

AGRADECIMENTOS

Os meus agradecimentos dirigem-se a todas as pessoas cuja colaboração e apoio foram essenciais à realização deste trabalho. No entanto, gostaria de agradecer especialmente:

À minha orientadora, professora Alexandra Tenera, pela orientação, motivação e sugestões fornecidas durante a realização deste trabalho.

Ao *production manager*, Miguel Costa e ao *specialist*, António Ramos, pela oportunidade de realização deste trabalho na empresa.

À *planning specialist*, Leontina Reis, e a toda a equipa do planeamento da *press shop* pela disponibilidade, apoio e compreensão.

Às equipas da linha, também, pela disponibilidade, apoio, compreensão e conhecimentos transmitidos, sem os quais não teria sido possível a realização deste trabalho.

À ergonomista Joana Vaz pela amizade e auxílio concedido em aspectos específicos da área.

A todos os professores do curso de Engenharia e Gestão Industrial, que durante o curso me transmitiram conhecimentos fundamentais para a realização deste trabalho.

Aos amigos e colegas pelo seu apoio e amizade.

À família pelo apoio, carinho e confiança demonstrados nos momentos mais difíceis.

RESUMO

O mercado em que as empresas estão actualmente inseridas, é um mercado que sofreu profundas alterações devido à redução das barreiras alfandegárias, que contribuiu para um consequente aumento da competitividade. Para todas as organizações, a concorrência mundial é uma realidade, fazendo-se cada vez mais sentir o efeito da globalização. Como resposta, as empresas deverão reunir esforços e reduzir custos de produção, através da eliminação de desperdícios nos seus processos e aumento da produtividade.

O SMED (*Single Minute Exchange of Die*) é uma ferramenta criada por Shigeo Shingo que permite reduzir desperdícios inerentes ao processo produtivo, tornando-o mais eficiente e flexível. Esta metodologia propõe a eliminação de desperdícios através da redução do tempo não produtivo de cada máquina, mais precisamente, do tempo dispendido em troca de ferramenta (também designado por *setup* ou *changeover*). A sua aplicação tem especial incidência no sector automóvel e na indústria de materiais plásticos, sendo que no caso desta dissertação, o SMED será aplicado à troca de ferramenta numa linha de prensagem na indústria automóvel.

ABSTRACT

The market environment in which companies are included nowadays has dramatically changed with the reduction of tax barriers, which consequently increased the competitiveness. Competing in an international market is now a reality for all enterprises and in consequent, the effect of globalization is even more felt. Therefore, companies have got to gather efforts and reduce their production costs through waste elimination and productivity increase.

SMED (*Single Minute Exchange of Die*) is a tool that allows waste reduction in productive processes, making it more efficient and flexible. This methodology proposes waste elimination through the reduction of non-production time in each machine, more precisely the reduction of the time needed for tool change in a machine (or setup time). Its application has special incidence in the automotive sector and in the plastic industry, but in the case of this dissertation, SMED will be applied to the tool change in a press line in the automotive industry.

LISTA DE ABREVIATURAS

BLK	<i>Blanking</i>
CLT	Comunidade <i>Lean Thinking</i>
CSL	<i>Coil Shear Line</i>
	<i>Define, Measure, Analyse, Improve e Control</i>
DMAIC	Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar
JIT	<i>Just-in-time</i>
	<i>Line Leader</i>
LL	Líder de linha
	<i>Plan, Do, Check e Act</i>
PDCA	Planear, Executar, Verificar e Acção
	<i>Single Minute Exchange of Die</i>
SMED	Sistema de troca rápida de ferramenta
TA1	<i>Tandem line</i>
	<i>Tri-axial Press</i>
TAP	Prensa tri-axial
	<i>Team Leader</i>
TL	Líder de equipa
	Team Member
TM	Membro de equipa
	<i>Total Production Maintenance</i>
TPM	Manutenção Produtiva Total
	<i>Toyota Production System</i>
TPS	Sistema de produção da Toyota
VOC	<i>Voice of Client</i>

Voz do cliente

VSM Value Stream Mapping
Mapeamento do Fluxo de Valor

VW Volkswagen

ÍNDICE DE MATÉRIAS

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 JUSTIFICAÇÃO E MOTIVAÇÃO	1
1.2 OBJECTIVOS	2
1.3 METODOLOGIA DO ESTUDO	2
1.4 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	3
2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	5
2.1 ENQUADRAMENTO GERAL DO ESTUDO	5
2.2 ABORDAGEM À FILOSOFIA DE GESTÃO LEAN.....	6
2.2.1 Origem e evolução.....	6
2.2.2 Definição e princípios fundamentais.....	7
2.2.3 Fontes de desperdício.....	11
2.2.4 Principais ferramentas Lean	17
2.2.5 Potenciais benefícios de implementação da lean production.....	23
2.2.6 Principais barreiras ao sucesso da implementação.....	24
2.3 INTRODUÇÃO AO MÉTODO SMED	25
2.3.1 Definição de SMED.....	25
2.3.2 Fases de execução das operações de troca num processo tradicional.....	26
2.3.3 Implementação do SMED	28
2.3.4 Benefícios do SMED	34
2.3.5 Análise crítica ao método.....	36
3. CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE DE APLICAÇÃO	39
3.1 CARACTERÍSTICAS DA PRESS SHOP	39
3.1.1 Informação Geral.....	39
3.1.2 Produtos	39
3.1.3 Equipamentos	40
3.1.4 Layout.....	41
3.2 CARACTERÍSTICAS DA TANDEM LINE (TA1).....	43
3.2.1 Layout.....	43
3.2.2 Peças produzidas	48
3.2.3 Funcionamento da linha.....	51
3.2.4 Procedimento de troca de ferramenta segundo directiva da VW	52
3.2.5 Tempo médio de troca de ferramenta nos últimos anos	59
3.3 PROCEDIMENTO ACTUAL DE TROCA.....	61
3.3.1 Arranque à troca	62
3.3.2 Desmontagem das ferramentas da produção corrente	64
3.3.3 Montagem das ferramentas da produção seguinte	67
3.3.4 Arranque à nova produção	68

4. PLANO DE ESTUDO	71
4.1 RECOLHA DE DADOS	71
4.1.1 Procedimento de recolha de dados.....	72
4.1.2 Gráfico de análise de operações	72
4.2 TÉCNICA DE CRONOMETRAGEM.....	75
4.2.1 Estudo dos tempos	75
4.2.2 Identificação das operações.....	76
4.2.3 Operadores qualificados e operadores representativos.....	77
4.2.4 Determinação do número de observações necessárias	78
5. RECOLHA DE INFORMAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS.....	79
5.1 OPERAÇÕES DE TROCA.....	79
5.1.1 Operações externas.....	79
5.1.2 Operações internas.....	80
5.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS	81
5.2.1 Duração total da troca	81
5.2.2 Troca de mesas	81
5.2.3 Troca de automações	82
6. PROPOSTA DE SOLUÇÕES E SUA APLICABILIDADE.....	88
6.1 PROPOSTAS DE MELHORIA A CURTO PRAZO	88
6.1.1 Conversão de operações internas em externas.....	88
6.1.2 Melhoria de operações internas	91
6.2 PROPOSTAS DE MELHORIA A MÉDIO E LONGO PRAZO	103
6.2.1 Melhoria de operações internas	103
6.3 SÍNTESE DAS PROPOSTAS APRESENTADAS	132
7. CONCLUSÃO	135
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	137
ANEXOS (EM CD).....	141

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Eliminação de desperdício e criação de valor nas organizações	9
Figura 2.2 – Funcionamento do sistema de produção pull	10
Figura 2.3 – Os sete princípios lean thinking revistos	11
Figura 2.4 – Actividades que acrescentam valor e que actividades que não acrescentam.....	12
Figura 2.5 – Metodologia de criação de valor e respectivas responsabilidades	13
Figura 2.6 – As sete fontes de desperdício.....	16
Figura 2.7 – Implementação da metodologia 5 S	18
Figura 2.8 – Distribuição normal com representação de $\chi\sigma$ em relação à média, em que $\chi = 1, 2, \dots, 6$	22
Figura 2.9 – Definição de tempo de troca	26
Figura 2.10 – Duração de cada operação (em relação ao tempo total).....	28
Figura 2.11 – As quatro fases do método SMED	29
Figura 2.12 – Esquema das várias fases da metodologia SMED	31
Figura 2.13 – Fases da metodologia SMED e respectivas técnicas de suporte.....	32
Figura 2.14 – Resultado final da aplicação do método SMED	34
Figura 2.15 – Benefícios do SMED	36
Figura 3.1 – VW Sharan	40
Figura 3.2 – VW Eos	40
Figura 3.3 – VW Scirocco.....	40
Figura 3.4 – Transfer	41
Figura 3.5 – Layout Press Shop.....	41
Figura 3.6 – Linha de corte	42
Figura 3.7 – Prensa Tri-Axial 15.000 kN (TAP1)	42
Figura 3.8 – Linha Tandem 1×17.000/5×12.500 kN (TA1).....	43
Figura 3.9 – Prensa Tri-Axial 25.000 kN.....	43
Figura 3.10 – Prensa Tri-Axial 32.000 kN.....	43
Figura 3.12 – Alimentador	44
Figura 3.11 – Layout da tandem line	44
Figura 3.13 – Lavadora.....	45
Figura 3.14 – Lubrificadora	45
Figura 3.15 – Automação dos 45°.....	45
Figura 3.16 – Tapetes de saída de peças	46
Figura 3.17 – Kuka.....	46
Figura 3.18 – Representação das células de produção e sua respectiva constituição.....	47
Figura 3.19 – Prensa e carregador	48
Figura 3.20 – Descarregador e shuttle	48
Figura 3.21 – Sequência de operações para mudança de ferramenta	52
Figura 3.22 – Diagrama de processo de preparação do alimentador.....	54
Figura 3.23 – Diagrama de processo para troca de ferramenta nas prensas	55
Figura 3.24 – Diagrama de processo para troca de automações	57
Figura 3.25 – Diagrama de processo para a troca dos kukas	58

Figura 3.26 – Tempo médio de troca para os anos de 2004 a 2008 determinado com base na informação disponível no sistema PRESS-II.....	59
Figura 3.27 – Tempo médio de troca para os anos de 2004 a 2008.....	60
Figura 3.28 – Principais sub-processos do processo de troca de ferramenta.....	61
Figura 3.29 – Diagrama de processo do arranque à troca.....	63
Figura 3.30 – Comutador do alimentador em “Reconstrução”.....	64
Figura 3.31 – Comutador da prensa em "Trocar ferramenta".....	64
Figura 3.32 – Diagrama de processo da desmontagem/montagem de ferramentas nas prensas.....	65
Figura 3.33 – Comutador da prensa 1 em "Manual".....	66
Figura 3.34 – Comutador das prensas 2 a 6 em "Ajustar".....	66
Figura 3.35 – Diagrama de processo da desmontagem das ferramentas de automação.....	66
Figura 3.36 – Diagrama de processo da troca de lavadora/lubrificadora.....	67
Figura 3.37 – Diagrama de processo da montagem das ferramentas de automação.....	68
Figura 3.38 – Diagrama de processo do arranque à nova produção.....	69
Figura 3.39 – Comutador da prensa em automático.....	70
Figura 4.1 – Cortes das actividades.....	77
Figura 5.1 – Layout das células de automação.....	83
Figura 6.1 – Checklist.....	90
Figura 6.2 – Dossier de arquivo da documentação necessária à realização das trocas.....	91
Figura 6.3 – Esquema resumo de funcionamento dos 45°.....	92
Figura 6.4 – Diagrama de processo da troca de ferramenta do robô de fim de linha.....	92
Figura 6.5 – Novo robô de fim de linha.....	93
Figura 6.6 – Layout referente à configuração 1.....	94
Figura 6.7 – Layout referente à configuração 2.....	95
Figura 6.8 – Esquema resumo da sequência de troca para cada equipa.....	97
Figura 6.9 – Posicionamento das equipas na troca I.....	98
Figura 6.10 – Posicionamento das equipas na troca II.....	98
Figura 6.11 – Posicionamento das equipas na troca III.....	99
Figura 6.12 – Plano de controlo.....	99
Figura 6.13 – Melhoria verificada no tempo de troca global.....	101
Figura 6.14 – Melhoria verificada no tempo de troca das automações.....	102
Figura 6.15 – Custo/h.dia da semana de fazer manutenção.....	104
Figura 6.16 – Parte superior do tapete de segurança.....	106
Figura 6.17 – Parte inferior do tapete com relés de segurança.....	106
Figura 6.18 – Disposição dos tapetes de segurança.....	108
Figura 6.19 – Duração do procedimento de troca automática de mesas.....	114
Figura 6.20 – Impacto da troca simultânea de mesas na duração total da troca de ferramenta.....	115
Figura 6.21 – Impacto na duração do procedimento de troca de ferramenta, após implementação da troca automática de mesas.....	116
Figura 6.22 – Disposição dos scanners de segurança.....	119
Figura 6.23 – Aspecto das automações actuais.....	123
Figura 6.24 – Braço de carbono cónico.....	123

Figura 6.25 – Peça com circuito em vácuo e peça de acoplamento	124
Figura 6.26 – Peça com circuito em vácuo e peças de acoplamento encaixadas	124
Figura 6.27 – Braço de carbono cónico com peças de acoplamento encaixadas	125
Figura 6.28 – Braço de carbono cónico e ramos das aranhas com peça de acoplamento na extremidade da estrutura central.....	125
Figura 6.29 – Conjunto braço de carbono cónico e ramos das aranhas (aspecto das futuras automações)	125
Figura 6.30 – Carrinhos de automação com apenas duas automações armazenadas	127
Figura 6.31 – Carrinhos de automação quatro automações armazenadas	127
Figura 6.32 – Proposta # 1 para instalação de robôs nas células de automação	128
Figura 6.33 – Proposta # 2 para instalação de robôs nas células de automação	128

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 – Causas e consequências do excesso de produção e soluções para eliminação.....	13
Tabela 2.2 – Causas da criação de stocks e soluções para eliminação	14
Tabela 2.3 – Causas para a ocorrência de inactividades e soluções para eliminação.....	15
Tabela 2.4 – Causas para a ocorrência de defeitos e soluções para eliminação.....	15
Tabela 2.5 – Benefícios de implementação da filosofia lean	23
Tabela 2.6 – Proporção do tempo gasto em cada tipo de operações	27
Tabela 3.1 – Velocidade máxima atingida por cada prensa	42
Tabela 3.2 – Peças produzidas na tandem line do modelo Eos	49
Tabela 3.3 – Peças produzidas na tandem line do modelo Scirocco	50
Tabela 4.1 – Representação gráfica de cada tipo de operação.....	73
Tabela 4.2 – Diagrama de análise das operações de troca na TA1	74
Tabela 5.1 – Operações externas à troca de ferramenta	79
Tabela 5.2 – Operações internas realizadas durante a troca de ferramenta	80
Tabela 5.3 – Duração média das principais operações que constituem o procedimento de troca de mesas	82
Tabela 5.4 – Sequência das operações de troca das automações e respectivas durações médias.....	82
Tabela 5.5 – Distribuição de operações por postos de trabalho.....	84
Tabela 5.6 – Tabela que será utilizada para balanceamento das células de troca de automações	85
Tabela 5.7 – Balanceamento do posto 2.....	86
Tabela 6.1 – Operações actualmente consideradas externas	88
Tabela 6.2 – Operações actualmente consideradas internas.....	89
Tabela 6.3 – Proposta de operações externas	90
Tabela 6.4 – Comparação entre as configurações 1 e 2	95
Tabela 6.5 - Resultado do teste realizado com recurso à utilização das duas configurações na troca de automações	96
Tabela 6.6 – Resultados dos testes realizados após implementação das propostas de melhoria para operações internas (utilização da configuração 2 na troca de automações).....	100
Tabela 6.7 – Custos unitários do material necessário	109
Tabela 6.8 – Custo da MOD a laboral em overtime	110
Tabela 6.9 – Operações de troca internas para procedimento de troca automática de mesas	111
Tabela 6.9 – continuação	112
Tabela 6.10 – Duração das operações “Troca de automações” e “Arranque da nova produção” para procedimento de troca simultânea de mesas	115
Tabela 6.11 – Análise custo-benefício do investimento (considerando 2 turnos de laboração)	116
Tabela 6.12 – Análise custo-benefício do investimento (considerando 3 turnos de laboração)	117
Tabela 6.13 – Custos unitários do material necessário	120
Tabela 6.14 – Análise custo-benefício do investimento (considerando 2 turnos de laboração)	121
Tabela 6.15 – Análise custo-benefício do investimento (considerando 3 turnos de laboração)	122
Tabela 6.16 – Tabela resumo das propostas de melhoria apresentadas.....	132
Tabela 6.17 – Impacto das propostas de melhoria apresentadas.....	132

1. INTRODUÇÃO

1.1 Justificação e motivação

No actual panorama mundial, a sobrevivência de uma empresa, qualquer que seja a sua actividade económica, é garantida pela sua competitividade. A competitividade é, por sua vez, assegurada pela diferenciação, que pode ser atingida através da inovação dos produtos comercializados e/ou inovação dos processos de fabrico. Muitas organizações a nível mundial, conseguem, efectivamente, inovar ao nível dos produtos ou serviços que colocam no mercado, mas, em contrapartida, não optimizam os seus processos produtivos, existindo, por conseguinte, desperdício. No mundo industrial e no contexto de realização da presente dissertação, o desperdício refere-se a todas as actividades realizadas (e consequentes recursos dispendidos), no decorrer do processo produtivo, que não acrescentam valor. Os japoneses denominam essas actividades de “*muda*”, porque consomem recursos e contribuem para um aumento dos preços dos produtos ou serviços disponibilizados no mercado. Assim, as actividades “*muda*” tornam os serviços ou produtos mais caros, fazendo com que as organizações peçam mais do que o valor que entregam, praticando um preço injusto. Quando a concorrência consegue entregar o mesmo valor a um menor preço, ou alternativamente, entrega mais valor ao mesmo preço, está a reforçar a sua vantagem competitiva no mercado. A competitividade de uma organização mede-se pelo valor que cria e por aquilo que pede em troca e quanto mais favorável for esta relação para o cliente, maiores são as hipóteses de vencer no mercado. Esta é a chave de diferenciação para qualquer empresa.

A Volkswagen, como empresa do sector automóvel, tem uma forte concorrência, nomeadamente, no mercado internacional. Para sobreviver no mercado, esta organização sabe que tem de reduzir custos e, simultaneamente, alcançar elevados índices de qualidade. No âmbito da redução de custos e melhoria dos seus processos produtivos, a empresa pretende introduzir melhorias ao nível da troca de ferramenta, de forma a minimizar os tempos de paragem da produção. As actividades envolvidas numa troca são exemplo de actividades “*muda*”.

1.2 Objectivos

O objectivo da realização desta dissertação é a determinação, análise e, posterior, melhoria do tempo dispendido em troca numa linha de prensagem. O tempo de troca (designado por *hit to hit* no mundo VW) corresponde ao intervalo de tempo que decorre desde que sai da linha a última peça conforme, produzida por determinado *set* (conjunto) de ferramentas, até à saída da primeira peça conforme produzida pelo conjunto seguinte.

No fim do estudo, o resultado pretendido é a melhoria dos procedimentos de troca de ferramenta, que se traduzirá numa minimização do seu tempo de execução e, consequentemente, num aumento do tempo-máquina disponível.

1.3 Metodologia do estudo

Após o estudo e determinação, quer do tempo, quer das actividades que decorrem durante a troca, será utilizado o método SMED (*Single Minute Exchange of Die*), que corresponde a uma metodologia cujo objectivo é possibilitar uma mudança rápida de ferramenta, vulgarmente designada por *quick changeover*. A aplicação deste método desenvolve-se segundo três tarefas elementares:

1. Identificar e separar as actividades de troca internas e externas envolvidas no processo de mudança e ajuste de ferramenta;
2. Sempre que possível, converter actividades de troca internas em externas, de modo a minimizar o tempo de mudança;
3. Optimizar todos os aspectos das actividades de troca.

A aplicação sistemática destas três fases permite analisar todas as actividades que decorrem na linha ao nível da troca de ferramentas, identificar as oportunidades de melhoria, propor soluções, validar a sua aplicabilidade e implementar.

A fim de concretizar a implementação do SMED, a presente dissertação será dividida, essencialmente, em três fases:

1. Análise do sistema de troca actual;
2. Proposta de soluções viáveis;
3. Estudo do impacto das soluções encontradas.

A primeira fase tem como objectivo a obtenção de um diagnóstico, que só é possível com a recolha de um conjunto de informações relativas ao processo, tais como:

- Actividades efectuadas e sua sequência;
- Duração das actividades;
- Aspectos relacionados com a execução das actividades;
- Pontos críticos que contribuem para a redução da eficácia/eficiência do processo de troca.

A recolha dos dados será conduzida da seguinte forma:

- Observação do processo de troca;
- Realização de algumas entrevistas informais aos colaboradores;
- Filmagem e documentação de vários processos de troca;
- Aplicação de cronometragem às actividades do processo.

A análise de toda a informação recolhida dará origem a um diagnóstico, a partir do qual serão apresentadas propostas de melhoria, cuja aplicabilidade terá de ser, posteriormente, avaliada. Todas as soluções que se revelem viáveis serão implementadas e, com base em simulações, será avaliada a sua capacidade de resposta aos problemas, inicialmente identificados.

1.4 Organização da dissertação

A presente dissertação será organizada em oito capítulos diferentes:

- **CAPÍTULO 1** – Neste primeiro capítulo pretende-se dar a conhecer ao leitor o enquadramento da realização da dissertação, indicar os objectivos a alcançar e de que forma se irá desenvolver o estudo e análise para atingir os resultados pretendidos;
- **CAPÍTULO 2** – Neste capítulo será feita referência a todos os fundamentos teóricos considerados importantes para suportar a realização da dissertação. Numa primeira fase desenvolver-se-á uma abordagem à filosofia de gestão *lean*, da qual fazem parte ferramentas como o SMED. *A posteriori*, será explorado o método SMED, procedendo-se à sua definição, descrição do procedimento de aplicação, enumeração das suas vantagens e, finalmente, será feita uma análise crítica ao método;
- **CAPÍTULO 3** – Neste capítulo será feita uma breve caracterização do ambiente de aplicação, ou seja, da *press shop* da fábrica e da linha de prensagem em estudo. Para

esta última, pretende-se descrever o procedimento de troca de ferramenta segundo uma directiva publicada pela VW em 1995. Será igualmente objectivo deste capítulo, a análise do tempo médio da troca nos últimos anos, bem como a caracterização do actual procedimento de troca e serão identificadas as principais diferenças em relação ao procedimento proposto pela directiva;

- **CAPÍTULO 4** – Nesta fase da dissertação descrever-se-á o plano de estudo e quais as técnicas que o integram;
- **CAPÍTULO 5** – No seguimento do capítulo anterior, neste capítulo apresentar-se-á alguma informação relevante referente ao procedimento de troca, será feita uma análise dos resultados obtidos, o que significa que será feita uma análise ao sistema actual e, consequentemente, um diagnóstico;
- **CAPÍTULO 6** – Neste capítulo apresentar-se-ão propostas de melhoria, com vista à melhoria da eficiência da troca de ferramenta. Não sendo suficiente a sua proposta, terá de se testar e, posteriormente, validar ou rejeitar a sua aplicabilidade. Caso se valide a aplicabilidade de uma determinada proposta de solução, segue-se a fase de implementação. Por outro lado, se se rejeitar determinada proposta, será necessário encontrar outra que seja válida e proceder à sua implementação. Se, em última instância, não se identificar uma proposta válida deverá verificar-se se é, efectivamente, possível propor uma acção de melhoria viável.
Após implementação de todas as propostas de melhoria, será feita uma contabilização de resultados, ou seja, serão efectivados os impactos das soluções propostas;
- **CAPÍTULO 7** – Neste capítulo serão retiradas as conclusões gerais da dissertação e feitas algumas recomendações à organização.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 Enquadramento Geral do Estudo

Nos mercados actuais existe uma grande variedade de produtos posta à disposição dos consumidores. Quanto maior é a quantidade de produtos disponível, menor será o tamanho das encomendas colocadas por produto. Para além disto, e ao contrário daquilo que sucedia antigamente, os ciclos de vida dos produtos diminuíram consideravelmente, como consequência da constante necessidade de evolução, que é condição necessária para acompanhar os movimentos de mercado e dar resposta às exigentes necessidades dos clientes. Perante esta situação, é impreterível que as organizações adquiram a versatilidade necessária para que consigam aumentar a sua flexibilidade de produção, diminuindo, simultaneamente, os seus custos, para que lhes seja possível colocar novos produtos no mercado ao mais baixo custo. É, assim, que neste contexto surgem as técnicas de mudança rápida de ferramenta (*quick changeover*) (Lopes, Neto, & Pinto, 2009).

As operações de mudança de produtos, troca de ferramentas ou ajustes, designam-se por *setup* ou *changeover*. Durante o tempo em que ocorrem operações de troca, não há criação de valor no sistema, apenas podem produzir-se desperdícios, uma vez que se despende tempo e se aumentam os custos.

Quando os tempos de troca são elevados, é necessário produzir lotes de maior dimensão e, por conseguinte, constituir *stock*, que representa um custo. Assim sendo e, como o tempo dispendido em troca é geralmente conotado como um desperdício, deve ser minimizado ou, de preferência, eliminado (Lopes et al., 2009). Esta atitude perante operações que não adicionam valor ao produto final, vai ao encontro do conceito de gestão *lean thinking* (pensamento magro). Este termo é internacionalmente utilizado quando se pretende fazer referência à filosofia de gestão cujo objectivo é a criação de valor através da sistemática eliminação de desperdício. Este novo modelo mental ao nível da gestão originou um novo modo de produção, que assentou em alicerces como o *just-in-time* (JIT), o *poka yoke* (ou defeito zero), o *kaizen*, o SMED (*single minute exchange of die*) também conhecido como *quick changeover*), produção de pequenos lotes, entre outros (Mota, 2007).

Perante a conjuntura dos mercados internacionais e a emergente necessidade de disponibilizar produtos competitivos num curto espaço de tempo e a baixo custo, considera-se que esta nova

forma de produção se destaca em termos de produtividade, qualidade e flexibilidade das operações industriais. A sua implementação possibilita a colocação das organizações em patamares de competitividade significativos.

2.2 Abordagem à filosofia de gestão Lean

Neste capítulo pretende apresentar-se a filosofia *lean* e com isso fazer um enquadramento do SMED.

2.2.1 Origem e evolução

Com o surgimento da revolução industrial na década de setenta do século XVIII, a indústria adquiriu uma única preocupação, produzir. No início do século XX, Henry Ford criou o conceito de produção em massa, que possibilitou a produção em série de automóveis. A partir deste momento, as organizações passaram a orientar-se por este princípio, o que resultou num aumento da complexidade dos processos, acumulação de *stocks* e aumento do *lead time*¹ (Mota, 2007; Womack, Jones & Roos, 1990).

No final da 2ª Guerra Mundial, entre 1939 e 1945, o Japão apresentava graves problemas sócio – económicos, era emergente a reconstrução do país e a sua indústria automóvel enfrentava enormes problemas relacionados com a reduzida disponibilidade de recursos e a baixa produtividade. Por sua vez, nas indústrias ocidentais, os recursos eram abundantes, assim como a capacidade disponível para produção, mas verificavam-se, também, alguns problemas tais como, reduzida variedade de produtos colocados no mercado e recurso a processos de fabrico e gestão muito complexos e pouco flexíveis, que dificultavam a adaptação da produção às necessidades do mercado (Muller, 2007; Womack et al., 1990).

Perante este cenário, Eiji Toyoda, engenheiro da Toyota Motors Company (TMC), deslocou-se aos Estados Unidos à fábrica da Ford para estudar o seu modelo de produção. Rapidamente constatou que para que a TMC conseguisse sobreviver teria de conseguir colocar no mercado uma grande variedade de produtos, com qualidade e a baixo custo, ou seja, oferecer aquilo

¹ Tempo total necessário para produzir determinado produto, desde a colocação da encomenda pelo cliente até à receção do produto final.

que a indústria ocidental não conseguia. Para alcançar estes objectivos com o reduzido número de recursos disponíveis, a Toyota teria de deixar de lado os princípios da produção em massa, que se revelavam de difícil transferência para a realidade japonesa, uma vez que não se ajustavam à difícil situação económica do país (Mota, 2007; Sebroso, 2008; Womack et al., 1990).

Quando regressou ao Japão, Eiji aliado a Taiichi Ohno, especialista de produção da TMC, começaram a desenvolver um novo sistema produtivo, o TPS (*Toyota Production System*), cujo principal pilar de sustentação é o JIT (*just in time*). Os objectivos deste sistema são a eliminação de desperdício e a satisfação das necessidades dos clientes (Mota, 2007; Sebroso, 2008; Womack et al., 1990).

Após o nascimento do TPS, seguiu-se na década de 70 uma fase de amadurecimento do sistema. Mais tarde, durante os anos 80, com a adopção desta nova forma de produção, o Japão obteve elevados índices de crescimento em vários sectores económicos, lançando-se numa era de prosperidade (Mota, 2007).

Em 1990, o TPS deu lugar ao conceito *lean thinking* (pensamento magro), termo que foi utilizado pela primeira vez por James Womack e Daniel Jones (1996) na obra com o mesmo nome (Pinto, 2009). Utiliza-se a palavra *lean* ou magro porque o princípio desta filosofia de gestão sugere a utilização do estritamente necessário, no momento certo, o que se traduz em menos pessoas, menos espaço, menos materiais, menos energia, menos *stocks*, ao mesmo tempo que se aumenta a qualidade, a flexibilidade e o serviço de apoio ao cliente (Sebroso, 2008). A diferença deste conceito em relação ao TPS é que este último refere-se ao sistema de gestão da produção na Toyota, enquanto o sistema de gestão *lean* pode ser aplicado em qualquer organização em qualquer sector e ramo de actividade (Haak, 2006).

2.2.2 Definição e princípios fundamentais

2.2.2.1 Definição

A *lean production* (produção magra) corresponde a uma forma de pensar (*lean thinking*) e como tal é também uma evolução do TPS, ao qual se agregaram outros conceitos e ferramentas de gestão que tiveram origem posteriormente (Holweg, 2006; Machado, 2007). O termo *lean production* utiliza-se quando se pretende fazer referência ao tipo de produção que,

classifica como desperdício, todos os recursos dispendidos cujo objectivo não seja a criação de valor no produto final. Na perspectiva do consumidor, “valor” corresponde a todas as “partes” do processo de fabrico que, conferem ao produto final, as características que o cliente está disposto a pagar. Por outras palavras, a criação de valor, abrange todas as actividades que transformam o produto em valor para o cliente final.

Basicamente, a produção do tipo *lean* visa a criação de valor através da sistemática eliminação de desperdício, ou seja, *more value with less work* (Pinto, 2009). Se determinado processo ou operação não cria valor, então terão de se arranjar formas de o reduzir ou eliminar. Este objectivo possibilita um aumento da produtividade, bem como a produção de produtos de elevada qualidade a baixo custo, com ciclos de produção e entrega mais curtos (Machado, 2007).

Por observação da Figura 2.1 é possível verificar que através da implementação da filosofia de gestão *lean* se deve eliminar o desperdício através da utilização do ciclo PDCA (*Plan, Do, Check & Act*). Este ciclo é aplicado para se atingirem objectivos dentro de um sistema de gestão e tem um grande foco na melhoria contínua. De acordo com este ciclo deve:

- 1) **PLAN (planear)** – analisar-se o processo, descobrir as causas fundamentais dos problemas e elaborar um plano de acção;
- 2) **DO (executar)** – executar as actividades de acordo com o plano de acção;
- 3) **CHECK (verificar)** – monitorizar e avaliar periodicamente processos e resultados, confrontando-os com os objectivos;
- 4) **ACT (acção)** – agir de acordo com a avaliação feita, eventualmente determinar e elaborar novos planos de acção para melhorar a qualidade, a eficiência e a eficácia através da correcção de falhas e aperfeiçoamento da execução.

Para além disto, com a implementação da filosofia *lean* também se deverá criar valor. Em suma, é importante que as organizações “emagreçam”, mas que depois dessa fase de perda de peso (que corresponde à fase de eliminação de desperdício) passem à fase de criação de músculo (ou criação de valor) como se mostra na Figura 2.1 (Pinto, 2009).

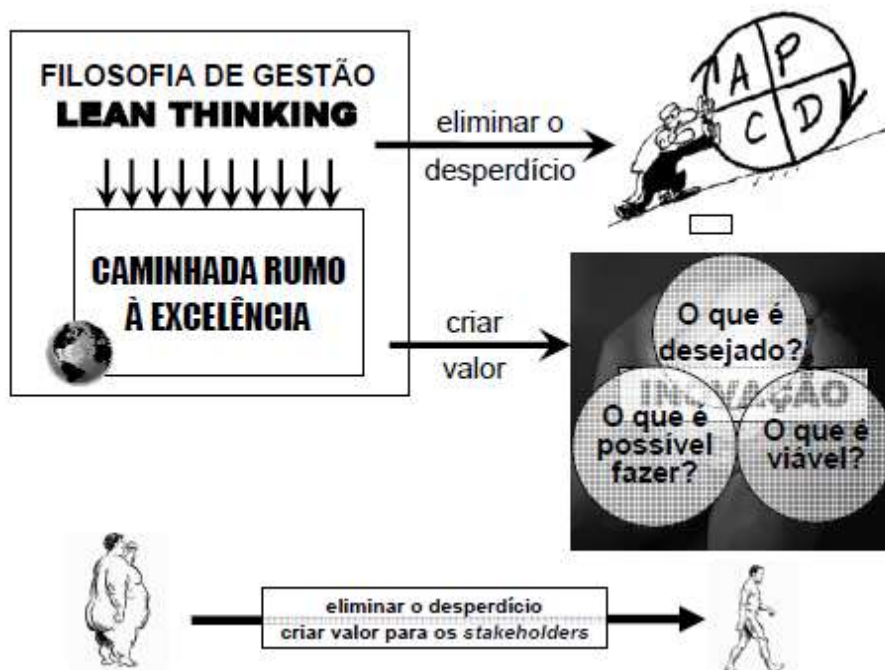


Figura 2.1 – Eliminação de desperdício e criação de valor nas organizações

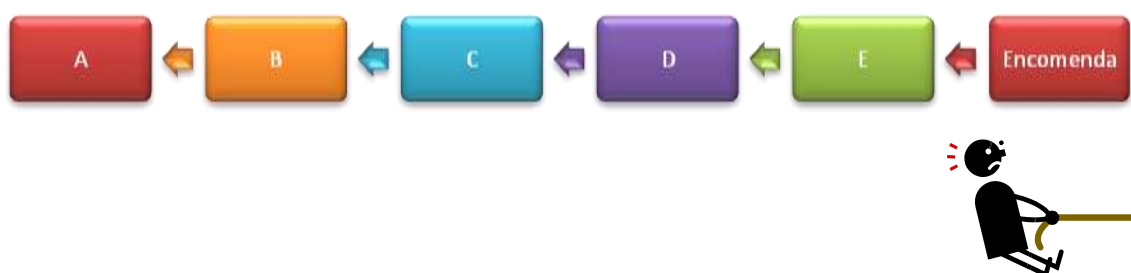
Fonte: (PINTO, 2008)

2.2.2.2 Princípios fundamentais

Como já foi referido anteriormente, o princípio base da *lean production* é acrescentar valor ao produto, suprimindo todo o tipo de desperdício presente ao longo do processo produtivo. Quando as organizações mantêm presente este princípio, é-lhes possível aumentar a sua competitividade através da redução de custos. Mas mais do que isto, na implementação da *lean production* em qualquer organização, devem considerar-se 5 princípios fundamentais (Pinto, 2009; Sebrosa, 2008):

- 1) **CRIAR VALOR** – a organização deverá orientar a sua produção no sentido daquilo que são as expectativas do cliente final e, por conseguinte, fornecer exactamente aquilo que esta entidade pretende e não aquilo que a organização tem mais facilidade em produzir;
- 2) **DEFINIR A CADEIA DE VALOR** – consiste na identificação da sequência de operações (no processo) necessária para produzir um produto e/ou serviço. Deverá ser analisada cada uma dessas etapas do processo, com o objectivo de constatar a sua efectividade na criação de valor. Aquelas que não produzirem valor deverão ser eliminadas;

- 3) **OPTIMIZAR O FLUXO** – todas as operações que criam valor devem ser organizadas num fluxo de produção contínuo, que deverá, *a posteriori*, ser otimizado através da eliminação dos tempos de espera e *stocks* intermédios;
- 4) **SISTEMA DE PRODUÇÃO PULL (PUXADO)** – a lógica de produção do tipo *pull* em oposição à do tipo *push*, permite ao cliente liderar os processos, competindo-lhe a colocação das encomendas (Figura 2.2). Este procedimento evita que a organização empurre para o cliente aquilo que ela julga serem as suas necessidades. O sistema *pull* evita a acumulação de *stocks*, possibilitando a produção da quantidade estritamente necessária pelo cliente e a sua entrega quando e onde ele precisa;



LEGENDA

A, B, C, D, E – entidades da cadeia de abastecimento

Figura 2.2 – Funcionamento do sistema de produção *pull*

- 5) **PERFEIÇÃO** – com a conjugação de todos os princípios anteriores pretender-se-á, numa fase posterior, atingir a perfeição. No entanto, a perfeição é impossível de alcançar e, por isso, deve promover-se o alcance de um estado muito próximo da perfeição. Incentivar a melhoria contínua, concentrar as atenções nas necessidades do cliente (*voice of client* – VOC) e disponibilizar curtos tempos de resposta, trará às organizações a possibilidade de melhorar continuamente.

Todos estes princípios foram identificados por Womack et al. (1990) na obra de referência “*The machine that changed the world*”. No entanto, Pinto (2009) defende que os 5 princípios inicialmente identificados apresentam algumas falhas:

- Consideram, apenas, a cadeia de valor do cliente, o que pode conduzir as organizações a promover a criação de valor, somente, para esta entidade, ignorando os interesses dos restantes *stakeholders*. Assim, o desafio das organizações prende-se com a criação de valores e não com a criação de valor;
- Influenciam a entrada das organizações em ciclos infundáveis de redução/eliminação de desperdícios, negligenciando a criação de valor através da inovação de produtos, serviços e processos.

Assim a Comunidade *Lean Thinking* (CLT) propôs em 2008 uma revisão dos 5 princípios sugerindo a adopção de mais dois “Conhecer os *stakeholder's*” e “Inovar sempre”.

CONHECER OS *STAKEHOLDER'S* – a organização deve identificar claramente todas as partes interessadas no negócio. Dos *stakeholder's* de uma organização (para além do cliente) destacam-se os colaboradores, os accionistas e a sociedade em geral. Todas estas entidades esperam receber algo em troca do seu apoio ao desenvolvimento da organização e não criar valor para estas partes é comprometer o futuro da organização.

INOVAR – no sentido de criar novos produtos e/ou serviços, implementar novos processos, etc.

Na Figura 2.3 estão representados os princípios da *lean production* revistos.

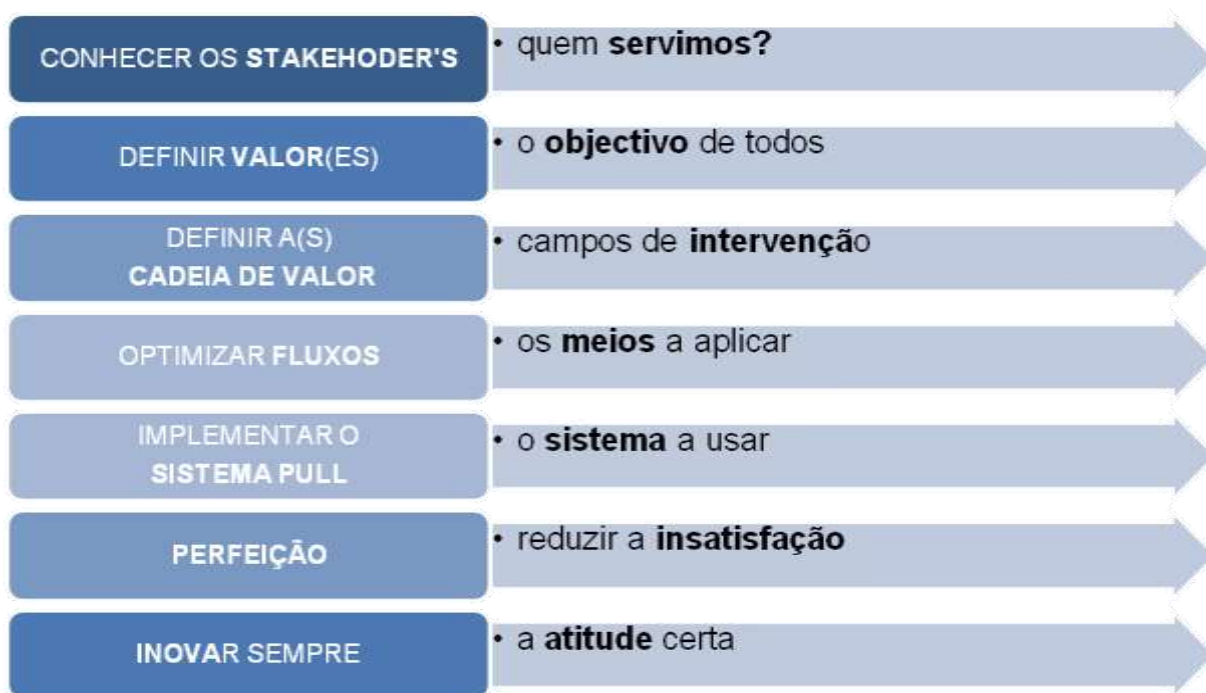


Figura 2.3 – Os sete princípios *lean thinking* revistos
(Fonte: PINTO, 2009, p. 4)

2.2.3 Fontes de desperdício

As operações constituintes de um processo de fabrico deverão ser determinadas e organizadas com o objectivo de entregar o produto final com a melhor qualidade, ao menor custo e no momento e local requeridos.

A implementação, da filosofia de gestão *lean* na produção, requer a análise dos processos de fabrico existentes e, conseqüentemente, das suas operações constituintes. À medida que o propósito de cada operação é questionado, torna-se possível a identificação das fontes de desperdício e das de criação de valor. Se não é desperdício, cria valor e é útil, mas se é, aumenta o custo, o tempo, não cria valor e, conseqüentemente tem de ser eliminado (ver Figura 2.4) (Amaro & Pinto, 2007). De acordo com a Toyota, desperdício é qualquer quantidade de material, equipamentos, peças, espaço ou tempo superior à quantidade mínima necessária para adicionar valor ao produto (Nicholas, 1998). Mas para poder eliminar os desperdícios é necessário, em primeiro lugar, identificá-los, senão torna-se impossível a sua eliminação.

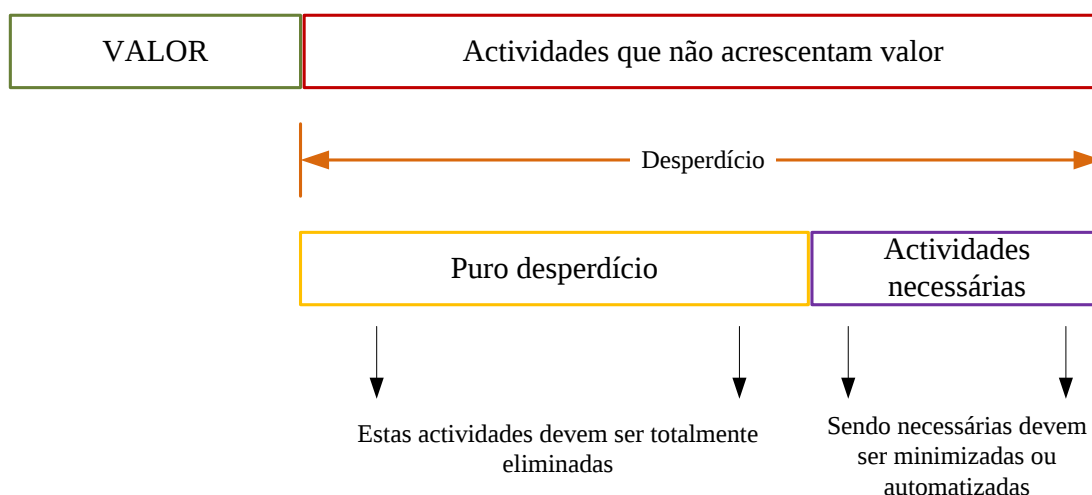


Figura 2.4 – Actividades que acrescentam valor e que actividades que não acrescentam
(Fonte: Sebroza, 2008, p. 10)

De acordo com o esquema da Figura 2.5, em todo o processo de produção de um produto/serviço é necessário identificar e definir correctamente o que é valor na perspectiva do cliente. Depois é necessário rever o processo, sintonizar a oferta com a procura e assim, minimizar desperdícios, eliminando operações que não criam valor e com isso reduzir o tempo e os recursos necessários para entregar valor ao cliente. No processo de criação de valor, a sua identificação e proposta são da responsabilidade dos líderes da empresa, enquanto a entrega de valor é da competência da gestão. Depois da entrega do produto/serviço ao cliente, é feita uma avaliação do valor entregue. A organização deverá ter a preocupação de saber qual o resultado dessa avaliação e caso seja necessário, reiniciar o procedimento anteriormente descrito, de forma a ajustar o valor entregue ao valor requerido. Caso não seja

preciso reiniciar o ciclo, a organização deverá continuar a acompanhar o mercado, uma vez que as necessidades dos clientes mudam e evoluem ao longo do tempo.

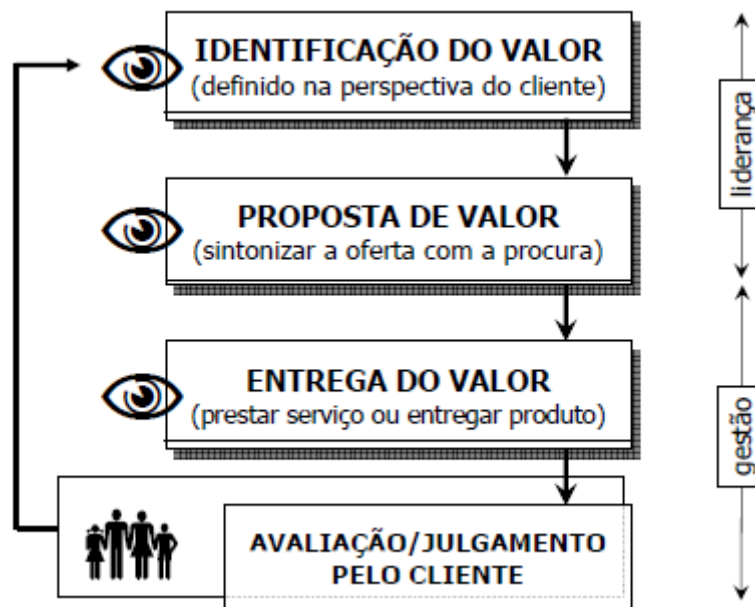


Figura 2.5 – Metodologia de criação de valor e respectivas responsabilidades
(Fonte: Pinto, 2008, p. 6)

Segundo Pinto (2006a), num processo industrial, apenas 5% das operações acrescentam valor, sendo que as restantes 95% são puro desperdício.

Amaro et al. (2007) e Pinto (2009) referem que as sete categorias de desperdícios mais conhecidas foram identificadas por Shigeo Shingo no estudo que fez ao TPS. Assim, as sete formas de desperdício identificadas por Shingo são as seguintes:

- 1) **Excesso de produção** – ocorre quando se produz mais do que aquilo que é necessário, quando não é necessário, o que significa que se continua a produzir depois de satisfeita a ordem de encomenda (Hicks, 2007). Na Tabela 2.1 estão listadas algumas causas e consequências do excesso de produção, bem como algumas soluções para resolução do problema;

Tabela 2.1 – Causas e consequências do excesso de produção e soluções para eliminação

Causas	Consequências	Soluções
Grandes lotes de produção	Compra antecipada de material	Programar o trabalho
Antecipação da produção (<i>just in case</i> em vez de <i>just</i>)	Aumentos dos stocks	Usar a produção do tipo <i>pull</i>

<i>in time</i>)		
Trocas de ferramenta muito longas	Ocorrência de defeitos	Produzir em pequenos lotes
Criação de stock para compensar as peças com defeito	Pouca flexibilidade do planeamento	Troca de ferramenta rápida

- 2) **Stocks** – correspondem a material (matéria-prima, produtos semi-acabados e acabados) retido em determinado espaço, por determinado período de tempo. Na Tabela 2.2 estão listadas algumas causas para a criação stocks, bem como soluções para a sua eliminação;

Tabela 2.2 – Causas da criação de stocks e soluções para eliminação

Causas	Soluções
Antecipação da produção (<i>just in case</i> em vez de <i>just in time</i>)	Melhoria na qualidade dos processos
Trocas de ferramenta muito longas	Usar a produção do tipo <i>pull</i>
Problemas de qualidade	Produzir em pequenos lotes
Processos consecutivos com diferentes cadências	Troca de ferramenta rápida

- 3) **Transporte e movimentações** – corresponde à movimentação/transferência desnecessária de materiais, produtos semi-acabados, produtos acabados, informação e operadores de um lugar para outro por algum motivo. Regra geral, a movimentação e transporte de materiais deverão ser minimizados, uma vez que durante esse período não há criação de valor e ainda se corre o risco de ocorrência de defeitos. Para reduzir esta forma de desperdício é necessário corrigir *layout's* e processos, adoptar sistemas de transporte mais flexíveis (mais pequenos e rápidos) e reformular o planeamento das operações (Hicks, 2007);
- 4) **Esperas** – referem-se a materiais, produtos semi-acabados, produtos acabados, pessoas e máquinas que estão à espera. As esperas podem ser originadas por atrasos nos transportes, máquinas paradas, ritmos de trabalho (mais lentos ou mais rápidos), etc. Na Tabela 2.3 estão listadas algumas causas para ocorrência de inactividades, bem como soluções para a sua eliminação (Amaro et al., 2007).

Tabela 2.3 – Causas para a ocorrência de inactividades e soluções para eliminação

Causas	Soluções
Fluxo obstruído	Correcção de <i>layout's</i>
Equipamento com <i>layout</i> deficiente	Troca de ferramenta rápida
Problemas nos processos dos fornecedores	Balanceamento de postos de trabalho
Capacidade não balanceada	-

Algumas organizações minimizam as esperas mantendo os operadores ocupados e as máquinas a produzir, o que conduz a um excesso de produção. Assim esta solução substitui um desperdício (espera) por outro ainda pior (excesso de produção), dado que não ter máquinas a produzir e operadores a descansar ocasionalmente tem um custo menor em termos de equipamento e material do que produzir para satisfazer uma procura que não existe (Nicholas, 1998);

- 5) Defeitos** – defeitos em produtos ou serviços são uma grande fonte de desperdício. Os custos com os defeitos incluem inspecção, garantia, reparações, descontentamento dos actuais clientes e perda dos potenciais clientes que tomem conhecimento dos defeitos.

Quando os defeitos ocorrem com alguma frequência, as queixas dos clientes aumentam, logo os produtores aumentam as inspecções para evitar que os defeitos passem para os clientes, aumentam os stocks para compensar os produtos com defeito e, conseqüentemente, a produtividade diminui e o custo dos produtos e serviços aumenta. Na Tabela 2.4 estão listadas algumas causas para ocorrência de defeitos, bem como soluções para a sua eliminação.

Tabela 2.4 – Causas para a ocorrência de defeitos e soluções para eliminação

Causas	Soluções
Ausência de padrões de inspecção	Dispositivos de detecção de defeitos
Ausência de padrões nas operações de fabrico e montagem	Produção em fluxo contínuo
Falhas humanas	Automatizar determinadas actividades
Transporte e movimentação de materiais	Eliminar a necessidade de movimentar peças e materiais

No entanto, todas as soluções apresentadas para eliminação dos defeitos seriam desnecessárias se os produtos e serviços fossem bem-feitos à primeira (*done right the first time*);

- 6) **Desperdício do processo** – os desperdícios do processo dizem respeito a sub-processos ou operações que não são necessários. Um aumento dos defeitos pode ser consequência de operações e sub-processos incorrectos, que podem ser evitados através automatização, formação de colaboradores ou substituição de processos;
- 7) **Trabalho desnecessário** – refere-se a todos os movimentos que não são necessários para realizar as operações. As causas mais comuns para a ocorrência de trabalho desnecessário são, a desmotivação das pessoas, mau *layout* de trabalho, falta de formação, capacidades e competências não desenvolvidas, entre outras. Elimina-se o trabalho desnecessário com a utilização de um fluxo contínuo de produção, com a standardização e com a formação dos colaboradores.

Na Figura 2.6 está um resumo de todas as formas de desperdício já mencionadas.

