As Variant
    Dim intervalo As Range
    Dim valor As Variant
    Dim valor2 As Variant
    Dim linea As Integer
    Dim colun As Integer
    Dim menor_t As Long
    Dim valor_anterior As Long
    lin2 = 0
    col2 = 0
    Dim familia As Variant

```

```

Dim lista() As Variant, size As Variant
ReDim lista(1 To 1) As Variant
familia = "ind"
n_total = 0
Dim familia_rejeitar() As Variant
Dim last As Variant
ReDim familia_rejeitar(1 To 1) As Variant
familia = ""
Dim lista_return As String
Dim d As Integer
d = 0
Dim r As Integer
r = 0
Dim t As Integer
t = 0
Dim col3 As Integer
Dim s As Variant
Dim c As Variant
Dim qw As Integer
Dim qe As Integer
Dim maquin As Variant
Dim lista_linhas_return() As Variant
ReDim lista_linhas_return(1 To 1) As Variant
For g = 4 To lastRow1
    If geral_2.Cells(g, "I").Value <> 0 And geral_2.Cells(g, "I").Value <> "" Then
        n_total = n_total + 1
    End If
Next g
geral_2.Cells(1, "AY").Value = n_total
Do While n_total > n_complet
e:
    menor = 99999
    lin1 = 0
    coll = 0
    ferramenta = ""
    maq = ""
    familia = ""
    For lin = 4 To lastRow1
c:
        If geral_2.Cells(lin, "AX").Value <> "s" And geral_2.Cells(lin, "I").Value <> 0
And geral_2.Cells(lin, "I").Value <> "0" Then
            r = 0
            For y = 1 To (Int(UBound(familia_rejeitar)) - 1)
                If geral_2.Cells(lin, "BB").Value = familia_rejeitar(y) Then
                    r = 1
                    Exit For
                End If
            Next y
            If r <> 1 Then

```

```

For col = 42 To 10 Step -8
  If geral_2.Cells(lin, col + 7).Value = "" And geral_2.Cells(lin, col).Value
  <> "" And (r <> 1 Or t = 2) Then
    If geral_2.Cells(lin, col - 1) <> "" Then
      maq1 = geral_2.Cells(lin, col).Value
      fim1 = maquina_2(maq1, "ultima")
      coluna1 = maquina_2(maq1, "coluna")
      qw = maquina_2(maq1, "ultima")
      qe = maquina_2(maq1, "coluna")
      If menor = 99999 And seq_2.Cells(qw, qe + 1).Value >=
      geral_2.Cells(lin, "BF").Value And (col = 10 Or geral_2.Cells(lin, col - 1).Value <=
      seq_2.Cells(fim1, coluna1 + 1).Value Or t = 2) Then
        fim = fim1
        coluna = coluna1
        maq = geral_2.Cells(lin, col).Value
        coll = col
        lin1 = lin
        familia = geral_2.Cells(lin, "BB").Value
        ferramenta = geral_2.Cells(lin, col + 2).Value
        If col = 10 Then
          menor = seq_2.Cells(fim, coluna + 1).Value
        Else
          menor = geral_2.Cells(lin, col - 1).Value
        End If
      End If
      If (familia = "ind" And maq1 = maq And geral_2.Cells(lin,
      "BB").Value = "ind" And seq_2.Cells(qw, qe + 1).Value >= geral_2.Cells(lin, "BF").Value
      And (col = 10 Or geral_2.Cells(lin, col - 1).Value <= seq_2.Cells(fim1, coluna1 +
      1).Value)) Or (t = 2 And maq1 = maq And (col = 10 Or geral_2.Cells(lin, col - 1).Value <=
      seq_2.Cells(fim1, coluna1 + 1).Value)) Then
        If col = 10 And seq_2.Cells(fim, coluna + 1).Value < menor
        Then
          menor = seq_2.Cells(fim, coluna + 1).Value
          coll = col
          lin1 = lin
        ElseIf col <> 10 And geral_2.Cells(lin, col - 1).Value < menor
        Then
          menor = geral_2.Cells(lin, col - 1).Value
          coll = col
          lin1 = lin
        End If
      ElseIf familia <> "ind" And geral_2.Cells(lin, "BB").Value =
      familia Then
        If geral_2.Cells(lin, col + 2).Value = ferramenta And maq1 =
        maq And t <> 2 And seq_2.Cells(qw, qe + 1).Value >= geral_2.Cells(lin, "BF").Value
        Then
          If col <> 10 And geral_2.Cells(lin, col - 1).Value >
          seq_2.Cells(fim, coluna + 1).Value Then

```

