



FCTUC FACULDADE DE CIÊNCIAS
E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA MECÂNICA

Implementação da Metodologia SMED no Setor das Prensas de Corte de Chapa

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

Autor

Sónia Palmira dos Santos Pereira

Orientador

Professor Doutor Cristóvão Silva

Júri

Presidente Professor Doutora Dulce Maria Esteves Rodrigues
Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra

Vogais Professor Doutor Pedro Mariano Simões Neto
Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra

Colaboração Institucional

SRAM® SramPort – Transmissões Mecânicas, Lda.

Coimbra, Julho, 2014

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 e amigos pelo incentivo e apoio durante toda esta jornada.

Ao meu orientador Professor Doutor Cristóvão Silva pelos conhecimentos transmitidos e pela motivação durante o desenvolvimento desta dissertação.

Ao Engenheiro Paulo Carvalho pela sinceridade e orientação, e ao Engenheiro António Reis pela paciência e disponibilidade que demonstrou em responder a todas as dúvidas que foram surgindo no decorrer do trabalho.

À Engenheira Mafalda Martins pela paciência e pela simpatia com que se disponibilizou a ajudar e a fornecer toda a informação necessária relativa às prensas.

À minha colega de estágio pela companhia e apoio durante este estágio.

À SramPort e a todos os seus colaboradores por me acolherem e proporcionarem todas as condições necessárias à realização deste trabalho.

Resumo

O presente trabalho foi realizado na SramPort, uma empresa cuja principal atividade é a produção e montagem de alguns componentes para bicicletas, com o objetivo de reduzir o tempo de *setup* no setor das prensas de corte de chapa para produção de correntes de bicicleta. Com base nos princípios do *lean manufacturing* foi aplicada a ferramenta SMED (*Single Minute Exchange of Die*) de modo a atingir o objetivo.

Durante o estágio na empresa foram estudadas três prensas de corte e observadas e analisadas as mudanças de fabrico de cada grupo de mudança em cada uma delas. Nestas prensas são cortadas todas as placas exteriores e interiores que são os principais constituintes das correntes de bicicleta produzidas pela empresa.

Como resultados obteve-se uma redução de 37% no segundo teste realizado usando a sequência proposta com um operador para a mudança mais complexa da prensa PM3. As sequências propostas com um operador permitem reduções do tempo total de paragem que podem chegar aos 44%. Além disso, a redução do tempo de paragem de produção proposta pode chegar até aos 53% se a mudança de fabrico for realizada por dois operadores.

As melhorias implementadas em todas as prensas não implicaram qualquer investimento financeiro apesar de terem sido sugeridas outras propostas que necessitavam de algum investimento mas que não foram implementadas. Estas propostas também serão apresentadas nesta dissertação.

Palavras-chave: Single Minute Exchange of Die (SMED), prensas de corte de chapa, caso de estudo.

Abstract

This work was carried out at SramPort, a company whose principal activity is the production and assembly of some components for bicycles, aiming to reduce setup time in the presses for sheet metal cutting production of bicycle chains sector. Based on the principles of lean manufacturing was applied SMED (Single Minute Exchange of Die) tool to achieve the goal.

During stage three the company cutting presses have been studied and observed and analyzed changes in manufacture of each group at each change. In these presses are all cut the outer and inner plates which are major constituents of bicycle chains produced by the company.

As a result we obtained a 37% reduction in the second test performed using the proposal with an operator for a more complex change of the press PM3 sequence. The proposed sequences with an operator allow reductions of total downtime of up to 44%. Furthermore, the reduction in downtime motion output can reach up to 53% if the change in production is carried out by two operators.

The improvements implemented in all presses did not involve any financial investment despite other proposals that required some investment but which have not been implemented have been suggested. These proposals will also be presented in this dissertation.

Keywords Single Minute Exchange of Die (SMED), presses for sheet metal cutting, case study.

Índice

Índice de Figuras.....	xi
Índice de Tabelas	xiii
Siglas	xv
1. Introdução	1
2. Enquadramento Teórico	3
2.1. <i>Lean Manufacturing</i>	3
2.1.1. Sistema de Produção Toyota	4
2.1.2. <i>Lean Thinking</i>	6
2.1.3. Desperdícios	7
2.1.4. Ferramentas <i>Lean</i>	8
2.2. Metodologia SMED	10
2.2.1. Implementação da metodologia SMED	11
2.2.2. Vantagens e dificuldades do SMED	15
3. Caracterização da Empresa e do Processo Produtivo	17
3.1. A Empresa	17
3.2. Componentes de uma corrente	18
3.3. Análise às prensas	19
3.4. Processo produtivo das prensas	20
3.5. Análise à produção das prensas – 2013	25
3.6. Análise às mudanças de fabrico das prensas - 2013	26
3.7. Conclusões da análise às prensas.....	27
4. SMED nas Prensas	29
4.1. Integração na empresa.....	29
4.2. Análise preliminar às mudanças de fabrico.....	29
4.2.1. Divisão das mudanças de fabrico	31
4.3. Implementação da metodologia SMED no setor das prensas	31
4.3.1. Estudo da operação atual de <i>setup</i>	32
4.3.2. Propostas de melhoria	34
4.3.3. Desenvolvimento da sequência a testar com um operador	35
4.3.4. Desenvolvimento da sequência a testar com dois operadores.....	38
4.3.5. Carro SMED.....	41
4.3.6. Desenvolvimento dos modos operatórios	41
5. Análise e Discussão dos Resultados.....	45
5.1. Análise dos resultados obtidos com o SMED	45
5.1.1. Testes da sequência proposta com um operador	45
5.1.2. Testes da sequência proposta com dois operadores.....	48
5.2. Resultados gerais para o setor das prensas.....	51
5.3. Redução de movimentações com o SMED	53
5.4. Aumento de produção com o SMED	56

6. Conclusões	59
6.1. Conclusões e propostas para trabalhos futuros	59
6.2. Considerações finais	60
Referências Bibliográficas	63
Anexo I	65
Anexo II	66
Anexo III	67
Anexo IV	68
Anexo V	69
Anexo VI	70
Anexo VII	71
Anexo VIII	72
Anexo IX	73
Anexo X	74
Anexo XI	75
Anexo XII	76
Anexo XIII	77
Anexo XIV	78
Anexo XV	79
Anexo XVI	80
Anexo XVII	81
Anexo XVIII	82
Anexo XIX	83
Anexo XX	84
Anexo XXI	85
Anexo XXII	86
Anexo XXIII	87
Anexo XXIV	88
Anexo XXV	89
Anexo XXVI	90
Anexo XXVII	91
Anexo XXVIII	92
Anexo XXIX	93
Anexo XXX	94

Anexo XXXI	95
Anexo XXXII	96
Anexo XXXIII	97
Anexo XXXIV	98
Anexo XXXV	99
Anexo XXXVI	100
Anexo XXXVII	101
Anexo XXXVIII	102
Anexo XXXIX	103
Anexo XL	104
Anexo XLI	105
Anexo XLII	106
Anexo XLIII	107
Anexo XLIV	108
Anexo XLV	109
Anexo XLVI	110
Anexo XLVII	111
Anexo XLVIII	112
Anexo XLIX	113
Anexo L	114
Anexo LI	115

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – "Casa" do Sistema de Produção Toyota.....	4
Figura 2 – Ciclo PDCA.....	6
Figura 3 – Envolvimento de mais operadores na mudança de fabrico (Fonte: Freitas, 2012).	14
Figura 4 – Redução de tempo conseguida em cada uma das fases do SMED (Fonte: Freitas, 2012).....	16
Figura 5 – Correntes, rodas e cubos da SramPort.....	17
Figura 6 – Correntes fabricadas pela SramPort.....	18
Figura 7 – Componentes de uma corrente.....	19
Figura 8 – Desenrolador.....	20
Figura 9 – Endireitador.....	20
Figura 10 – Ferramenta de corte progressivo.....	21
Figura 11 – Placa interior e placa exterior.....	23
Figura 12 – Fita de aço.....	23
Figura 13 – Caixas e contentores onde são depositadas as placas.....	24
Figura 14 – Tapete magnético e contentor com a escumilha.....	24
Figura 15 – Produção em kg na PM3, P2H100 e PM2 em 2013.....	25
Figura 16 – Mudanças de fabrico realizadas na PM3, P2H100 e PM2 em 2013.....	26
Figura 17 – Tempos de mudança de fabrico da PM3 obtidos com as sequências propostas.	36
Figura 18 – Tempos de mudança de fabrico da PM2 obtidos com as sequências propostas.	37
Figura 19 – Tempos de mudança de fabrico da P2H100 obtidos com as sequências propostas.....	37
Figura 20 – Tempos de mudança de fabrico obtidos com as sequências propostas com dois operadores para a PM3.....	39
Figura 21 – Tempos de mudança de fabrico obtidos com as sequências propostas com dois operadores para a PM2.....	40
Figura 22 – Tempos de mudança de fabrico obtidos com as sequências propostas com dois operadores para a P2H100.....	40
Figura 23 – Carro SMED.....	41
Figura 24 – Modo operatório do grupo 4 da PM3.....	42

Figura 25 – Tempo da situação atual, tempo proposto e tempo observado no 1º Teste da proposta do grupo 4 da PM3.	46
Figura 26 – Tempo da situação atual, tempo proposto e tempo observado no 2º Teste da proposta do grupo 4 da PM3.	47
Figura 27 – Tempo da situação atual, tempo proposto e tempo observado no 3º Teste da proposta do grupo 3 da PM3.	48
Figura 28 – Tempo da situação atual, tempo proposto e tempo observado no 1º Teste da proposta com dois operadores do grupo 4 da PM3.....	49
Figura 29 – Tempo da situação atual, tempo proposto e tempo observado no 2º Teste da proposta com dois operadores do grupo 4 da PM3.....	50
Figura 30 – Tempo da situação atual, tempo proposto e tempo observado no 3º Teste da proposta com dois operadores do grupo 4 da PM3.....	51
Figura 31 – Movimentações atuais do operador numa mudança de fabrico do grupo 4 da PM3.....	53
Figura 32 – Movimentações do operador na sequência proposta para o grupo 4 da PM3..	54
Figura 33 – Movimentações dos dois operadores na sequência proposta para o grupo 4 da PM3.....	55
Figura 34 – Aumento de produção anual em kg da PM3 com as sequências propostas com um operador e com dois operadores.	56
Figura 35 – Aumento de produção anual em kg da PM2 com as sequências propostas com um operador e com dois operadores.	57
Figura 36 – Aumento de produção anual em kg da P2H100 com as sequências propostas com um operador e com dois operadores.....	58

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Operações efetuadas por cada módulo nas placas exteriores.....	22
Tabela 2 – Operações realizadas por cada módulo nas placas interiores.....	22
Tabela 3 – Descrição das principais operações da mudança de fabrico.	30
Tabela 4 – Tempos de mudança de fabrico atual para a PM3.....	33
Tabela 5 – Tempos de mudança de fabrico atual para a PM2.....	33
Tabela 6 – Tempos de mudança de fabrico atual para a P2H100.....	34
Tabela 7 – Redução proposta para a PM3.....	52
Tabela 8 – Redução proposta para a PM2.....	52
Tabela 9 – Redução proposta para a P2H100.....	52

SIGLAS

JIT – Just in Time

PDCA – Plan-Do-Check-Act

SAP – Sistemas, Aplicativos e Produtos

SMED – Single Minute Exchange of Die

TMC – Toyota Motors Company

TPM – Total Productive Maintenance

TPS – Toyota Production System

VSM – Value Stream Mapping

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito da dissertação do Mestrado de Engenharia e Gestão Industrial da Faculdade de Ciências e Tecnologia de Coimbra e tem como base o trabalho efetuado durante um estágio na SramPort que se dedica à produção e montagem de alguns componentes de bicicletas.

O estágio teve como principal objetivo implementar a ferramenta SMED no setor das prensas de corte de chapa para a produção de correntes de bicicleta da SramPort, de forma a reduzir o tempo de mudança de fabrico das prensas.

A forte competitividade da indústria leva as empresas a apostar cada vez mais na melhoria contínua dos seus processos através da utilização de ferramentas *lean*, que permitem a produção de lotes de pequena dimensão, a redução dos tempos de entrega e a redução ou eliminação de atividades que não acrescentam valor ao produto. Deste modo, o grande desafio da produção consiste na redução dos tempos de *setup* que pode ser conseguido através da implementação da metodologia *Single Minute Exchange of Die* (SMED) que é o objeto deste trabalho.

O capítulo 2 tem como objetivo fazer um enquadramento teórico expondo os princípios e conceitos que estão na base da filosofia *lean manufacturig*. Ainda neste capítulo são caracterizadas as diferentes ferramentas e metodologias *lean*, focando em particular a metodologia SMED.

No capítulo 3 é apresentada a história da SramPort e são analisados os constituintes das correntes, as prensas e o processo produtivo das prensas da empresa.

O capítulo 4 expõe todo o trabalho que foi realizado ao longo do estágio, desde a análise preliminar às mudanças de fabrico até à forma como as propostas de melhoria foram implementadas.

No capítulo 5 são mostrados os resultados obtidos nos vários testes realizados, a redução das movimentações e o ganho de produção obtido com as propostas implementadas.

O capítulo 6 tem como principal objetivo avaliar o cumprimento dos objetivos, propor sugestões para futuros trabalhos e identificar as dificuldades encontradas ao longo do desenvolvimento da dissertação.

2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Este capítulo tem como objetivo estudar os principais conceitos e princípios associados à filosofia *lean manufacturing* que serão abordados ao longo desta dissertação. Entre esses conceitos está a metodologia *Single Minute Exchange of Die* (SMED) que será analisada em pormenor uma vez que serviu de base ao trabalho realizado na empresa.

2.1. *Lean Manufacturing*

O termo *lean manufacturing* é recente no entanto, os seus princípios não são novos tendo já sido expostos em trabalhos pioneiros de vários autores tais como Benjamin Franklin, Taylor e Henry Ford. Os seus trabalhos descrevem metodologias que permitem identificar, controlar e eliminar os desperdícios através de técnicas como a padronização do trabalho e a implementação das linhas de produção e da produção em massa. Estes princípios serviram de base para o nascimento da filosofia *lean*.

Em 1950, a grande reputação da fábrica de automóveis da Ford levou a que uma equipa de engenheiros japoneses da *Toyota Motor Company* (TMC) visitasse a Ford com o objetivo de estudar a produção em massa e aplicá-la na Toyota. No entanto, as enormes dificuldades vividas no Japão após a Segunda Guerra Mundial e a escassez de recursos impossibilitaram a implementação da produção em massa na Toyota.

Perante estas dificuldades e de forma a tornar a TMC mais competitiva a nível global, dois dos seus engenheiros, 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 Toyota de Produção tem sido aumentar a eficiência da produção pela eliminação consistente e completa dos desperdícios*”.

Depois da crise do petróleo de 1973, o rápido crescimento da economia japonesa parou e muitas empresas atravessavam profundas crises no entanto, a TMC apesar da redução dos seus lucros apresentava ganhos superiores às outras empresas. A crescente reputação do TPS na indústria automóvel fez com que ocorresse o fenómeno contrário ao sucedido inicialmente, agora com os Norte Americanos a visitarem a Toyota para estudarem os seus métodos (Ghinato, 2000).

Mais tarde, o estudo do sistema de produção desenvolvido na Toyota dá origem ao livro “The Machine That Changed the World” de James P.Womack, Daniel Ross e Daniel T.Jones (1990), onde surge pela primeira vez o termo *lean manufacturing*. Desde então, a filosofia *lean* ganhou notoriedade e expandiu-se por todo o mundo em diferentes setores da indústria sendo cada vez mais considerada como fundamental na sustentabilidade das organizações.

2.1.1. Sistema de Produção Toyota

O sistema de produção da Toyota é um sistema integrado em que todos os elementos da organização devem trabalhar em conjunto de modo a otimizar os processos, eliminar os desperdícios e produzir produtos que satisfaçam as necessidades dos clientes mantendo sempre a elevada qualidade.

O TPS pode ser representado como uma “casa” (Figura 1) que se divide em vários compartimentos com funções que se relacionam entre si. Existem várias versões deste modelo no entanto, todas elas têm em comum o teto, onde estão os principais objetivos que consistem em melhor qualidade, menor custo e menor *lead time* (tempo decorrido entre o momento em que o cliente faz a encomenda e o instante em que a recebe), a base, onde está a estabilidade operacional, e os dois grandes pilares que suportam toda a estrutura, o *Just-In-Time* e o *Jidoka*.

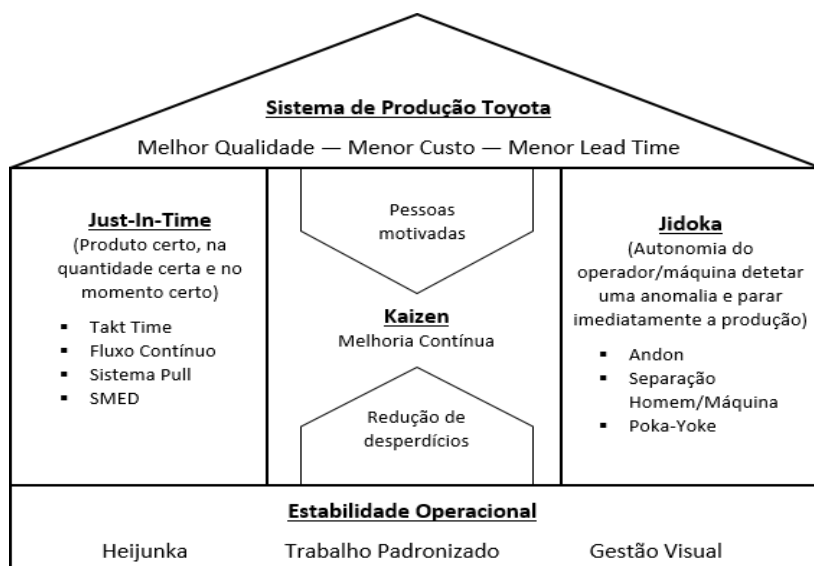


Figura 1 – "Casa" do Sistema de Produção Toyota.

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

O JIT consiste em fabricar o produto certo, no momento certo e na quantidade certa. Portanto, em cada fase do processo são produzidas apenas as peças necessárias para a fase seguinte na quantidade e no momento exatos. Este sistema permite responder de forma rápida e flexível à procura do mercado reduzindo ou eliminando os *stocks*.

2. *Jidoka*

O *jidoka* é outro pilar da “casa” do TPS e teve origem na automação da máquina de tear fabricada por Sakichi Toyoda, fundador da Toyoda Automatic Loom Works. O *jidoka* consiste na autonomia de um equipamento para parar a produção quando é detetada alguma anormalidade impedindo assim a propagação de defeitos. Deste modo, não é necessário ter um trabalhador a controlar permanentemente a máquina sendo apenas necessária a sua intervenção no caso de a máquina parar, o que permite aumentar a produtividade.

3. *Kaizen*

A designação *kaizen* surgiu no Japão através do professor Masaaki Imai presidente do Instituto Kaizen. De acordo com Imai (1997), o *kaizen* consiste na procura permanente de oportunidades de melhoria, o que apenas é possível quando todas as pessoas de uma organização estão envolvidas. Segundo este autor, o *kaizen* permite eliminar os desperdícios de forma sensata utilizando soluções baratas que advém da motivação e criatividade das pessoas para melhorar os seus processos de trabalho sempre com o foco na procura da melhoria contínua.

Uma das fases mais importantes na implementação *kaizen* consiste na utilização do ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) da Figura 2, a sua estrutura rotativa permite identificar continuamente oportunidades de melhoria. Este ciclo foi desenvolvido por Walter Sewhart mas, só mais tarde é que foi divulgado por W.W.Deming como um método de auxílio na resolução de problemas e tomada de decisões.



Figura 2 – Ciclo PDCA.

Na fase *Plan* (Planear) são analisados os problemas e as suas causas, e são definidos os objetivos a alcançar. Uma pessoa fica responsável pela execução e pela conclusão das ações de melhoria estabelecidas nesta etapa.

Na fase seguinte, *Do* (Executar), colocam-se em prática os planos definidos na fase anterior. É importante que todas as pessoas sejam envolvidas de forma a assegurar que os planos estabelecidos correm de acordo com o planeado e que os dados necessários à avaliação das ações tomadas são registados.

De seguida, na fase *Check* (Verificar) analisam-se os resultados obtidos comparando o realizado com o planeado.

Posteriormente, na fase *Act* (Agir) padronizam-se as medidas tomadas ou são estabelecidos novos objetivos, tendo em conta os resultados obtidos na fase anterior.

2.1.2. *Lean Thinking*

A aceitação mundial do conceito *lean manufacturing* levou a que, mais tarde, este fosse aplicado a outros setores para além da indústria evoluindo assim para *lean thinking*.

O termo *lean thinking* foi utilizado pela primeira vez no livro “Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation” de James Womack e Daniel Jones (1996) como conceito de liderança e gestão empresarial. No livro os seus autores identificam cinco princípios do *lean thinking*:

1. Valor – a definição de valor de um produto ou serviço deve ser feita com base nas necessidades e expectativas dos clientes. Segundo Hines e Taylor (2000), geralmente, apenas 5% das atividades industriais adicionam valor, 35% são atividades necessárias mas que não adicionam valor ao produto final e as restantes são desperdício. Todas as atividades que não acrescentam valor devem ser eliminadas;

2. Cadeia de valor – devem ser definidas todas as fases necessárias para fabricar um produto, desde a encomenda até à entrega ao cliente sem gerar desperdícios. A identificação da cadeia de valor permite detetar desperdícios e implementar medidas que os eliminem;

3. Fluxo contínuo – a garantia de um fluxo contínuo de materiais e informação permite que as atividades que adicionam valor ao produto ocorram sem interrupções ou esperas. Desta forma reduz-se o *stock* de produtos em fabrico, o *lead time* e os defeitos são detetados rapidamente;

4. Sistema pull – produção de produtos por encomenda do cliente. O cliente puxa o produto que deseja em vez de a empresa empurrar produtos na direção do cliente que muitas vezes este não necessita;

5. Perfeição – procurar constantemente a melhoria contínua através da eliminação ou redução dos custos, erros e *stocks*.

2.1.3. Desperdícios

Desperdício é toda a atividade que consome recursos mas não acrescenta valor ao produto final na perspetiva do cliente. Deste modo, para uma empresa aumentar a sua competitividade deve pedir um valor adequado pelos seus produtos e reduzir ao máximo os desperdícios verificados ao longo da cadeia de valor dos seus produtos. Os sete tipos de desperdícios identificados por Taiichi Ohno e Shigeo Shingo são:

- **Excesso de produção** – produzir antes que o produto seja necessário ou em maior quantidade do que aquilo que é vendido. O excesso de produção obriga à existência de *stocks*, que corresponde a um outro tipo de desperdício;
- **Espera** – período de tempo em que a produção está parada à espera de material, documentos ou máquinas. Este tipo de desperdício surge quando ocorrem avarias de máquinas, mudança de ferramentas, quando dois processos

dependentes não estão sincronizados, entre outros. Isto leva a um aumento do *lead time*;

- **Transporte** – o transporte desnecessário de materiais, máquinas ou pessoas tem como principais causas um *layout* fabril ineficiente, a grande dimensão dos equipamentos ou a produção em lotes que exige frequentemente o seu transporte de um processo para outro. Caso não seja possível eliminar este desperdício deve-se tentar minimizar ao máximo as distâncias percorridas;
- **Processamento** – executar mais operações do que aquelas que são necessárias e pelas quais os clientes não estão dispostos a pagar. São exemplos deste desperdício especificações de qualidade mais rigorosas do que o necessário e, a utilização incorreta de máquinas, entre outros;
- **Stock** – o *stock* não acrescenta valor ao produto portanto, matéria-prima, produtos em fabrico ou produtos acabados acima da quantidade necessária é desperdício. Tem como principais causas o excesso de produção e as operações de processamento desnecessárias. Implica a necessidade de espaço de armazenamento e de recursos para o seu controlo e gestão. Este desperdício afeta negativamente o fluxo contínuo do processo produtivo;
- **Movimentação** – movimentos desnecessários executados por trabalhadores ou por equipamentos que não adicionam valor ao produto. Este desperdício está diretamente ligado a um *layout* deficiente ou à localização das ferramentas longe do local onde elas são necessárias;
- **Defeitos** – inconformidades que surgem nos produtos e que implicam a utilização de materiais ou mão-de-obra para a sua reparação ou reprocessamento. Este tipo de desperdício reduz a produtividade e aumenta os custos de produção.

2.1.4. Ferramentas *Lean*

A reputação do TPS levou muitas organizações a tentarem aprendê-lo verificando-se a existência de várias ferramentas e métodos nunca antes observados. Algumas das metodologias e ferramentas que mostram como implementar, manter e melhorar a filosofia *lean* numa empresa são:

- **Kanban** – palavra japonesa que significa etiqueta ou marca. O funcionamento da metodologia *kanban* baseia-se na circulação de etiquetas permitindo assim o controlo do fluxo de materiais, pessoas e informação. As etiquetas *kanban* informam os trabalhadores sobre quando, quanto e o que produzir num determinado posto de trabalho, o que significa que um posto de trabalho a montante só produz aquilo que lhe é solicitado pelo posto de trabalho a jusante. Para além de controlar as operações, o *kanban* permite disciplinar o sistema *pull* evitando o excesso de produção, o que se traduz numa redução dos *stocks*;
- **Total Productive Maintenance (TPM)** – método de gestão de equipamentos com o objetivo de atingir a máxima eficiência através da colaboração dos trabalhadores. Neste método, o operador de produção que utiliza um determinado equipamento fica responsável pela manutenção básica desse equipamento. As suas principais vantagens são a redução de produtos defeituosos, o aumento da disponibilidade das máquinas e, conseqüentemente, o aumento da produtividade, a redução dos custos de manutenção e a libertação da equipa de manutenção para a realização de operações de prevenção;
- **Heijunka (Nivelamento da Produção)** – consiste na produção de pequenos lotes de vários produtos na mesma linha com o objetivo de amortecer as irregularidades da procura prevenindo o excesso de *stock* e garantindo um fluxo contínuo. Este método permite a produção diária de quantidades similares de modo a assegurar a satisfação da procura;
- **Value Stream Mapping (VSM)** – ferramenta que permite desenhar um mapa de fluxo de valor considerando o percurso da cadeia de valor, desde os fornecedores da matéria-prima até à entrega do produto ao cliente. Através da utilização desta metodologia é possível identificar e desenhar os fluxos de informação, de processos e de materiais, permitindo assim detetar desperdícios e gerar soluções para os eliminar;
- **5S** – ferramenta que permite eliminar a sujidade e garantir as condições necessárias para trabalhar promovendo ambientes de trabalho organizados, funcionais e seguros. Deste modo, aumenta-se a eficiência do trabalho e a motivação dos trabalhadores. A designação 5S tem origem em cinco palavras japonesas que são os pilares desta ferramenta (Hirano,1993): *seiri* (seleção),

seiton (organização), *seiso* (limpeza), *seiketsu* (normalização), *shitsuke* (autodisciplina). Um sexto S começa a emergir nas empresas, que se refere à segurança e que não pode ser dissociado dos restantes nem das atividades da empresa;

- ***Poka-Yoke*** – ferramenta de melhoria de processos de produção baseado na deteção de erros através da utilização de sistemas anti-erro, com o objetivo de eliminar todas as causas potenciais de erros. O *poka-yoke* é simples, prático e económico não funcionando quando a sua aplicação se torna demasiado complexa. A eliminação de potenciais causas de erros e a diminuição de produtos defeituosos reduz os custos de avaliação e controlo de qualidade;
- **Padronização do trabalho** – consiste na elaboração de instruções de trabalho considerando a forma mais eficaz e mais segura de o executar. As instruções de trabalho permitem uma maior disciplina e eficiência na realização das atividades reduzindo improvisações e erros, e contribuindo para o fluxo contínuo da produção;
- **Gestão visual** – inclui ferramentas visuais simples como, por exemplo, quadros de exposição que permitem informar todos os trabalhadores sobre o trabalho que deve ser realizado, a utilização correta dos materiais e ferramentas, onde devem ser guardados todos os materiais e documentos, os níveis de controlo do inventário, o progresso de todos os processos em curso, áreas perigosas, pontos de referência ou zonas importantes, entre outros. A gestão visual melhora a gestão dos *stocks* e permite identificar os desvios entre o planeado e o executado, possibilitando a tomada de ações corretivas.

2.2. Metodologia SMED

O SMED é a ferramenta mais conhecida para reduzir o tempo de *setup* de equipamentos. O *setup* ou *changeover* compreende um conjunto de operações para preparar os equipamentos para fabricar o produto que seguinte, tais como, substituição de peças ou moldes, ajustes, limpeza. O tempo de *setup* corresponde ao tempo decorrido entre a produção da última peça boa até à primeira peça boa do produto seguinte.

Segundo Shingo, a metodologia SMED foi desenvolvida em três etapas, uma etapa inicial que teve lugar na Mazda Toyo Kogyo em Hiroshima em 1950, cujo principal

objetivo era aumentar a produtividade das prensas. Nesta fase Shingo observou a forma como a troca das ferramentas de uma das prensas era realizada, o que lhe permitiu identificar dois tipos de *setup*:

- *setup interno* que corresponde ao conjunto de atividades que só podem ser efetuadas com a máquina parada como, por exemplo, trocar uma ferramenta de uma prensa ou o molde de uma máquina de injeção;
- *setup externo* engloba todas as operações que podem ser realizadas com o equipamento em funcionamento antes de ele parar ou depois do *setup* terminar como, por exemplo, ir buscar ferramentas ou documentos.

A separação das atividades de *setup* interno das atividades de *setup* externo permitiu aumentar a produtividade da prensa em cerca de 50%.

A segunda etapa decorreu na Mitsubishi Heavy Industries também situada em Hiroshima em 1957, onde foram duplicadas as ferramentas levando a um aumento da produção de cerca de 40%. No entanto, esta etapa não contribuiu de forma direta para o progresso da metodologia.

Por último, a terceira etapa ocorreu em 1969 na Toyota Motors Company onde numa primeira fase Shingo conseguiu reduzir o tempo de *setup* de uma prensa de 1000 toneladas de quatro horas para noventa minutos. Com o objetivo de reduzir ainda mais este tempo Shingo transformou atividades de *setup* interno em atividades de *setup* externo, o que permitiu reduzir o tempo de paragem da prensa para apenas três minutos. Mais tarde, esta metodologia foi aplicada em todas as fábricas da Toyota e continua a evoluir sendo considerada uma das ferramentas mais importantes do TPS.

2.2.1. Implementação da metodologia SMED

É importante para a eficácia da implementação desta metodologia que todos os trabalhadores sejam envolvidos no processo direta ou indiretamente, desde a administração até aos operadores fabris.

A aplicação desta ferramenta numa organização deve seguir um conjunto de etapas no entanto, não existe um consenso entre os vários autores relativamente ao número de fases mas, os seus princípios são unânimes. A metodologia SMED pode ser implementada seguindo as etapas que se descrevem a seguir.

2.2.1.1. Estudo da operação atual de *setup*

Nesta fase inicial estuda-se de forma detalhada como a operação atual de *setup* é realizada. A avaliação da forma como a mudança de ferramenta é executada pode ser efetuada recorrendo ao seu registo através de uma câmara de filmar, sendo importante seguir e filmar individualmente cada um dos trabalhadores envolvidos na sua execução. Os trabalhadores devem ser informados previamente por que razão e com que objetivo estão a ser seguidos e filmados.

Após a análise das imagens registadas procede-se à sua decomposição em tempos, sequência de processos e deslocações realizadas pelos trabalhadores. A decomposição de processos ou operações facilita a identificação de movimentos inúteis que devem ser eliminados economizando-se assim tempo e esforço.

O registo das imagens possibilita também a criação de gráficos de atividade, gráficos homem máquina e gráficos máquina processo, permitindo assim uma melhor identificação de tempos mortos do processo e do homem.

2.2.1.2. Separação das atividades internas das atividades externas

Após a decomposição da sequência de processos ou atividades de *setup* identificam-se e separam-se as atividades de *setup* interno das atividades de *setup* externo, procurando eliminar operações internas ou externas desnecessárias.

Não sendo possível eliminar as atividades externas estas devem ser realizadas antes da efetiva mudança de ferramenta. Caso não seja viável a eliminação das atividades internas estas devem ser executadas no momento exato em que se procede à paragem da máquina.

A simples separação e otimização das atividades internas e das atividades externas sem a modificação da operação de *setup* pode permitir reduzir em 30% o tempo de *setup*.

2.2.1.3. Transformação das atividades internas em atividades externas

Uma vez que a distinção entre atividades internas e externas pode não ser suficiente para reduzir o tempo de *setup* deve-se procurar transformar as tarefas internas em tarefas externas. Esta é a fase mais importante deste método, pois é nesta etapa que se implementam as mudanças necessárias à melhoria da operação de *setup*. Isto só é possível após uma análise exaustiva dos elementos recolhidos permitindo verificar se existem

atividades de *setup* interno que podem ser convertidas em atividades de *setup* externo. As atividades internas que podem ser convertidas devem então ser transformadas em atividades externas. Assim, operações como pré-montagens, regulações prévias e pré-aquecimento passam a ser efetuadas com a máquina ainda em funcionamento.

É extremamente importante a boa preparação das operações internas e das operações externas. Ao nível do *setup* externo deve-se preparar as ferramentas previamente assim como, reduzir o número de ferramentas utilizadas, padronizar os sistemas de fixação e gerir da melhor forma a utilização das ferramentas após a conclusão desta operação. No caso do *setup* interno é importante equilibrar as cargas de trabalho e as competências dos trabalhadores envolvidos.

2.2.1.4. Otimização das atividades internas

Esta fase consiste em simplificar, otimizar e padronizar todas as atividades de *setup* interno. As peças e outros elementos que devem ser substituídos durante estas atividades devem ser estandardizados em forma e tamanho permitindo a sua fácil e rápida inserção ou remoção.

Outra medida a implementar que permite a simplificação das atividades internas é a utilização de fixações que podem ser apertados ou soltos num só movimento.

A eliminação ou redução de ajustes e afinações através da utilização de sistemas anti-erro, tais como, desenhos ou guias permite reduzir o tempo de *setup* e a ocorrência de erros.

Caso seja necessário e existam recursos humanos disponíveis deve-se envolver mais elementos na realização das atividades internas, permitindo assim a execução de várias operações em paralelo. A execução de tarefas em paralelo reduz o tempo de *setup* do equipamento e as movimentações necessárias como se pode ver na Figura 3.

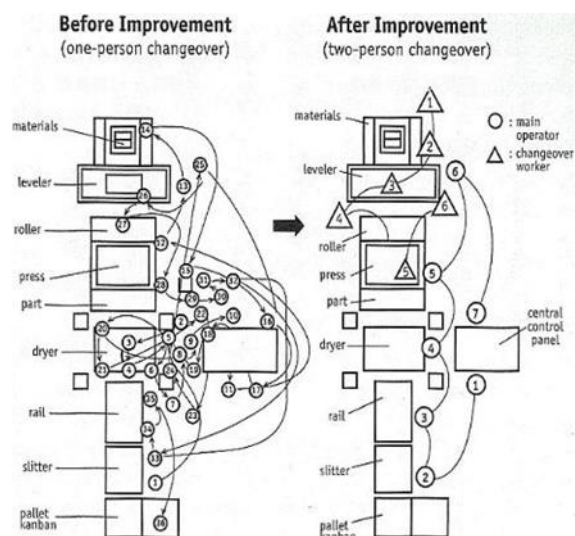


Figura 3 – Envolvimento de mais operadores na mudança de fábrica (Fonte: Freitas, 2012).

2.2.1.5. Otimização das atividades externas

O tempo necessário para a realização das atividades de *setup* externo pode ser reduzido significativamente através do melhor armazenamento, posicionamento e transporte das ferramentas, materiais e documentos necessários à execução destas atividades. Portanto, deve-se procurar guardar os materiais necessários à realização do *setup* junto das máquinas.