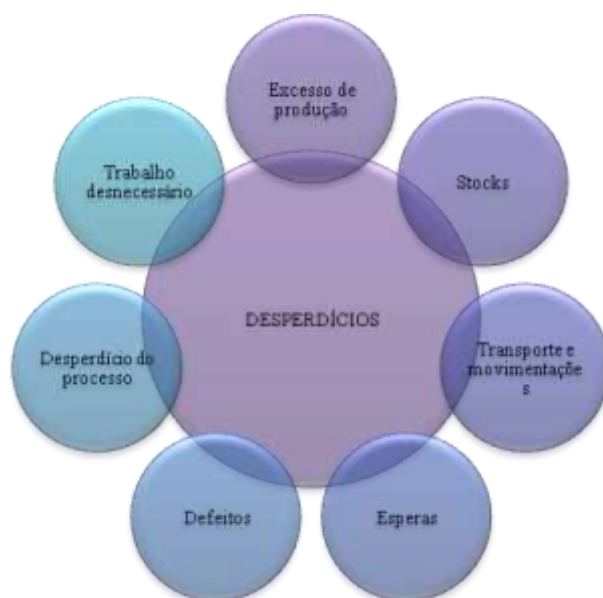


Figura 2.6 – As sete fontes de desperdício

2.2.4 Principais ferramentas Lean

Um conjunto de ferramentas foi desenvolvido para apoiar a produção *lean* na eliminação dos desperdícios mencionados no ponto anterior. Estas ferramentas foram já sistematizadas por (Alves, 2009), no entanto, serão seguidamente apresentadas de forma resumida:

2.2.4.1 Metodologia 5S

O princípio dos 5S's, utilizado em gestão da produção, é um conjunto de cinco conceitos simples, designados pelas cinco palavras japonesas *Seiri*, *Seiton*, *Seison*, *Seiketsu* e *Shitsuke*. Em português, cada um destes conceitos corresponde, respectivamente, a:

- **Sentido de utilização** – de acordo com este primeiro conceito, em cada posto de trabalho deve ser feita uma selecção daquilo que é estritamente necessário para desenvolver o trabalho requerido. Tudo o que não for necessário, deve ser eliminado do posto de trabalho;
- **Sentido de organização** – este conceito defende a eficiente organização e disposição do material e equipamento no posto de trabalho, para que seja fácil de ver (*EASY to see*), fácil de obter (*EASY to get*) e fácil de devolver (*EASY to return*);
- **Sentido de limpeza** – está relacionado com a limpeza do posto de trabalho, o que significa eliminar a sujidade para manter o ambiente limpo. Num ambiente asseado, as anomalias são mais facilmente e rapidamente detectadas. O ponto-chave deste conceito não é o acto de limpar, mas sim o acto de não sujar;
- **Sentido de higiene** – este conceito apela à criação de condições favoráveis à saúde física e mental, de um ambiente não agressivo e de boas condições sanitárias nos espaços comuns. Para além disto, este conceito exige o zelo pela higiene pessoal;
- **Sentido de autodisciplina** – este é o último dos 5 princípios, mas nem por isso, o menos importante. Este princípio alerta para o seguinte aspecto, depois de se implementarem os 4S's anteriores é necessário manter todo o processo, porque caso contrário inicia-se a regressão para o primeiro princípio. A manutenção de todo o processo deverá compreender o seu constante acompanhamento e a verificação da forma como tudo é feito. Este acompanhamento periódico consegue-se através da realização de auditorias.

Existe ordem lógica pela qual se deve colocar a metodologia 5S em prática, devendo-se começar sempre pela implementação dos sentidos de utilização e limpeza, uma vez que é necessário efectuar primeiro limpeza ao local de trabalho e arrumá-lo convenientemente e só depois organizá-lo. De seguida, será indicada a ordem pela qual se deve implementar esta metodologia (Figura 2.7):

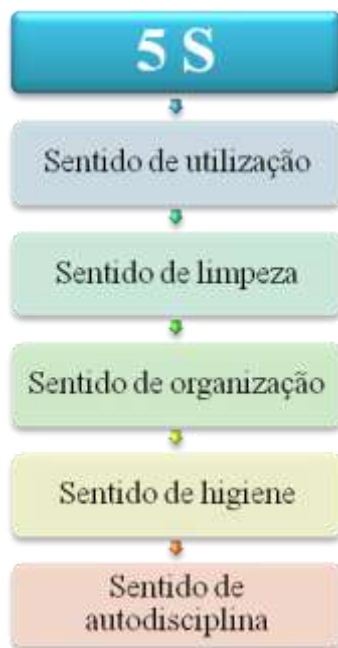


Figura 2.7 – Implementação da metodologia 5 S

Os 5S's centram-se na organização e limpeza do local de trabalho, tendo como objectivo a minimização ou eliminação das actividades sem valor acrescentado. Desta forma, o princípio dos 5S's pretende criar postos de trabalho eficazes e eficientes, promovendo a sua melhoria contínua.

2.2.4.2 Kanban

É uma palavra japonesa que significa cartão, símbolo ou painel. A utilização de *kanban's* é um método que permite manter um fluxo disciplinado de material, na medida em que são utilizados para indicar pontos de encomenda, quantidades, de onde vem a ordem de encomenda e para onde vai. Isto é, o *kanban* é um sistema de controlo de produção, que permite gerir o método JIT (*just-in-time*);

2.2.4.3 Fluxo contínuo

A produção em fluxo contínuo é a resposta à redução do *lead time*. A implementação do fluxo contínuo requer a correcção de *layout's* convertendo os tradicionais *layout's* funcionais (por

processos) em células de fabrico compostas pelos diversos processos necessários à produção de um produto do início ao fim;

2.2.4.4 Jidoka

É uma palavra japonesa que se refere ao conceito de “automação inteligente” ou “automação com toque humano”, o que significa dotar as máquinas com capacidade para saberem quando devem parar a fim de evitar erros ou atrasos (Haak, 2006). Desta forma, esta ferramenta funciona como um processo de controlo de qualidade. O conceito nasceu na Toyota durante a concepção do TPS;

2.2.4.5 Poka-yoke (método de prevenção de falhas)

É também uma palavra japonesa e constitui um dispositivo à prova de erros destinado a evitar a ocorrência de defeitos nos processos de produção e/ou na utilização de produtos. O conceito faz igualmente parte do TPS e uma vez implementado, os enganos podem ser prevenidos antes que originem defeitos que possam chegar ao cliente. Constata-se que o *poka-yoke* tem um maior impacto nas seguintes situações (Kosaka, 2006):

- Operações manuais que requerem a constante atenção do operador;
- Ocorrência de mau posicionamento de peças;
- Necessidade de proceder ajustes;
- Reincidência de causas especiais;
- Produção em linha de diversos modelos;
- etc.

2.2.4.6 Mapeamento do fluxo de valor

O mapeamento do fluxo de valor ou VSM (*Value Stream Mapping*) é uma ferramenta que permite visualizar o percurso de um produto ou serviço ao longo do seu fluxo de valor². O objectivo do VSM é identificar desperdícios ao longo do processo e suas causas, com o objectivo de os diminuir ou eliminar. O VSM foi utilizado pela primeira vez também durante a criação do TPS (Alves, 2009);

² Entende-se por fluxo de valor o conjunto de todas as actividades que ocorrem desde a obtenção de matéria-prima até à entrega do produto ou serviço ao cliente final.

2.2.4.7 Gestão visual

A gestão visual requer que o local de trabalho disponha de sinais (sonoros e visuais) para que qualquer pessoa não familiarizada com o processo consiga interpretar, de forma imediata e clara, aquilo que se está a passar (Sebrosa, 2008);

2.2.4.8 Kaizen

É uma palavra de origem japonesa em que “Kai” significa Mudança e “Zen” significa Bom (para melhor). Globalmente, o conceito como um todo significa melhoria contínua e assenta em três princípios fundamentais (Kaizen Institute, 2008):

- Para que a implementação seja um sucesso, é imprescindível o envolvimento de todos os colaboradores, desde a gestão de topo até aos operadores;
- As melhorias verificadas com a implementação desta ferramenta deverão ser graduais e não radicais;
- E, finalmente, as propostas de melhoria deverão ser baseadas em análises estatísticas/quantitativas da capacidade do processo.

2.2.4.9 Heijunka

O termo japonês significa nivelamento da produção e consiste em produzir o estritamente necessário, ao mesmo tempo que máquinas e pessoas se mantêm ocupadas. O *heijunka* converte a instabilidade da procura num nivelado e previsível processo de produção. Niimi (2006) dá o seguinte exemplo, se durante uma semana uma organização receber 700 pedidos de um produto A e 350 pedidos de um produto B, juntam-se todos os pedidos de A e B e produz-se de forma nivelada: A, A, B / A, A, B /... Esta é a principal ferramenta que ajuda estabilizar o processo de produção;

2.2.4.10 Just-in-time

É o principal pilar do TPS e da *lean production* e um sistema de gestão da produção que determinada que nada deverá ser produzido, transportado ou a provisionado antes do instante em que é necessário.

Com este sistema, os produtos ou matérias-primas chegam ao local de utilização apenas no momento em que são necessários, o que possibilita a redução dos níveis de stock e dos custos decorrentes. Nas fábricas onde o *just-in-time* está implementado, o stock de matérias-primas/produtos é o suficiente para algumas horas de produção. Mas para que isto seja

possível os fornecedores têm de estar a poucos metros de distância, fazer entregas em pequenos lotes e sincronizadas com a produção na fábrica, criando assim um fluxo contínuo. Uma das ferramentas que contribui para um melhor funcionamento do sistema *just-in-time* é o *kanban*, no entanto, o conceito de JIT encontra-se também fortemente relacionado com o conceito de produção *pull*, ou seja, um produto só é fabricado quando o cliente solicita uma encomenda e, conseqüentemente, é desencadeada uma reacção em cadeia, que tem influência sobre os processos anteriores, até à fase de solicitação de matérias-primas aos fornecedores, como se pode verificar na Figura 2.2.

2.2.4.11 TPM

A Manutenção Produtiva Total (TPM) é um sistema inicialmente desenvolvido no Japão e cujo principal objectivo é a eliminação de desperdícios no componente máquina. É uma ferramenta fundamental na redução de paragens e, conseqüente, aumento da disponibilidade das máquinas, garantia da qualidade e redução de custos em processos contínuos.

O TPM baseia-se na eliminação de tudo o que faz parte das “seis principais perdas nas máquinas”:

- Paragens devido a avarias;
- Paragens para mudança de ferramenta;
- Tempo dispendido em ajustes;
- Reduzida velocidade de produção (o que origina um prolongamento do tempo de ciclo);
- Perdas de qualidade por mau funcionamento da máquina, o que obriga à realização de retrabalho;
- Perdas devidas a instabilidade da máquina.

Cada letra da sigla TPM tem um significado (Smalley, 2006):



- “Total” implica uma visão abrangente de todas as actividades relacionadas com a manutenção do equipamento e do impacto que cada uma tem na sua disponibilidade;

- “Produtiva” relaciona-se com o objectivo principal de qualquer processo de produção eficiente;
- “Manutenção” relaciona-se com a garantia de processos fiáveis e produção contínua.

2.2.4.12 Six Sigma (6 sigma)

A definição de 6 Sigma pode ser bastante diversificada, uma vez que tem evoluído ao longo dos tempos. Este conceito nasceu pela mão de Bill Smith, engenheiro sénior da qualidade da Motorola e representava fundamentalmente uma metodologia de melhoria da qualidade através da redução de defeitos. Mais tarde evoluiu para um sistema de gestão e hoje representa um sistema estratégico na criação de valor e oportunidade para inovar. Actualmente, existem duas versões do 6 sigma, uma corresponde à melhoria de processos utilizando o método DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve and Control*) e a outra, à concepção e desenvolvimento dos produtos/serviços (DFSS - *Design For Six Sigma*), de forma a prevenir fragilidades funcionais (Marques, Requeijo & Saraiva, 2006).

A base estatística por detrás do conceito 6 sigma é a tentativa de otimizar os processos de tal forma que o seu desempenho seja de 3,4 DPMO's (Defeitos por Milhão de Oportunidades) e tenha uma taxa de eficiência de 99,999660%. Utiliza-se a letra grega σ (Sigma), ou seja, desvio-padrão para representar a variabilidade do processo e o consequente desvio do processo em relação à média (ver Figura 2.8) (Pyzdek, 2003).

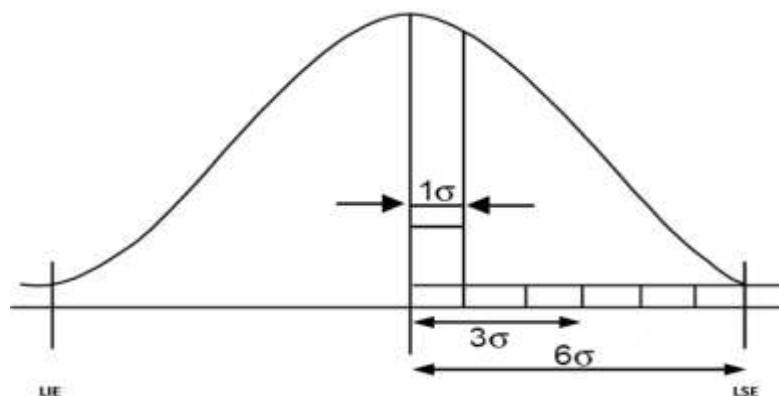


Figura 2.8 – Distribuição normal com representação de $\chi\sigma$ em relação à média, em que $\chi = 1, 2, \dots, 6$

(Fonte: Sung, 2003)

2.2.4.13 SMED (Single Minute Exchange of Die)

Finalmente, mas não menos importante, o SMED é outra ferramenta da *lean production* que permite reduzir desperdícios inerentes aos processos produtivos e melhorar a sua flexibilidade, possibilitando a redução dos lotes de produção e a melhoria dos fluxos de processo. Esta técnica visa reduzir o tempo não produtivo através da melhoria e

estandardização das operações de troca de ferramenta. No entanto, o método não especifica acções a implementar, apenas indica as técnicas que deverão ser utilizadas na redução do tempo de troca (Alves & Tenera, 2009). A utilização desta ferramenta é âmbito da realização desta dissertação e, por conseguinte, será estudada no ponto 2.3.

Algumas das ferramentas mencionadas anteriormente são usadas exclusivamente na indústria, mas a maioria pode igualmente ser utilizada nos serviços.

Alguns praticantes de *lean* reconhecem que embora estas ferramentas possam ser implementadas separadamente, poucas são aquelas que, no fim, têm um impacto significativo quando a funcionar isoladamente (Kilpatrick, 2003).

2.2.5 Potenciais benefícios de implementação da *lean production*

Pelo facto da maioria das organizações possuir uma visão reduzida da filosofia *lean*, apenas a aplicam ao nível operacional dos seus processos de negócios. Contudo, a verdade é que os benefícios abrangem três níveis fundamentais:

- Operacional;
- Administrativo;
- Estratégico.

Seguidamente, na Tabela 2.5 apresenta-se um resumo dos potenciais benefícios em cada área.

Tabela 2.5 – Benefícios de implementação da filosofia *lean*

(Fonte: Kilpatrick, 2003, pp. 3-4)

BENEFÍCIOS DE IMPLEMENTAÇÃO DA FILOSOFIA LEAN		
Melhorias Operacionais	Melhorias Administrativas	Melhorias Estratégicas
Redução em 90% do tempo de ciclo (<i>Lead Time</i>)	Redução de erros de serviço	Aumento de cotas de mercado
Aumento da produtividade em 50%	Melhoria nos processos de serviço ao cliente, o que impede que este fique em espera	Aumento do volume de encomendas através da realização de campanhas de marketing
Redução em 80% do stock de produtos semi-acabados	Redução de “papelada” nos escritórios	
Melhoria da qualidade em	Redução das necessidades de	

80%	contratação, permitindo que o mesmo trabalho ou mais seja realizado pelos mesmos colaboradores
Redução em 75% do espaço utilizado	

2.2.6 Principais barreiras ao sucesso da implementação

Muitas das organizações, que pretendem implementar a filosofia *lean* nos seus processos, deparam-se com diversas dificuldades e por vezes não conseguem usufruir dos benefícios. Seguidamente são apresentadas algumas das dificuldades que geralmente se verificam (Kilpatrick, 2003).

- Falha na tradução das melhorias implementadas em resultados financeiros, pois a organização só reporta a percentagem de melhoria e não a poupança efectiva. Esta comunicação deficiente com a gestão faz com que não exista apoio suficiente para dar continuidade ao projecto;
- Implementação não sequenciada das diversas fases e etapas;
- Se o primeiro projecto *lean* tiver pouco impacto na organização, ou seja, um retorno de investimento muito diminuto, o seu sucesso ficará comprometido e assim, a cooperação e apoio a futuros projectos falhará devido à descrença nos resultados;
- Empresas industriais, que tenham os seus processos de produção contínuos, possuem apenas pequenas oportunidades para a implementação, pelo que o retorno será sempre limitado;
- Demasiado tempo despendido no treino dos colaboradores ou ponto de partida errado;
- Falha na implementação do *lean* na cadeia de abastecimento, devido às necessidades de fornecimento em *just-in-time*, sendo necessário que o fornecedor participe no esforço de melhoria. Se o fornecedor de determinado produto crítico não consegue entregar a tempo e em pequenas quantidades, os benefícios do *lean* serão inexistentes;
- A mudança cultural da organização pode ser um factor de desconforto, sendo que algumas organizações podem não conseguir gerir estas mudanças;
- São necessários muitos anos para compreender a fundo a implementação do *lean* nas grandes organizações, sendo que este tempo pode ser superior à permanência de

determinada administração. Por exemplo, um administrador pode decidir que se deve implementar o *lean* na organização e o seu sucessor decidir que se deve interromper o processo;

- Divergências relativamente ao verdadeiro conteúdo dos diversos conceitos do *lean*.

2.3 Introdução ao método SMED

A ferramenta SMED está directamente relacionada com actividades de troca, ou seja, com o conjunto de actividades que têm por objectivo a preparação de um determinado equipamento para produção de um novo produto. O aparecimento deste tipo de actividades ficou a dever-se a um aumento da oferta de produtos e serviços no mercado. Quanto maior é a diversidade de produtos produzida por determinada organização, mais frequente se torna a ocorrência de actividades de troca e menor deverá ser a sua duração (o tempo ideal para a sua execução é zero). Quanto menores são os tempos de troca, maior é a capacidade disponível para produção, mais facilmente se reduz a dimensão dos lotes e se produz, somente, de acordo com as necessidades do mercado. Como consequência da redução da dimensão dos lotes, consegue-se diminuir o nível de *stock*, tempo e custos. Todo este encadeamento de acontecimentos deriva da crescente adopção dos princípios da filosofia *lean production* (subcapítulo 2.2) (Pinto, 2006c)

2.3.1 Definição de SMED

Como se constatou no subcapítulo 2.2, o SMED é uma das várias ferramentas utilizadas pela filosofia de gestão *lean*. O conjunto de siglas significa *Single Minute Exchange of Die* e é um método que visa reduzir os tempos de paragem das máquinas entre produções (*downtime*), através da melhoria dos processos de troca de ferramenta. Este método é, também, conhecido por *Quick Changeover* (QCO).

A expressão *single minute* não significa, necessariamente, que as trocas devam ser realizadas em apenas 1 minuto, mas sim que o tempo de troca deve ser inferior a 10 minutos, ou seja, representado por um único dígito. Assim, o SMED consiste na redução do tempo total necessário para alterar uma linha ou máquina, para que seja possível iniciar a produção de um

produto diferente daquele que está em processamento. No entanto, nem sempre é possível executar todas as trocas em menos de 10 minutos, embora este método permita reduzir significativamente as suas durações (<http://www.dfm.pt/site/Conteudo%20SMED.htm>) (<http://www.vorne.com/learning-center/smed-quick-changeover.htm>).

O tempo total de troca corresponde ao intervalo de tempo decorrido entre a última peça conforme produzida de um lote e a primeira peça conforme do lote seguinte (ver Figura 2.9).

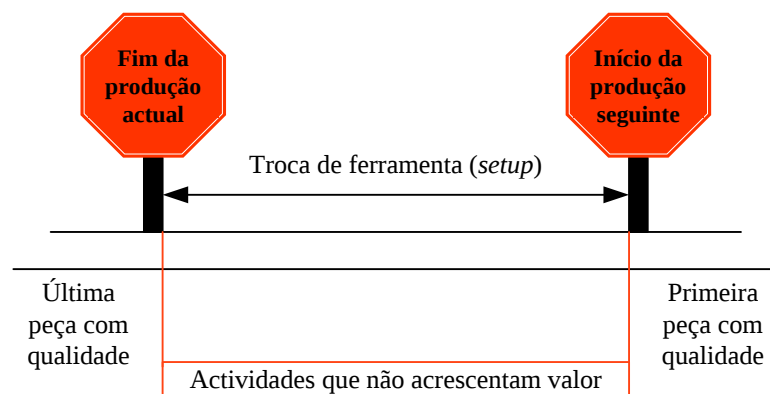


Figura 2.9 – Definição de tempo de troca

(Adaptado: Imen, 2005, p. 2)

2.3.2 Fases de execução das operações de troca num processo tradicional³

Num processo de troca, ao qual ainda não tenha sido aplicado o SMED, as operações realizadas desenvolvem-se, geralmente, segundo 4 fases (Team, 1996)

A. Preparação, ajustes, verificação de ferramentas/materiais necessárias (os)

Nesta fase deve assegurar-se que tudo o que é necessário ao processamento do próximo lote está nos devidos lugares e a funcionar correctamente antes do início da produção. Também se inclui nesta fase o período de tempo, após o final da produção anterior, durante o qual se deve proceder à limpeza e transporte, para o armazém, daquilo que já não é necessário.

Num processo de troca tradicional este tipo de operações são, regra geral, executadas depois da máquina ter sido imobilizada. De acordo com o SMED, estas operações deverão ser classificadas como operações externas e, portanto, deverão ter lugar enquanto o equipamento ainda está a produzir;

B. Montagem e remoção de ferramentas

³ Processo de troca tradicional é aquele ao qual ainda não se aplicou o método SMED.

Consiste na remoção das ferramentas após o termo da produção em curso e na sequente montagem das ferramentas, que processarão o lote seguinte.

Para realização de todas as operações inerentes a esta fase, a máquina deve estar completamente imobilizada, pelo que são operações internas. Como se pode observar pela Figura 2.10, estas operações de troca são aquelas com menor percentagem de ocupação do tempo total de troca.

C. Medições, definições e calibrações

Esta fase inclui a realização das medições e calibrações necessárias, que deverão ter lugar imediatamente após a troca de ferramenta e antes do início da produção seguinte;

D. Trial runs (testes) e ajustes

Finalmente, esta última fase inclui a realização de ajustes (quando necessário), depois de produzida uma peça de teste e de analisada a sua conformidade. Note-se que:

1. As operações envolvidas nesta fase são as mais difíceis de realizar num processo de troca. Como se pode aferir, por observação da Figura 2.10, o tempo dispendido nestas operações corresponde a 50% do tempo total necessário para a troca;
2. Num processo de troca tradicional, considera-se que não se produzem unidades conformes enquanto esta fase não é concluída. Portanto, consideram-se como operações internas;
3. O SMED ensina formas de eliminar estas operações por completo, para que seja possível iniciar a produção de peças com qualidade imediatamente após o arranque da máquina.

Quanto maior for o esforço aplicado na realização dos três primeiros passos, mais rápidos e eficazes se tornam os processos de testes e ajustes finais (Shingo, 1985).

Em relação ao tempo total de troca de ferramenta, a duração de cada uma destas operações está representada na Tabela 2.6.

Tabela 2.6 – Proporção do tempo gasto em cada tipo de operações

(Fonte: Shingo, 1985)

Operação	Proporção de tempo (%)
----------	------------------------

A	30
B	5
C	15
D	50

Na Figura 2.10 está representada graficamente a informação contida na tabela anterior.



Figura 2.10 – Duração de cada operação (em relação ao tempo total)

2.3.3 Implementação do SMED

Segundo o próprio Shingo citado por Mota (2007), “o SMED é uma abordagem científica para redução do tempo de troca, que pode ser aplicada em qualquer unidade industrial e em qualquer máquina”.

2.3.3.1 Descrição do método

Segundo o autor, o método deverá ser aplicado faseadamente, sendo que as três fases que o compõem são apresentadas de seguida:

FASE 0 – Não existe distinção entre operações internas e externas

FASE 1 – Separação das operações internas e externas

FASE 2 – Conversão de operações internas em externas

FASE 3 – Melhoria das operações de troca

Na Figura 2.11 podem observar-se as fases anteriormente referidas e os seus principais objectivos. À medida que se avança na implementação do método, o tempo de troca vai diminuindo e, conseqüente, reduz-se o desperdício resultante desse tempo de não produção.



Figura 2.11 – As quatro fases do método SMED
(Adaptado: Assis, 1999, p. 6)

A descrição das várias etapas do processo é apresentada de seguida:

- **FASE 0** – A troca de ferramenta numa linha/equipamento implica a realização de uma série de actividades, sendo que algumas delas implicam uma paragem (operações internas) e outras não (operações externas), no entanto, nesta fase essas actividades não estão claramente definidas. Nesta etapa Shingo sugere que deve observar-se a metodologia actual do processo de troca, proceder ao seu registo em vídeo, dialogar com os operadores, identificar todas as operações que decorrem durante a troca e aplicar-lhes cronometragem. Para além disto, nesta fase é importante apresentar à gestão as vantagens decorrentes da implementação do SMED, cujos benefícios aumentam a potencialidade produtiva da empresa através da redução de tempos de troca e custos. É, então, nesta fase que se deve garantir a sensibilização e envolvimento de todos;
- **FASE 1** – Esta fase corresponde à organização das operações, classificando-as e separando-as em internas ou externas. Segundo Shingo, se nesta fase “ [...] for feito um esforço científico para realizar o máximo possível das operações de troca como externas, então, o tempo necessário para a troca pode ser reduzido entre 30% a 50%” (Shingo, 1985). Shingo considera que esta é a fase mais importante da metodologia;

- **FASE 2** – A redução do tempo de troca, promovida pela fase anterior não é suficiente para atingir as metas propostas pelo SMED, pelo que nesta fase, deve fazer-se uma nova análise de todas as operações, verificar se não foram erradamente alocadas e fazer um esforço para converter operações internas em externas (Sugai, McIntosh & Novaski, 2007). Shingo (1985) defende que a implementação desta etapa permite obter uma melhoria que varia entre 10% e 30% no tempo total das operações internas resultantes da fase anterior;
- **FASE 3** – Nesta fase, o objectivo é diminuir o tempo tanto de operações internas, como externas, através da implementação de soluções que permitam que a sua realização seja fácil, rápida e segura. Como a proposta do método é muito genérica, é necessário ajustar as medidas de melhoria à realidade da área ou sector da empresa em que se pretende aplicar esta proposta. Esta adaptação deve ter em conta não só a realidade da empresa e os seus valores, mas também os objectivos que a empresa pretende atingir com a implementação do método.

O factor crítico de sucesso na implementação da metodologia SMED é a correcta identificação das operações internas e externas. Assim, para garantir a sua correcta implementação, o procedimento a seguir deverá ser o seguinte (Imen, 2005):

- 1) Observar o procedimento actualmente utilizado;
- 2) Identificar e separar as operações internas das externas;
 - **Operações Internas:** actividades que têm de ser desenvolvidas enquanto a máquina está parada, ou seja, quando não está a produzir;
 - **Operações Externas:** são, por sua vez, actividades que podem e devem ser desenvolvidas enquanto a máquina está em funcionamento, isto é, a produzir.
- 3) Converter actividades internas em externas;
- 4) Propor soluções que permitam otimizar e, conseqüente reduzir o tempo, das restantes operações internas;
- 5) Optimizar, igualmente, as operações externas;
- 6) Finalmente, averiguar os resultados obtidos e se se pretender, repetir o procedimento, até que seja atingido o objectivo proposto. A cada iteração deste processo deve corresponder uma melhoria de, aproximadamente, 45% nos tempos de troca.

Depois de aplicado o método, deve garantir-se que todas as operações consideradas como externas, são executadas com a máquina a produzir.

Se a implementação do SMED estiver de acordo com o que foi descrito anteriormente, deverá obter-se uma sequência de trabalhos semelhante àquela que se apresenta na Figura 2.12.

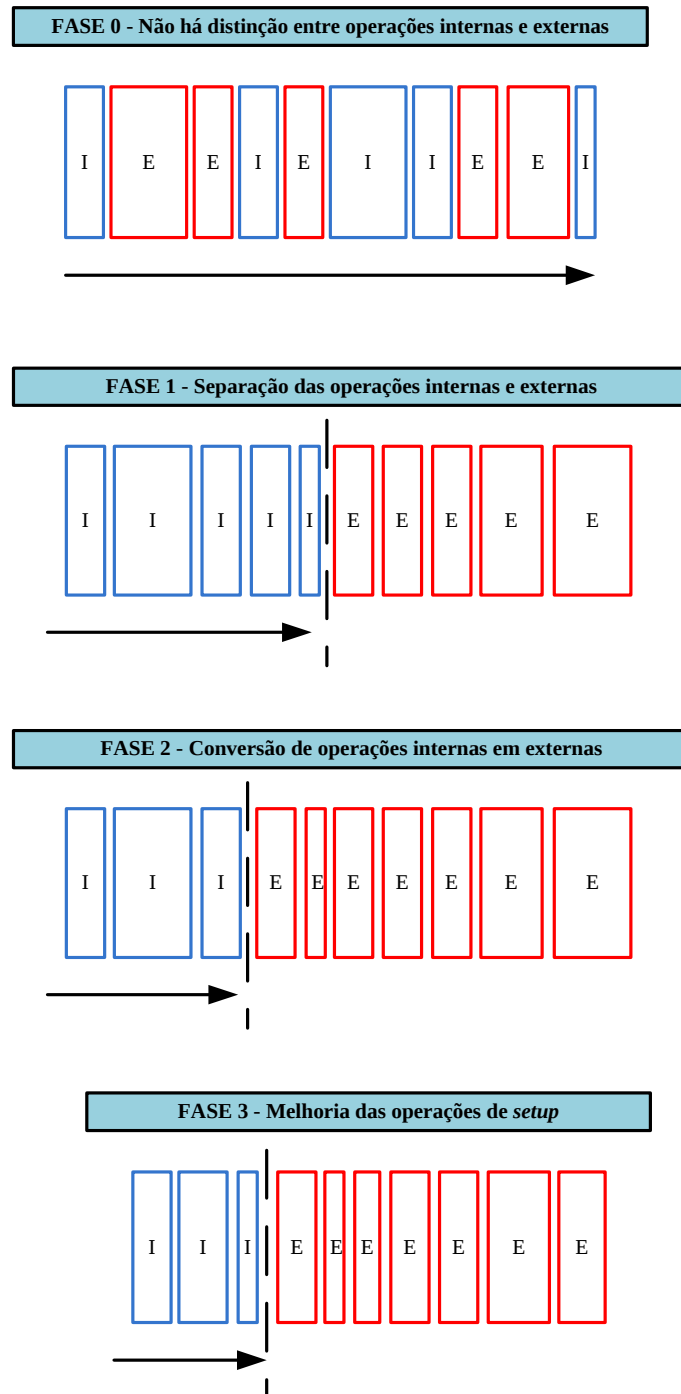


Figura 2.12 – Esquema das várias fases da metodologia SMED
(Adaptado: Imen, 2005, p. 7-8)

2.3.3.2 Técnicas de suporte à implementação

A cada uma das fases de implementação do SMED estão associadas determinadas técnicas. Na Figura 2.13 podem ver-se as várias etapas do SMED com as respectivas técnicas alocadas.

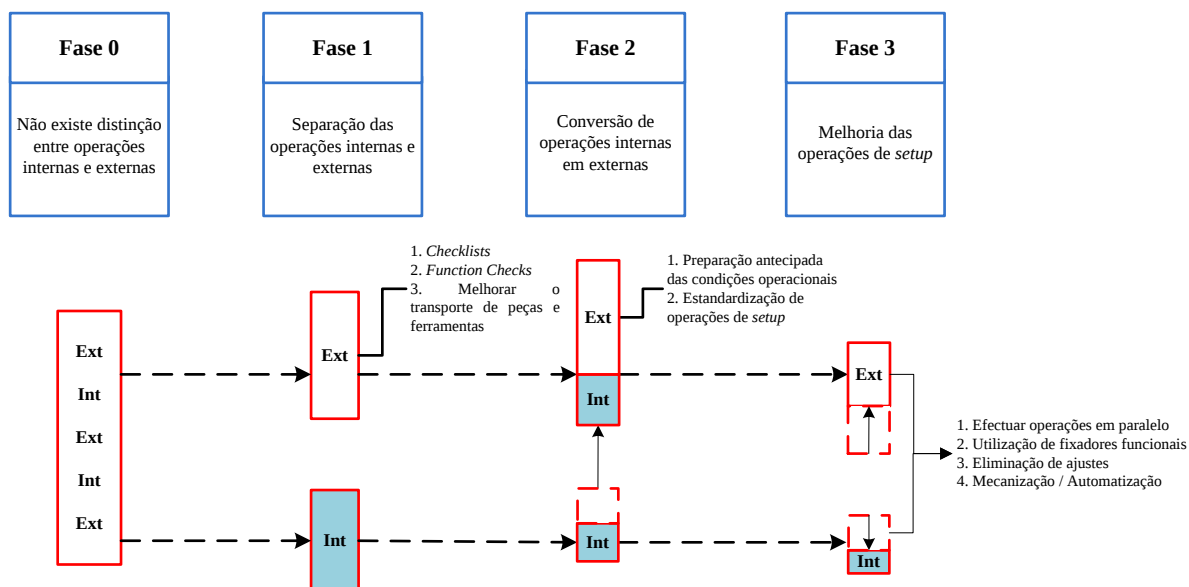


Figura 2.13 – Fases da metodologia SMED e respectivas técnicas de suporte
 (Adaptado: Cakmakci & Mahmut, 2007, p. 2)

Na **FASE 1**, as técnicas recomendadas para proceder à separação das operações internas das externas são (Mardegan, Lopes, Tريسane, Guerra & Rocha, 2006; Team, 1996):

- **Checklists** – devem incluir informação relativa a ferramentas, especificações, operadores, condições para realização de determinadas operações (temperatura, pressão, dimensões, etc.), entre outras. Ou seja, uma *checklist* deve listar tudo aquilo que é necessário para proceder à troca de ferramenta;
- **Function Checks (lista de verificação das condições de funcionamento)** – deve permitir verificar se todos os elementos e ferramentas necessários para efectuar a troca estão onde deveriam estar e a funcionar correctamente. As *function checks* devem ser preenchidas muito antes do início da troca de ferramenta para que seja possível despistar eventuais defeito ou problemas;
- **Melhorar o transporte de peças e ferramentas** – com o objectivo de reduzir o tempo de paragem da máquina, as peças e ferramentas necessárias à troca devem ser previamente colocadas junto da máquina, durante a realização das operações externas, isto é, quando a máquina está em funcionamento. Como forma de garantir o cumprimento do mesmo objectivo, as ferramentas e peças que já não são necessárias só deverão ser transportadas para o armazém depois da máquina estar a produzir.

Na **FASE 2**, os métodos que auxiliam a conversão das operações internas em operações externas são (Lopes et al., 2009; Mardegan et al., 2006):

- **Preparação antecipada das condições operacionais** – condições como temperatura, pressão, posicionamento de peças e pré-aquecimento de moldes deverão ser preparadas externamente, ou seja, com a máquina a produzir;
- **Estandarização de operações de troca** – consegue-se através de estudos de engenharia, formação e treino dos operadores e significa manter determinados aspectos iguais de uma operação para outra. Alguns exemplos de operações que podem ser padronizadas são o sistema de fixação dos moldes e ferramentas, o tamanho das ferramentas e determinados acessórios, ...

Na **FASE 3**, algumas das técnicas utilizadas são (Lopes et al., 2009; Mardegan et al., 2006):

- **Efectuar operações em paralelo** – o objectivo da realização de operações em paralelo é a distribuição das actividades de troca por duas (ou mais) pessoas. Por exemplo, uma operação que demora 12 minutos a ser efectuada por apenas uma pessoa, passa a demorar, por exemplo, apenas 4 minutos quando duas (ou mais) pessoas executam essa mesma operação;
- **Utilização de fixadores funcionais** – os fixadores são dispositivos que servem para prender objectos com o mínimo esforço. A utilização de parafusos deve ser eliminada com a implementação do SMED, porque na operação de aperto desperdiça-se uma grande quantidade de movimentos;
- **Eliminação de ajustes** – os ajustes e testes somam, geralmente, 50% do tempo de troca, portanto, a sua eliminação possibilita um grande ganho de tempo. A eliminação dos ajustes significa extingui-los e não apenas reduzir o tempo gasto com eles;
- **Mecanização / Automatização** – esta técnica deverá ser utilizada quando todas as outras já tiverem sido exploradas e os seus resultados não tenham sido satisfatórios. No entanto, o uso da tecnologia, na redução dos tempos de troca, só deverá ser ponderado quando a relação custo benefício estiver a favor da sua aplicabilidade.

A aplicação sistemática destas três fases, sempre que apoiada em processos de simplificação e uniformização de procedimentos de trabalho, resulta na redução significativa dos tempos de troca (ver Figura 2.14).

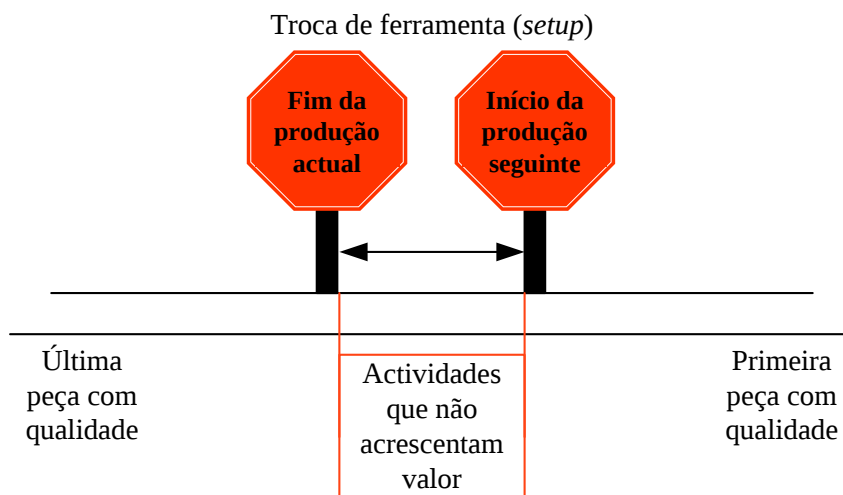


Figura 2.14 – Resultado final da aplicação do método SMED

A maioria das técnicas de suporte à implementação do SMED, senão mesmo todas, não consideram aspectos ergonómicos ou de higiene e segurança no trabalho. No entanto, quando as propostas que se apresentam, para melhoria das operações, têm implicações directas com as tarefas manuais desempenhadas pelos operadores, deverão considerar-se determinados factores relacionados com o corpo humano (Goubergen & Lockhart, 2005).

2.3.4 Benefícios do SMED

Como foi já referido, actualmente, os consumidores querem dispor de uma grande variedade de produtos no mercado, nas quantidades estritamente necessárias, com qualidade, a baixo custo e com entrega imediata. O SMED permite às organizações atender a estas necessidades do mercado, com o menor desperdício possível, tornando viável a produção de lotes de menor dimensão.

Muitas empresas produzem lotes de grande dimensão, porque os longos tempos de troca originam custos elevados, que se reflectem, inevitavelmente, no custo unitário dos produtos. Assim, quanto menor for a dimensão do lote a produzir, maior será o custo unitário de cada produto e vice-versa. Com o aumento da dimensão dos lotes, as organizações visam atenuar o impacto dos elevados custos de troca no preço dos produtos. No entanto, a produção em grande escala acarreta problemas, tais como (Team, 1996):

- **Stock desnecessário:** o armazenamento de produtos acabados tem um custo (custo de stock), que advém do consumo de recursos da empresa que não irão adicionar valor ao produto final;

- **Atrasos na entrega:** os clientes terão de esperar que a empresa produza um lote inteiro em vez das quantidades somente necessárias;
- **Diminuição da qualidade:** o armazenamento de produtos acabados aumenta a probabilidade de sucata ou a necessidade de retrabalho que adiciona custos ao produto.

2.3.4.1 Benefícios do SMED para as organizações

Com a aplicação do SMED, os tempos de troca são reduzidos e as operações simplificadas, o que permite efectuar trocas sempre que necessário. Com isto, existe um ganho económico resultante do aumento do tempo útil de produção, torna-se possível aumentar a frequência das trocas e produzir lotes com dimensões mais reduzidas. Lopes et al. (2009) dá o seguinte exemplo, se uma mudança de ferramenta demora quatro horas obriga o equipamento a trabalhar durante vários dias seguidos para que a troca se torne rentável, mas se o tempo dispendido em troca de ferramenta demorar três minutos, bastam umas horas de produção. As consequências imediatas da redução do tamanho dos lotes de produção são (Team, 1996):

- **Redução dos níveis de stock;**
- **Redução dos custos;**
- **Aumento da flexibilidade:** independentemente das constantes alterações nas necessidades dos consumidores, as organizações tornam-se capazes de lhes dar resposta sem que para isso seja necessário investimento em *stock* desnecessário;
- **Redução do *lead time*:** a produção de lotes de menor dimensão significa uma redução do tempo de espera do mercado;
- **Melhor qualidade:** com a diminuição do *stock* diminui, também, o número de defeitos, em produtos acabados, relacionados com a armazenagem. Por outro lado, a aplicação do método contribui, igualmente, para uma redução do número de defeitos através diminuição dos erros de troca e dos testes;
- **Aumento da produtividade sem aumento de custos:** à medida que diminui o tempo não produtivo dos equipamentos/linhas, aumenta o tempo – máquina disponível para produção, ou seja, a capacidade disponível.

Na Figura 2.15 podem ver-se os benefícios resultantes do aumento da frequência de realização das trocas.

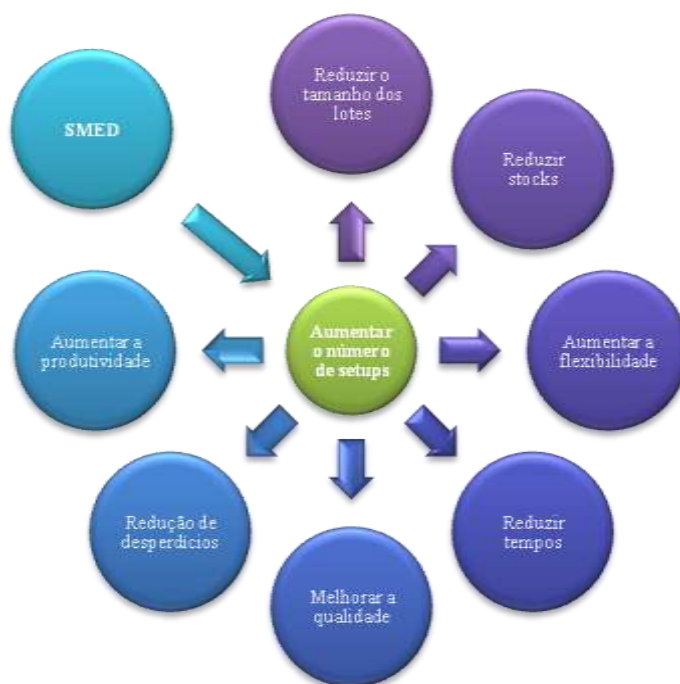


Figura 2.15 – Benefícios do SMED
(Adaptado: Pinto, 2006b, p. 36)

2.3.4.2 Benefícios do SMED para os colaboradores

Trocas mais simples e rápidas acarretam vantagens também para os colaboradores (Team, 1996):

- Gera-se um ambiente de maior estabilidade laboral, uma vez que a competitividade da organização aumenta;
- O trabalho diário da produção torna-se menos desgastante porque:
 - A simplicidade das trocas torna-as mais seguras, implica menos esforço psicológico e reduz o risco de acidentes;
 - A redução do *stock* contribui, por sua vez, para a diminuição da entropia no posto de trabalho, o que torna a produção mais segura.

2.3.5 Análise crítica ao método

Serve o presente subcapítulo para analisar criticamente o SMED revelando as lacunas da metodologia, bem como para determinar o seu estado actual, com base em documentação científica publicada nos últimos anos.

No método SMED criado por Shingo distinguem-se as suas três fases sequenciais e o conjunto de técnicas associadas a cada fase. Shingo (1985) defende que uma redução bem sucedida do tempo de troca está, inevitavelmente, associada à correcta aplicação das fases da metodologia na sequência pré-estabelecida. No entanto, num determinado caso prático, recorreu-se ao SMED para redução do tempo de troca, mas deu-se maior ênfase à separação entre operações externas e internas e não se respeitou a ordem de implementação imposta pelo autor. Por exemplo, a implementação das técnicas “Efectuar operações em paralelo” e “Mecanização / Automatização” foram aplicadas logo no início, embora pertençam à terceira e última fase do SMED. Os resultados foram satisfatórios, tendo-se atingido uma maior flexibilidade de produção, menor *lead time* e redução dos lotes de produção (Sugai et al., 2007)

2.3.5.1 Análise das fases 1 e 2

As fases 1 e 2 serão analisadas conjuntamente porque são muito similares e estão interligadas.

Como já se referiu anteriormente, estas fases são consideradas as mais importantes do SMED, nomeadamente, a fase 1. Mas, essa relevância acaba por transformar a definição do que é a redução do tempo de troca, que se torna equivalente à definição das fases em si. Por exemplo, num caso de estudo de Costa, Zeilmann & Schio (2004) foram aplicadas apenas as fases 1 e 2. De acordo com estes autores “ [...] Em qualquer análise de operações de troca é importante distinguir o trabalho que pode ser feito enquanto a máquina está em funcionamento e aquilo que deve ser feito com a máquina parada. O princípio fundamental de melhoria de troca é transformar uma operação de troca interna em uma de troca externa.”

Como consequência da importância conferida às fases 1 e 2, é comum não aplicar a fase 3 na redução dos tempos de troca. Mas isso não constitui um problema, dado que de acordo com Shingo (1985), os ganhos com a transformação de operações internas em externas rodam os 30% e os 50%.

Apesar da importância que se dá à conversão de operações internas em externas, Sugai et al. (2007) refere que existem autores que defendem que algumas melhorias só são possíveis depois da alteração de máquinas, eliminação de ajustes e aplicação de outras técnicas pertencentes à terceira fase, pois a transferência de operações, por si só, não é suficiente para reduzir o tempo de troca.

2.3.5.2 Análise da fase 3

De acordo com a Figura 2.13 só existe uma redução do tempo de troca interna e externa na terceira fase do SMED. Nas fases anteriores só se definem as operações internas e externas, procede-se à sua separação e conversão, não se verificando qualquer redução do tempo de troca.

Shingo (1985) apresenta razões que conferem a mesma importância às três fases:

- Os ajustes e testes somam, geralmente, 50% do tempo de troca;
- O uso da técnica “Efectuar operações em paralelo” pode reduzir o tempo de troca em 50%.

Assim, conclui-se que na fase 3 podem surgir melhorias significativas na redução do tempo de troca e existem autores que afirmam que algumas técnicas da fase 3, nomeadamente aquelas que visam melhorar equipamentos e ferramentas, deveriam ser implementadas antes das fases 1 e 2, porque o trabalho acaba por se tornar ineficiente pelo facto de se utilizar material inadequado (Alves et al., 2009).

3. CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE DE APLICAÇÃO

Após a apresentação dos fundamentos teóricos considerados relevantes para suportar a realização desta dissertação, pretende-se, agora, neste capítulo, fazer a apresentação do ambiente de estudo. Como já foi referido anteriormente, no caso específico desta dissertação, o SMED foi aplicado numa linha de prensagem, mais precisamente, numa Tandem, na indústria automóvel. Assim, de seguida apresenta-se a caracterização do espaço envolvente ao equipamento, do equipamento em si, bem como do procedimento actualmente utilizado para proceder à troca de ferramenta.

3.1 Características da Press Shop

3.1.1 Informação Geral

A nave da *press shop* da VW AutoEuropa tem uma área de 38.933 m², uma altura máxima de 16,5 metros e uma capacidade instalada de 830 carros/dia. Esta área da empresa funciona como fornecedor interno directo da área que lhe sucede, a *body shop* onde é montada a carroçaria dos veículos.

Embora a *press shop* produza somente peças de chapa de aço, a produção nas restantes áreas da fábrica, nomeadamente *body shop* e montagem final, dependem inevitavelmente do bom funcionamento da produção na *press shop*, porque sem as peças produzidas por este fornecedor interno não é possível satisfazer as necessidades diárias impostas.

3.1.2 Produtos

São actualmente produzidos 3 modelos distintos na AutoEuropa, o VW Sharan (Figura 3.1), o VW Eos (Figura 3.2) e o VW Scirocco (Figura 3.3). Quantitativamente, são produzidos diariamente 120 Sharan's, 110 Eos e 195 Sciroccos. Estas quantidades estão, inevitavelmente, dependentes das necessidades do mercado, considerando-se na sua estimativa um horizonte temporal de 1 mês.



Figura 3.1 – VW Sharan

(Fonte: www.vipprestigecarhire.com)



Figura 3.2 – VW Eos

(Fonte: www.vwvortex.com)



Figura 3.3 – VW Scirocco

(Fonte: www.ausmotive.com)

Para produzir as diversas peças que integram cada um destes modelos, a *press shop* dispõe de 187 sets de ferramentas.

3.1.3 Equipamentos

Na nave da *press shop* existem as seguintes linhas:

- 6 Linhas de Prensagem:
 - 5 *Transfer's*⁴;
 - 1 *Tandem*⁵.
- 2 Linhas de Corte;
- 4 Prensas de Ensaio;
- 9 Pontes Rolantes.

As linhas *transfer* são igualmente conhecidas por TAP's ou *Tri-Axial Presses*, designação que está relacionada com o movimento realizado pelo *transfer*⁶ durante o transporte. Para que o *transfer* consiga transportar as peças de uma estação para outra, tem de efectuar movimentos ao longo do eixo do χ , y e z , tal como se pode ver na Figura 3.4. O *transfer*, que se encontra disposto horizontalmente ao longo da prensa, “agarra” nas peças (movimento segundo o eixo dos zz), sobe (movimento segundo o eixo dos yy), transporta-a para a estação seguinte (movimento que se desenvolve segundo o eixo dos $\chi\chi$), baixa (novamente movimento segundo o eixo dos yy) e, finalmente, “larga” a (s) peça (s) na estação seguinte (novamente movimento segundo o eixo dos zz).

⁴ São linhas de prensagem em que o transporte, de uma estação para a seguinte, é feito por um *transfer* disposto ao longo de toda a prensa.

⁵ São linhas de prensagem em que o transporte de uma estação para a seguinte é feito por automações.

⁶ Elemento móvel da prensa, cuja função é proceder ao transporte das peças de uma estação para a seguinte.

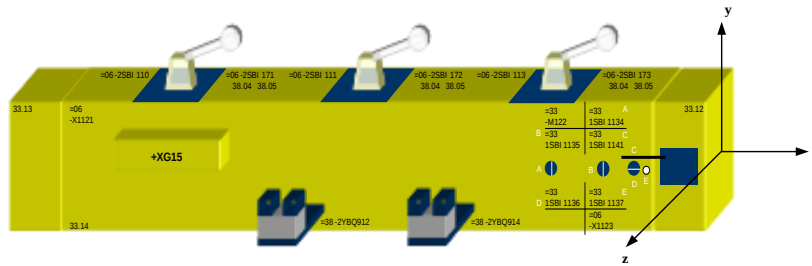
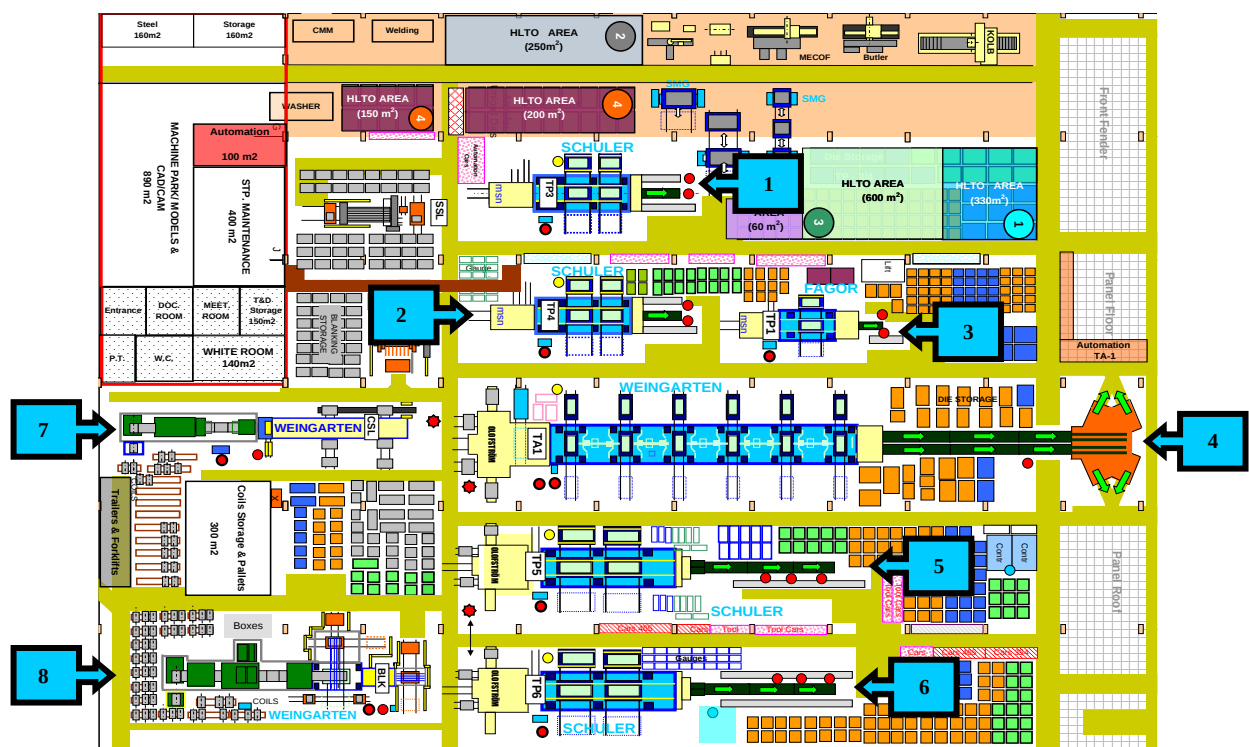


Figura 3.4 – Transfer

3.1.4 Layout

Na figura seguinte apresenta-se um *layout* da *press shop*.