```

        Erase lista
        ReDim lista(1 To 1) As Variant
        familia_rejeitar(UBound(familia_rejeitar)) = familia
        ReDim Preserve familia_rejeitar(1 To
UBound(familia_rejeitar) + 1) As Variant
        lin = 4
        ferramenta = ""
        maq = ""
        GoTo e
    Else
        lista(UBound(lista)) = lin
        ReDim Preserve lista(1 To UBound(lista) + 1) As Variant
        lista(UBound(lista)) = col
        ReDim Preserve lista(1 To UBound(lista) + 1) As Variant
    End If
Else
    For cole = 10 To 42 Step 8
        If geral_2.Cells(lin, cole + 7) = "" Then
            If geral_2.Cells(lin, cole).Value = maq Then
                If geral_2.Cells(lin, cole + 2).Value = ferramenta Then
                    If seq_2.Cells(qw, qe + 1).Value < geral_2.Cells(lin,
"BF").Value Then
                        Erase lista
                        ReDim lista(1 To 1) As Variant
                        familia_rejeitar(UBound(familia_rejeitar)) = familia
                        ReDim Preserve familia_rejeitar(1 To
UBound(familia_rejeitar) + 1) As Variant
                            lin = 4
                            ferramenta = ""
                            maq = ""
                            GoTo e
                        End If
                    End If
                End If
            End If
        End If
    Next cole
End If
End If
End If
End If
Next col
End If
End If
Next lin

If lin1 = 0 And coll = 0 Then
    If t = 2 Then

```

```

    GoTo xz
Else
    t = 2

    GoTo e
End If
End If

If familia = "ind" Or t = 2 Then
    lista(UBound(lista)) = lin1
    ReDim Preserve lista(1 To UBound(lista) + 1) As Variant
    lista(UBound(lista)) = coll
    ReDim Preserve lista(1 To UBound(lista) + 1) As Variant
    t = 0

End If
lin1 = 0
coll = 0

d = Int(UBound(lista))
last = 0
If d > 1 Then
    fim = maquina_2(maq, "ultima")
    ult = fim
    coluna = maquina_2(maq, "coluna")
    If menor <= seq_2.Cells(fim, coluna + 1).Value Then
        valor_anterior = seq_2.Cells(fim, coluna + 1).Value
    Else
        valor_anterior = menor
    End If
For j = 1 To d - 1 Step 2
    fim = maquina_2(maq, "ultima")
    ult = fim
    coluna = maquina_2(maq, "coluna")
    linea = lista(j)
    colun = lista(j + 1)
    If fim = 3 Then
        setup = 10
    Else
        valor = geral_2.Cells(linea, colun + 2).Value
        valor2 = seq_2.Cells(fim, coluna + 2).Value
        coluna = maquina_2(maq, "coluna")
        setup = tempo_setup(linea, colun, valor, valor2)
        setup = setup + (geral_2.Cells(linea, colun + 4).Value * 0.5) +
(geral_2.Cells(linea, colun + 6).Value * 0.3)
        If j <> 1 And setup > 0 And d > 3 And geral_2.Cells(linea, colun).Value <>
"P1" And geral_2.Cells(linea, colun).Value <> "P2" Then
            setup = setup * 0.5

```