A melhoria da manutibilidade dos equipamentos ao nível do projeto permite facilitar a execução das operações de manutenção.

O estabelecimento de regras ou instruções de trabalho permite padronizar os métodos reduzindo o tempo de *setup*.

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

Após a implementação do método SMED seguindo as etapas referidas acima, e de forma a padronizar e disciplinar a execução da operação de *setup*, deve-se documentar os procedimentos de *setup* através da elaboração de *check-lists* ou instruções de trabalho. Estes documentos para além de conter os passos a seguir na operação de *setup* de determinado equipamento, também devem conter outras informações, tais como, material necessário, as verificações prévias a realizar, o transporte do material necessário antes do início da operação de *setup*, a indicação dos pontos de referência para os ajustes, fotos e desenhos detalhando as instruções, o tempo estimado, entre outras.

Estas instruções devem ser claras e de fácil compreensão utilizando, por exemplo, sistemas visuais não descorando a necessidade de formação do trabalhador responsável por executá-las. É importante que todos os documentos se mantenham sempre atualizados.

2.2.2. Vantagens e dificuldades do SMED

Segundo Shingo (2000), a troca rápida de ferramentas permite implementar a produção JIT, o que pode ser verificado pelas principais vantagens que este método proporciona que são:

- Diminuição dos tempos de *setup*, o que leva à produção de lotes mais pequenos e menor *lead time*;
- Redução de *stocks*;
- Aumento da flexibilidade, resultando numa maior capacidade de resposta às necessidades dos clientes;
- Aumento da disponibilidade dos equipamentos e de mão-de-obra;
- Aumento da produtividade;
- Melhoria da qualidade dos produtos ou serviços;
- Redução de estrangulamentos;
- Melhor balanceamento das linhas de produção;
- Melhorar os equipamentos evitando comprar novas máquinas.

No entanto, a implementação do SMED também apresenta dificuldades inerentes a qualquer tipo de indústria como:

- A falta de conhecimento;
- A falta de técnicos disponíveis;
- A falta de tempo;
- Optar por atacar os efeitos em vez das causas.

Na Figura 4 encontra-se representado um esquema que permite verificar a influência de cada uma das fases da implementação na redução do tempo de *setup*.

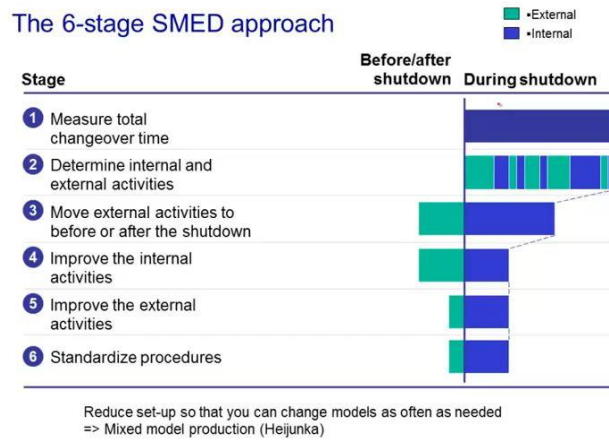


Figura 4 – Redução de tempo conseguida em cada uma das fases do SMED (Fonte: Freitas, 2012).

3. CARATERIZAÇÃO DA EMPRESA E DO PROCESSO PRODUTIVO

Neste capítulo será apresentada a empresa em que decorreu este trabalho começando com uma breve descrição da história, das instalações e dos produtos da SramPort. Posteriormente, será analisado o processo produtivo das prensas e serão estudadas as prensas e os seus registos de produção e de mudanças de fabrico.

3.1. A Empresa

Em 1968 a SramPort foi fundada com o nome Transmecca, Transmissões Mecânicas, Lda., 50% do capital pertencia à Peugeot e os outros 50% pertenciam a Armando Simões. Mais tarde, em 1980, o grupo Peugeot adquiriu a totalidade da empresa e, em 1987, a empresa foi comprada pelo grupo F&S (Mannesman). Posteriormente, em 1997, a Transmecca foi adquirida pelo grupo americano SRAM e a sua designação social foi alterada para SramPort. A empresa foi reestruturada, levando à cessação da produção de correntes de automóvel apostando assim na fabricação de componentes para a indústria de duas rodas.

Atualmente, a SramPort é um dos maiores fabricantes de correntes para bicicletas, dedicando-se também à montagem de rodas e cubos (Figura 5).



Figura 5 – Correntes, rodas e cubos da SramPort.

As vendas da SramPort são orientadas sobretudo para a exportação, nomeadamente, para a Europa, Estados Unidos e Ásia.

A empresa, com sede na Zona Industrial da Pedrulha, em Coimbra, conta com a colaboração de cerca de 105 efetivos distribuídos pelos vários departamentos.

A SramPort é a primeira empresa do grupo SRAM a ser certificada ao nível do ambiente, tendo também implementado um Sistema de Gestão da Qualidade e Ambiente (SGQA) com base nas diretivas gerais do grupo SRAM descritas no “SRAM Corporate Quality Manual”, na norma NP EN ISO 14001:2004 e na norma NP EN ISO 9001:2008.

A SramPort utiliza um sistema de gestão SAP que permite acompanhar todo o processo de produção e todas as atividades dos vários departamentos da empresa.

3.2. Componentes de uma corrente

Uma vez que o trabalho tem como objetivo a redução do tempo de fabrico das prensas de corte de chapa para produção de correntes, apenas estas serão estudadas em pormenor. Atualmente, a SramPort fabrica correntes de uma, sete, oito, nove, dez e onze velocidades (Figura 6).

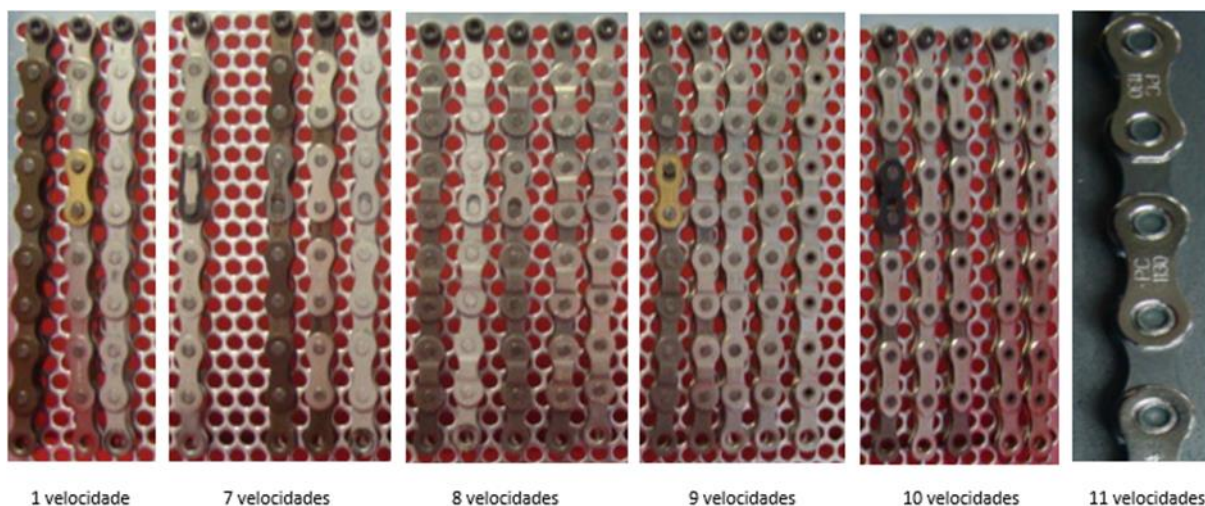


Figura 6 – Correntes fabricadas pela SramPort.

Como se pode verificar pela Figura 6, a SramPort produz 6 grupos diferentes de correntes. As correntes dos vários grupos possuem características que as diferenciam, tais como a qualidade que conferem ao utilizador, o peso e o tipo de tratamento a que foram sujeitas. Apesar disso, todas as correntes são constituídas pelos mesmos componentes: placas interiores, placas exteriores, eixos e rolos (Figura 7).

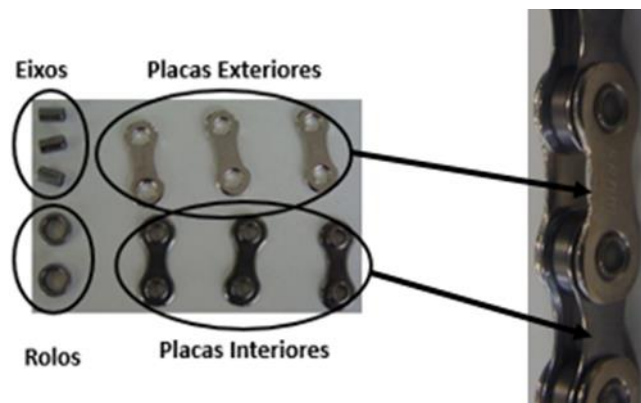


Figura 7 – Componentes de uma corrente.

Os diferentes modelos de correntes existentes apresentam pequenas diferenças nos seus componentes, algumas podem ter as placas interiores ou exteriores bariadas ou niqueladas, os eixos podem ser furados ou não, e as próprias dimensões também variam.

3.3. Análise às prensas

No sector das prensas de corte de chapa da SramPort existem cinco prensas diferentes no entanto, optou-se por implementar o SMED em apenas três que são as prensas que cortam placas interiores e placas exteriores. Como já foi referido anteriormente, a SramPort produz vários tipos de correntes pelo que, se torna essencial analisar quais as placas cortadas em cada prensa uma vez que, nem todas as prensas estão habilitadas para produzir todo o tipo de placas. Da análise efetuada às três prensas conclui-se que, atualmente, existe uma clara distinção das placas cortadas em cada prensa:

- A prensa MINSTER PM3 é exclusivamente dedicada à produção de placas interiores para todos os modelos de correntes;
- A prensa MINSTER PM2 corta placas exteriores para correntes de 8 ou 9 velocidades;
- A prensa MINSTER P2H100 corta placas exteriores para correntes de 10 ou 11 velocidades.

A prensa MINSTER PM2 também está habilitada para produzir placas exteriores para correntes de 10 ou 11 velocidades. A prensa MINSTER P2H100 também é capaz de produzir placas exteriores para correntes de 8 ou 9 velocidades e placas interiores para todos os modelos de correntes.

3.4. Processo produtivo das prensas

As três prensas, objeto deste trabalho, que cortam as placas para todos os modelos de correntes são todas da marca MINSTER mas apresentam características diferentes entre si tais como a tonelagem, a velocidade de corte ou as dimensões. Apesar disso, o processo produtivo das prensas é semelhante e inicia-se com o desenrolar de rolos de aço laminado em forma de fita através de um desenrolador (Figura 8).



Figura 8 – Desenrolador.

Após o desenrolar da fita ela passa por um endireitador (Figura 9). O endireitador é constituído por um sistema de rolos que elimina qualquer curvatura que a fita possa ter.



Figura 9 – Endireitador.

De seguida, a fita passa pelo alimentador da prensa. O alimentador controla o avanço da fita dentro da ferramenta de corte progressivo. A fita de aço entra então na ferramenta (Figura 10), que é constituída por uma carcaça com quatro módulos que sobe e desce a velocidades que vão desde os 300 até aos 400 golpes por minuto (gpm), dependendo da prensa.



Figura 10 – Ferramenta de corte progressivo.

Cada módulo executa operações na fita de aço. As operações efetuadas por cada módulo na fita de aço variam consoante se está a produzir placas interiores ou placas exteriores. As mudanças de fabrico podem implicar a substituição de um, dois, três ou quatro módulos ou, simplesmente, a mudança do aço dependendo do modelo da placa a produzir. A sequência de operações executada pelos módulos na produção de placas exteriores encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1 – Operações efetuadas por cada módulo nas placas exteriores.

Módulo	Descrição
1	Furação em estrela e furação de pilotagem em simultâneo
	Ajourage (corte inicial)
2	Bisutagem central
	Bisutagem na bola
3	Marcação central
4	Pré-furação
	Caixa
	Furação final
	Corte final

No caso da produção de placas interiores, as operações realizadas por cada módulo na fita de aço são diferentes das efetuadas na produção de placas exteriores, a sua sequência encontra-se descrita na Tabela 2.

Tabela 2 – Operações realizadas por cada módulo nas placas interiores.

Módulo	Descrição
1	Furação em estrela, furação de pilotagem e marcação em simultâneo
	Ajourage (corte inicial)
2	Bisutagem
3	Pré-furação
	Preparação do canhão
	Conformação do canhão
	Rebarbar do canhão
	Calibração do canhão
4	Corte final

De forma a perceber melhor as operações executadas pelos módulos nas placas, encontram-se esquematizadas a seguir na Figura 11 uma placa interior e uma placa exterior com a identificação dessas operações.

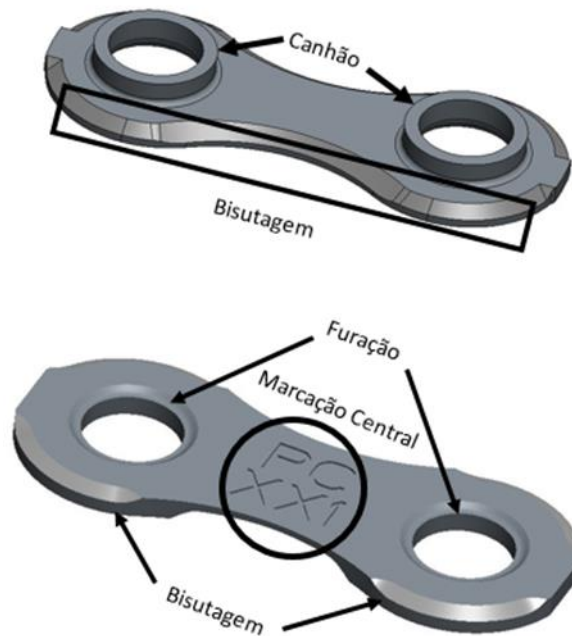


Figura 11 – Placa interior e placa exterior.

Dentro da prensa, a fita de aço vai avançando e cada módulo realiza a sua operação sobre a fita. Na Figura 12 estão identificadas as áreas de trabalho dos quatro módulos na fita de aço para a produção de placas exteriores.

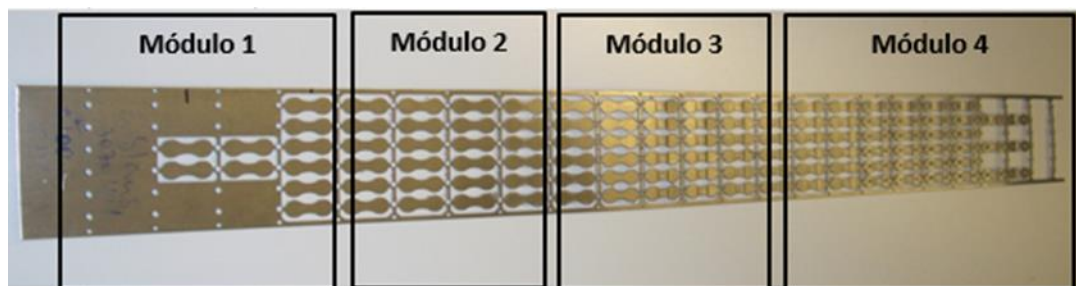


Figura 12 – Fita de aço.

No fim, as placas cortadas caem num tapete que as vai depositar em caixas (Figura 13). Após o enchimento de uma caixa, as placas dessa caixa são sujeitas a um controlo de qualidade feito pelo operador. O operador retira uma amostra de placas e verifica várias especificações tais como a sua espessura, o diâmetro do furo, a bisutagem. Caso as placas estejam conforme as especificações, as caixas são despejadas em

contentores. Após o fim do lote, os contentores seguem para a bariagem e secagem. Se as placas não estiverem conforme as especificações a caixa de placas vai para a sucata.



Figura 13 – Caixas e contentores onde são depositadas as placas.

A escumilha (material que resta da fita de aço após a realização de todas as operações dos módulos e a separação final da placa) cai para um tapete magnético que a deposita num contentor. Após o enchimento do contentor, esta escumilha também vai para a sucata (Figura 14).



Figura 14 – Tapete magnético e contentor com a escumilha.

3.5. Análise à produção das prensas – 2013

Para determinar qual é a prensa prioritária e, portanto, aquela pela qual o estudo deve ser iniciado optou-se por estudar a produção anual de cada prensa uma vez que, as prensas possuem características diferentes entre si e em cada prensa são cortadas diferentes placas. Para tal, recorreu-se aos registos da produção mensal de cada prensa do ano de 2013. Ao analisar e estudar estes registos foi possível observar que haviam placas que não constavam neles isto porque, essas placas apenas começaram a ser produzidas este ano.

Na Figura 15 consta a produção em kg de cada prensa no ano 2013 que resultou do somatório da produção mensal registada de cada placa produzida em cada prensa.

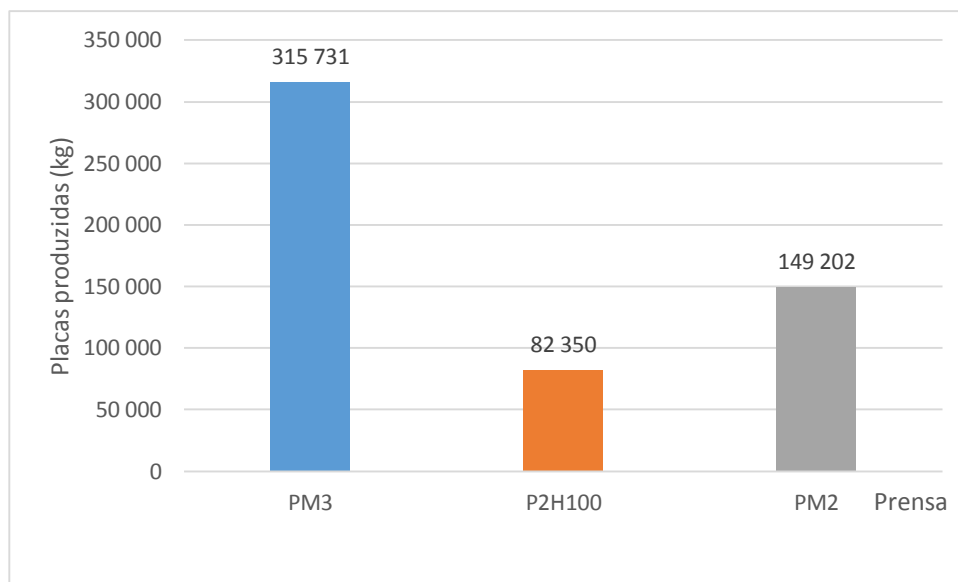


Figura 15 – Produção em kg na PM3, P2H100 e PM2 em 2013.

Analisando a Figura 15 pode-se concluir que a prensa que produziu mais placas no ano de 2013 foi a prensa PM3, cuja produção chegou quase às 316 toneladas, mais do dobro da produção da PM2 que cortou cerca de 149 toneladas de placas, e quase quatro vezes mais da produção da P2H100 que cortou cerca de 82 toneladas de placas.

A SramPort trabalha com *stock* nulo produzindo apenas aquilo que já está vendido estando a produção dependente das encomendas dos clientes deste modo, todas as placas produzidas em 2013 foram, provavelmente, comercializadas.

3.6. Análise às mudanças de fabrico das prensas - 2013

Para além da análise da produção do ano de 2013 das prensas, também se considerou necessário estudar as mudanças de fabrico realizadas em cada uma das prensas. Esta informação também permitirá saber o número médio de mudanças de fabrico em cada prensa e, conseqüentemente, qual o ganho em produção expetável com o SMED.

As mudanças de fabrico realizadas em cada uma das prensas são registadas diariamente pelos operadores das prensas em papel. Após a contabilização e somatório das mudanças de fabrico foi possível obter o número de mudanças de fabrico que ocorreram em 2013 em cada prensa.

O número de mudanças de fabrico realizadas em cada uma das prensas no ano de 2013 encontra-se representado na Figura 16.

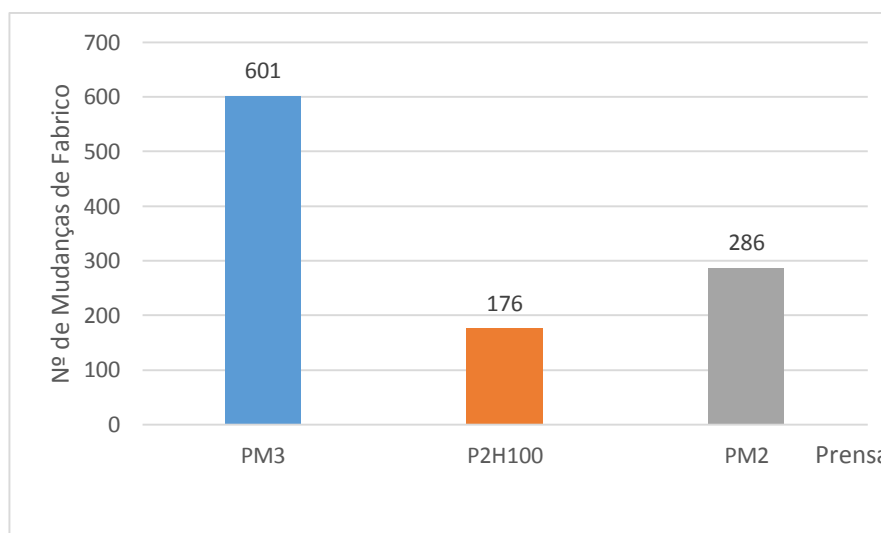


Figura 16 – Mudanças de fabrico realizadas na PM3, P2H100 e PM2 em 2013.

De acordo com a Figura 16, a prensa em que se realizaram mais mudanças de fabrico em 2013 foi a prensa PM3, nesta prensa foram registadas 601 mudanças quase seis vezes mais que o número de mudanças realizadas na P2H100 e quase três vezes mais do que as mudanças de fabrico registadas na PM2. As mudanças de fabrico da PM3 representam quase 57% do total de mudanças de fabrico, sendo que as mudanças da P2H100 e da PM2 correspondem, respetivamente, a cerca de 17% e 27% do total de mudanças de fabrico registadas.

3.7. Conclusões da análise às prensas

A análise ao processo produtivo, à produção e às mudanças de fabrico de 2013 das três prensas em estudo permitiu perceber qual a prensa que apresenta maior fluxo de produção e qual a prensa em que foram realizadas mais mudanças de fabrico.

Das análises efetuadas conclui-se que a prensa que apresenta maior produção de placas em kg é a prensa PM3. Esta prensa também é aquela onde ocorrem mais mudanças de fabrico anualmente. A seguir à PM3, a prensa com maior produção e onde são realizadas mais mudanças de fabrico é a PM2 sendo a P2H100 a prensa que produz menos e onde ocorrem menos mudanças de fabrico.

Uma vez que a PM3 é totalmente dedicada à produção de placas interiores e é a única atualmente a produzir estas placas, era de esperar que esta fosse a prensa que produz mais. Como a produção de placas exteriores é repartida pela PM2 e pela P2H100 também era de esperar que estas fossem as prensas que produzem menos.

Portanto, uma vez que a PM3 é a prensa com maior fluxo de produção e onde se realizam mais mudanças de fabrico é por esta que se deve começar a aplicação da metodologia SMED, seguindo-se a PM2 e por último a P2H100.

4. SMED NAS PRENSAS

Neste capítulo será descrita a forma como a metodologia SMED foi implementada no setor das prensas de corte da SramPort começando pela análise preliminar, passando pela divisão das mudanças de fabrico em grupos e pelo SMED propriamente dito.

4.1. Integração na empresa

O estágio foi iniciado com a apresentação das instalações, dos vários departamentos e dos seus colaboradores. De forma a perceber melhor os processos envolvidos na atividade da empresa foram realizadas visitas aos vários setores, estas visitas foram guiadas pelo responsável de cada uma das seções que descreveram os processos e normas e esclareceram quaisquer dúvidas.

Ao longo dos dias seguintes foram realizadas várias formações tais como corte e furação de placas, técnicas de fabrico de peças soltas, higiene e segurança no trabalho, qualidade e ambiente.

Posteriormente, foi formado um grupo SMED de forma a auxiliar e a colaborar durante todo o processo permitindo assim, que todos os requisitos necessários à realização do trabalho estivessem disponíveis. O grupo era constituído pelo responsável de engenharia de produção, pelo responsável pelo planeamento, por um desenhador, pelo responsável de peças soltas, tratamentos térmicos e de superfície e manutenção de ferramentas e por um engenheiro de tempos e métodos e SAP.

4.2. Análise preliminar às mudanças de fabrico

Antes da aplicação do SMED foi observado o processo produtivo das prensas e algumas mudanças de fabrico, de modo a entender quais as operações efetuadas e como a mudança de fabrico é executada. Normalmente, a mudança de fabrico é realizada por um único operador.

As observações realizadas permitiram identificar as principais operações executadas durante uma mudança de fabrico, estas são descritas na Tabela 3.

Tabela 3 – Descrição das principais operações da mudança de fabrico.

Descrição das Tarefas
Colocar novo rolo de aço
Preparar o novo rolo de aço
Controlo de qualidade do último lote
Retirar fita da prensa
Desapertar parafusos do lado esquerdo
Retirar tubos de lubrificação
Desapertar parafusos do lado direito
Retirar cavilhas do lado esquerdo
Retirar cavilhas do lado direito
Retirar módulos da prensa
Preencher folhas de seguimento da ferramenta
Transportar módulos para a serralharia
Transportar módulos de substituição até à prensa
Limpar prensa
Colocar módulos na prensa
Colocar cavilhas do lado esquerdo
Colocar cavilhas do lado direito
Apertar parafusos do lado esquerdo
Apertar parafusos do lado direito
Ligar tubos de lubrificação
Introduzir nova fita no endireitador e alimentador
Passar a fita
Fabricar peças para controlo
Controlo de qualidade
Afinação
Fabricar primeiras peças
Controlo de qualidade
Limpar caixas e aparadeira
Registar peça na prensa
Colocar a prensa a trabalhar
Preencher novo <i>kanban</i>
Colocar novo contentor
Preencher folha de apoio ao SAP e registar mudança
Pesar caixa de refugo

Geralmente, nas mudanças de fabrico são executadas todas ou apenas algumas das operações descritas anteriormente não necessariamente pela ordem apresentada.

Uma vez que, quer as tarefas a executar quer os tempos de execução das tarefas, variam consoante a placa que se está a produzir e a placa que se vai produzir de seguida as mudanças de fabrico não podem ser comparadas entre si. Apesar disso, como

em cada prensa existem mudanças de fabrico em que as tarefas a realizar são semelhantes procedeu-se então à divisão das mudanças de fabrico em grupos.

4.2.1. Divisão das mudanças de fabrico

Como foi referido anteriormente as mudanças de fabrico envolvem a substituição de módulos e, caso seja necessário, a mudança do aço. Também foi mencionado anteriormente que existem mudanças de fabrico nas quais as tarefas a executar são iguais, ou seja, o número de módulos a substituir é o mesmo, assim como, a necessidade de mudar ou não o aço. Tendo em conta estes fatos, procedeu-se então à divisão das mudanças de fabrico em grupos, desta forma não é necessário observar e filmar cada uma das mudanças de fabrico individualmente mas apenas algumas mudanças dentro do mesmo grupo permitindo assim, obter valores médios dos tempos de cada operação.

A divisão das mudanças de fabrico em grupos foi realizada através da consulta dos aços de fabricação e das especificações de cada placa produzida em cada prensa tais como dimensões, bisutagem, diâmetro dos furos e altura dos canhões. Assim, de placa para placa é possível saber se muda ou não o aço e quais os módulos que devem ser substituídos.

A partir desta informação foram elaboradas tabelas onde se registaram todas as mudanças de fabrico possíveis para cada prensa. Nestas tabelas utilizou-se a codificação *kanban* da empresa para cada placa e colocou-se “Sim” quando havia alteração ou “Não” caso contrário. Estas tabelas em anexo (Anexos I a III) permitiram a divisão das mudanças de fabrico em diferentes grupos. A elaboração destas tabelas foi extremamente importante pois permitiu decidir sobre quais as mudanças a filmar. Optou-se então por filmar algumas mudanças de fabrico de cada grupo para cada uma das prensas em estudo.

4.3. Implementação da metodologia SMED no setor das prensas

Nesta seção será exposto todo o trabalho realizado durante a aplicação da metodologia SMED no setor das prensas, desde o estudo da operação de *setup* atual até às propostas de melhoria implementadas, de forma a reduzir o tempo de *setup* das prensas.

4.3.1. Estudo da operação atual de *setup*

Para uma correta implementação do SMED é necessário estudar e analisar todas as operações realizadas nas mudanças de fabrico. Nesta primeira fase da metodologia SMED filmaram-se algumas mudanças de fabrico de cada grupo e, recorrendo a folhas de registo, registaram-se as operações realizadas e respetivos tempos. A medição dos tempos foi feita utilizando um cronómetro.

A análise das várias filmagens efetuadas permitiu decompor as mudanças de fabrico de cada grupo em operações e respetivos tempos médios. A sequência das tarefas realizadas nas mudanças de fabrico e os seus tempos foram registados em tabelas nos Anexos IV a XI. Posteriormente, estes dados foram representados em gráficos Gantt (Anexos XII a XIX) para permitir uma visualização mais rápida e fácil da informação recolhida.

As tabelas contém as operações realizadas, os tempos médios e os tempos acumulados assim como a classificação de cada uma das operações como externa, interna ou inútil. Consideram-se como atividades inúteis tempos de espera ou aquelas tarefas que o operador realiza mas que não fazem parte da mudança de fabrico que o operador está a efetuar e que, portanto, poderiam ser executadas por outro operador. São exemplos de atividades inúteis a realização de tarefas noutras prensas como, por exemplo, fazer o controlo de qualidade ou espalhar a escumilha noutras prensas.

Em todos os gráficos Gantt expostos ao longo deste trabalho serão apresentadas a verde as atividades externas, a azul as tarefas internas, a amarelo as operações externas que são efetuadas com a prensa parada e que podiam ser realizadas antes ou depois de parar a prensa e a laranja as atividades inúteis. A representação dos tempos destas operações foi feito o mais “à escala” possível.

Analisando os gráficos Gantt conclui-se que as operações mais morosas são o controlo de qualidade, apertar/desapertar a ferramenta, passar a fita e afinação. Além disso, também se verifica que nem todos os grupos de mudança necessitam de afinação e nas mudanças de fabrico que implicam a alteração do módulo 3 na prensa PM2 e dos módulos 3 e 4 na P2H100 o operador tem que “esperar” que a serralharia altere estes módulos. Por este motivo é que os operadores durante o tempo de alteração do módulo executam tarefas externas que poderiam ser realizadas antes de parar a produção ou depois de iniciar a produção e tarefas inúteis. Na prensa PM3 isto já não se verifica uma vez que, existem

sempre módulos de substituição quando ocorrem mudanças de fabrico. Outro fato importante a salientar é que no grupo 1 da PM3 como não muda nada considera-se que não existe mudança de fabrico e por isso não será implementado o SMED neste grupo.

Como não foi possível observar mudanças de fabrico do grupo 1 da PM2 assumiu-se que o tempo da mudança de fabrico atual deste grupo seria similar ao observado para o grupo 2 desta prensa no entanto, como não é necessário a mudança do aço atribui-se este tempo a outras tarefas visto que, o operador tem que “esperar” pela alteração do módulo 3.

O tempo médio da operação atual de *setup* para cada grupo da PM3 encontra-se representado na Tabela 4.

Tabela 4 – Tempos de mudança de fabrico atual para a PM3.

Grupo de Mudança de Fabrico	Situação Inicial (hh:mm:ss)
Grupo 2 (muda aço)	00:19:54
Grupo 3 (muda aço, módulo 2 e módulo 3)	00:58:11
Grupo 4 (muda aço e os 4 módulos)	00:59:54

Na Tabela 5 estão os tempos médios das mudanças de fabrico observadas para cada grupo da PM2.

Tabela 5 – Tempos de mudança de fabrico atual para a PM2.

Grupo de Mudança de Fabrico	Situação Inicial (hh:mm:ss)
Grupo 1 (muda módulo 3)	00:59:53
Grupo 2 (muda aço e módulo 3)	00:59:53

O tempo médio de mudança de fabrico obtido para cada grupo da prensa P2H100 é apresentado na Tabela 6.

Tabela 6 – Tempos de mudança de fabrico atual para a P2H100.

Grupo de Mudança de Fabrico	Situação Inicial (hh:mm:ss)
Grupo 1 (muda módulo 3)	00:40:22
Grupo 2 (muda módulo 3 e módulo 4)	01:17:50
Grupo 3 (muda aço e os 4 módulos)	01:17:43

Observando os tempos das mudanças de fabrico da P2H100 conclui-se que, tanto as mudanças de fabrico em que se altera tudo e as mudanças de fabrico em que apenas muda os módulos 3 e 4 demoram o mesmo tempo. Apesar de não ser das mudanças mais complexas desta prensa, como já foi referido anteriormente, nas mudanças de fabrico do grupo 2 e do grupo 1 da P2H100 é necessário “esperar” que a serralharia altere o módulo 3 e o módulo 4, levando a que demore mais tempo a realização destas mudanças de fabrico.

Durante a análise preliminar das mudanças de fabrico também foi possível observar a falta de preparação do material necessário, assim como, a falta de padronização das mudanças de fabrico. Nas mudanças de fabrico cada operador seguia uma sequência um pouco diferente dos outros operadores, não existindo um documento com a descrição das tarefas a realizar durante a mudança de fabrico.

4.3.2. Propostas de melhoria

Através do estudo e análise da situação atual de *setup* foram identificadas algumas tarefas que podem ser otimizadas. Deste modo, foram propostas algumas ações de melhoria para reduzir o tempo total que a prensa está parada que consistem em:

1. Elaborar a sequência ótima que o operador deve executar nas mudanças de fabrico;
2. Utilizar um carro SMED próximo da prensa em que estejam todos os materiais necessários para realizar a mudança de fabrico;
3. Adquirir uma chave pneumática para apertar/desapertar os parafusos e colocar as cavilhas de centrimento nos módulos, ou um sistema hidráulico ou magnético que permita eliminar o tempo de apertar/desapertar a ferramenta;
4. Adquirir mais módulos para que o operador não necessite de “esperar” que a serralharia os altere;

5. Alterar o empilhador ou adquirir um novo empilhador, permitindo assim que o operador possa ir buscar os módulos à serralharia antes de parar a prensa e leve os módulos a substituir para a serralharia depois de iniciar a produção;

6. Melhorar e reestruturar a ferramenta de modo a reduzir o elevado tempo que esta leva a afinar;

7. Colocar um segundo operador a auxiliar na mudança de fabrico reduzindo assim o tempo que a prensa está parada;

8. Padronizar as operações a realizar nas mudanças de fabrico através da elaboração de modos operatórios em que estejam identificadas todas as atividades a realizar antes, durante e após a mudança de fabrico;

9. Uniformizar as correntes reduzindo assim a variedade das placas produzidas e, conseqüentemente, o número de mudanças de fabrico necessárias.

Em reunião com o grupo SMED decidiu-se implementar as propostas 1, 2 e 8 no entanto, como um dos três turnos tem dois operadores a trabalhar no setor das prensas também se optou por testar a proposta 7. Os resultados destes testes serão analisados no capítulo seguinte.

4.3.3. Desenvolvimento da sequência a testar com um operador

As operações efetuadas durante as mudanças de fabrico foram analisadas detalhadamente e discutidas em reunião com o grupo SMED, permitindo assim perceber quais as tarefas que poderiam ser realizadas antes ou depois de parar a prensa. Tendo em conta a informação recolhida na reunião procedeu-se então à separação das atividades externas das atividades internas, eliminação das atividades inúteis e reorganização das operações.