LEGENDA

1 – TAP3 2 – TAP4 3 – TAP1 4 – TA1 5 – TAP5 6 – TAP6 7 – CSL 8 – BLK

Figura 3.5 – Layout Press Shop⁷

(Adaptado: VW Autoeuropa, 2007)

Visualizando a Figura 3.5 vem que:

- As 5 linhas *transfer* correspondem à TAP1, TAP3, TAP4 e TAP5;
- A *Tandem* corresponde à TA1;

⁷ A figura original pode ser consulta no anexo I.

- Finalmente, as linhas de corte dizem respeito à CSL (*Coil Shear Line*) e à BLK (*Blanking*).

A diferença entre as duas linhas de corte está no tipo de corte realizado e ferramentas utilizadas, pois enquanto que a CSL é constituída por uma faca que faz cortes rectos e outra que faz cortes de raio, a BLK precisa de ferramentas para fazer os cortes, que são geométricos.

A velocidade máxima atingida por uma *press line* depende do peso dos martelos. Na Tabela 3.1 apresenta-se a velocidade máxima de prensagem, em golpes/minuto, para cada linha e prensa.

Tabela 3.1 – Velocidade máxima atingida por cada prensa

(Fonte: VW Autoeuropa, 2008)

Linhas de corte (BLK e CSL)	Velocidade máxima (golpes/minuto)
	55-120
Prensa Tri-Axial 15.000 kN (TAP 1)	Velocidade máxima (golpes/minuto)
	22
Linha Tandem 1× 17.000/5× 12.500 kN (TA 1)	Velocidade máxima (golpes/minuto)
	8
Prensa Tri-Axial 25.000 kN (TAP 3 e TAP 4)	Velocidade máxima (golpes/minuto)
	20
Prensa Tri-Axial 32.000 kN (TAP 5 e TAP 6)	Velocidade máxima (golpes/minuto)
	16

As linhas e prensas mencionadas na Tabela 3.1 estão representadas nas figuras seguintes.



Figura 3.6 – Linha de corte



Figura 3.7 – Prensa Tri-Axial 15.000 kN (TAP1)



Figura 3.8 – Linha Tandem 1x17.000/5x12.500 kN (TA1)



Figura 3.9 – Prensa Tri-Axial 25.000 kN

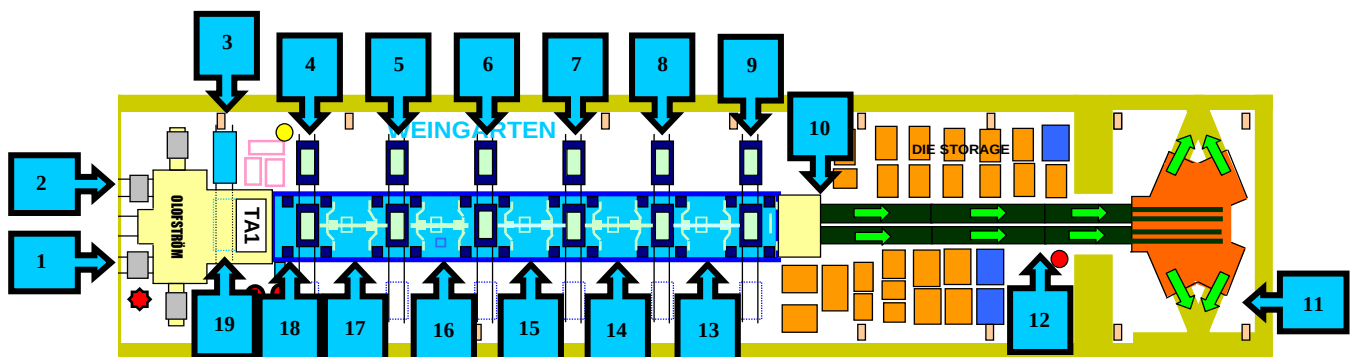


Figura 3.10 – Prensa Tri-Axial 32.000 kN

3.2 Características da Tandem Line (TA1)

3.2.1 Layout

A nível macro, a *press line* em estudo apresenta o seguinte *layout*. O *layout* a nível meso pode ser consultado no anexo I.



LEGENDA

1 – Alimentador direito	8 – P5	15 – Automação entre P3 e P4
2 – Alimentador esquerdo	9 – P6	16 – Automação entre P2 e P3
3 – Lavadora	10 – Automação de 45°	17 – Automação entre P1 e P2
4 – P1	11 – Kuka	18 – Automação de P1
5 – P2	12 – Tapetes	19 – Lubrificadora
6 – P3	13 – Automação entre P5 e P6	
7 – P4	14 – Automação entre P4 e P5	

Figura 3.11 – Layout da tandem line
(Adaptado: VW Autoeuropa, 2007)

A linha é constituída por:

- **2 Alimentadores (1 esquerdo e outro direito)** – permitem a introdução da matéria-prima (platinas) na prensa (ver Figura 3.12);



a)



b)



c)



d)

LEGENDA

- | | |
|---|--|
| a) Alimentador esquerdo | c) Alimentador direito |
| b) Alimentador esquerdo com platinas da próxima produção fora | d) Alimentador direito com platinas da próxima produção fora |

Figura 3.12 – Alimentador

- **1 Lavadora** – elemento da prensa cuja função é lavar e lubrificar a platina e que se utiliza quando se produzem peças exteriores (ver Figura 3.13);



Figura 3.13 – Lavadora

- **1 Lubrificadora** – elemento da prensa cuja função é, somente, lubrificar a platina e que se utiliza quando se produzem peças interiores (Figura 3.14);



Figura 3.14 – Lubrificadora

- **6 Prensas;**
- **5 Células;**
- **2 Automações de 45°** – robôs localizados no final da linha e que providenciam a colocação das peças produzidas nos tapetes (ver Figura 3.15)



a)



b)

LEGENDA

a) 45° Esquerdo

b) 45° Direito

Figura 3.15 – Automação dos 45°

- **2 Tapetes de saída** (ver Figura 3.16);



Figura 3.16 – Tapetes de saída de peças

- **2 Empilhadores automáticos (kukas)** – robôs dispostos no fim dos tapetes e que permitem a “arrumação” das peças produzidas, nos racks⁸ (Figura 3.17).

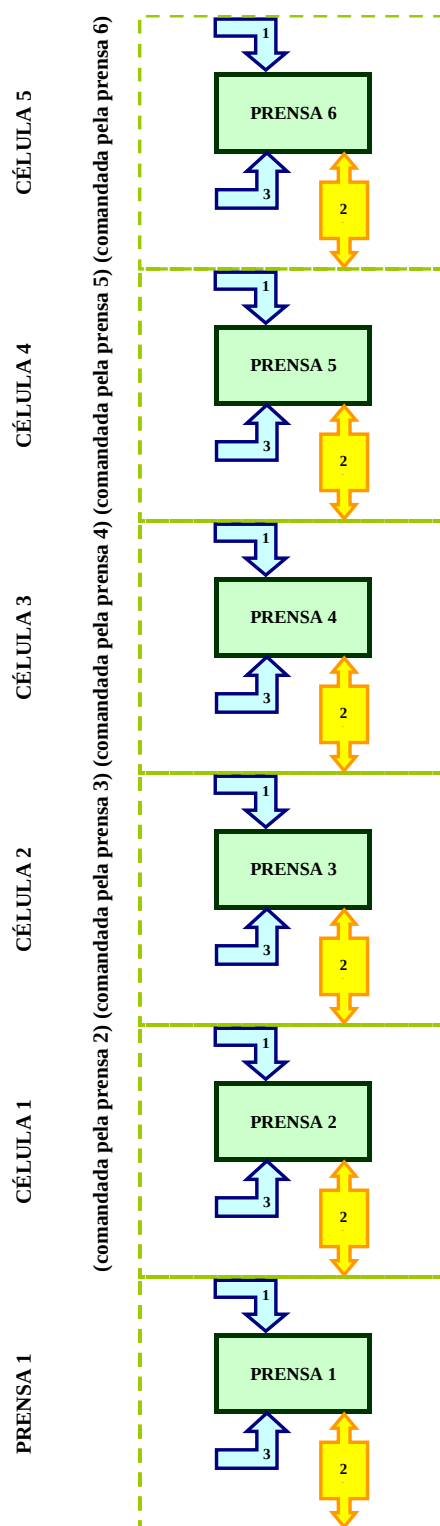


Figura 3.17 – Kuka

Na *press line* consideram-se 5 células e cada uma delas é constituída pelo conjunto prensa+carregador+descarregador+shuttle. Na Figura 3.18 é possível ver as 5 células, bem como perceber a sua constituição.

Por exemplo no caso das células 4 e 5, as automações existentes entre as prensas 4 e 5 permitem fazer o transporte da (s) peça (s) processada (s) em P4 para que se inicie o processamento em P5. O carregador retira a (s) peça (s) de P4, coloca-a no *shuttle* (que se desloca ligeiramente na horizontal aproximando-se do descarregador de P5), o descarregador de P5 remove então o conteúdo do *shuttle* e deposita-o na prensa.

⁸ Contentores específicos para armazenamento das peças. Os *racks* são dimensionados e construídos especificamente para cada peça do carro e para cada modelo.

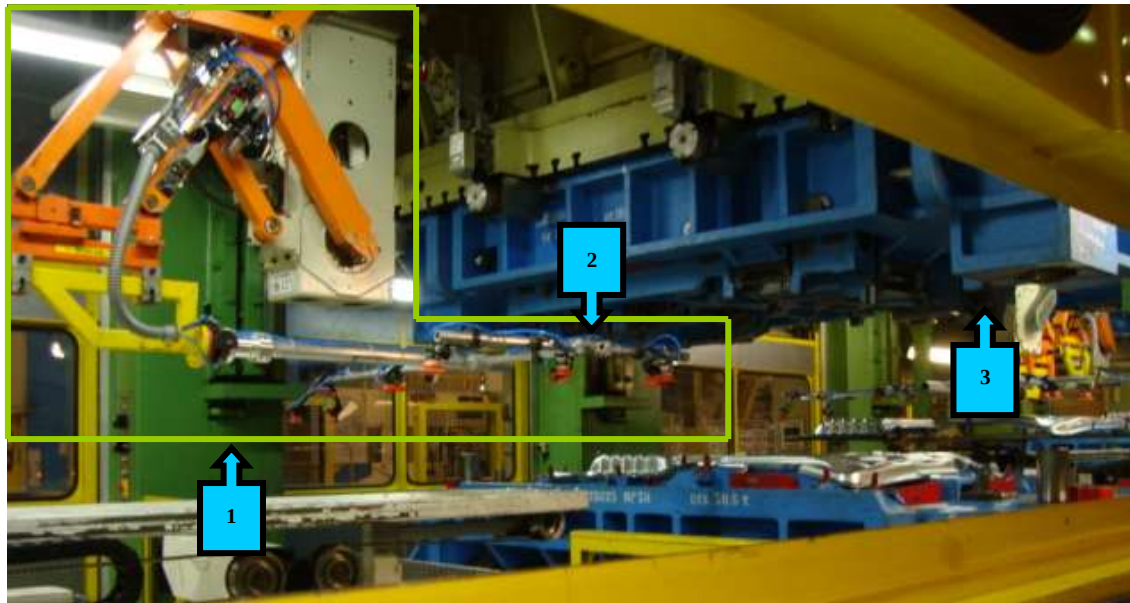


LEGENDA

1 – Carregador 2 – Shuttle 3 – Descarregador

Figura 3.18 – Representação das células de produção e sua respectiva constituição

Na Figura 3.19 é possível visualizar uma das prensas e um carregador da TA1 e na Figura 3.20 pode ver-se um descarregador e um *shuttle*.



LEGENDA

1 – Carregador 2 – Automação 3 – Prensa

Figura 3.19 – Prensa e carregador



LEGENDA

1 – Shuttle 2 – Descarregador

Figura 3.20 – Descarregador e shuttle

3.2.2 Peças produzidas

Na *tandem line* são prensadas peças que integram os três modelos produzidos na fábrica (Sharan, Eos e Scirocco), no entanto, não serão consideradas as peças do Sharan, uma vez que

as características das ferramentas, que possibilitam a sua produção, estão desactualizadas. A sua antiguidade origina diferenças, ao nível de concepção, em relação às ferramentas utilizadas para os modelos mais recentes (e dos futuros), o que tem como consequência um tempo médio de troca maior e que não corresponde à média actual. Uma dessas diferenças é, por exemplo, a utilização de apertos rápidos nas automações do Eos e do Scirocco, sendo que para o Sharan, nalgumas delas ainda se utiliza o aperto com recurso a parafusos.

Na *tandem line* são produzidas as seguintes peças do Eos:

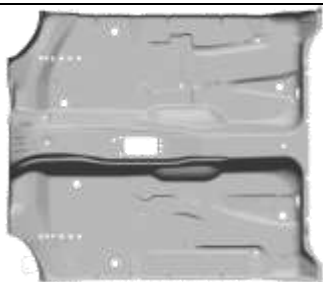
Tabela 3.2 – Peças produzidas na *tandem line* do modelo Eos

Eos	
Designação da Peça	Peça 3D
<i>Underbody</i> (piso)	
<i>Outer left body side</i> (lateral esquerdo exterior)	
<i>Outer right body side</i> (lateral direito exterior)	
<i>Left front fender</i> (guarda lamas esquerdo)	
<i>Right front fender</i> (guarda lamas direito)	
<i>Outer left panel door</i> (porta exterior esquerda)	

<i>Outer right panel door</i> (porta exterior direita)	
---	--

Por sua vez, do Scirocco são produzidas as seguintes peças:

Tabela 3.3 – Peças produzidas na *tandem line* do modelo Scirocco

Scirocco	
Designação da Peça	Peça 3D
<i>Underbody</i> (piso)	
<i>Outer left body side</i> (lateral esquerdo exterior)	
<i>Outer right body side</i> (lateral direito exterior)	
<i>Panel Roof</i> (tejadilho)	
<i>Left front fender</i> (guarda lamas esquerdo)	
<i>Right front fender</i> (guarda lamas direito)	
<i>Outer left panel door</i> (porta exterior esquerda)	

<i>Outer right panel door</i> (porta exterior direita)	
---	--

Para produzir o *under body* do Eos e do Scirocco, utiliza-se a mesma ferramenta, ou seja, uma única ferramenta produz as duas peças. No entanto, na transição de produção entre os dois modelos existe a necessidade de fazer uma pequena alteração na ferramenta. Como a ferramenta original é do Eos (modelo mais antigo) quando se pretende produzir o *under body* deste modelo, produz-se com a ferramenta disponível sem que para isso seja necessário introduzir qualquer tipo de alteração. No entanto, quando se pretende produzir o *under body* do Scirocco é necessário trocar o datador na prensa 2 e trocar a posição das mangueiras da ferramenta nas prensas 3 e 6 para a reverter.

Este aspecto é tido em consideração pelo departamento de planeamento e controlo de produção da *press shop*, que planeia a produção para que ambas as peças sejam produzidas consecutivamente, a fim de poupar uma troca de ferramenta.

3.2.3 Funcionamento da linha

A *tandem line* funciona, actualmente, 2 turnos por dia (de manhã e à tarde - turnos 2 e 3), cada um com 8 horas e 5 dias por semana. Em cada turno trabalha uma equipa diferente e cada uma delas é constituída por:

- 1 *Team Leader* (TL);
- 2 *Line Leader's* (LL);
- 6 *Team Member's* (TM).

Os *line leader's* operam a máquina e os *team member's* fazem inspecção no final da linha, colocam as peças nos *racks* e executam todas as operações de troca correspondentes à troca das automações.

A capacidade disponível na linha é de 85%, sendo que os restantes 15% estão previstos para reuniões, refeições, manutenção, avarias e reparações.

3.2.4 Procedimento de troca de ferramenta segundo directiva da VW

De acordo com uma directiva, disponibilizada pela VW em 1995 (ver anexo II), a sequência de troca de ferramenta na *tandem line* inclui:

- A. Alimentador (*destaker*);
- B. Prensa;
- C. Automação;
- D. Empilhadores automáticos (*kukas*).

De acordo com o diagrama de *Gantt* que se apresenta de seguida (Figura 3.21), uma troca de ferramenta na TA1 deveria, naquela altura, ter uma duração de 23:33 minutos com 9 operadores (excluindo o *Line Leader*) a proceder à troca.

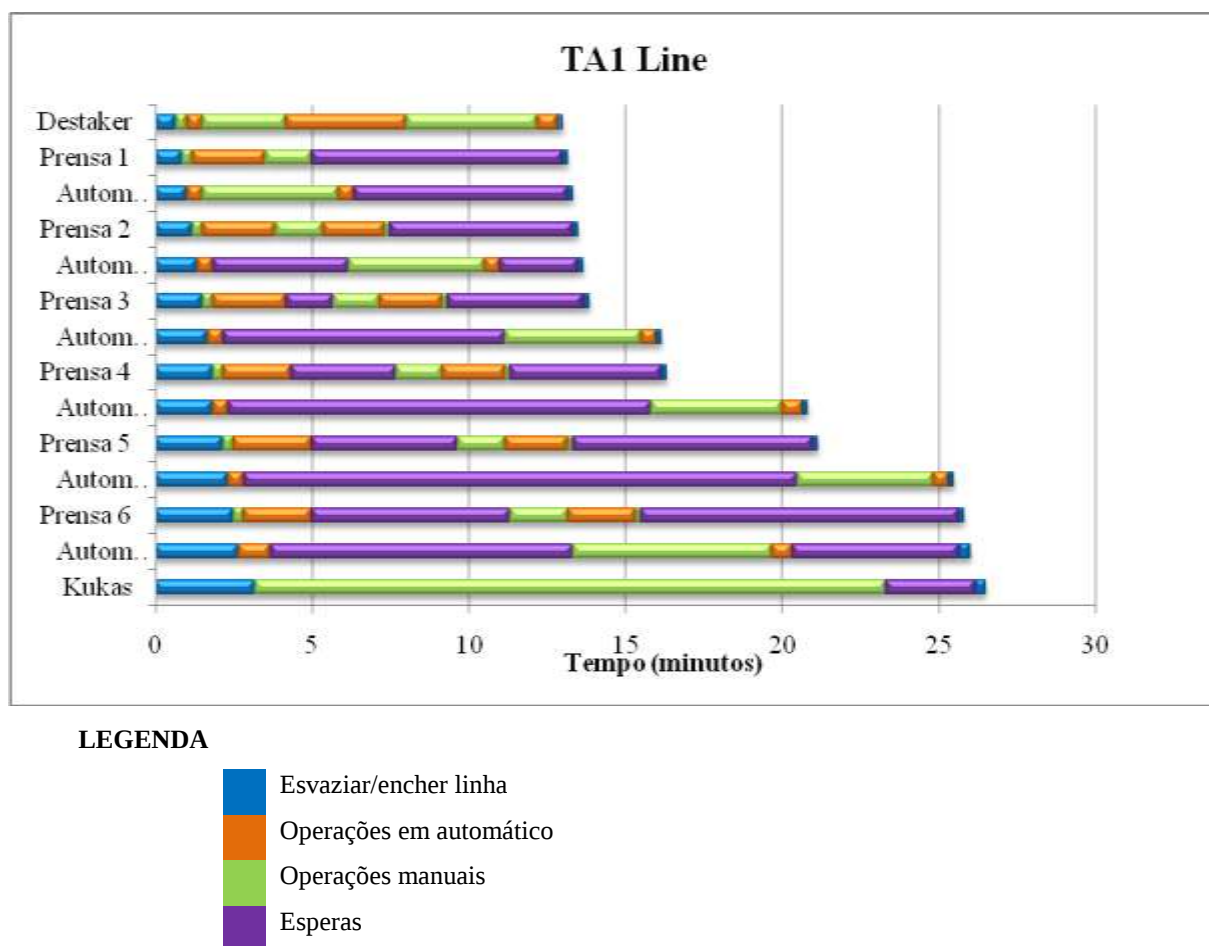


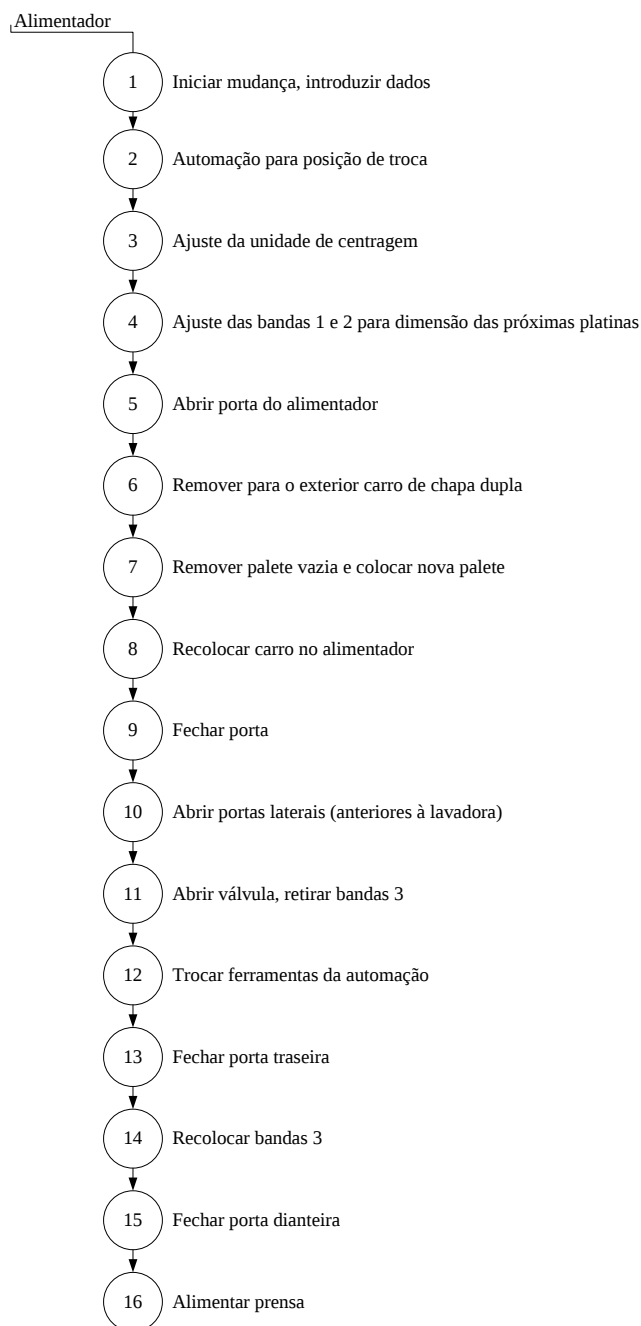
Figura 3.21 – Sequência de operações para mudança de ferramenta
(Fonte: Volkswagen, 1995)

Para cada elemento da sequência de troca (*destaker*, prensa 1, autom., prensa 2, etc.), estão discriminadas operações em automático, operações manuais, o “esvaziamento da linha” e

“enchimento da linha”. O “esvaziamento da linha” corresponde ao tempo total necessário para produzir a última peça de determinado *set*. Seguindo o mesmo raciocínio, o “enchimento da linha” corresponde ao tempo necessário para produzir a primeira peça do *set*. A troca inicia-se a partir do instante em que a última peça produzida é empilhada pelo *kuka*, o que se verifica aos 3:17 minutos (aproximadamente), que é o tempo necessário para que a última peça produzida chegue ao fim da linha e seja colocada nos *racks*. Aproximadamente aos 26:50 minutos é empilhada a 1ª peça produzida pelo *set* seguinte, momento em que a troca fica concluída. Assim, o tempo de troca é igual a $26:50 - 03:17 = 23:33$ minutos.

3.2.4.1 Alimentador

Conforme informação constante na directiva disponibilizada, as operações envolvidas no processo de preparação do alimentador são as que se apresentam no diagrama de processo da Figura 3.22.



LEGENDA



Figura 3.22 – Diagrama de processo de preparação do alimentador

Esta sequência de operações deveria demorar 12:12 minutos com 2 operadores (no máximo) a proceder à troca. O diagrama de *Gantt* relativo a este processo pode ser consultado no anexo II.

Pressuposto – o alimentador pode e deve ser preparado durante a produção anterior. O mesmo sucede com os carros que transportam as automações, que devem ser colocados junto à linha antes do início da produção seguinte.

3.2.4.2 Prensa

Para cada prensa, as tarefas a realizar durante a operação de troca são as que estão descritas de seguida, no diagrama de processo para troca de ferramenta nas prensas (Figura 3.23).



Figura 3.23 – Diagrama de processo para troca de ferramenta nas prensas

Esta sequência de operações deveria durar, no total das 6 prensas, 6:18 minutos com um máximo de 2 operadores a proceder à troca. Tal como para o processo anterior, o diagrama representativo da duração total deste processo, pode, também, ser consultado no anexo II.

Pressuposto – antes de iniciar a troca das prensas, as ferramentas que vão integrar a próxima produção deverão ser, atempadamente, transportadas para junto da linha e preparadas nas respectivas mesas.

3.2.4.3 Automação

No que diz respeito à automação, as tarefas a realizar durante a sua troca respeitam a sequência da Figura 3.24.



Figura 3.24 – Diagrama de processo para troca de automações

Esta troca tem de ser feita em todas as células, sendo que a sua duração total, para o conjunto das 5 células, deveria ser de 5:14 minutos, com um máximo de 3 operadores a trabalhar. O diagrama representativo da duração total deste processo está, igualmente, disponível no anexo II.

Pressuposto – à semelhança do que acontece com as ferramentas, antes de se iniciar a troca, os carros com as automações da produção seguinte devem estar junto à linha.

3.2.4.4 Kukas (automação de final de linha)

Para proceder à troca dos *kukas*, as operações a realizar são as que se apresentam na Figura 3.25:

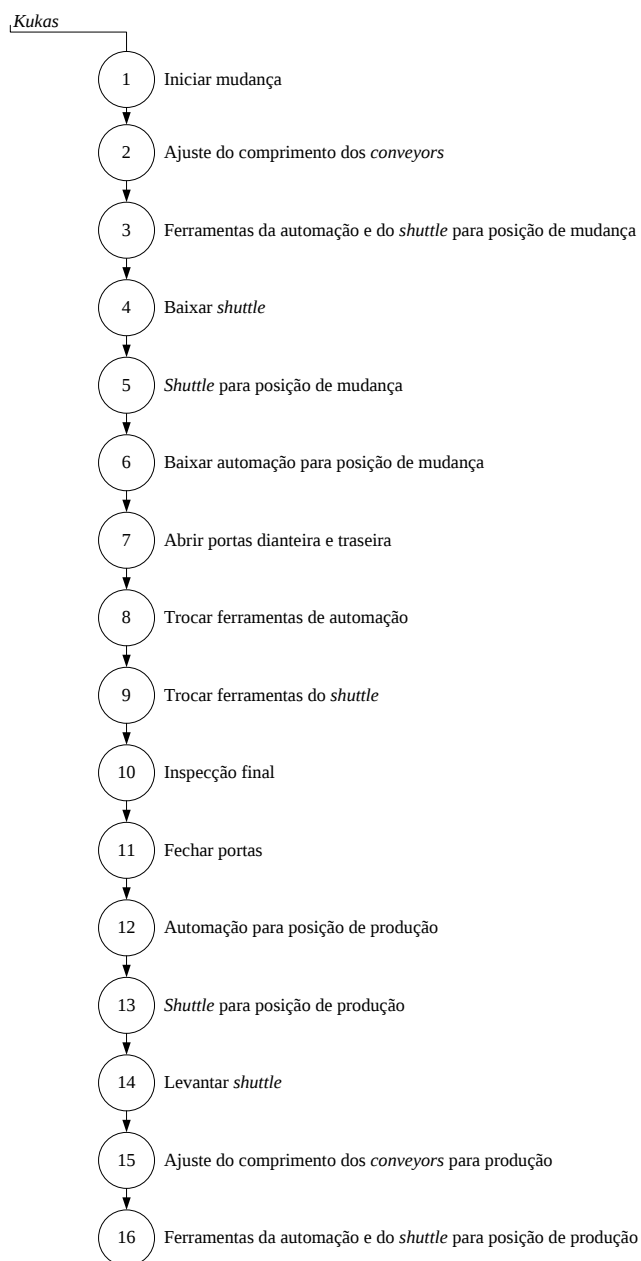


Figura 3.25 – Diagrama de processo para a troca dos *kukas*

Este processo de troca dos *kukas* no final da linha, deveria ter uma duração de 8:30 minutos, com a intervenção de 2 operadores. Também para este processo, o diagrama de *Gantt* está disponível no anexo II.

Pressuposto – tal como acontece para as automações existentes entre prensas, também para os *kukas*, os carros com as automações referentes à produção seguinte devem ser colocados junto à linha, antes que a troca se inicie.

3.2.5 Tempo médio de troca de ferramenta nos últimos anos

Como foi referido no subcapítulo 3.2.4, segundo a directiva publicada pela VW, o tempo *standard* para a realização de uma troca de ferramenta é de 23:33 minutos. No entanto, esta directiva data de 1995 e durante 9 anos aspectos como alterações tecnológicas da linha, alterações na projecção das ferramentas, do procedimento de troca, entre outras, contribuíram para a variação deste valor. Na Figura 3.26 estão representadas as médias anuais para o tempo de troca na *tandem line* desde o ano de 2004 até ao de 2008.

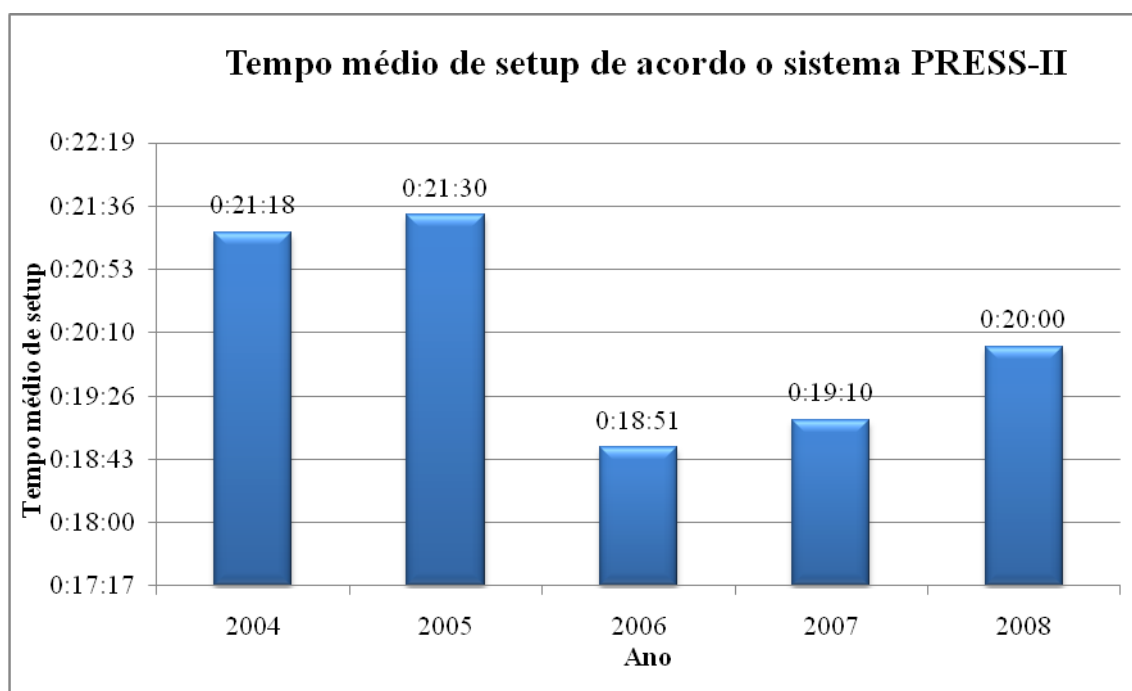


Figura 3.26 – Tempo médio de troca para os anos de 2004 a 2008 determinado com base na informação disponível no sistema PRESS-II

As médias anuais apresentadas no gráfico anterior foram obtidas com base nos valores disponíveis no sistema PRESS – II, que corresponde ao sistema informático da *press shop* onde está contida toda a informação da produção. No entanto, em termos de sistema PRESS-II, a troca inicia-se quando é produzida a última peça da produção corrente na prensa 1 e termina quando é produzida a primeira peça da produção seguinte também na prensa 1. Por conseguinte, estes são valores que não são passíveis de comparação com o presente estudo,

uma vez que se considera que a troca se inicia no instante em que a última peça conforme da produção corrente é depositada no tapete e termina quando a primeira peça conforme da produção seguinte chega ao tapete.

Por sua vez, os tempos médios anuais apresentados na Figura 3.27 são coerentes com as condições de início e fim da troca consideradas no presente estudo.

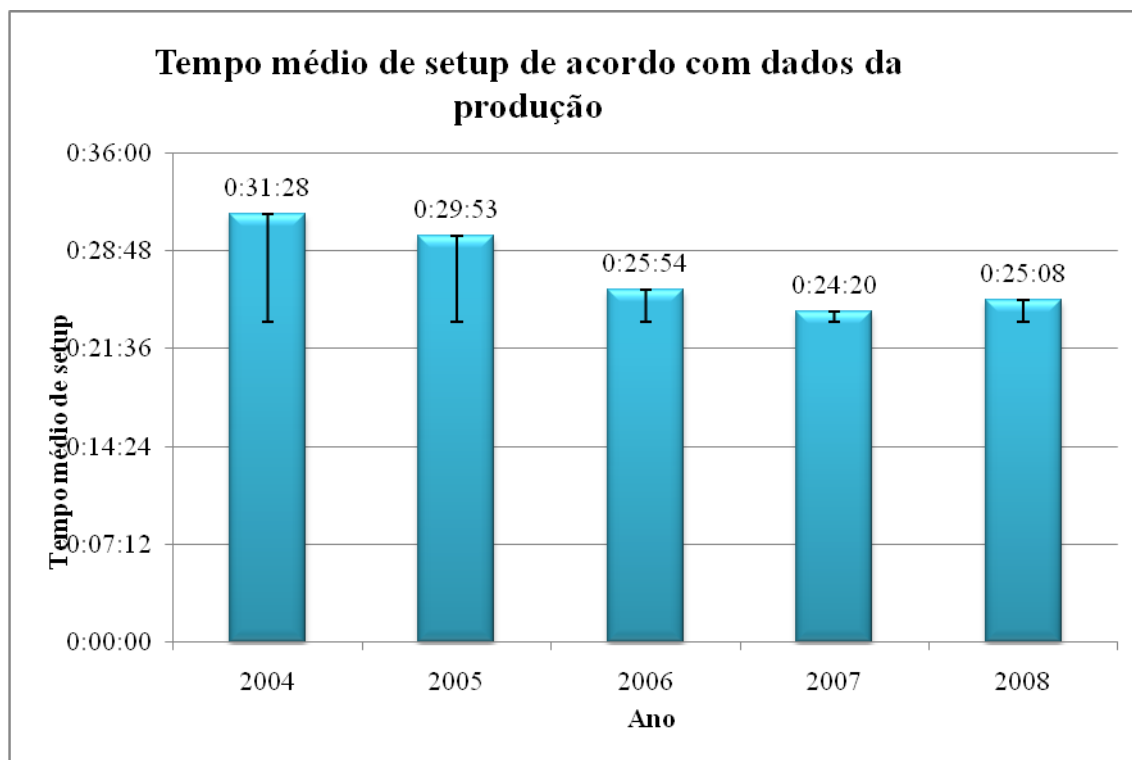


Figura 3.27 – Tempo médio de troca para os anos de 2004 a 2008

Analisando as médias anuais de 2004 a 2008 verifica-se que todos os anos o tempo médio de troca é superior aos 23:33 minutos impostos pela directiva, que até 2007 (inclusive) houve uma tendência decrescente no tempo médio de troca, mas que em 2008 se verificou uma ligeira subida em relação ao ano anterior. Desta análise, conclui-se que tanto o desvio em relação ao valor *target* como a tendência crescente do último ano são motivos suficientes para se proceder a um estudo do actual procedimento da troca de ferramenta, pois é necessário averiguar se a tendência se mantém (e, consequentemente, se o desvio em relação ao *target* aumenta) e determinar quais as causas que estão na sua origem.

3.3 Procedimento actual de troca

Como se constatou no subcapítulo 3.2.5, nos últimos anos a duração do procedimento de troca sofreu variações. Algumas das razões que poderão estar na sua origem são:

- Alterações na linha de produção (standardização, avanços tecnológicos);
- Crescente formação dos operadores e, consequentemente, métodos de trabalho mais eficazes e eficientes (aumento do *know how*);
- Introdução de melhorias ao nível da área de trabalho, que facilitam o desempenho das tarefas dos operadores;
- Alterações nas equipas de trabalho;
- Introdução de constrangimentos ao funcionamento da máquina;
- Etc.

Neste subcapítulo, pretende caracterizar-se o sistema actual, o que permitirá detectar diferenças em relação ao método apresentado no subcapítulo 3.2.4.

O processo de troca de ferramenta pode subdividir-se em 4 sub-processos principais, tal como se apresenta na Figura 3.28.

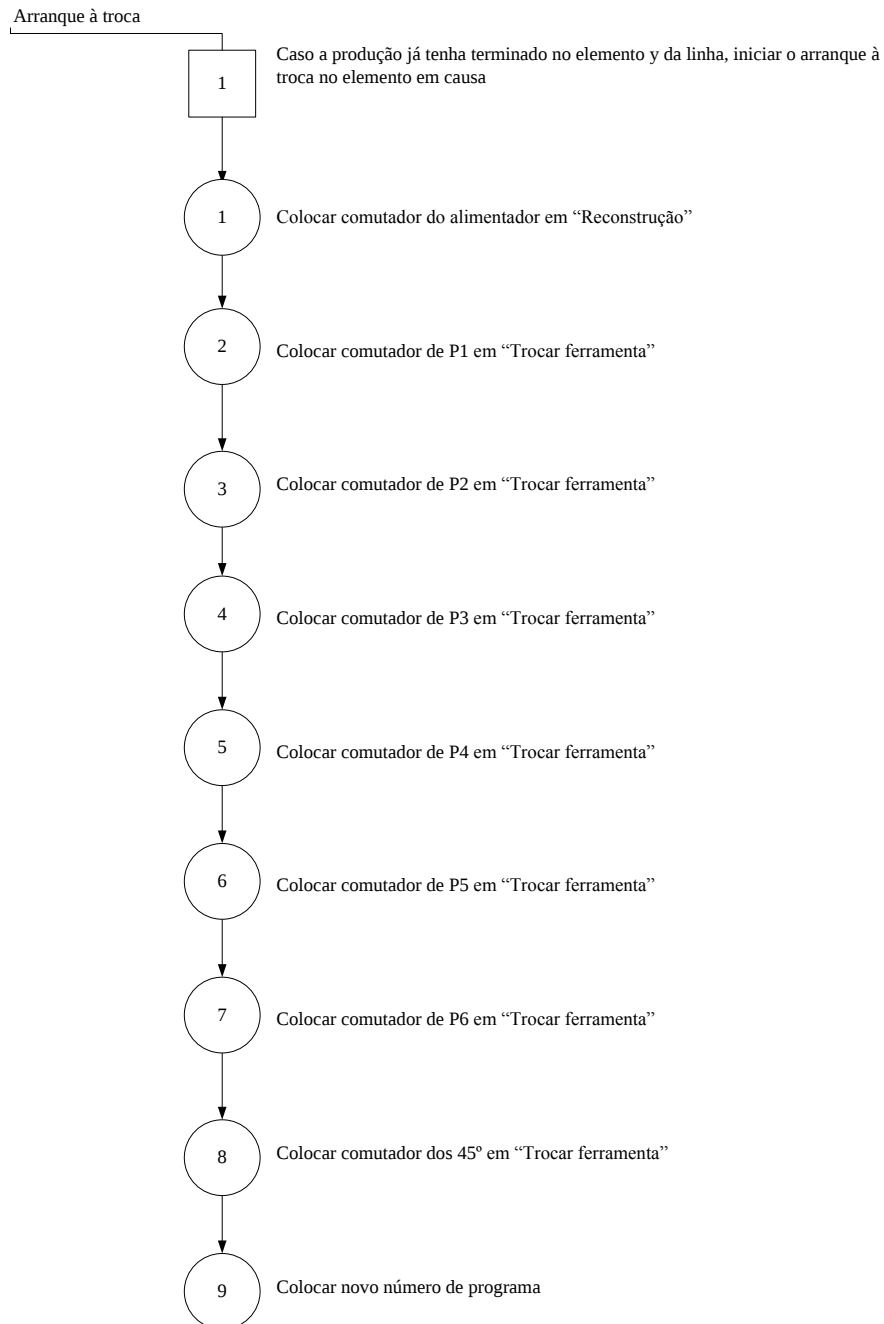


Figura 3.28 – Principais sub-processos do processo de troca de ferramenta

Tal como em qualquer outro processo, também o processo de troca de ferramenta é constituído por actividades que, de acordo com a sua finalidade, serão alocadas a cada um dos sub-processos anteriores.

3.3.1 Arranque à troca

Antes de se iniciar a troca de ferramenta propriamente dita, é necessário dar essa indicação à máquina. Esse processo é o que se denomina por arranque à troca e é constituído pelas actividades que a seguir se apresentam na Figura 3.29.



LEGENDA

 Inspeção

 Operação

$$y = \text{alimentador} \cup P_1 \cup P_2 \cup P_3 \cup P_4 \cup P_5 \cup P_6$$

Figura 3.29 – Diagrama de processo do arranque à troca

Este diagrama é válido para o alimentador, P₁, P₂, P₃, P₄, P₅ e P₆. O mesmo sucede para os diagramas seguintes, que também são válidos para estes elementos.

Nas figuras seguintes podem ver-se dois comutadores. Na Figura 3.30 pode ver-se o comutador do alimentador em “Reconstrução” e na Figura 3.31 pode ver-se o comutador de uma das prensas em modo de “Trocar ferramenta”.



Figura 3.30 – Comutador do alimentador em “Reconstrução”



Figura 3.31 – Comutador da prensa em "Trocar ferramenta"

3.3.2 Desmontagem das ferramentas da produção corrente

Depois das portas das prensas estarem abertas, é possível iniciar a desmontagem das ferramentas da produção corrente, que é um sub-processo que terá de ser executado tanto para as prensas como para as automações.

Na Figura 3.32 está representado o diagrama de processo da desmontagem/montagem de ferramentas nas prensas.

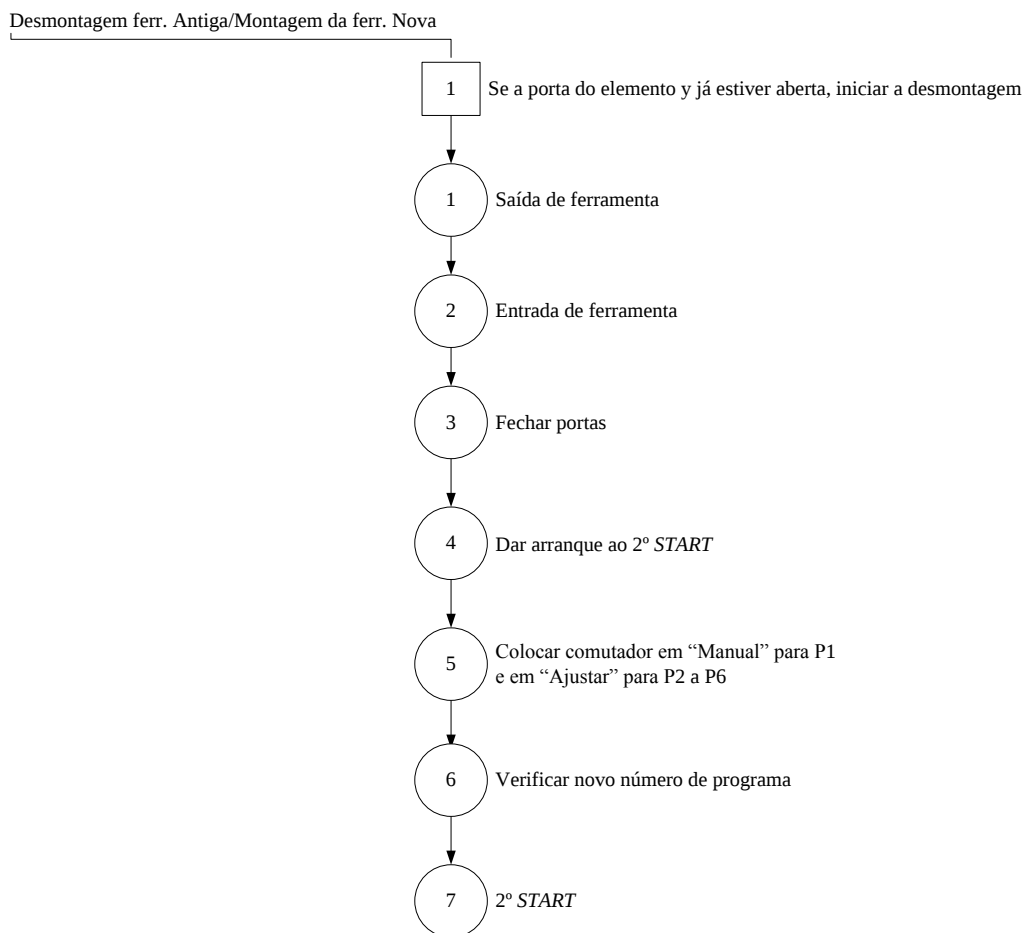


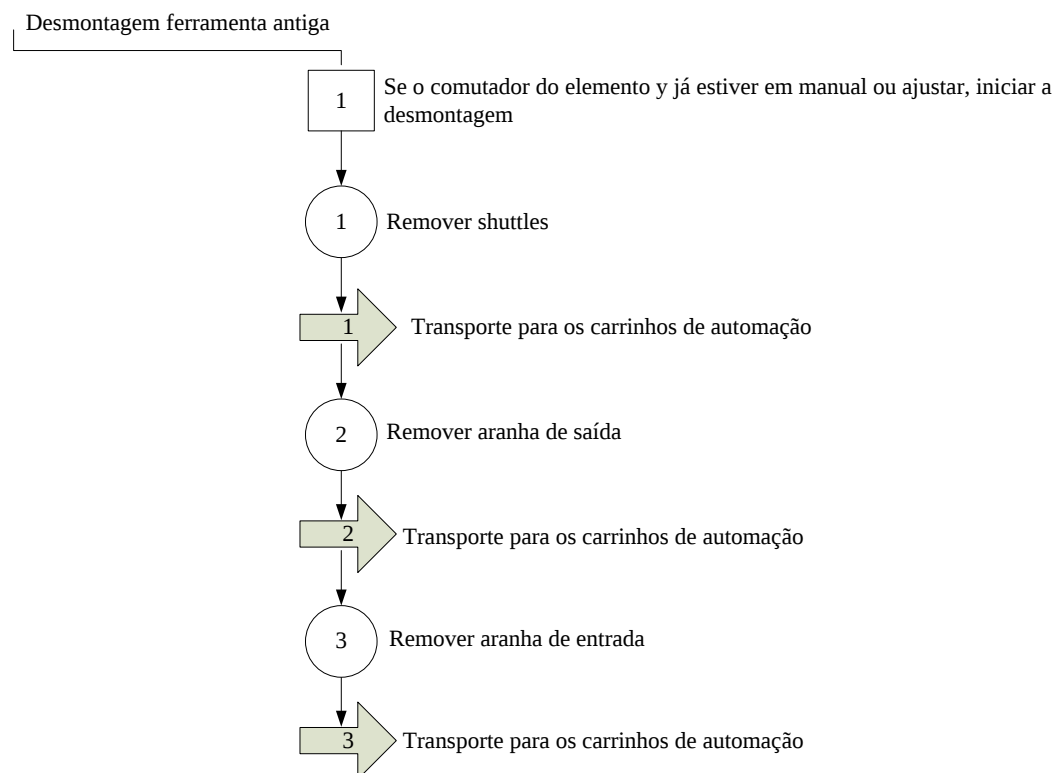
Figura 3.32 – Diagrama de processo da desmontagem/montagem de ferramentas nas prensas

Por observação da figura anterior constata-se que depois de dar o arranque ao 2º START, se deve colocar o comutador de P1 em “Manual” e os comutadores das prensas de P2 a P6 em “Ajustar”. Esta selecção nos comutadores é o que permite prosseguir com a troca de automações nas células de automação. Caso isto não se verifique, não é possível aos operadores fazerem a troca das automações. Nas figuras seguintes são apresentados dois comutadores, na Figura 3.33 pode ver-se o comutador da prensa 1 em “Manual” e na Figura 3.34 pode ver-se o comutador das prensas 2 a 6 em “Ajustar”.



Figura 3.33 – Comutador da prensa 1 em "Manual" Figura 3.34 – Comutador das prensas 2 a 6 em "Ajustar"

Na Figura 3.35 que se segue está, por sua vez, representado o diagrama de processo da desmontagem das ferramentas de automação.



LEGENDA

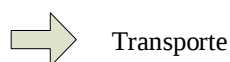


Figura 3.35 – Diagrama de processo da desmontagem das ferramentas de automação

Para além da desmontagem das ferramentas da produção corrente nas prensas e nas células de automação, há que considerar também a troca de lavadora/lubrificadora, que é um processo constituído pelas operações representas no diagrama da Figura 3.36.

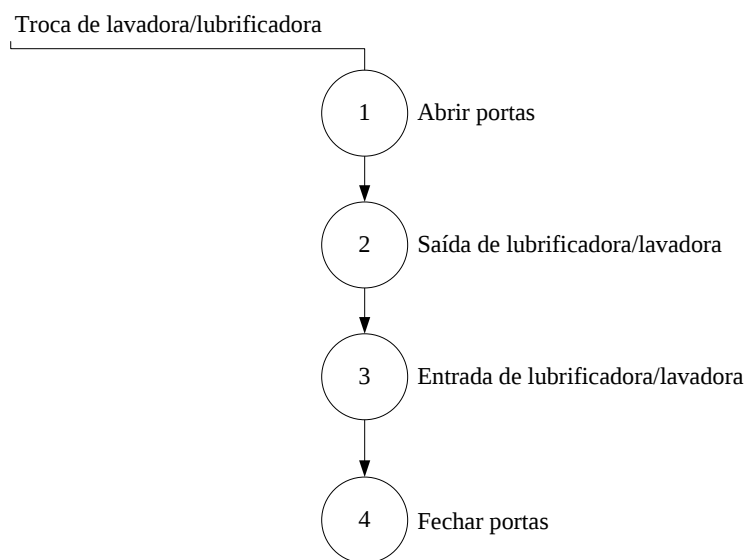


Figura 3.36 – Diagrama de processo da troca de lavadora/lubrificadora

3.3.3 Montagem das ferramentas da produção seguinte

Depois da desmontagem das ferramentas da produção anterior, inicia-se a montagem das ferramentas da produção seguinte.

No caso das prensas, o diagrama de processo da montagem das ferramentas da nova produção está representado na Figura 3.32, juntamente com o diagrama de processo da desmontagem das ferramentas da produção anterior. Verifica-se o mesmo para a lavadora/lubrificadora. Assim, na Figura 3.37 é apresentado o diagrama de processo da montagem das ferramentas de automação.