```

    End If
  End If
  seq_2.Cells(fim + 1, coluna).Value = geral_2.Cells(linea, "B").Value
  seq_2.Cells(fim + 1, coluna + 2).Value = geral_2.Cells(linea, colun + 2).Value
  last = last + (setup) + (((geral_2.Cells(linea, colun + 5).Value *
  geral_2.Cells(linea, "T").Value)) / 60)
  geral_2.Cells(linea, colun + 7).Value = seq_2.Cells(fim + 1, coluna + 1).Value
  seq_2.Cells(fim + 1, coluna + 3).Value = setup

  If geral_2.Cells(linea, colun + 8).Value = "" Then
    geral_2.Cells(linea, "AX").Value = "s"
  End If
Next j

coluna = maquina_2(maq, "coluna")
For q = 1 To (d - 1) Step 2
  ult = seq_2.Cells(Cells.Rows.Count, coluna + 1).End(xlUp).Row
  linea = lista(q)
  colun = lista(q + 1)
  seq_2.Cells(ult + 1, coluna + 1).Value = valor_anterior + last
  geral_2.Cells(linea, colun + 7).Value = seq_2.Cells(ult + 1, coluna + 1).Value
Next q
Erase lista
ReDim lista(1 To 1) As Variant
Erase familia_rejeitar
ReDim familia_rejeitar(1 To 1) As Variant

End If

n_complet = Application.WorksheetFunction.CountIf(geral_2.Range(geral_2.Cells(4,
"AX"), geral_2.Cells(lastRow1, "AX")), "s")

Loop
xz:

End Sub
Public Function maquina_2(maq As Variant, parametro As String) As Variant
  Dim coluna1 As Integer
  Dim final As Integer
  If maq = "P1" Then
    final = seq_2.Cells(Cells.Rows.Count, 1).End(xlUp).Row
    coluna1 = 1
  ElseIf maq = "P2" Then
    final = seq_2.Cells(Cells.Rows.Count, 5).End(xlUp).Row
    coluna1 = 5
  ElseIf maq = "1" Then
    final = seq_2.Cells(Cells.Rows.Count, 9).End(xlUp).Row
    coluna1 = 9
  ElseIf maq = "2" Then

```