Para separar as tarefas internas das tarefas externas, é preciso ter em conta que a ordem das operações realizadas numa mudança de fabrico não é arbitrária e tem que respeitar as relações de precedência das operações. Por outras palavras, existem tarefas que não podem ser iniciadas sem que se conclua um determinado conjunto de tarefas. Tendo isso em mente, colocaram-se então todas as atividades externas antes ou depois da paragem efetiva da prensa e eliminaram-se as tarefas classificadas como inúteis. As operações externas colocadas antes da paragem da prensa englobam tarefas tais como ir buscar panos,

luvas e ferramentas e preparar o novo rolo de aço, o que inclui colocar as três hastes móveis de fixação do rolo, cortar as cintas de segurança do rolo e a etiqueta do rolo. As tarefas externas colocadas após o início da produção incluem operações tais como arrumar o empilhador, as ferramentas e panos e registar a nova peça na prensa.

As operações e respetivos tempos da sequência a testar para cada grupo de mudança de fabrico foram registadas em tabelas (Anexos XX a XXVII) e representadas em gráficos Gantt (Anexos XXVIII a XXXV). As sequências elaboradas para cada um dos grupos de mudança de fabrico da prensa PM3 permitem obter os tempos de mudança de fabrico apresentados na Figura 17.

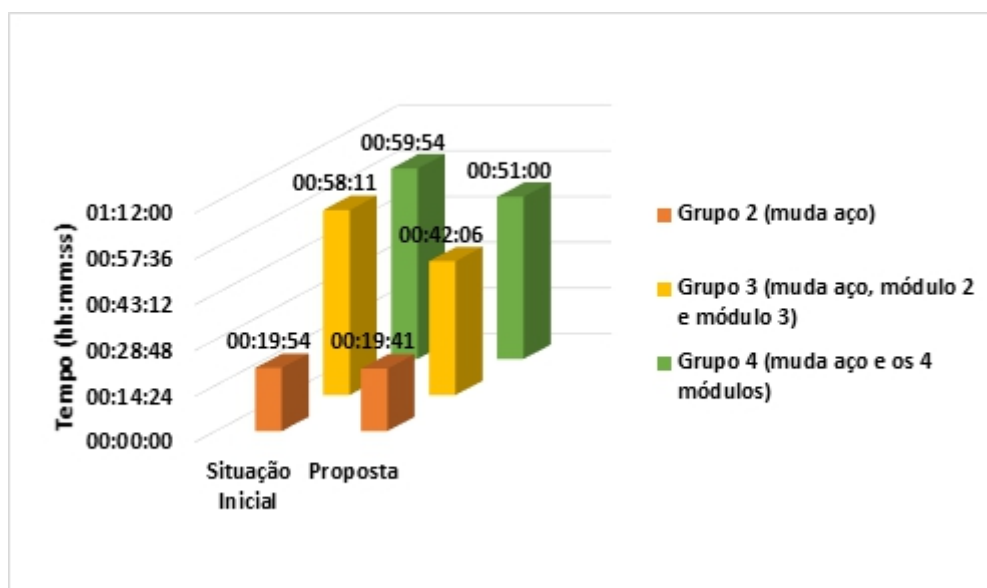


Figura 17 – Tempos de mudança de fabrico da PM3 obtidos com as sequências propostas.

Analisando a Figura 17 pode-se constatar que as sequências propostas permitem diminuir o tempo de mudança de fabrico do grupo 2 em apenas 13 segundos, o que corresponde a uma redução de apenas 1%. No grupo 3 este tempo é diminuído em cerca de 16 minutos, o equivalente a uma redução de 28%. No grupo 4 o tempo de *setup* passa de cerca de 1 hora para 51 minutos, o que representa uma redução de 15% em relação ao observado atualmente.

Os tempos de mudança de fabrico para cada grupo da PM2 conseguidos com as sequências propostas são exibidos na Figura 18.

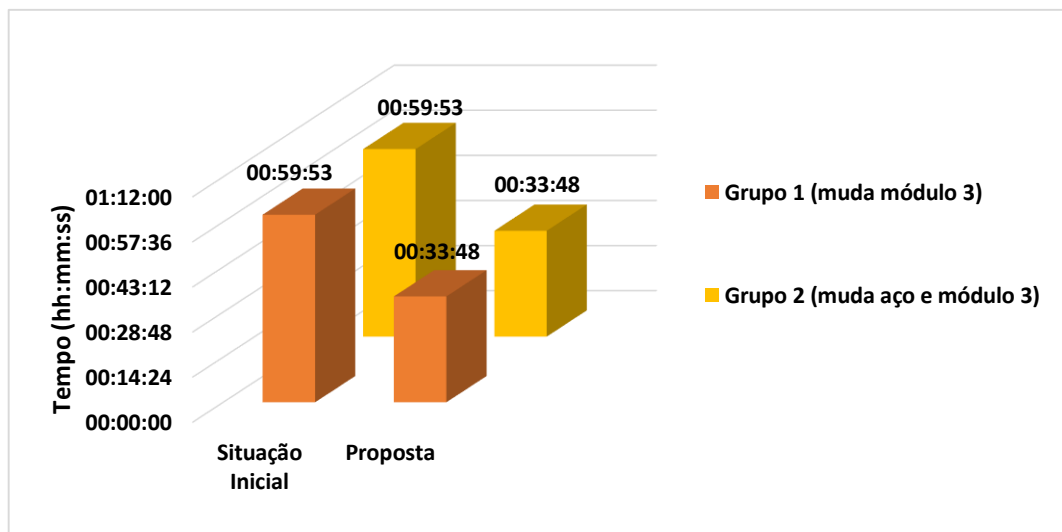


Figura 18 – Tempos de mudança de fabrico da PM2 obtidos com as sequências propostas.

Através da Figura 18 verifica-se que as sequências propostas permitem reduzir o tempo que a prensa está parada no grupo 1 e no grupo 2 da prensa PM2 de cerca de 60 minutos para, aproximadamente, 34 minutos, o que corresponde a uma redução de 44%.

As sequências propostas também permitem a redução dos tempos de mudança de fabrico de cada um dos grupos da prensa P2H100 como se pode ver pela Figura 19.

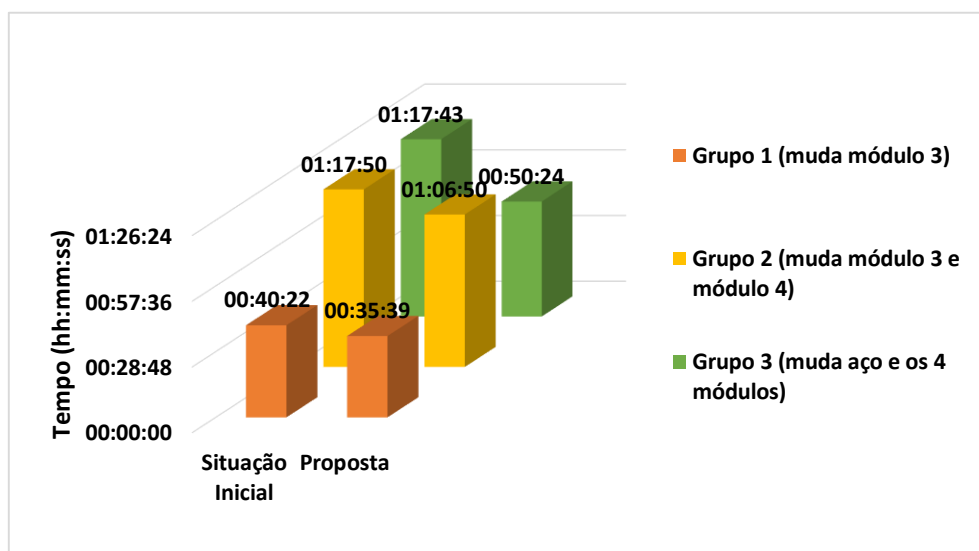


Figura 19 – Tempos de mudança de fabrico da P2H100 obtidos com as sequências propostas.

Observando os dados da Figura 19 pode-se concluir que, com as sequências propostas consegue-se reduzir o tempo de mudança de fabrico do grupo 1 cerca de 5

minutos, ou seja, 12% menor que o tempo observado atualmente. No grupo 2 este tempo diminui cerca de 11 minutos, o equivalente a uma redução de 14%, e no grupo 3, aproximadamente, 20 minutos, o correspondente a uma redução de 35% em relação ao observado atualmente.

4.3.4. Desenvolvimento da sequência a testar com dois operadores

Após o desenvolvimento da sequência a testar apenas com um operador procedeu-se à elaboração de uma sequência a testar com dois operadores uma vez que, como foi referido anteriormente, um dos três turnos existentes no setor das prensas é constituído por dois operadores.

Na mudança de fabrico com dois operadores, um dos operadores estaria totalmente dedicado à mudança e o outro auxiliaria apenas quando fosse necessário. Deste modo, o segundo operador pode trabalhar nas outras prensas quando a sua intervenção já não é necessária e o operador que está totalmente dedicado à mudança de fabrico já não realiza tarefas inúteis.

As melhores sequências obtidas para serem executadas com dois operadores evitando tempos de espera e a realização de tarefas inúteis durante a mudança de fabrico para cada um dos grupos de cada prensa foram registadas em tabelas (Anexos XXXVI a XLIII) e representadas em fluxogramas (Anexos XLIV a LI). Tal como nos diagramas de Gantt, nestes fluxogramas estão representadas a verde as tarefas externas, a azul as tarefas internas e a amarelo as tarefas externas que são realizadas com a prensa parada. As tarefas externas efetuadas já com a máquina parada só constam nos fluxogramas correspondentes às mudanças de fabrico da PM2, e às mudanças do grupo 1 e do grupo 2 da P2H100 devido ao tempo que a serralharia leva a alterar os módulos nestas mudanças.

Nos fluxogramas o operador 1 corresponde ao operador que está totalmente dedicado à mudança de fabrico e o operador 2 ao operador que intervém apenas quando é necessário. Estas sequências foram desenvolvidas de forma a respeitar as relações de precedência das tarefas e de modo a que a mudança de fabrico seja realizada corretamente.

Através das sequências elaboradas para a execução da mudança de fabrico com dois operadores para cada grupo da PM3 obtém-se as reduções de tempo representadas na Figura 20.

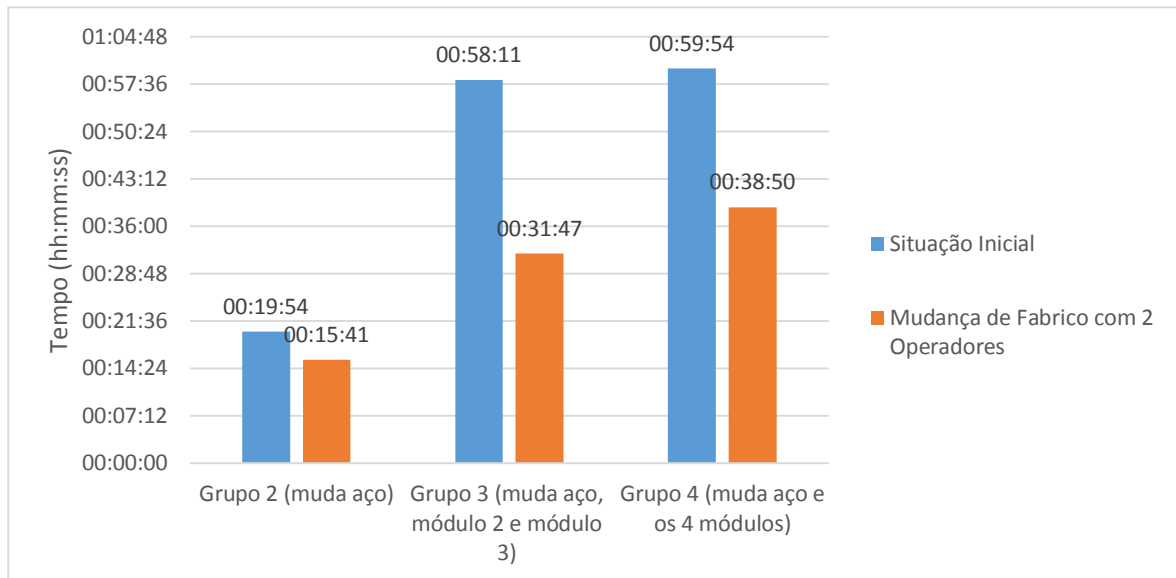


Figura 20 – Tempos de mudança de fabrico obtidos com as sequências propostas com dois operadores para a PM3.

Pela Figura 20 depreende-se que a realização da mudança de fabrico por dois operadores permite reduzir o tempo de paragem de produção em cerca de 4 minutos para o grupo 2 da PM3, o que representa uma redução de 21%. No grupo 3 desta prensa este tempo reduz cerca de 27 minutos, o equivalente a uma redução de 45% relativamente ao observado atualmente. Por fim, no grupo 4 o tempo de *setup* desta prensa diminui aproximadamente 21 minutos, o que corresponde a uma redução de 35%.

Da mesma forma, na PM2 é possível atingir os tempos de paragem de produção da Figura 21 com a sequência proposta para a realização da mudança de fabrico por dois operadores.

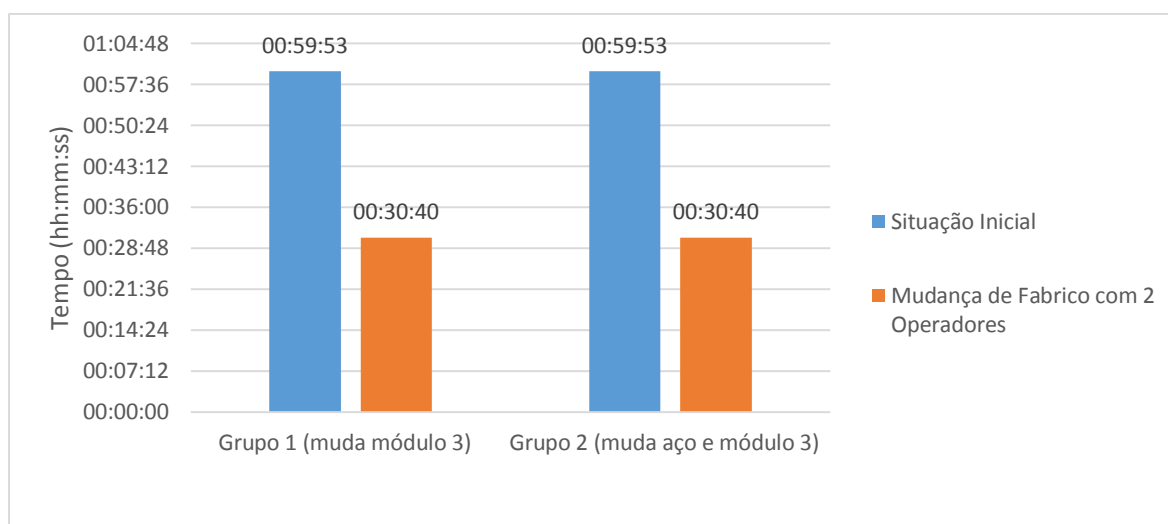


Figura 21 – Tempos de mudança de fabrico obtidos com as sequências propostas com dois operadores para a PM2.

Observando a Figura 21 apura-se que com a sequência proposta para a realização da mudança de fabrico por dois operadores diminui-se o tempo de paragem de produção do grupo 1 e do grupo 2 da PM2 em aproximadamente 30 minutos, o equivalente a uma redução de 49% relativamente ao observado atualmente.

Por último, com as sequências propostas para a realização da mudança de fabrico por dois operadores na P2H100 consegue-se os tempos de mudança de fabrico da Figura 22.

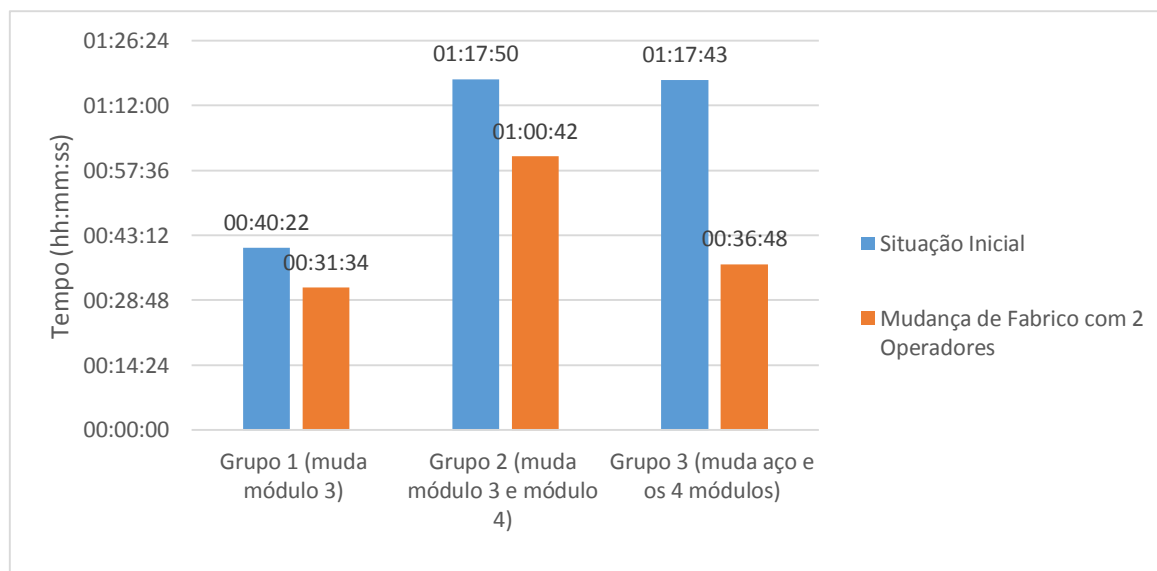


Figura 22 – Tempos de mudança de fabrico obtidos com as sequências propostas com dois operadores para a P2H100.

Através da Figura 22 é possível averiguar que as sequências de mudança de fabrico com dois operadores da P2H100 permitem reduzir o tempo de paragem da prensa em cerca de 9 minutos para o grupo 1 e aproximadamente 17 minutos no grupo 2, o equivalente a reduções de 22% em relação ao observado inicialmente. Por fim, no grupo 3 este tempo diminui aproximadamente 41 minutos, o que representa uma redução de 53%.

4.3.5. Carro SMED

O estudo da operação atual de *setup* também permitiu verificar que durante as mudanças de fabrico o operador deslocava-se algumas vezes ao posto de qualidade para ir buscar ferramentas, panos ou luvas e que perdia algum tempo à procura das ferramentas. De forma a eliminar este desperdício de movimentações e de tempo foi sugerido que se utilizasse um carro SMED próximo da prensa onde se realizaria a mudança de fabrico. No carro SMED estariam colocados previamente todos os elementos necessários para realizar as mudanças de fabrico tais como ferramentas, panos e luvas.

Na Figura 23 encontra-se o carro SMED que se passou a utilizar nas mudanças de fabrico.



Figura 23 – Carro SMED.

4.3.6. Desenvolvimento dos modos operatórios

A padronização das tarefas que devem ser executadas numa mudança de fabrico é a melhor forma de garantir que o *setup* é efetuado sempre da mesma maneira, na melhor forma possível e que melhorias já implementadas continuem a ser realizadas. Os modos operatórios são também importantes na formação de novos operadores.

A melhor forma de uniformizar os processos é criar documentos com os modos operatórios, nos quais devem estar registados todos os materiais necessários e a sequência das tarefas a realizar durante as mudanças de fabrico.

Os modos operatórios devem ser desenvolvidos com uma linguagem simples e clara e, ao mesmo tempo, devem conter toda a informação necessária para executar a mudança de fabrico. Optou-se então por criar um modo operatório para cada grupo de mudança de fabrico de cada prensa. Cada modo operatório é constituído apenas por uma página A4, em que na página da frente estão as tarefas a realizar antes de parar a prensa e depois de a colocar a trabalhar, assim como, o tempo estimado que a mudança de fabrico deve demorar se for executado por um operador e o tempo estimado que a mudança de fabrico leva se for realizada por dois operadores. Na página do verso está um fluxograma com a sequência de operações que deve ser seguida na mudança de fabrico realizada por um operador e estão identificadas a azul escuro as tarefas que devem ser realizadas pelo segundo operador, caso a mudança de fabrico seja executada por dois operadores.

As versões iniciais dos modos operatórios foram expostas ao grupo SMED, que sugeriram propostas de melhoria destes documentos. Depois de efetuadas as alterações, os modos operatórios foram revistos com o grupo SMED e validados pelo responsável da produção. Na Figura 24 encontra-se um exemplo dos modos operatórios criados.

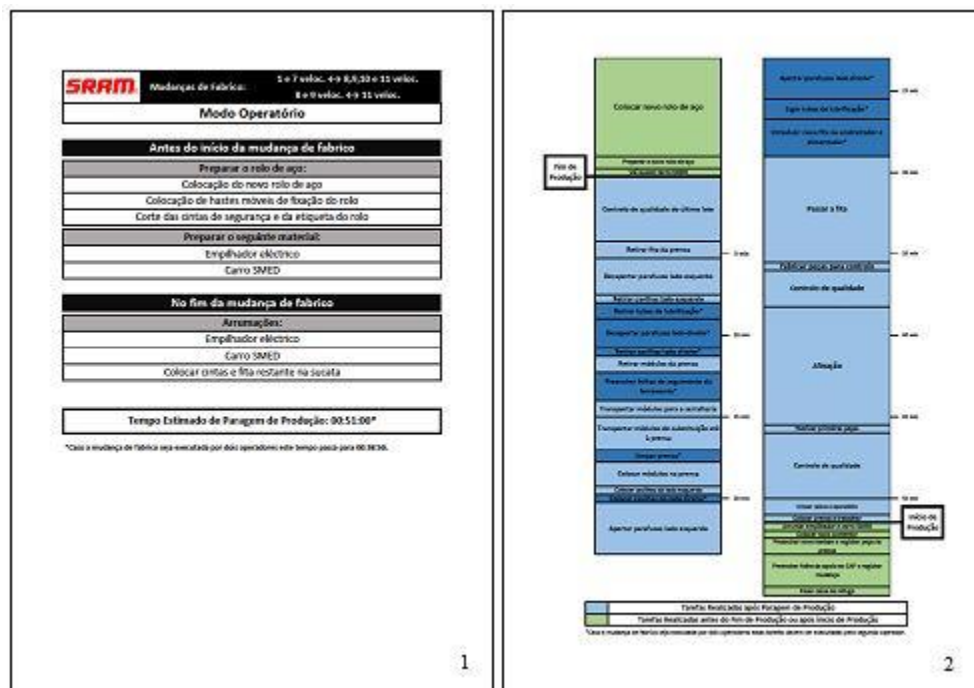


Figura 24 – Modo operatório do grupo 4 da PM3.

A elaboração destes modos operatórios não resolve por si só a falta de padronização dos métodos de trabalho se os operadores continuarem a executar as mudanças de fabrico à sua maneira, sendo por isso essencial incutir nos operadores o trabalho padronizado e as suas vantagens através de formação e treino.

5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos em cada teste realizado e os resultados globais conseguidos para todos os grupos de todas as prensas com a aplicação do SMED. Para além disso, também serão mostradas as vantagens que advém da implementação desta metodologia em termos de redução de movimentações e ganhos de produção.

5.1. Análise dos resultados obtidos com o SMED

No setor das prensas de corte da SramPort existem três turnos em que em dois deles está apenas um operador no setor das prensas e no outro turno estão dois operadores. Por este motivo, optou-se por testar a sequência proposta para a mudança de fabrico apenas com um operador e a sequência proposta para a mudança de fabrico com dois operadores.

5.1.1. Testes da sequência proposta com um operador

Os dois primeiros testes da sequência proposta com um operador a executar a mudança de fabrico foram realizados para mudanças de fabrico do grupo 4 da PM3, em que é necessário mudar o aço e os quatro módulos. O último teste ocorreu numa mudança de fabrico do grupo 3, também da PM3, na qual apenas muda o aço e os módulos 2 e 3.

Em todos os testes realizados, as sequências propostas para a realização da mudança de fabrico para cada um destes grupos foram mostradas e explicadas ao operador antes de parar a prensa. Deste modo, o operador sabia exatamente o que deveria ou não fazer durante a mudança de fabrico.

De seguida serão analisados os testes da sequência proposta para a realização da mudança de fabrico com um operador.

5.1.1.1. 1º Teste

O primeiro teste da sequência proposta para a realização da mudança de fabrico com um operador foi efetuado na mudança de fabrico da placa 500 34 para a placa 500 17.

Neste teste a operação de passar a fita demorou menos que o tempo estimado para esta operação e não foi necessária afinação, o que levou a que a mudança demorasse menos tempo do que o tempo proposto.

O tempo atual da mudança de fabrico, o tempo estimado e o tempo observado neste teste do grupo 4 da PM3 encontram-se representados na Figura 25.

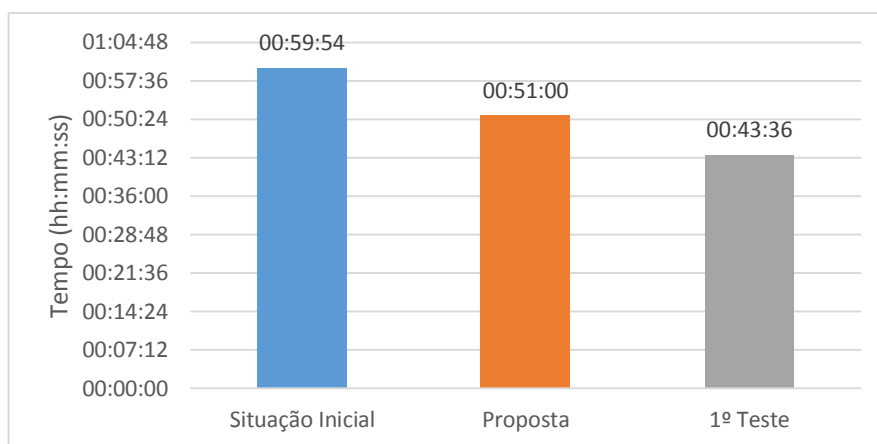


Figura 25 – Tempo da situação atual, tempo proposto e tempo observado no 1º Teste da proposta do grupo 4 da PM3.

Analisando a Figura 25 pode-se verificar que o tempo obtido neste primeiro teste da sequência proposta para a mudança de fabrico com um operador foi de cerca de 44 minutos, inferior ao tempo estimado de 51 minutos e ao tempo inicial de 1 hora, o que corresponde a uma redução de cerca de 27% relativamente ao tempo atual, 15% inferior ao tempo proposto.

5.1.1.2. 2º Teste

O segundo teste da sequência proposta com um operador ocorreu quando se mudou da placa 500 10 para a placa 500 19.

Tal como no primeiro teste, neste teste também a operação de passar a fita demorou menos tempo que o tempo definido para esta tarefa e também não foi necessária afinação.

O tempo atual da mudança de fabrico, o tempo proposto com a nova sequência e o tempo deste segundo teste são mostrados na Figura 26.

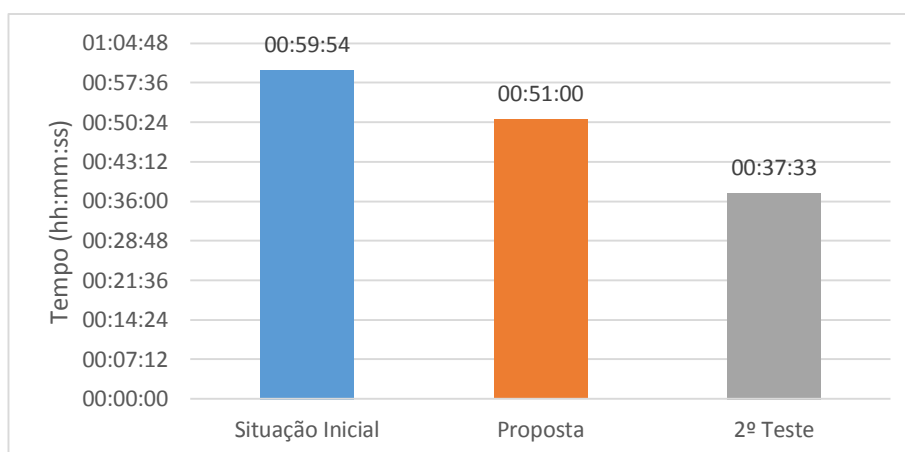


Figura 26 – Tempo da situação atual, tempo proposto e tempo observado no 2º Teste da proposta do grupo 4 da PM3.

Observando a Figura 26 comprova-se que como seria de esperar, o tempo obtido neste segundo teste foi inferior à situação inicial e ao tempo estimado com a sequência proposta, o que equivale a uma redução de cerca de 37% em relação ao observado atualmente e 26% em relação ao estimado.

5.1.1.3. 3º Teste

O último teste da sequência ótima com um operador foi realizado na mudança da placa 500 19 para a placa 500 17.

Ao contrário dos testes anteriores, neste teste a operação de passar a fita demorou cerca de 9 minutos, tempo superior ao determinado para esta tarefa que foi de 6 minutos e meio. Neste teste foi necessária afinação, tarefa que demorou pouco mais de 4 minutos também superior aos cerca de 3 minutos e meio estabelecidos para esta operação. Apesar disto, o tempo total de paragem de produção foi inferior ao tempo estimado para este grupo da PM3.

Na Figura 27 estão representados o tempo da mudança de fabrico atual, o tempo estimado para a sequência proposta e o tempo obtido neste teste.

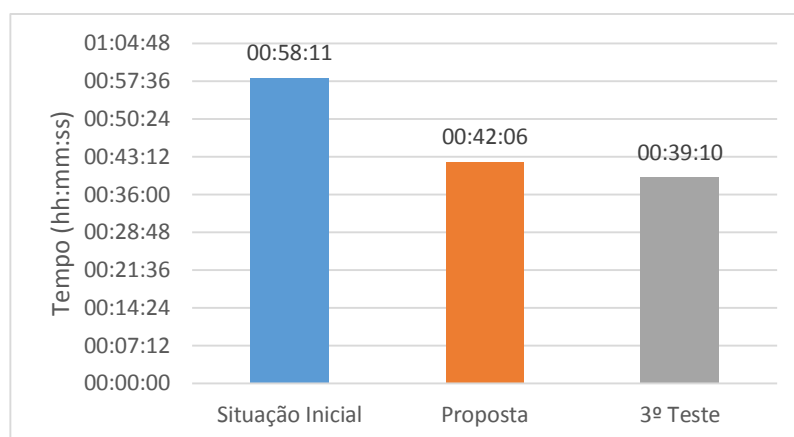


Figura 27 – Tempo da situação atual, tempo proposto e tempo observado no 3º Teste da proposta do grupo 3 da PM3.

Pela Figura 27 pode-se confirmar que o terceiro teste também demorou menos tempo que o tempo inicial e que o tempo estimado para a sequência proposta. A redução conseguida equivale a 32% em relação à mudança de fabrico atual e, aproximadamente, 6% relativamente ao tempo proposto.

5.1.2. Testes da sequência proposta com dois operadores

Durante o estágio foi testada a realização da mudança de fabrico por dois operadores em três mudanças de fabrico do grupo mais complexo da PM3, que corresponde ao grupo 4 em que se muda o aço e todos os módulos.

O fluxograma elaborado para a mudança de fabrico com dois operadores para o grupo 4 da PM3 foi mostrado e explicado aos operadores antes dos testes.

De seguida serão analisados em pormenor os testes realizados em que a mudança de fabrico é executada por dois operadores.

5.1.2.1. 1º Teste

A primeira mudança de fabrico em que foi testada a colocação de um segundo operador a auxiliar ocorreu na mudança da placa 500 34 para a placa 500 17.

Neste primeiro teste da realização da mudança de fabrico por dois operadores foi possível identificar uma falta de coordenação e comunicação entre os operadores, por ser a primeira vez que realizavam a mudança de fabrico em paralelo. O fato de um dos operadores ser menos experiente e, portanto, demorar mais tempo a executar determinadas operações também contribuiu para a falta de organização entre os operadores. Além disso, devido às características que a fita de aço apresentava, o tempo de passar a fita demorou muito mais tempo que o tempo estabelecido para esta tarefa. O tempo padrão desta

operação é cerca de 6 min no entanto, neste teste esta operação demorou 16 min, mais do dobro do tempo que se esperava. Neste teste não foi necessária afinação.

Na Figura 28 encontram-se expostos os tempos de paragem da prensa atualmente, o estimado com o trabalho em paralelo e o observado no 1º Teste.

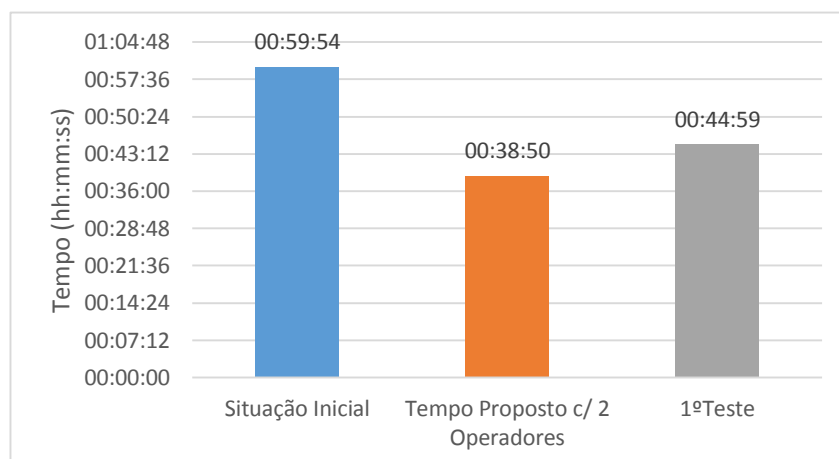


Figura 28 – Tempo da situação atual, tempo proposto e tempo observado no 1º Teste da proposta com dois operadores do grupo 4 da PM3.

Analisando a Figura 28 verifica-se que o tempo de paragem da prensa obtido no primeiro teste foi superior ao tempo estimado. Apesar disso, o tempo de mudança de fabrico passou de cerca de 1 hora para 45 minutos, o que corresponde a uma redução de quase 25%.

5.1.2.2. 2º Teste

O segundo teste foi efetuado na mudança de fabrico da placa 500 17 para a placa 500 34. É importante salientar que este teste foi realizado pelos mesmos operadores do primeiro teste notando-se uma melhor organização e coordenação.

Tal como observado no primeiro teste, também neste teste a operação de passar a fita demorou mais tempo que o tempo padrão definido. No entanto, ao contrário do observado no primeiro teste aqui foi necessária afinação, esta operação demorou menos tempo que o tempo padrão. Segundo os operadores, as placas de 11 velocidades que englobam a placa 500 34 tem tolerâncias muito menores que as outras placas, o que faz com que na maioria das vezes seja necessária afinação aumentando significativamente o tempo de mudança de fabrico.

Na Figura 29 estão os tempos de mudança de fabrico da situação inicial, o estimado com dois operadores e o obtido no segundo teste.

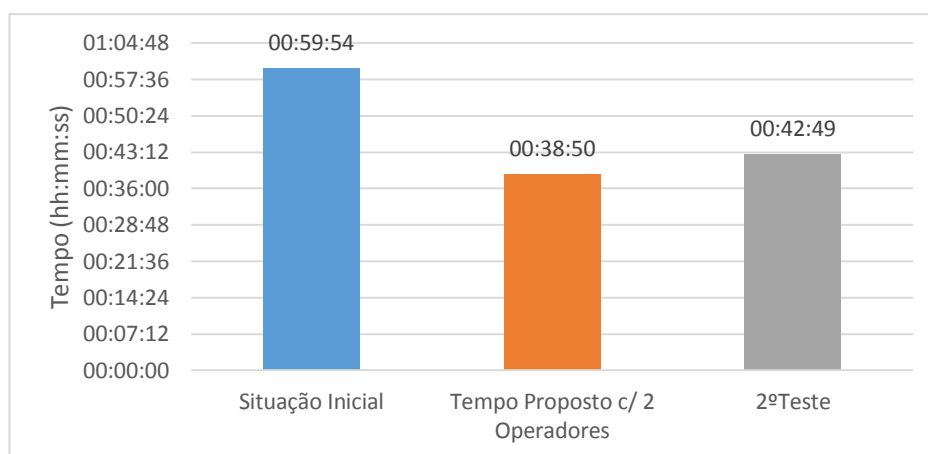


Figura 29 – Tempo da situação atual, tempo proposto e tempo observado no 2º Teste da proposta com dois operadores do grupo 4 da PM3.