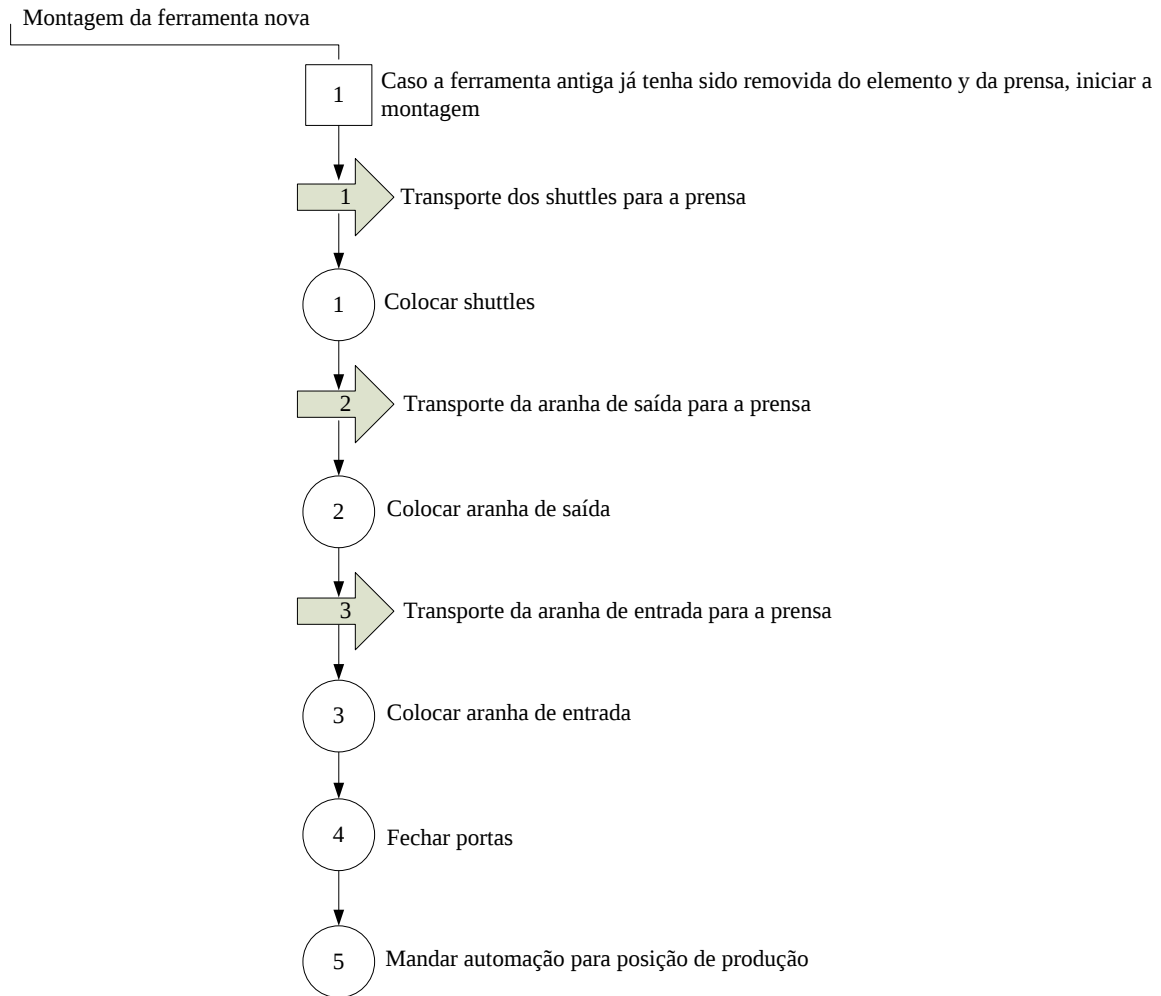


Figura 3.37 – Diagrama de processo da montagem das ferramentas de automação

3.3.4 Arranque à nova produção

Finalmente, depois de concluída a troca física das ferramentas, dá-se o arranque à nova produção. As operações a realizar para o fazer são as que se apresentam no diagrama da Figura 3.38.

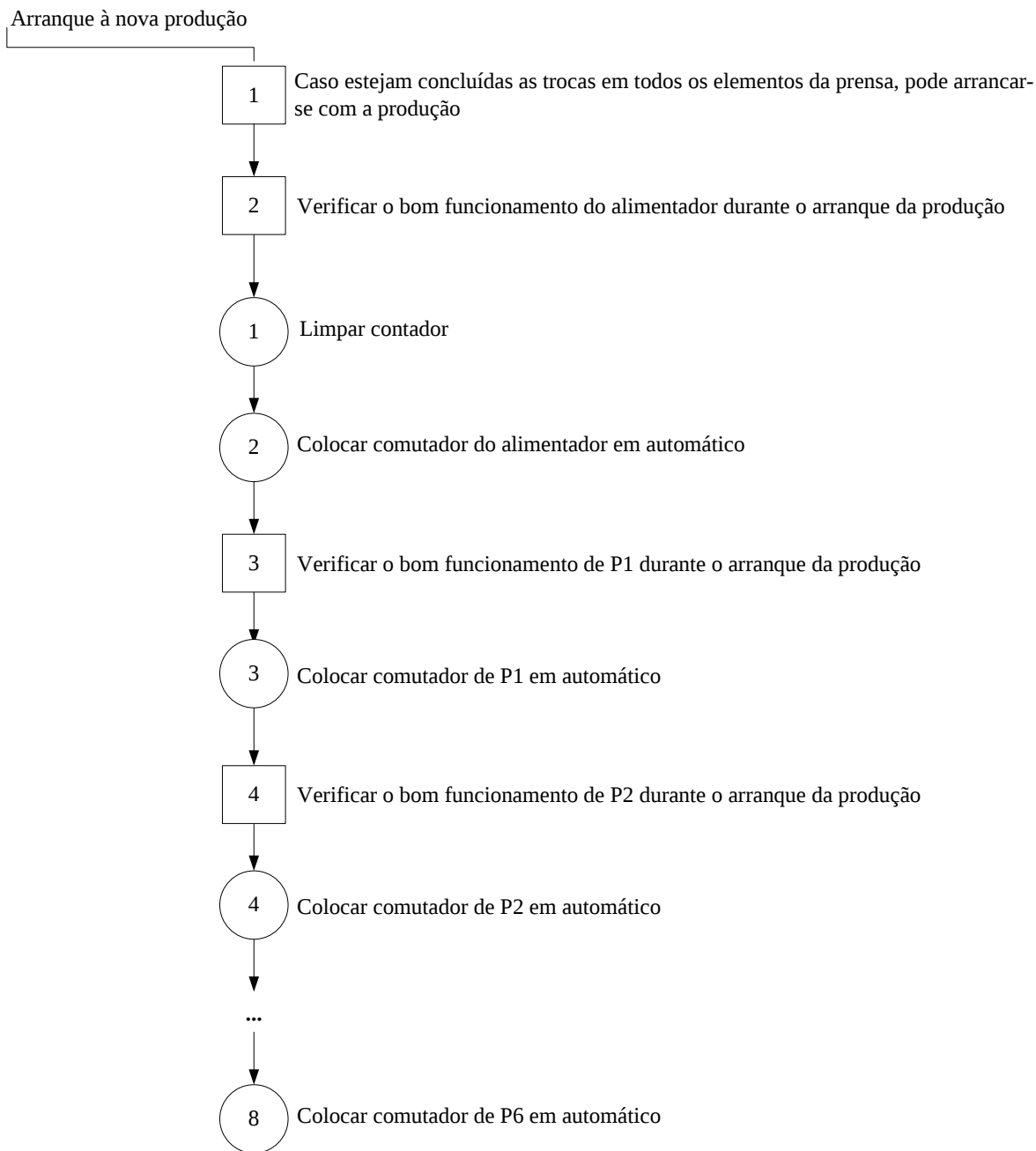


Figura 3.38 – Diagrama de processo do arranque à nova produção

Por observação do diagrama anterior é possível concluir que depois de verificar o bom funcionamento no alimentador e nas várias prensas, tem de colocar-se o comutador em modo “Automático” para que depois do arranque à nova produção, a linha continue a produção de forma contínua e mecânica. Na Figura 3.39 pode ver-se um comutador com a selecção “Automático”.



Figura 3.39 – Comutador da prensa em automático

Em relação ao processo proposto pela directiva, destacam-se actualmente duas diferenças extremamente importantes:

- A troca tem início no instante em que a última peça da produção corrente é depositada no tapete e termina quando a primeira peça da produção seguinte chega ao tapete. Antes, e como já foi referido, a troca tinha início no instante em que a última peça da produção corrente era empilhada pelo *kuka* e terminava quando a primeira peça da produção seguinte chegava ao empilhamento automático;
- Não se considera a troca dos *kukas* como um aspecto condicionante da troca de ferramenta, dado que dela não depende o arranque da máquina. A troca dos *kukas* tem lugar imediatamente após a troca das automações, mas é um sub-processo que não impede o arranque da máquina, pois mesmo que não esteja concluído no momento em que prensas e automações estão em posição de produção, a máquina arranca na mesma. Caso a troca do *kukas* não esteja concluída quando chega a primeira peça ao empilhamento, param-se os tapetes e termina-se a troca. No entanto, este é um acontecimento que raramente se verifica, uma vez que o tempo que decorre, entre o fim da troca das automações e a chegada da primeira peça ao tapete, é suficiente para terminar a troca dos *kukas*.

4. PLANO DE ESTUDO

Antes de passar à introdução de melhorias, é necessário analisar e caracterizar os métodos, actualmente, utilizados. Para que essa caracterização seja o mais consistente possível com a realidade, durante a fase de análise deve recolher-se o máximo de informação possível referente ao processo em estudo:

- Operações efectuadas e sua sequência;
- Duração de cada operação;
- Funcionamento do equipamento;
- Dificuldades sentidas pelos operadores;
- Aspectos do processo relacionados com os operadores, com a organização e com o equipamento envolvido;
- Aspectos críticos do processo que limitam a eficácia/eficiência do sistema.

Esta informação deverá ser recolhida por observação do processo, mas também através de entrevistas informais efectuadas aos operadores responsáveis pela troca, pois são eles que melhor conhecem o processo e as dificuldades inerentes ao seu desenvolvimento.

O procedimento descrito anteriormente é fundamental para a obtenção de um diagnóstico correcto, que possibilite a selecção e implementação das propostas de melhoria mais adequadas aos problemas identificados.

4.1 Recolha de dados

Para proceder à análise do sistema actual, é necessário seleccionar uma técnica de registo de dados antes de iniciar a recolha de informação. A técnica escolhida deve permitir o registo de todos os aspectos importantes do processo e possibilitar a sua compreensão. Existem três técnicas que permitem analisar as actividades de um processo:

- **Gráfico de análise de operações** – permite classificar as actividades desenvolvidas em 5 tipos diferentes (processamento, transporte, armazenagem, espera e inspecção/controlo), definir a sequência da sua realização, registar os tempos de

duração de cada operação e, consequentemente, permite a obtenção do tempo dispendido em cada tipo de operação;

- **Diagrama de processo (já utilizado no capítulo 4)** – permite caracterizar as actividades, definir a sua sequência, mas só fornece informação relativa ao tempo total de duração do processo;
- **Diagrama Homem-Máquina** – permite registar o tempo de execução de cada actividade e a sequência do processo, no entanto, não permite a classificação de cada operação.

Para o presente estudo, considerar-se-á que o gráfico de análise de operações é a técnica mais adequada, porque é aquela que possibilita um estudo mais exaustivo do processo de troca.

4.1.1 Procedimento de recolha de dados

A abordagem utilizada na recolha de dados foi a seguinte:

- Registo em vídeo dos processos de troca;
- Documentação dos dados recolhidos numa folha de registo elaborada de acordo com a técnica escolhida.

Dada a quantidade e simultaneidade das actividades a realizar durante um processo de troca, foi necessário recorrer à elaboração de vídeos para determinar o seu tempo de execução, pois caso contrário não seria possível acompanhar todo processo de troca. Para além da possibilidade de determinação da duração de cada actividade, o registo das trocas em vídeo torna possível a visualização várias vezes da mesma troca, o que permite uma melhor análise do processo de troca.

4.1.2 Gráfico de análise de operações

Todos os processos podem ser estudados através da sua decomposição em actividades. Em cada processo, dependendo do produto, essas actividades apresentam ligeiras diferenças, no entanto, existe um conjunto de 5 tipos de actividades que é comum a todos os processos (Team, 1996):

1. **Processamento:** montagem, desmontagem, alterações de forma ou qualidade;

2. **Inspecção:** comparação de características com um *standard*;
3. **Transporte:** alteração de localização de operadores, matérias-primas ou ferramentas;
4. **Espera:** inactividades previstas ou inevitáveis dos operadores e/ou equipamento, que interrompam o ciclo o trabalho;
5. **Armazenamento:** corresponde ao período de tempo durante o qual matérias-primas, produtos semi-acabados e produtos acabados não são processados, transportados ou inspeccionados.

Cada um destes tipos de operação tem uma representação gráfica associada, que se apresenta na Tabela 4.1:

Tabela 4.1 – Representação gráfica de cada tipo de operação

Operação	Definição
	Processamento
	Inspecção
	Transporte
	Armazenamento
	Espera

Algumas destas representações já haviam sido utilizadas nos diagramas de processo constantes no capítulo 3.

O gráfico de análise de operações permite o mapeamento das actividades que se desenvolvem durante um processo de produção, revelando-se, por isso, uma ferramenta essencial na caracterização do mesmo.

Como já havia sido referido anteriormente, de acordo com esta ferramenta, é imprescindível a classificação de todas as actividades de acordo com os cinco tipos apresentados na Tabela 4.1, bem como a definição da sua sequência de realização, no entanto, nesta folha de registo é também possível fazer o registo de outros tipos de informação. Na Tabela 4.2 apresenta-se uma folha de registo ou gráfico de análise de operações.

Tabela 4.2 – Diagrama de análise das operações de troca na TA1

DIAGRAMA DE ANÁLISE DE OPERAÇÕES DE SETUP NA TA1											
Símbolos			# de ocorrências	Tempo (minutos)	Rotina:			Área:	Turno:		
					Actual	Proposta	%				
●	Processamento		120	2:08:41				Prensas	2		
■	Controlo ou inspecção		1	0:03:57							
←	Transporte		52	0:33:28							
▼	Armazenamento		0	0:00:00							
D	Espera		45	0:27:00							
								Responsável: Andreia Simões			
								Data: 22-Set-09			

#	Descrição da operação	●	■	←	▼	D	Natureza	Observações	TOTAL
1	Preparar ecrã de automação	0:00:00					M		0:00:00
2	Selecionar prensas para troca	0:00:00					M		0:00:00
3	Preparar mesas (se necessário)	0:00:00					M		0:00:00
4	Preparar alimentador	0:00:00					M		0:00:00
5	Abair grades de protecção	0:00:00					M		0:00:00
6	Preparar rack para produção seguinte	0:00:00					M		0:00:00
7	Colocar comandos em reconstrução (alimentador)	0:00:04					M		0:00:04
8	Colocar P1 em troca	0:00:05					M		0:00:05
9	1º START P1	0:02:24					A		0:02:24
10	Colocar P2 em troca	0:00:17					M		0:00:17
11	1º START P2	0:03:36					A		0:03:36
12	Colocar P3 em troca	0:00:38					M		0:00:38
13	1º START P3	0:03:14					A		0:03:14
14	Colocar P4 em troca	0:00:11					M		0:00:11
15	1º START P4	0:01:03					A		0:01:03
16	Colocar P5 em troca	0:00:17					M		0:00:17
18	Remoção da aranha de saída	0:00:06					M		0:00:06
19	Transporte da aranha de sai para os carrinhos			0:00:16			M		0:00:16
20	Transporte da nova aranha de sai para a prensa			0:00:31			M		0:00:31
21	Espera para colocação da nova aranha de sai					0:00:30	-		0:00:30
22	Colocação da nova aranha de saída	0:00:07					M		0:00:07
23	Fechar porta	0:00:12					M		0:00:12
24	Mandar automações para posição de produção	0:04:24					M		0:04:24
68	Troca de automação P1								
1	Espera para remover aranha					0:00:00	-		0:00:00
2	Remoção da aranha	0:00:23					M		0:00:23
3	Transporte da aranha para os carrinhos			0:00:08			M		0:00:08
4	Transporte da nova aranha para a prensa			0:00:06			M		0:00:06
5	Colocação da nova aranha	0:00:10					M		0:00:10
6	Mandar para posição de produção	0:01:00					M		0:01:00
69	Arranque de nova produção		0:03:57						0:03:57
TOTAL		2:08:41	0:03:57	0:33:28	0:00:00	0:27:00			

Dada a extensão da folha de registo, o seu integral pode ser consultado no anexo III.

Para o presente estudo, toda a informação recolhida foi registada em folhas deste tipo e todos os campos foram preenchidos, a não ser que, durante a troca, a informação tenha sido inexistente.

Por observação da figura anterior constata-se que:

- Para cada troca, é necessário registar aspectos relacionados com o turno em laboração no momento de recolha de dados:
 - **Turno:** 1, 2 ou 3;
 - **Equipa:** A ou B;
- É, igualmente, importante registar informação relacionada com o responsável pela recolha, bem como a data da sua realização;
- Para além do registo e classificação das actividades, quando recolhido o tempo de realização de cada uma delas, deve proceder-se ao seu registo no respectivo campo;

- Deve também proceder-se à classificação das actividades de acordo com a sua natureza (M – manual e A – automática);
- Existe também um campo destinado ao registo de observações, relativas à troca, que se considerem importantes;
- Finalmente, deve proceder-se ao somatório do número de operações de processamento, inspecção, transporte, armazenamento e espera, bem como do tempo total dispendido para cada tipo de actividade.

É com base nesta informação, que após análise, se elaborará o diagnóstico da actual metodologia do processo de troca.

Note-se que a duração de cada operação foi obtida através da diferença entre o seu instante de termo e de início.

No que diz respeito a durações, o diagrama de análise de operações permite aferir quanto ao tempo dispendido em cada operação e quanto ao tempo total dispendido em cada tipo de operação, no entanto, não permite concluir acerca da duração real da troca, dado que não contempla a componente paralelização de operações. Assim, para cada troca observada, para além da construção do diagrama de análise de operações, foi igualmente construído um diagrama de *Gantt* com base nos tempos de início e fim de cada operação.

4.2 Técnica de cronometragem

Após a identificação e classificação de todas as actividades integrantes do processo de troca, deve proceder-se ao registo dos tempos.

4.2.1 Estudo dos tempos

O estudo dos tempos é uma técnica de medida do trabalho, que permite registar e, posteriormente, analisar a duração de cada operação executada em determinadas condições. Os objectivos são, a eliminação de desperdícios e a definição da forma sistemática e correcta

de realizar todas as operações requeridas, a um nível de rendimento bem definido (Meyer's & Stewart, 2003).

É importante subdividir a troca em actividades para estudar cada uma individualmente e proceder à sua melhoria ou mesmo eliminação.

A maioria das actividades de troca (internas e externas) constitui elementos de actividade **repetitivos** ou **cíclicos**, uma vez que estão presentes em cada processo de troca. No entanto, existem algumas que correspondem a elementos **ocasionais** ou **não cíclicos**, que são aqueles que não estão presentes em todos os processos de troca, mas que podem ocorrer em intervalos de tempo regulares ou irregulares. Finalmente, existem também actividades que constituem elementos **estranhos**, que são aqueles que se verificam com pouca regularidade, mas que após análise, se revelam dispensáveis porque não fazem parte do método de trabalho.

Após a observação de alguns processos de troca de ferramenta na TA1, constata-se que as actividades realizadas são similares, ou seja, constituem, na sua grande maioria, elementos repetitivos. Por isso, embora as trocas não se façam, regularmente, entre as mesmas ferramentas, tal facto não constitui um problema, devido à semelhança das operações realizadas. No entanto, a actividade “Troca de lavadora/lubrificadora” é considerada um elemento ocasional ou não cíclico, porque não está presente em todos os processos de troca.

4.2.2 Identificação das operações

Relativamente às operações realizadas durante um processo de troca, estas devem:

- Ser facilmente identificáveis, sendo o seu início e fim bem definidos, para que uma vez determinadas sejam facilmente reconhecidas. Normalmente, o início e o fim de uma operação são assinalados por um ruído ou contacto.

Os instantes de transição entre operações denominam-se por “cortes” e devem ser claramente definidos (Figura 4.1);

- Ser distinguidas no que diz respeito à sua execução manual ou automática;
- Distinguir-se em elementos repetitivos, ocasionais e estranhos.

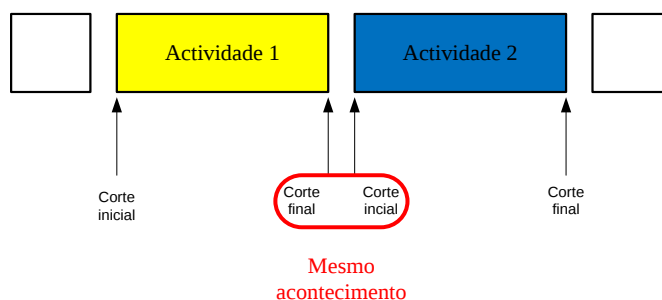


Figura 4.1 – Cortes das actividades

4.2.3 Operadores qualificados e operadores representativos

No estudo dos tempos das operações de troca, há que distinguir entre trabalhadores representativos e trabalhadores qualificados.

Um trabalhador representativo possui um rendimento que corresponde à média do grupo, enquanto que um trabalhador qualificado é aquele que tem as qualidades físicas necessárias, que possui a capacidade e instrução desejadas e adquiriu a habilidade e os conhecimentos requeridos para executar o seu trabalho de acordo com padrões satisfatórios de segurança, qualidade e quantidade.

As qualidades que permitem distinguir um trabalhador experiente de um trabalhador principiante são:

- A realização de movimentos uniformes e regulares;
- Ritmo de trabalho;
- Rápida reacção;
- Previsão das dificuldades e preparação para as ultrapassar;
- Execução do trabalho de forma mais descontraída.

Quando se pretendem definir tempos de referência (ou *standard*), devem determinar-se valores que sejam executáveis por trabalhadores qualificados, a trabalhar a uma velocidade normal e a fazer uma tarefa específica.

Considera-se que ambas as equipas de trabalho, que operam na TA1, são constituídas quer por operadores qualificados, quer por operadores representativos, porque:

- Durante a observação dos vários processos de troca é notória, para os trabalhadores qualificados, a existência das qualidades referidas anteriormente;

- Os *team leader's* confirmam que a maioria dos seus operadores estão na área há muitos anos, que sempre operaram máquinas, conhecem o equipamento, sabem exactamente o que fazer em todas as situações e, por conseguinte, já têm um ritmo de trabalho bem definido;
- Os *team leader's* tiveram também o cuidado de comunicar que recentemente entraram para equipa alguns elementos novos, que tiveram formação durante o período anterior ao início da recolha de dados, mas que correspondem a operadores representativos e não experientes.

4.2.4 Determinação do número de observações necessárias

Os tempos observados, para as operações de um dado processo, distribuem-se segundo uma normal com média $\bar{X} = TMO$ e desvio padrão σ . Admitindo que a duração da troca segue uma distribuição normal, vem que o número observações necessárias para determinar o tempo de referência ou *standard* é dado por:

$$N = \left(\frac{z \times \sigma}{s \times \bar{X}} \right)^2$$

Onde,

- **N** – número de cronometragens a realizar;
- **z** – número de desvios padrão corresponde ao grau de confiança pretendido;
- σ – desvio padrão dos tempos observados em relação à média;
- **s** – erro relativo associado à cronometragem;
- $\bar{X}$ – média dos tempos observados para uma amostra de dimensão n.

O erro relativo pretendido, em função da precisão da cronometragem, é:

- **Alta precisão** $s=1\%=0,01$;
- **Média precisão** $s=5\%=0,05$;
- **Baixa precisão** $s=10\%=0,1$.

Para o presente estudo, irá considerar-se um nível de confiança de 95% para o qual se considera $z = 1,96$. O erro relativo pretendido será o correspondente à média precisão, isto é, 5%.

5. RECOLHA DE INFORMAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

5.1 Operações de troca

No decorrer de um processo desencadeiam-se operações que podem ser:

- **Operações essenciais:** adicionam valor ao produto final;
- **Operações de troca:** preparação e ajustes que têm lugar antes de depois da produção de cada lote.

Para aplicação do método SMED só se considerarão as últimas. As operações de troca realizadas subdividem-se em:

- **Externas;**
- **Internas.**

5.1.1 Operações externas

Actualmente, para efectuar uma troca de ferramenta na *tandem line*, já existem determinadas operações de preparação que têm lugar durante o período de funcionamento da linha (operações externas), enquanto que outras só podem ser executadas quando esta se encontra totalmente imobilizada (operações internas). Na Tabela 5.1 encontram-se descritas todas as operações externas realizadas, qual a sua tipologia, bem como a sua classificação em automática ou manual.

Tabela 5.1 – Operações externas à troca de ferramenta

DIAGRAMA DE ANÁLISE DE OPERAÇÕES DE SETUP NA TAI									
Símbolos	●	Processamento	120	2:08:41	Rotina:	Actual	x		
	■	Controlo ou inspecção	1	0:03:27		Proposta			
	←	Transporte	32	0:33:28	Área:	Prensas			
	▼	Armazenamento	0	0:00:00	Turno:	2			
	●	Espera	43	0:27:00	Equipa:	B			
					Responsável:	Andréia Simões			
					Data:	22-Sep-09			

#	Descrição da operação	●	■	←	▼	●	Natureza	Observações	TOTAL
1	Preparar curva de automação	0:00:00					M		0:00:00
2	Seleccionar prensas para troca	0:00:00					M		0:00:00
3	Preparar mesas (se necessário)	0:00:00					M		0:00:00
4	Preparar alimentador	0:00:00					M		0:00:00
5	Abrir grades de protecção	0:00:00					M		0:00:00
6	Preparar racks para produção seguinte	0:00:00					M		0:00:00

Todas as operações mencionadas na tabela anterior devem realizar-se antes que a troca se inicie.

5.1.2 Operações internas

Depois de descritas as operações externas, na Tabela 5.2 apresentam-se, agora, as operações internas, que são aquelas que tomam lugar depois de finda a produção imediatamente anterior à troca.

Tabela 5.2 – Operações internas realizadas durante a troca de ferramenta

Nº	Descrição da operação	Tempo (min)	Tempo (min)	Tempo (min)	Tempo (min)	Tempo (min)	Tempo (min)	Tempo (min)
7	Colocar comutador em reconstrução (alimentador)	0:00:04				M		0:00:04
8	Colocar P1 em troca	0:00:03				M		0:00:03
9	1º START P1	0:02:24				A		0:02:24
10	Colocar P2 em troca	0:00:17				M		0:00:17
11	1º START P2	0:03:36				A		0:03:36
12	Colocar P3 em troca	0:00:38				M		0:00:38
13	1º START P3	0:03:14				A		0:03:14
14	Colocar P4 em troca	0:00:11				M		0:00:11
15	1º START P4	0:01:03				A		0:01:03
16	Colocar P5 em troca	0:00:17				M		0:00:17
17	1º START P5	0:01:54				A		0:01:54
18	Colocar P6 em troca	0:00:11				M		0:00:11
19	1º START P6	0:04:32				A		0:04:32
20	Troca de lavadora/lubrificadora	0:03:03				M		0:03:03
21	Colocar comutador dos 45º em reconstrução	0:00:07				M		0:00:07
22	Colocar novo número de programa	0:00:08				M		0:00:08
23	Espera por OP para proceder à troca das mesas			0:02:25		-		0:02:25
24	Saída da mesa	0:00:45				M		0:00:45
25	Fechar porta	0:00:07				M		0:00:07
26	Espera para entrada da mesa			0:02:01		-		0:02:01
27	Entrada de mesa e fechar portas	0:01:19				M		0:01:19
28	Espera por OP para dar o arranque ao 2º START			0:04:33		-		0:04:33
29	Arr. 2º START+C Manual+Verificar # de prog. P1	0:00:10				M		0:00:10
30	Fechar grades de segurança	0:00:07				M		0:00:07
68.15	Transporte da nova aranha de ent. para a prensa		0:00:19			M		0:00:19
68.16	Espera para colocação da nova aranha de ent.			0:00:00		-		0:00:00
68.17	Colocação da nova aranha de entrada	0:00:07				M		0:00:07
68.18	Remoção da aranha de saída	0:00:06				M		0:00:06
68.19	Transporte da aranha de sai. para os carrinhos		0:00:16			M		0:00:16
68.20	Transporte da nova aranha de sai. para a prensa		0:00:21			M		0:00:21
68.21	Espera para colocação da nova aranha de sai.			0:00:30		-		0:00:30
68.22	Colocação da nova aranha de saída	0:00:07				M		0:00:07
68.23	Fechar porta	0:00:12				M		0:00:12
68.24	Mandar automações para posição de produção	0:04:24				M		0:04:24
69	Troca de automação P1							
69.1	Espera para remover aranha			0:00:00		-		0:00:00
69.2	Remoção da aranha	0:00:23				M		0:00:23
69.3	Transporte da aranha para os carrinhos		0:00:08			M		0:00:08
69.4	Transporte da nova aranha para a prensa		0:00:06			M		0:00:06
69.5	Colocação da nova aranha	0:00:10				M		0:00:10
69.6	Mandar para posição de produção	0:01:00				M		0:01:00
70	Arranque de nova produção		0:03:57					0:03:57
TOTAL		2:08:41	0:03:57	0:33:28	0:00:00	0:27:00		

PROBLEMA IDENTIFICADO: Depois de algumas entrevistas realizadas aos operadores da linha, constatou-se que eles também consideram que as operações apresentadas na Tabela 5.1 são externas. Relativamente às operações internas, nomeadamente as operações “Colocar comutador em reconstrução (alimentador)”, “Colocar P1 em troca”, “Colocar P2 em troca”, “Colocar P3 em troca”, “Colocar P4 em troca” e “Colocar P5 em troca” têm, muitas vezes, lugar durante a troca de ferramenta quando poderiam ser realizadas antes do seu início. Por este motivo, na folha de recolha de dados (Tabela 5.2) essas operações foram consideradas como internas em vez de externas, uma vez que a sua ocorrência se verificava, na sua grande

maioria, depois da troca ter início. Este problema toma dimensão considerável no tempo total da mudança de ferramenta, como se poderá ver mais à frente.

5.2 Análise dos resultados obtidos

5.2.1 Duração total da troca

Face ao valor médio e desvio padrão do tempo das trocas que foram sendo observadas ao longo do tempo, e com o intuito de garantir um nível de confiança de 95% e um erro relativo de 5%, foram feitas 7 observações, ou seja, foram recolhidos tempos para 7 trocas. Como resultado, obteve-se que o tempo médio observado, para uma troca de ferramenta na TA1, foi de 29:01 minutos, dos quais 22:14 minutos correspondem a tempo puro de troca e 6:47 minutos ao arranque da nova produção.

As folhas de registo das observações efectuadas podem ser consultadas no anexo III.

5.2.2 Troca de mesas

De acordo com a informação recolhida, em cada troca de ferramenta na TA1, o tempo médio dispendido em troca de mesas é igual a 19:12 minutos. Facilmente se constata que este valor representa 66% do tempo médio observado para uma troca de ferramenta completa. Deste modo, é necessário identificar os problemas existentes com o actual método utilizado para proceder à troca das mesas e determinar soluções viáveis que permitam a diminuição deste tempo.

PROBLEMA IDENTIFICADO: Durante a recolha de informação, isto é, documentação das trocas em vídeo, foi possível constatar que, no sub-processo de troca de mesas, as operações que mais contribuem para o aumento da sua duração média são “1º START”, “Troca de mesas e fechar porta” e “2º START”. Para além da confirmação visual, esta situação é, igualmente, constável por observação da informação contida na Tabela 5.3.

Tabela 5.3 – Duração média das principais operações que constituem o procedimento de troca de mesas

Operações	Duração média
Colocar em troca	0:00:09
1º START	0:02:39
Esperas	0:01:38
Troca de mesas	0:03:10
2º START	0:03:03

Deste modo, as propostas de melhoria a apresentar para este sub-processo, devem ter impacto directo sobre as 3 operações já mencionadas.

5.2.3 Troca de automações

O sub-processo de troca das automações segue a sequência apresentada na Tabela 5.4.

Tabela 5.4 – Sequência das operações de troca das automações e respectivas durações médias

Operação	Duração (H:Min:Seg)
1. Abrir porta;	0:00:12
2. Remoção do <i>shuttle</i> esquerdo;	0:00:06
3. Espera para remoção do <i>shuttle</i> direito;	0:00:07
4. Transporte do <i>shuttle</i> esquerdo para os carrinhos;	0:00:14
5. Transporte do novo <i>shuttle</i> direito para a prensa;	0:00:13
6. Espera para colocação do novo <i>shuttle</i> direito;	0:00:03
7. Remoção do <i>shuttle</i> direito;	0:00:14
8. Colocação no novo <i>shuttle</i> direito;	0:00:23
9. Transporte do <i>shuttle</i> direito para os carrinhos;	0:00:15
10. Transporte do novo <i>shuttle</i> esquerdo para a prensa;	0:00:13
11. Espera para colocação do novo <i>shuttle</i> esquerdo;	0:00:19
12. Colocação do novo <i>shuttle</i> esquerdo;	0:00:20
13. Remoção da aranha de entrada;	0:00:06
14. Transporte da aranha de entrada para os carrinhos;	0:00:18
15. Transporte da nova aranha de entrada para a prensa;	0:00:15
16. Espera para colocação da nova aranha de entrada	0:00:00
17. Colocação da nova aranha de entrada	0:00:09
18. Remoção da aranha de saída;	0:00:07
19. Transporte da aranha de saída para os carrinhos;	0:00:18
20. Transporte da nova aranha de saída para a prensa;	0:00:16
21. Espera para colocação da nova aranha de saída;	0:00:02
22. Colocação da nova aranha de saída;	0:00:09
23. Fechar porta;	0:00:12
24. Mandar automações para posição de produção.	0:02:04

Pressuposto – Para os devidos efeitos, considera-se que a troca das automações se inicia na operação #2 e termina na operação #22.

A operação #24 desta sequência é de natureza automática e é executada em cada célula de automação depois das respectivas automações terem sido trocadas. Apesar de ser uma operação de natureza automática, requer uma indicação de arranque por parte do operador, no entanto, essa indicação nunca é dada pelos operadores que estão a proceder à troca das automações, mas sim pelos *line leader's*. Por esta razão, a operação #24 não será considerada nesta análise, uma vez que esta se centrará, somente, nas operações desenvolvidas pelos operadores no interior da célula.

O procedimento de troca das automações descrito anteriormente é válido para as células 1, 2, 3, 4 e 5, tem uma duração média de 2:28 minutos/célula e é executado por um total de 6 operadores. No entanto, eliminando as esperas existentes, pretende-se que a duração de todo este procedimento sofra uma diminuição.

Na Figura 5.1 está representado o *layout* da célula, bem como a duração de cada operação.

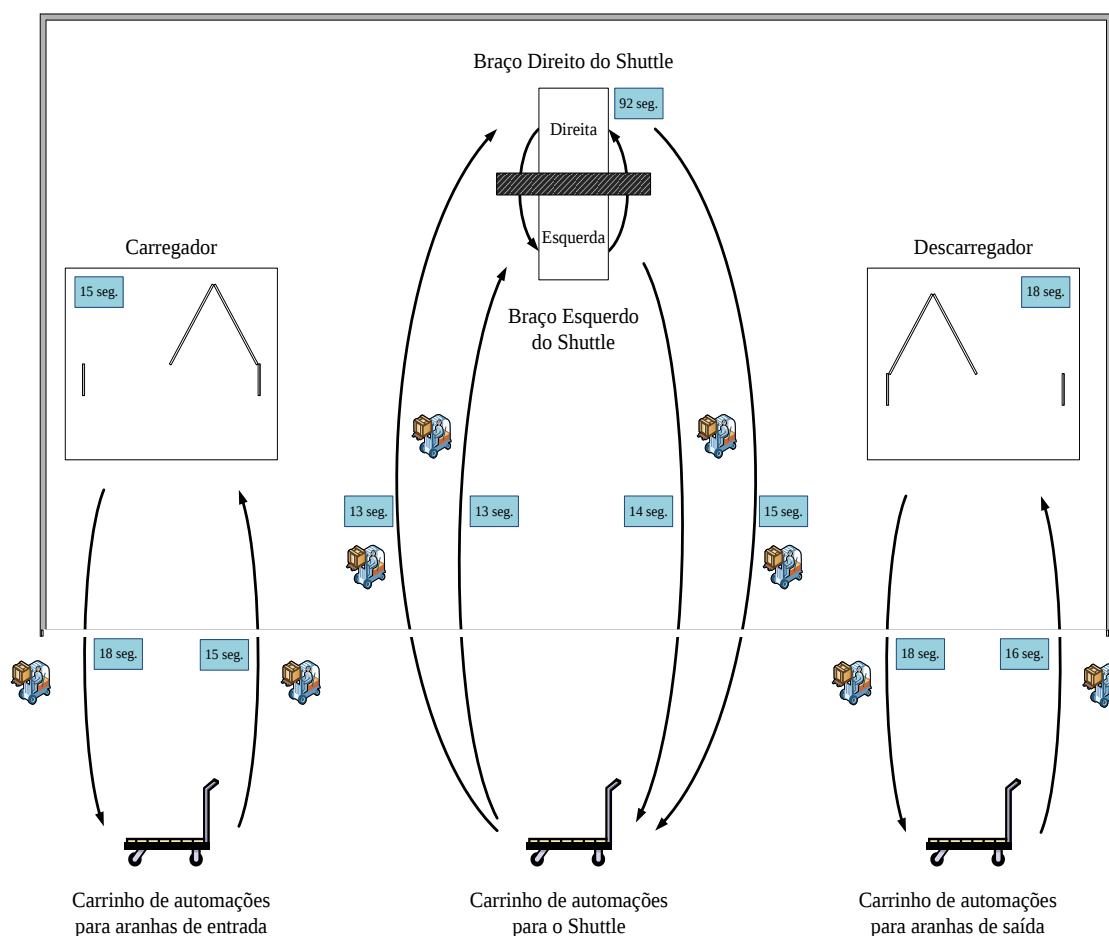


Figura 5.1 – Layout das células de automação

Actualmente, durante a troca os operadores trabalham 2 a 2:

- 2 Operadores procedem à troca das automações do carregador;
- 2 Operadores procedem à troca das automações do descarregador;
- E, finalmente, outros 2 encarregam-se da troca dos *shuttles*.

No entanto, estas equipas não se mantêm fixas durante a troca, ou seja, os operadores vão fazendo o que está, ainda, por fazer quando terminam a operação imediatamente anterior. Assim, sendo verificam-se demasiadas movimentações dentro da célula e em cada posto não existe ritmo de trabalho constante, uma vez que os operadores vão trocando de posições entre si.

Com o objectivo de proceder a um balanceamento da célula e por uma questão de simplificação, irão considerar-se 3 postos de trabalho distintos:

- **POSTO 1** – Carregador;
- **POSTO 2** – *Shuttles*;
- **POSTO 3** – Descarregador.

As operações listadas na Tabela 5.4 estão distribuídas pelos vários postos de trabalho da seguinte forma:

Tabela 5.5 – Distribuição de operações por postos de trabalho

POSTO 1	POSTO 2	POSTO 3
13. Remoção da aranha de entrada;	2. Remoção do <i>shuttle</i> esquerdo;	18. Remoção da aranha de saída;
14. Transporte da aranha de entrada para os carrinhos;	3. Espera para remoção do <i>shuttle</i> direito;	19. Transporte da aranha de saída para os carrinhos;
15. Transporte da nova aranha de entrada para a prensa;	4. Transporte do <i>shuttle</i> esquerdo para os carrinhos;	20. Transporte da nova aranha de saída para a prensa;
16. Espera para colocação da nova aranha de entrada	5. Transporte do novo <i>shuttle</i> direito para a prensa;	21. Espera para colocação da nova aranha de saída;
17. Colocação da nova aranha de entrada	6. Espera para colocação do novo <i>shuttle</i> direito;	22. Colocação da nova aranha de saída;
	7. Remoção do <i>shuttle</i> direito;	
	8. Colocação no novo <i>shuttle</i> direito;	
	9. Transporte do <i>shuttle</i> direito para os carrinhos;	
	10. Transporte do novo <i>shuttle</i> esquerdo para a prensa;	
	11. Espera para colocação do novo <i>shuttle</i> esquerdo;	
	12. Colocação do novo <i>shuttle</i>	

	esquerdo;	
--	-----------	--

No balanceamento das células de automação pretende-se, para um determinado tempo de ciclo projecto, determinar o número de operadores necessário para realizar as operações existentes, proceder ao balanceamento, propriamente dito, da célula e, finalmente, determinar a sua eficiência.

Para aferir quanto ao número total de operadores necessários, é necessário determinar duas variáveis:

$$N_1 = \frac{\sum \text{Durações das operações}}{\text{Tempo de ciclo projecto}}$$

e

$$N_2 = \# \text{ de operações com duração superior a } \frac{\text{Tempo de ciclo projecto}}{2}$$

Depois de determinadas estas duas variáveis, o número de operadores necessários (representado pela letra N) é dado por:

$$N = \text{Max}\{N_1, N_2\}$$

Sabendo o tempo de ciclo projecto pretendido, tendo determinado o número de operadores e dispondo dos tempos de duração de cada operação, pode iniciar-se o balanceamento. Para esse efeito será utilizada uma tabela com o seguinte aspecto:

Tabela 5.6 – Tabela que será utilizada para balanceamento das células de troca de automações

Operador	Operações realizadas	Duração das operações (Seg.)	$\sum$ Durações das operações (Seg.)	Folga (Seg.)	% Folga

Para cada operador, deverão ser preenchidos todos os campos da tabela.

Depois de findo o balanceamento, deverá determinar-se a eficiência do balanceamento, que é dada pela seguinte fórmula:

$$\text{Eficiência de balanceamento} = \frac{\sum \text{Tempos de operações}}{\text{Tempo de ciclo projecto} \times N} \times 100$$

Quando a eficiência de um balanceamento tem um valor muito próximo de 100%, menores são as folgas e as perdas. É desejável que a eficiência seja superior a 95%.

5.2.3.1 Balanceamento do sistema actual

Numa primeira fase irá fazer-se o balanceamento das células, tendo em conta o procedimento actualmente adoptado na troca. Sabe-se que:

- $N=6$ operadores;
- $\sum t_{\text{operações}} = 4 : 08 \text{ minutos} = 248 \text{ segundos}$

POSTO 1

Neste posto utiliza-se, actualmente, a técnica de múltiplos operadores, porque são dois operadores, que em conjunto, desempenham cada operação da troca. Esta é a técnica mais indicada para este posto, porque a característica peso das automações é uma condicionante que não permite que as operações sejam efectuadas por um único operador. Assim, sabendo que $N = 2$ operadores, vem que:

$$\begin{aligned} \text{Tempo de ciclo projecto} &= \frac{\sum \text{Durações das operações}}{N} = \frac{t_{13} + t_{14} + t_{15} + t_{16} + t_{17}}{2} = \\ &= \frac{6 + 18 + 15 + 0 + 9}{2} = \frac{47}{2} = 23,5 \text{ segundos} \end{aligned}$$

$$\text{Eficiência do balanceamento} = \frac{\sum \text{Tempos de operações}}{\text{Tempo de ciclo projecto} \times N} \times 100 = \frac{47}{23,5 \times 2} \times 100 = 100\%$$

POSTO 2

Neste posto utiliza-se, por sua vez, a técnica de operadores multiprocessos, porque cada operador (dos 2 que desempenham funções neste posto) encarrega-se de uma única operação distinta.

Sabendo que $N = 2$ operadores, vem que:

$$\begin{aligned} \text{Tempo de ciclo} &= \frac{\sum \text{Durações das operações}}{N} = \frac{t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8 + t_9 + t_{10} + t_{11} + t_{12}}{2} = \\ &= \frac{6 + 7 + 14 + 13 + 3 + 14 + 23 + 15 + 13 + 19 + 20}{2} = \frac{147}{2} = 73,5 \text{ segundos} \approx 74 \text{ segundos} \end{aligned}$$

A determinação da folga de cada operador apresenta-se na Tabela 5.7.

Tabela 5.7 – Balanceamento do posto 2

Operador	Operações realizadas	Duração das operações (Seg.)	$\sum$ Durações das operações (Seg.)	Folga (Seg.)	% Folga
1	2	6	6	68	
	4	14	20	54	
	5	13	33	41	

	6	3	36	38	
	8	23	59	15	20,3
2	3	7	7	67	
	7	14	21	53	
	9	15	36	38	
	10	13	49	25	
	11	19	68	6	
	12	20	88	0	0

Tempo de ciclo projecto = 88 seg.

$$\text{Eficiência do balanceamento} = \frac{\sum \text{Tempos de operações}}{\text{Tempo de ciclo projecto} \times N} \times 100 = \frac{147}{88 \times 2} \times 100 = 84\%$$

POSTO 3

Neste posto, tal como no posto 1, recorre-se também à técnica de múltiplos operadores.

Sabendo que $N = 2$ operadores, vem que:

$$\begin{aligned} \text{Tempo de ciclo projecto} &= \frac{\sum \text{Durações das operações}}{N} = \frac{t_{18} + t_{19} + t_{20} + t_{21} + t_{21} + t_{22}}{2} = \\ &= \frac{7 + 18 + 16 + 2 + 9}{2} = \frac{52}{2} = 26 \text{ segundos} \end{aligned}$$

$$\text{Eficiência do balanceamento} = \frac{\sum \text{Tempos de operações}}{\text{Tempo de ciclo projecto} \times N} \times 100 = \frac{52}{26 \times 2} \times 100 = 100\%$$

Considerando, agora, a célula constituída pelos postos 1, 2 e 3, deve determinar-se a eficiência global da célula. Assim, tem-se que o tempo de ciclo médio da célula é igual a:

$$\text{Tempo de ciclo} = \frac{\sum \text{Durações das operações}}{N} = \frac{248}{6} = 41,3 \text{ segundos} \approx 41 \text{ segundos}$$

Tendo em conta que o tempo de ciclo projecto da célula corresponde ao tempo de ciclo do operador 2, no posto 2 (88 segundos), a eficiência da célula é igual a:

$$\text{Eficiência da célula} = \frac{\sum \text{Tempos de operações}}{\text{Tempo de ciclo projecto} \times N} \times 100 = \frac{248}{88 \times 6} \times 100 = 47\%$$

A eficiência global de funcionamento da célula é, claramente, inferior a 95%, pelo que é urgente a identificação de desperdícios e sua eliminação.

Tabela 6.2 – Operações actualmente consideradas internas

DIAGRAMA DE ANÁLISE DE OPERAÇÕES DE SETUP NA TAI														
Símbolos			de ocorrência		Tempo (minutos)		Rotina: Actual x Proposta							
Símbolos	    		Processamento	130	2:08:41	Área: Prensas Turno: 2 Equipa: B Responsável: Andreia Simões Data: 22-Set-09								
			Controlo ou inspeção	1	0:03:57									
			Transporte	52	0:33:28									
			Armazenamento	0	0:00:00									
			Espera	45	0:27:00									
Operações externas	#	Descrição da operação										Natureza	Observações	TOTAL
	1	Preparar carros de automação					0:00:00					M		0:00:00
	2	Seleccionar prensas para troca					0:00:00					M		0:00:00
	3	Preparar mesas (se necessário)					0:00:00					M		0:00:00
	4	Preparar alimentador					0:00:00					M		0:00:00
	5	Alinhar grades de protecção					0:00:00					M		0:00:00
	6	Preparar racks para produção seguinte					0:00:00					M		0:00:00
	7	Colocar comutador em reconstrução (alimentador)					0:00:04					M		0:00:04
	8	Colocar P1 em troca					0:00:03					M		0:00:03
	9	1ª START P1					0:02:24					A		0:02:24
	10	Colocar P2 em troca					0:00:17					M		0:00:17
	11	1ª START P2					0:03:36					A		0:03:36
	12	Colocar P3 em troca					0:00:38					M		0:00:38
	13	1ª START P3					0:03:14					A		0:03:14
	14	Colocar P4 em troca					0:00:11					M		0:00:11
	15	1ª START P4					0:01:03					A		0:01:03
	16	Colocar P5 em troca					0:00:17					M		0:00:17
	17	1ª START P5					0:01:54					A		0:01:54

Cada uma das 6 operações apresentadas na tabela anterior pode ser realizada imediatamente depois de ser produzida a última peça do lote. Por exemplo, a operação # 7 pode ser efectuada imediatamente depois de passar pelo alimentador a platina que irá produzir a última peça do lote, a operação # 8 pode ser efectuada imediatamente depois de ser produzida na prensa 1 a última peça do lote e, assim sucessivamente. Por vezes, verifica-se a realização destas operações durante a produção em curso, mas este procedimento não é fixo, o que significa que quando estas operações são efectuadas como internas, existe um aumento desnecessário do tempo de troca. Esta inexistência de coerência introduz variações ao nível do tempo médio necessário para proceder à troca de ferramenta. Assim, propõe-se que as operações de troca externas sejam as seguintes (Tabela 6.3):

Tabela 6.3 – Proposta de operações externas

DIAGRAMA DE ANÁLISE DE OPERAÇÕES DE SETUP NA TAI										
			de ocorrência	Tempo (minutos)	Rotina:					
Símbolos	●	Processamento	120	2:08:41	Atual	z				
	■	Controlo ou inspeção	1	0:03:57	Proposta					
	←	Transporte	52	0:33:28	Área:	Prensas				
	▼	Armazenamento	0	0:00:00	Turno:	2				
	●	Espera	45	0:27:00	Equipa:	B				
					Responsável:	Andreia Simões				
					Data:	22/Set-09				
Operações externas	#	Descrição da operação	●	■	←	▼	●	Natureza	Observações	TOTAL
	1	Preparar carros de automação	0:00:00					M		0:00:00
	2	Seleccionar prensas para troca	0:00:00					M		0:00:00
	3	Preparar mesas (se necessário)	0:00:00					M		0:00:00
	4	Preparar alimentador	0:00:00					M		0:00:00
	5	Abrir grades de protecção	0:00:00					M		0:00:00
	6	Preparar racks para produção seguinte	0:00:00					M		0:00:00
	7	Colocar comutador em reconstrução (alimentador)	0:00:04					M		0:00:04
	8	Colocar P1 em troca	0:00:03					M		0:00:03
	10	Colocar P2 em troca	0:00:17					M		0:00:17
	12	Colocar P3 em troca	0:00:38					M		0:00:38
	14	Colocar P4 em troca	0:00:11					M		0:00:11
	16	Colocar P5 em troca	0:00:17					M		0:00:17
	9	1ª START P1	0:02:24					A		0:02:24
	11	1ª START P2	0:03:36					A		0:03:36
	13	1ª START P3	0:03:14					A		0:03:14
	15	1ª START P4	0:01:03					A		0:01:03
	17	1ª START P5	0:01:54					A		0:01:54
	18	Colocar P6 em troca	0:00:11					M		0:00:11
	19	1ª START P6	0:04:32					A		0:04:32
	20	Troca de lavadora/tubificadora	0:03:03					M		0:03:03
21	Colocar comutador dos 45° em reconstrução	0:00:07					M		0:00:07	

As operações 7, 8, 10, 12, 14 e 16 passam a estar integradas no conjunto das operações externas e terá de se proceder a uma actualização da numeração das actividades.

Neste seguimento e a fim de evitar esquecimentos e dúvidas por parte dos operadores, propõe-se a criação de uma *checklist* (Figura 6.1) que deve ser utilizada antes do início de cada troca de ferramenta.

Figura 6.1 – Checklist⁹

⁹ A figura original pode ser consulta no anexo IV.

Esta *checklist* é constituída por uma tabela com 5 colunas, em que na primeira coluna são numeradas as operações externas, na segunda apresenta-se a sua descrição, a terceira coluna está reservada à natureza automática das operações e a quarta à natureza manual, sendo que a opção aplicável para cada uma das operações já está seleccionada. Por fim, é visível na tabela uma última coluna “*check*”, na qual deverá ser colocada uma marca após a conclusão da respectiva operação. Para além desta tabela, este documento possui também instruções de preenchimento, bem como a clarificação do objectivo da sua utilização.

Os exemplares desta *checklist* foram colocados num *dossier* (Figura 6.2) reservado ao arquivo de toda a documentação necessária à realização das trocas de ferramenta e, que estará disponível na área de trabalho da TA1.