```
    final = seq_2.Cells(Cells.Rows.Count, 13).End(xlUp).Row
    coluna1 = 13
    ElseIf maq = "3" Then
        final = seq_2.Cells(Cells.Rows.Count, 17).End(xlUp).Row
        coluna1 = 17
    ElseIf maq = "4" Then
        final = seq_2.Cells(Cells.Rows.Count, 21).End(xlUp).Row
        coluna1 = 21
    End If
    If parametro = "coluna" Then
        maquina_2 = coluna1
    ElseIf parametro = "ultima" Then
        maquina_2 = final
    Else
        maquina_2 = maq
    End If
End Function
```

**Tempo (hh:mm:ss) da Mudança de Ferramenta F.S.C.  
para M901, na “Quinadora 2”, com 2 operadores”**

**ANEXO R**

<b>1º Operador</b>			
<b>Descrição da Operação</b>	<b>Parcial</b>	<b>Início</b>	<b>Fim</b>
Retirar régua	0:00:05	0:00:00	0:00:05
Levantar máquina	0:00:07	0:00:05	0:00:12
Desapertar punção	0:00:24	0:00:12	0:00:36
Desapertar parafusos de fixação das matrizes	0:00:34	0:00:36	0:01:10
Aparafusar suportes das matrizes S.C.	0:00:45	0:01:10	0:01:55
Transporte das matrizes S.C. até à mesa	0:00:22	0:01:55	0:02:17
Aperto das maxilas	0:01:38	0:02:17	0:03:55
Mudar apertos das matrizes	0:00:11	0:03:55	0:04:06
Limpar base da quinadora	0:00:10	0:04:06	0:04:16
Posicionar carro	0:00:19	0:04:16	0:04:35
Colocar correntes p/levantar matriz	0:00:21	0:04:35	0:04:56
Levantar matriz e retirar carro	0:00:07	0:04:56	0:05:03
Baixar matriz e retirar corrente direita	0:00:15	0:05:03	0:05:18
Retirar corrente esquerda	0:00:07	0:05:18	0:05:25
Retirar carro de matrizes	0:00:08	0:05:25	0:05:33
Ajustar posição da matriz	0:00:07	0:05:33	0:05:40
Colocar punções	0:00:14	0:05:40	0:05:54
Apertar punções	0:00:37	0:05:54	0:06:31
Programa	0:00:16	0:06:31	0:06:47
Baixar máquina e ajustar posição da matriz	0:00:23	0:06:47	0:07:10
Apertar fixadores da matriz	0:01:01	0:07:10	0:08:11
Levantar quinadora	0:00:03	0:08:11	0:08:14
Ajustar esperas	0:00:34	0:08:14	0:08:48



**Tempo (hh:mm:ss) da Mudança de Ferramenta F.S.C.  
para M901, na “Quinadora 2”, com 2 operadores”**

**ANEXO S**

<b>2º Operador</b>			
<b>Descrição Operação</b>	<b>Parcial</b>	<b>Início</b>	<b>Fim</b>
Retirar punções	0:00:24	0:00:36	0:01:00
Pick up de suportes das matrizes	0:00:08	0:01:00	0:01:08
Transportar maxilas de mesa_2 para estrado	0:00:34	0:01:08	0:01:42
Espera	0:00:13	0:01:42	0:01:55
Reposição das maxilas	0:01:12	0:01:55	0:03:07
Mudar localização de comando_pedal	0:00:05	0:03:07	0:03:12
Transporte de carro de matrizes	0:00:31	0:03:12	0:03:43
Rodar matrizes e regular altura do centro das matrizes	0:01:05	0:03:43	0:04:48
Transporte de punções	0:00:21	0:04:48	0:05:09
Espera	0:00:24	0:05:09	0:05:33
Transportar carro para sítio devido	0:00:30	0:05:33	0:06:03

**Tempo (hh:mm:ss) da Mudança de Ferramenta de**  
**ANEXO T** **M0332 para M02, na “Quinadora 1”, com 2**  
**operadores”**

<b>1º Operador</b>			
<b>Tarefas</b>	<b>Duração</b>	<b>Início</b>	<b>Fim</b>
Desapertar e Retirar punção	0:00:22	0:00:00	0:00:22
Desapertar parafusos de fixação da matriz	0:00:24	0:00:22	0:00:46