Pela Figura 29 é possível observar que neste teste o tempo de mudança de fabrico passou de cerca de 1 hora para, aproximadamente, 43 minutos, o que corresponde a uma redução de quase 29%. No entanto, este tempo também foi superior ao tempo estimado para a realização da mudança de fabrico por dois operadores para o grupo 4 da PM3.

5.1.2.3. 3º Teste

O terceiro teste ocorreu na mudança de fabrico da placa 500 19 para a placa 500 10. Nesta mudança os operadores já não foram os mesmos que realizaram o primeiro e o segundo teste, de tal modo que observou-se uma maior falta de coordenação e organização entre os operadores. Esta desorganização levou à execução de erros e à ocorrência de tempos de espera, em que um dos operadores teve de aguardar que o outro terminasse determinada tarefa. A correção dos erros cometidos fez com que este teste demorasse mais tempo que os testes anteriores.

Os tempos da situação inicial, o estimado com dois operadores a realizar a mudança de fabrico e o observado no terceiro teste são apresentados na Figura 30.

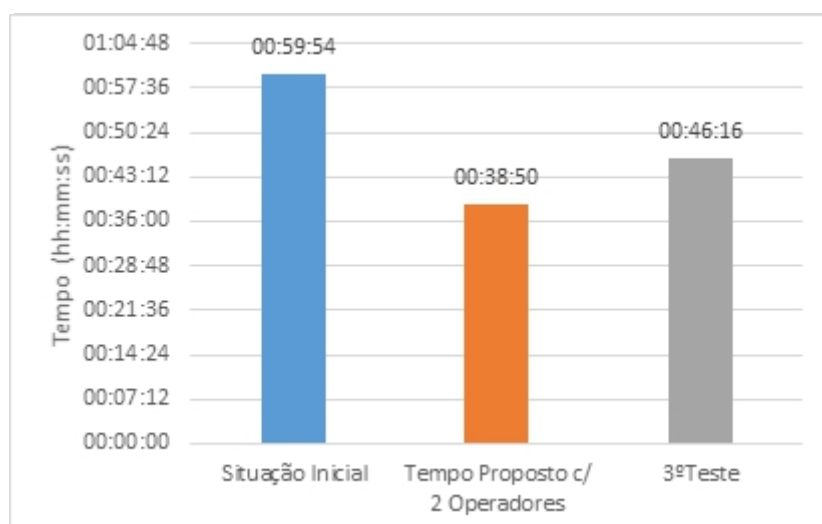


Figura 30 – Tempo da situação atual, tempo proposto e tempo observado no 3º Teste da proposta com dois operadores do grupo 4 da PM3.

Como se pode ver na Figura 30 o tempo observado no último teste também foi superior ao tempo estimado, ainda assim, o tempo que a prensa esteve parada foi inferior ao tempo observado na situação inicial correspondendo a uma redução de cerca de 23%.

Pelos testes realizados pode-se concluir que a formação e treino dos operadores na realização da mudança de fabrico em paralelo permitirá a médio prazo que se atinja o tempo estimado para esta operação.

Apesar desta proposta permitir reduzir o tempo de mudança de fabrico até 29% apenas seria possível implementá-la num dos três turnos.

5.2. Resultados gerais para o setor das prensas

O objetivo do estágio consiste na redução do tempo de paragem de produção para todas as mudanças de fabrico de todas as prensas do setor das prensas da SramPort através da implementação do SMED. As observações realizadas das mudanças de fabrico atuais e as sequências propostas permitem saber quanto se pode reduzir em tempo e em percentagem para cada um dos grupos de mudanças de fabrico de cada prensa.

Na Tabela 7 está o tempo que a mudança de fabrico demora atualmente, o tempo estimado com as sequências propostas e as reduções respetivas para cada um dos grupos da PM3.

Tabela 7 – Redução proposta para a PM3.

Grupo	Tempo de Paragem de Produção Atual (hh:mm:ss)	Sequência Proposta com Um Operador			Sequência Proposta com Dois Operadores		
		Tempo de Paragem (hh:mm:ss)	Redução de Tempo (hh:mm:ss)	Redução de Tempo (%)	Tempo de Paragem (hh:mm:ss)	Redução de Tempo (hh:mm:ss)	Redução de Tempo (%)
2	00:19:54	00:19:41	00:00:13	1%	00:15:41	00:04:13	21%
3	00:58:11	00:42:06	00:16:05	28%	00:31:47	00:26:24	45%
4	00:59:54	00:51:00	00:08:54	15%	00:38:50	00:21:04	35%

Na Tabela 8 encontra-se o tempo de paragem de produção atual, o tempo proposto e a respetiva redução em tempo e percentagem para cada grupo da PM2.

Tabela 8 – Redução proposta para a PM2.

Grupo	Tempo de Paragem de Produção Atual (hh:mm:ss)	Sequência Proposta com Um Operador			Sequência Proposta com Dois Operadores		
		Tempo de Paragem (hh:mm:ss)	Redução de Tempo (hh:mm:ss)	Redução de Tempo (%)	Tempo de Paragem (hh:mm:ss)	Redução de Tempo (hh:mm:ss)	Redução de Tempo (%)
1	00:59:53	00:33:48	00:26:05	44%	00:30:40	00:29:13	49%
2	00:59:53	00:33:48	00:26:05	44%	00:30:40	00:29:13	49%

O tempo que a mudança de fabrico demora atualmente, o tempo proposto e redução estimada para cada um dos grupos da P2H100 encontram-se tabelados na Tabela 9.

Tabela 9 – Redução proposta para a P2H100.

Grupo	Tempo de Paragem de Produção Atual (hh:mm:ss)	Sequência Proposta com Um Operador			Sequência Proposta com Dois Operadores		
		Tempo de Paragem (hh:mm:ss)	Redução de Tempo (hh:mm:ss)	Redução de Tempo (%)	Tempo de Paragem (hh:mm:ss)	Redução de Tempo (hh:mm:ss)	Redução de Tempo (%)
1	00:40:22	00:35:39	00:04:43	12%	00:31:34	00:08:48	22%
2	01:17:50	01:06:50	00:11:00	14%	01:00:42	00:17:08	22%
3	01:17:43	00:50:24	00:27:19	35%	00:36:48	00:40:55	53%

Analisando a Tabela 7, a Tabela 8 e a Tabela 9 conclui-se que se a sequência proposta para a realização da mudança de fabrico com um operador for implementada pode levar a uma redução de até 44% do tempo de paragem de produção. Caso a mudança de fabrico fosse realizada por dois operadores esta redução poderia chegar até aos 53 %.

5.3. Redução de movimentações com o SMED

A observação do modo como as mudanças de fabrico são realizadas atualmente permitiu verificar que o operador executa um elevado número de movimentações durante as mudanças. A nova sequência elaborada para cada grupo de cada prensa também foi desenvolvida de modo a que o operador faça apenas as movimentações estritamente necessárias durante as mudanças de fabrico reduzindo assim estes desperdícios. A redução das movimentações também contribuiu para a redução do tempo total de paragem das prensas.

Na Figura 31 estão representadas a preto as movimentações que o operador realiza atualmente durante uma mudança de fabrico do grupo 4 da PM3.

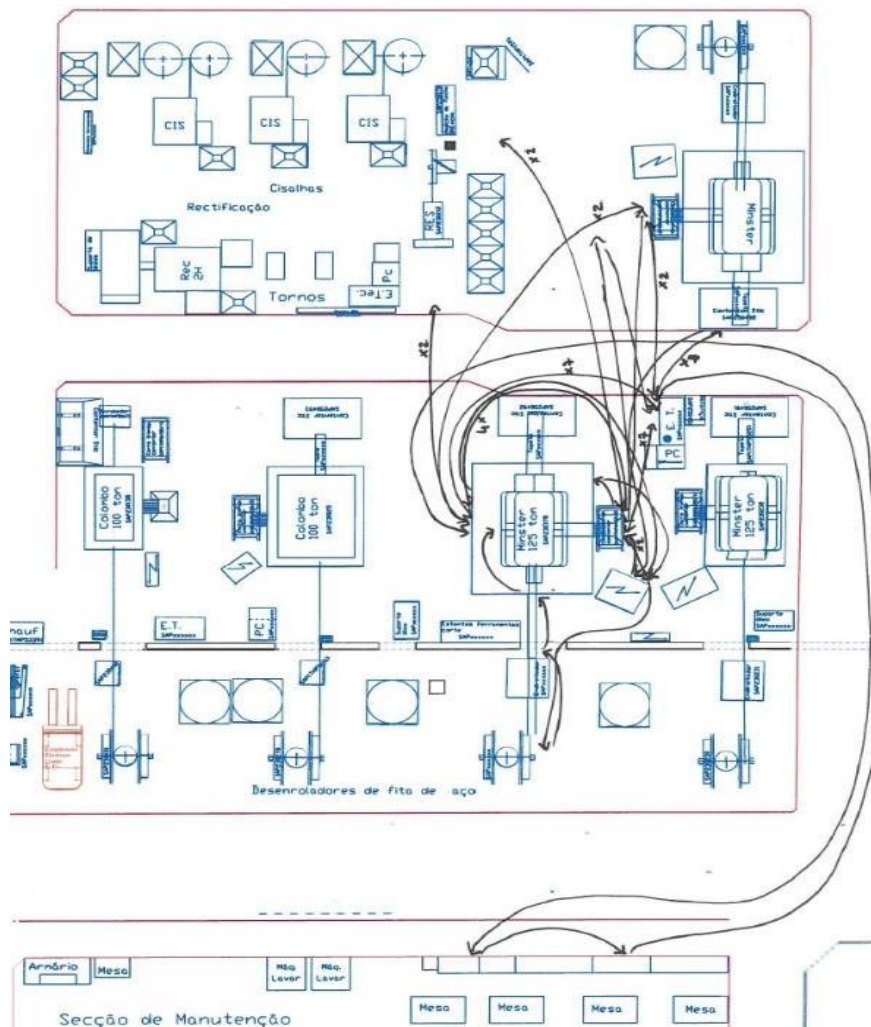


Figura 31 – Movimentações atuais do operador numa mudança de fabrico do grupo 4 da PM3.

Examinando a Figura 31 pode-se constatar que devido à execução de tarefas externas e inúteis durante a mudança de fabrico, tais como, arrumar os panos ou fazer o controlo de qualidade de outras prensas, o operador realiza movimentações que poderiam ser evitadas ou eliminadas se as tarefas a executar nas mudanças de fabrico estivessem corretamente organizadas. As distâncias percorridas pelo operador atualmente numa mudança de fabrico do grupo 4 da PM3 perfazem cerca de 352 m.

As movimentações realizadas pelo operador durante a mesma mudança de fabrico com a nova sequência de tarefas desenvolvida estão representadas a preto na Figura 32.

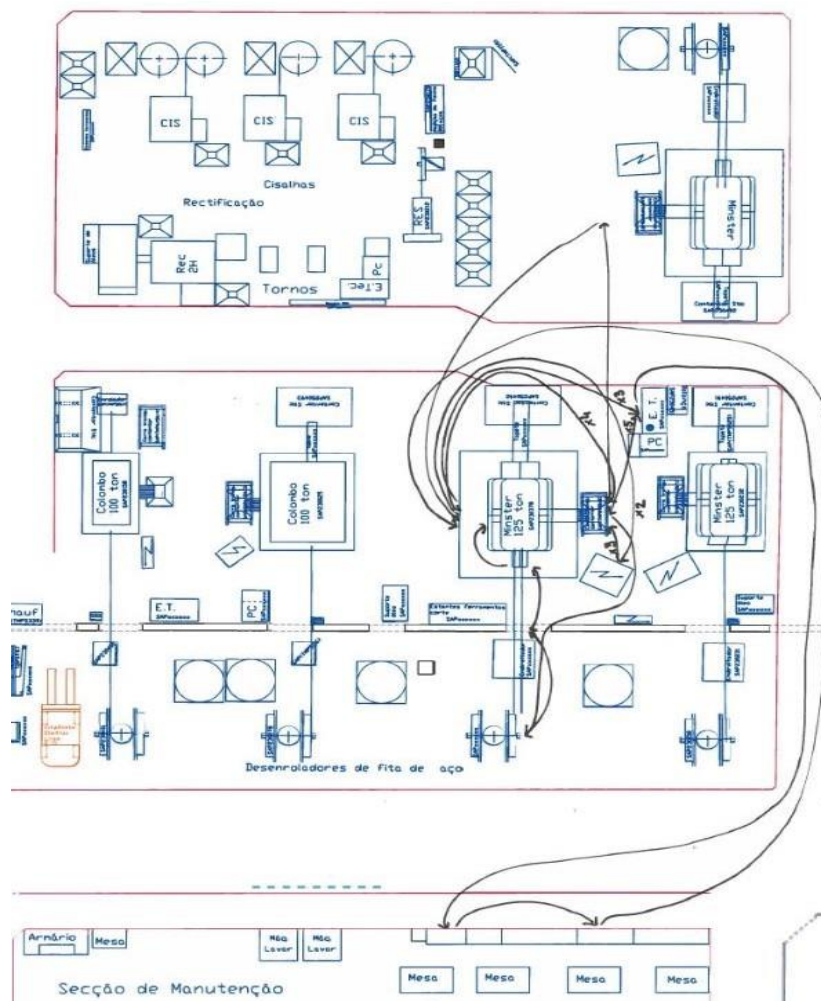


Figura 32 – Movimentações do operador na sequência proposta para o grupo 4 da PM3.

Através da Figura 32 é possível observar que com a sequência proposta reduz-se ou elimina-se movimentações desnecessárias que o operador realiza atualmente durante as mudanças de fabrico. As distâncias percorridas pelo operador numa mudança de fabrico do grupo 4 da PM3, segundo a sequência proposta, diminuem para cerca de 213 m.

Pelas deslocações traçadas na Figura 33 apura-se que o operador 1 realiza mais movimentações durante a mudança de fabrico do que o operador 2, o que era de esperar uma vez que o operador 1 está totalmente dedicado à mudança de fabrico enquanto que o operador 2 apenas intervém quando é necessário. Ao contrário daquilo que possa parecer durante a mudança de fabrico os dois operadores nunca se cruzam. Com esta sequência o operador 1 percorre 143 m e o operador 2 apenas 25 m, ao todo percorrem menos 184 m em relação ao observado atualmente, o equivalente a uma redução de 52%.

5.4. Aumento de produção com o SMED

A implementação da metodologia SMED nas prensas para além de reduzir o tempo que a prensa está parada e as movimentações do operador, também permite aumentar a produção de cada uma das prensas.

Sabendo o número médio de mudanças de fabrico, a velocidade de corte das prensas, o número de placas cortadas e o peso médio de cada placa é possível calcular o ganho de produção anual esperado com a aplicação do SMED para cada uma das prensas.

Deste modo, o aumento de produção anual estimado em kg com a sequência proposta, quer para a mudança de fabrico com um operador, quer para a mudança de fabrico com dois operadores para cada grupo da PM3 encontra-se na Figura 34.

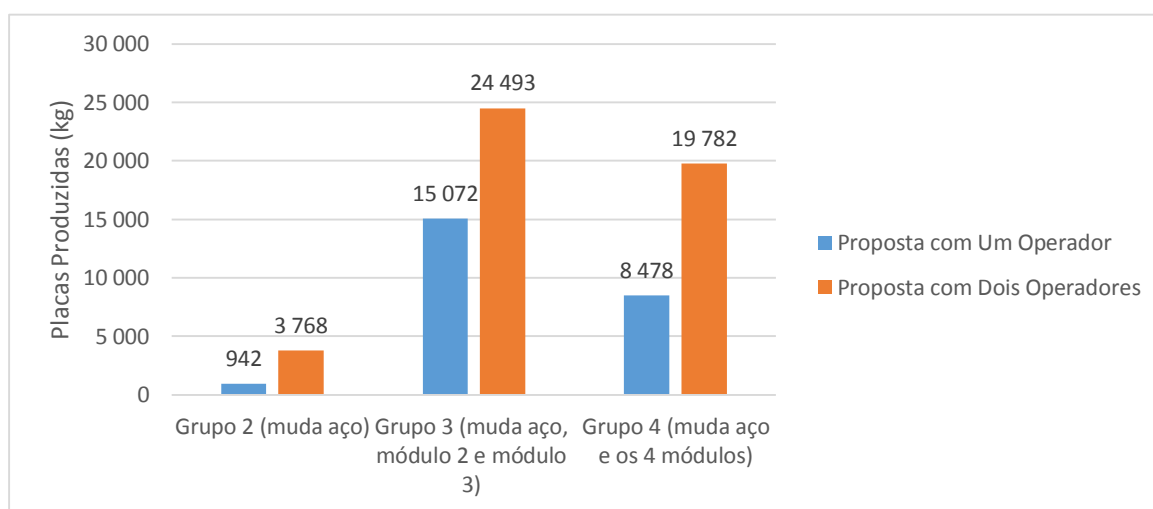


Figura 34 – Aumento de produção anual em kg da PM3 com as sequências propostas com um operador e com dois operadores.

Analisando a Figura 34 confere-se que a sequência proposta para a mudança de fabrico com um operador possibilita um ganho anual de produção de placas superior a 15 toneladas, já a mudança de fabrico com 2 operadores permite aumentar a produção anual em mais de 24 toneladas.

Na Figura 35 estão os ganhos de produção anual que seria possível obter com as sequências propostas para a realização das mudanças de fabrico com um operador e com dois operadores para cada grupo da PM2.

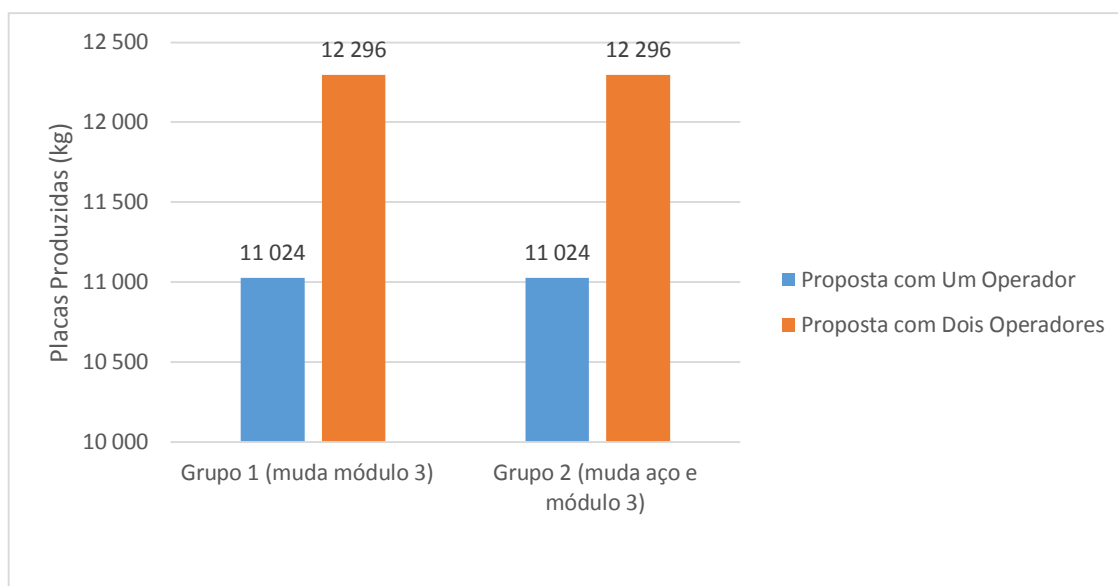


Figura 35 – Aumento de produção anual em kg da PM2 com as sequências propostas com um operador e com dois operadores.

Como se pode ver na Figura 35, a sequência desenvolvida para a mudança de fabrico apenas com um operador permite aumentar a produção anual em mais de 11 toneladas de placas, já com a mudança de fabrico com dois operadores os ganhos de produção anual em kg ultrapassam as 12 toneladas.

Do mesmo modo, na Figura 36 estão os ganhos de produção obtidos anualmente em kg com a sequência proposta para a realização da mudança de fabrico com um operador e com dois operadores para cada grupo da P2H100.

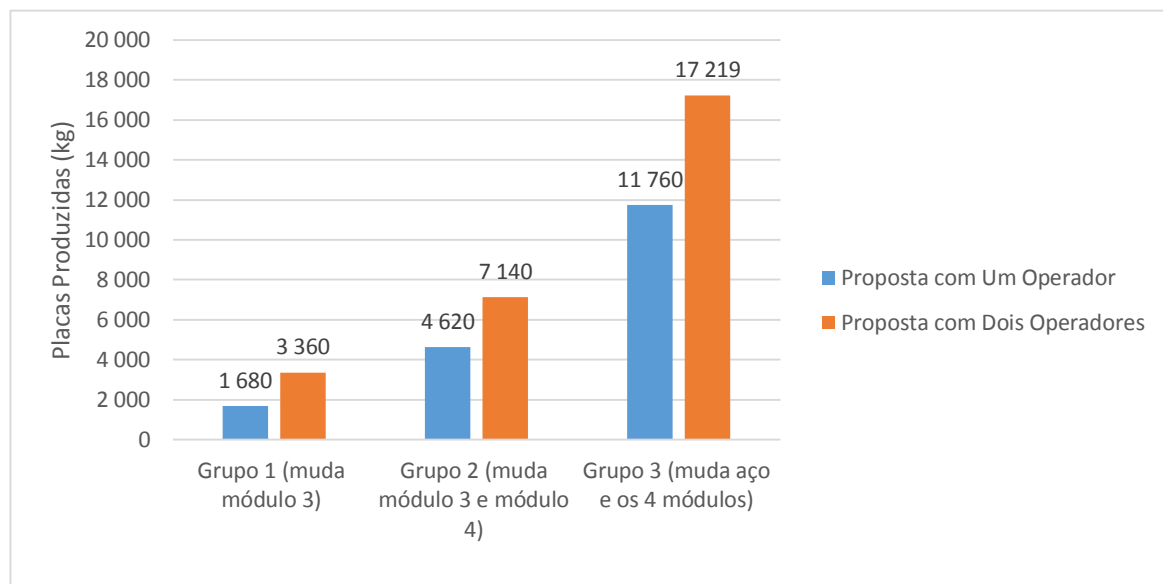


Figura 36 – Aumento de produção anual em kg da P2H100 com as sequências propostas com um operador e com dois operadores.

Através da Figura 36 é possível observar que a sequência proposta com um operador possibilita ganhos anuais de produção até quase 12 toneladas, já a mudança de fabrico com dois operadores permite ganhos anuais em produção que podem ultrapassar as 17 toneladas no caso do grupo 3 da P2H100.

6. CONCLUSÕES

Neste último capítulo serão apresentadas as principais conclusões obtidas ao longo deste trabalho e as propostas para trabalhos futuros na SramPort. Neste capítulo também será feita uma análise crítica ao trabalho realizado na empresa.

6.1. Conclusões e propostas para trabalhos futuros

Como se verificou no último capítulo, as reduções obtidas com a sequência proposta para a realização da mudança de fabrico apenas com um operador variam entre 1% e os 44% relativamente ao observado inicialmente. Estas reduções poderiam chegar aos 53% se a mudança de fabrico fosse realizada por dois operadores. No entanto, como foi referido anteriormente, isto apenas seria aplicável num dos três turnos existentes na seção das prensas da SramPort.

A análise das mudanças de fabrico permitiu observar que este setor já apresentava alguma organização durante a realização das mudanças de fabrico uma vez que o SMED já tinha sido implementado neste setor em anos anteriores. Ainda assim, o SMED permitiu obter resultados relativamente bons.

O tempo de paragem das prensas poderia diminuir ainda mais se fossem adquiridos mais módulos de substituição para as prensas P2H100 e PM2 uma vez que, na maioria das mudanças de fabrico destas prensas o operador tem que “esperar” que a serralharia altere os módulos, o que contribui significativamente para o aumento do tempo de paragem de produção.

É importante salientar que todas as filmagens e testes efetuados durante este trabalho estiveram dependentes da procura uma vez que, como já foi referido anteriormente, a SramPort apenas produz aquilo que já está vendido. Portanto, para a obtenção de tempos das tarefas de *setup* mais próximos da situação real deveriam ser estudadas mais mudanças de fabrico o que não foi possível durante este estágio.

Relativamente às diferentes etapas do SMED, a etapa correspondente à transformação das tarefas internas em tarefas externas não foi realizada uma vez que,

qualquer tipo de transformação de tarefas internas em externas implicaria algum investimento e a redução obtida no tempo de mudança de fabrico não compensaria.

O trabalho realizado neste setor passou pela reorganização das tarefas, pela padronização das mudanças de fabrico através do desenvolvimento de modos operatórios e por incutir nos operadores o espírito de equipa e entreajuda. No entanto, faltou a implementação propriamente dita do SMED através da formação e treino dos operadores para que as melhorias conseguidas se mantenham no futuro. O fator humano é uma das grandes barreiras à implementação das ferramentas *lean* pelo que as modificações a nível comportamental dos operadores trarão vantagens a longo prazo.

Como foi referido anteriormente, as tarefas de passar a fita e de afinação consomem muito tempo nas mudanças de fabrico, pelo que como foi sugerido nas propostas de melhoria, a ferramenta deve ser estudada e reestruturada por forma a reduzir este tempo.

Outra proposta de melhoria sugerida foi a uniformização das placas, o que reduziria substancialmente o número de mudanças de fabrico necessárias. A empresa já está a estudar esta possibilidade e tudo indica que irão para a frente com esta proposta.

O *layout* do setor das prensas também poderia ser melhorado uma vez que não existe muito espaço entre algumas das prensas, o que dificulta a realização das mudanças de fabrico. Neste setor também se verificou a existência de ferramentas de corte progressivo que já não são utilizadas, e a sua remoção desocuparia espaço que poderia ser utilizado para outros fins de modo a melhorar e facilitar a realização das mudanças de fabrico.

6.2. Considerações finais

Relativamente à otimização da metodologia SMED, apesar da implementação de propostas de melhoria ter sido reduzida as mudanças verificadas a nível comportamental dos operadores ao longo dos vários testes efetuados foram fundamentais para os resultados obtidos.

Este trabalho mostrou-se vantajoso para a empresa uma vez que, as reduções observadas foram obtidas sem necessidade de qualquer tipo de investimento. A SramPort relevou-se uma empresa organizada e bem estruturada em que a melhoria contínua da

qualidade dos seus produtos e processos está no topo das prioridades através da prática constante de ferramentas *lean*.

A nível pessoal, este trabalho revelou-se uma experiência gratificante que me permitiu por em prática os conhecimentos adquiridos ao longo destes cinco anos de formação académica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barros, R.M.S. (2011), “Melhoria da produtividade de equipamentos de fabrico de correntes de rolos”. Tese de Mestrado em Equipamentos e sistemas Mecânicos, Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, Coimbra.
- Courtois, A., Pillet, M. e Martin-Bonnefous, C. (2007), “Gestão da Produção”, Lidel, Lisboa, p.263-356.
- Freitas, E.B. (2012), “SMED - Single Minute Exchange of Die”. Acedido em 10 de Março de 2014, em: <http://enghariaideproducaoindustrial.blogspot.de/2012/02/smed-single-minute-exchange-of-die.html>
- Ghinato, P. (2000), “Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações”. Recife: Editado da UFPE.
- Lago, N., Carvalho, D. e Ribeiro, L.M.M. (2008), “Lean Office”, Fundação, 248/249,6-8.
- Nogueira, L.J.M. (2010), “Melhoria da Qualidade através de Sistemas Poka-Yoke”. Tese de Mestrado em Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.
- Ohno, T. (1988), “The Toyota production system: beyond large scale-production”, Productivity Press, Portland.
- Oliveira, F.E.M., “Considerações sobre a filosofia JUST-IN-TIME (JIT)”. Acedido em 28 de Fevereiro de 2014 em: http://www.iepes.com.br/web_publico/Download/Artigos/Artigo01.pdf.
- Pais, G.C.S. (2008). “Estudo e Implementação da Metodologia SMED na Inplas”. Tese de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial, Universidade de Aveiro, Aveiro.
- Palrilha, H.F.F (2009), “Aplicação da metodologia SMED na indústria farmacêutica”. Tese de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, Departamento de Engenharia Mecânica, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de

Coimbra, Coimbra.

Pinto, N.G.M.P.T (2013), “Metodologia SMED: Aplicação Prática em processos de injeção e estampagem”. Tese de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, Departamento de Engenharia Mecânica, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, Coimbra.

Salviano, K.J.F. (2009), “Implementação da produção Lean: Uma comparação entre Portugal e Itália”. Tese de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, Departamento de Engenharia Mecânica, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, Coimbra.

Shingo S. (1981),”Study of Toyota Production System”, Productivity Press, Portland.

Sugai, M., McIntosh, R.I. e Novaski, O. (2007), “Metodologia de Shigeo Shingo (SMED): análise crítica e estudo de caso”. Gest. Prod., São Carlos, v. 14, n. 2, p. 323-335.

Womack, J. e Jones, D.T. (1996), “Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in your Corporation”, Simon and Schuster, New York.

Womack, J., Jones, D.T. e Ross, D. (1990) “The Machine that Changed the World”, Macmillan Publishing Company, Canada.

ANEXO I

Mudança de Fabrico (PM3 - Placas Interiores)	Mudanças					Grupo de Mudança
	Aço	Módulos				
		1	2	3	4	
500 10 - 500 11	Não	Não	Não	Não	Não	1
500 10 - 500 12	Não	Não	Não	Não	Não	1
500 10 - 500 17	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	4
500 10 - 500 18	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	4
500 10 - 500 19	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	4
500 10 - 500 20	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	4
500 10 - 500 27	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	4
500 10 - 500 28	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	4
500 10 - 500 29	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	4
500 10 - 500 34	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	4
500 11 - 500 12	Não	Não	Não	Não	Não	1
500 11 - 500 17	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	4
500 11 - 500 18	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	4
500 11 - 500 19	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	4
500 11 - 500 20	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	4
500 11 - 500 27	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	4
500 11 - 500 28	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	4
500 11 - 500 29	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	4
500 11 - 500 34	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	4
500 12 - 500 17	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	4
500 12 - 500 18	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	4
500 12 - 500 19	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	4
500 12 - 500 20	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	4
500 12 - 500 27	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	4
500 12 - 500 28	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	4
500 12 - 500 29	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	4
500 12 - 500 34	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	4
500 17 - 500 18	Não	Não	Não	Não	Não	1
500 17 - 500 19	Sim	Não	Sim	Sim	Não	3
500 17 - 500 20	Sim	Não	Sim	Sim	Não	3
500 17 - 500 27	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	4
500 17 - 500 28	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	4
500 17 - 500 29	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	4
500 17 - 500 34	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	4
500 18 - 500 19	Sim	Não	Sim	Sim	Não	3
500 18 - 500 20	Sim	Não	Sim	Sim	Não	3
500 18 - 500 27	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	4
500 18 - 500 28	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	4
500 18 - 500 29	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	4
500 18 - 500 34	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	4
500 19 - 500 20	Não	Não	Não	Não	Não	1
500 19 - 500 27	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	4
500 19 - 500 28	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	4
500 19 - 500 29	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	4
500 19 - 500 34	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	4
500 20 - 500 27	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	4
500 20 - 500 28	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	4
500 20 - 500 29	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	4
500 20 - 500 34	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	4
500 27 - 500 28	Sim	Não	Não	Não	Não	2
500 27 - 500 29	Sim	Não	Não	Não	Não	2
500 27 - 500 34	Sim	Não	Não	Não	Não	2
500 28 - 500 29	Não	Não	Não	Não	Não	1
500 28 - 500 34	Não	Não	Não	Não	Não	1
500 29 - 500 34	Não	Não	Não	Não	Não	1

ANEXO II

Mudança de Fabrico (P2H100 - Placas Exteriores de 10 ou 11 velocidades)	Mudanças					Grupo de Mudança
	Aço	Módulos				
		1	2	3	4	
400 73 - 400 74	Não	Não	Não	Sim	Sim	2
400 73 - 400 75	Não	Não	Não	Sim	Sim	2
400 73 - 400 76	Não	Não	Não	Sim	Sim	2
400 73 - 400 77	Não	Não	Não	Sim	Sim	2
400 73 - 400 78	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	3
400 73 - 400 80	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	3
400 73 - 400 82	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	3
400 73 - 400 84	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	3
400 73 - 400 85	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	3
400 74 - 400 75	Não	Não	Não	Sim	Não	1
400 74 - 400 76	Não	Não	Não	Sim	Sim	2
400 74 - 400 77	Não	Não	Não	Sim	Sim	2
400 74 - 400 78	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	3
400 74 - 400 80	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	3
400 74 - 400 82	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	3
400 74 - 400 84	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	3
400 74 - 400 85	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	3
400 75 - 400 76	Não	Não	Não	Sim	Sim	2
400 75 - 400 77	Não	Não	Não	Sim	Sim	2
400 75 - 400 78	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	3
400 75 - 400 80	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	3
400 75 - 400 82	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	3
400 75 - 400 84	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	3
400 75 - 400 85	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	3
400 76 - 400 77	Não	Não	Não	Sim	Não	1
400 76 - 400 78	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	3
400 76 - 400 80	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	3
400 76 - 400 82	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	3
400 76 - 400 84	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	3
400 76 - 400 85	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	3
400 77 - 400 78	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	3
400 77 - 400 80	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	3
400 77 - 400 82	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	3
400 77 - 400 84	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	3
400 77 - 400 85	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	3
400 78 - 400 80	Não	Não	Não	Sim	Não	1
400 78 - 400 82	Não	Não	Não	Sim	Não	1
400 78 - 400 84	Não	Não	Não	Sim	Sim	2
400 78 - 400 85	Não	Não	Não	Sim	Sim	2
400 80 - 400 82	Não	Não	Não	Sim	Não	1
400 80 - 400 84	Não	Não	Não	Sim	Sim	2
400 80 - 400 85	Não	Não	Não	Sim	Sim	2
400 82 - 400 84	Não	Não	Não	Sim	Sim	2
400 82 - 400 85	Não	Não	Não	Sim	Sim	2
400 84 - 400 85	Não	Não	Não	Sim	Não	1

ANEXO III

Mudança de Fabrico (PM2 - Placas Exteriores de 8 ou 9 velocidades)	Mudanças					Grupo de Mudança
	Aço	Módulos				
		1	2	3	4	
400 31 - 400 35	Não	Não	Não	Sim	Não	1
400 31 - 400 36	Não	Não	Não	Sim	Não	1
400 31 - 400 47	Sim	Não	Não	Sim	Não	2
400 31 - 400 48	Sim	Não	Não	Sim	Não	2
400 31 - 400 49	Sim	Não	Não	Sim	Não	2
400 35 - 400 36	Não	Não	Não	Sim	Não	1
400 35 - 400 47	Sim	Não	Não	Sim	Não	2
400 35 - 400 48	Sim	Não	Não	Sim	Não	2
400 35 - 400 49	Sim	Não	Não	Sim	Não	2
400 36 - 400 47	Sim	Não	Não	Sim	Não	2
400 36 - 400 48	Sim	Não	Não	Sim	Não	2
400 36 - 400 49	Sim	Não	Não	Sim	Não	2
400 47 - 400 48	Não	Não	Não	Sim	Não	1
400 47 - 400 49	Não	Não	Não	Sim	Não	1
400 48 - 400 49	Não	Não	Não	Sim	Não	1