Figura 6.2 – Dossier de arquivo da documentação necessária à realização das trocas

6.1.2 Melhoria de operações internas

6.1.2.1 Instalação de um novo robô nos 45°

Por observação da folha de registos (anexo III) pode constatar-se que do conjunto da automação dos 45° fazem parte, 2 *shuttles* (1 esquerdo e outro direito), uma aranha de saída e duas de entrada (uma esquerda e outra direita). A automação dos 45° está localizada a jusante da prensa 6 e o mecanismo de funcionamento é o seguinte:

- Após a prensagem da (s) peça (s) pela prensa 6, a aranha de saída (ou carregador) transporta-a para o *shuttle*;
- O *shuttle* desliza sobre uns carris, aproximando a (s) peça (s) das aranhas de entrada (descarregadores);

- Caso se trate de uma única peça, uma das aranhas retira-a do *shuttle* e deposita-a no tapete. Quando se produz uma única peça, as aranhas funcionam alternadamente, enquanto que quando se produzem duas peças, as duas aranhas deslocam-se em simultâneo até ao *shuttle*, pegam nas peças e depositam-nas nos tapetes (a aranha de saída direita no tapete direito e a aranha de saída esquerda no tapete esquerdo).

O procedimento descrito anteriormente está descrito na Figura 6.3.

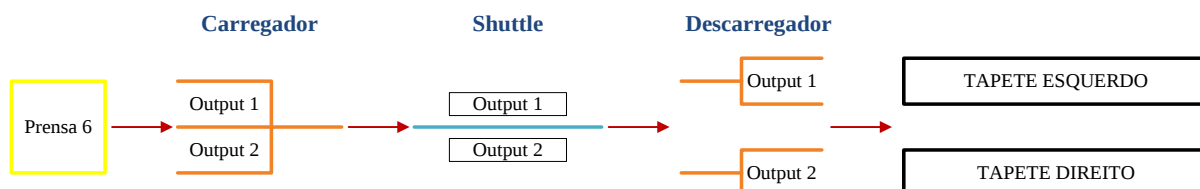


Figura 6.3 – Esquema resumo de funcionamento dos 45°

Entretanto, por razões de adaptação da linha ao novo modelo, foi instalado um robô (Figura 6.5) no fim da linha que permitiu a substituição de toda a automação referida anteriormente, por uma única aranha. Deste modo, actualmente, 2 operadores são o suficiente para proceder à troca dessa aranha e para o fazer só precisam de desempenhar as 6 operações que se apresentam na Figura 6.4:

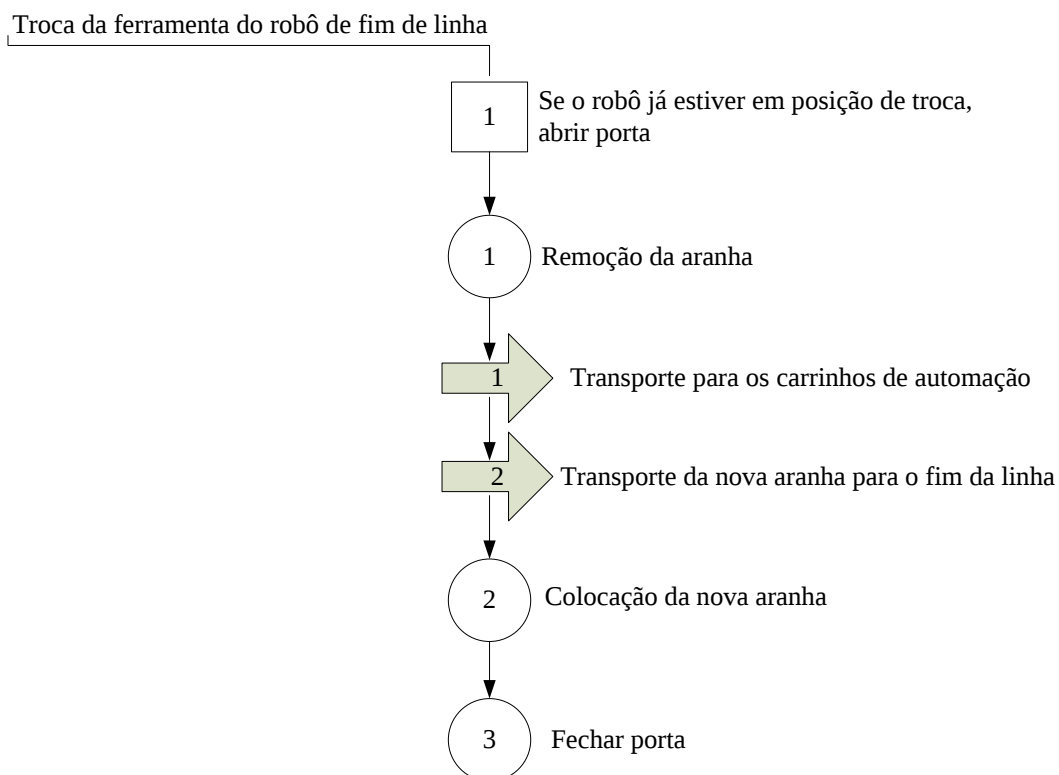


Figura 6.4 – Diagrama de processo da troca de ferramenta do robô de fim de linha

De acordo com a informação recolhida (ver anexo III, ponto III.8), antes da instalação deste robô no fim da linha, o procedimento de troca de automação nos 45° tinha uma duração média de 02:07 minutos, com 6 operadores a procederem à troca. Actualmente, a troca é realizada por apenas 2 operadores e tem uma duração média de 02:04 minutos. A diferença em termos de duração é mínima, no entanto, esta solução permite a desocupação de 4 operadores que ficam disponíveis para adiantar a troca noutras células.



Figura 6.5 – Novo robô de fim de linha

O mecanismo de funcionamento deste robô é o seguinte:

- Após a prensagem da peça pela prensa 6, o robô vai buscá-la, transporta-a imediatamente para o tapete, depositando-a no mesmo. Neste caso, são os tapetes que funcionam alternadamente, porque uma peça é colocada no tapete direito e a seguinte no esquerdo e, assim, sucessivamente. Deste modo, este robô desempenha os papéis de carregador, *shuttle* e descarregador;
- Caso se trate de uma única peça, o robô funciona como referido no ponto anterior. Quando se produzem duas peças, o robô pega nas duas ao mesmo tempo, depositando, primeiro, uma no tapete direito e, de seguida, a outra no esquerdo.

Note-se que este robô recebe a indicação de início de troca de ferramenta ao mesmo tempo que a prensa 6.

6.1.2.2 Colocar 2 operadores em cada célula de automação

Esta proposta de melhoria consiste na colocação de apenas 2 operadores em cada célula de automação durante a troca de automações. Ora, como existem 6 operadores para proceder à

troca das automações, propõe-se a criação de 3 equipas, cada uma delas constituída por 2 operadores. Cada equipa será responsável por duas células.

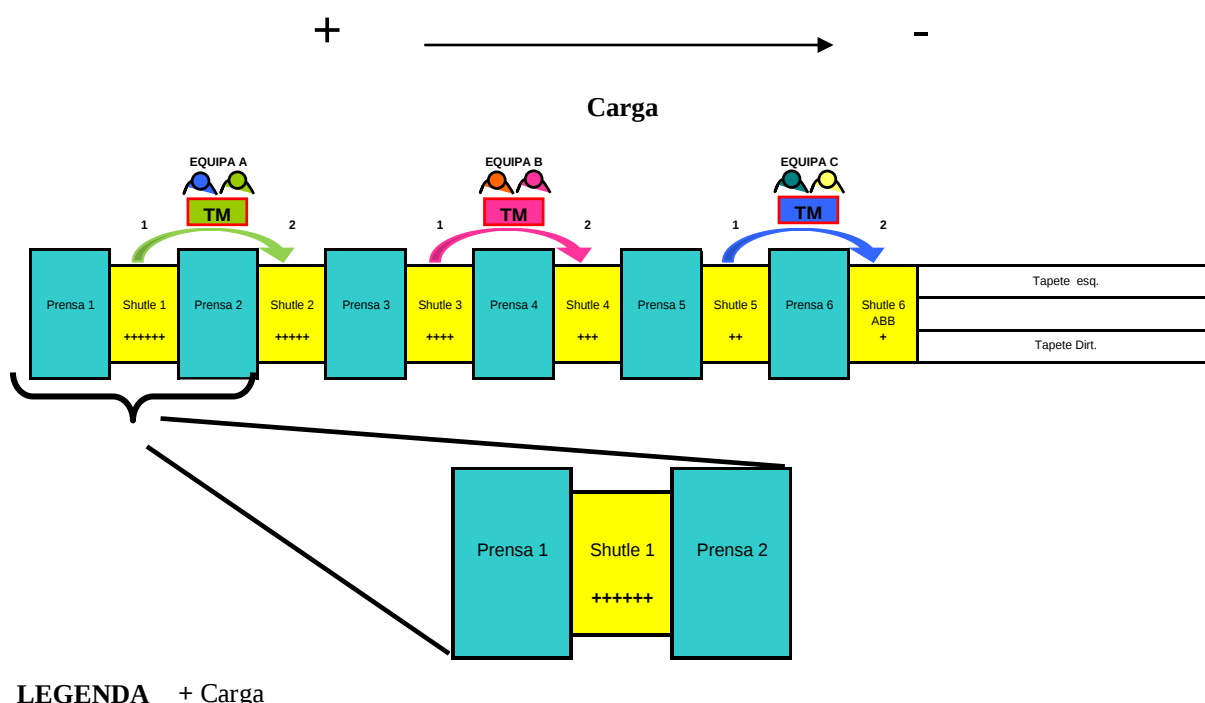
Considerando as equipas identificadas com letras de A a C, existem duas configurações possíveis para a atribuição das células:

CONFIGURAÇÃO 1

Esta configuração propõe que:

- A equipa A fique com as células 1 e 2;
- A equipa B com as células 3 e 4;
- E, finalmente, a equipa C com a célula 5 e o robô de fim de linha.

O *layout* desta configuração apresenta-se na Figura 6.6.



LEGENDA + Carga

Figura 6.6 – Layout referente à configuração 1

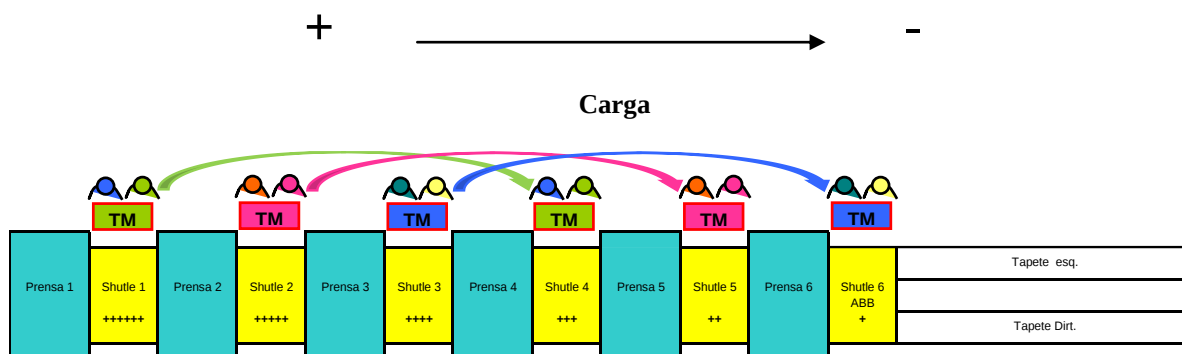
Ponto-chave – No interior de cada célula de automação, continua a utilizar-se a técnica de múltiplos operadores nos postos 1 e 3 (Carregador e Descarregador, respectivamente) e a técnica de operadores multiprocessos no posto 2 (*Shuttles*).

CONFIGURAÇÃO 2

Nesta configuração, por sua vez, pretende-se que:

- A equipa A fique com as células 1 e 4;
- A equipa B com as células 2 e 5;
- E, finalmente, a equipa C com a célula 3 e o robô de final de linha.

Ou seja, como se pode ver na Figura 6.7,



LEGENDA + Carga

Figura 6.7 – Layout referente à configuração 2

Como se pôde ver nas figuras 6.6 e 6.7, as configurações apresentam diferenças, sendo que cada uma delas apresenta vantagens e desvantagens. A comparação entre as duas configurações, relativamente a determinados pontos-chave, é feita na Tabela 6.4.

Tabela 6.4 – Comparação entre as configurações 1 e 2

	CONFIGURAÇÃO 1	CONFIGURAÇÃO 2
Deslocação dos operadores	Minimiza (cada equipa tem de percorrer 0,5 metros até chegar à próxima célula)	Não minimiza (cada equipa tem de percorrer 2 metros até chegar à próxima célula)
Disponibilização das primeiras células da linha	Mais tarde	Mais cedo
Arranque da produção	Mais tarde	Mais cedo

Embora a configuração 1 possibilite a minimização das deslocações dos operadores, não permite uma disponibilização rápida e consecutiva das primeiras células da linha, o que atrasa o enchimento da linha/arranque da produção. Por sua vez, a configuração 2 não minimiza as deslocações dos operadores, mas garante que o enchimento da linha se inicia o mais cedo possível, dado que a disponibilização das primeiras células da linha é feita mais cedo.

Com o objectivo de verificar com qual das duas configurações se obtinham melhores resultados, foram efectuados dois testes, um à configuração 1 e outro à 2. Os resultados desses testes apresentam-se na Tabela 6.5.

Tabela 6.5 - Resultado do teste realizado com recurso à utilização das duas configurações na troca de automações

	CONFIGURAÇÃO 1	CONFIGURAÇÃO 2
	TESTE EXPERIMENTAL I	TESTE EXPERIMENTAL I
Tempo puro de troca	0:18:01	0:15:37
Tempo de arranque de produção	0:04:59	0:05:13
Total	0:23:00	0:20:50
Início da troca de automações	0:05:03	0:05:16
Duração total da troca de automações	0:12:58	0:10:21
Duração da troca de automações/célula*	0:02:36	0:02:04

* A troca de automações termina no instante correspondente ao fim do tempo puro de troca.

Após observação dos resultados dos testes realizados, constata-se que quando se utiliza a configuração 2 durante a troca das automações, o tempo total dispendido em troca de ferramenta é menor do que quando se utiliza a configuração 1. Na origem desta diferença deverá estar o facto do arranque à nova produção se iniciar mais tarde, quando se utiliza a configuração 1, devido à disponibilização mais morosa das primeiras células da linha. Perante estes resultados, irá optar-se pela utilização da configuração 2 para proceder à troca das automações.

6.1.2.3 Alteração da ordem de execução da troca das automações

O objectivo desta proposta de melhoria é que cada equipa inicie a troca das automações pela estação à sua direita. Por exemplo, tendo em conta a configuração 2, a equipa A deverá iniciar a troca pela estação 1 e passar de seguida à estação 4 (vide figura anterior). As razões que estão na base desta proposta de melhoria são:

- **Questões ergonómicas** – o peso das automações decresce da prensa 1 para a 6, o que é consequência do peso da peça, pois no início do processo de produção a matéria-prima é uma chapa de metal que à medida que avança no processo de transformação se torna mais leve (devido à perda de material quando é submetida às prensas de corte). No fim do processo de produção, a peça final é mais leve e, por conseguinte, as dimensões das automações que as transportam são menores, o que as torna também mais leves.

Actualmente, os operadores fazem a troca das automações das mais leves para as mais pesadas. À medida que vão recuando da prensa 6 para a 1, tanto o cansaço muscular como o peso das automações são directamente proporcionais, logo os operadores fazem a troca das automações mais pesadas quando estão mais cansados. Assim, propõe-se que os operadores (divididos em 3 equipas de 2) efectuem a troca das automações mais pesadas em primeiro lugar e que vão diminuindo a carga e, consequentemente, a tensão muscular à medida que avançam da prensa 1 para a 6. Desta forma, embora o cansaço dos operadores aumente, o incremento é cada vez menor, dado que a carga diminui.



Figura 6.8 – Esquema resumo da sequência de troca para cada equipa

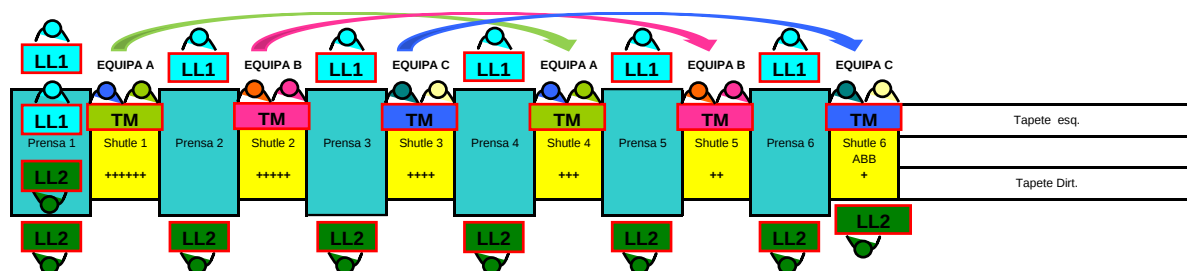
- **Enchimento da linha/Arranque da produção** – para além das melhorias a nível ergonómico, a alteração da ordem de execução da troca de automações permitirá, também, o enchimento da linha à medida que as trocas nas células vão ficando concluídas. Assim, é possível arrancar com a produção e fazer os ajustes que sejam necessários enquanto a troca ainda está a terminar.

Ponto-chave – Para implementação das duas propostas anteriores (“Colocar 2 operadores em cada célula de automação” e “Alteração da ordem de execução da troca das automações”) é essencial a existência do elemento rotatividade de operadores de troca para troca. Esta medida é fundamental para evitar lesões por esforço repetitivo (LER), que são lesões musculares provocadas pela duração, intensidade e frequência do trabalho repetitivo. Estas lesões afectam principalmente os membros superiores, com incidência no punho, na mão, no cotovelo, no ombro e pescoço, mas podem também afectar os joelhos, os tornozelos, inclusive causar danos na coluna vertebral. No início os trabalhadores começam com queixas de cansaço ou de

leve dor no final de um dia de trabalho, que melhora com o descanso à noite e aos fins-de-semana. Mas com a continuidade do trabalho intenso e repetitivo, agrava-se o quadro clínico do operador, pois as dores ficam mais fortes e duram mais tempo, levando a situações de incapacidade temporária ou permanente.

Assim,

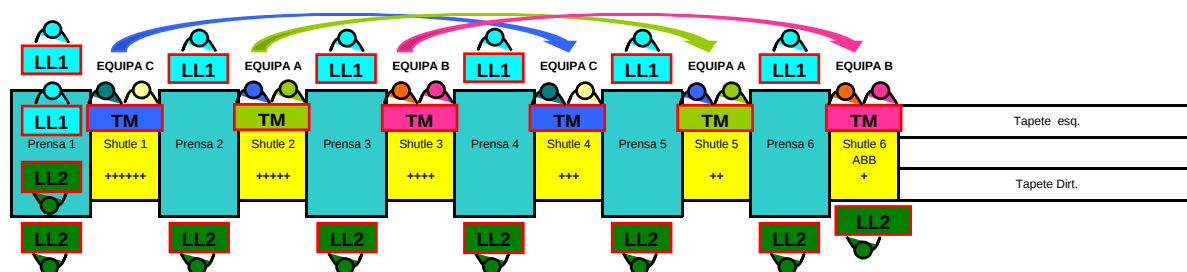
- Na troca I (ver Figura 6.9) equipa A faz a troca das automações nas células 1 e 4, a equipa B nas células 2 e 5 e a equipa C na célula 3 no robot de fim de linha.



LEGENDA + Carga

Figura 6.9 – Posicionamento das equipas na troca I

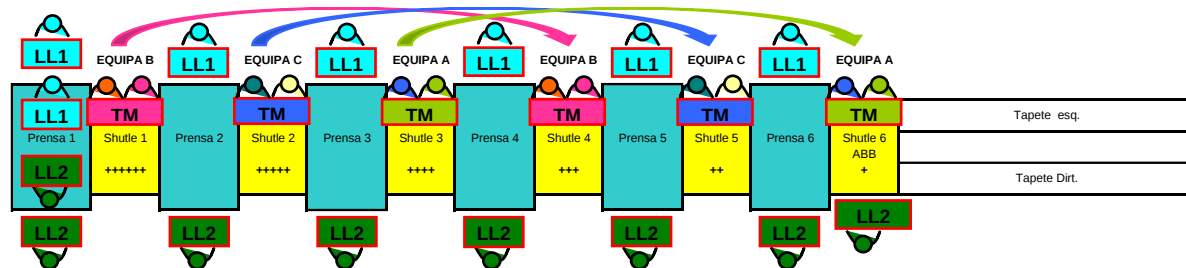
- Na troca II (ver Figura 6.10) a equipa C faz a troca das automações nas células 1 e 4, a equipa A nas células 2 e 5 e a equipa B na célula 3 no robot de fim de linha;



LEGENDA + Carga

Figura 6.10 – Posicionamento das equipas na troca II

- Na troca III (ver Figura 6.11) a equipa B faz a troca das automações nas células 1 e 4, a equipa C nas células 2 e 5 e a equipa A na célula 3 no robot de fim de linha.



LEGENDA + Carga

Figura 6.11 – Posicionamento das equipas na troca III

Neste seguimento e a fim de evitar esquecimentos e dúvidas por parte dos operadores, propõe-se a criação de planos de controlo (ver anexo IV). Estes planos de controlo apresentam-se nas figuras seguintes e devem ser utilizados em cada troca de ferramenta e arquivados no *dossier* de arquivo da documentação necessária à realização das trocas, tal como as *checklists*.

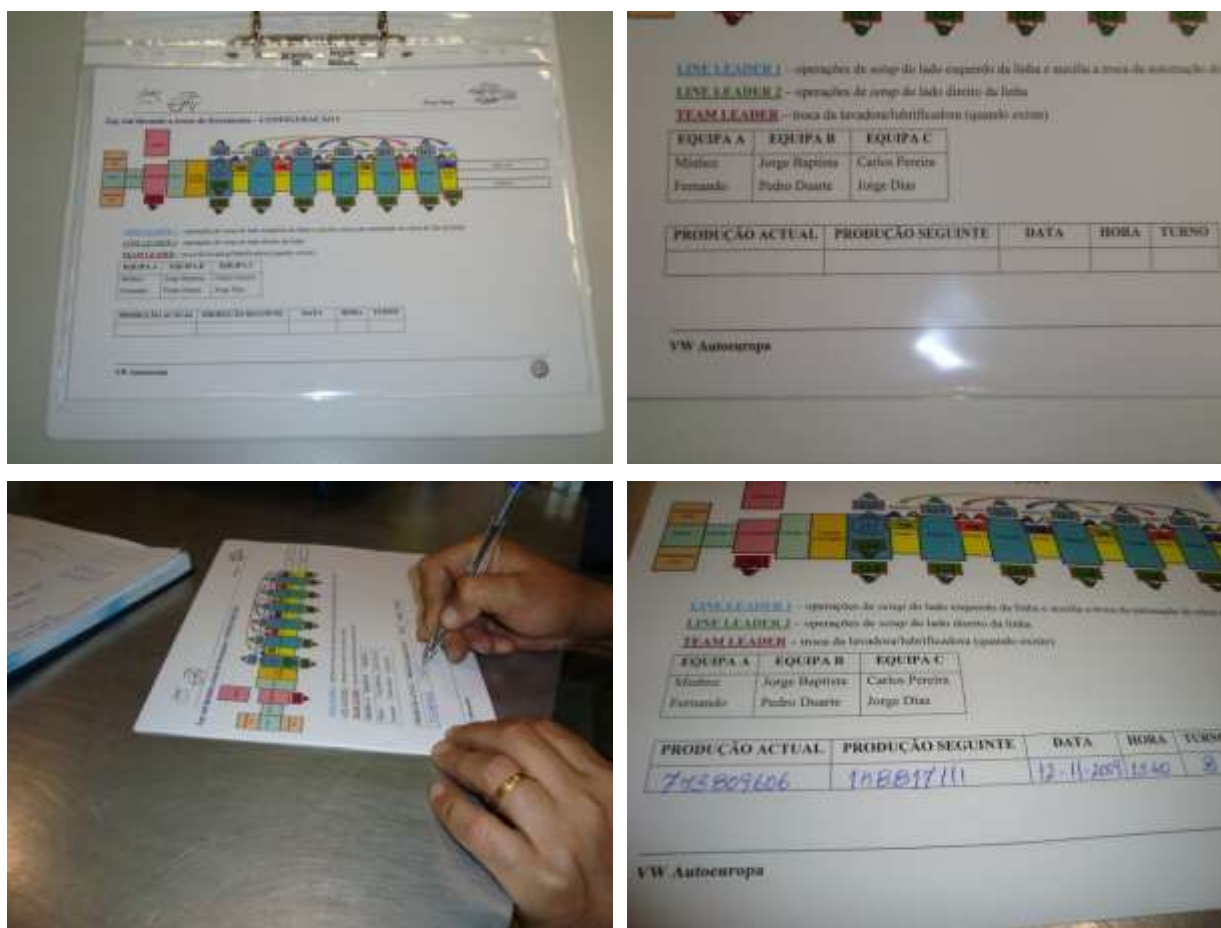


Figura 6.12 – Plano de controlo

O plano de controlo contém a seguinte informação:

- Layout durante a troca de ferramenta;
- Funções do LL1, LL2 e TM;

- Constituição das equipas;
- E uma tabela com as colunas Produção Actual, Produção Seguinte, Data, Hora e Turno.

Na tabela, toda a informação deverá ser preenchida para que não existam dúvidas relativamente ao *layout* a seguir na troca de ferramenta seguinte.

Ao todo existem três planos de controlo e embora todos contenham basicamente a mesma informação, num apresenta-se o posicionamento na troca I, noutra o posicionamento na troca II e no último o posicionamento na troca III.

Para comprovar a eficiência das propostas apresentadas para melhoria das operações internas, foram realizados somente três testes e para cada um deles não foi possível construir o diagrama de análise de operações. A realização de um número reduzido de testes e a impossibilidade de construção desse diagrama advêm do insuficiente tempo máquina em produção desde a terceira semana do mês de Agosto (fim do *shutdown* de Verão da fábrica). Durante o *shutdown* foi instalado o novo robô de fim de linha na TA1, no entanto, o período de testes ultrapassou largamente o fecho da fábrica, o que provocou elevados tempos de paragem da máquina para afinações e, por conseguinte, atrasos na produção. Para além disto, registou-se um elevado número de avarias na linha no período após *shutdown*. Como a recolha de dados *before* SMED se iniciou na primeira semana imediatamente após o fecho, a data de conclusão do estágio foi 23 de Outubro de 2009 e, finalmente, como não houve continuidade na empresa, não foi possível continuar a acompanhar o processo e, por conseguinte, fazer mais testes.

Os resultados dos testes realizados foram os que se apresentam na Tabela 6.6.

Tabela 6.6 – Resultados dos testes realizados após implementação das propostas de melhoria para operações internas (utilização da configuração 2 na troca de automações)

	TESTE I	TESTE II	TESTE III	MÉDIA
Tempo puro de troca	0:16:25	0:14:54	0:14:49	0:15:23
Tempo de arranque de produção	0:05:48	0:05:45	0:04:37	0:05:23
Total	0:22:13	0:20:39	0:19:26	0:20:46
Início da troca de automações	0:05:45	0:04:35	0:04:47	0:05:02
Duração total da troca de automações	0:10:40	0:10:19	0:10:02	0:10:20
Duração da troca de automações/célula*	0:02:08	0:02:04	0:02:00	0:02:04

* A troca de automações termina no instante correspondente ao fim do tempo puro de troca.

Por exemplo, a troca de automações no teste I termina aos 16:25 minutos.

Por observação da tabela anterior pode constatar-se que, após implementação das propostas para melhoria das operações internas, a duração média da troca de ferramenta foi de 20:46 minutos, dos quais 15:23 minutos correspondem a tempo puro de troca e 5:23 minutos ao arranque da nova produção. Todas estas durações sofreram diminuições relativamente ao processo inicial, tal como se pode ver pela Figura 6.13.

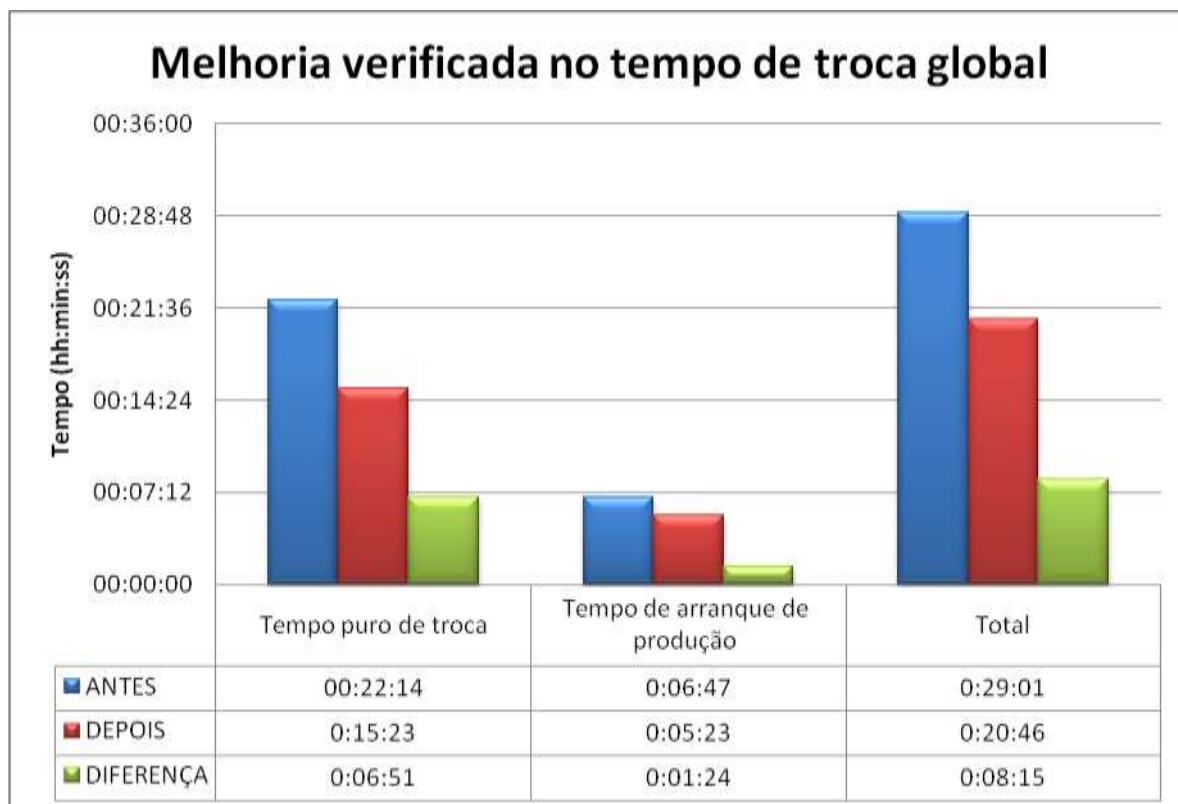


Figura 6.13 – Melhoria verificada no tempo de troca global

Depois de implementadas as propostas de melhoria anteriormente apresentadas, verifica-se uma diminuição de 06:51 minutos na duração do tempo puro de troca, como se pode ver pela Figura 6.13. Essa diminuição representa uma melhoria de 31% em relação ao tempo puro de troca do procedimento original. No que diz respeito à duração do arranque da nova produção, houve um decréscimo de 01:24 minutos, que corresponde a uma melhoria de 21%. Finalmente, considerando a duração da troca de ferramenta no seu todo, constata-se que houve uma melhoria de 08:15 minutos, que correspondem, por sua vez, a uma melhoria global de 28%. Este valor fica um pouco aquém dos 45% que seriam desejáveis com a implementação do SMED, no entanto, para além de melhorias ao nível da troca das automações, seria também necessário implementar melhorias que tivessem impacto directo sobre a duração do procedimento de troca das mesas. Mas, para isso, é necessário algum investimento por parte da organização, uma vez que, o processo actual já está extremamente optimizado, e como não

havia disponibilidade imediata de capital para proceder à implementação dessas propostas, elas serão apresentadas no subcapítulo 6.2.

Para além desta análise, com os dados disponíveis na Tabela 6.6 é, igualmente, possível estudar a duração da troca de automações. As alterações ocorridas são visíveis na Figura 6.14.

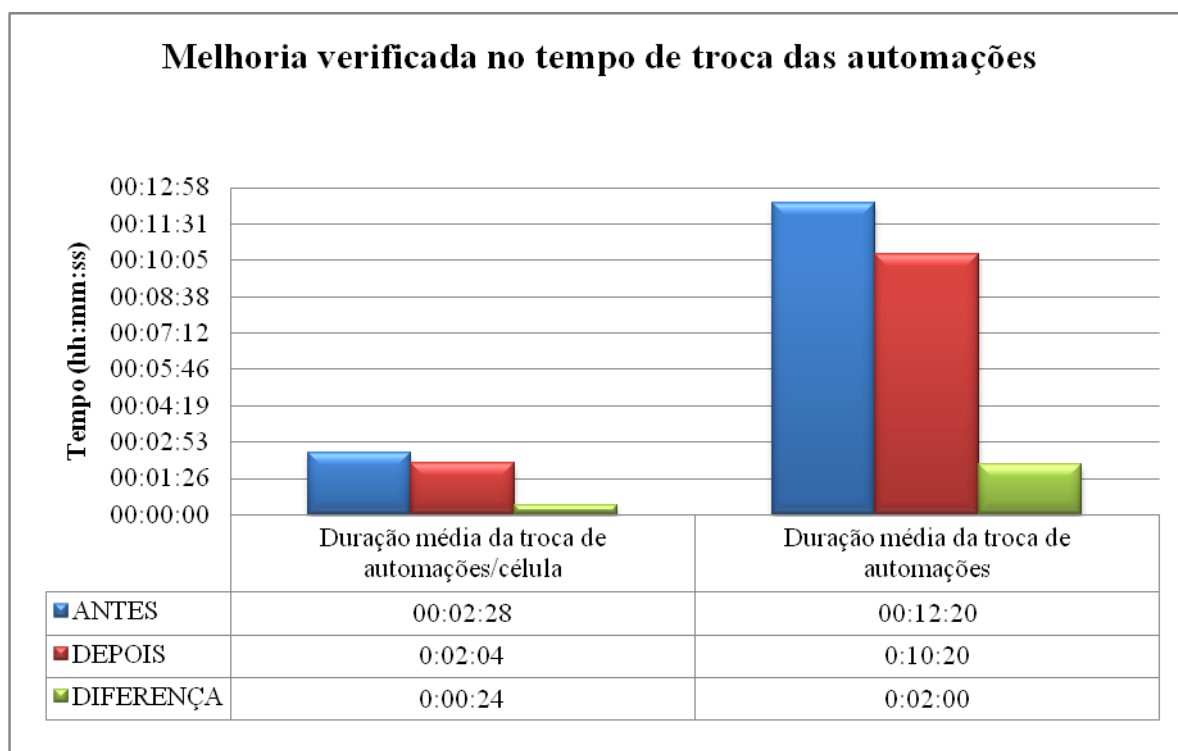


Figura 6.14 – Melhoria verificada no tempo de troca das automações

Depois de implementadas as melhorias propostas, o procedimento de troca das automações passa a ter uma duração média de 2:04 minutos/célula, enquanto que antes tinha uma duração de 2:28 minutos/célula. A diminuição é de 00:24 segundos/célula, o que representa uma melhoria de 16%. Globalmente (isto é, para todo o procedimento de troca de automações), esta diminuição é de 02:00 minutos e corresponde, por sua vez, também a uma melhoria de 16%. Resumindo, com a implementação das propostas de melhoria apresentadas, actualmente, a troca de automações tem uma duração de 10:20 minutos.

6.2 Propostas de melhoria a médio e longo prazo

O estado do sector automóvel, directamente resultante da instabilidade económica mundial que se vive actualmente, teve como consequências nas unidades fabris a imposição da necessidade de retenção ou mesmo diminuição de custos, bem como a diminuição dos volumes de produção, que se revelam insuficientes para preencher a capacidade disponível. A Volkswagen não é excepção e deste modo, a realização de investimentos não prioritários foi adiada para um momento de recuperação económica, dado que a actual capacidade utilizada na fábrica da AutoEuropa é de 43%, valor que inviabiliza a realização de projectos com custos muito elevados.

O objectivo deste capítulo é, precisamente, a apresentação de propostas de melhoria que implicam um determinado investimento por parte da empresa.

Para fazer recomendações à organização e auxiliar a tomada de decisões serão elaborados estudos prévios de custo-benefício dos investimentos requeridos para cada proposta apresentada. Para o efeito, serão desprezados os efeitos das taxas de juros e da inflação.

6.2.1 Melhoria de operações internas

6.2.1.1 Criação de um plano de manutenção preventiva

No capítulo anterior verificou-se que o tempo médio dispendido em troca de mesas é igual a 19:12 minutos, que este valor representa 66% do tempo médio observado para uma troca de ferramenta completa e que duas das operações que mais contribuem para esta duração média são “1º START” e “2º START”.

1º START

Esta é uma actividade de origem automática, mas que só se inicia depois da operação manual “Colocar P_y em troca”, em que $y = 1,2,3,4,5 \text{ e } 6$. Na origem dum aumento da duração desta operação estão problemas com sensores e avarias nuns componentes mecânicos, os *Berg's*, que são responsáveis pelo acoplamento da ferramenta. A fim de minimizar a ocorrência de problemas com os sensores e avarias nos *Berg's*, propõe-se a criação de um plano de manutenção preventiva.

2º START

À semelhança do que se passa com o 1º START, esta é também uma actividade automática, que se inicia após a operação manual “Arr. 2º START”. Os motivos para um aumento da duração desta operação são os mesmos referidos para o 1º START e as propostas de melhoria também.

A proposta de melhoria feita para “1º START” e “2º START” implica:

- A indisponibilidade da máquina durante os turnos de produção, o que representa um custo de 838,35€/h (custo hora de não produção na TA1) acrescido do custo da MOD que é de 26,47€/h, o que dá um total de 868,82€/h.

Ou

- A necessidade de laboração em *overtime*, que representa, por sua vez, um custo de 26,47€/h.operador ao sábado e 38,24€/h.operador ao domingo. Dado que a TA1 não produz durante o fim-de-semana, o custo de fazer manutenção ao sábado e domingo é igual ao custo da MOD. Assim, vem que:



Figura 6.15 – Custo/h.dia da semana de fazer manutenção

O facto de não se fazer manutenção preventiva prende-se com a necessidade de redução de custos, no entanto, e como já foi referido anteriormente, a TA1 não produz ao fim-de-semana e, por conseguinte, quando surgem problemas é durante a semana, o que pode originar uma paragem na linha de horas. Deste modo, aquilo que se deixa de gastar em manutenção preventiva, que podia ser feita ao fim-de-semana a um custo mais baixo, acaba por se pagar

durante a semana quando ocorrem problemas, o que origina um custo/h maior e a multiplicar pelo número de horas de paragem.

Quando existem problemas com os sensores ou com os *Berg's* no decorrer do 1º START ou 2º START, vai inevitavelmente verificar-se um aumento do tempo de troca.

6.2.1.2 Implementação de um sistema de troca automática de mesas a partir da prensa 2

Para além das actividades “1º START” e “2º START”, mencionadas no ponto anterior, também a actividade “Troca de mesas e fechar portas” tem uma grande contribuição para a duração média do procedimento de troca de mesas.

A operação “Troca de mesas e fechar portas” é manual, pois o comando que permite a saída e entrada de mesas tem de ser premido durante toda a troca de mesas, assim como o comando que permite o fecho da porta também tem de se manter premido durante todo o fecho. Deste modo, a presença constante de um operador é condição necessária.

O facto desta actividade ser manual prende-se com questões de segurança e a necessidade da presença constante de um operador serve, precisamente, para garantir que não existem obstáculos (pessoas e/ou objectos) na área circundante às mesas. Assim, a dificuldade de tornar esta actividade automática está na necessidade de arranjar soluções que garantam a segurança. Em termos de tempo de troca, o facto desta operação ser manual implica que o operador responsável pelo seu desempenho tenha de aguardar que a troca seja concluída para, de seguida, fechar a porta e, finalmente, iniciar a troca de mesas noutra prensa.

Para conseguir tornar esta operação automática propõe-se a seguinte solução:

- Programar as prensas, de P2 a P6, para que a troca se inicie automaticamente após a ordem do operador. Antes de dar a ordem de arrancar com a troca de mesas, através do comando existente para o efeito, o operador deverá fazer uma verificação visual da inexistência de obstáculos na área circundante às mesas e dentro da prensa. Após essa verificação e se não existirem quaisquer obstáculos, o operador poderá dar início à troca das mesas pressionando o comando. A verificação visual deverá ser feita prensa a prensa, enquanto que o arranque à troca de mesas de P2 a P6 deverá ser feito em P2 através de um comando existente para o efeito. O arranque à troca das mesas é feito pelo LL2 quando as mesas saem para a direita e pelo LL1 quando as mesas saem para a esquerda, no entanto, em cada troca de mesas, a verificação visual deverá ser feita por ambos (o LL1 vigia o lado esquerdo da linha e o LL2, o lado direito). Após

verificação visual, aquele LL que não tiver de dar o arranque à troca das mesas deverá deslocar-se para o outro lado da linha para auxiliar o LL que desempenha funções desse lado;

- Assim como o comando que permite a troca das mesas está programado para permitir o desempenho desta operação de P2 a P6, também os restantes comandos e comutadores, deverão estar programados para o desempenho de operações de P2 a P6;
- Como a inspecção visual não é suficiente para garantir a segurança, propõe-se igualmente a utilização de uns tapetes, com uma largura tal que torne a sua transposição impossível sem a necessidade de contacto. Quando os tapetes são pisados, a troca das mesas é imediatamente interrompida. Como os tapetes estão ligados ao painel central da prensa por meio de relés de segurança, quando são pisados, o seu sistema programável emite uma ordem de cessar movimento, que assim que é recepcionada pelo PLC (*Programmable Logic Controller*) da prensa imobiliza imediatamente as mesas. Quando isto ocorre, a troca das mesas só é retomada após nova ordem por parte do operador.

Um tapete de segurança tem o seguinte aspecto:



Figura 6.16 – Parte superior do tapete de segurança

Figura 6.17 – Parte inferior do tapete com relés de segurança

Os tapetes terão de ser colocados a jusante e a montante das prensas (ver Figura 6.18) e para garantir segurança um tapete 1600×1300 mm, em cada um dos lados, é o suficiente.

Em P1, tal como nas outras prensas, também se irão colocar tapetes, mas somente com o objectivo de abolir as grades de segurança. Nesta prensa não é possível adoptar a troca automática de mesas, uma vez que é necessário trocar a automação que faz o transporte da platina que vem do alimentador para a prensa 1. Para trocar esta automação o espaço referente

a P1 tem de estar vazio, isto é, sem mesas, para facilitar o acesso à automação. Deste modo, sai de P1 a mesa da produção corrente, os operadores trocam a automação e só depois é que entra a mesa da produção seguinte.

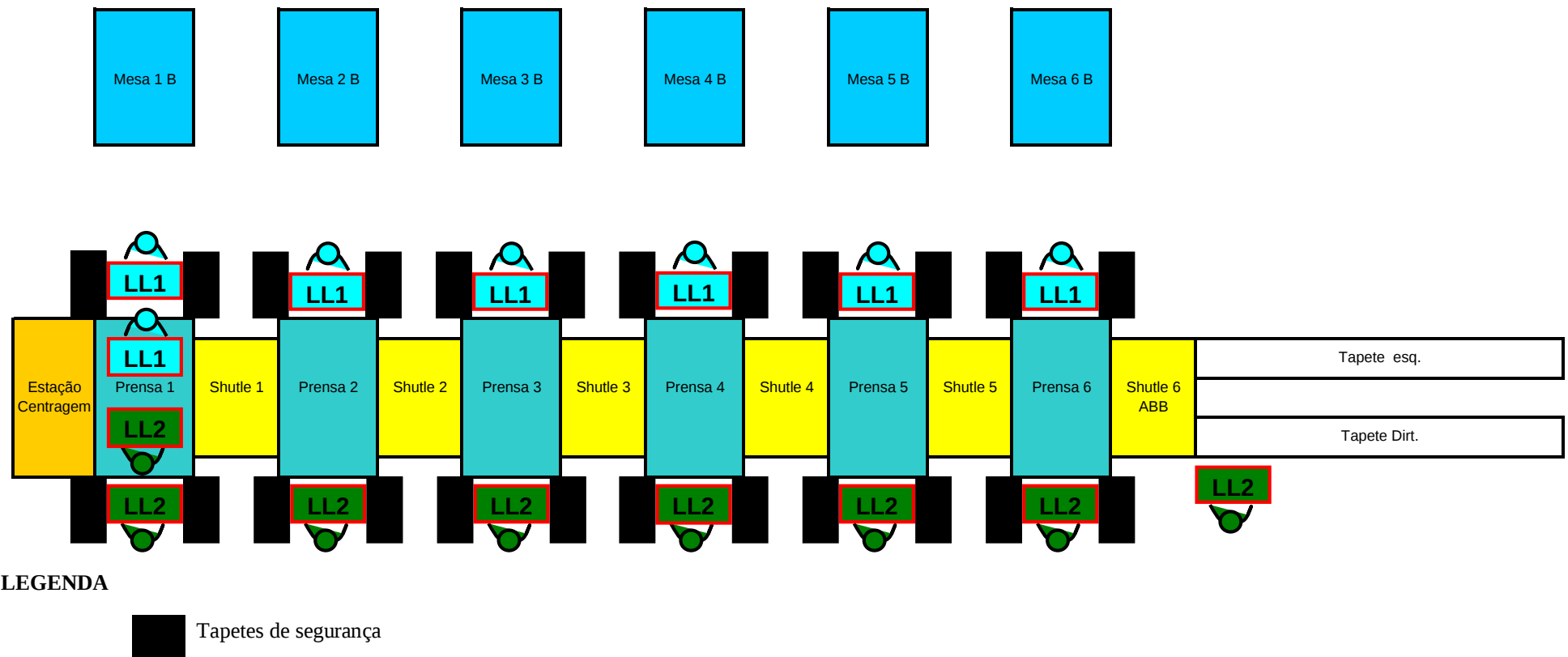


Figura 6.18 – Disposição dos tapetes de segurança

Na figura anterior pode ver-se que os tapetes ficam ligeiramente por baixo das mesas. Através de testes realizados com o tapete de teste disponível, constatou-se que se assim for, o tapete não interfere com o deslizamento das mesas nos carris.

Em termos de investimento, esta solução tem custos com material, montagem, programação e cablagem.

Material

O custo do material necessário é o que se apresenta na Tabela 6.7.

Tabela 6.7 – Custos unitários do material necessário

Posição	Quantidade	Designação	Preço Unitário
1	1	TAPETE DE SEGURANÇA Dimensão: 1600×1300 mm Com resguardos e cantos de alumínio	1490,00€
2	23	Idem Fornecimento de 23 unidades	1380,00€
3	1	TAPETE DE SEGURANÇA Dimensão: 1600×1300 mm Com resguardos em borracha vulcanizada	1320,00€
4	23	Idem Fornecimento de 23 unidades	1320,00€
5	1	Relés de segurança	94,83€

NOTA: Estes custos não contemplam montagem e ainda estão sujeitos à taxa do IVA legal em vigor.

Ao todo são necessários 24 tapetes, no entanto, só se dispõe do custo unitário de cada tapete para o fornecimento de 23 unidades. Para a análise de viabilidade do investimento vai considerar-se o custo unitário conseguido com a encomenda de 23 unidades, desprezando-se, assim, o desconto de quantidade que se poderia ter com a encomenda de 24 tapetes. Propõe-se a aquisição dos tapetes com resguardos em borracha vulcanizada e para cada tapete é necessário um relé de segurança.

$$\text{Custo do material} = \text{Custo dos tapetes} + \text{Custo dos relés} = (24 \times 1.320) + (24 \times 94,83) = 31.680\text{€} + 2.275,92\text{€} = 33.955,92\text{€}$$

$$\text{Custo do material (com IVA)} = 33.955,92\text{€} \times (1 + 0,2) = 40.747,10\text{€}$$

Montagem, programação e cablagem

A montagem, programação e cablagem têm de ser feitos em *overtime* por técnicos competentes da *press shop*, o que significa que o custo desta parcela do investimento é igual ao custo da MOD a trabalhar em *overtime*. Considerando que são necessários 6 turnos (1 fim-de-semana com 3 turnos ao sábado e 3 ao domingo) e que o custo da MOD é o que se apresenta na tabela seguinte:

Tabela 6.8 – Custo da MOD a laboral em *overtime*

	Sábado (100%)	Domingo ($\approx$ 150%)
Custo da MOD (€/h.operador)	26,47	38,24

Vem que,

$$\begin{aligned}
 \text{Custo de programação, cablagem e montagem} &= \text{Custo MOD}_{\text{Sábado}} + \text{Custo MOD}_{\text{Domingo}} = \\
 &= \left[(\# \text{ de turnos}) \times \left(\# \text{ de } \frac{\text{operadores}}{\text{turno}} \right) \times \left(\# \text{ de horas de } \frac{\text{trabalho}}{\text{turno}} \right) \times \left(\frac{\text{€}}{\text{h}} \cdot \text{operador}_{\text{Sábado}} \right) \right] + \\
 &+ \left[(\# \text{ de turnos}) \times \left(\# \text{ de } \frac{\text{operadores}}{\text{turno}} \right) \times \left(\# \text{ de horas de } \frac{\text{trabalho}}{\text{turno}} \right) \times \left(\frac{\text{€}}{\text{h}} \cdot \text{operador}_{\text{Domingo}} \right) \right] = \\
 &= (3 \times 2 \times 8 \times 26,47) + (3 \times 2 \times 8 \times 38,24) = 1.270,56 + 1.835,52\text{€} = 3.106,08\text{€}
 \end{aligned}$$

Assim sendo, o custo total do investimento é igual a

$$\begin{aligned}
 \text{Custo do material (com IVA)} + \text{Custo de programação, cablagem e montagem} &= 40.747,10\text{€} + \\
 + 3.106,08\text{€} &= 43.853,18\text{€}
 \end{aligned}$$

Com a implementação de um sistema como este prevê-se que:

- O número de operações necessárias para proceder à troca das mesas seja reduzido;
- Que o número de esperas seja reduzido;
- Que a duração das esperas que permanecem seja reduzida;
- Que o tempo dispendido com abertura e fecho de grades de segurança seja eliminado.

Na tabela seguinte apresentam-se as alterações esperadas para o procedimento de troca de mesas, quando se recorre à utilização do sistema proposto.