Programa	0:00:09	0:00:46	0:00:55
Levantar avental	0:00:09	0:00:55	0:01:04
Posicionar carro	0:00:05	0:01:04	0:01:09
Colocar corrente direita	0:00:06	0:01:09	0:01:15
Retirar matriz	0:00:14	0:01:15	0:01:29
Retirar corrente direita	0:00:08	0:01:29	0:01:37
Retirar carro	0:00:05	0:01:37	0:01:42
Limpeza da base da quinadora	0:00:19	0:01:42	0:02:01
Colocar base da matriz M2 na quinadora	0:00:21	0:02:01	0:02:22
Montar punções P2 e matrizes M2 na quinadora	0:01:40	0:02:22	0:04:02
Apertar punções	0:00:35	0:04:02	0:04:37
Programa	0:00:30	0:04:37	0:05:07
Ajustar base da matriz	0:00:18	0:05:07	0:05:25
Apertar parafusos de fixação da base da matriz	0:00:57	0:05:25	0:06:22
Programa	0:00:05	0:06:22	0:06:27
Ajustar punções e matrizes para realizar a próxima peça	0:00:49	0:06:27	0:07:16
Ajustar esperas	0:00:32	0:07:16	0:07:48

**ANEXO U****Tempo (hh:mm:ss) da Mudança de Ferramenta de  
M0332 para M02, na “Quinadora 1”, com 2  
operadores”**

<b>2º Operador</b>			
<b>Tarefas</b>	<b>Duração</b>	<b>Início</b>	<b>Fim</b>
Transporte de carro com matriz até à quinadora	0:00:34	0:00:00	0:00:34
Posicionar mesa para tirar base de matriz M2	0:00:07	0:00:34	0:00:41
Retirar base de matriz M2 para a mesa	0:00:19	0:00:41	0:01:00
Posicionar carro	0:00:09	0:01:00	0:01:09
Colocar corrente esquerda	0:00:06	0:01:09	0:01:15
Acompanhar a mudança de ferramenta	0:00:14	0:01:15	0:01:29
Retirar corrente direita	0:00:08	0:01:29	0:01:37
Retirar carro	0:00:08	0:01:37	0:01:45
Retirar punções P2 e matrizes M2 da estante para a mesa	0:01:21	0:01:45	0:03:06
Transporte de carro com matriz para o sítio devido	0:00:48	0:03:06	0:03:54

**ANEXO V****Tempo (hh:mm:ss) da Mudança de Ferramenta de  
M0332 para M18, na “Quinadora 1”, com 2 operadores”**

<b>1º Operador</b>			
<b>Tarefas</b>	<b>Duração</b>	<b>Início</b>	<b>Fim</b>
Desapertar e retirar punção	0:00:26	0:00:00	0:00:26
Desapertar parafusos da matriz	0:00:20	0:00:26	0:00:46
Levantar esperas	0:00:04	0:00:46	0:00:50
Programa	0:00:08	0:00:50	0:00:58
Baixar avental da quinadora	0:00:09	0:00:58	0:01:07
Posicionar carro de matrizes	0:00:05	0:01:07	0:01:12
Colocar corrente direita	0:00:06	0:01:12	0:01:18
Retirar matriz	0:00:14	0:01:18	0:01:32
Retirar corrente direita	0:00:08	0:01:32	0:01:40
Retirar carro	0:00:05	0:01:40	0:01:45
Programa	0:00:16	0:01:45	0:02:01
Colocar punção e matriz (P18/M18)	0:00:15	0:02:01	0:02:16
Apertar punção	0:00:10	0:02:16	0:02:26
Ajustar matriz e apertar fixadores desta	0:01:26	0:02:26	0:03:52
Programa	0:00:07	0:03:52	0:03:59

<b>2º Operador</b>			
<b>Tarefas</b>	<b>Duração</b>	<b>Início</b>	<b>Fim</b>
Transporte de carro de matrizes	0:00:34	0:00:29	0:01:03
Posicionar carro de matrizes	0:00:09	0:01:03	0:01:12
Colocar corrente esquerda	0:00:06	0:01:12	0:01:18
Acompanhar mudança	0:00:14	0:01:18	0:01:32
Retirar corrente esquerda	0:00:08	0:01:32	0:01:40
Retirar carro	0:00:08	0:01:40	0:01:48
Transportar carro até ao sítio devido	0:00:38	0:01:48	0:02:26