ANEXO IV

PM3: Grupo 2 (aço) - Mudança de Fabrico Atual		Elaborado por:		Sónia Pereira		
Nº	Descrição das Tarefas	Tempo Méd.	Tempo Ac.	Externa	Interna	Inútil
Fim de Produção						
1	Vai à P2H100	00:00:28	00:00:28			X
2	Controlo de qualidade do último lote	00:03:10	00:03:38		X	
3	Retirar fita da prensa	00:00:54	00:04:32		X	
4	Preparar o novo rolo de aço	00:00:16	00:04:48	X		
5	Introduzir nova fita no endireitador e alimentador	00:01:49	00:06:37		X	
6	Passar a fita	00:08:16	00:14:54		X	
7	Colocar fita na sucata	00:00:25	00:15:18	X		
8	Arrumar panos	00:00:23	00:15:41	X		
9	Fabricar primeiras peças	00:00:36	00:16:17		X	
10	Vai à P2H100	00:01:51	00:18:08			X
11	Controlo de qualidade	00:01:20	00:19:28		X	
12	Colocar prensa a trabalhar	00:00:26	00:19:54		X	
Início de Produção						
13	Registar mudança	00:02:00		X		

ANEXO V

PM3: Grupo 3 (aço, módulo 2 e módulo 3) - Mudança de Fabrico Atual		Elaborado por:		Sónia Pereira	
Nº	Descrição das Tarefas	Tempo Méd.	Tempo Ac.	Externa	Interna
1	Colocar novo rolo de aço	00:06:00		X	
	Fim de Produção				
2	Controlo de qualidade do último lote	00:04:29	00:04:29		X
3	Vai buscar luvas	00:00:22	00:04:51	X	
4	Retirar fita da prensa	00:00:48	00:05:39		X
5	Vai buscar ferramenta	00:00:13	00:05:52	X	
6	Retirar tubos de lubrificação	00:01:26	00:07:18		X
7	Desapertar parafusos do lado esquerdo	00:01:19	00:08:37		X
8	Desapertar parafusos do lado direito	00:01:45	00:10:22		X
9	Retirar cavilhas do lado esquerdo	00:00:26	00:10:48		X
10	Retirar cavilhas do lado direito	00:00:29	00:11:17		X
11	Retirar módulos da prensa	00:00:40	00:11:56		X
12	Vai buscar folhas de seguimento	00:00:41	00:12:37	X	
13	Vai buscar empilhador	00:00:27	00:13:04	X	
14	Retirar módulos da prensa	00:00:30	00:13:33		X
15	Preencher folhas de seguimento da ferramenta	00:01:01	00:14:35		X
16	Transportar módulos para a serralharia	00:01:18	00:15:52		X
17	Transportar módulos de substituição até à prensa	00:01:53	00:17:46		X
18	Vai buscar panos	00:00:12	00:17:58	X	
19	Limpar prensa	00:01:03	00:19:01		X
20	Colocar módulos na prensa	00:00:48	00:19:49		X
21	Arrumar empilhador	00:00:26	00:20:15	X	
22	Colocar cavilhas do lado esquerdo	00:00:17	00:20:32		X
23	Colocar cavilhas do lado direito	00:00:19	00:20:51		X
24	Apertar parafusos do lado esquerdo	00:01:54	00:22:45		X
25	Apertar parafusos do lado direito	00:01:34	00:24:19		X
26	Ligar tubos de lubrificação	00:01:22	00:25:41		X
27	Vai buscar tesoura	00:00:13	00:25:55	X	
28	Preparar o novo rolo de aço	00:01:03	00:26:57	X	
29	Introduzir nova fita no endireitador e alimentador	00:02:26	00:29:23		X
30	Colocar cintas e fita na sucata	00:00:44	00:30:08	X	
31	Mudar o contentor da sucata	00:01:42	00:31:50		X
32	Vai buscar ferramenta e luvas	00:00:17	00:32:07	X	
33	Passar a fita	00:10:13	00:42:20		X
34	Arrumar luvas e panos	00:00:33	00:42:53	X	
35	Fechar portas	00:00:30	00:43:23	X	
36	Fabricar peças para controlo	00:01:18	00:44:41		X
37	Controlo de qualidade	00:03:29	00:48:10		X
38	Afinação	00:03:27	00:51:37		X
39	Fabricar primeiras peças	00:01:03	00:52:40		X
40	Controlo de qualidade	00:03:06	00:55:46		X
41	Limpar caixas e aparadeira	00:01:24	00:57:10		X
42	Colocar prensa a trabalhar	00:01:00	00:58:11		X
	Início de Produção				
43	Registar peça na prensa	00:00:21		X	
44	Colocar novo contentor	00:00:33		X	

ANEXO VI

PM3: Grupo 4 (aço e os 4 módulos) - Mudança de Fabrico Atual		Elaborado por:		Sónia Pereira		
Nº	Descrição das Tarefas	Tempo Méd.	Tempo Ac.	Externa	Interna	Inútil
1	Colocar novo rolo de aço	00:06:00		X		
	Fim de Produção					
2	Controlo de qualidade do último lote	00:03:07	00:03:07		X	
3	Vai buscar luvas	00:00:06	00:03:13	X		
4	Retirar fita da prensa	00:00:55	00:04:09		X	
5	Desapertar parafusos do lado esquerdo	00:02:23	00:06:32		X	
6	Retirar tubos de lubrificação	00:01:05	00:07:37		X	
7	Desapertar parafusos do lado direito	00:01:53	00:09:30		X	
8	Retirar cavilhas do lado esquerdo	00:00:40	00:10:11		X	
9	Vai buscar ferramenta	00:00:26	00:10:37	X		
10	Retirar cavilhas do lado direito	00:00:32	00:11:09		X	
11	Vai à P2H100	00:00:22	00:11:30			X
12	Retirar módulos da prensa	00:00:23	00:11:54		X	
13	Vai buscar empilhador	00:00:46	00:12:40	X		
14	Espalhar a escumilha da P2H100	00:00:11	00:12:51			X
15	Preencher folhas de seguimento da ferramenta	00:01:47	00:14:37		X	
16	Transportar módulos para a serralharia	00:01:09	00:15:46		X	
17	Transportar módulos de substituição até à prensa	00:02:02	00:17:48		X	
18	Vai buscar panos	00:00:39	00:18:27	X		
19	Limpar prensa	00:01:12	00:19:39		X	
20	Colocar módulos na prensa	00:01:31	00:21:10		X	
21	Colocar cavilhas do lado esquerdo	00:00:40	00:21:50		X	
22	Colocar cavilhas do lado direito	00:00:30	00:22:20		X	
23	Apertar parafusos do lado esquerdo	00:02:53	00:25:13		X	
24	Controlo de qualidade na P2H100	00:03:02	00:28:14			X
25	Apertar parafusos do lado direito	00:02:15	00:30:29		X	
26	Ligar tubos de lubrificação	00:01:27	00:31:56		X	
27	Arrumar panos	00:00:24	00:32:20	X		
28	Preparar o novo rolo de aço	00:01:32	00:33:52	X		
29	Introduzir nova fita no endireitador e alimentador	00:02:24	00:36:16		X	
30	Passar a fita	00:05:47	00:42:03		X	
31	Arrumar ferramentas	00:00:12	00:42:15	X		
32	Espalhar a escumilha da P2H100	00:00:20	00:42:35			X
33	Fabricar peças para controlo	00:02:11	00:44:46		X	
34	Controlo de qualidade	00:02:52	00:47:38		X	
35	Afinação	00:06:30	00:54:07		X	
36	Fabricar primeiras peças	00:01:19	00:55:26		X	
37	Controlo de qualidade	00:02:28	00:57:54		X	
38	Limpar caixas e aparadeira	00:01:21	00:59:15		X	
39	Registrar peça na prensa	00:00:17	00:59:32	X		
40	Colocar a prensa a trabalhar	00:00:23	00:59:54		X	
	Início de Produção					
41	Preencher novo kanban	00:01:04		X		
42	Colocar novo contentor	00:00:46		X		
43	Preencher folha de apoio ao SAP e registar mudança	00:02:02		X		
44	Pesar caixa de refugo	00:00:32		X		

ANEXO VII

PM2: Grupo 1 (aço e módulo 3) - Mudança de Fabrico Atual		Elaborado por:		Sónia Pereira		
Nº	Descrição das Tarefas	Tempo Méd.	Tempo Ac.	Externa	Interna	Inútil
	Fim de Produção					
1	Passar a fita na PM3	00:10:00	00:10:00			X
2	Controlo de qualidade da PM3	00:01:20	00:11:20			X
3	Controlo de qualidade do último lote	00:05:02	00:16:23		X	
4	Retirar fita da prensa	00:00:56	00:17:18		X	
5	Vai buscar ferramenta	00:01:04	00:18:23	X		
6	Desapertar ferramenta do lado esquerdo	00:00:44	00:19:07		X	
7	Desapertar ferramenta do lado direito	00:00:40	00:19:47		X	
8	Preencher folha de seguimento da ferramenta	00:00:51	00:20:38		X	
9	Arrumar folhas de seguimento que estavam no empilhador	00:00:19	00:20:57	X		
10	Retirar módulo da prensa	00:00:31	00:21:28		X	
11	Transportar módulo para a serralharia	00:01:02	00:22:30		X	
12	Colocar novo contentor na PM3	00:01:21	00:23:51			X
13	Arrumar panos	00:00:25	00:24:16	X		
14	Controlo de qualidade da PM3	00:03:48	00:28:04			X
15	Preencher novo kanban	00:01:01	00:29:05		X	
16	Coloca novo contentor	00:00:24	00:29:29		X	
17	Controlo de qualidade da PM3	00:03:16	00:32:45			X
18	Vai buscar pano	00:00:16	00:33:01	X		
19	Limpar prensa	00:00:14	00:33:15		X	
20	Outras tarefas	00:06:03	00:39:18	X		
21	Transportar módulo até à prensa	00:01:07	00:40:25		X	
22	Colocar módulo na prensa	00:00:31	00:40:56		X	
23	Apertar parafusos e colocar cavilha lado esquerdo	00:01:05	00:42:01		X	
24	Apertar parafusos e colocar cavilha lado direito	00:00:58	00:42:58		X	
25	Ligar tubos de lubrificação	00:00:20	00:43:18		X	
26	Arrumar empilhador	00:00:20	00:43:38	X		
27	Passar a fita	00:04:10	00:47:48		X	
28	Vai à PM3	00:00:22	00:48:10			X
29	Controlo de qualidade da PM3	00:04:00	00:52:10			X
30	Colocar prensa a trabalhar	00:00:20	00:52:29		X	
31	Fechar as portas	00:00:12	00:52:41	X		
32	Registar peça no painel de controlo	00:00:51	00:53:32		X	
33	Fabricar primeiras peças	00:00:53	00:54:25		X	
34	Controlo de qualidade	00:04:19	00:58:43		X	
35	Limpar caixas e aparadeira	00:01:03	00:59:47		X	
36	Colocar prensa a trabalhar	00:00:07	00:59:53		X	
	Início de Produção					
37	Pesar caixa de refugo	00:00:59		X		
38	Preencher folha de apoio ao SAP e registar mudança	00:02:10		X		

ANEXO VIII

PM2: Grupo 2 (aço e módulo 3) - Mudança de Fabrico Atual		Elaborado por:		Sónia Pereira		
Nº	Descrição das Tarefas	Tempo Méd.	Tempo Ac.	Externa	Interna	Inútil
Fim de Produção						
1	Passar a fita na PM3	00:10:00	00:10:00			X
2	Controlo de qualidade da PM3	00:01:20	00:11:20			X
3	Controlo de qualidade do último lote	00:05:02	00:16:23		X	
4	Retirar fita da prensa	00:00:56	00:17:18		X	
5	Vai buscar ferramenta	00:01:04	00:18:23	X		
6	Desapertar ferramenta do lado esquerdo	00:00:44	00:19:07		X	
7	Desapertar ferramenta do lado direito	00:00:40	00:19:47		X	
8	Preencher folha de seguimento da ferramenta	00:00:51	00:20:38		X	
9	Arrumar folhas de seguimento que estavam no empilhador	00:00:19	00:20:57	X		
10	Retirar módulo da prensa	00:00:31	00:21:28		X	
11	Transportar módulo para a serralharia	00:01:02	00:22:30		X	
12	Colocar novo contentor na PM3	00:01:21	00:23:51			X
13	Arrumar panos	00:00:25	00:24:16	X		
14	Controlo de qualidade da PM3	00:03:48	00:28:04			X
15	Vai buscar luvas	00:00:28	00:28:31	X		
16	Preparar o novo rolo de aço	00:00:51	00:29:22		X	
17	Introduzir nova fita no endireitador e alimentador	00:02:50	00:32:13		X	
18	Colocar cintas no outro rolo	00:01:25	00:33:37		X	
19	Preencher novo kanban	00:01:01	00:34:38		X	
20	Coloca novo contentor	00:00:24	00:35:02		X	
21	Colocar cintas na sucata	00:00:29	00:35:32		X	
22	Controlo de qualidade da PM3	00:03:16	00:38:48			X
23	Vai buscar pano	00:00:16	00:39:03	X		
24	Limpar prensa	00:00:14	00:39:17		X	
25	Transportar módulo até à prensa	00:01:07	00:40:24		X	
26	Colocar módulo na prensa	00:00:31	00:40:55		X	
27	Apertar parafusos e colocar cavilha lado esquerdo	00:01:05	00:42:00		X	
28	Apertar parafusos e colocar cavilha lado direito	00:00:58	00:42:58		X	
29	Ligar tubos de lubrificação	00:00:20	00:43:18		X	
30	Arrumar empilhador	00:00:20	00:43:37	X		
31	Passar a fita	00:04:10	00:47:47		X	
32	Vai à PM3	00:00:22	00:48:09			X
33	Controlo de qualidade da PM3	00:04:00	00:52:09			X
34	Colocar prensa a trabalhar	00:00:20	00:52:29		X	
35	Fechar as portas	00:00:12	00:52:41	X		
36	Registar peça no painel de controlo	00:00:51	00:53:32		X	
37	Fabricar primeiras peças	00:00:53	00:54:24		X	
38	Controlo de qualidade	00:04:19	00:58:43		X	
39	Limpar caixas e aparadeira	00:01:03	00:59:46		X	
40	Colocar prensa a trabalhar	00:00:07	00:59:53		X	
Início de Produção						
41	Pesar caixa de refugo	00:00:59		X		
42	Preencher folha de apoio ao SAP e registar mudança	00:02:10		X		

ANEXO IX

P2H100: Grupo 1 (módulo 3) - Mudança de Fabrico Atual		Elaborado por:		Sónia Pereira		
Nº	Descrição das Tarefas	Tempo Mé	Tempo Ac.	Externa	Interna	Inútil
Fim de Produção						
1	Controlo de qualidade do último lote	00:06:30	00:06:30		X	
2	Retirar fita da prensa	00:01:06	00:07:36		X	
3	Retirar tubos de lubrificação	00:00:28	00:08:04		X	
4	Vai buscar ferramenta	00:00:04	00:08:07	X		
5	Desapertar parafusos do lado esquerdo	00:00:16	00:08:23		X	
6	Retirar cavilha do lado esquerdo	00:00:20	00:08:43		X	
7	Desapertar parafusos do lado direito	00:00:21	00:09:04		X	
8	Retirar cavilha do lado direito	00:00:12	00:09:16		X	
9	Preencher folha de seguimento da ferramenta	00:01:00	00:10:16		X	
10	Vai buscar empilhador	00:00:35	00:10:51	X		
11	Retirar módulo da prensa	00:00:31	00:11:22		X	
12	Transportar módulo para a serralharia	00:01:07	00:12:30		X	
13	Preencher folha de apoio ao SAP e registar mudança	00:01:58	00:14:27	X		
14	Registar peça no painel de controlo	00:00:31	00:14:58		X	
15	Limpar caixas e aparadeira	00:02:30	00:17:28		X	
16	Outras tarefas	00:07:03	00:24:31	X		
17	Transportar módulo até à prensa	00:00:41	00:25:11		X	
18	Limpar prensa	00:00:16	00:25:27		X	
19	Colocar módulo na prensa	00:00:47	00:26:14		X	
20	Colocar cavilha do lado esquerdo	00:00:05	00:26:19		X	
21	Fechar porta	00:00:12	00:26:31	X		
22	Arrumar empilhador	00:00:15	00:26:47	X		
23	Colocar cavilha do lado direito	00:00:10	00:26:57		X	
24	Apertar parafusos do lado direito	00:00:36	00:27:33		X	
25	Ligar tubos de lubrificação	00:00:37	00:28:10		X	
26	Colocar cavilha do lado esquerdo	00:00:19	00:28:28		X	
27	Ligar tubos de lubrificação	00:00:16	00:28:45		X	
28	Fechar porta	00:00:14	00:28:58	X		
29	Vai à PM3	00:00:17	00:29:15			X
30	Passar a fita	00:02:49	00:32:04		X	
31	Arrumar ferramentas	00:00:16	00:32:20	X		
32	Fabricar primeiras peças	00:01:30	00:33:50		X	
33	Controlo de qualidade	00:05:00	00:38:50		X	
34	Limpar caixas e aparadeira	00:01:26	00:40:16		X	
35	Colocar prensa a trabalhar	00:00:05	00:40:22		X	
Início de Produção						

ANEXO X

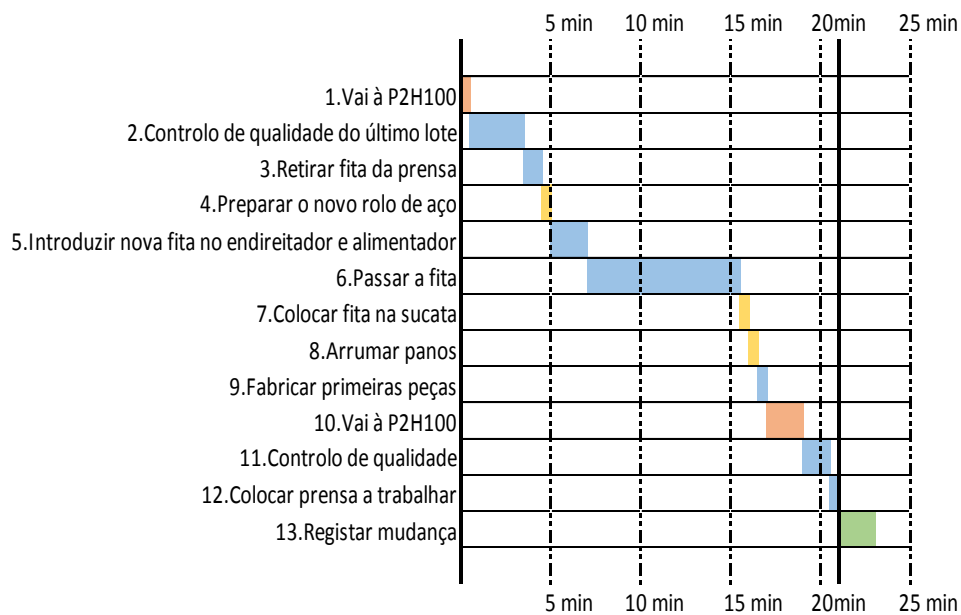
P2H100: Grupo 2 (módulo 3 e módulo 4) - Mudança de Fabrico Atual		Elaborado por:		Sónia Pereira		
Nº	Descrição das Tarefas	Tempo Méd.	Tempo Ac.	Externa	Interna	Inútil
Fim de Produção						
1	Controlo de qualidade na PM3	00:01:54	00:01:54			X
2	Controlo de qualidade do último lote	00:06:23	00:08:16		X	
3	Retirar fita da prensa	00:00:19	00:08:35		X	
4	Vai buscar ferramenta	00:00:17	00:08:52	X		
5	Desapertar ferramenta lado direito	00:01:15	00:10:07		X	
6	Desapertar ferramenta lado esquerdo	00:01:14	00:11:21		X	
7	Preencher folhas de seguimento da ferramenta	00:01:31	00:12:52		X	
8	Vai buscar empilhador	00:00:24	00:13:16	X		
9	Retirar módulos da prensa	00:00:30	00:13:46		X	
10	Transportar módulo para a serralharia	00:01:06	00:14:52		X	
11	Registar mudança	00:00:32	00:15:24	X		
12	Preencher novo kanban	00:01:32	00:16:56	X		
13	Preencher folha de apoio ao SAP	00:01:00	00:17:56	X		
14	Registar novo kanban na prensa	00:01:02	00:18:58	X		
15	Pesar lotes anteriores	00:02:30	00:21:29	X		
16	Controlo de qualidade da PM3	00:00:30	00:21:59			X
17	Limpar chão da P2H100 e da PM2	00:01:00	00:22:58	X		
18	Controlo de qualidade da PM3	00:01:00	00:23:58			X
19	Outras limpezas	00:02:00	00:25:58	X		
20	Registar refugo no computador	00:00:35	00:26:34	X		
21	Passar a fita na PM3	00:05:02	00:31:35			X
22	Outras tarefas	00:14:46	00:46:22			X
23	Limpar prensa	00:00:41	00:47:02		X	
24	Mudança de Fabrico na PM3	00:17:41	01:04:43			X
25	Transportar módulos da serralharia até à prensa	00:01:12	01:05:55		X	
26	Colocar módulos na prensa	00:00:33	01:06:28		X	
27	Colocar cavilha lado esquerdo	00:00:09	01:06:37		X	
28	Arrumar empilhador	00:00:33	01:07:10	X		
29	Colocar cavilha lado direito	00:00:14	01:07:24		X	
30	Apertar parafusos lado direito	00:01:04	01:08:28		X	
31	Apertar parafusos lado esquerdo	00:01:18	01:09:46		X	
32	Ligar tubos	00:00:28	01:10:14		X	
33	Passar a fita	00:01:10	01:11:23		X	
34	Fabricar primeiras peças	00:00:58	01:12:21		X	
35	Controlo de Qualidade	00:01:48	01:14:09		X	
36	Espalhar escumilha da PM3	00:00:11	01:14:21			X
37	Controlo de Qualidade	00:02:00	01:16:20		X	
38	Limpar caixas e aparadeira	00:01:21	01:17:42		X	
39	Colocar prensa a trabalhar	00:00:08	01:17:50		X	
Início de Produção						





ANEXO XI

P2H100: Grupo 3 (aço e os 4 módulos) - Mudança de Fabrico Atual		Elaborado por:		Sónia Pereira		
Nº	Descrição das Tarefas	Tempo Méd.	Tempo Ac.	Externa	Interna	Inútil
Fim de Produção						
1	Controlo de qualidade do último lote	00:03:09	00:03:09		X	
2	Retirar fita da prensa	00:01:12	00:04:21		X	
3	Retirar tubos de lubrificação	00:01:25	00:05:46		X	
4	Desapertar parafusos do lado direito	00:01:35	00:07:21		X	
5	Retirar tubos de lubrificação	00:00:24	00:07:46		X	
6	Desapertar parafusos do lado esquerdo	00:02:12	00:09:57		X	
7	Retirar cavilhas do lado direito	00:00:50	00:10:47		X	
8	Retirar cavilhas do lado esquerdo	00:00:29	00:11:16		X	
9	Preencher folhas de seguimento da ferramenta	00:02:15	00:13:31		X	
10	Vai buscar empilhador	00:00:36	00:14:07	X		
11	Retirar módulos da prensa	00:01:46	00:15:53		X	
12	Transportar módulos para a serralharia	00:01:08	00:17:02		X	
13	Transportar módulos de substituição até à prensa	00:01:39	00:18:41		X	
14	Limpar prensa	00:00:44	00:19:24		X	
15	Vai buscar panos	00:00:14	00:19:38	X		
16	Acabar de limpar a prensa	00:00:32	00:20:10		X	
17	Colocar módulos na prensa	00:01:23	00:21:32		X	
18	Arrumar empilhador	00:00:19	00:21:52	X		
19	Colocar cavilhas do lado direito	00:00:33	00:22:25		X	
20	Apertar parafusos da base lado direito	00:00:23	00:22:48		X	
21	Colocar cavilhas do lado esquerdo	00:00:27	00:23:15		X	
22	Apertar parafusos da base do lado esquerdo	00:02:34	00:25:48		X	
23	Apertar parafusos da base do lado direito	00:01:02	00:26:51		X	
24	Vai à PM3	00:08:54	00:35:45			X
25	Controlo de qualidade da PM2	00:12:11	00:47:56			X
26	Apertar parafusos do cabeçote do lado direito	00:02:10	00:50:07		X	
27	Ligar tubos de lubrificação	00:00:55	00:51:02		X	
28	Apertar parafusos do cabeçote do lado esquerdo	00:01:38	00:52:40		X	
29	Ligar tubos de lubrificação	00:00:11	00:52:51		X	
30	Espalhar escumilha da PM2	00:00:11	00:53:02			X
31	Ligar tubos de lubrificação	00:00:16	00:53:18		X	
32	Preparar o novo rolo de aço	00:01:12	00:54:30	X		
33	Vai buscar luvas	00:00:22	00:54:52	X		
34	Introduzir nova fita no endireitador e alimentador	00:01:33	00:56:25		X	
35	Colocar fita e cintas na sucata	00:00:33	00:56:58	X		
36	Passar a fita	00:05:35	01:02:32		X	
37	Arrumar luvas	00:00:05	01:02:37	X		
38	Fabricar peças para controlo	00:01:27	01:04:05		X	
39	Controlo de qualidade	00:06:04	01:10:09		X	
40	Limpar caixas e aparadeira	00:00:57	01:11:05		X	
41	Limpar cartão kanban	00:00:17	01:11:22	X		
42	Registrar peça na prensa	00:00:06	01:11:28	X		
43	Registrar peça no painel de controlo	00:00:46	01:12:14		X	
44	Afinação	00:05:24	01:17:38		X	
45	Coloca prensa a trabalhar	00:00:05	01:17:43		X	
Início de Produção						
46	Preencher folha de apoio ao SAP e registar mudança	00:03:02		X		
47	Colocar novo contentor	00:00:06		X		

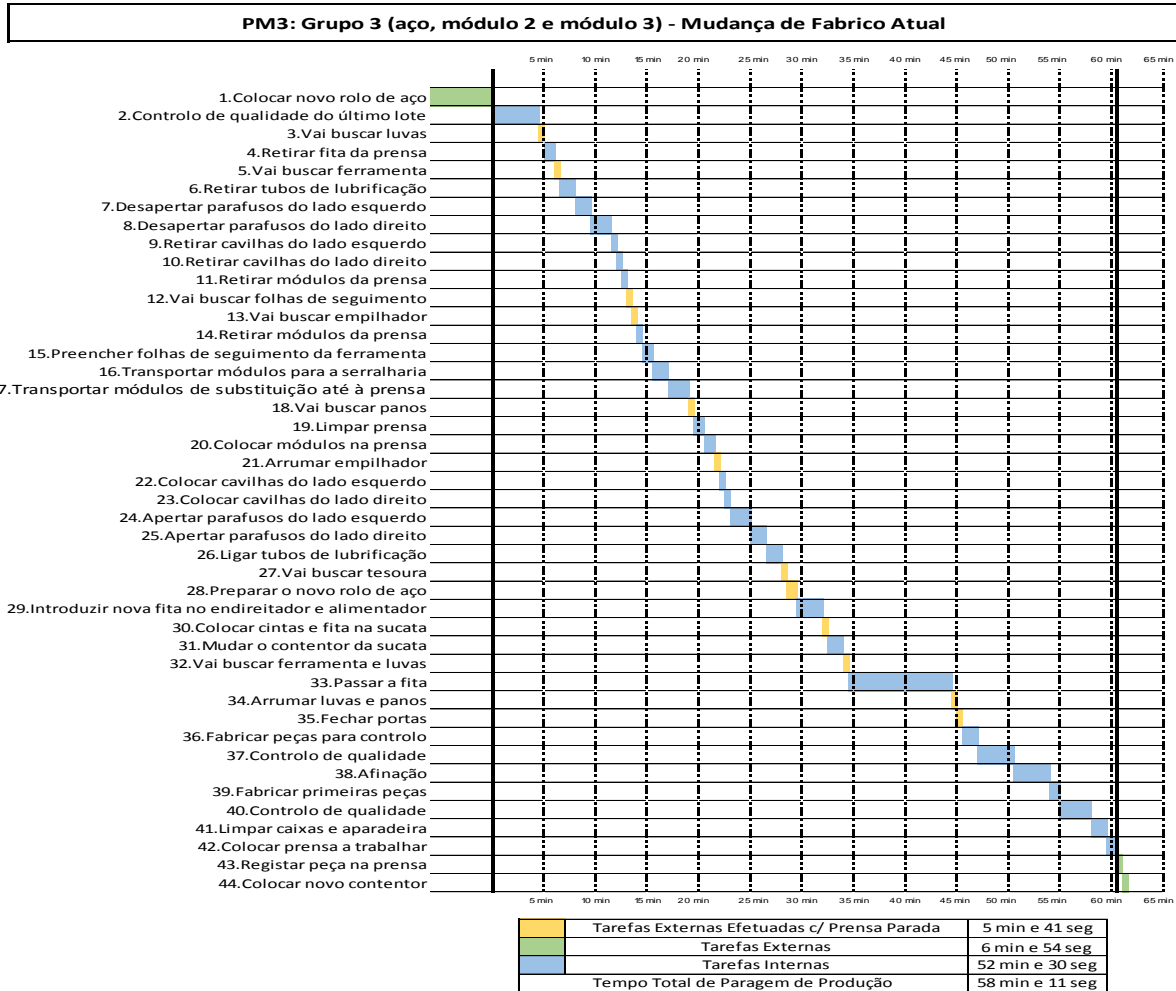
ANEXO XII

PM3: Grupo 2 (aço) - Mudança de Fabrico Atual

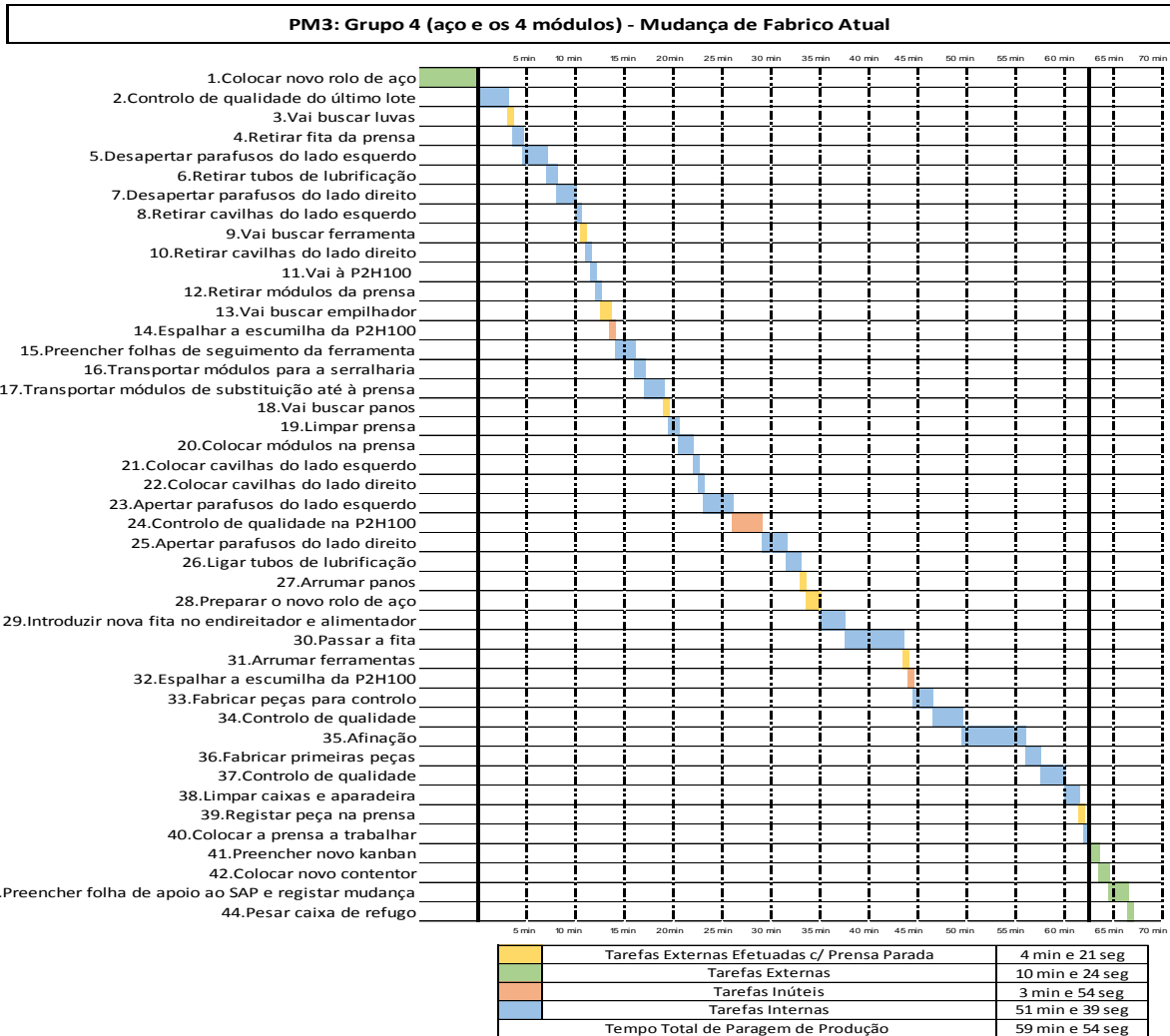


	Tarefas Externas Efetuadas c/ Prensa Parada	1 min e 4 seg
	Tarefas Externas	2 min
	Tarefas Inúteis	2 min e 19 seg
	Tarefas Internas	16 min e 32 seg
Tempo Total de Paragem de Produção		19 min e 54 seg