Tabela 6.9 – Operações de troca internas para procedimento de troca automática de mesas

	Start time	Duration	Segundos			Minutos			Operador
			Start time	Duration	End time	Start time	Duration	End time	
1º START P1	0:00:00	0:02:27	0,00	147,00	147,00	0,00	2,45	2,45	AUT.
Colocar em troca P2 a P6	0:00:00	0:00:11	0,00	11,00	11,00	0,00	0,18	0,18	LL1
1º START P2	0:00:11	0:03:04	11,00	184,00	195,00	0,18	3,07	3,25	AUT.
1º START P3	0:00:11	0:03:02	11,00	182,00	193,00	0,18	3,03	3,22	AUT.
1º START P4	0:00:11	0:01:53	11,00	113,00	124,00	0,18	1,88	2,07	AUT.
1º START P5	0:00:11	0:02:13	11,00	133,00	144,00	0,18	2,22	2,40	AUT.
1º START P6	0:00:11	0:03:17	11,00	197,00	208,00	0,18	3,28	3,47	AUT.
Troca de lavadora/lubrificadora	0:00:00	0:03:05	0,00	185,00	185,00	0,00	3,08	3,08	TL
Colocar novo número de programa	0:03:28	0:00:07	208,00	7,00	215,00	3,47	0,12	3,58	LL2/LL1*
Espera por OP para proceder à troca das mesas em P1	0:02:27	0:00:00	147,00	0,00	147,00	2,45	0,00	2,45	LL1/LL2*
Saída da mesa	0:02:27	0:00:56	147,00	56,00	203,00	2,45	0,93	3,38	LL1/LL2*
Fechar porta	0:03:23	0:00:08	203,00	8,00	211,00	3,38	0,13	3,52	LL1/LL2*
Espera para entrada da mesa	0:03:31	0:05:32	211,00	332,00	543,00	3,52	5,53	9,05	LL1/LL2*
Entrada de mesa e fechar portas	0:09:03	0:01:26	543,00	86,00	629,00	9,05	1,43	10,48	LL1/LL2*
Espera por OP para dar o arranque ao 2º START em P1	0:10:29	0:00:00	629,00	0,00	629,00	10,48	0,00	10,48	LL1/LL2*
Arr. 2º START e C.Manual e Verificar # de prog. P1	0:10:29	0:00:14	629,00	14,00	643,00	10,48	0,23	10,72	LL1/LL2*
2º START P1	0:10:43	0:01:28	643,00	88,00	731,00	10,72	1,47	12,18	AUT.
Espera por OP para dar o arranque à troca das mesas de P2 a P6	0:03:28	0:00:13	208,00	13,00	221,00	3,47	0,22	3,68	LL2/LL1*
Arranque à troca das mesas	0:03:41	0:00:09	221,00	9,00	230,00	3,68	0,15	3,83	LL2/LL1*
Troca de mesas e fechar portas de P2 a P6	0:03:50	0:03:31	230,00	211,00	441,00	3,83	3,52	7,35	AUT.
Espera por OP para dar o arranque ao 2º START de P2 a P6	0:07:21	0:00:00	441,00	0,00	441,00	7,35	0,00	7,35	LL2/LL1*
Arr. 2º START e C.Manual e Verificar # de prog. P2 a P6	0:07:21	0:00:21	441,00	21,00	462,00	7,35	0,35	7,70	LL2/LL1*

Tabela 6.10 – continuação

	Start time	Duration	Segundos			Minutos			Operador
			Start time	Duration	End time	Start time	Duration	End time	
2º START P2	0:07:42	0:03:10	462,00	190,00	652,00	7,70	3,17	10,87	AUT.
2º START P3	0:07:42	0:03:02	462,00	182,00	644,00	7,70	3,03	10,73	AUT.
2º START P4	0:07:42	0:03:10	462,00	190,00	652,00	7,70	3,17	10,87	AUT.
2º START P5	0:07:42	0:04:20	462,00	260,00	722,00	7,70	4,33	12,03	AUT.
2º START P6	0:07:42	0:03:08	462,00	188,00	650,00	7,70	3,13	10,83	AUT.
Troca de datador	0:12:02	0:01:33	722,00	93,00	815,00	12,03	1,55	13,58	LL1 ou LL2
Troca de automação P1	0:03:31	0:05:28	211,00	328,00	539,00	3,52	5,47	8,98	
Espera para remover aranha	0:03:31	0:04:11	211,00	257,00	468,00	3,52	4,28	7,80	LL1+LL2
Remoção da aranha	0:07:48	0:00:22	468,00	22,00	490,00	7,80	0,37	8,17	LL1+LL2
Transporte da aranha para os carrinhos	0:08:10	0:00:18	490,00	18,00	508,00	8,17	0,30	8,47	LL1+LL2
Transporte da nova aranha para a prensa	0:08:28	0:00:18	508,00	18,00	526,00	8,47	0,30	8,77	LL1+LL2
Colocação da nova aranha	0:08:46	0:00:13	526,00	13,00	539,00	8,77	0,22	8,98	LL1+LL2
Mandar para posição de produção	0:08:59	0:00:25	539,00	25,00	564,00	8,98	0,42	9,40	LL2

* Mesas a sair para a direita/Mesas a sair para a esquerda

Ponto-chave – As durações apresentadas, para as operações listadas na tabela anterior correspondem, na sua maioria, às durações médias obtidas para as operações no procedimento de troca de mesas original. Apenas as durações a vermelho sofreram alteração.

Por observação da tabela anterior constata-se que:

- Relativamente ao processo de troca de mesas original existe uma redução do número de operações, que passam de 62 para 34, isto é, existe uma redução de 45,2% no número de operações necessárias para proceder à troca das mesas;
- As durações a vermelho, como já foi referido, são aquelas que sofreram alterações. Ora, para cada operação, as causas dessas alterações são as que se apresentam de seguida:
 - **Espera por OP para proceder à troca das mesas em P1** – esta operação tinha, no processo original, uma duração de 00:02:35, mas como o LL1/LL2 fica disponível aos 11 segundos (após verificação visual de inexistências de obstáculos do seu lado correspondente da prensa), quando termina o 1º START de P1, o operador já está disponível, não existindo, por isso, espera;
 - **Espera para entrada da mesa** = *Duration de "Troca de Automação de P1" + Duration de "Mandar para posição de produção"*;
 - **Espera por OP para dar o arranque ao 2º START em P1** – esta operação tinha, no processo original, uma duração de 00:00:44, mas como o LL1/LL2 está imediatamente disponível, a espera é nula;
 - **Espera por operador para dar o arranque à troca das mesas em P2 a P6** = Tempo necessário para que o operador termine de colocar novo número de programa e se desloque até P2 = *End time de "Colocar novo número de programa" – Start time "Espera por OP para dar arranque à troca das mesas em P2 a P6" + Deslocação do operador* ;
 - **Espera por OP para dar o arranque ao 2º START em P2 a P6** – como o LL1/LL2 está imediatamente disponível, a espera é nula;
 - **Espera para remover aranha** – esta operação tinha, no processo original, uma duração de 00:01:14, no entanto, o LL1/LL2 tem de esperar pelo LL que está responsável pelas prensas 2 a 6, que só fica disponível após "Arr. 2º START e C.Manual e Verificar # de prog. P2 a P6", isto é, aos 462 segundos.

Com a implementação do sistema proposto e as alterações dela decorrentes (apresentadas na Tabela 6.9), verifica-se uma redução da duração do procedimento de troca de mesas, que passa de 19:01 minutos para 13:35 minutos, o que representa uma redução de 30% na duração deste procedimento. Na Figura 6.19 é possível constatar essa diminuição da duração do procedimento de troca de mesas.

Ponto-chave – na duração da troca simultânea de mesas, despreza-se a redução que se poderia obter com a criação e implementação que um plano de manutenção preventiva. Como já se referiu anteriormente, esta proposta de melhoria teria impacto directo sobre a duração das operações “1º START” e “2º START”.

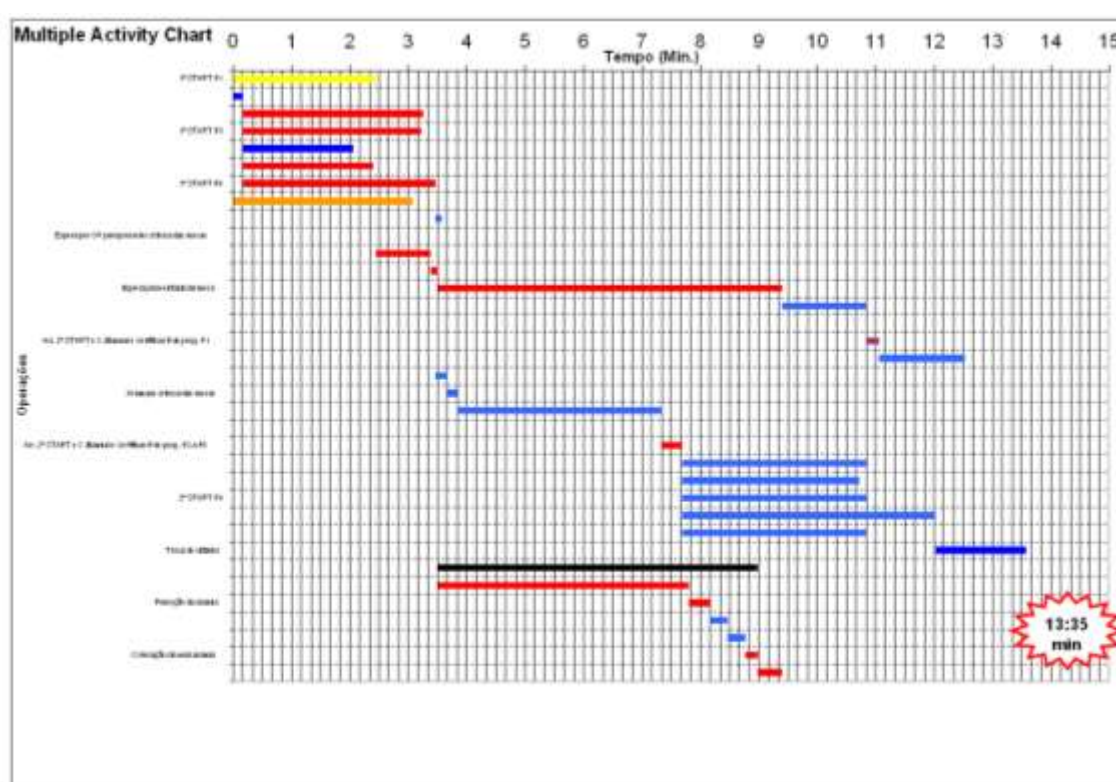
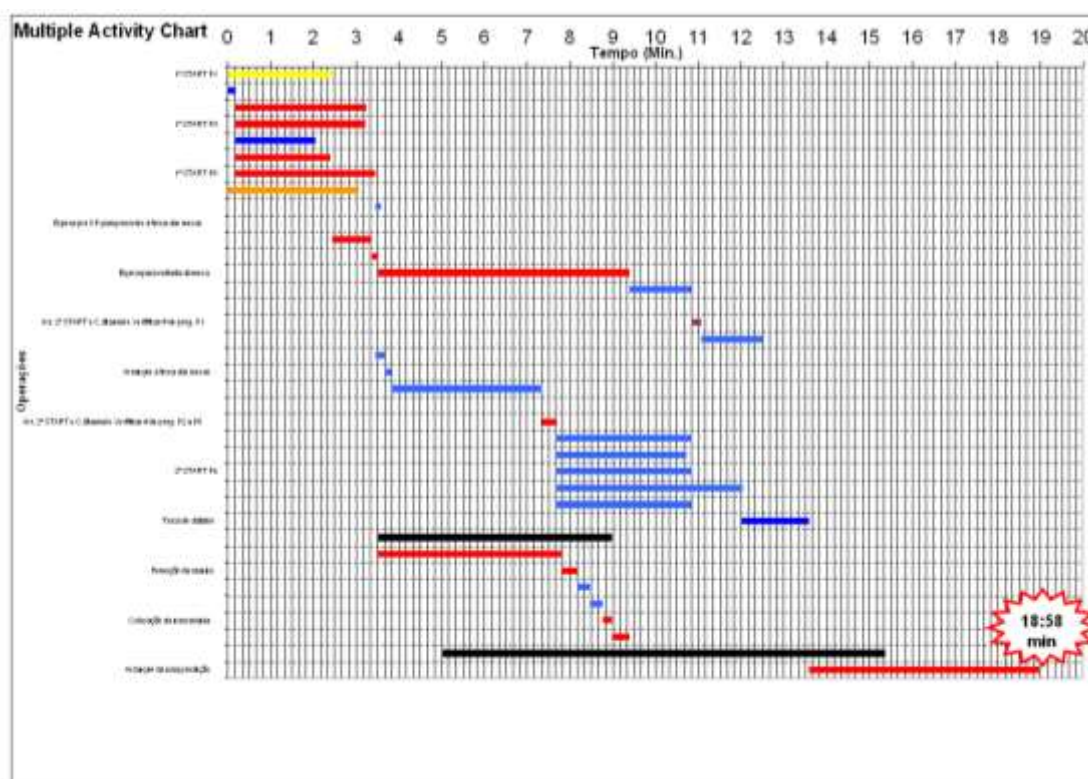


Tabela 6.11 – Duração das operações “Troca de automações” e “Arranque da nova produção” para procedimento de troca simultânea de mesas

	Start Time	Duration	Segundos			Minutos			Operador
			Start Time	Duration	End time	Start Time	Duration	End time	
Troca de automações	0:05:02	0:10:20	302,00	620,00	922,00	5,03	10,33	15,37	TM
Arranque da nova produção	0:13:35	0:05:23	815,00	323,00	1138,00	13,58	5,38	18,97	AUT. & LL's

Assim, a duração da troca de ferramenta passa a ser de 18:58 minutos (ver Figura 6.20).

**Figura 6.20 – Impacto da troca simultânea de mesas na duração total da troca de ferramenta¹¹**

Como se pode ver pela Figura 6.21, com a implementação do sistema proposto e as alterações dela decorrentes verifica-se uma redução da duração do procedimento de troca de ferramenta que passa de 29:01 minutos para 18:58 minutos, o que representa, por sua vez, uma redução de 35% na duração da troca global.

¹¹ A figura em tamanho original pode ser consultada no anexo VI.

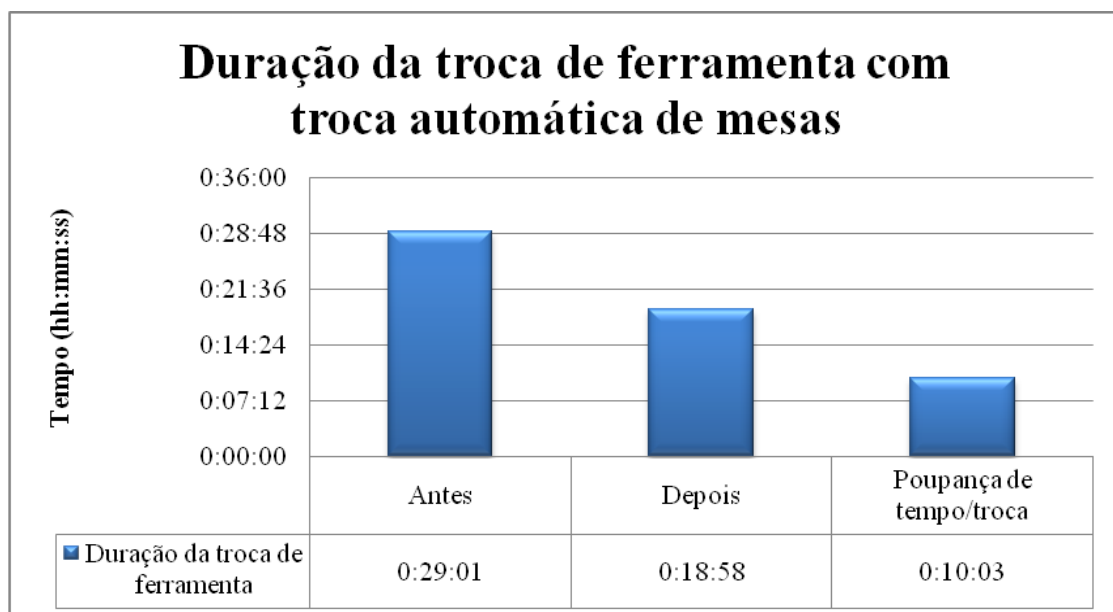


Figura 6.21 – Impacto na duração do procedimento de troca de ferramenta, após implementação da troca automática de mesas

Neste momento estão reunidas as condições necessárias para se fazer um estudo do custo-benefício do investimento. Considerando a laboração da TA1 a 2 turnos, tem-se que:

Tabela 6.12 – Análise custo-benefício do investimento (considerando 2 turnos de laboração)

Duração da troca de ferramenta <i>before</i> SMED	0:29:01 Minutos
Duração da troca de ferramenta <i>after</i> SMED	0:18:58 Minutos
Poupança de tempo / troca	$0:29:01 - 0:18:58 =$ $= 0:10:03$ minutos
# Médio de trocas / dia	5
Poupança de tempo / dia	$0:10:03 \times 5 = 0:50:15 \approx$ ≈ 51 minutos
Peças produzidas / hora*	243
Peças produzidas / minuto	$\frac{243}{60} = 4,05$
Peças produzidas no tempo que se poupa/dia	$51 \times 4,05 = 205$
Custo de produção / peça*	3,45€
Poupança/dia	$205,20 \times 3,45 = 707,94€$
Poupança/ano	$707,94 \times 5 \times 52 == 184.064,40€$
Investimento	43.853,18€
Pay back period (anos)	$\frac{43.853,18}{184.064,40} = 0,24 \text{ anos} \approx$ $\approx 3 \text{ meses}$

* Valores do *Harbour Report*¹² de 2008.

Como em cada troca de ferramenta se poupam 10:03 minutos, ao fim de um dia de trabalho poupam-se 51 minutos, o que significa que ao fim do dia, a máquina tem mais 51 minutos de produção disponível. Ao fim de uma semana, a máquina tem 04:11 horas de produção disponíveis. Como a *press shop* tem 16,5 turnos/semana disponíveis, o que equivale a $16,5 \times 8 \text{ horas} = 132$ horas, sabe-se agora que com a implementação desta proposta, 04:11 horas, do total das 132, passam a ser capacidade livre da máquina. Por observação dos resultados apresentados na tabela anterior, constata-se que com a laboração da TA1 a 2 turnos, o *pay back period* deste investimento é de 0,24 anos, ou seja, 3 meses.

Quando a TA1 começar a laborar a 3 turnos devido ao lançamento da nova *Sharan*, o *pay back period* deste investimento passa a ser de 0,15 anos, ou seja, 2 meses (ver tabela seguinte).

Tabela 6.13 – Análise custo-benefício do investimento (considerando 3 turnos de laboração)

Duração da troca de ferramenta <i>before</i> SMED	0:29:01 Minutos
Duração da troca de ferramenta <i>after</i> SMED	0:18:58 Minutos
Poupança de tempo / troca	$0:29:01 - 0:18:58 =$ $= 0:10:03 \text{ minutos}$
# Médio de trocas / dia	8
Poupança de tempo / dia	$0:10:03 \times 8 = 1:20:24 \approx$ $\approx 80 \text{ minutos}$
Peças produzidas / hora *	243
Peças produzidas / minuto	$\frac{243}{60} = 4,05$
Peças produzidas no tempo que se poupa/dia	$80 \times 4,05 = 326$
Custo de produção / peça *	3,45€
Poupança/dia	$325,62 \times 3,45 = 1.123,39\text{€}$
Poupança/ano	$1.123,39 \times 5 \times 52 == 292.081,14\text{€}$
Investimento	43.853,18€
<i>Pay back period</i> (anos)	$\frac{43.853,18}{292.081,14} = 0,15 \text{ anos} \approx$ $\approx 2 \text{ meses}$

* Valores do *Harbour Report* de 2008.

¹² É um relatório anual que estabelece regras para proceder à avaliação de todos os produtores do sector automóvel. O objectivo da sua elaboração é a comparação entre os vários produtores.

Nesta situação, ao fim de um dia de trabalho poupa-se 1:20 hora, o que significa que ao fim do dia, a máquina tem mais 1:20 hora de produção disponível. Ao fim de uma semana, a máquina tem 06:42 horas de produção disponíveis. Assim, com a implementação desta proposta e a laboração da TA1 a 3 turnos poupam-se 06:40 horas, que perante as 132 horas disponíveis semanalmente para produção, passam a ser capacidade livre da máquina.

Em vez de instalar tapetes a montante e a jusante das prensas para garantir a segurança, existe também a possibilidade de instalar um scanner por mesa (vide Figura 6.22). Estes scanners fazem o varrimento (através da inclusão de um laser) da área circundante à mesa e caso detectem obstáculos nessa área (pessoas e/ou objectos) a troca é imediatamente interrompida. Tal como acontece com os tapetes de segurança, estes scanners estão ligados ao painel central da prensa e, quando detectam algum obstáculo, o seu sistema programável emite uma ordem de cessar movimento, que assim que é recepcionada pelo PLC (*Programmable Logic Controller*) da prensa imobiliza imediatamente as mesas. Quando isto ocorre, a troca das mesas também só é retomada após nova ordem por parte do operador.

Por uma questão de sobrecarga visual da figura seguinte, optou-se por não se colocarem os scanners nas mesas que estão dentro das estações de prensagem. Mas, embora os dispositivos não sejam visíveis e também não estejam demarcadas as áreas de varrimento, para essas mesas sucede o mesmo que sucede para aquelas que estão cá fora e que integrarão a produção seguinte.

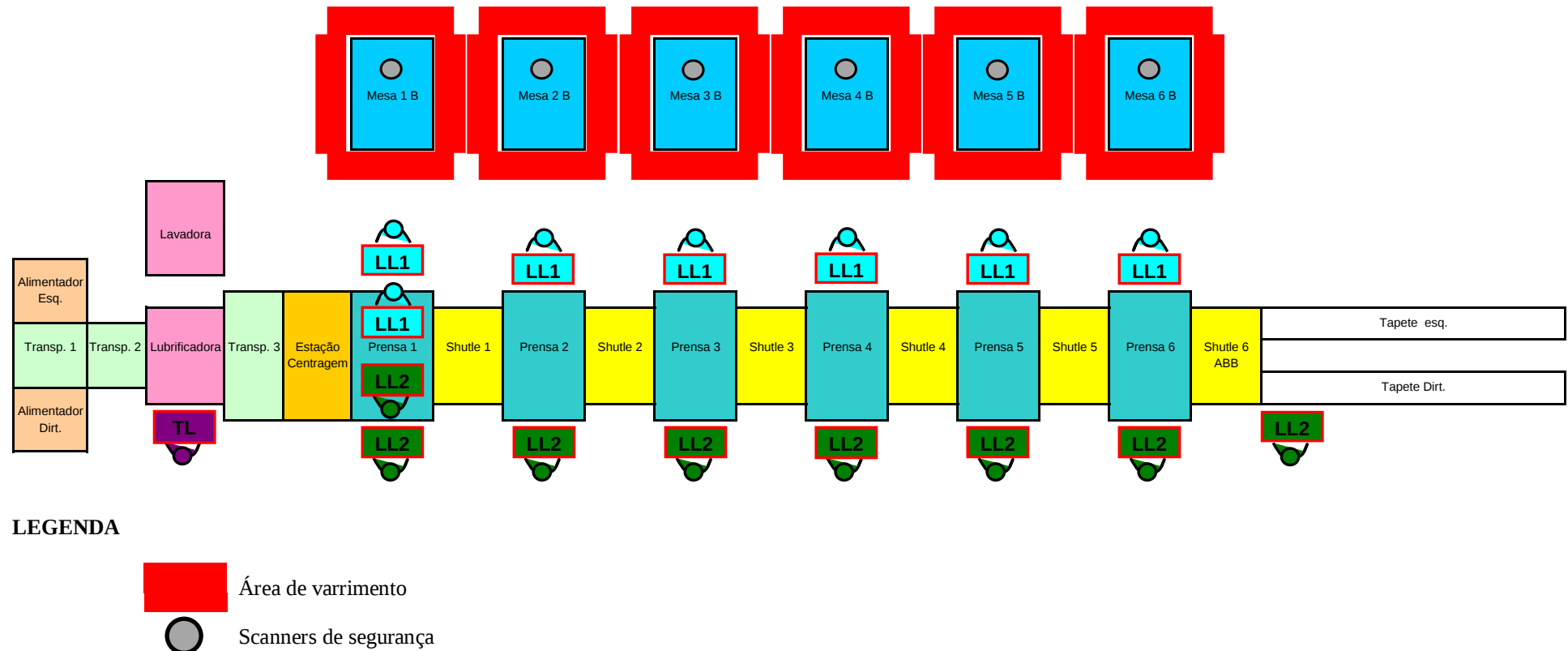


Figura 6.22 – Disposição dos scanners de segurança

Em termos de investimento, esta solução tem custos com material, mão-de-obra & engenharia e montagem & comissões.

Tabela 6.14 – Custos unitários do material necessário

Posição	Quantidade	Designação	Preço Unitário	Preço Total
1	8	Scanners de segurança	2.188€	17.507€
2	8	Mão-de-obra & Engenharia	209€	1.669€
3	8	Montagem & Comissões	358€	2.865€

Ao todo são necessários 12 scanners (um para cada mesa), no entanto, só se dispõe do custo unitário de cada *scanner* para o fornecimento de 8 unidades. Para a análise de viabilidade do investimento vai considerar-se o custo unitário conseguido com a encomenda de 8 unidades, desprezando-se, assim, o desconto de quantidade que se poderia ter com a encomenda de 12 scanners. O mesmo sucede para os restantes itens.

$$\text{Custo do material} = \text{Custo dos scanner's} = 12 \times 2.188 = 26.256\text{€}$$

$$\text{Custo com mão – de – obra e engenharia} = 12 \times 209 = 2.508\text{€}$$

$$\text{Custo de montagem e comissões} = 12 \times 358 = 4.296\text{€}$$

Assim sendo, o custo total do investimento é igual a

$$\begin{aligned} &\text{Custo do material} + \text{Custo com mão – de – obra e engenharia} + \text{Custo de montagem e comissões} = \\ &= 26.256\text{€} + 2.508\text{€} + 4.296\text{€} = 33.060\text{€} \end{aligned}$$

O custo deste investimento é mais baixo que o dos tapetes de segurança e a diferença entre investimentos é de 10.793,18€.

Os benefícios expectáveis com a implementação deste sistema são iguais aos que se esperam com a instalação dos tapetes de segurança. Ou seja, espera-se que:

- O número de operações necessárias para proceder à troca das mesas seja reduzido;
- Que o número de esperas seja reduzido;
- Que a duração das esperas que permanecem seja reduzida;
- Que o tempo dispendido com abertura e fecho de grades de segurança seja eliminado.

O impacto desta proposta de melhoria na duração total da troca de ferramenta é também igual ao impacto obtido com a instalação dos tapetes de segurança. Isto é, com a implementação dos scanners de segurança em detrimento dos tapetes, espera-se que se verifique uma redução

da duração do procedimento de troca de mesas, que passa de 19:01 minutos para 13:35 minutos, o que representa uma redução de 30% na duração deste procedimento e que se verifique uma redução da duração do procedimento de troca de ferramenta que passa de 29:01 minutos para 18:58 minutos, o que representa, por sua vez, uma redução de 35% na duração da troca global.

Desta forma, estão reunidas as condições necessárias para se fazer um estudo do custo-benefício do investimento. Considerando a laboração da TA1 a 2 turnos, tem-se que:

Tabela 6.15 – Análise custo-benefício do investimento (considerando 2 turnos de laboração)

Duração da troca de ferramenta <i>before</i> SMED	0:29:01 Minutos
Duração da troca de ferramenta <i>after</i> SMED	0:18:58 Minutos
Poupança de tempo / troca	$0:29:01 - 0:18:58 =$ $= 0:10:03 \text{ minutos}$
# Médio de trocas / dia	5
Poupança de tempo / dia	$0:10:03 \times 5 = 0:50:15 \approx$ $\approx 51 \text{ minutos}$
Peças produzidas / hora*	243
Peças produzidas / minuto	$\frac{243}{60} = 4,05$
Peças produzidas no tempo que se poupa/dia	$51 \times 4,05 = 205$
Custo de produção / peça*	3,45€
Poupança/dia	$205,20 \times 3,45 = 707,94\text{€}$
Poupança/ano	$707,94 \times 5 \times 52 == 184.064,40\text{€}$
Investimento	33.060€
<i>Pay back period</i> (anos)	$\frac{33.060}{184.064,40} = 0,18 \text{ anos} \approx$ $\approx 2 \text{ meses}$

* Valores do *Harbour Report* de 2008.

Com a laboração da TA1 a 2 turnos, o *pay back period* deste investimento é de 0,18 anos, ou seja, 2 meses.

Quando a TA1 começar a laborar a 3 turnos devido ao lançamento da nova *Sharan*, o *pay back period* deste investimento passa a ser de 0,11 anos, ou seja, 1,4 meses (ver tabela seguinte).

Tabela 6.16 – Análise custo-benefício do investimento (considerando 3 turnos de laboração)

Duração da troca de ferramenta <i>before</i> SMED	0:29:01 Minutos
Duração da troca de ferramenta <i>after</i> SMED	0:18:58 Minutos
Poupança de tempo / troca	$0:29:01 - 0:18:58 =$ $= 0:10:03 \text{ minutos}$
# Médio de trocas / dia	8
Poupança de tempo / dia	$0:10:03 \times 8 = 1:20:24 \approx$ $\approx 80 \text{ minutos}$
Peças produzidas / hora*	243
Peças produzidas / minuto	$\frac{243}{60} = 4,05$
Peças produzidas no tempo que se poupa/dia	$80 \times 4,05 = 326$
Custo de produção / peça*	3,45€
Poupança/dia	$325,62 \times 3,45 = 1.123,39€$
Poupança/ano	$1.123,39 \times 5 \times 52 == 292.081,14€$
Investimento	33.060€
<i>Pay back period</i> (anos)	$\frac{33.060}{292.081,14} = 0,11 \text{ anos} \approx$ $\approx 1,4 \text{ meses}$

* Valores do *Harbour Report* de 2008.

Embora o impacto na duração total da troca de ferramenta seja o mesmo, como o custo do investimento é mais baixo (33.060€ em vez dos 43.853,18€), o *pay back period* é inevitavelmente menor que o do investimento nos tapetes de segurança (quer se considere a laboração a 2 turnos ou a 3). A decisão de escolha de um sistema em detrimento do outro deve ter em conta a eficácia na garantia de segurança.

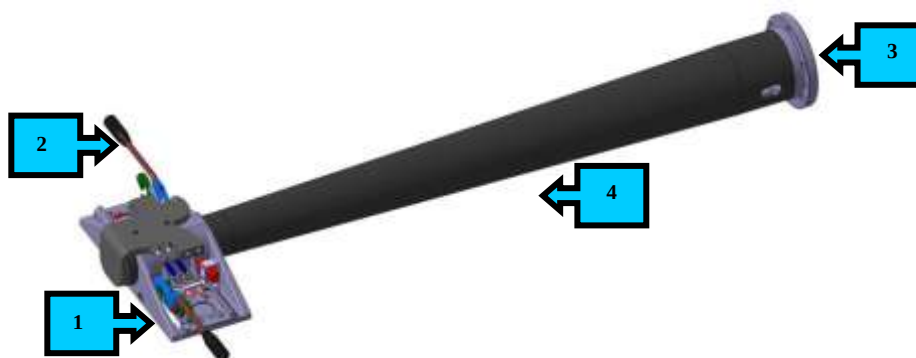
6.2.1.3 Utilização de braços de carbono nas automações

Como foi referido no subcapítulo 6.1.2.3, existe um problema a nível ergonómico com as automações actualmente utilizadas e que está, directamente, relacionado com o peso das aranhas. As aranhas utilizadas têm o seguinte aspecto:



Figura 6.23 – Aspecto das automações actuais

Estas aranhas são feitas de alumínio e têm um peso que é decrescente ao longo da prensa (pelos motivos também já apresentados no subcapítulo 6.1.2.3). Com vista à diminuição do peso destas aranhas, pretende-se a sua desintegração em braço e ramos. Relativamente ao braço da aranha (estrutura central), o objectivo é a sua substituição por um braço de carbono (Figura 6.24) que ficará fixo nos volvos.



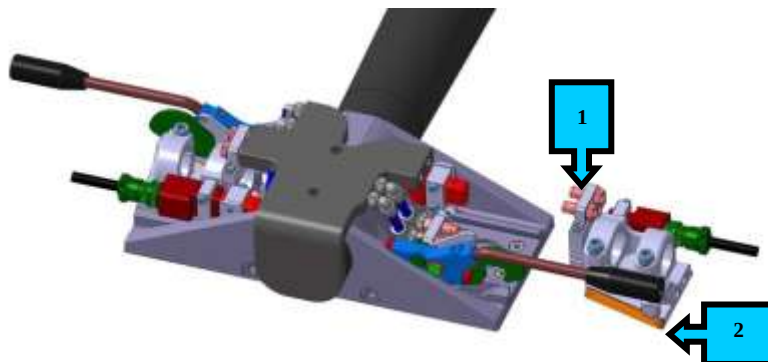
LEGENDA

1 – Peça com circuito de vácuo 2 – Acoplamento rápido 3 – Flange 4 – Braço

Figura 6.24 – Braço de carbono cónico

Analisando a figura anterior, é possível observar que numa das extremidades do braço existe uma peça com circuito de vácuo. Esta peça é feita de plástico e nela serão fixados os ramos das aranhas. Na outra extremidade, o braço é constituído por uma flange cujo objectivo será a fixação aos volvos.

No entanto, para que seja possível a junção dos “ramos” das aranhas a este braço é necessário adicionar uma peça de acoplamento que está representada na Figura 6.25 e Figura 6.26.



LEGENDA

1 – Pinos de acoplamento eléctrico 2 – Cavilhas

Figura 6.25 – Peça com circuito em vácuo e peça de acoplamento

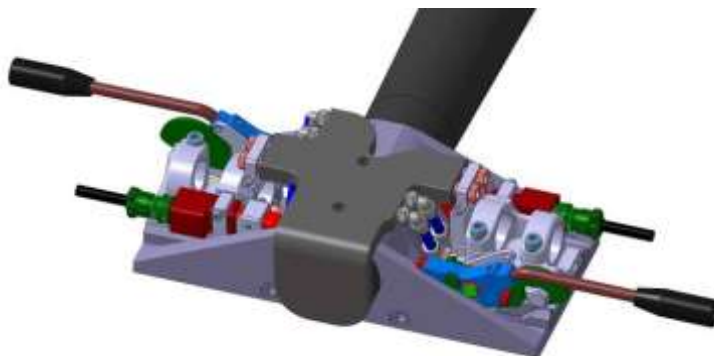


Figura 6.26 – Peça com circuito em vácuo e peças de acoplamento encaixadas

Esta peça de acoplamento será colocada na extremidade interior da estrutura central dos ramos das aranhas (Figura 6.29) e a sua fixação na peça de circuito em vácuo será garantida, numa primeira fase, pelo encaixe e deslize através de umas cavilhas e, numa segunda fase, pelo acoplamento eléctrico (fecho em vácuo) entre os 4 pinos cor-de-rosa. Na figura seguinte é possível visualizar as duas peças de acoplamento devidamente encaixadas na peça de circuito em vácuo.



Figura 6.27 – Braço de carbono cónico com peças de acoplamento encaixadas

Com os ramos das aranhas fixados na peça de circuito em vácuo, o braço de carbono tem o seguinte aspecto:



Figura 6.28 – Braço de carbono cónico e ramos das aranhas com peça de acoplamento na extremidade da estrutura central



Figura 6.29 – Conjunto braço de carbono cónico e ramos das aranhas (aspecto das futuras automações)

As vantagens destes braços de carbono são:

- O atenuar de um efeito que se verifica com as aranhas antes, durante e depois do transporte das peças, que é a questão das vibrações. Actualmente, com o uso do alumínio, as aranhas estão sujeitas a muitas vibrações durante o movimento que descrevem e o carbono permite reduzir esse efeito, dado que é um material que tem a propriedade de absorver vibrações. Deste modo, melhora-se o desempenho durante a produção;
- A melhoria da ergonomia nas células de automação, pois uma vez que o braço passa a estar fixo nos volvos, o peso das automações diminui e os operadores passam a transportar somente os ramos das aranhas;
- No seguimento da vantagem anterior, torna-se possível a um único operador desenvolver todas as operações de remoção, transporte e montagem das aranhas, havendo a possibilidade de passar a utilizar o método de operadores multiprocessos em todos os postos de trabalho. Por conseguinte, nos postos 1 e 3 (Carregador e Descarregador, respectivamente) passa a ser possível ter um único operador a desenvolver tarefas, porque já não existe a necessidade de entreaajuda motivada pelas características de tamanho e peso das aranhas;
- As trocas tornam-se mais rápidas;
- Um único braço permite o acoplamento a todas as automações;
- E, finalmente, existe uma redução do espaço de armazenamento, pois actualmente só se conseguem armazenar 2 automações por *rack* e com novo sistema é possível armazenar 4 automações. Assim as estruturas de armazenagem são reduzidas para metade (vide figuras seguintes).

ANTES	DEPOIS
 Figura 6.30 – Carrinhos de automação com apenas duas automações armazenadas Duas automações por rack	 Figura 6.31 – Carrinhos de automação com quatro automações armazenadas Quatro automações por rack

Para a nova *Sharan* considera-se a construção de 35 automações, ou seja, 35 conjuntos de ramos, dado que em termos de braços de carbono só serão necessários 11, dois para cada uma das 5 estações de automação e outro para a automação que antecede a prensa 1. O custo total deste projecto será de 1.070.155€, valor que inclui custo de material e mão-de-obra.

Para alargar este projecto aos restantes modelos, actualmente, produzidos (*Eos* e *Scirocco*) será necessário construir novas automações, dado que aquelas que se utilizam hoje em dia têm o aspecto da automação apresentada na Figura 6.23. Claro que o custo desse investimento não incluirá a compra de braços de carbono, uma vez, que estes elementos ficarão fixos nos volvos e o seu acoplamento aos ramos será sempre o mesmo. Deste modo, o custo desse investimento será cingido ao custo da construção das novas automações e da aquisição das peças de acoplamento necessárias.

Para proceder a uma análise do custo-benefício deste investimento, é necessário estudar o impacto desta proposta de melhoria na duração total da troca de ferramenta. No entanto, para isso seria necessário fazer simulações/testes, dado que esta é uma proposta cujo impacto na duração total da troca de ferramenta depende, inevitavelmente, do desempenho dos operadores que procedem à troca das automações. Como não existem simulações, não será possível quantificar a melhoria que esta proposta trará à duração da troca de ferramenta, pelo que se torna também impossível estudar a viabilidade económica deste investimento.

6.2.1.4 Instalação de robôs nas células de automação

Em detrimento da solução apresentada anteriormente, poderá também propor-se a instalação de robôs nas células de automação. A especificidade destes robôs é a capacidade de realização da troca das automações de forma completamente autónoma. Existem 2 propostas diferentes:

Picture	ATC Model	Home - Leave Gripper [seconds]	Leave Gripper - Pick Gripper [seconds]	Pick Gripper - Home [seconds]	ATC Cycle Time [seconds]
	Tool Stand [Linax]	14	13	12	39

Figura 6.32 – Proposta # 1 para instalação de robôs nas células de automação

	Platform [Interpress]	4	4	4	12
--	-----------------------	---	---	---	----

Figura 6.33 – Proposta # 2 para instalação de robôs nas células de automação

O aspecto que permite diferenciar as propostas uma da outra é a disposição das automações.

1. AUTOMAÇÕES FORA DA CÉLULA – Nesta proposta, as automações da produção seguinte estão fora da prensa. Deste modo, para trocar as automações, as operações a realizar em automático são:

- Abrir porta;
- Rotação de 180° do robô para posição de troca;
- “Largar” automação da produção anterior;
- Rotação de 360° para posição de encaixe de automação da produção seguinte;
- “Encaixar” a automação da produção seguinte;
- Rotação de 180° do robô para posição de produção;
- Fechar porta.

De acordo com esta proposta, o tempo de realização da troca para cada célula de automação é de 39 segundos.

2. AUTOMAÇÕES DISPOSTAS EM ESPAÇO ENTRE PRENSAS – Nesta proposta, as automações da produção seguinte estão dispostas numa armação colocada

por cima do robô e no espaço entre prensas. Deste modo, para trocar as automações, as operações a realizar em automático são:

- Rotação do robô para posição de troca;
- “Largar” automação da produção anterior;
- Rotação do robô para posição de encaixe de automação da produção seguinte;
- “Encaixar” a automação da produção seguinte;
- Rotação do robô para posição de produção;

De acordo com esta proposta, o tempo de realização da troca para cada célula de automação é de 12 segundos.

Resumindo,



Proposta #1

- Automações estão no espaço exterior à linha
- Implica a saída do robô da estação de automação
- Demora mais tempo a efectuar a troca



Proposta #2

- Automações estão dentro da estação de automação
- Não existe a necessidade do robô sair da estação de automação
- Demora menos tempo a efectuar a troca

Para qualquer uma das propostas, pretende-se que se dê o arranque à troca e que todas as operações sejam realizadas automaticamente sem intervenção dos operadores (salvo quando ocorram problemas). Para isso é necessário programar as prensas, de P2 a P6, para que a troca se inicie automaticamente após a ordem do operador.

A proposta #1 é aquela que se considera implementar, porque o facto das automações estarem colocadas no espaço exterior à linha, facilita a realização das operações de remoção das automações da produção anterior e colocação das automações da produção seguinte. Com esta disposição, estas operações podem ser realizadas como operações de troca externas, ou seja, com a máquina em funcionamento.

A implementação da proposta #2 implicava, a determinada altura, um prolongamento da troca de ferramenta para substituição das automações em cada estação, porque embora o espaço entre prensas seja grande e permita a existência de uma armação extremamente larga, esta nunca será suficiente para dispor todas as automações, não só pelas suas dimensões, mas também porque para cada peça produzida (considerando os três modelos) existe um conjunto diferente de automações (à excepção do piso do Eos e do Scirocco, que utilizam as mesmas ferramentas – mesas e automações). Assim, a determinada altura teria de se verificar este aumento da duração da troca, mas para além disto, esta proposta também se torna mais complexa em termos de programação do sistema e alterações na linha.

Em termos de investimento, esta solução tem custo com material, montagem, programação e cablagem. De acordo com informação fornecida pelo departamento de manutenção da *press shop*, o custo total deste investimento será de 1.650.000€.

Com a instalação destes robôs, é possível:

- Eliminar toda a automação, actualmente, existente (*shuttles*, aranhas do carregador e aranhas do descarregador), reduzindo-a apenas uma aranha em cada célula;
- Simplificar todo o processo de troca de ferramenta através da redução do número de operações necessárias;
- Reduzir ao mínimo a intervenção de operadores;
- Reduzir a duração do procedimento de troca de automações e, consequentemente, a duração da troca de ferramenta no seu todo;
- A paralelização de operações do procedimento de troca de automações, ou seja, é possível fazer a troca simultânea das automações nas várias estações.

De acordo com a informação disponibilizada pelo fornecedor deste sistema, se se considerar a sua adopção (mais precisamente da proposta #1), o procedimento de troca de automações passa a ter uma duração de 39 segundos. No entanto, de acordo com uma simulação fornecida pelo departamento de Manutenção da *press shop*, após implementação desta solução numa linha *tandem* real, essa duração é de 02:30 minutos e não de 39 segundos. Assim, verifica-se uma redução da duração do procedimento de troca de automações, que passa de 10:20 minutos para 02:30 minutos, o que representa uma redução de 75,8% na duração deste procedimento. Para além disto, relativamente ao processo de troca de automações original existe uma redução do número de operações, que passam de 23 para 7, isto é, existe uma redução de, aproximadamente, 70% do número de operações necessárias para proceder à troca

das automações. No entanto, para fazer uma análise do custo-benefício do investimento há que considerar o impacto desta implementação na duração total da troca de ferramenta. Para isso é necessário considerar a troca de mesas (tendo em conta a realização de todas as operações de troca externas apontadas no ponto 6.1.1) e o arranque da nova produção. O estudo de impacto da implementação desta solução, bem como a análise custo-benefício do investimento podem ser consultados no anexo V.

6.2.1.5 Criação de plano de manutenção preventiva e realização de troca de ferramenta automática (mesas e automações)

Como se constatou no capítulo anterior, a implementação de um sistema de troca automática de automações, por si só, não tem um impacto significativo na duração total do procedimento de troca de ferramenta, pois o estrangulamento do processo é a operação “Troca de mesas e fechar portas”, que faz parte do procedimento de troca de mesas. Assim, como a instalação de robôs nas células de automação só tem impacto directo no procedimento de troca de automações, é natural que a duração global do procedimento de troca não sofra grandes diminuições. Deste modo, tendo em conta o impacto da implementação dessa proposta na duração total da troca de ferramenta e sem a necessidade de recorrer a qualquer tipo de análise de viabilidade económica, é possível constatar que o investimento fica de imediato inviabilizado.

Segundo informação fornecida pelo departamento de Manutenção da *press shop*, aquilo que é o principal objectivo para a TA1 é tornar a troca de ferramenta praticamente toda automática, o que implica que tanto a troca de mesas, como a troca de automações sejam automáticas. Por isso, propõe-se a implementação deste sistema de troca automática de automações conjuntamente com o sistema de troca automática de mesas e a realização de manutenção preventiva.

Considerando a adopção de um sistema de troca de ferramenta automática e tendo por base uma simulação disponibilizada, as alterações esperadas para o procedimento de troca de ferramenta, bem como a análise custo-benefício do investimento podem ser consultados no anexo V.

6.3 Síntese das propostas apresentadas

O objectivo da realização desta dissertação era a determinação, análise e, posterior, melhoria do tempo de troca numa *press line*. Após a observação e registo de um número significativo de trocas de ferramenta, concluiu-se que o tempo médio de troca na *tandem line* era de 00:29:01 minutos. Com o objectivo de diminuir este tempo de troca, foram apresentadas algumas propostas de melhoria, umas com aplicação a curto prazo e outras com aplicação a médio e longo prazo. As propostas a curto prazo foram implementadas pela organização, mas as propostas a longo prazo, que são aquelas que exigem investimento, foram apenas apresentadas e a sua implementação ficará adiada para um momento de recuperação económica do sector automóvel. As propostas de melhoria apresentadas foram:

Tabela 6.17 – Tabela resumo das propostas de melhoria apresentadas

CURTO PRAZO		LONGO PRAZO
Conversão de operações internas em externas	Melhoria de operações internas	Melhoria de operações internas
Aumento do número de operações de troca externas	Instalação de um novo robô nos 45°	Criação de um plano de manutenção preventiva
-	Colocar 2 operadores em cada célula de automação	Implementação de um sistema de troca automática de mesas a partir da prensa 2
-	Alteração da ordem de execução da troca das automações	Utilização de braços de carbono nas automações
-	-	Instalação de robôs nas células de automação
-	-	Criação de plano de manutenção preventiva e realização de troca de ferramenta automática (mesas e automações)

O impacto das propostas de melhoria, apresentadas na tabela anterior, é o seguinte:

Tabela 6.18 – Impacto das propostas de melhoria apresentadas

PROPOSTAS DE MELHORIA		IMPACTO
Curto prazo	Aumento do número de operações de troca externo	Troca de mesas
	Instalação de um novo robô nos 45°	Troca de automações
	Colocar 2 operadores em cada célula de automação	Troca de automações
	Alteração da ordem de execução da troca das automações	Troca de automações

Médio e longo prazo	Criação de um plano de manutenção preventiva	Troca de mesas
	Implementação de um sistema de troca automática de mesas a partir da prensa 2	Troca de mesas
	Utilização de braços de carbono nas automações	Troca de automações
	Instalação de robôs nas células de automação	Troca de automações
	Criação de plano de manutenção preventiva e realização de troca de ferramenta automática (mesas e automações)	Troca de mesas e automações

Depois da implementação das propostas de melhoria a curto prazo, a duração média da troca de ferramenta sofreu uma diminuição de 28%, passando de 00:29:01 minutos para 00:20:46 minutos. Este valor fica um pouco aquém dos 45% que seriam desejáveis com a implementação do SMED, no entanto, as propostas de melhoria a curto prazo têm um impacto maior na duração do procedimento de troca de automações. Assim, para reduzir ainda mais a duração da troca seria necessário implementar, igualmente, melhorias que tivessem impacto directo sobre a duração do procedimento de troca das mesas. Para isso, é necessário algum investimento por parte da organização, uma vez que, o processo actual já está extremamente optimizado.

Com a implementação de um sistema de troca automática de mesas e as alterações dela decorrentes verifica-se uma redução da duração do procedimento de troca de ferramenta que passa de 29:01 minutos para 18:58 minutos, o que representa, por sua vez, uma redução de 35% na duração da troca global. Se se optar pela aquisição dos tapetes com resguardos em borracha vulcanizada para garantir a segurança durante a troca, o *pay back period* com laboração a 2 turnos é de, aproximadamente, 3 meses e com laboração a 3 turnos é de, aproximadamente, 2 meses. Se, por outro lado, se optar pela aquisição dos scanners, o *pay back period* com a laboração a 2 turnos é de, aproximadamente, 2 meses e com laboração a 3 turnos é de, aproximadamente, 1,4 meses

Com a instalação de robôs nas células de automação e as alterações dela decorrentes, verifica-se uma redução da duração da troca de ferramenta, que passa de 29:01 minutos para 25:14 minutos, o que representa uma redução de 13% na duração deste procedimento. Uma vez que

a melhoria gerada apresenta um valor tão diminuto face a um custo de 1.650.000€ para implementação desta proposta, facilmente se constata que este investimento não é viável.

Finalmente, com criação de plano de manutenção preventiva e realização de troca de ferramenta automática (mesas e automações), verifica-se uma redução da duração da troca de ferramenta, que passa de 29:01 minutos para 15:14 minutos, o que representa uma redução de 47,5% na duração deste procedimento.

Relativamente à utilização de braços de carbono nas automações, não foi possível estudar o seu impacto na duração total da troca de ferramenta. Para isso seria necessário fazer simulações/testes, dado que esta é uma proposta cujo impacto na duração total da troca de ferramenta depende, inevitavelmente, do desempenho dos operadores que procedem à troca das automações. Como não existem simulações, não foi possível quantificar a melhoria que esta proposta trará à duração da troca de ferramenta, pelo que se torna também impossível estudar a viabilidade económica deste investimento. No entanto, pensa-se que o custo adicional que se terá de ter para alargar este projecto a todos os modelos produzidos pela AutoEuropa, acabará por se aproximar, se não mesmo superar o custo do investimento da proposta apresentada para tornar toda a troca automática, pelo que será necessário repensar a implementação dos braços de carbono. Considera-se que a proposta apresentada para tornar a troca automática terá um maior impacto na duração total da troca de ferramenta, isto é, contribuirá para uma maior diminuição do tempo dispendido em troca. Dado que este é o objectivo a atingir e que com a implementação desta melhoria, o tempo médio de troca sofrerá uma maior diminuição, atingindo 45% de melhoria, talvez o investimento neste projecto apresente uma maior viabilidade económica. Para além disto, como os custos de ambos os investimentos devem ser aproximados, o *pay back period* acabará por ser muito semelhante, pelo que talvez valha a pena investir na solução mais vantajosa e que, consequentemente, torne a produção mais eficaz e eficiente, conferindo assim competitividade à fábrica.

7. CONCLUSÃO

O estudo constante na presente dissertação consistiu na aplicação do método SMED à troca de ferramenta numa linha de prensagem da VW AutoEuropa. Este estudo enquadra-se na política de melhoria contínua existente na fábrica e que constitui um aspecto com grande relevância para todos os colaboradores, que estão altamente sensibilizados para a necessidade de eliminar desperdícios, identificar oportunidades de melhoria, propor soluções adequadas e implementar.

Relativamente ao SMED, conclui-se que é um método extremamente flexível, uma vez que a sua definição/descrição se limita a indicar as linhas de orientação para realização do estudo, não havendo qualquer indicação ou sugestão das ferramentas a utilizar na realização do estudo, bem como não são dados exemplos de propostas de melhoria possíveis de implementar. Assim, é possível utilizar qualquer ferramenta e propor qualquer solução, desde que se adaptem à realidade de empresa, pois só assim será bem sucedida a implementação do método.

Após o estudo do procedimento da troca de ferramenta existente, foi possível identificar as ineficiências que prolongam a sua duração. Neste seguimento foram feitas propostas de melhoria, das quais só se implementaram aquelas que não envolviam investimentos por parte da empresa. O impacto dessas propostas recaiu sobretudo na duração da troca de automações.

O resultado da implementação dessas propostas de melhoria foi uma redução de 28% do tempo dispendido em troca. Como já foi anteriormente referido, este valor fica um pouco aquém dos 45% que seriam desejáveis com a implementação do SMED, no entanto, para obter uma redução mais significativa teriam de se ter implementado propostas de melhoria que também tivessem impacto sobre a troca de mesas. Mas, neste caso, já não é possível otimizar o procedimento de troca de mesas sem investir, pois o procedimento actual já está bastante otimizado. Por este motivo, foram feitas duas propostas de melhoria, uma das quais permite uma redução de 35% na duração total da troca de ferramenta e outra que, por sua vez, origina uma redução de 47,5%. A implementação desta última proposta de melhoria permite atingir o objectivo proposto pelo SMED, mas muito mais do que isso é a vantagem competitiva que traz à produção que poderá, sem dúvida, ser um factor determinante na escolha da fábrica de Palmela para acolher a produção de novos modelos, uma vez que haverá

uma maior capacidade disponível para produção e processos de produção eficazes e eficiente, em que os desperdícios são reduzidos ao mínimo.

Regra geral, o objectivo com a implementação do SMED é propor soluções que não exijam investimento e que possibilitem a melhoria dos processos actualmente existentes, mas para conseguir uma maior redução torna-se já necessário investir porque o processo já está extremamente otimizado, o que é resultado da aplicação de soluções que não requerem custos significativos.

Finalmente, fica a chamada de atenção de que muitos dos problemas existentes durante uma troca de ferramenta se devem a constrangimentos do próprio equipamento. No entanto, o surgimento desses problemas pode ser evitado se o construtor do equipamento considerar o problema da troca durante a fase de concepção. Muitos dos princípios de redução do tempo de troca constantes da metodologia SMED, assim como algumas técnicas de engenharia industrial podem e devem ser utilizadas durante essa fase. O *design* inicial do equipamento é o factor que mais importância tem na sustentabilidade das melhorias obtidas através da aplicação do método e, portanto, o desenvolvimento e construção de uma linha de produção deve ser pensado de modo a possibilitar uma troca de ferramenta mais eficiente e rápida. Segundo McIntosh, Owen, Culley & Mileham (2007), um maior investimento numa linha produtiva pode ser rapidamente rentabilizado pela redução dos custos de troca de ferramenta.

O *design* representa uma importante melhoria na metodologia SMED. Embora a melhoria nos procedimentos consiga induzir ganhos significativos na produtividade das trocas de ferramenta, eliminando inconsistências e irregularidades no processo, estes mesmos ganhos não são definitivos. É necessário alterar os equipamentos. Shingo refere que a melhoria nos procedimentos e as mudanças organizacionais devem ocorrer primeiro, o *design* do equipamento deve surgir acoplado à metodologia SMED.