**ANEXO W**      **Tempo (hh:mm:ss) da Mudança de Ferramenta de M18 para F.Calhas\_1, na “Quinadora 1”, com 2 operadores”**

<b>1º Operador</b>			
<b>Tarefas</b>	<b>Duração</b>	<b>Início</b>	<b>Fim</b>
Desapertar punção	0:00:05	0:00:00	0:00:05
Desapertar parafusos de fixação da matriz	0:00:36	0:00:05	0:00:41
Deslocar fixadores de trás da matriz para as pontas	0:00:08	0:00:41	0:00:49
Desapertar maxilas e retirar estas para mesa	0:01:09	0:00:49	0:01:58
Programa e teste de máquina	0:00:27	0:01:58	0:02:25
Posicionar carro	0:00:06	0:02:25	0:02:31
Retirar F.Calhas_1 para a base da quinadora	0:00:07	0:02:31	0:02:38
Retirar carro	0:00:02	0:02:38	0:02:40
Alinhar Ferramenta	0:00:33	0:02:40	0:03:13
Apertar maxilas	0:00:59	0:03:13	0:04:12
Programa e teste de máquina	0:00:11	0:04:12	0:04:23
Colocar peça de esmagamento e massa consistente	0:00:14	0:04:23	0:04:37
Ajustar esperas	0:01:00	0:04:37	0:05:37
Programa	0:00:02	0:05:37	0:05:39

<b>2º Operador</b>			
<b>Tarefas</b>	<b>Duração</b>	<b>Início</b>	<b>Fim</b>
Retirar punção	0:00:08	0:00:05	0:00:13
Acompanhar Mudança	0:00:28	0:00:13	0:00:41
Retirar matriz	0:00:08	0:00:41	0:00:49
Transporte de carro com F.Calhas_1	0:00:10	0:00:49	0:00:59
Acompanhar Mudança	0:01:41	0:00:59	0:02:40
Colocar maxilas da mesa para o carro	0:00:05	0:02:40	0:02:45
Retirar bomba e peça de esmagamento do carro para mesa	0:00:10	0:02:45	0:02:55
Transporte de carro com F.Calhas_1 para o sítio devido	0:00:08	0:02:55	0:03:03



## ANEXO X

MERCATUS		lançamento 23505 - semana 23 de quinagens 03 a 09 Junho						
Prioridade	COD	DESC	6/3/2016	6/6/2016	6/7/2016	6/8/2016	6/9/2016	Total Gera
a	60601103	Frente da Porta L1/L3 - Standard	6	7	2			15
a	60601106	Frente da Porta L1/L3 - Eco	6					6
a	60601600	Exterior do Painel das Costas L1/L3 - 1470	3	1	3			7
a	60601601	Exterior do Painel das Costas L1/L3 - 1980		1	4			5
a	60601602	Exterior do Painel das Costas L1/L3 - 2490	2					2
a	60601604	Exterior do Painel das Costas Inox - L1/L3 - 1470		1				1
a	60601608	Exterior do Painel do Fundo - L1 - 1470	2	1				3
a	60601612	Interior do Painel das Costas - L1 / L3 - 1470	3	2	3			8
a	60601613	Interior do Painel das Costas - L1 / L3 - 1980		1	4			5
a	60601614	Interior do Painel das Costas - L1 / L3 - 2490	2					2
a	60601616	Interior do Painel do Fundo L1 - 1470	2	1				3
a	60601620	Interior dos Painéis Laterais - L1	4	2				6
a	60601621	Exterior do Painel Lateral Intermédio - L1	2	1				3
a	60601622	Exterior do Painel Lateral - L1	2	1				3
a	60601623	Pilar - L1 / L2 / L3	39	19	27	29	10	124
a	60601625	Pilar Transversal - L1	2					2
a	60601636	Forra da Porta - L1 / L3	6					6
a	60601637	Forra da Frente da Gaveta Refrigerada - L1	4					4
a	60601803	Exterior do Painel do Tampo - L1 - 1470	2	1				3
a	60601807	Interior do Painel do Tampo - L1 - 1470	2	1				3
a	60601815	Pega p/ Porta L1/L3 - Standard	6	7	2			15
a	60601816	Pega p/ Porta L1/L3 - Eco	10					10
a	60602020	Frente da Porta L2 - Standard	25	19				44
a	60602022	Frente da Porta L2 - Profi	3					3
a	60602024	Frente da Porta L2 - Mytus	3		15	0		18