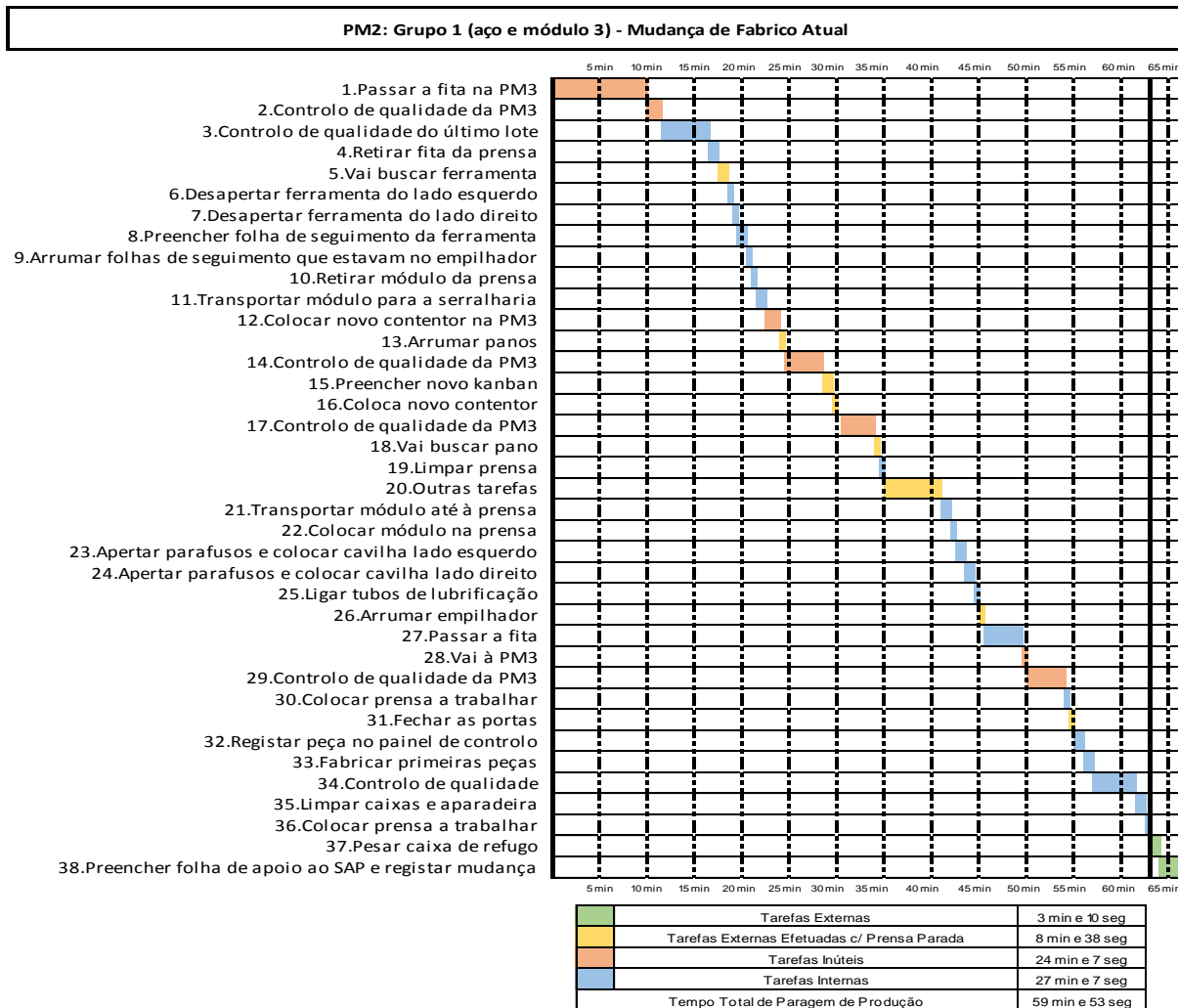
ANEXO XIII



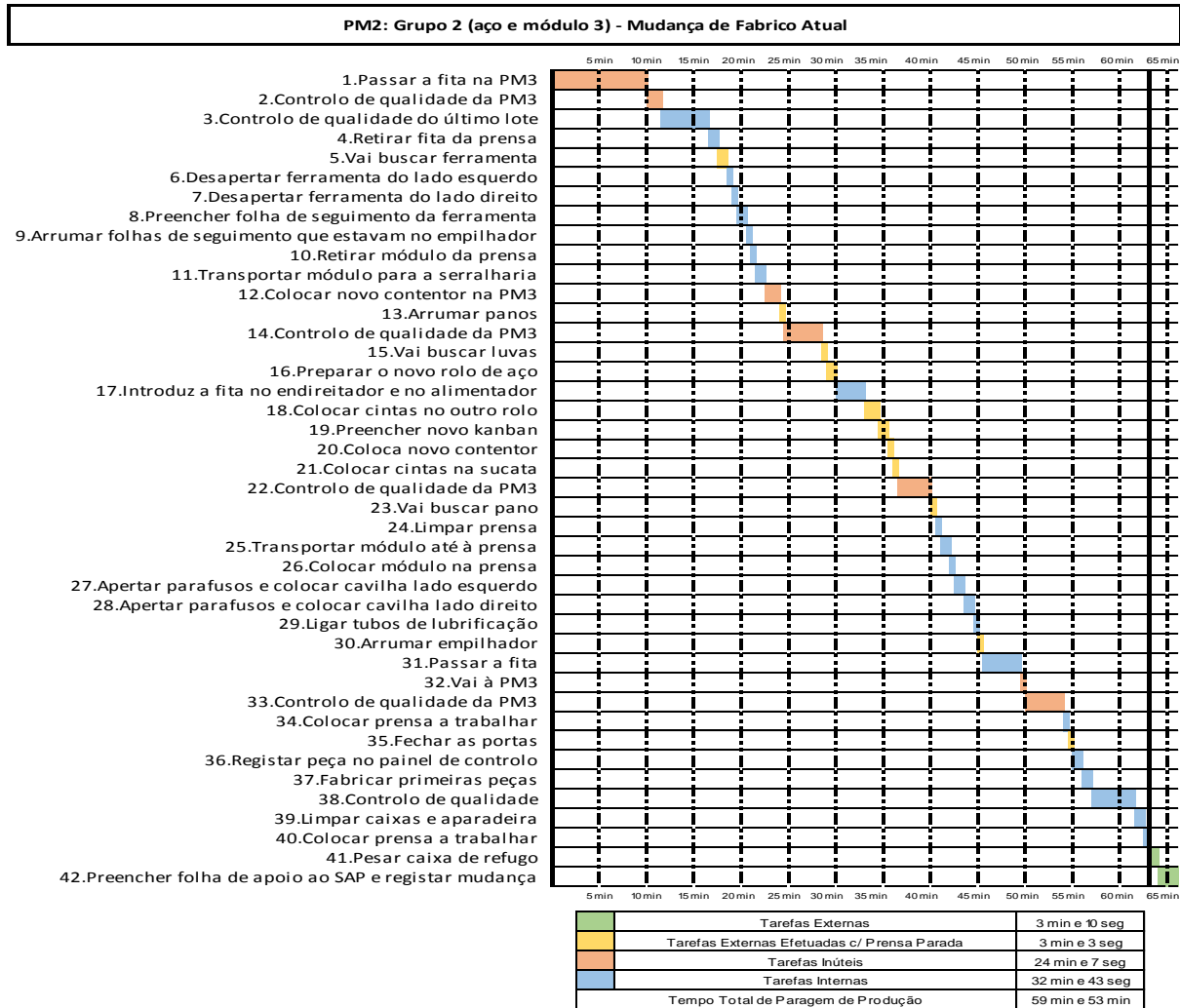
ANEXO XIV



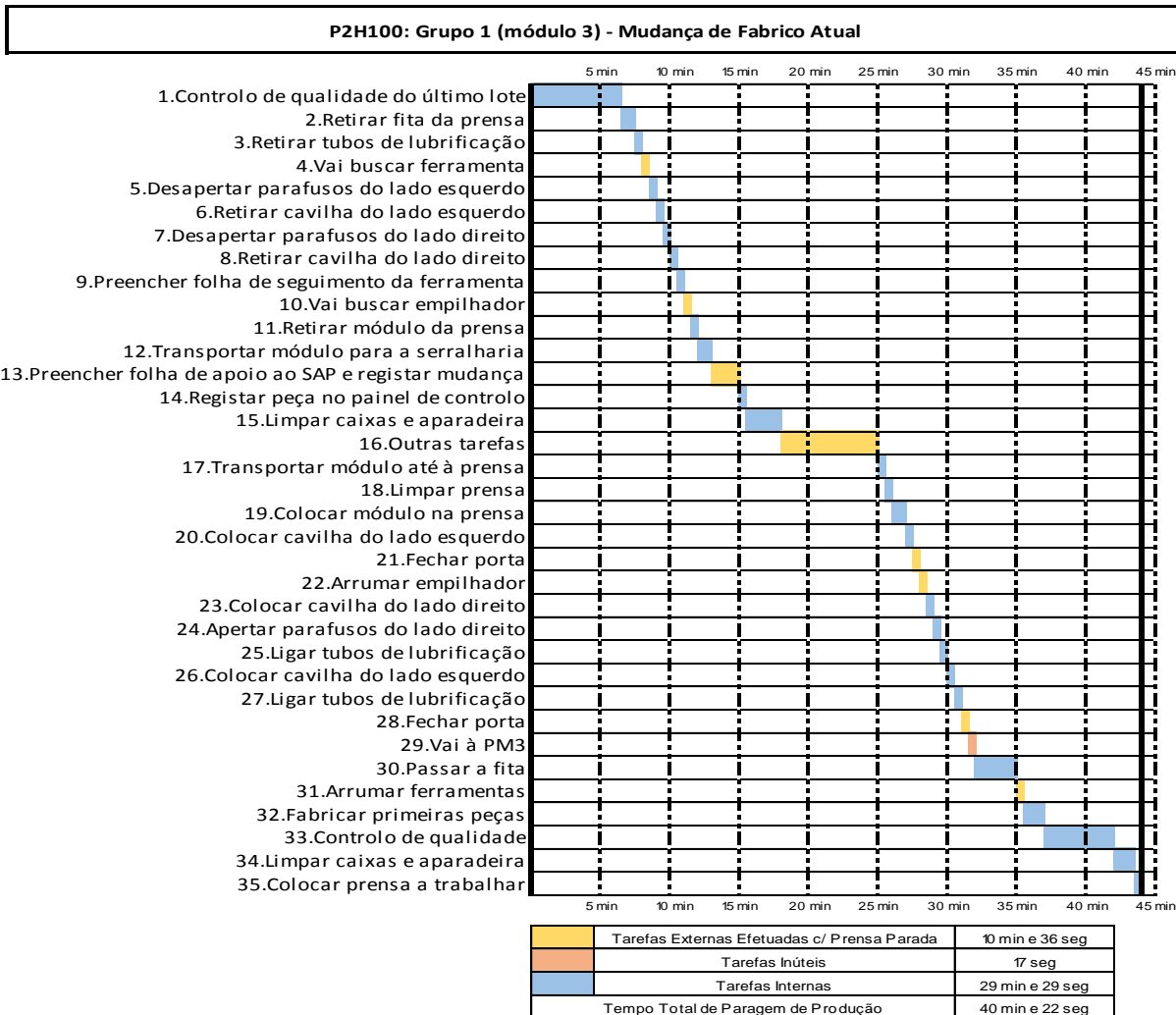
ANEXO XV



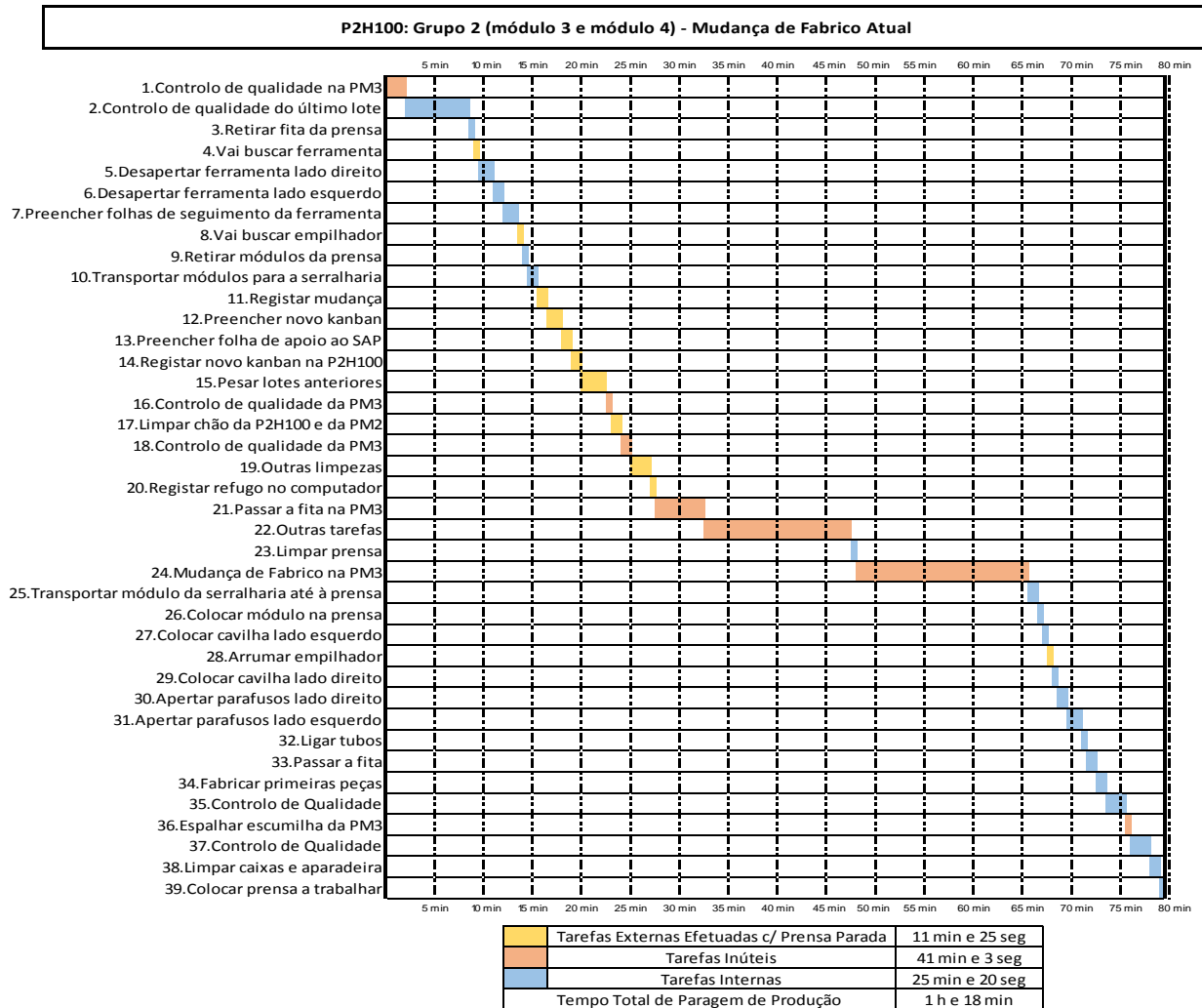
ANEXO XVI



ANEXO XVII



ANEXO XVIII



ANEXO XIX

P2H100: Grupo 3 (aço e os 4 módulos) - Mudança de Fabrico Atual



	Tarefas Externas Efetuadas c/ Prensa Parada	3 min e 44 seg
	Tarefas Externas	3 min e 8 seg
	Tarefas Inúteis	21 min e 16 seg
	Tarefas Internas	52 min e 44 seg
	Tempo Total de Paragem de Produção	1 h e 18 seg

ANEXO XX

PM3: Grupo 2 (aço) - Sequência Proposta com Um Operador		Elaborado por:		Sónia Pereira	
Nº	Descrição das Tarefas	Tempo Ele.	Tempo Ac.	Externa	Interna
1	Colocação de novo aço no desenrolador	00:06:00		X	
2	Preparar o novo rolo de aço	00:00:45		X	
3	Vai buscar luvas	00:00:14		X	
Fim de Produção					
4	Controlo de qualidade do último lote	00:04:00	00:04:00		X
5	Retirar fita da prensa	00:00:57	00:04:57		X
6	Introduzir nova fita no endireitador e alimentador	00:02:17	00:07:14		X
7	Passar a fita	00:06:30	00:13:44		X
8	Fabricar primeiras peças	00:00:30	00:14:14		X
9	Controlo de qualidade	00:04:00	00:18:14		X
10	Limpar caixas e aparadeira	00:01:05	00:19:19		X
11	Colocar prensa a trabalhar	00:00:22	00:19:41		X
Início de produção					
12	Arrumar luvas	00:00:14		X	
13	Colocar novo contentor	00:00:19		X	
14	Preencher novo kanban e registar peça na prensa	00:01:04		X	
15	Preencher folha de apoio ao SAP e registar mudança	00:01:56		X	
16	Pesar caixa de refugo	00:00:36		X	

ANEXO XXI

PM3: Grupo 3 (aço, módulo 2 e módulo 3) - Sequência Proposta com Um Operador		Elaborado por:		Sónia Pereira	
Nº	Descrição das Tarefas	Tempo Ele.	Tempo Ac.	Externa	Interna
1	Colocar novo rolo de aço	00:06:00		X	
2	Preparar o novo rolo de aço	00:00:45		X	
3	Vai buscar empilhador e carro SMED	00:00:30		X	
Fim de Produção					
4	Controlo de qualidade do último lote	00:04:00	00:04:00		X
5	Retirar fita da prensa	00:00:57	00:04:57		X
6	Desapertar parafusos lado esquerdo	00:01:19	00:06:16		X
7	Retirar cavilhas lado esquerdo	00:00:26	00:06:42		X
8	Retirar tubos de lubrificação	00:01:26	00:08:08		X
9	Desapertar parafusos lado direito	00:01:31	00:09:39		X
10	Retirar cavilhas lado direito	00:00:27	00:10:06		X
11	Retirar módulos da prensa	00:00:36	00:10:42		X
12	Preencher folhas de seguimento da ferramenta	00:01:01	00:11:43		X
13	Transportar módulos para a serralharia	00:01:05	00:12:49		X
14	Transportar módulos de substituição até à prensa	00:01:58	00:14:47		X
15	Limpar prensa	00:00:21	00:15:08		X
16	Colocar módulos na prensa	00:00:32	00:15:40		X
17	Colocar cavilhas do lado esquerdo	00:00:17	00:15:57		X
18	Colocar cavilhas do lado direito	00:00:19	00:16:16		X
19	Apertar parafusos do lado esquerdo	00:01:54	00:18:10		X
20	Apertar parafusos do lado direito	00:01:34	00:19:44		X
21	Ligar tubos de lubrificação	00:01:22	00:21:06		X
22	Introduzir nova fita no endireitador e alimentador	00:02:17	00:23:23		X
23	Passar a fita	00:06:30	00:29:53		X
24	Fabricar peças para controlo	00:00:30	00:30:23		X
25	Controlo de qualidade	00:02:19	00:32:42		X
26	Afinação	00:03:27	00:36:09		X
27	Fabricar primeiras peças	00:00:30	00:36:39		X
28	Controlo de qualidade	00:04:00	00:40:39		X
29	Limpar caixas e aparadeira	00:01:05	00:41:44		X
30	Colocar prensa a trabalhar	00:00:22	00:42:06		X
Início de Produção					
31	Arrumar empilhador e carro SMED	00:00:30		X	
32	Colocar novo contentor	00:00:19		X	
33	Preencher novo kanban e registar peça na prensa	00:01:04		X	
34	Preencher folha de apoio ao SAP e registar mudança	00:01:56		X	
35	Pesar caixa de refugo	00:00:36		X	

ANEXO XXII

PM3: Grupo 4 (aço e os 4 módulos) - Sequência Proposta com Um Operador		Elaborado por:		Sónia Pereira	
Nº	Descrição das Tarefas	Tempo Ele.	Tempo Ac.	Externa	Interna
1	Colocar novo rolo de aço	00:06:00		X	
2	Preparar o novo rolo de aço	00:00:45		X	
3	Vai buscar empilhador e carro SMED	00:00:30		X	
Fim de Produção					
4	Controlo de qualidade do último lote	00:04:00	00:04:00		X
5	Retirar fita da prensa	00:00:57	00:04:57		X
6	Desapertar parafusos lado esquerdo	00:02:15	00:07:12		X
7	Retirar cavilhas lado esquerdo	00:00:35	00:07:47		X
8	Retirar tubos de lubrificação	00:01:05	00:08:51		X
9	Desapertar parafusos lado direito	00:01:42	00:10:33		X
10	Retirar cavilhas lado direito	00:00:32	00:11:05		X
11	Retirar módulos da prensa	00:01:01	00:12:06		X
12	Preencher folhas de seguimento da ferramenta	00:01:49	00:13:55		X
13	Transportar módulos para a serralharia	00:01:05	00:15:01		X
14	Transportar módulos de substituição até à prensa	00:01:58	00:16:58		X
15	Limpar prensa	00:00:42	00:17:40		X
16	Colocar módulos na prensa	00:01:23	00:19:03		X
17	Colocar cavilhas do lado esquerdo	00:00:26	00:19:29		X
18	Colocar cavilhas do lado direito	00:00:30	00:19:59		X
19	Apertar parafusos do lado esquerdo	00:02:46	00:22:45		X
20	Apertar parafusos do lado direito	00:02:23	00:25:08		X
21	Ligar tubos de lubrificação	00:01:11	00:26:19		X
22	Introduzir nova fita no endireitador e alimentador	00:02:17	00:28:36		X
23	Passar a fita	00:06:30	00:35:06		X
24	Fabricar peças para controlo	00:00:30	00:35:36		X
25	Controlo de qualidade	00:02:19	00:37:55		X
26	Afinação	00:07:08	00:45:03		X
27	Fabricar primeiras peças	00:00:30	00:45:33		X
28	Controlo de qualidade	00:04:00	00:49:33		X
29	Limpar caixas e aparadeira	00:01:05	00:50:38		X
30	Colocar prensa a trabalhar	00:00:22	00:51:00		X
Início de Produção					
31	Arrumar empilhador e carro SMED	00:00:30		X	
32	Colocar novo contentor	00:00:19		X	
33	Preencher novo kanban e registar peça na prensa	00:01:04		X	
34	Preencher folha de apoio ao SAP e registar mudança	00:01:56		X	
35	Pesar caixa de refugo	00:00:36		X	

ANEXO XXIII

PM2: Grupo 1 (módulo 3) - Sequência Proposta com Um Operador		Elaborado por:		Sónia Pereira	
Nº	Descrição das Tarefas	Tempo Ele.	Tempo Ac.	Externa	Interna
1	Vai buscar empilhador e carro SMED	00:00:30		X	
	Fim de Produção				
2	Controlo de qualidade do último lote	00:04:56	00:04:56		X
3	Retirar fita da prensa	00:00:57	00:05:53		X
4	Desapertar parafusos e retirar cavilhas lado esquerdo	00:00:38	00:06:31		X
5	Desapertar parafusos e retirar cavilhas lado direito	00:01:04	00:07:35		X
6	Retirar módulo da prensa	00:00:40	00:08:15		X
7	Preencher folha de seguimento da ferramenta	00:00:47	00:09:02		X
8	Transportar módulo para a serralharia	00:01:02	00:10:04		X
9	Preencher novo kanban e registar peça na prensa	00:01:04	00:11:08	X	
10	Colocar novo contentor	00:00:19	00:11:27	X	
11	Limpar prensa	00:00:10	00:11:36		X
12	Outras arrumações	00:05:54	00:17:30	X	
13	Transportar módulo até à prensa	00:00:56	00:18:26		X
14	Colocar módulo na prensa	00:00:34	00:19:00		X
15	Colocar cavilha do lado esquerdo	00:00:07	00:19:07		X
16	Colocar cavilha do lado direito	00:00:08	00:19:15		X
17	Apertar parafusos do lado esquerdo	00:00:54	00:20:09		X
18	Apertar parafusos do lado direito	00:00:49	00:20:59		X
19	Ligar tubos de lubrificação	00:00:20	00:21:18		X
20	Passar a fita	00:06:30	00:27:48		X
21	Fabricar primeiras peças	00:00:30	00:28:18		X
22	Controlo de qualidade	00:04:19	00:32:37		X
23	Limpar caixas e aparadeira	00:01:05	00:33:42		X
24	Colocar prensa a trabalhar	00:00:06	00:33:48		X
	Início de Produção				
25	Arrumar empilhador e carro SMED	00:00:30		X	
26	Preencher folha de apoio ao SAP e registar mudança	00:01:56		X	
27	Pesar caixa de refugo	00:00:36		X	

ANEXO XXIV

PM2: Grupo 2 (aço e módulo 3) - Sequência Proposta com Um Operador		Elaborado por:		Sónia Pereira	
Nº	Descrição das Tarefas	Tempo Ele.	Tempo Ac.	Externa	Interna
1	Colocar novo rolo de aço	00:06:00		X	
2	Vai buscar empilhador e carro SMED	00:00:30		X	
Fim de Produção					
3	Controlo de qualidade do último lote	00:04:56	00:04:56		X
4	Retirar fita da prensa	00:00:57	00:05:53		X
5	Desapertar parafusos e retirar cavilhas lado esquerdo	00:00:38	00:06:31		X
6	Desapertar parafusos e retirar cavilhas lado direito	00:01:04	00:07:35		X
7	Retirar módulo da prensa	00:00:40	00:08:15		X
8	Preencher folha de seguimento da ferramenta	00:00:47	00:09:02		X
9	Transportar módulo para a serralharia	00:01:02	00:10:04		X
10	Preparar o novo rolo de aço	00:00:45	00:10:48	X	
11	Introduzir nova fita no endireitador e alimentador	00:02:17	00:13:05		X
12	Colocar cintas de segurança no outro rolo	00:01:50	00:14:55	X	
13	Preencher novo kanban e registar peça na prensa	00:01:04	00:15:59	X	
14	Colocar novo contentor	00:00:19	00:16:18	X	
15	Limpar prensa	00:00:10	00:16:28		X
16	Outras arrumações	00:01:03	00:17:31	X	
17	Transportar módulo até à prensa	00:00:56	00:18:27		X
18	Colocar módulo na prensa	00:00:34	00:19:01		X
19	Colocar cavilha do lado esquerdo	00:00:07	00:19:08		X
20	Colocar cavilha do lado direito	00:00:08	00:19:16		X
21	Apertar parafusos do lado esquerdo	00:00:54	00:20:10		X
22	Apertar parafusos do lado direito	00:00:49	00:20:59		X
23	Ligar tubos de lubrificação	00:00:20	00:21:19		X
24	Passar a fita	00:06:30	00:27:49		X
25	Fabricar primeiras peças	00:00:30	00:28:19		X
26	Controlo de qualidade	00:04:19	00:32:38		X
27	Limpar caixas e aparadeira	00:01:05	00:33:43		X
28	Colocar prensa a trabalhar	00:00:06	00:33:48		X
Início de Produção					
29	Arrumar empilhador e carro SMED	00:00:30		X	
30	Preencher folha de apoio ao SAP e registar mudança	00:01:56		X	
31	Pesar caixa de refugo	00:00:36		X	

ANEXO XXV

P2H100: Grupo 1 (módulo 3) - Sequência Proposta com Um Operador		Elaborado por:		Sónia Pereira	
Nº	Descrição das Tarefas	Tempo Ele.	Tempo Ac.	Externa	Interna
1	Vai buscar empilhador e carro SMED	00:00:30		X	
Fim de Produção					
2	Controlo de qualidade do último lote	00:05:49	00:05:49		X
3	Retirar fita da prensa	00:00:57	00:06:46		X
4	Desapertar parafusos e retirar cavilhas lado direito	00:01:04	00:07:50		X
5	Desapertar parafusos e retirar cavilhas lado esquerdo	00:00:38	00:08:28		X
6	Retirar módulo da prensa	00:00:40	00:09:08		X
7	Preencher folha de seguimento da ferramenta	00:00:47	00:09:55		X
8	Transportar módulo para a serralharia	00:01:05	00:11:00		X
9	Preencher novo kanban e registar peça na prensa	00:01:04	00:12:04	X	
10	Colocar novo contentor	00:00:19	00:12:23	X	
11	Limpar prensa	00:00:10	00:12:33		X
12	Outras tarefas	00:05:54	00:18:27	X	
13	Transportar módulo até à prensa	00:01:12	00:19:39		X
14	Colocar módulo na prensa	00:00:34	00:20:13		X
15	Colocar cavilha do lado esquerdo	00:00:07	00:20:20		X
16	Colocar cavilha do lado direito	00:00:08	00:20:28		X
17	Apertar parafusos do lado esquerdo	00:00:54	00:21:22		X
18	Apertar parafusos do lado direito	00:00:49	00:22:11		X
19	Ligar tubos de lubrificação	00:00:20	00:22:31		X
20	Passar a fita	00:06:30	00:29:01		X
21	Fabricar primeiras peças	00:00:30	00:29:31		X
22	Controlo de qualidade	00:04:56	00:34:27		X
23	Limpar caixas e aparadeira	00:01:05	00:35:32		X
24	Colocar prensa a trabalhar	00:00:07	00:35:39		X
Início de Produção					
25	Arrumar empilhador e carro SMED	00:00:30		X	
26	Preencher folha de apoio ao SAP e registar mudança	00:01:56		X	
27	Pesar caixa de refugo	00:00:36		X	

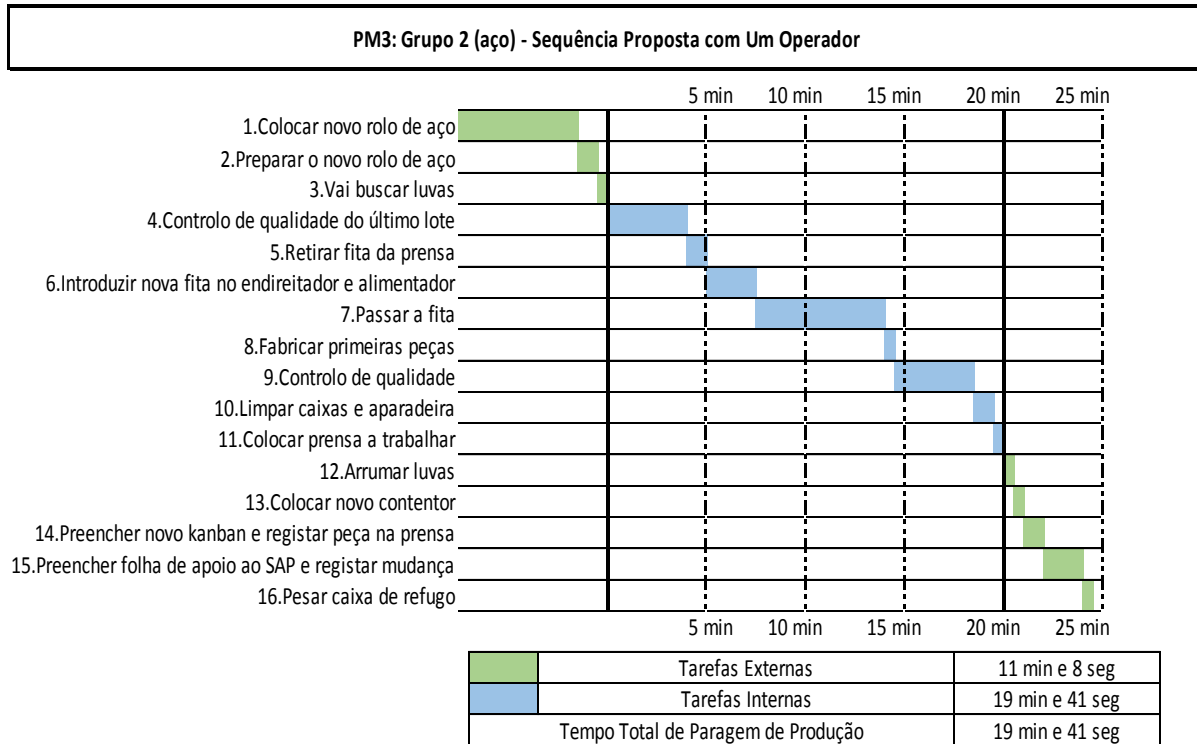
ANEXO XXVI

P2H100: Grupo 2 (módulo 3 e módulo 4) - Sequência Proposta com Um Operador		Elaborado por:		Sónia Pereira	
Nº	Descrição das Tarefas	Tempo Ele.	Tempo Ac.	Externa	Interna
1	Vai buscar empilhador e carro SMED	00:00:30		X	
Fim de Produção					
2	Controlo de qualidade do último lote	00:05:18	00:05:18		X
3	Retirar fita da prensa	00:00:57	00:06:15		X
4	Retirar tubos de lubrificação	00:00:24	00:06:39		X
5	Desapertar parafusos lado direito	00:01:31	00:08:10		X
6	Retirar cavilhas lado direito	00:00:27	00:08:37		X
7	Desapertar parafusos lado esquerdo	00:01:19	00:09:56		X
8	Retirar cavilhas lado esquerdo	00:00:26	00:10:23		X
9	Retirar módulos da prensa	00:00:36	00:10:59		X
10	Preencher folhas de seguimento da ferramenta	00:01:01	00:12:00		X
11	Transportar módulos para a serralharia	00:01:05	00:13:06		X
12	Preencher novo kanban e registar peça na prensa	00:01:04	00:14:10	X	
13	Preencher folha de apoio ao SAP e registar mudança	00:01:56	00:16:06	X	
14	Pesar lotes anteriores	00:02:30	00:18:36	X	
15	Colocar novo contentor	00:00:19	00:18:55	X	
16	Limpar prensa	00:00:32	00:19:27		X
17	Outras limpezas	00:02:00	00:21:27	X	
18	Registar refugo no computador	00:00:35	00:22:02	X	
19	Outras tarefas	00:26:24	00:48:26	X	
20	Transportar módulos até à prensa	00:01:12	00:49:38		X
21	Colocar módulos na prensa	00:00:32	00:50:10		X
22	Colocar cavilhas do lado esquerdo	00:00:12	00:50:23		X
23	Colocar cavilhas do lado direito	00:00:16	00:50:38		X
24	Apertar parafusos do lado esquerdo	00:01:32	00:52:10		X
25	Apertar parafusos do lado direito	00:01:04	00:53:14		X
26	Ligar tubos de lubrificação	00:00:28	00:53:42		X
27	Passar a fita	00:06:30	01:00:12		X
28	Fabricar primeiras peças	00:00:30	01:00:42		X
29	Controlo de qualidade	00:04:56	01:05:38		X
30	Limpar caixas e aparadeira	00:01:05	01:06:43		X
31	Colocar prensa a trabalhar	00:00:07	01:06:50		X
Início de Produção					
32	Arrumar empilhador e carro SMED	00:00:30		X	
33	Pesar caixa de refugo	00:00:36		X	