Referências Bibliográficas

Alves, A. S. & Tenera, A. (2009). Improving SMED in the Automotive Industry: A case study. *POMS 20 Annual Conference*, (pp. 1-27). Orlando, Florida.

Alves, A. (2009). *SMED: Metodologia e Caso de Estudo na Indústria Automóvel*.

Amaro, A. P. & Pinto, J. P. (2007). *Criação de valor e eliminação de desperdícios*. Consultado em 14 de Julho de 2009, de Comunidade Lean Thinking: Disponível em <http://www.leanthinkingcommunity.org/livros_recursos/netsc013.pdf>.

Assis, R. (Dezembro de 1999). *Como viabilizar a produção em pequenos lotes? O método SMED*. Consultado em 27 de Abril de 2009, de IST - Instituto Superior Técnico: Disponível em <<http://www.rassis.com/artigos/SMED.pdf>>.

Cakmakci, M. & Mahmut, K. K. (2007). *Set-up time reduction process and integrated predetermined time system MTM-UAS: A study of application in a large size company of automobile industry* Vol. 33. Springer London.

Costa, A. C., Zeilmann, R. P. & Schio, S. M. (2004). *Análise de tempos de preparação em máquinas CNC*. Consultado em 15 de Dezembro de 2009, de O Mundo da Usinagem: Disponível em <http://www.omundodausinagem.com.br/edicoesAnteriores/edicoes/2004/4/pesquisa_e_desenvolvimento.pdf>.

Goubergen, D. V. & Lockhart, T. E. (2005). *Human Factors Aspects in Set-Up Time Reduction* Vol. 160. Springer Boston.

Haak, R. (2006). Implementing Process Innovation - The case of the Toyota production system. In *Management of Technology and Innovation in Japan* Vol. 8, pp. 185-197.

Hicks, B. (2007). Lean information management: understanding and eliminating waste. *International Journal of Information Management* , pp. 233-249.

Holweg, M. (2006). The geneology of lean production. *Journal of operations management* , Vol. 25, pp. 420-437.

Imen, S. D. (Março de 2005). *SMED (Single Minute Exchange of Dies) or Quick Changeover*. Consultado em 27 de Abril de 2009, de Wizact: Disponível em <<http://wizact.persianguig.com/document/SMED.pdf>>.

IST (s.d.). *Melhoria Contínua*. Consultado em 20 de Abril de 2009, de IST - Instituto Superior Técnico. Disponível em <http://www.dem.ist.utl.pt/~m_gpl/melhoria%20continua.pdf>.

Kaizen Institute. (2008). *KAIZEN as a Strategy*, Vol. 1.

Kilpatrick, J. (2003). *Lean Principles*. Consultado em 10 de Dezembro de 2009.

Kosaka, A. (30 de Agosto de 2006). *Jikoka*. Consultado em 2 de Outubro de 2009, de Lean Institute Brasil: Disponível em <<http://www.lean.org.br/artigos/102/jidoka.aspx>>.

Lopes, R., Neto, C. & Pinto, J. P. (11 de Março de 2009). *QUICK CHANGEOVER - Aplicação do método SMED*. Consultado em 28 de Maio de 2009, de Comunidade Lean Thinking. Disponível em <http://www.leanthinkingcommunity.org/livros_recursos/artigo_quickchangeover.pdf>.

Machado, V. C. (2007). *Perspectivas de desenvolvimento da produção magra*. Consultado em 23 de Julho de 2009, de 8º CONGRESSO IBEROAMERICANO DE ENGENHARIA MECANICA: Disponível em <<http://www.pucp.edu.pe/congreso/cibim8/pdf/25/25-25.pdf>>.

Mardegan, R., Lopes, P., Tressiane, R. B., Guerra, M. & Rocha, F. (Outubro de 2006). *Estudo de Caso de Implementação de Troca Rápida de Ferramenta em uma Empresa de Metal Mecânica*. Consultado em 20 de Julho de 2009, de XXVI ENEGEP: Disponível em <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2006_TR450301_7971.pdf>.

Marques, P. A., Requeijo, J. G. & Saraiva, P. M. (2006). Seis Sigma - Estratégia para a inovação e criação de valor. *Qualidade: Associação Portuguesa para a Qualidade*, Vol. 35 (1), pp. 41-48.

McIntosh, R., Owen, G., Culley, S. & Mileham, T. (Fevereiro de 2007). Changeover Improvement: Reinterpreting Shingo's. *IEEE TRANSACTIONS ON ENGINEERING MANAGEMENT*, 98-111.

Meyer's, F. & Stewart, J. R. (2003). *Motion and Time Study for Lean Manufacturing*, 3ª edição, Vol. 1. Prentice Hall.

Mota, P. M. (Outubro de 2007). *Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica: Estudo e implementação da metodologia SMED e o seu impacto numa linha de produção*. Consultado em 25 de Maio de 2009. Disponível em <<https://dspace.ist.utl.pt/bitstream/2295/147911/1/Tese.pdf>>.

Muller, R. M. (2007). *Integração do método SMED ao método de custeio ABC no diagnóstico de prioridades de melhoria nas operações de setup*. Consultado em 24 de Julho de 2007. Disponível em <http://www.pgmecc.ufpr.br/dissertacoes/dissertacao_081_roger_mario_muller.pdf>.

Nicholas, J. (1998). *Competitive Manufacturing Management: Continuous Improvement, Lean Production and Customer-focused quality*, McGraw-Hill, USA.

Niimi, A. (4 de Maio de 2006). *Sobre o nivelamento (Heijunka)*. Consultado em 2 de Outubro de 2009, de Lean Institute Brasil. Disponível em <[http://www.lean.org.br/artigos/109/sobre-o-nivelamento-\(heijunka\).aspx](http://www.lean.org.br/artigos/109/sobre-o-nivelamento-(heijunka).aspx)>.

Pinto, J. P. (11 de Maio de 2009). *LEAN THINKING - Criar valor eliminando desperdício*. Consultado em 29 de Maio de 2009, de Comunidade Lean Thinking. Disponível em <http://www.leanthinkingcommunity.org/livros_recursos/Joa%20Pinto%20Introducao%20a%20Lean%20Thinking.pdf>.

Pinto, J. P. (2006a). *Novas oportunidades*. Consultado em 14 de Julho de 2009, de Comunidade Lean Thinking. Disponível em <http://www.leanthinkingcommunity.org/livros_recursos/exame_set2006_jpp.pdf>.

Pinto, J. P. (2006b). *O método SMED - single minute exchange of die*. Consultado em 29 de Maio de 2009, de Comunidade Lean Thinking. Disponível em <http://leanthinkingcommunity.org/livros_recursos/clt_smed.pdf>.

Pinto, J. P. (2008). *Princípios de criação de valor nas organizações*. Consultado em Julho de 2009, de Comunidade Lean Thinking. Disponível em <http://www.leanthinkingcommunity.org/livros_recursos/clt_principios_da_criacao_de_valor.pdf>.

Pinto, J. P. (2006c). *Quick Changeover - mudança rápida de ferramentas*. Consultado em 5 de Maio de 2009, de Comunidade Lean Thinking. Disponível em <http://www.leanthinkingcommunity.org/livros_recursos/clt_smed.pdf>.

Pyzdek, T. (2003). *The six sigma handbook*, McGraw-Hill, New York.

Sebrosa, R. (2008). *Tese de Mestrado: Modelo de Avaliação das Condições de Aplicação da Produção Magra*. Consultado em 28 de Julho de 2009. Disponível em <http://portaldasartesgraficas.com/ficheiros/sebrosa_2008.pdf>.

Shingo, S. (1985). *A Revolution in Manufacturing: The SMED system*. USA: Productivity Press.

Smalley, A. (2 de Janeiro de 2006). *TPM no coração do lean*. Consultado em 2 de Outubro de 2009, de Lean Institute Brasil. Disponível em <<http://www.lean.org.br/artigos/99/tpm-no-coracao-do-lean.aspx>>.

Sugai, M., McIntosh, R. I., & Novaski, O. (2007). *Metodologia de Shigeo Shingo (SMED): análise crítica e estudo de caso*. Consultado em 23 de Abril de 2009. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/gp/v14n2/09.pdf>>.

Sung, H. P. (2003). *Six Sigma for Quality and Productivity Promotion*, Asian Productivity Organization, Tokyo.

Team, T. P. (1996). *Quick Changeover for Operator's*, Productivity Press, Portland, Oregon, USA.

Volkswagen. (1995). Sequência de operações para mudança de ferramenta TA1.

VW Autoeuropa. (2008). Dia da Porta Aberta. *Bem vindos à área das prensas*.

VW Autoeuropa. (23 de Fevereiro de 2007). Layout SOP Sharan.

Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The machine that changed the world*, Free Press Paperbacks, New York.

ANEXO I

Layout's



Figura I.1 – Layout Press Shop

URQ 2

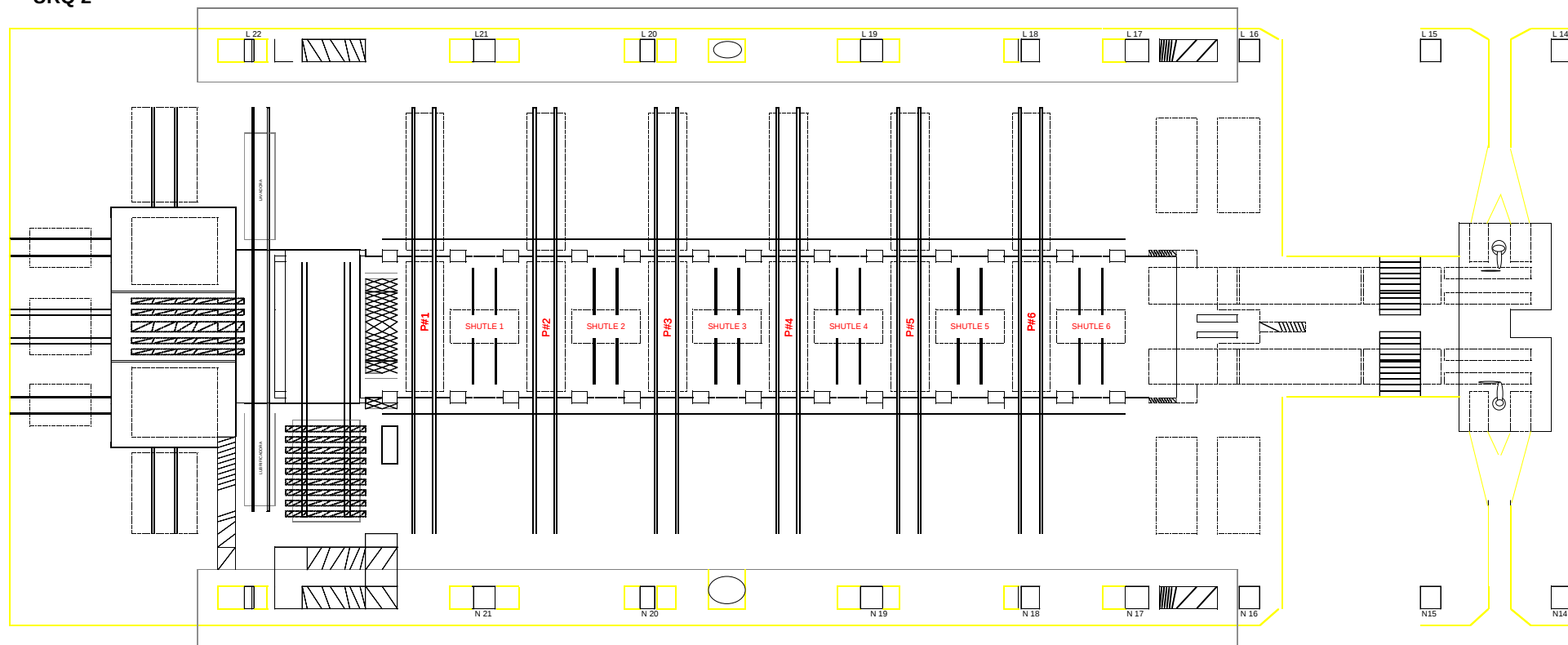


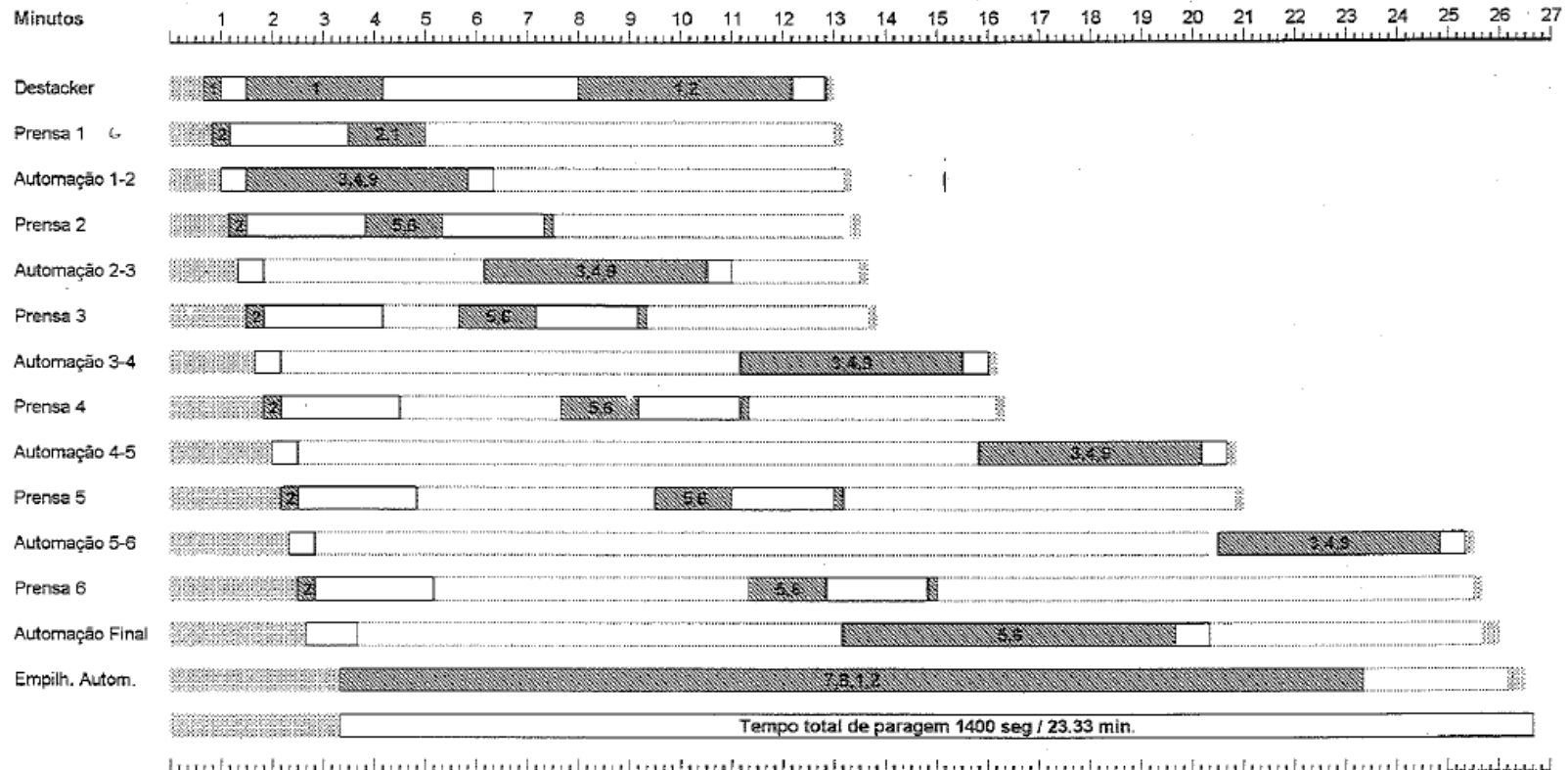
Figura I.2 – Layout Tandem Line

ANEXO II

Directiva VW – Procedimento para troca de ferramenta

SEQUÊNCIA DE OPERAÇÕES PARA MUDANÇA DE FERRAMENTA

TA1 TANDEM LINE



- Esvaziar/encher linha
- Operações em automático
- Operações manuais

Operadores:

- 1 : Destacker - Prensa 1 - Destacker - Empilhador
- 2 : Final de Produção/início de mudança nas Prensas 1 a 6 - Prensa 1 - Destacker - Empilhador
- 3,4,9 : Automação entre prensas
- 5,6 : Prensas 2 a 6 - Automação final
- 7,8 : Empilhador

Fonte: Estimção D-NY/MF-120

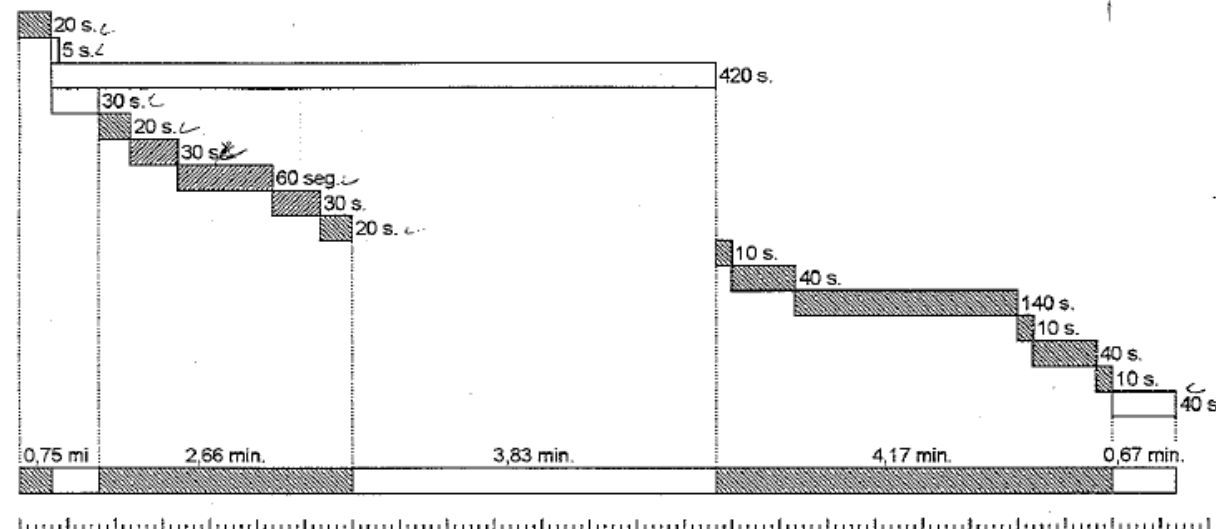
Total Operadores : 9 (excluindo Line Leader)

SEQUÊNCIA DE OPERAÇÕES PARA MUDANÇA DE FERRAMENTA - TA1 TANDEM LINE

A. DESTACKER

Minutos

0 0,5 1,0 1,5 2,0 2,5 3,0 3,5 4,0 4,5 5,0 5,5 6,0 6,5 7,0 7,5 8,0 8,5 9,0 9,5 10,0 10,5 11,0 11,5 12,0 12,5



Operações

1. Iniciar mudança, introduzir dados
2. Automação para a posição de mudança
3. Ajuste da unidade centradora
4. Ajuste das bandas 1 e 2 para a dimensão das próximas platina
5. Abrir porta do destacker
6. Remover para o exterior carro de chapa dupla
7. Remover paleta vazia, colocar nova paleta
8. Recolocar carro no destacker
9. Fechar porta
10. Abrir portas laterais (anteriores à lavadora)
11. Abrir válvula, retirar bandas 3
12. Trocar ferramentas da automação
13. Fechar porta traseira
14. Recolocar bandas 3
15. Fechar porta dianteira
16. Alimentar prensa

Operadores

- 1
-
-
-
1
1
1
1
1
2
1
2
1
1
1
-

Total 730 seg. / 12,2 min

☐ Operações em automático

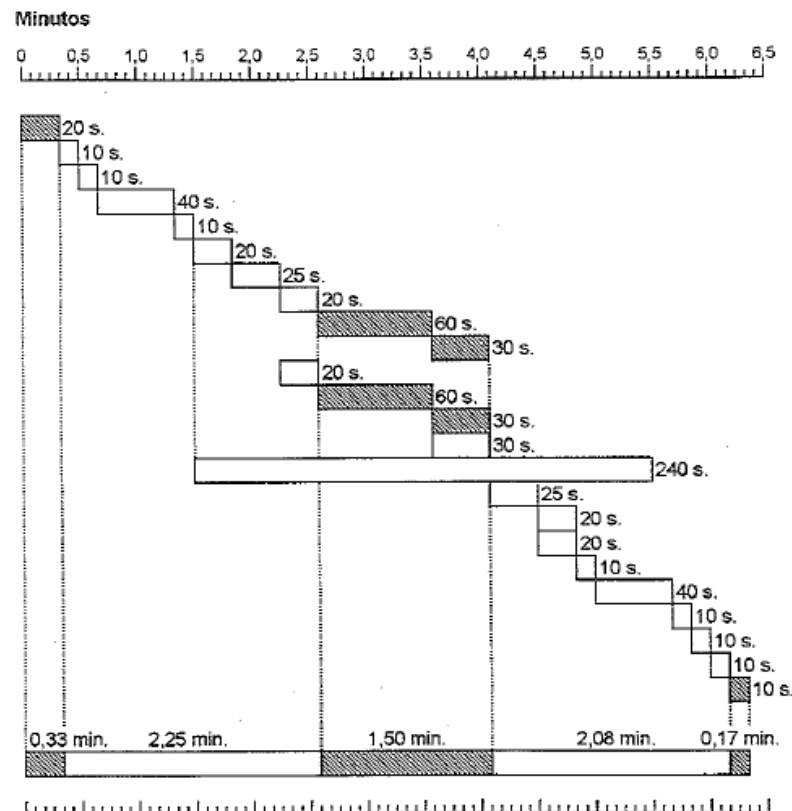
Total de operadores: 2

☒ Operações manuais

Condições iniciais: Destacker e shuttle preparados para nova produção, durante a produção anterior
Carros com ferramentas para automação junto à linha

SEQUÊNCIA DE OPERAÇÕES PARA MUDANÇA DE FERRAMENTA - TA1 TANDEM LINE

B. PRENSA



□ Operações em automático

■ Operações manuais

Total de operadores: 2

Condições iniciais: Ferramenta para próxima produção preparada na mesa 2

Operações

1. Produzir última peça, seleccionar modo de operação, iniciar mudança
2. Martelo no modo de mudança
3. Martelo no ponto morto inferior
4. Desarmar ferramenta
5. Martelo no ponto morto superior
6. Soltar mesa da prensa
7. Subir mesa
8. Abertura automática da porta de segurança 1
9. Deslocar mesa 1 para o exterior da prensa
10. Fechar porta de segurança 1
11. Abertura automática da porta de segurança 2
12. Deslocar mesa 2 para o interior da prensa
13. Fechar porta de segurança 2
14. Trocar dados
15. Ajustar cilindros de balanceamento, elevação da mesa e almofada de ar
16. Baixar mesa
17. Fixar mesa à prensa
18. Ajustar martelo às novas dimensões da ferramenta
19. Martelo no ponto morto inferior
20. Armar ferramenta
21. Martelo no ponto morto superior
22. Ajustar martelo para posição de produção
23. Fim de mudança em automático
24. Seleccionar modo de operação, Iniciar produção.

Operadores

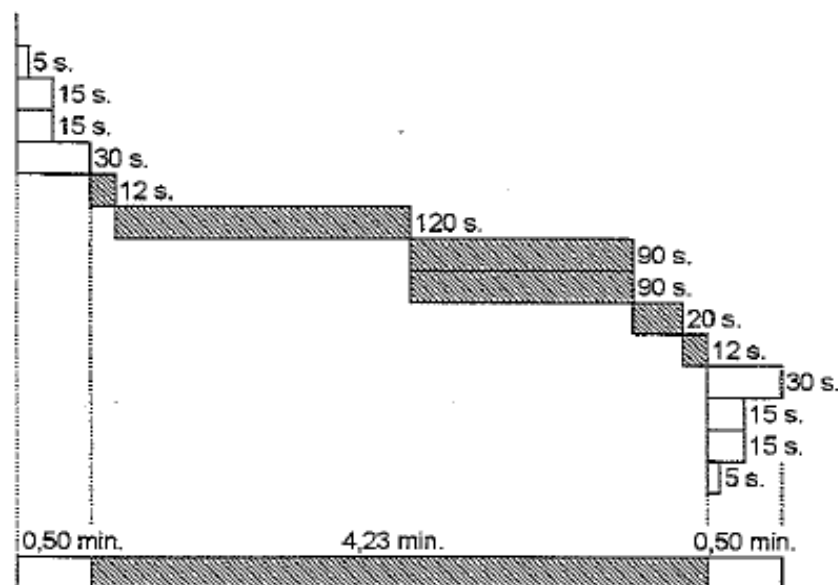
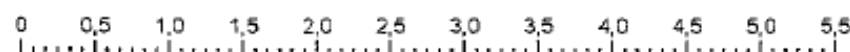
1
-
-
-
-
-
-
-
-
2
2
-
2
2
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
1

Total 380 seg. / 6.3 min

SEQUÊNCIA DE OPERAÇÕES PARA MUDANÇA DE FERRAMENTA - TA1 TANDEM LINE

C. AUTOMAÇÃO ENTRE PRENSAS

Minutos



□ Operações em automático

▨ Operações manuais

Total de operadores: 3

Condições iniciais: Carros com ferramentas para automação junto da linha

Operações

1. Iniciar mudança
2. Ferramentas da automação p/ posição de mudança
3. Baixar shuttle
4. Shuttle p/ posição de mudança
5. Automação para posição inferior
6. Abrir portas dianteira e traseira entre prensas
7. Trocar ferramentas da automação
8. Trocar ferramentas anteriores do shuttle
9. Trocar ferramentas posteriores do shuttle
10. Inspeccionar área
11. Fechar portas dianteira e traseira entre prensas
12. Automação para posição superior
13. Shuttle para posição normal
14. Subir shuttle
15. Ferramentas da automação p/ posição de funcionamento

Operadores

1

-

-

-

-

2

2

1

1

2

2

-

-

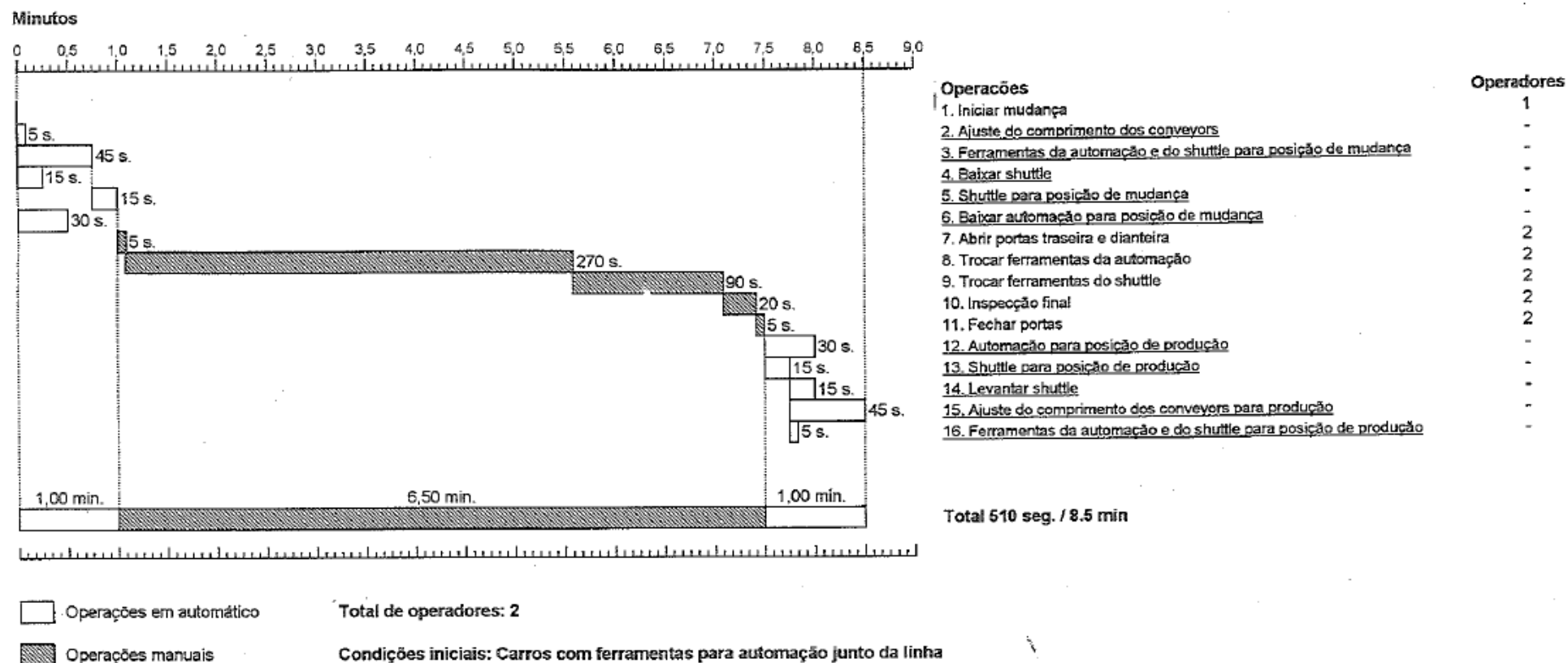
-

-

Total 314 seg. / 5,23 min

SEQUÊNCIA DE OPERAÇÕES PARA MUDANÇA DE FERRAMENTA - TA1 TANDEM LINE

D. AUTOMAÇÃO FINAL



ANEXO III

Recolha de dados

III.1 Troca # 1

Tabela III.1 – Registo da informação recolhida relativa à troca # 1

DIAGRAMA DE ANALISE DE OPERAÇÕES DE SETUP NA TAI												
Símbolos	    	Processamento	120	1:15:32	Rotina:			Actual	x			
		Controlo ou inspeção	1	0:10:00				Proposta				
		Transporte	52	0:13:10	Area:			Pressas				
		Armazenamento	0	0:00:00	Turno:			2				
		Espera	45	0:34:37	Equipa:			A				
					Responsável:			Andreia Simões				
					Data:			15-Jul-09				

Operações exten	#	Descrição da operação						Natureza	Observações	TOTAL	Início	Fim	Duração	
	1	Preparar carros de automação	0:00:00					M			0:00:00			0:00:00
	2	Seleccionar prensas para troca	0:00:00					M			0:00:00			0:00:00
	3	Preparar mesas (se necessário)	0:00:00					M			0:00:00			0:00:00
	4	Preparar alimentador	0:00:00					M			0:00:00			0:00:00
	5	Abrir grades de protecção	0:00:00					M			0:00:00			0:00:00
	6	Preparar racks para produção seguinte	0:00:00					M			0:00:00			0:00:00
	7	Colocar comutador em reconstrução (alimentador)	0:00:04					M			0:00:04	0:00:00	0:00:04	0:00:04
	8	Colocar P1 em troca	0:00:14					M			0:00:14	0:00:00	0:00:14	0:00:14
	9	1º START P1	0:02:14					A			0:02:14	0:00:14	0:02:28	0:02:14
	10	Colocar P2 em troca	0:00:07					M			0:00:07	0:00:00	0:00:07	0:00:07
	11	1º START P2	0:04:33					A			0:04:33	0:00:07	0:04:40	0:04:33
	12	Colocar P3 em troca	0:00:08					M			0:00:08	0:00:21	0:00:29	0:00:08
	13	1º START P3	0:03:04					A			0:03:04	0:00:29	0:03:33	0:03:04
	14	Colocar P4 em troca	0:00:10					M			0:00:10	0:00:56	0:01:06	0:00:10
	15	1º START P4	0:01:37					A			0:01:37	0:01:06	0:02:43	0:01:37
	16	Colocar P5 em troca	0:00:18					M			0:00:18	0:01:09	0:01:27	0:00:18
	17	1º START P5	0:05:25					A			0:05:25	0:01:27	0:06:52	0:05:25
	18	Colocar P6 em troca	0:00:11					M			0:00:11	0:00:40	0:00:51	0:00:11
	19	1º START P6	0:02:52					A			0:02:52	0:00:51	0:03:43	0:02:52
	20	Troca de lavadora/lubrificadora	0:00:00					M			0:00:00			0:00:00
	21	Colocar comutador dos 45º em reconstrução	0:00:05					M			0:00:05	0:00:57	0:01:02	0:00:05
	22	Colocar novo número de programa	0:00:06					M			0:00:06	0:01:02	0:01:08	0:00:06
	23	Espera por OP para proceder à troca das mesas						0:01:40	-		0:01:40	0:02:28	0:04:08	0:01:40
	24	Saída da mesa	0:00:45						M		0:00:45	0:04:08	0:04:53	0:00:45
	25	Fechar porta	0:00:11						M		0:00:11	0:04:53	0:05:04	0:00:11
	26	Espera para entrada da mesa						0:06:50	-	Demora no fecho da porta	0:06:50	0:05:04	0:11:54	0:06:50
	27	Entrada de mesa e fechar portas	0:01:45						M		0:01:45	0:11:54	0:13:39	0:01:45
	28	Espera por OP para dar o arranque ao 2º START						0:00:00	-		0:00:00	0:13:39	0:13:39	0:00:00
	29	Arr. 2º START+C.Manual+Verificar # de prog. P1	0:00:30						M		0:00:30	0:13:39	0:14:09	0:00:30
	30	Fechar grades de segurança	0:00:07						M		0:00:07	0:14:09	0:14:16	0:00:07
	31	2º START P1	0:00:37						A		0:00:37	0:14:09	0:14:46	0:00:37
	32	Espera por OP para proceder à troca das mesas						0:03:36	-		0:03:36	0:04:40	0:08:16	0:03:36
	33	Troca de mesas e fechar portas P2	0:05:28						M		0:05:28	0:08:16	0:13:44	0:05:28
	34	Espera por OP para dar o arranque ao 2º START						0:00:00	-		0:00:00	0:13:44	0:13:44	0:00:00
	35	Arr. 2º START+C.Manual+Verificar # de prog. P2	0:00:07						M		0:00:07	0:13:44	0:13:51	0:00:07
	36	Fechar grades de segurança	0:00:07						M		0:00:07	0:13:51	0:13:58	0:00:07
	37	2º START P2	0:03:10						A	Intervenção da manutenção	0:03:10	0:13:51	0:17:01	0:03:10
	38	Espera por OP para proceder à troca das mesas						0:03:16	-		0:03:16	0:03:33	0:06:49	0:03:16
	39	Troca de mesas e fechar portas P3	0:01:00						M		0:01:00	0:06:49	0:07:49	0:01:00
	40	Espera por OP para dar o arranque ao 2º START						0:05:14	-		0:05:14	0:07:49	0:13:03	0:05:14
	41	Arr. 2º START+C.Manual+Verificar # de prog. P3	0:00:06						M		0:00:06	0:13:03	0:13:09	0:00:06
	42	Fechar grades de segurança	0:00:07						M		0:00:07	0:13:09	0:13:16	0:00:07
	43	2º START P3	0:00:13						A		0:00:13	0:13:09	0:13:22	0:00:13
44	Espera por OP para proceder à troca das mesas						0:02:44	-		0:02:44	0:02:43	0:05:27	0:02:44	

Tabela III.1 – continuação

45	Troca de mesas e fechar portas P4	0:01:55				M		0:01:55	0:05:27	0:07:22	0:01:55
46	Espera por OP para dar o arranque ao 2º START				0:01:18	-		0:01:18	0:07:22	0:08:40	0:01:18
47	Arr. 2º START+C.Manual+Verificar # de prog. P4	0:00:46				M		0:00:46	0:08:40	0:09:26	0:00:46
48	Fechar grades de segurança	0:00:07				M		0:00:07	0:09:26	0:09:33	0:00:07
49	2º START P4	0:03:10				A		0:03:10	0:09:26	0:12:36	0:03:10
50	Espera por OP para proceder à troca das mesas				0:01:17	-		0:01:17	0:06:52	0:08:09	0:01:17
51	Troca de mesas e fechar portas P5	0:01:00				M		0:01:00	0:08:09	0:09:09	0:01:00
52	Espera por OP para dar o arranque ao 2º START				0:00:25	-		0:00:25	0:09:09	0:09:34	0:00:25
53	Arr. 2º START+C.Manual+Verificar # de prog. P5	0:00:38				M	Demora no fecho da porta	0:00:38	0:09:34	0:10:12	0:00:38
54	Fechar grades de segurança	0:00:07				M		0:00:07	0:10:12	0:10:19	0:00:07
55	2º START P5	0:02:04				A		0:02:04	0:10:12	0:12:16	0:02:04
56	Espera por OP para proceder à troca das mesas				0:00:32	-		0:00:32	0:03:43	0:04:15	0:00:32
57	Troca de mesas e fechar portas P6	0:02:33				M		0:02:33	0:04:15	0:06:48	0:02:33
58	Espera por OP para dar o arranque ao 2º START				0:01:27	-		0:01:27	0:06:48	0:08:15	0:01:27
59	Arr. 2º START+C.Manual+Verificar # de prog. P6	0:00:03				M		0:00:03	0:08:15	0:08:18	0:00:03
60	Fechar grades de segurança	0:00:07				M		0:00:07	0:08:18	0:08:25	0:00:07
61	2º START P6	0:02:30				A		0:02:30	0:08:18	0:10:48	0:02:30
62	Troca de datador (Prensa 5)	0:01:07				M		0:01:07	0:12:16	0:13:48	0:01:32
63	Troca de automação do 45º Esq./Dir.								0:04:07	0:06:42	0:02:35
63.1	Abir porta	0:00:06				M		0:00:06	0:03:56	0:04:02	0:00:06
63.2	Remoção do shuttle esq.	0:00:10				M		0:00:10	0:04:07	0:04:17	0:00:10
63.3	Transporte do shuttle esq. para os caminhos			0:00:14		M		0:00:14	0:04:17	0:04:31	0:00:14
63.4	Transporte do novo shuttle esq. para a prensa			0:00:15		M		0:00:15	0:04:22	0:04:37	0:00:15
63.5	Colocação do novo shuttle esq.	0:01:20				M		0:01:20	0:04:37	0:05:57	0:01:20
63.6	Remoção do shuttle dir.	0:00:12				M		0:00:12	0:04:11	0:04:23	0:00:12
63.7	Transporte do shuttle dir. para os caminhos			0:00:15		M		0:00:15	0:04:23	0:04:38	0:00:15
63.8	Transporte do novo shuttle dir. para a prensa			0:00:00		M		0:00:00	0:04:31	0:04:53	0:00:22
63.9	Colocação no novo shuttle dir.	0:00:12				M		0:00:12	0:04:53	0:05:05	0:00:12
63.10	Espera para remoção da aranha de saída				0:00:00	-		0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00
63.11	Remoção da aranha de saída	0:00:05				M		0:00:05	0:06:09	0:06:14	0:00:05
63.12	Transporte da aranha de sai. para os caminhos			0:00:23		M		0:00:23	0:06:14	0:06:37	0:00:23
63.13	Transporte da nova aranha de sai. para a prensa			0:00:12		M		0:00:12	0:06:20	0:06:32	0:00:12
63.14	Espera para colocação da nova aranha de sai.				0:00:11	-		0:00:11	0:06:09	0:06:20	0:00:11
63.15	Colocação da nova aranha de saída	0:00:10				M		0:00:10	0:06:32	0:06:42	0:00:10
63.16	Espera para remoção da aranha de entrada esq.				0:00:00	-		0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00
63.17	Remoção da aranha de entrada esq.	0:01:15				M		0:01:15	0:04:17	0:05:32	0:01:15
63.18	Transporte da aranha de ent. esq. para os caminhos			0:00:22		M		0:00:22	0:05:32	0:05:54	0:00:22
63.19	Transporte da nova aranha de ent. esq. para a prensa			0:00:13		M		0:00:13	0:05:54	0:06:07	0:00:13
63.20	Espera para colocação da nova aranha de ent. esq.				0:00:00	-		0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00
63.21	Colocação da nova aranha de entrada esq.	0:00:22				M		0:00:22	0:06:07	0:06:29	0:00:22
63.22	Espera para remoção da aranha de entrada dir.				0:00:00	-		0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00
63.23	Remoção da aranha de entrada dir.	0:00:07				M		0:00:07	0:05:07	0:05:14	0:00:07
63.24	Transporte da aranha de ent. dir. para os caminhos			0:00:38		M		0:00:38	0:05:14	0:05:52	0:00:38
63.25	Transporte da nova aranha de ent. dir. para a prensa			0:00:18		M		0:00:18	0:05:52	0:06:10	0:00:18
63.26	Espera para colocação da nova aranha de ent. dir.				0:00:00	-		0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00
63.27	Colocação da nova aranha de entrada dir.	0:00:19				M		0:00:19	0:06:10	0:06:29	0:00:19
63.28	Fechar porta	0:00:06				M		0:00:06	0:06:45	0:06:51	0:00:06
63.29	Mandar automações para posição de produção	0:01:24				M		0:01:24	0:06:51	0:08:15	0:01:24
64	Troca de automação da Célula 5								0:07:00	0:08:27	0:01:27
64.1	Abir porta	0:00:12				M		0:00:12	0:06:49	0:07:01	0:00:12
64.2	Remoção do shuttle esq.	0:00:04				M		0:00:04	0:07:00	0:07:04	0:00:04
64.3	Espera para remoção do shuttle dir.				0:00:04	-		0:00:04	0:07:00	0:07:04	0:00:04
64.4	Transporte do shuttle esq. para os caminhos			0:00:16		M		0:00:16	0:07:04	0:07:20	0:00:16
64.5	Transporte do novo shuttle dir. para a prensa			0:00:08		M		0:00:08	0:06:54	0:07:02	0:00:08
64.6	Espera para colocação do novo shuttle dir.				0:00:16	-		0:00:16	0:07:02	0:07:18	0:00:16
64.7	Remoção do shuttle dir.	0:00:14				M		0:00:14	0:07:04	0:07:18	0:00:14

Duração da troca das mesas
0:17:01

Tabela III.1 – continuação

Operações internas	64.8	Colocação no novo shuttle dir.	0:00:16				M	0:00:16	0:07:18	0:07:34	0:00:16
	64.9	Transporte do shuttle dir. para os carrinhos		0:00:29			M	0:00:29	0:07:18	0:07:47	0:00:29
	64.10	Transporte do novo shuttle esq. para a prensa		0:00:08			M	0:00:08	0:06:57	0:07:05	0:00:08
	64.11	Espera para colocação do novo shuttle esq.				0:00:29	-	0:00:29	0:07:05	0:07:34	0:00:29
	64.12	Colocação do novo shuttle esq.	0:00:17				M	0:00:17	0:07:34	0:07:51	0:00:17
	64.13	Remoção da aranha de entrada	0:00:03				M	0:00:03	0:07:42	0:07:45	0:00:03
	64.14	Transporte da aranha de ent. para os carrinhos		0:00:14			M	0:00:14	0:07:45	0:07:59	0:00:14
	64.15	Transporte da nova aranha de ent. para a prensa		0:00:13			M	0:00:13	0:07:46	0:07:59	0:00:13
	64.16	Espera para colocação da nova aranha de ent.				0:00:00	-	0:00:00	0:07:59	0:07:59	0:00:00
	64.17	Colocação da nova aranha de entrada	0:00:06				M	0:00:06	0:07:59	0:08:05	0:00:06
	64.18	Remoção da aranha de saída	0:00:04				M	0:00:04	0:07:10	0:07:14	0:00:04
	64.19	Transporte da aranha de sai. para os carrinhos		0:00:16			M	0:00:16	0:07:14	0:07:30	0:00:16
	64.20	Transporte da nova aranha de sai. para a prensa		0:00:51			M	0:00:51	0:07:30	0:08:21	0:00:51
	64.21	Espera para colocação da nova aranha de sai.				0:00:00	-	0:00:00	0:08:21	0:08:21	0:00:00
	64.22	Colocação da nova aranha de saída	0:00:06				M	0:00:06	0:08:21	0:08:27	0:00:06
	64.23	Fechar porta	0:00:12				M	0:00:12	0:08:30	0:08:42	0:00:12
	64.24	Mandar automações para posição de produção	0:01:53				M	0:01:53	0:12:23	0:14:16	0:01:53
	65	Troca de automação da Célula 4							0:08:17	0:09:58	0:01:41
	65.1	Abrir porta	0:00:12				M	0:00:12	0:08:07	0:08:19	0:00:12
	65.2	Remoção do shuttle esq.	0:00:05				M	0:00:05	0:08:17	0:08:22	0:00:05
	65.3	Espera para remoção do shuttle dir.				0:00:05	-	0:00:05	0:08:17	0:08:22	0:00:05
	65.4	Transporte do shuttle esq. para os carrinhos		0:00:12			M	0:00:12	0:08:22	0:08:34	0:00:12
	65.5	Transporte do novo shuttle dir. para a prensa		0:00:11			M	0:00:11	0:08:25	0:08:36	0:00:11
	65.6	Espera para colocação do novo shuttle dir.				0:00:00	-	0:00:00	0:08:36	0:08:36	0:00:00
	65.7	Remoção do shuttle dir.	0:00:11				M	0:00:11	0:08:22	0:08:33	0:00:11
	65.8	Colocação no novo shuttle dir.	0:00:24				M	0:00:24	0:08:36	0:09:00	0:00:24
	65.9	Transporte do shuttle dir. para os carrinhos		0:00:12			M	0:00:12	0:08:33	0:08:45	0:00:12
	65.10	Transporte do novo shuttle esq. para a prensa		0:00:09			M	0:00:09	0:08:29	0:08:38	0:00:09
	65.11	Espera para colocação do novo shuttle esq.				0:00:22	-	0:00:22	0:08:38	0:09:00	0:00:22
	65.12	Colocação do novo shuttle esq.	0:00:28				M	0:00:28	0:09:00	0:09:28	0:00:28
	65.13	Remoção da aranha de entrada	0:00:05				M	0:00:05	0:08:51	0:08:56	0:00:05
	65.14	Transporte da aranha de ent. para os carrinhos		0:00:12			M	0:00:12	0:08:56	0:09:08	0:00:12
	65.15	Transporte da nova aranha de ent. para a prensa		0:00:17			M	0:00:17	0:09:08	0:09:25	0:00:17
	65.16	Espera para colocação da nova aranha de ent.				0:00:00	-	0:00:00	0:09:25	0:09:25	0:00:00
	65.17	Colocação da nova aranha de entrada	0:00:08				M	0:00:08	0:09:25	0:09:33	0:00:08
	65.18	Remoção da aranha de saída	0:00:10				M	0:00:10	0:09:02	0:09:12	0:00:10
	65.19	Transporte da aranha de sai. para os carrinhos		0:00:15			M	0:00:15	0:09:12	0:09:27	0:00:15
	65.20	Transporte da nova aranha de sai. para a prensa		0:00:23			M	0:00:23	0:09:27	0:09:50	0:00:23
	65.21	Espera para colocação da nova aranha de sai.				0:00:00	-	0:00:00	0:09:50	0:09:50	0:00:00
	65.22	Colocação da nova aranha de saída	0:00:08				M	0:00:08	0:09:50	0:09:58	0:00:08
	65.23	Fechar porta	0:00:12				M	0:00:12	0:10:01	0:10:13	0:00:12
	65.24	Mandar automações para posição de produção	0:01:36				M	0:01:36	0:12:33	0:14:09	0:01:36
	66	Troca de automação da Célula 3							0:09:30	0:11:06	0:01:36
	66.1	Abrir porta	0:00:12				M	0:00:12	0:09:18	0:09:30	0:00:12
	66.2	Remoção do shuttle esq.	0:00:05				M	0:00:05	0:09:30	0:09:35	0:00:05
	66.3	Espera para remoção do shuttle dir.				0:00:07	-	0:00:07	0:09:35	0:09:42	0:00:07
	66.4	Transporte do shuttle esq. para os carrinhos		0:00:15			M	0:00:15	0:09:35	0:09:50	0:00:15
	66.5	Transporte do novo shuttle dir. para a prensa		0:00:09			M	0:00:09	0:09:50	0:09:59	0:00:09
	66.6	Espera para colocação do novo shuttle dir.				0:00:00	-	0:00:00	0:09:59	0:09:59	0:00:00
	66.7	Remoção do shuttle dir.	0:00:13				M	0:00:13	0:09:42	0:09:55	0:00:13
	66.8	Colocação no novo shuttle dir.	0:00:20				M	0:00:20	0:09:59	0:10:19	0:00:20
	66.9	Transporte do shuttle dir. para os carrinhos		0:00:10			M	0:00:10	0:09:55	0:10:05	0:00:10
	66.10	Transporte do novo shuttle esq. para a prensa		0:00:10			M	0:00:10	0:10:05	0:10:15	0:00:10
	66.11	Espera para colocação do novo shuttle esq.				0:00:04	-	0:00:04	0:10:15	0:10:19	0:00:04

Tabela III.1 – continuação

	66.12	Colocação do novo shuttle eq.	0:00:12					M		0:00:12	0:10:19	0:10:31	0:00:12
	66.13	Remoção da aranha de entrada	0:00:09					M		0:00:09	0:10:18	0:10:27	0:00:09
	66.14	Transporte da aranha de ent. para os caminhos			0:00:15			M		0:00:15	0:10:27	0:10:42	0:00:15
	66.15	Transporte da nova aranha de ent. para a prensa			0:00:18			M		0:00:18	0:10:42	0:11:00	0:00:18
	66.16	Espera para colocação da nova aranha de ent.					0:00:00	-		0:00:00	0:11:00	0:11:00	0:00:00
	66.17	Colocação da nova aranha de entrada	0:00:06					M		0:00:06	0:11:00	0:11:06	0:00:06
	66.18	Remoção da aranha de saída	0:00:06					M		0:00:06	0:10:08	0:10:14	0:00:06
	66.19	Transporte da aranha de sai. para os caminhos			0:00:13			M		0:00:13	0:10:14	0:10:27	0:00:13
	66.20	Transporte da nova aranha de sai. para a prensa			0:00:15			M		0:00:15	0:10:27	0:10:42	0:00:15
	66.21	Espera para colocação da nova aranha de sai.					0:00:00	-		0:00:00	0:10:42	0:10:42	0:00:00
	66.22	Colocação da nova aranha de saída	0:00:09					M		0:00:09	0:10:42	0:10:51	0:00:09
	66.23	Fechar porta	0:00:12					M		0:00:12	0:10:54	0:11:06	0:00:12
	66.24	Mandar automações para posição de produção	0:00:46					M		0:00:46	0:12:53	0:13:39	0:00:46
67	Troca de automação da Célula 2										0:10:52	0:12:30	0:01:38
	67.1	Abir porta	0:00:12					M		0:00:12	0:10:40	0:10:52	0:00:12
	67.2	Remoção do shuttle eq.	0:00:04					M		0:00:04	0:10:52	0:10:56	0:00:04
	67.3	Espera para remoção do shuttle dir.					0:00:00	-		0:00:00	0:10:56	0:10:56	0:00:00
	67.4	Transporte do shuttle eq. para os caminhos			0:00:14			M		0:00:14	0:10:56	0:11:10	0:00:14
	67.5	Transporte do novo shuttle dir. para a prensa			0:00:10			M		0:00:10	0:11:10	0:11:20	0:00:10
	67.6	Espera para colocação do novo shuttle dir.					0:00:00	-		0:00:00	0:11:20	0:11:20	0:00:00
	67.7	Remoção do shuttle dir.	0:00:21					M		0:00:21	0:10:56	0:11:17	0:00:21
	67.8	Colocação no novo shuttle dir.	0:00:24					M		0:00:24	0:11:20	0:11:44	0:00:24
	67.9	Transporte do shuttle dir. para os caminhos			0:00:11			M		0:00:11	0:11:17	0:11:28	0:00:11
	67.10	Transporte do novo shuttle eq. para a prensa			0:00:10			M		0:00:10	0:11:18	0:11:28	0:00:10
	67.11	Espera para colocação do novo shuttle eq.					0:00:16	-		0:00:16	0:11:28	0:11:44	0:00:16
	67.12	Colocação do novo shuttle eq.	0:00:09					M		0:00:09	0:11:44	0:11:53	0:00:09
	67.13	Remoção da aranha de entrada	0:00:06					M		0:00:06	0:11:46	0:11:52	0:00:06
	67.14	Transporte da aranha de ent. para os caminhos			0:00:14			M		0:00:14	0:11:52	0:12:06	0:00:14
	67.15	Transporte da nova aranha de ent. para a prensa			0:00:06			M		0:00:06	0:12:06	0:12:12	0:00:06
	67.16	Espera para colocação da nova aranha de ent.					0:00:00	-		0:00:00	0:12:12	0:12:12	0:00:00
	67.17	Colocação da nova aranha de entrada	0:00:07					M		0:00:07	0:12:12	0:12:19	0:00:07
	67.18	Remoção da aranha de saída	0:00:06					M		0:00:06	0:11:35	0:11:41	0:00:06
	67.19	Transporte da aranha de sai. para os caminhos			0:00:23			M		0:00:23	0:11:41	0:12:04	0:00:23
	67.20	Transporte da nova aranha de sai. para a prensa			0:00:19			M		0:00:19	0:12:04	0:12:23	0:00:19
	67.21	Espera para colocação da nova aranha de sai.					0:00:00	-		0:00:00	0:12:23	0:12:23	0:00:00
	67.22	Colocação da nova aranha de saída	0:00:07					M		0:00:07	0:12:23	0:12:30	0:00:07
	67.23	Fechar porta	0:00:12					M		0:00:12	0:12:33	0:12:45	0:00:12
	67.24	Mandar automações para posição de produção	0:02:09					M		0:02:09	0:14:00	0:16:09	0:02:09
68	Troca de automação da Célula 1										0:12:15	0:14:13	0:01:58
	68.1	Abir porta	0:00:12					M		0:00:12	0:12:03	0:12:15	0:00:12
	68.2	Remoção do shuttle eq.	0:00:05					M		0:00:05	0:12:15	0:12:20	0:00:05
	68.3	Espera para remoção do shuttle dir.					0:00:00	-		0:00:00	0:12:20	0:12:20	0:00:00
	68.4	Transporte do shuttle eq. para os caminhos			0:00:07			M		0:00:07	0:12:20	0:12:27	0:00:07
	68.5	Transporte do novo shuttle dir. para a prensa			0:00:21			M		0:00:21	0:12:58	0:13:19	0:00:21
	68.6	Espera para colocação do novo shuttle dir.					0:00:00	-		0:00:00	0:13:19	0:13:19	0:00:00
	68.7	Remoção do shuttle dir.	0:00:15					M		0:00:15	0:12:20	0:12:35	0:00:15
	68.8	Colocação no novo shuttle dir.	0:00:15					M		0:00:15	0:13:19	0:13:34	0:00:15
	68.9	Transporte do shuttle dir. para os caminhos			0:00:12			M		0:00:12	0:12:35	0:12:47	0:00:12
	68.10	Transporte do novo shuttle eq. para a prensa			0:00:09			M		0:00:09	0:13:17	0:13:26	0:00:09
	68.11	Espera para colocação do novo shuttle eq.					0:00:08	-		0:00:08	0:13:26	0:13:34	0:00:08
	68.12	Colocação do novo shuttle eq.	0:00:15					M		0:00:15	0:13:34	0:13:49	0:00:15
	68.13	Remoção da aranha de entrada	0:00:08					M		0:00:08	0:13:28	0:13:36	0:00:08
	68.14	Transporte da aranha de ent. para os caminhos			0:00:14			M		0:00:14	0:13:36	0:13:50	0:00:14