a	60602500	Exterior do Painel das Costas L2 - 1320	1	1	2	7		11
a	60602501	Exterior do Painel das Costas L2 - 1755	11	5	7	11	5	39
a	60602502	Exterior do Painel das Costas L2 - 2190	1					1
a	60602503	Exterior do Painel das Costas L2 - 2625	1	0				1
a	60602504	Exterior do Painel das Costas Inox L2 - 1320			1	3		4
a	60602505	Exterior do Painel das Costas Inox L2 - 1755				8		8
a	60602506	Exterior do Painel das Costas Inox L2 - 2190				4	8	12
a	60602507	Exterior do Painel das Costas Inox L2 - 2625		1			4	5
a	60602508	Exterior do Painel do Fundo L5/L8 - 1320	1	1	3	10		15
a	60602509	Exterior do Painel do Fundo L5/L8 - 1755	11	5	7	19	5	47
a	60602512	Interior do Painel das Costas L2 - 1320	1	1	2	7		11
a	60602513	Interior do Painel das Costas L2 - 1755	11	5	7	11	5	39
a	60602514	Interior do Painel das Costas L2 - 2190	1					1
a	60602515	Interior do Painel das Costas L2 - 2625	1	1				2
a	60602516	Interior do Painel do Fundo L5/L8 - 1320	1	1	3	7		12

## ANEXO Y

### Matrizes e Ferramentas

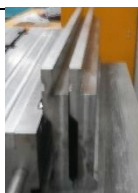




Descrição	Foto	Frações (mm)	Quant.	Canal(mm)	Estado	Local
M6_12 (M-0332)		3010	1	12	Bom	C3
				10		
				8		
				11		
				12		
				20		
Matriz p/suporte de calhas (F.S.C.)		657	2	32	Bom	M2
Matriz Redonda (F.Red.)		1680	1	46	Bom	M2
M5_20 (M901)		3010	1	8	Bom	C3
				20		
				8		
				15		
				15		
Base p/ M02		2100	1	48	Bom	M2
M1_20 (M2)		535	1	20	Bom	E1
		310	3		Bom	
		200	3		Bom	
		150	2		Bom	
		140	2		Bom	
		110	1		Bom	
M1_27 (M18)		180/278	1	27	Bom	E1
				27	Bom	

<p><b>Ferramenta estampagem de calhas 1 (F.Calhas_1)</b></p>		<p>-</p>	<p><b>1</b></p>	<p>-</p>	<p><b>Bom</b></p>	<p><b>1</b></p>
<p><b>Ferramenta estampagem de calhas 2 (F.Calhas_2)</b></p>		<p>-</p>	<p><b>1</b></p>	<p>-</p>	<p><b>Bom</b></p>	<p><b>1</b></p>



## ANEXO Z

### Punções

Descrição	Aplicação	Foto	Medidas (mm)	Quant.	Estado	Local
<b>Punção p/ Suporte de Calhas (F.S.C.)</b>	<b>Supostes de Calhas</b>		<b>657</b>	<b>2</b>	<b>Bom</b>	<b>M2</b>
<b>Punção Redondo Grande (F.Red.)</b>			<b>790</b>	<b>2</b>	<b>Bom</b>	<b>M2</b>
<b>P27 (P18)</b>	<b>Abraçadeiras</b>		<b>180</b>	<b>1</b>	<b>Bom</b>	<b>E1</b>
<b>Punção Redondo c/ rebaixo (P02)</b>	<b>Fundos e Costas</b>		<b>535</b>	<b>1</b>	<b>Bom</b>	<b>E1</b>
			<b>310</b>	<b>3</b>	<b>Bom</b>	
			<b>200</b>	<b>3</b>	<b>Bom</b>	
			<b>150</b>	<b>2</b>	<b>Bom</b>	
			<b>140</b>	<b>2</b>	<b>Bom</b>	
			<b>110</b>	<b>1</b>	<b>Bom</b>	
<b>Punção Normal_08</b>			<b>775</b>	<b>4</b>	<b>Retificar</b>	<b>E1</b>
			<b>725</b>	<b>1</b>		
			<b>500</b>	<b>1</b>		
			<b>300</b>	<b>1</b>		
			<b>200</b>	<b>1</b>		
			<b>100</b>	<b>2</b>		
			<b>50</b>	<b>1</b>		
			<b>40</b>	<b>1</b>		
			<b>20</b>	<b>1</b>		
			<b>15</b>	<b>2</b>		
			<b>10</b>	<b>1</b>		

**Nota:** Designação dos locais das ferramentas definidos por: tipo de estrutura (P (Prateleira); E (Estante); M (mesa)) e pela quinadora que se encontra mais próxima (1 (Quinadora 1); 2 (Quinadora 2); 3 (Quinadora 3); 4 (Quinadora 4)).