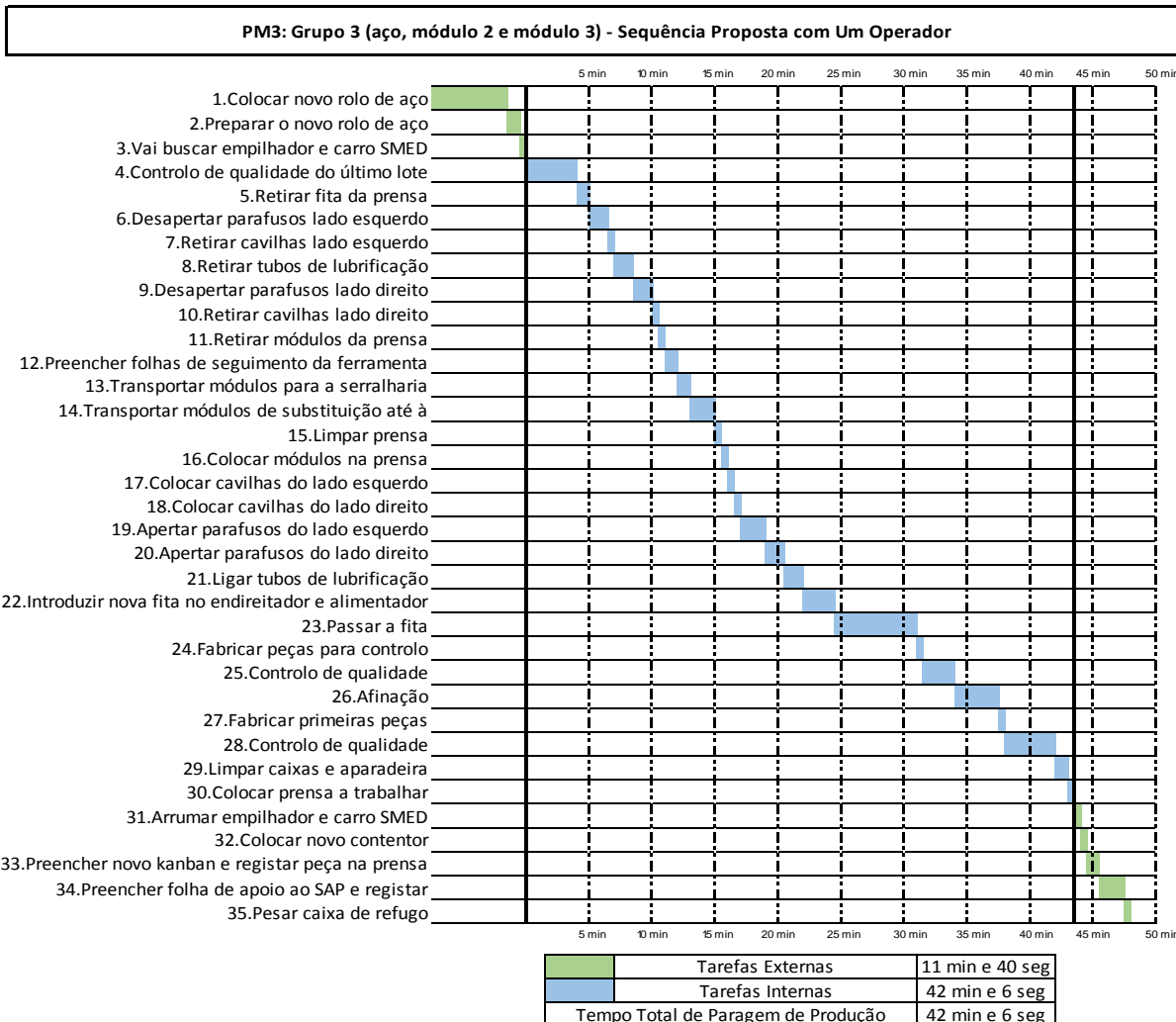
ANEXO XXVII

P2H100: Grupo 3 (aço e os 4 módulos) - Sequência Proposta com Um Operador		Elaborado por:		Sónia Pereira	
Nº	Descrição das Tarefas	Tempo Ele.	Tempo Ac.	Externa	Interna
1	Colocar novo rolo de aço	00:06:00		X	
2	Preparar o novo rolo de aço	00:00:45		X	
3	Vai buscar empilhador e carro SMED	00:00:30		X	
Fim de Produção					
4	Controlo de qualidade do último lote	00:05:49	00:05:49		X
5	Retirar fita da prensa	00:00:57	00:06:46		X
6	Retirar tubos de lubrificação	00:00:24	00:07:10		X
7	Desapertar parafusos lado direito	00:01:42	00:08:52		X
8	Retirar cavilhas lado direito	00:00:31	00:09:23		X
9	Desapertar parafusos lado esquerdo	00:02:15	00:11:38		X
10	Retirar cavilhas lado esquerdo	00:00:35	00:12:13		X
11	Retirar módulos da prensa	00:01:01	00:13:14		X
12	Preencher folhas de seguimento da ferramenta	00:01:49	00:15:03		X
13	Transportar módulos para a serralharia	00:01:08	00:16:11		X
14	Transportar módulos de substituição até à prensa	00:01:39	00:17:50		X
15	Limpar prensa	00:00:42	00:18:32		X
16	Colocar módulos na prensa	00:01:23	00:19:55		X
17	Colocar cavilhas do lado esquerdo	00:00:26	00:20:21		X
18	Colocar cavilhas do lado direito	00:00:30	00:20:51		X
19	Apertar parafusos do lado esquerdo	00:02:46	00:23:37		X
20	Apertar parafusos do lado direito	00:02:23	00:26:00		X
21	Ligar tubos de lubrificação	00:01:20	00:27:20		X
22	Introduzir nova fita no endireitador e alimentador	00:02:17	00:29:37		X
23	Passar a fita	00:06:30	00:36:07		X
24	Fabricar peças para controlo	00:00:30	00:36:37		X
25	Controlo de qualidade	00:04:56	00:41:33		X
26	Afinação	00:05:24	00:46:57		X
27	Fabricar primeiras peças	00:00:30	00:47:27		X
28	Controlo de qualidade	00:01:45	00:49:12		X
29	Limpar caixas e aparadeira	00:01:05	00:50:17		X
30	Colocar prensa a trabalhar	00:00:07	00:50:24		X
Início de Produção					
31	Arrumar empilhador e carro SMED	00:00:30		X	
32	Colocar novo contentor	00:00:19		X	
33	Preencher novo kanban e registar peça na prensa	00:01:04		X	
34	Preencher folha de apoio ao SAP e registar mudança	00:01:56		X	
35	Pesar caixa de refugo	00:00:36		X	

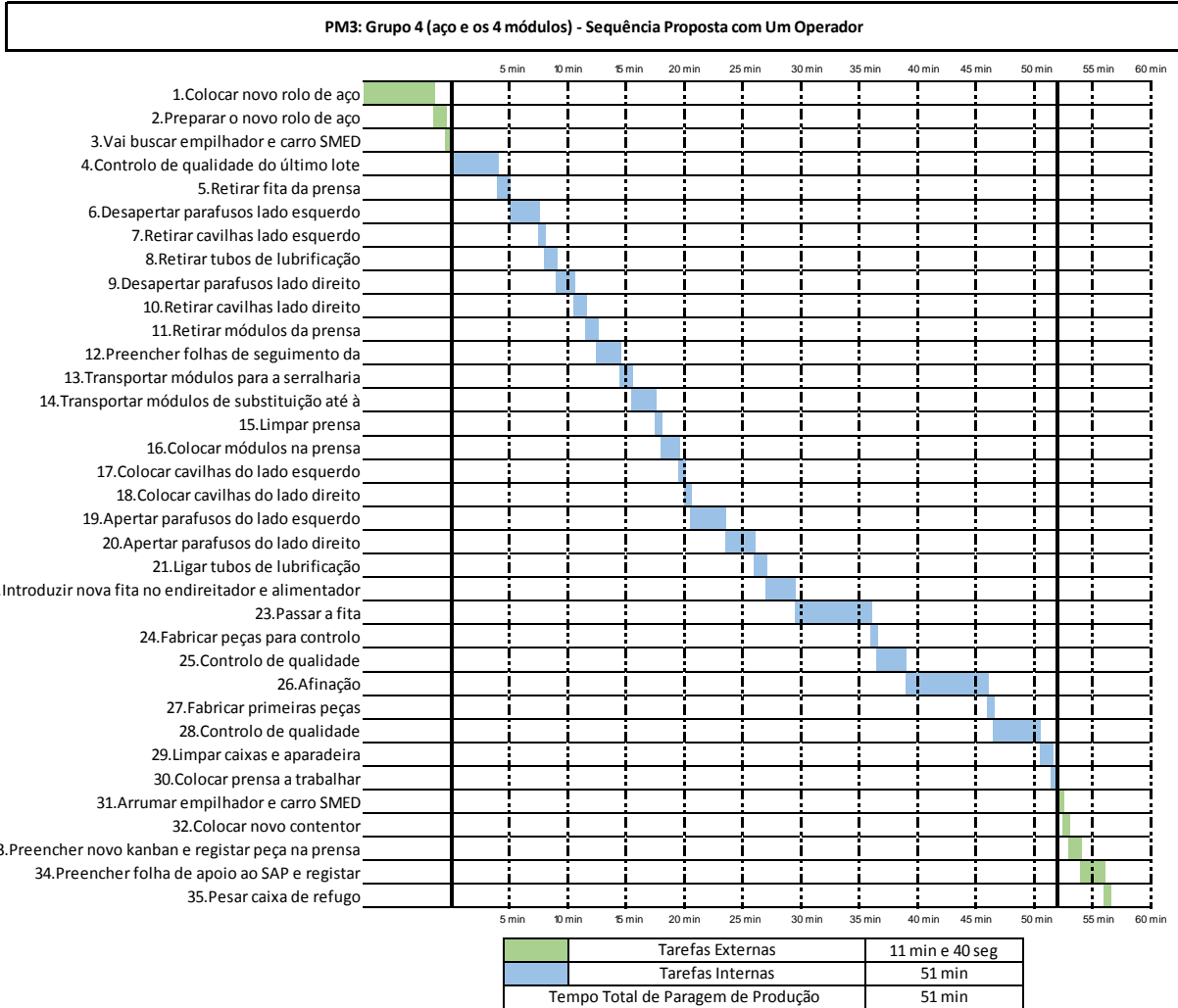
ANEXO XXVIII



ANEXO XXIX

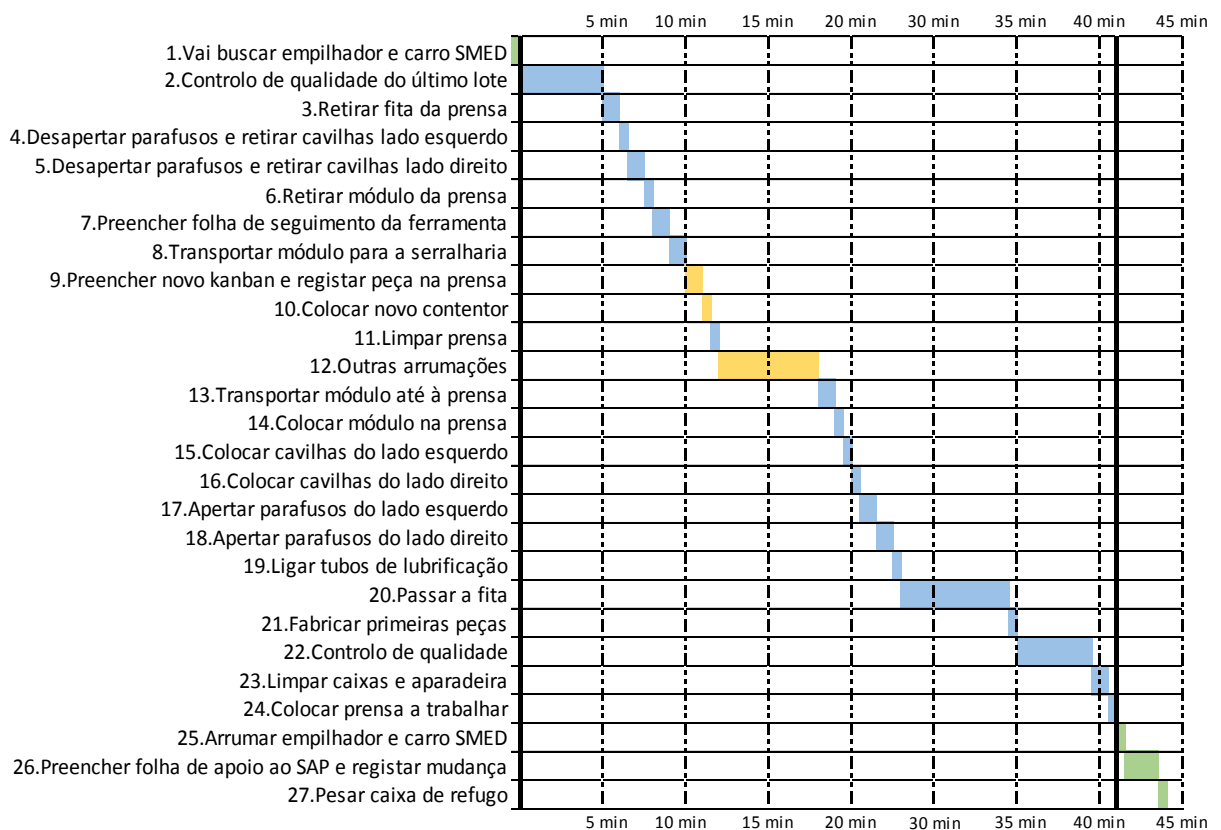


ANEXO XXX



ANEXO XXXI

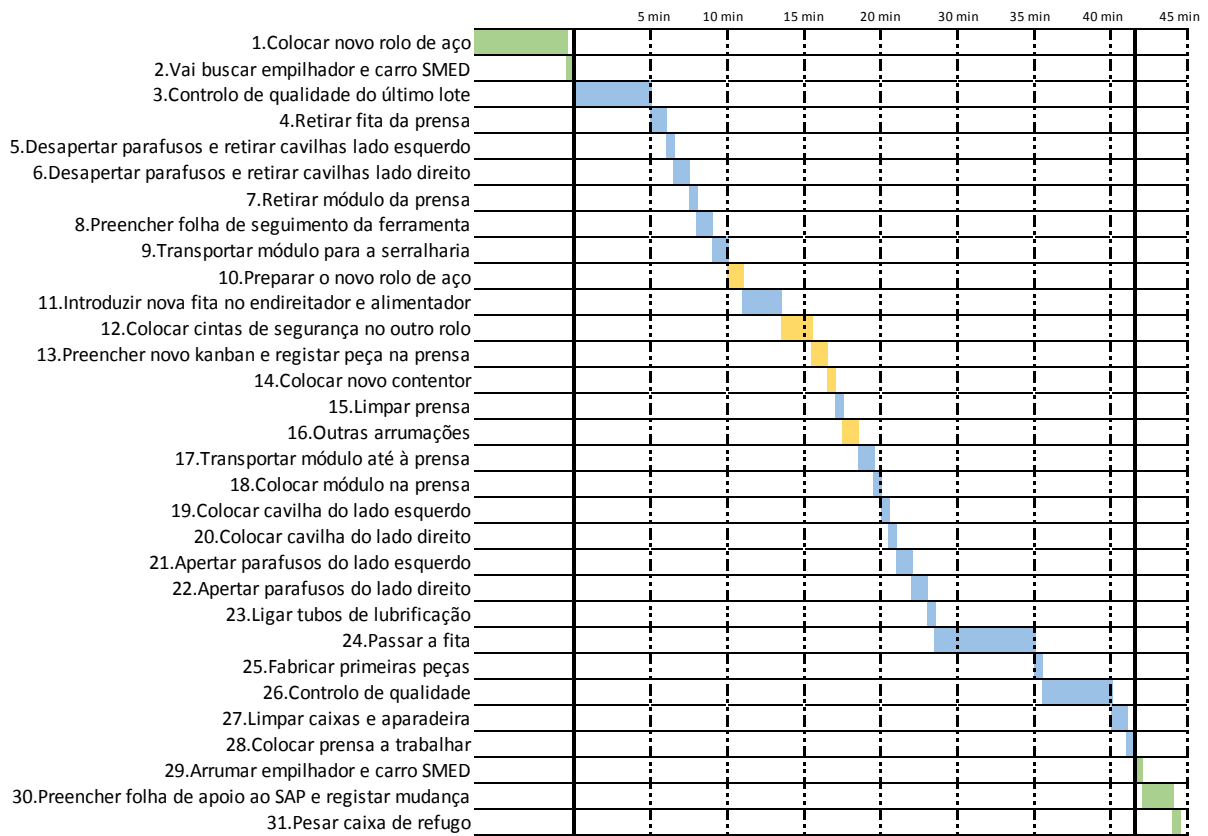
PM2: Grupo 1 (módulo 3) - Sequência Proposta com Um Operador



	Tarefas Internas	26 min e 31 seg
	Tarefas Externas Efetuadas c/ a Prensa Parada	7 min e 17 seg
	Tarefas Externas	3 min e 33 seg
Tempo Total de Paragem de Produção		33 min e 48 seg

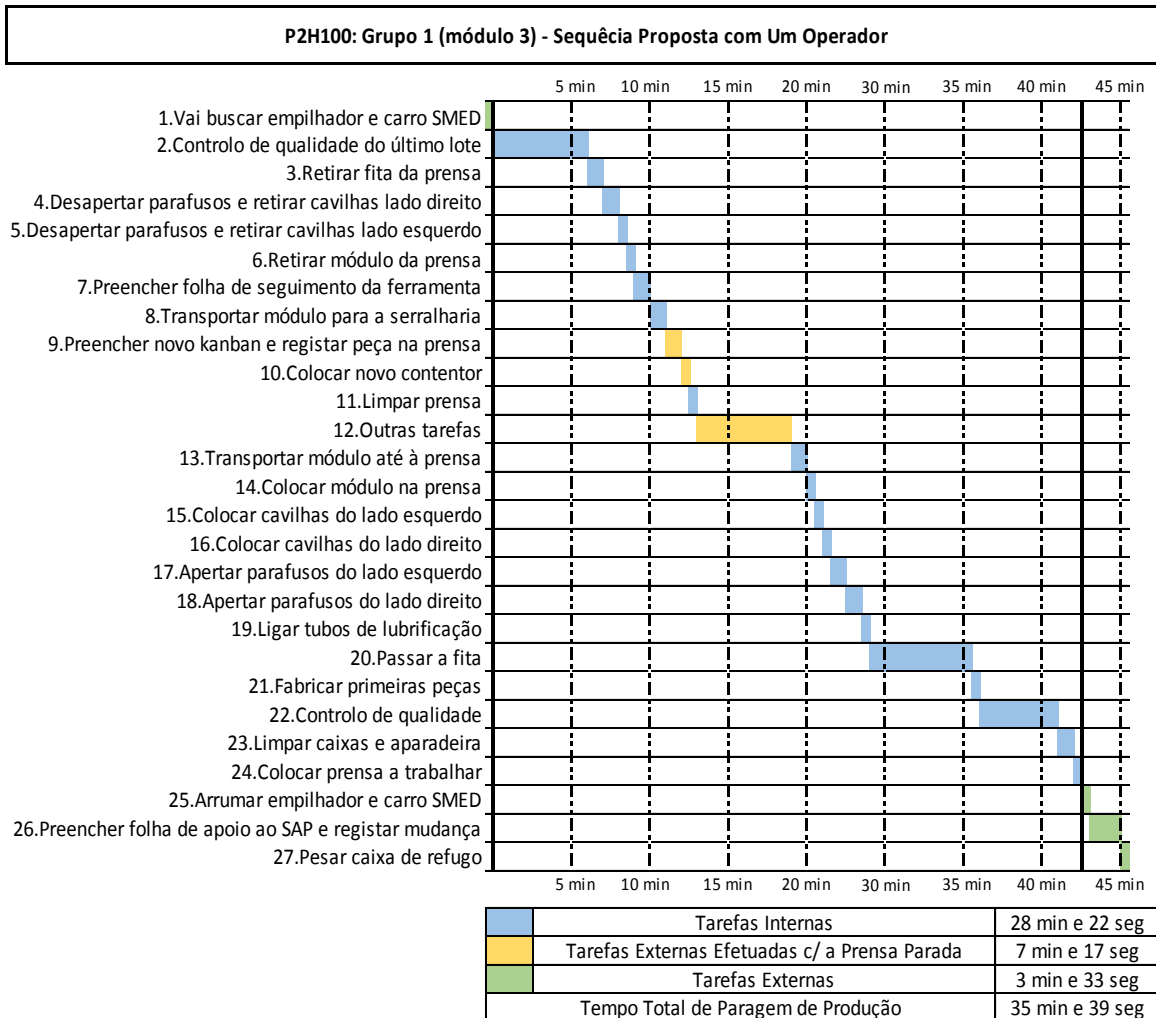
ANEXO XXXII

PM2: Grupo 2 (aço e módulo 3) - Sequência Proposta com Um Operador

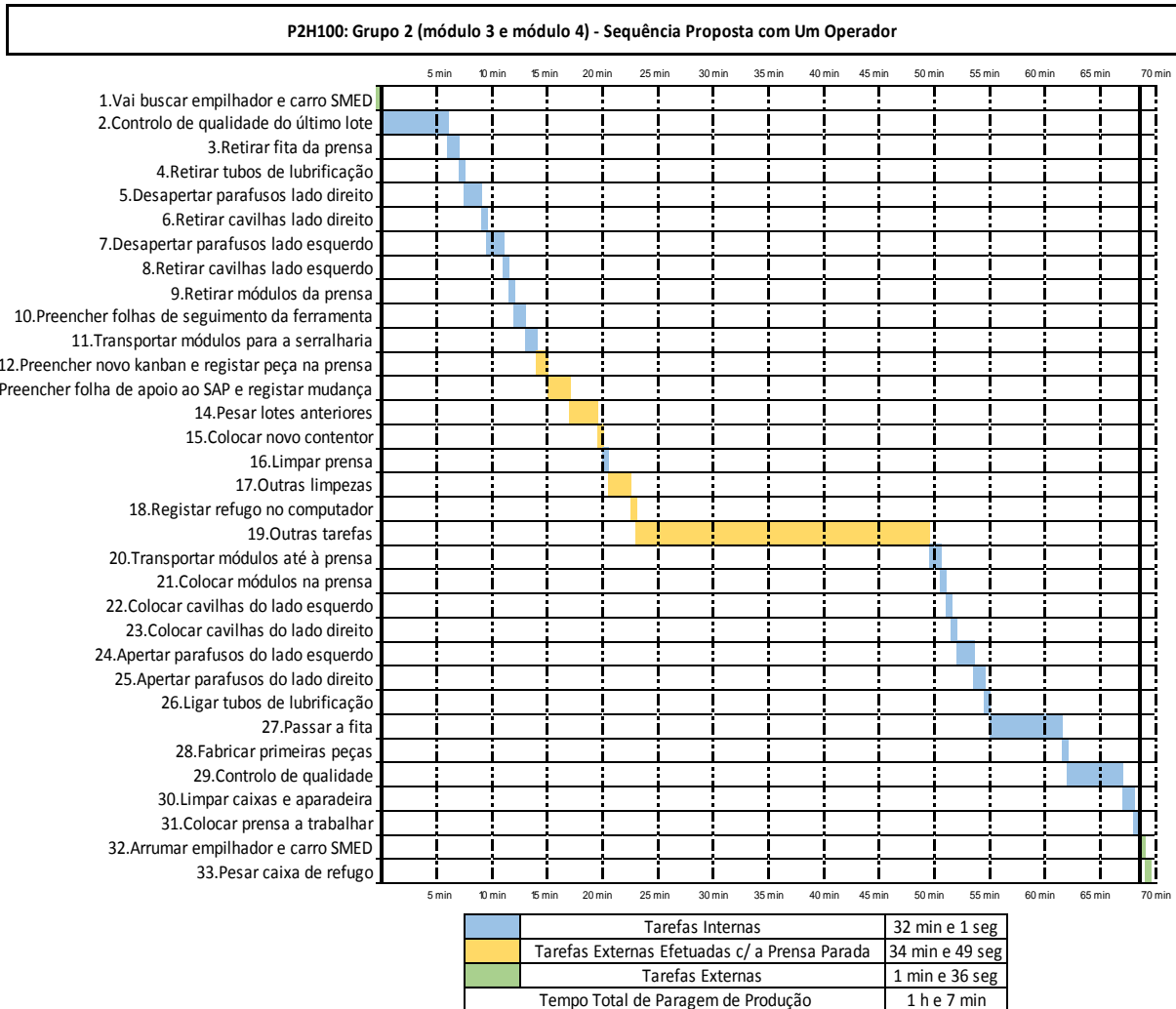


	Tarefas Internas	28 min e 48 seg
	Tarefas Externas Efetuadas c/ a Prensa Parada	5 min e 1 seg
	Tarefas Externas	9 min e 32 seg
Tempo Total de Paragem de Produção		33 min e 48 seg

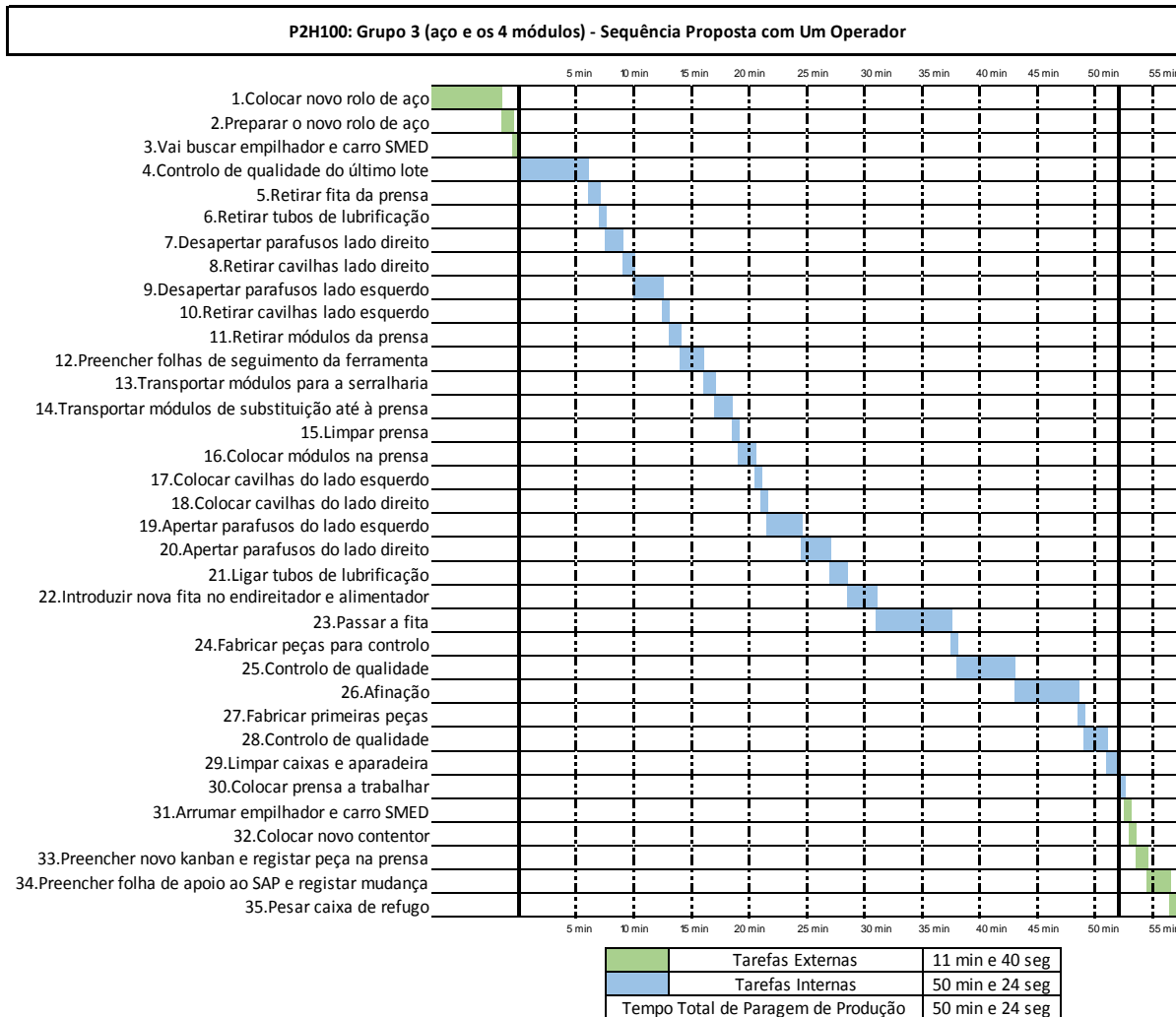
ANEXO XXXIII



ANEXO XXXIV



ANEXO XXXV



ANEXO XXXVI

PM3: Grupo 2 (aço) - Sequência Proposta com com Dois Operadores				Elaborado por:		Sónia Pereira	
Operador 1				Operador 2			
Nº	Descrição das Tarefas	Tempo Ele.	Tempo Ac.	Descrição das Tarefas	Tempo Ele.	Tempo Ac.	
1	Colocação de novo aço no desenrolador	00:06:00					
2	Prepara o novo rolo de aço	00:00:45					
3	Vai buscar luvas	00:00:14					
Fim de Produção							
4	Retirar fita da prensa	00:00:57	00:00:57	Controlo de qualidade do último lote	00:04:00	00:04:00	
5	Introduzir nova fita no endireitador e alimentador	00:02:17	00:03:14				
6	Passar a fita	00:06:30	00:09:44				
7	Fabricar primeiras peças	00:00:30	00:10:14				
8	Controlo de qualidade	00:04:00	00:14:14				
9	Limpar caixas e aparadeira	00:01:05	00:15:19				
10	Colocar prensa a trabalhar	00:00:22	00:15:41				
Início de produção							
11	Arrumar luvas	00:00:14					
12	Colocar novo contentor	00:00:19					
13	Preencher novo kanban e registar peça na prensa	00:01:04					
14	Preencher folha de apoio ao SAP e registar mudança	00:01:56					
15	Pesar caixa de refugo	00:00:36					

ANEXO XXXVII

PM3: Grupo 3 (aço, módulo 2 e módulo 3) - Sequência Proposta com Dois Operadores				Elaborado por:		Sónia Pereira	
Operador 1				Operador 2			
Nº	Descrição das Tarefas	Tempo Ele.	Tempo Ac.	Descrição das Tarefas	Tempo Ele.	Tempo Ac.	
1	Colocar novo rolo de aço	00:06:00					
2	Preparar o novo rolo de aço	00:00:45					
3	Vai buscar empilhador e carro SMED	00:00:30					
Fim de Produção							
4	Controlo de qualidade do último lote	00:04:00	00:04:00				
5	Retirar fita da prensa	00:00:57	00:04:57				
6	Desapertar parafusos lado esquerdo	00:01:19	00:06:16	Retirar tubos de lubrificação	00:01:26	00:01:26	
7	Retirar cavilhas lado esquerdo	00:00:26	00:06:42	Desapertar parafusos lado direito	00:01:31	00:02:57	
8	Retirar módulos da prensa	00:00:36	00:07:18	Retirar cavilhas lado direito	00:00:27	00:03:24	
9	Transportar módulos para a serralharia	00:01:05	00:08:23	Preencher folhas de seguimento da ferramenta	00:01:01	00:04:26	
10	Transportar módulos de substituição até à prensa	00:01:58	00:10:21	Limpar prensa	00:00:21	00:04:46	
11	Colocar módulos na prensa	00:00:32	00:10:53	Introduzir nova fita no endireitador e alimentador	00:02:17	00:07:03	
12	Colocar cavilhas do lado esquerdo	00:00:17	00:11:11				
13	Apertar parafusos do lado esquerdo	00:01:54	00:13:05	Colocar cavilhas do lado direito	00:00:19	00:07:22	
14	Passar a fita	00:06:30	00:19:35	Apertar parafusos do lado direito	00:01:34	00:08:56	
15	Fabricar peças para controlo	00:00:30	00:20:05	Ligar tubos de lubrificação	00:01:22	00:10:18	
16	Controlo de qualidade	00:02:19	00:22:24				
17	Afinação	00:03:27	00:25:50				
18	Fabricar primeiras peças	00:00:30	00:26:20				
19	Controlo de qualidade	00:04:00	00:30:20				
20	Limpar caixas e aparadeira	00:01:05	00:31:25				
21	Colocar prensa a trabalhar	00:00:22	00:31:47				
Início de Produção							
22	Arrumar empilhador e carro SMED	00:00:30					
23	Colocar novo contentor	00:00:19					
24	Preencher novo kanban e registar peça na prensa	00:01:04					
25	Preencher folha de apoio ao SAP e registar mudança	00:01:56					
26	Pesar caixa de refugo	00:00:36					

ANEXO XXXVIII

PM3: Grupo 4 (aço e os 4 módulos) - Sequência Proposta com Dois Operadores				Elaborado por:		Sónia Pereira	
Operador 1				Operador 2			
Nº	Descrição das Tarefas	Tempo Ele.	Tempo Ac.	Descrição das Tarefas	Tempo Ele.	Tempo Ac.	
1	Colocar novo rolo de aço	00:06:00					
2	Preparar o novo rolo de aço	00:00:45					
3	Vai buscar empilhador e carro SMED	00:00:30					
Fim de Produção							
4	Controlo de qualidade do último lote	00:04:00	00:04:00				
5	Retirar fita da prensa	00:00:57	00:04:57				
6	Desapertar parafusos lado esquerdo	00:02:15	00:07:12	Retirar tubos de lubrificação	00:01:05	00:01:05	
7	Retirar cavilhas lado esquerdo	00:00:35	00:07:47	Desapertar parafusos lado direito	00:01:42	00:02:47	
8	Retirar módulos da prensa	00:01:01	00:08:48	Retirar cavilhas lado direito	00:00:32	00:03:19	
9	Transportar módulos para a serralharia	00:01:05	00:09:53	Preencher folhas de seguimento da ferramenta	00:01:49	00:05:07	
10	Transportar módulos de substituição até à prensa	00:01:58	00:11:51	Limpar prensa	00:00:42	00:05:49	
11	Colocar módulos na prensa	00:01:23	00:13:14	Introduzir nova fita no endireitador e alimentador	00:02:17	00:08:06	
12	Colocar cavilhas do lado esquerdo	00:00:26	00:13:40	Colocar cavilhas do lado direito	00:00:30	00:08:36	
13	Apertar parafusos do lado esquerdo	00:02:46	00:16:26	Apertar parafusos do lado direito	00:02:23	00:10:59	
14	Passar a fita	00:06:30	00:22:56	Ligar tubos de lubrificação	00:01:11	00:12:10	
15	Fabricar peças para controlo	00:00:30	00:23:26				
16	Controlo de qualidade	00:02:19	00:25:45				
17	Afinação	00:14:16	00:40:01				
18	Fabricar primeiras peças	00:00:30	00:40:31				
19	Controlo de qualidade	00:04:00	00:44:31				
20	Limpar caixas e aparadeira	00:01:05	00:45:36				
21	Colocar prensa a trabalhar	00:00:22	00:45:58				
Início de Produção							
22	Arrumar empilhador e carro SMED	00:00:30					
23	Colocar novo contentor	00:00:19					
24	Preencher novo kanban e registar peça na prensa	00:01:04					
25	Preencher folha de apoio ao SAP e registar mudança	00:01:56					
26	Pesar caixa de refugo	00:00:36					

ANEXO XXXIX

PM2: Grupo 1 (módulo 3) - Sequência Proposta com Dois Operadores				Elaborado por:		Sónia Pereira	
Operador 1				Operador 2			
Nº	Descrição das Tarefas	Tempo Ele.	Tempo Ac.	Descrição das Tarefas	Tempo Ele.	Tempo Ac.	
1	Vai buscar empilhador e carro SMED	00:00:30					
	Fim de Produção						
2	Controlo de qualidade do último lote	00:04:56	00:04:56				
3	Retirar fita da prensa	00:00:57	00:05:53				
4	Desapertar parafusos e retirar cavilhas lado esquerdo	00:00:38	00:06:31	Desapertar parafusos e retirar cavilhas lado direito	00:01:04	00:01:04	
5	Retirar módulo da prensa	00:00:40	00:07:11	Preencher folha de seguimento da ferramenta	00:00:47	00:01:51	
6	Transportar módulo para a serralharia	00:01:02	00:08:13				
7	Preencher novo kanban e registar peça na prensa	00:01:04	00:09:17				
8	Colocar novo contentor	00:00:19	00:09:36				
9	Limpar prensa	00:00:10	00:09:45				
10	Outras arrumações	00:05:54	00:15:39				
11	Transportar módulo até à prensa	00:00:56	00:16:35				
12	Colocar módulo na prensa	00:00:34	00:17:09				
13	Colocar cavilha do lado esquerdo	00:00:07	00:17:16	Colocar cavilha do lado direito	00:00:08	00:01:59	
14	Apertar parafusos do lado esquerdo	00:00:54	00:18:10	Apertar parafusos do lado direito	00:00:49	00:02:49	
15	Passar a fita	00:06:30	00:24:40	Ligar tubos de lubrificação	00:00:20	00:03:08	
16	Fabricar primeiras peças	00:00:30	00:25:10				
17	Controlo de qualidade	00:04:19	00:29:29				
18	Limpar caixas e aparadeira	00:01:05	00:30:34				
19	Colocar prensa a trabalhar	00:00:06	00:30:40				
	Início de Produção						
20	Arrumar empilhador e carro SMED	00:00:30					
21	Preencher folha de apoio ao SAP e registar mudança	00:01:56					
22	Pesar caixa de refugo	00:00:36					

ANEXO XL

PM2: Grupo 2 (aço e módulo 3) - Sequência Proposta com Dois Operadores				Elaborado por:		Sónia Pereira	
Operador 1				Operador 2			
Nº	Descrição das Tarefas	Tempo Ele.	Tempo Ac.	Descrição das Tarefas	Tempo Ele	Tempo Ac.	
1	Colocar novo rolo de aço	00:06:00					
2	Vai buscar empilhador e carro SMED	00:00:30					
Fim de Produção							
3	Controlo de qualidade do último lote	00:04:56	00:04:56				
4	Retirar fita da prensa	00:00:57	00:05:53				
5	Desapertar parafusos e retirar cavilhas lado esquerdo	00:00:38	00:06:31	Desapertar parafusos e retirar cavilhas lado direito	00:01:04	00:01:04	
6	Retirar módulo da prensa	00:00:40	00:07:11	Preencher folha de seguimento da ferramenta	00:00:47	00:01:51	
7	Transportar módulo para a serralharia	00:01:02	00:08:13				
8	Preparar o novo rolo de aço	00:00:45	00:08:57				
9	Introduzir nova fita no endireitador e alimentador	00:02:17	00:11:14				
10	Colocar cintas de segurança no outro rolo	00:01:50	00:13:04				
11	Preencher novo kanban e registar peça na prensa	00:01:04	00:14:08				
12	Colocar novo contentor	00:00:19	00:14:27				
13	Limpar prensa	00:00:10	00:14:37				
14	Outras arrumações	00:01:03	00:15:40				
15	Transportar módulo até à prensa	00:00:56	00:16:36				
16	Colocar módulo na prensa	00:00:34	00:17:10				
17	Colocar cavilha do lado esquerdo	00:00:07	00:17:17	Colocar cavilha do lado direito	00:00:08	00:01:59	
18	Apertar parafusos do lado esquerdo	00:00:54	00:18:11	Apertar parafusos do lado direito	00:00:49	00:02:49	
19	Passar a fita	00:06:30	00:24:41	Ligar tubos de lubrificação	00:00:20	00:03:08	
20	Fabricar primeiras peças	00:00:30	00:25:11				
21	Controlo de qualidade	00:04:19	00:29:29				
22	Limpar caixas e aparadeira	00:01:05	00:30:34				
23	Colocar prensa a trabalhar	00:00:06	00:30:40				
Início de Produção							
24	Arrumar empilhador e carro SMED	00:00:30					
25	Preencher folha de apoio ao SAP e registar mudança	00:01:56					
26	Pesar caixa de refugo	00:00:36					

ANEXO XLI

P2H100: Grupo 1 (módulo 3) - Sequência Proposta com Dois Operadores				Elaborado por:		Sónia Pereira	
Operador 1				Operador 2			
Nº	Descrição das Tarefas	Tempo Ele.	Tempo Ac.	Descrição das Tarefas	Tempo Ele.	Tempo Ac.	
1	Vai buscar empilhador e carro SMED	00:00:30					
	Fim de Produção						
2	Controlo de qualidade do último lote	00:05:49	00:05:49	Retirar fita da prensa	00:00:57	00:00:57	
3	Desapertar parafusos e retirar cavilhas lado esquerdo	00:00:38	00:06:27	Desapertar parafusos e retirar cavilhas lado direito	00:01:04	00:02:01	
4	Retirar módulo da prensa	00:00:40	00:07:07	Preencher folha de seguimento da ferramenta	00:00:47	00:02:48	
5	Transportar módulos para a serralharia	00:01:05	00:08:12				
6	Preencher novo kanban e registar peça na prensa	00:01:04	00:09:16				
7	Colocar novo contentor	00:00:19	00:09:35				
8	Limpar prensa	00:00:10	00:09:45				
9	Outras tarefas	00:05:54	00:15:39				
10	Transportar módulo até à prensa	00:01:12	00:16:51				
11	Colocar módulo na prensa	00:00:34	00:17:25				
12	Colocar cavilha do lado esquerdo	00:00:07	00:17:32	Colocar cavilha do lado direito	00:00:08	00:02:56	
13	Apertar parafusos do lado esquerdo	00:00:54	00:18:26	Apertar parafusos do lado direito	00:00:49	00:03:45	
14	Passar a fita	00:06:30	00:24:56	Ligar tubos de lubrificação	00:00:20	00:04:05	
15	Fabricar primeiras peças	00:00:30	00:25:26				
16	Controlo de qualidade	00:04:56	00:30:22				
17	Limpar caixas e aparadeira	00:01:05	00:31:27				
18	Colocar prensa a trabalhar	00:00:07	00:31:34				
	Início de Produção						
19	Arrumar empilhador e carro SMED	00:00:30					
20	Preencher folha de apoio ao SAP e registar mudança	00:01:56					
21	Pesar caixa de refugo	00:00:36					

ANEXO XLII

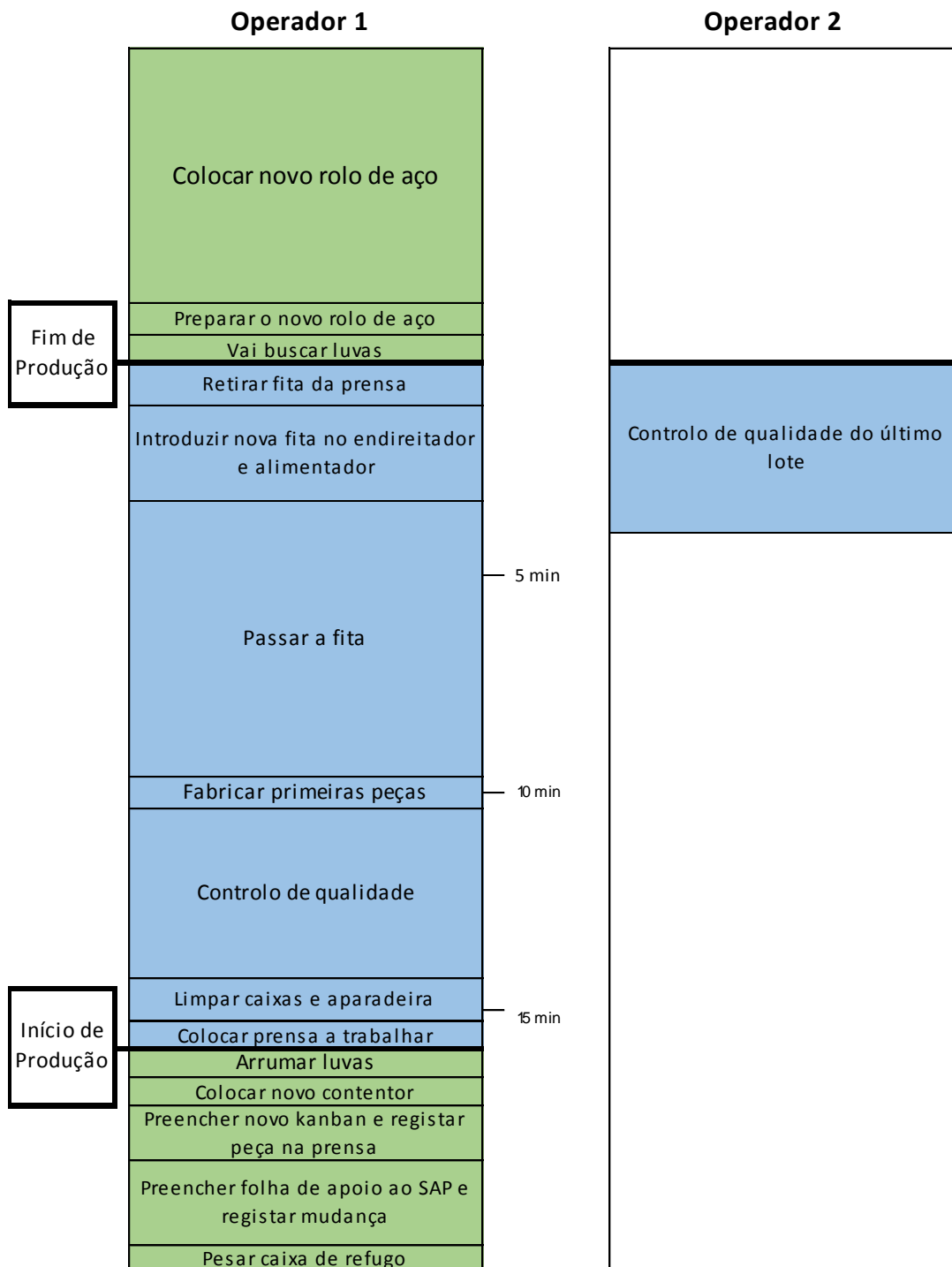
P2H100: Grupo 2 (módulo 3 e módulo 4) - Sequência Proposta com Dois Operadores				Elaborado por:		Sónia Pereira	
Operador 1				Operador 2			
Nº	Descrição das Tarefas	Tempo Ele.	Tempo Ac.	Descrição das Tarefas	Tempo Ele.	Tempo Ac.	
1	Vai buscar empilhador e carro SMED	00:00:30					
	Fim de Produção						
2	Controlo de qualidade do último lote	00:05:18	00:05:18	Retirar fita da prensa	00:00:57	00:00:57	
3	Desapertar parafusos lado esquerdo	00:01:19	00:06:37	Retirar tubos de lubrificação	00:00:24	00:01:21	
4	Retirar cavilhas lado esquerdo	00:00:26	00:07:04	Desapertar parafusos lado direito	00:01:31	00:02:52	
5	Retirar módulos da prensa	00:00:36	00:07:40	Retirar cavilhas lado direito	00:00:27	00:03:19	
6	Transportar módulos para a serralharia	00:01:05	00:08:45	Preencher folhas de seguimento da ferramenta	00:01:01	00:04:21	
7	Preencher novo kanban e registar peça na prensa	00:01:04	00:09:49				
8	Preencher folha de apoio ao SAP e registar mudança	00:01:56	00:11:46				
9	Pesar lotes anteriores	00:02:30	00:14:16				
10	Colocar novo contentor	00:00:19	00:14:35				
11	Limpar prensa	00:00:32	00:15:06				
12	Outras limpezas	00:02:00	00:17:06				
13	Registar refugo no computador	00:00:35	00:17:42				
14	Outras tarefas	00:26:24	00:44:06				
15	Transportar módulos até à prensa	00:01:12	00:45:18				
16	Colocar módulos na prensa	00:00:32	00:45:50				
17	Colocar cavilhas do lado esquerdo	00:00:12	00:46:02	Colocar cavilhas do lado direito	00:00:16	00:04:36	
18	Apertar parafusos do lado esquerdo	00:01:32	00:47:34	Apertar parafusos do lado direito	00:01:04	00:05:40	
19	Passar a fita	00:06:30	00:54:04	Ligar tubos de lubrificação	00:00:28	00:06:08	
20	Fabricar primeiras peças	00:00:30	00:54:34				
21	Controlo de qualidade	00:04:56	00:59:30				
22	Limpar caixas e aparadeira	00:01:05	01:00:35				
23	Colocar prensa a trabalhar	00:00:07	01:00:42				
	Início de Produção						
24	Arrumar empilhador e carro SMED	00:00:30					
25	Pesar caixa de refugo	00:00:36					

ANEXO XLIII

P2H100: Grupo 3 (aço e os 4 módulos) - Sequência Proposta com Dois Operadores				Elaborado por:		Sónia Pereira	
Operador 1				Operador 2			
Nº	Descrição das Tarefas	Tempo Ele.	Tempo Ac.	Descrição das Tarefas	Tempo Ele.	Tempo Ac.	
1	Colocar novo rolo de aço	00:06:00					
2	Preparar o novo rolo de aço	00:00:45					
3	Vai buscar empilhador e carro SMED	00:00:30					
Fim de Produção							
4	Controlo de qualidade do último lote	00:05:49	00:05:49	Retirar fita da prensa	00:00:57	00:00:57	
5	Desapertar parafusos lado esquerdo	00:02:15	00:08:04	Retirar tubos de lubrificação	00:00:24	00:01:21	
6	Retirar cavilhas lado esquerdo	00:00:35	00:08:39	Desapertar parafusos lado direito	00:01:42	00:03:03	
				Retirar cavilhas lado direito	00:00:31	00:03:34	
7	Transportar módulos para a serralharia	00:01:08	00:09:48	Preencher folhas de seguimento da ferramenta	00:01:49	00:05:23	
8	Transportar módulos de substituição até à prensa	00:01:39	00:11:27	Limpar prensa	00:00:42	00:06:04	
9	Colocar módulos na prensa	00:01:23	00:12:50	Introduzir nova fita no endireitador e alimentador	00:02:17	00:08:21	
10	Colocar cavilhas do lado esquerdo	00:00:26	00:13:16	Colocar cavilhas do lado direito	00:00:30	00:08:52	
11	Apertar parafusos do lado esquerdo	00:02:46	00:16:01	Apertar parafusos do lado direito	00:02:23	00:11:14	
12	Passar a fita	00:06:30	00:22:31	Ligar tubos de lubrificação	00:01:20	00:12:34	
13	Fabricar peças para controlo	00:00:30	00:23:01				
14	Controlo de qualidade	00:04:56	00:27:57				
15	Afinação	00:05:24	00:33:21				
16	Fabricar primeiras peças	00:00:30	00:33:51				
17	Controlo de qualidade	00:01:45	00:35:36				
18	Limpar caixas e aparadeira	00:01:05	00:36:41				
19	Colocar prensa a trabalhar	00:00:07	00:36:48				
Início de Produção							
20	Arrumar empilhador e carro SMED	00:00:30					
21	Colocar novo contentor	00:00:19					
22	Preencher novo kanban e registar peça na prensa	00:01:04					
23	Preencher folha de apoio ao SAP e registar mudança	00:01:56					
24	Pesar caixa de refugo	00:00:36					

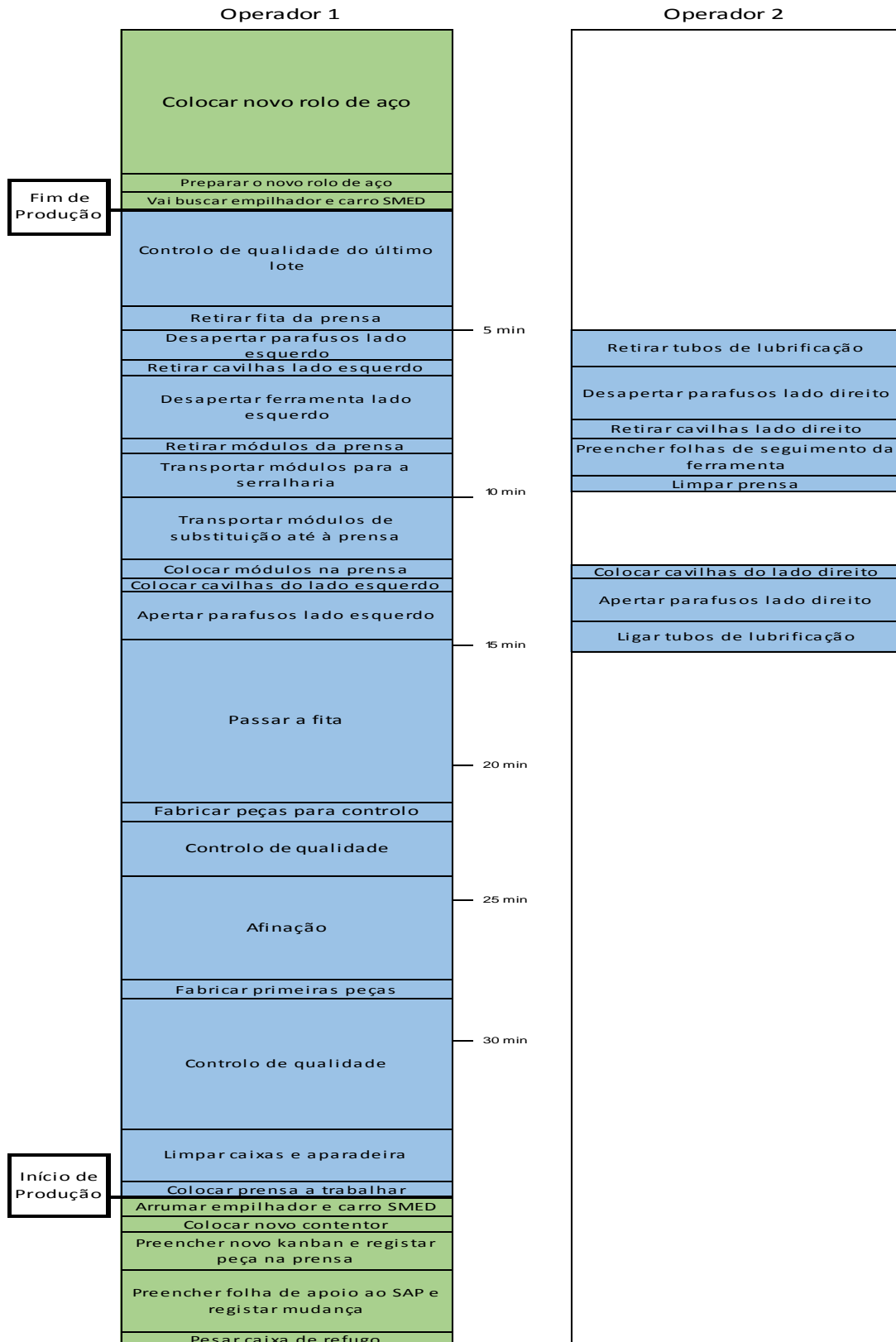
ANEXO XLIV

PM3: Grupo 2 (aço) - Sequência Proposta com com Dois Operadores



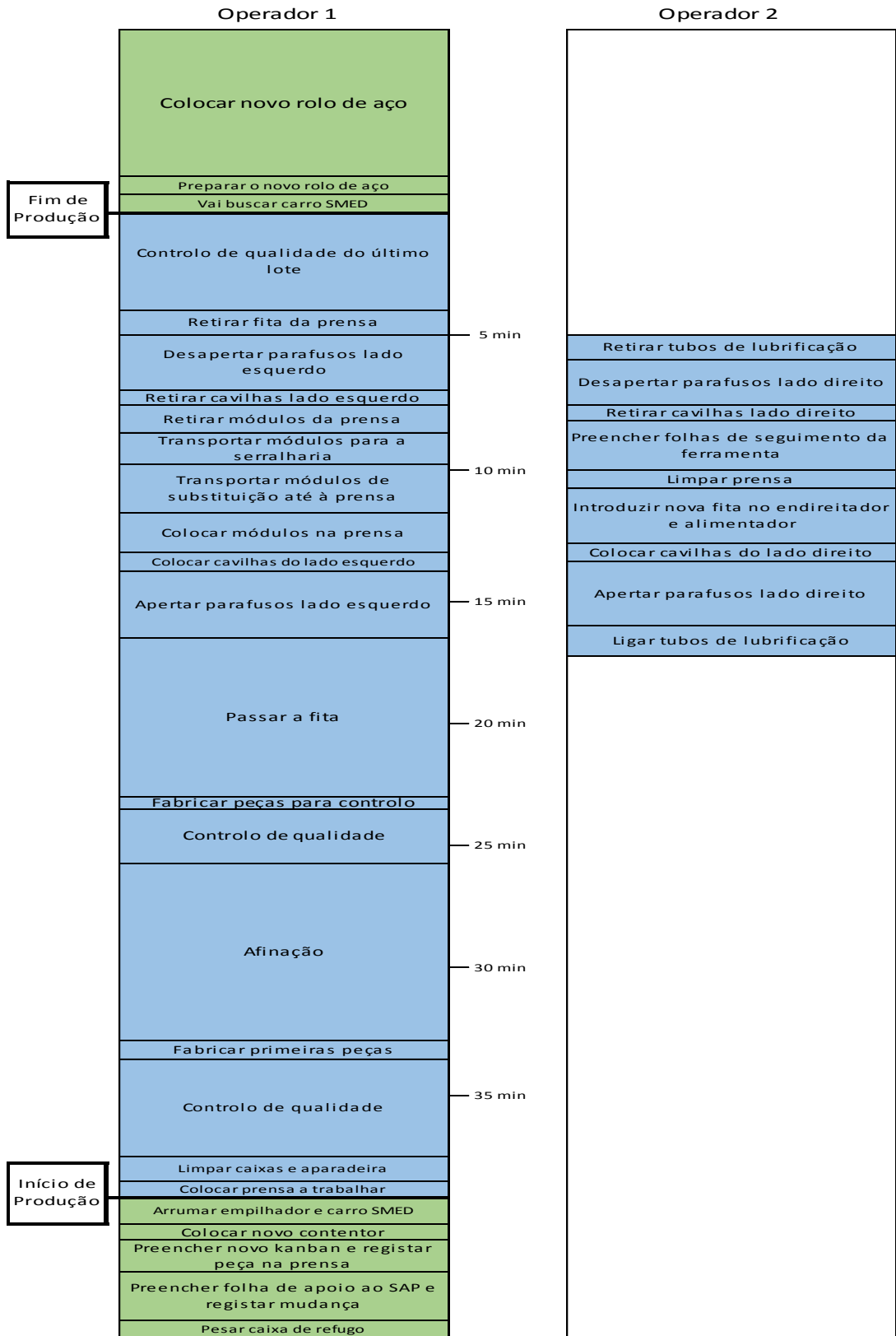
ANEXO XLV

PM3: Grupo 3 (aço, módulo 2 e módulo 3) - Sequência Proposta com Dois Operadores



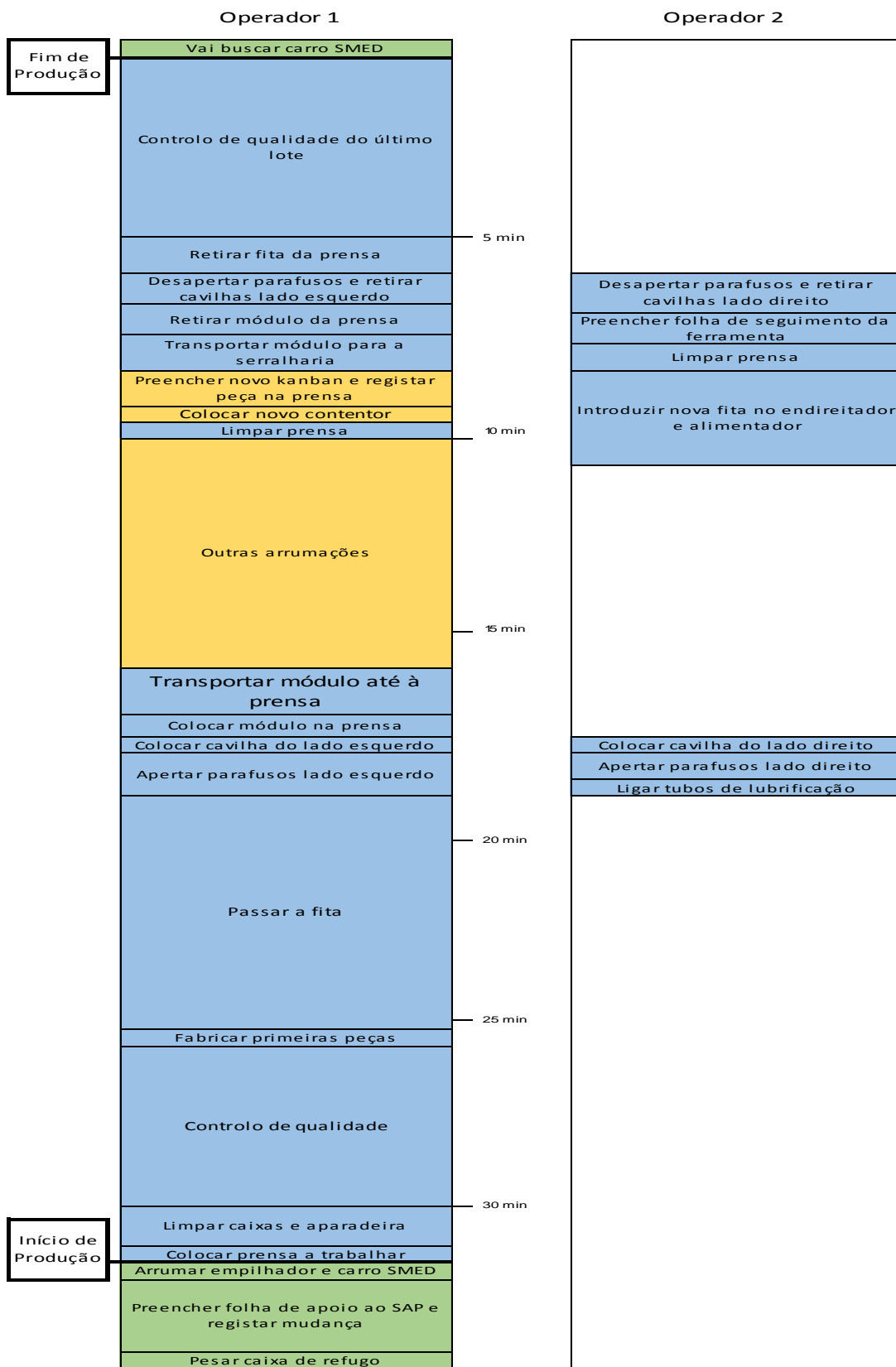
ANEXO XLVI

PM3: Grupo 4 (aço e os 4 módulos) - Sequência Proposta com Dois Operadores



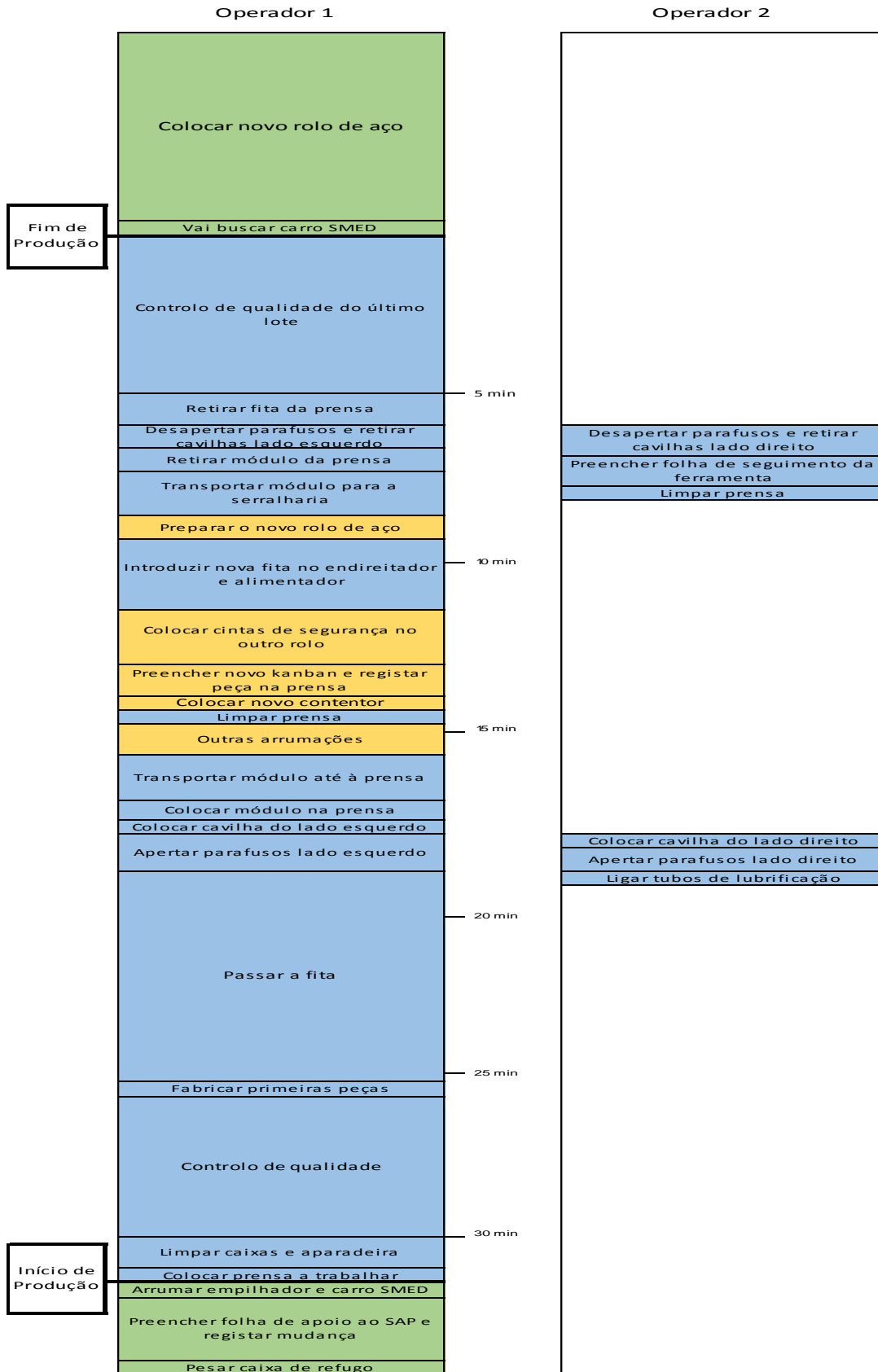
ANEXO XLVII

PM2: Grupo 1 (módulo 3) - Sequência Proposta com Dois Operadores



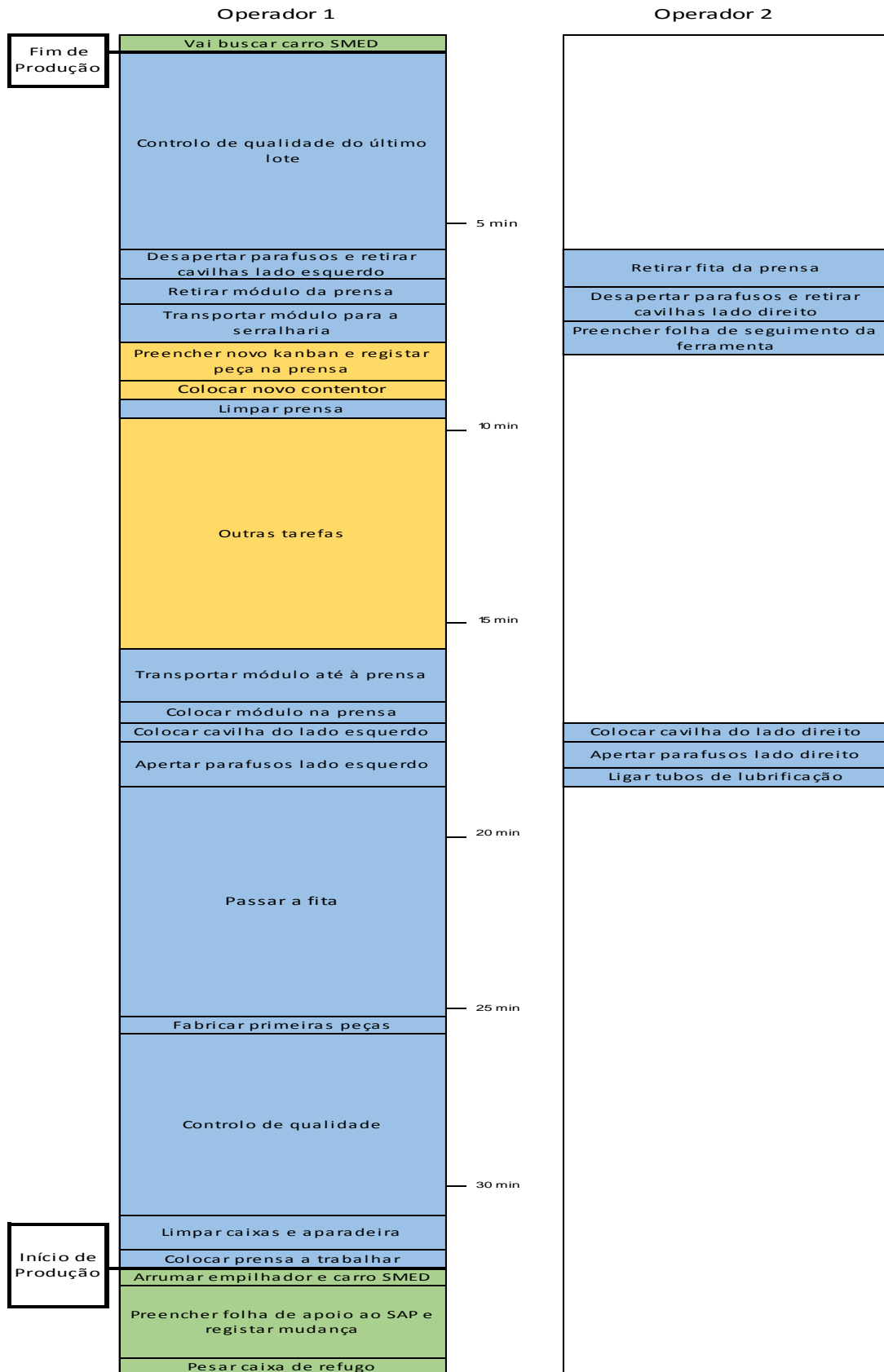
ANEXO XLVIII

PM2: Grupo 2 (aço e módulo 3) - Sequência Proposta com Dois Operadores



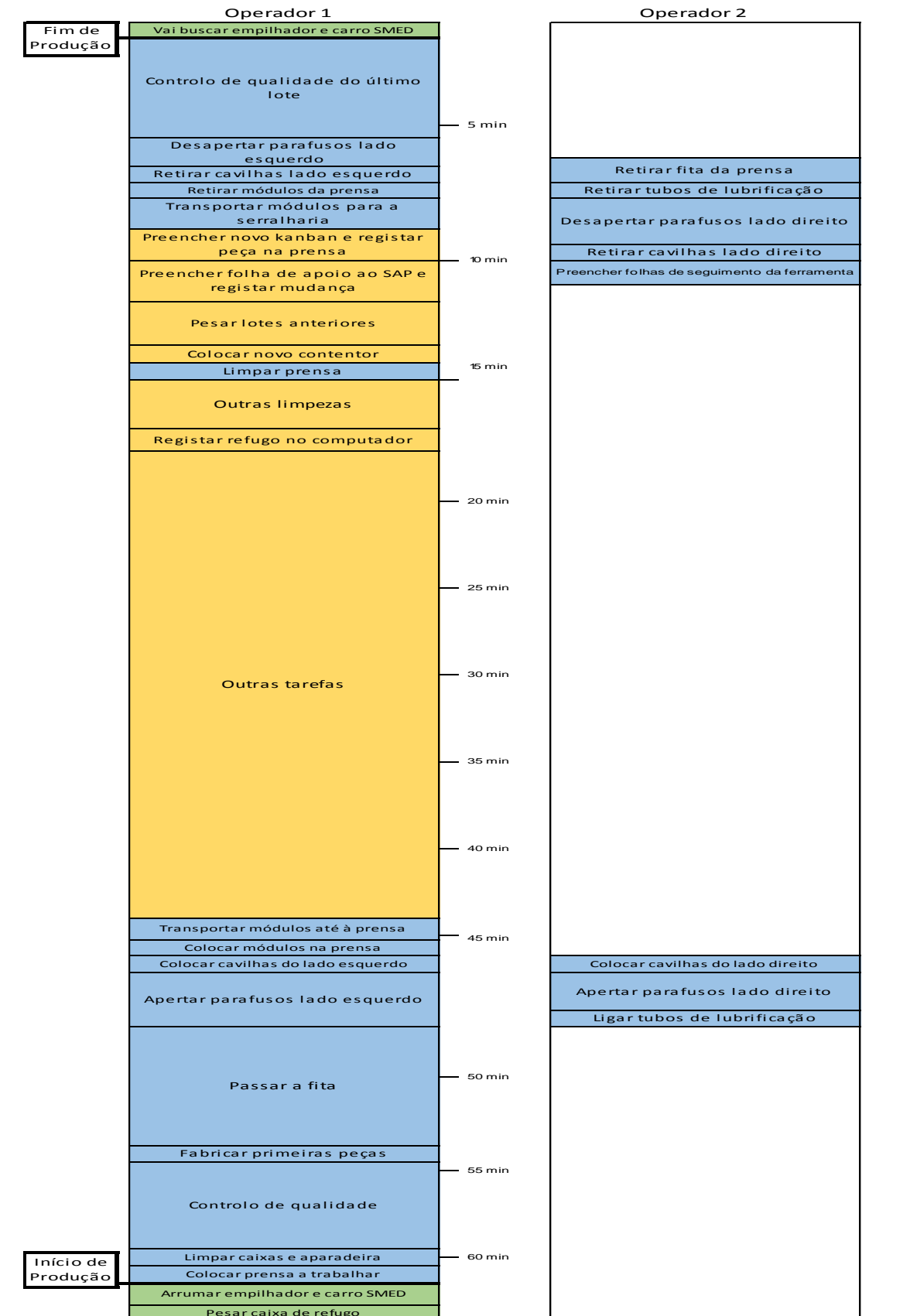
ANEXO XLIX

P2H100: Grupo 1 (módulo 3) - Sequência Proposta com Dois Operadores



ANEXO L

P2H100: Grupo 2 (módulo 3 e módulo 4) - Sequência Proposta com Dois Operadores



ANEXO LI

P2H100: Grupo 3 (aço e os 4 módulos) - Sequência Proposta com Dois Operadores