Tabela III.1 – continuação

68.15	Transporte da nova aranha de ent. para a prensa			0:00:18		M		0:00:18	0:13:50	0:14:08	0:00:18
68.16	Espera para colocação da nova aranha de ent.				0:00:00	-		0:00:00	0:14:08	0:14:08	0:00:00
68.17	Colocação da nova aranha de entrada	0:00:05				M		0:00:05	0:14:08	0:14:13	0:00:05
68.18	Remoção da aranha de saída	0:00:08				M		0:00:08	0:13:31	0:13:39	0:00:08
68.19	Transporte da aranha de sai. para os caminhos			0:00:15		M		0:00:15	0:13:39	0:13:54	0:00:15
68.20	Transporte da nova aranha de sai. para a prensa			0:00:10		M		0:00:10	0:13:54	0:14:04	0:00:10
68.21	Espera para colocação da nova aranha de sai.				0:00:00	-		0:00:00	0:14:04	0:14:04	0:00:00
68.22	Colocação da nova aranha de saída	0:00:05				M		0:00:05	0:14:04	0:14:09	0:00:05
68.23	Fechar porta	0:00:12				M		0:00:12	0:14:12	0:14:24	0:00:12
68.24	Mandar automações para posição de produção	0:01:35				M		0:01:35	0:15:00	0:16:35	0:01:35
69	Troca de automação PI								0:05:04	0:11:05	0:06:01
69.1	Espera para remover aranha				0:04:16	-		0:04:16	0:05:04	0:09:20	0:04:16
69.2	Remoção da aranha	0:00:43				M		0:00:43	0:09:20	0:10:03	0:00:43
69.3	Transporte da aranha para os caminhos			0:00:15		M		0:00:15	0:10:03	0:10:18	0:00:15
69.4	Transporte da nova aranha para a prensa			0:00:21		M		0:00:21	0:10:18	0:10:39	0:00:21
69.5	Colocação da nova aranha	0:00:26				M		0:00:26	0:10:39	0:11:05	0:00:26
69.6	Mandar para posição de produção	0:00:19				M		0:00:19	0:11:35	0:11:54	0:00:19
70	Arranque de nova produção		0:10:00					0:10:00	0:16:35	0:16:45	0:10:00
TOTAL		1:15:32	0:10:00	0:13:10	0:00:00	0:34:37					

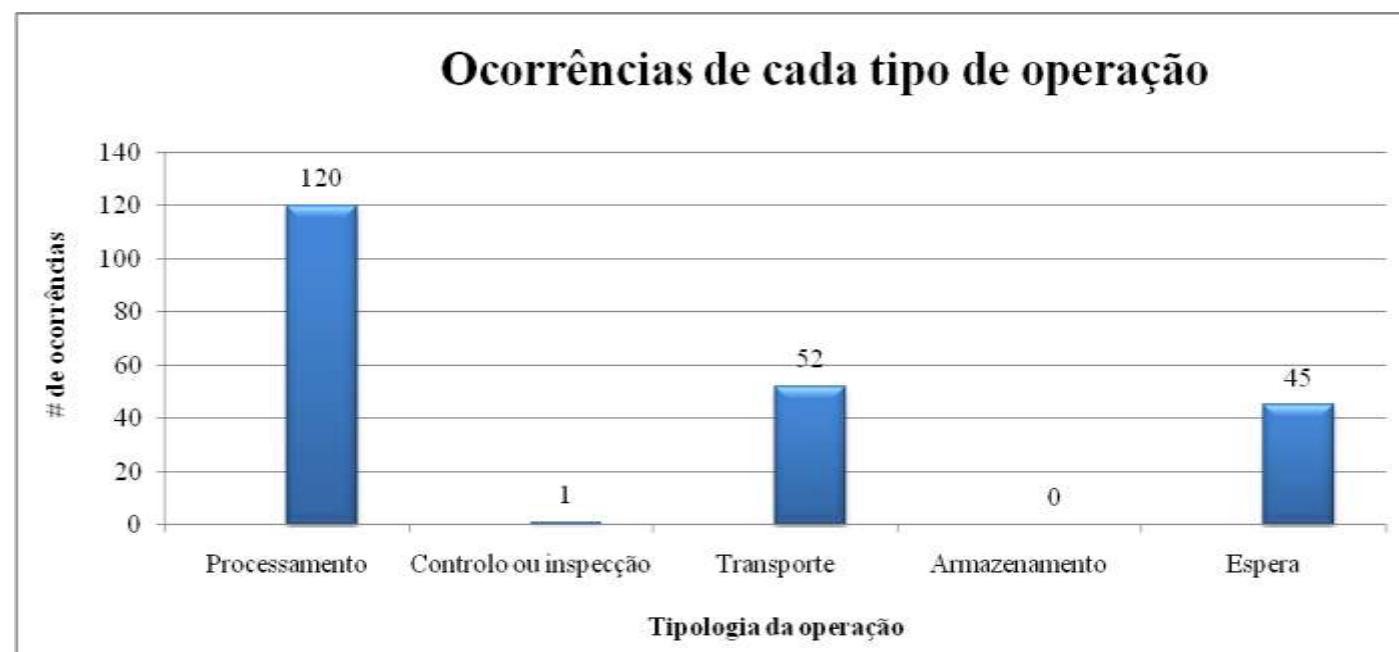


Figura III.1 – Ocorrências de cada tipo de operações na troca # 1

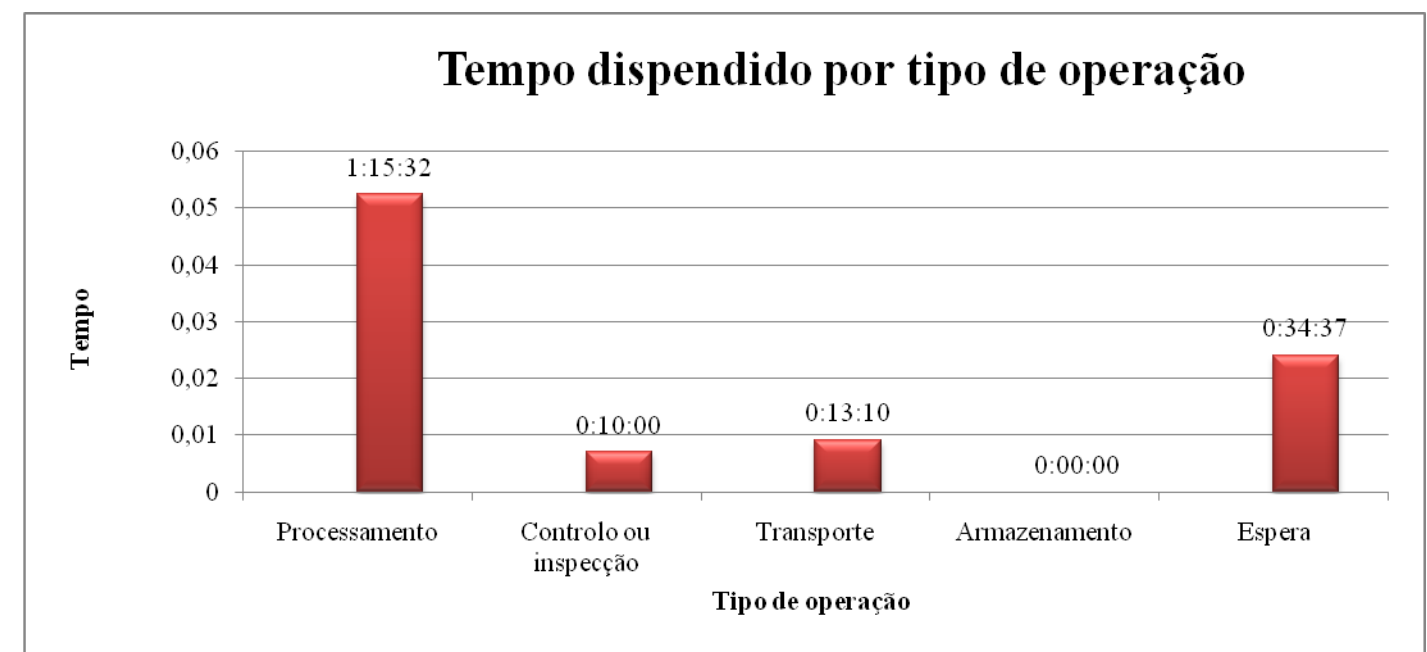


Figura III.2 – Tempo dispendido por tipo de operação na troca # 1

MULTIPLE ACTIVITY CHART TROCA #1

III.2 Troca # 2

Tabela III.2 – Registo da informação recolhida relativa à troca # 2

DIAGRAMA DE ANÁLISE DE OPERAÇÕES DE SETUP NA TAI												
Símbolos		Processamento	120	1:28:45	Rotina:	Actual	x					
		Controlo ou inspecção	1	0:15:00		Proposta						
		Transporte	52	0:37:45		Area:	Pressas					
		Armazenamento	0	0:00:00		Turno:	2					
		Espera	45	0:22:44		Equipa:	A					
					Responsável:	Andreia Simões						
					Data:	16-Jul-09						

Operações exten	#	Descrição da operação	●	■	←	▼	D	Natureza	Observações	TOTAL	Início	Fim	Duração	
	1	Preparar camos de automação	0:00:00					M		0:00:00			0:00:00	
	2	Selecionar pressas para troca	0:00:00					M		0:00:00			0:00:00	
	3	Preparar mesas (se necessário)	0:00:00					M		0:00:00			0:00:00	
	4	Preparar alimentador	0:00:00					M		0:00:00			0:00:00	
	5	Abrir grades de protecção	0:00:00					M		0:00:00			0:00:00	
	6	Preparar racks para produção seguinte	0:00:00					M		0:00:00			0:00:00	
	7	Colocar comutador em reconstrução (alimentador)	0:00:04					M		0:00:04	0:00:32	0:00:36	0:00:04	
	8	Colocar P1 em toca	0:00:03					M		0:00:03	0:00:38	0:00:41	0:00:03	
	9	1º START P1	0:02:59					A		0:02:59	0:00:41	0:03:40	0:02:59	
	10	Colocar P2 em toca	0:00:16					M		0:00:16	0:00:47	0:01:03	0:00:16	
	11	1º START P2	0:02:51					A		0:02:51	0:01:03	0:03:54	0:02:51	
	12	Colocar P3 em toca	0:00:11					M		0:00:11	0:01:12	0:01:23	0:00:11	
	13	1º START P3	0:03:59					A		0:03:59	0:01:23	0:05:22	0:03:59	
	14	Colocar P4 em toca	0:00:43					M		0:00:43	0:01:26	0:02:09	0:00:43	
	15	1º START P4	0:00:51					A		0:00:51	0:02:09	0:03:00	0:00:51	
	16	Colocar P5 em toca	0:00:17					M		0:00:17	0:01:36	0:01:53	0:00:17	
	17	1º START P5	0:00:55					A		0:00:55	0:01:53	0:02:48	0:00:55	
	18	Colocar P6 em toca	0:00:14					M		0:00:14	0:02:03	0:02:17	0:00:14	
	19	1º START P6	0:01:34					A		0:01:34	0:02:17	0:03:51	0:01:34	
	20	Troca de lavadora/lubrificadora	0:00:00					M		0:00:00			0:00:00	
	21	Colocar comutador dos 45º em reconstrução	0:00:05					M		0:00:05	0:02:35	0:02:40	0:00:05	
	22	Colocar novo número de programa	0:00:06					M		0:00:06	0:02:40	0:02:46	0:00:06	
	23	Espera por OP para proceder à troca das mesas						0:00:56	-		0:00:56	0:03:40	0:04:36	0:00:56
	24	Saída da mesa	0:00:49						M		0:00:49	0:04:36	0:05:25	0:00:49
	25	Fechar porta	0:00:07						M		0:00:07	0:05:25	0:05:32	0:00:07
	26	Espera para entrada da mesa						0:04:24	-		0:04:24	0:05:32	0:09:56	0:04:24
	27	Entrada de mesa e fechar portas	0:01:46						M		0:01:46	0:09:56	0:11:42	0:01:46
	28	Espera por OP para dar o arranque ao 2º START						0:00:00	-		0:00:00	0:11:42	0:11:42	0:00:00
	29	Arr. 2º START+C.Manual+Verificar # de prog. P1	0:00:30						M		0:00:30	0:11:42	0:12:12	0:00:30
	30	Fechar grades de segurança	0:00:07						M		0:00:07	0:11:42	0:11:49	0:00:07
	31	2º START P1	0:00:40						A		0:00:40	0:12:12	0:12:52	0:00:40
	32	Espera por OP para proceder à troca das mesas						0:00:44	-		0:00:44	0:03:54	0:04:38	0:00:44
	33	Troca de mesas e fechar portas P2	0:03:03						M		0:03:03	0:04:38	0:07:41	0:03:03
	34	Espera por OP para dar o arranque ao 2º START						0:01:18	-		0:01:18	0:07:41	0:08:59	0:01:18
	35	Arr. 2º START+C.Manual+Verificar # de prog. P2	0:00:47						M		0:00:47	0:08:59	0:09:46	0:00:47
	36	Fechar grades de segurança	0:00:07						M		0:00:07	0:08:59	0:09:06	0:00:07
	37	2º START P2	0:02:30						A		0:02:30	0:09:46	0:12:16	0:02:30
	38	Espera por OP para proceder à troca das mesas						0:00:00	-		0:00:00	0:05:22	0:05:22	0:00:00
	39	Troca de mesas e fechar portas P3	0:01:06						M		0:01:06	0:05:22	0:06:28	0:01:06
	40	Espera por OP para dar o arranque ao 2º START						0:01:17	-		0:01:17	0:06:28	0:07:45	0:01:17
	41	Arr. 2º START+C.Manual+Verificar # de prog. P3	0:00:21						M		0:00:21	0:07:45	0:08:06	0:00:21
	42	Fechar grades de segurança	0:00:07						M		0:00:07	0:07:45	0:07:52	0:00:07
	43	2º START P3	0:00:46						A		0:00:46	0:08:06	0:08:52	0:00:46
44	Espera por OP para proceder à troca das mesas						0:03:35	-		0:03:35	0:03:00	0:06:35	0:03:35	

Tabela III.2 – continuação

45	Troca de mesas e fechar portas P4	0:00:58				M		0:00:58	0:06:35	0:07:33	0:00:58
46	Espera por OP para dar o arranque ao 2º START				0:00:38	-		0:00:38	0:07:33	0:08:11	0:00:38
47	Arr. 2º START+C.Manual+Verificar # de prog. P4	0:00:17				M		0:00:17	0:08:11	0:08:28	0:00:17
48	Fechar grades de segurança	0:00:07				M		0:00:07	0:08:11	0:08:18	0:00:07
49	2º START P4	0:00:16				A		0:00:16	0:08:28	0:08:44	0:00:16
50	Espera por OP para proceder à troca das mesas				0:02:37	-		0:02:37	0:02:48	0:05:25	0:02:37
51	Troca de mesas e fechar portas P5	0:00:59				M		0:00:59	0:05:25	0:06:24	0:00:59
52	Espera por OP para dar o arranque ao 2º START				0:01:23	-		0:01:23	0:06:24	0:07:47	0:01:23
53	Arr. 2º START+C.Manual+Verificar # de prog. P5	0:02:03				M		0:02:03	0:07:47	0:09:50	0:02:03
54	Fechar grades de segurança	0:00:07				M		0:00:07	0:07:47	0:07:54	0:00:07
55	2º START P5	0:01:40				A		0:01:40	0:09:50	0:11:30	0:01:40
56	Espera por OP para proceder à troca das mesas				0:00:20	-		0:00:20	0:03:51	0:04:11	0:00:20
57	Troca de mesas e fechar portas P6	0:01:05				M		0:01:05	0:04:11	0:05:16	0:01:05
58	Espera por OP para dar o arranque ao 2º START				0:01:54	-		0:01:54	0:05:16	0:07:10	0:01:54
59	Arr. 2º START+C.Manual+Verificar # de prog. P6	0:00:22				M		0:00:22	0:07:10	0:07:32	0:00:22
60	Fechar grades de segurança	0:00:07				M		0:00:07	0:07:10	0:07:17	0:00:07
61	2º START P6	0:05:55				A		0:05:55	0:07:32	0:13:27	0:05:55
62	Troca de datador (Prensa 6)	0:01:07				M		0:01:07	0:15:23	0:16:30	0:01:07
63	Troca de automação do 45º Esq./Dir.								0:07:48	0:09:58	0:02:10
63.1	Abir porta	0:00:06				M		0:00:06	0:07:40	0:07:46	0:00:06
63.2	Remoção do shuttle esq.	0:00:11				M		0:00:11	0:07:49	0:08:00	0:00:11
63.3	Transporte do shuttle esq. para os carinhos			0:00:16		M		0:00:16	0:08:00	0:08:16	0:00:16
63.4	Transporte do novo shuttle esq. para a prensa			0:00:14		M		0:00:14	0:08:16	0:08:30	0:00:14
63.5	Colocação do novo shuttle esq.	0:00:16				M		0:00:16	0:08:30	0:08:46	0:00:16
63.6	Remoção do shuttle dir.	0:00:12				M		0:00:12	0:07:48	0:08:00	0:00:12
63.7	Transporte do shuttle dir. para os carinhos			0:00:18		M		0:00:18	0:08:00	0:08:18	0:00:18
63.8	Transporte do novo shuttle dir. para a prensa			0:00:00		M		0:00:00	0:08:18	0:08:31	0:00:13
63.9	Colocação no novo shuttle dir.	0:00:15				M		0:00:15	0:08:31	0:08:46	0:00:15
63.10	Espera para remoção da aranha de saída				0:00:00	-		0:00:00	0:07:48	0:07:48	0:00:00
63.11	Remoção da aranha de saída	0:07:48				M		0:07:48	0:07:48	0:07:54	0:00:06
63.12	Transporte da aranha de sai. para os carinhos			0:07:54		M		0:07:54	0:07:54	0:08:09	0:00:15
63.13	Transporte da nova aranha de sai. para a prensa			0:00:17		M		0:00:17	0:08:09	0:08:26	0:00:17
63.14	Espera para colocação da nova aranha de sai.				0:00:00	-		0:00:00	0:08:26	0:08:51	0:00:25
63.15	Colocação da nova aranha de saída	0:00:08				M		0:00:08	0:08:51	0:08:59	0:00:08
63.16	Espera para remoção da aranha de entrada esq.				0:00:00	-		0:00:00	0:07:48	0:07:48	0:00:00
63.17	Remoção da aranha de entrada esq.	0:07:48				M		0:07:48	0:07:48	0:08:48	0:01:00
63.18	Transporte da aranha de ent. esq. para os carinhos			0:08:48		M		0:08:48	0:08:48	0:09:01	0:00:13
63.19	Transporte da nova aranha de ent. esq. para a prensa			0:00:17		M		0:00:17	0:09:01	0:09:18	0:00:17
63.20	Espera para colocação da nova aranha de ent. esq.				0:00:00	-		0:00:00	0:09:18	0:09:18	0:00:00
63.21	Colocação da nova aranha de entrada esq.	0:00:30				M		0:00:30	0:09:18	0:09:48	0:00:30
63.22	Espera para remoção da aranha de entrada dir.				0:00:00	-		0:00:00	0:07:49	0:07:49	0:00:00
63.23	Remoção da aranha de entrada dir.	0:07:49				M		0:07:49	0:07:49	0:07:57	0:00:08
63.24	Transporte da aranha de ent. dir. para os carinhos			0:07:57		M		0:07:57	0:07:57	0:08:17	0:00:20
63.25	Transporte da nova aranha de ent. dir. para a prensa			0:00:18		M		0:00:18	0:08:17	0:08:35	0:00:18
63.26	Espera para colocação da nova aranha de ent. dir.				0:00:00	-		0:00:00	0:08:35	0:08:35	0:00:00
63.27	Colocação da nova aranha de entrada dir.	0:00:22				M		0:00:22	0:08:35	0:08:57	0:00:22
63.28	Fechar porta	0:00:10				M		0:00:10	0:09:48	0:09:58	0:00:10
63.29	Mandar automações para posição de produção	0:01:20				M		0:01:20	0:12:20	0:13:40	0:01:20
64	Troca de automação da Célula 5								0:10:25	0:13:08	0:02:43
64.1	Abir porta	0:00:12				M		0:00:12	0:10:13	0:10:25	0:00:12
64.2	Remoção do shuttle esq.	0:00:05				M		0:00:05	0:10:25	0:10:30	0:00:05
64.3	Espera para remoção do shuttle dir.				0:00:10	-		0:00:10	0:10:30	0:10:40	0:00:10
64.4	Transporte do shuttle esq. para os carinhos			0:00:10		M		0:00:10	0:10:30	0:10:40	0:00:10
64.5	Transporte do novo shuttle dir. para a prensa			0:00:33		M		0:00:33	0:11:03	0:11:36	0:00:33
64.6	Espera para colocação do novo shuttle dir.				0:00:00	-		0:00:00	0:11:36	0:11:36	0:00:00
64.7	Remoção do shuttle dir.	0:00:12				M		0:00:12	0:10:40	0:10:52	0:00:12

Duração da troca das mesas

0:15:58

Tabela III.2 – continuação

Operações internas	64.8	Colocação no novo shuttle dir.	0:00:33				M		0:00:33	0:11:36	0:12:09	0:00:33
	64.9	Transporte do shuttle dir. para os carinhos			0:00:11		M		0:00:11	0:10:52	0:11:03	0:00:11
	64.10	Transporte do novo shuttle esq. para a prensa			0:00:17		M		0:00:17	0:12:43	0:13:00	0:00:17
	64.11	Espera para colocação do novo shuttle esq.					-	0:00:00	0:00:00	0:13:00	0:13:00	0:00:00
	64.12	Colocação do novo shuttle esq.	0:00:08				M		0:00:08	0:13:00	0:13:08	0:00:08
	64.13	Remoção da aranha de entrada	0:00:03				M		0:00:03	0:12:15	0:12:18	0:00:03
	64.14	Transporte da aranha de ent. para os carinhos			0:00:12		M		0:00:12	0:12:18	0:12:30	0:00:12
	64.15	Transporte da nova aranha de ent. para a prensa			0:00:26		M		0:00:26	0:12:30	0:12:56	0:00:26
	64.16	Espera para colocação da nova aranha de ent.					-	0:00:00	0:00:00	0:12:56	0:12:56	0:00:00
	64.17	Colocação da nova aranha de entrada	0:00:09				M		0:00:09	0:12:56	0:13:05	0:00:09
	64.18	Remoção da aranha de saída	0:00:13				M		0:00:13	0:11:13	0:11:26	0:00:13
	64.19	Transporte da aranha de sai. para os carinhos			0:00:14		M		0:00:14	0:11:26	0:11:40	0:00:14
	64.20	Transporte da nova aranha de sai. para a prensa			0:00:30		M		0:00:30	0:11:40	0:12:10	0:00:30
	64.21	Espera para colocação da nova aranha de sai.					-	0:00:00	0:00:00	0:12:10	0:12:10	0:00:00
	64.22	Colocação da nova aranha de saída	0:00:09				M		0:00:09	0:12:10	0:12:19	0:00:09
	64.23	Fechar porta	0:00:12				M		0:00:12	0:13:08	0:13:20	0:00:12
	64.24	Mandar automações para posição de produção	0:01:53				M		0:01:53	0:13:27	0:15:20	0:01:53
	65	Troca de automação da Célula 4								0:12:55	0:17:35	0:04:40
	65.1	Abir porta	0:00:12				M		0:00:12	0:12:43	0:12:55	0:00:12
	65.2	Remoção do shuttle esq.	0:00:05				M		0:00:05	0:12:55	0:13:00	0:00:05
	65.3	Espera para remoção do shuttle dir.					-	0:00:49	0:00:49	0:13:00	0:13:49	0:00:49
	65.4	Transporte do shuttle esq. para os carinhos			0:00:11		M		0:00:11	0:13:00	0:13:11	0:00:11
	65.5	Transporte do novo shuttle dir. para a prensa			0:00:25		M		0:00:25	0:15:48	0:16:13	0:00:25
	65.6	Espera para colocação do novo shuttle dir.					-	0:00:00	0:00:00	0:16:13	0:16:13	0:00:00
	65.7	Remoção do shuttle dir.	0:00:14				M		0:00:14	0:13:49	0:14:03	0:00:14
	65.8	Colocação no novo shuttle dir.	0:00:39				M		0:00:39	0:16:13	0:16:52	0:00:39
	65.9	Transporte do shuttle dir. para os carinhos			0:00:13		M		0:00:13	0:14:03	0:14:16	0:00:13
	65.10	Transporte do novo shuttle esq. para a prensa			0:00:25		M		0:00:25	0:15:48	0:16:13	0:00:25
	65.11	Espera para colocação do novo shuttle esq.					-	0:00:39	0:00:39	0:16:13	0:16:52	0:00:39
	65.12	Colocação do novo shuttle esq.	0:00:43				M		0:00:43	0:16:52	0:17:35	0:00:43
	65.13	Remoção da aranha de entrada	0:00:04				M		0:00:04	0:14:25	0:14:29	0:00:04
	65.14	Transporte da aranha de ent. para os carinhos			0:00:26		M		0:00:26	0:14:29	0:14:55	0:00:26
	65.15	Transporte da nova aranha de ent. para a prensa			0:00:39		M		0:00:39	0:14:55	0:15:34	0:00:39
	65.16	Espera para colocação da nova aranha de ent.					-	0:00:00	0:00:00	0:15:34	0:15:34	0:00:00
	65.17	Colocação da nova aranha de entrada	0:00:09				M		0:00:09	0:15:34	0:15:43	0:00:09
	65.18	Remoção da aranha de saída	0:00:05				M		0:00:05	0:14:19	0:14:24	0:00:05
	65.19	Transporte da aranha de sai. para os carinhos			0:00:37		M		0:00:37	0:14:24	0:15:01	0:00:37
	65.20	Transporte da nova aranha de sai. para a prensa			0:00:23		M		0:00:23	0:15:01	0:15:24	0:00:23
	65.21	Espera para colocação da nova aranha de sai.					-	0:00:00	0:00:00	0:15:24	0:15:24	0:00:00
	65.22	Colocação da nova aranha de saída	0:00:16				M		0:00:16	0:15:24	0:15:40	0:00:16
	65.23	Fechar porta	0:00:12				M		0:00:12	0:17:38	0:17:50	0:00:12
	65.24	Mandar automações para posição de produção	0:00:36				M		0:00:36	0:17:50	0:18:26	0:00:36
	66	Troca de automação da Célula 3								0:16:03	0:20:01	0:03:58
	66.1	Abir porta	0:00:12				M		0:00:12	0:15:51	0:16:03	0:00:12
	66.2	Remoção do shuttle esq.	0:00:04				M		0:00:04	0:16:03	0:16:07	0:00:04
	66.3	Espera para remoção do shuttle dir.					-	0:00:04	0:00:04	0:16:03	0:16:07	0:00:04
	66.4	Transporte do shuttle esq. para os carinhos			0:00:11		M		0:00:11	0:16:07	0:16:18	0:00:11
	66.5	Transporte do novo shuttle dir. para a prensa			0:00:12		M		0:00:12	0:18:43	0:18:55	0:00:12
	66.6	Espera para colocação do novo shuttle dir.					-	0:00:00	0:00:00	0:18:55	0:18:55	0:00:00
	66.7	Remoção do shuttle dir.	0:00:17				M		0:00:17	0:16:07	0:16:24	0:00:17
	66.8	Colocação no novo shuttle dir.	0:00:23				M		0:00:23	0:18:55	0:19:18	0:00:23
	66.9	Transporte do shuttle dir. para os carinhos			0:00:14		M		0:00:14	0:16:24	0:16:38	0:00:14
	66.10	Transporte do novo shuttle esq. para a prensa			0:00:12		M		0:00:12	0:18:55	0:19:07	0:00:12
	66.11	Espera para colocação do novo shuttle esq.					-	0:00:11	0:00:11	0:19:07	0:19:18	0:00:11

Tabela III.2 – continuação

66.12	Colocação do novo shuttle esq.	0:00:43				M		0:00:43	0:19:18	0:20:01	0:00:43
66.13	Remoção da aranha de entrada	0:00:03				M		0:00:03	0:16:45	0:16:48	0:00:03
66.14	Transporte da aranha de ent. para os carinhos		0:00:21			M		0:00:21	0:16:48	0:17:09	0:00:21
66.15	Transporte da nova aranha de ent. para a prensa		0:00:16			M		0:00:16	0:18:14	0:18:30	0:00:16
66.16	Espera para colocação da nova aranha de ent.				0:00:00	-		0:00:00	0:18:30	0:18:30	0:00:00
66.17	Colocação da nova aranha de entrada	0:00:07				M		0:00:07	0:18:30	0:18:37	0:00:07
66.18	Remoção da aranha de saída	0:00:04				M		0:00:04	0:17:42	0:17:46	0:00:04
66.19	Transporte da aranha de sai. para os carinhos		0:00:11			M		0:00:11	0:17:46	0:17:57	0:00:11
66.20	Transporte da nova aranha de sai. para a prensa		0:00:10			M		0:00:10	0:18:11	0:18:21	0:00:10
66.21	Espera para colocação da nova aranha de sai.				0:00:00	-		0:00:00	0:18:21	0:18:21	0:00:00
66.22	Colocação da nova aranha de saída	0:00:10				M		0:00:10	0:18:21	0:18:31	0:00:10
66.23	Fechar porta	0:00:12				M		0:00:12	0:20:04	0:20:16	0:00:12
66.24	Mandar automações para posição de produção	0:00:46				M		0:00:46	0:20:20	0:21:06	0:00:46
67	Troca de automação da Célula 2								0:19:00	0:22:27	0:03:27
67.1	Abir porta	0:00:12				M		0:00:12	0:18:48	0:19:00	0:00:12
67.2	Remoção do shuttle esq.	0:00:04				M		0:00:04	0:19:00	0:19:04	0:00:04
67.3	Espera para remoção do shuttle dir.				0:00:04	-		0:00:04	0:19:00	0:19:04	0:00:04
67.4	Transporte do shuttle esq. para os carinhos		0:00:12			M		0:00:12	0:19:04	0:19:16	0:00:12
67.5	Transporte do novo shuttle dir. para a prensa		0:00:11			M		0:00:11	0:21:31	0:21:42	0:00:11
67.6	Espera para colocação do novo shuttle dir.				0:00:00	-		0:00:00	0:21:42	0:21:42	0:00:00
67.7	Remoção do shuttle dir.	0:00:11				M		0:00:11	0:19:04	0:19:15	0:00:11
67.8	Colocação no novo shuttle dir.	0:00:28				M		0:00:28	0:21:42	0:22:10	0:00:28
67.9	Transporte do shuttle dir. para os carinhos		0:00:11			M		0:00:11	0:19:15	0:19:26	0:00:11
67.10	Transporte do novo shuttle esq. para a prensa		0:00:11			M		0:00:11	0:21:29	0:21:40	0:00:11
67.11	Espera para colocação do novo shuttle esq.				0:00:32	-		0:00:32	0:21:40	0:22:12	0:00:32
67.12	Colocação do novo shuttle esq.	0:00:15				M		0:00:15	0:22:12	0:22:27	0:00:15
67.13	Remoção da aranha de entrada	0:00:08				M		0:00:08	0:20:11	0:20:19	0:00:08
67.14	Transporte da aranha de ent. para os carinhos		0:00:15			M		0:00:15	0:20:19	0:20:34	0:00:15
67.15	Transporte da nova aranha de ent. para a prensa		0:00:11			M		0:00:11	0:20:49	0:21:00	0:00:11
67.16	Espera para colocação da nova aranha de ent.				0:00:00	-		0:00:00	0:21:00	0:21:00	0:00:00
67.17	Colocação da nova aranha de entrada	0:00:20				M		0:00:20	0:21:00	0:21:20	0:00:20
67.18	Remoção da aranha de saída	0:00:05				M		0:00:05	0:19:53	0:19:58	0:00:05
67.19	Transporte da aranha de sai. para os carinhos		0:00:04			M		0:00:04	0:19:58	0:20:02	0:00:04
67.20	Transporte da nova aranha de sai. para a prensa		0:00:13			M		0:00:13	0:20:54	0:21:07	0:00:13
67.21	Espera para colocação da nova aranha de sai.				0:00:00	-		0:00:00	0:21:07	0:21:07	0:00:00
67.22	Colocação da nova aranha de saída	0:00:08				M		0:00:08	0:21:07	0:21:15	0:00:08
67.23	Fechar porta	0:00:12				M		0:00:12	0:22:30	0:22:42	0:00:12
67.24	Mandar automações para posição de produção	0:02:09				M		0:02:09	0:22:50	0:24:59	0:02:09
68	Troca de automação da Célula 1								0:21:46	0:25:28	0:03:42
68.1	Abir porta	0:00:12				M		0:00:12	0:21:34	0:21:46	0:00:12
68.2	Remoção do shuttle esq.	0:00:05				M		0:00:05	0:21:46	0:21:51	0:00:05
68.3	Espera para remoção do shuttle dir.				0:00:05	-		0:00:05	0:21:46	0:21:51	0:00:05
68.4	Transporte do shuttle esq. para os carinhos		0:00:10			M		0:00:10	0:21:51	0:22:01	0:00:10
68.5	Transporte do novo shuttle dir. para a prensa		0:00:12			M		0:00:12	0:24:23	0:24:35	0:00:12
68.6	Espera para colocação do novo shuttle dir.				0:00:00	-		0:00:00	0:24:35	0:24:35	0:00:00
68.7	Remoção do shuttle dir.	0:00:18				M		0:00:18	0:21:51	0:22:09	0:00:18
68.8	Colocação no novo shuttle dir.	0:00:33				M		0:00:33	0:24:35	0:25:08	0:00:33
68.9	Transporte do shuttle dir. para os carinhos		0:00:12			M		0:00:12	0:22:09	0:22:21	0:00:12
68.10	Transporte do novo shuttle esq. para a prensa		0:00:12			M		0:00:12	0:24:23	0:24:35	0:00:12
68.11	Espera para colocação do novo shuttle esq.				0:00:33	-		0:00:33	0:24:35	0:25:08	0:00:33
68.12	Colocação do novo shuttle esq.	0:00:20				M		0:00:20	0:25:08	0:25:28	0:00:20
68.13	Remoção da aranha de entrada	0:00:05				M		0:00:05	0:23:22	0:23:27	0:00:05
68.14	Transporte da aranha de ent. para os carinhos		0:00:19			M		0:00:19	0:23:27	0:23:46	0:00:19

Tabela III.2 – continuação

68.15	Transporte da nova aranha de ent. para a prensa			0:00:07		M		0:00:07	0:23:54	0:24:01	0:00:07
68.16	Espera para colocação da nova aranha de ent.				0:00:00	-		0:00:00	0:24:01	0:24:01	0:00:00
68.17	Colocação da nova aranha de entrada	0:00:11				M		0:00:11	0:24:01	0:24:12	0:00:11
68.18	Remoção da aranha de saída	0:00:04				M		0:00:04	0:23:22	0:23:26	0:00:04
68.19	Transporte da aranha de sai. para os caminhos			0:00:17		M		0:00:17	0:23:26	0:23:43	0:00:17
68.20	Transporte da nova aranha de sai. para a prensa			0:00:11		M		0:00:11	0:23:46	0:23:57	0:00:11
68.21	Espera para colocação da nova aranha de sai.				0:00:00	-		0:00:00	0:23:57	0:23:57	0:00:00
68.22	Colocação da nova aranha de saída	0:00:18				M		0:00:18	0:23:57	0:24:15	0:00:18
68.23	Fechar porta	0:00:12				M		0:00:12	0:25:11	0:25:23	0:00:12
68.24	Mandar automações para posição de produção	0:01:35				M		0:01:35	0:25:23	0:26:58	0:01:35
69	Troca de automação PI								0:05:32	0:07:00	0:01:28
69.1	Espera para remover aranha				0:00:31	-		0:00:31	0:05:32	0:06:03	0:00:31
69.2	Remoção da aranha	0:00:12				M		0:00:12	0:06:03	0:06:15	0:00:12
69.3	Transporte da aranha para os caminhos			0:00:22		M		0:00:22	0:06:15	0:06:37	0:00:22
69.4	Transporte da nova aranha para a prensa			0:00:17		M		0:00:17	0:06:37	0:06:54	0:00:17
69.5	Colocação da nova aranha	0:00:06				M		0:00:06	0:06:54	0:07:00	0:00:06
69.6	Mandar para posição de produção	0:00:25				M		0:00:25	0:07:17	0:07:42	0:00:25
70	Arranque de nova produção		0:15:00					0:15:00	0:26:58	0:41:58	0:15:00
TOTAL		1:28:45	0:15:00	0:37:45	0:00:00	0:22:44					

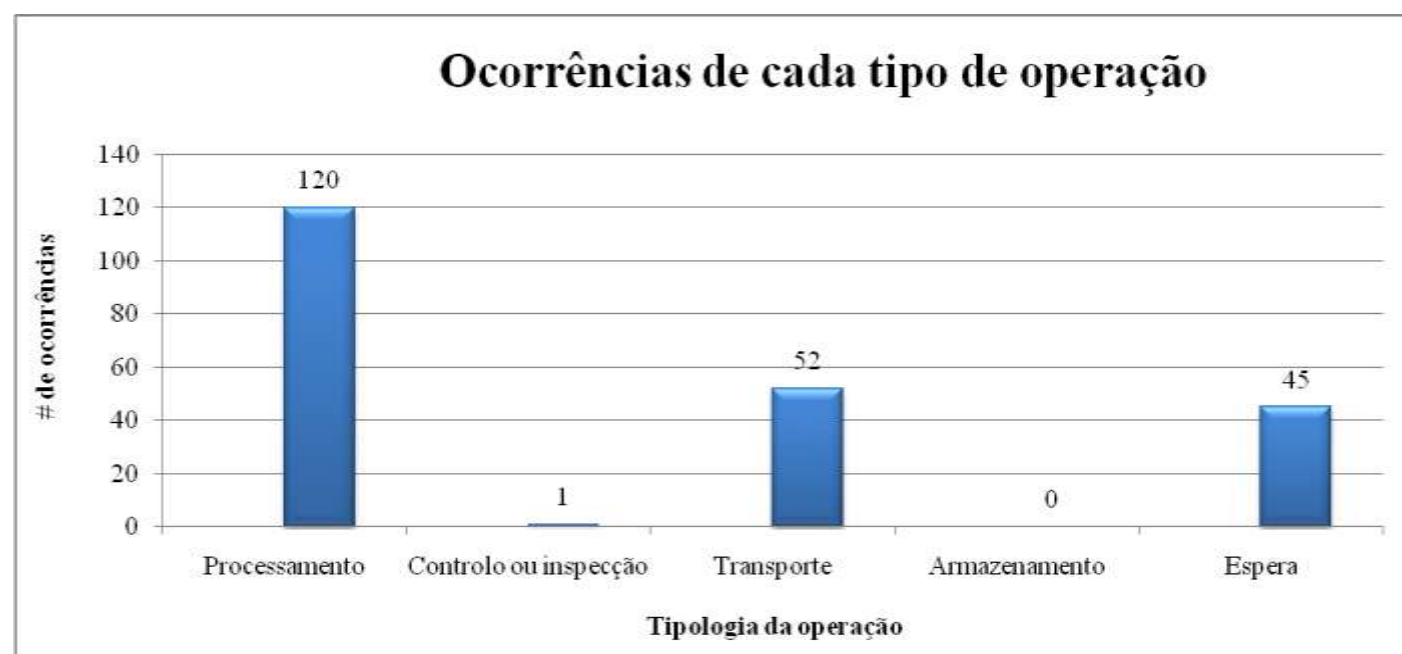


Figura III.4 – Ocorrências de cada tipo de operações na troca # 2

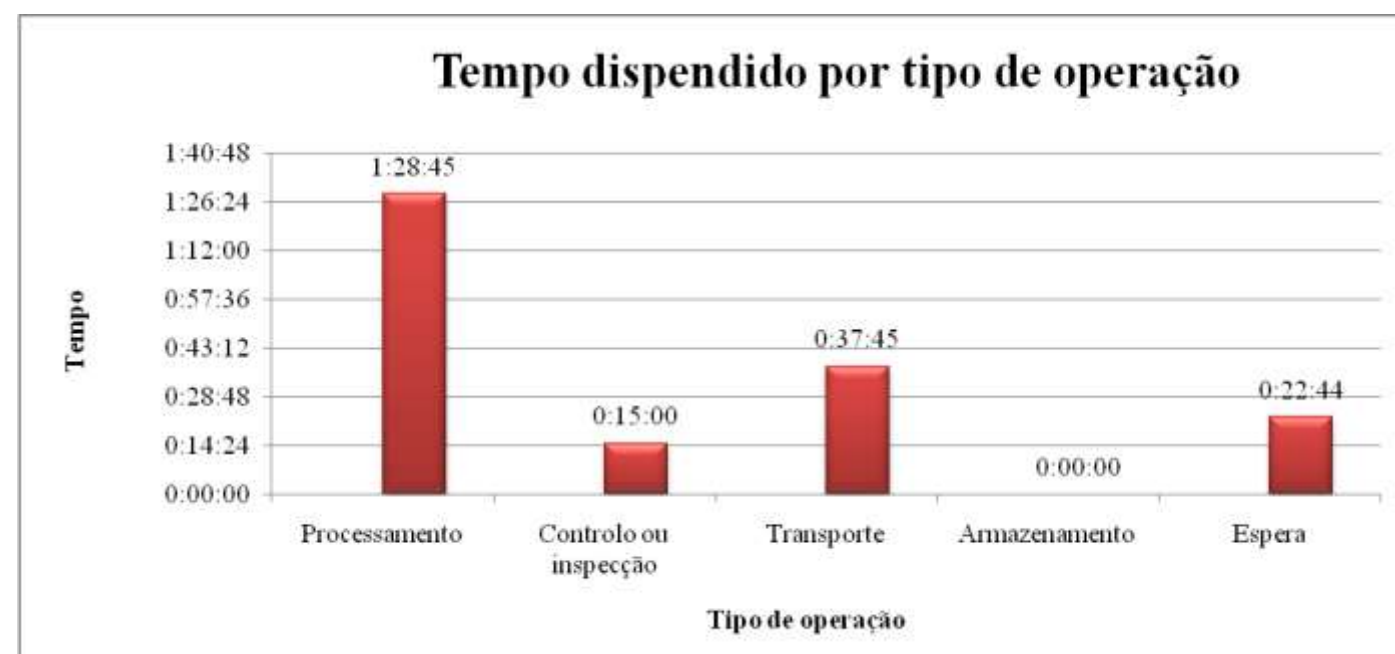


Figura III.5 – Tempo dispendido por tipo de operação na troca # 2

MULTIPLE ACTIVITY CHART TROCA #2

III.3 Troca # 3

Tabela III.3 – Registo da informação recolhida relativa à troca # 3

DIAGRAMA DE ANÁLISE DE OPERAÇÕES DE SETUP NA TAI													
			# de ocorrência	Tempo (minutos)	Rotina:			Área:	Turno:	Equipa:	Responsável:	Data:	
					Actual	Proposta	x						
Símbolos	●	Processamento	120	1:59:01				Pressas	2	A	Andreia Simões	7-Set-09	
	■	Controlo ou inspeção	1	0:08:29									
	←	Transporte	52	0:31:42									
	▼	Armazenamento	0	0:00:00									
	D	Espera	45	0:23:25									
Operações exten	#	Descrição da operação	●	■	←	▼	D	Natureza	Observações	TOTAL	Início	Fim	Duração
	1	Preparar carros de automação	0:00:00					M		0:00:00			0:00:00
	2	Seleccionar prensas para troca	0:00:00					M		0:00:00			0:00:00
	3	Preparar mesas (se necessário)	0:00:00					M		0:00:00			0:00:00
	4	Preparar alimentador	0:00:00					M		0:00:00			0:00:00
	5	Abrir grades de protecção	0:00:00					M		0:00:00			0:00:00
	6	Preparar racks para produção seguinte	0:00:00					M		0:00:00			0:00:00
	7	Colocar comutador em reconstrução (alimentador)	0:00:00					M	Foi efectuada como op. ext.	0:00:00			0:00:00
	8	Colocar P1 em toca	0:00:00					M	Foi efectuada como op. ext.	0:00:00			0:00:00
	9	1º START P1	0:03:05					A		0:03:05	0:00:00	0:03:05	0:03:05
	10	Colocar P2 em toca	0:00:00					M	Foi efectuada como op. ext.	0:00:00			0:00:00
	11	1º START P2	0:02:47					A		0:02:47	0:00:00	0:02:47	0:02:47
	12	Colocar P3 em toca	0:00:00					M	Foi efectuada como op. ext.	0:00:00			0:00:00
	13	1º START P3	0:03:07					A		0:03:07	0:00:00	0:03:07	0:03:07
	14	Colocar P4 em toca	0:00:00					M	Foi efectuada como op. ext.	0:00:00			0:00:00
	15	1º START P4	0:04:00					A		0:04:00	0:00:00	0:04:00	0:04:00
	16	Colocar P5 em toca	0:00:02					M		0:00:02	0:00:00	0:00:02	0:00:02
	17	1º START P5	0:03:13					A		0:03:13	0:00:02	0:03:15	0:03:13
	18	Colocar P6 em toca	0:00:04					M		0:00:04	0:00:10	0:00:14	0:00:04
	19	1º START P6	0:02:51					A		0:02:51	0:00:14	0:03:05	0:02:51
	20	Troca de lavadora/lubrificadora	0:00:00					M		0:00:00			0:00:00
	21	Colocar comutador dos 45º em reconstrução	0:00:06					M		0:00:06	0:00:20	0:00:26	0:00:06
	22	Colocar novo número de programa	0:00:10					M		0:00:10	0:01:37	0:01:47	0:00:10
	23	Espera por OP para proceder à troca das mesas					0:03:55	-		0:03:55	0:03:05	0:07:00	0:03:55
	24	Saída da mesa	0:00:49					M		0:00:49	0:07:07	0:07:56	0:00:49
	25	Fechar porta	0:00:07					M		0:00:07	0:07:00	0:07:07	0:00:07
	26	Espera para entrada da mesa					0:05:28	-		0:05:28	0:07:56	0:13:24	0:05:28
	27	Entrada de mesa e fechar portas	0:01:38					M		0:01:38	0:13:24	0:15:02	0:01:38
	28	Espera por OP para dar o arranque ao 2º START					0:00:00	-		0:00:00	0:15:02	0:15:02	0:00:00
	29	Arr. 2º START+C.Manual+Verificar # de prog. P1	0:00:06					M		0:00:06	0:15:02	0:15:08	0:00:06
	30	Fechar grades de segurança	0:00:07					M		0:00:07	0:15:02	0:15:09	0:00:07
	31	2º START P1	0:01:51					A		0:01:51	0:15:08	0:16:59	0:01:51
	32	Espera por OP para proceder à troca das mesas					0:02:53	-		0:02:53	0:02:47	0:05:40	0:02:53
	33	Troca de mesas e fechar portas P2	0:04:16					M		0:04:16	0:05:40	0:09:56	0:04:16
	34	Espera por OP para dar o arranque ao 2º START					0:00:00	-		0:00:00	0:09:56	0:09:56	0:00:00
	35	Arr. 2º START+C.Manual+Verificar # de prog. P2	0:00:07					M		0:00:07	0:09:56	0:10:03	0:00:07
	36	Fechar grades de segurança	0:00:07					M		0:00:07	0:09:56	0:10:03	0:00:07
	37	2º START P2	0:11:51					A	Intervenção da manutenção	0:11:51	0:10:03	0:21:54	0:11:51
	38	Espera por OP para proceder à troca das mesas					0:02:23	-		0:02:23	0:03:07	0:05:30	0:02:23
	39	Troca de mesas e fechar portas P3	0:06:28					M		0:06:28	0:05:30	0:11:58	0:06:28
	40	Espera por OP para dar o arranque ao 2º START					0:00:00	-		0:00:00	0:11:58	0:11:58	0:00:00
	41	Arr. 2º START+C.Manual+Verificar # de prog. P3	0:01:04					M		0:01:04	0:11:58	0:13:02	0:01:04
	42	Fechar grades de segurança	0:00:07					M		0:00:07	0:11:58	0:12:05	0:00:07
	43	2º START P3	0:01:29					A		0:01:29	0:13:02	0:14:31	0:01:29
	44	Espera por OP para proceder à troca das mesas					0:02:10	-		0:02:10	0:04:00	0:06:10	0:02:10

Tabela III.3 – continuação

45	Troca de mesas e fechar portas P4	0:01:03				M	0:01:03	0:06:10	0:07:13	0:01:03
46	Espera por OP para dar o arranque ao 2º START				0:00:00	-	0:00:00	0:07:13	0:07:13	0:00:00
47	Arr. 2º START+C.Manual+Verificar # de prog. P4	0:00:17				M	0:00:17	0:07:13	0:07:30	0:00:17
48	Fechar grades de segurança	0:00:07				M	0:00:07	0:07:13	0:07:20	0:00:07
49	2º START P4	0:04:22				A	0:04:22	0:07:30	0:11:52	0:04:22
50	Espera por OP para proceder à troca das mesas				0:00:38	-	0:00:38	0:08:15	0:08:53	0:00:38
51	Troca de mesas e fechar portas P5	0:01:19				M	0:01:19	0:08:53	0:09:12	0:01:19
52	Espera por OP para dar o arranque ao 2º START				0:00:00	-	0:00:00	0:09:12	0:09:12	0:00:00
53	Arr. 2º START+C.Manual+Verificar # de prog. P5	0:00:10				M	0:00:10	0:09:12	0:09:22	0:00:10
54	Fechar grades de segurança	0:00:07				M	0:00:07	0:09:12	0:09:19	0:00:07
55	2º START P5	0:14:38				A	0:14:38	0:09:22	0:20:00	0:14:38
56	Espera por OP para proceder à troca das mesas				0:01:27	-	0:01:27	0:09:05	0:04:32	0:01:27
57	Troca de mesas e fechar portas P6	0:01:17				M	0:01:17	0:04:32	0:05:49	0:01:17
58	Espera por OP para dar o arranque ao 2º START				0:00:00	-	0:00:00	0:05:49	0:05:49	0:00:00
59	Arr. 2º START+C.Manual+Verificar # de prog. P6	0:00:45				M	0:00:45	0:05:49	0:06:34	0:00:45
60	Fechar grades de segurança	0:00:07				M	0:00:07	0:05:49	0:05:56	0:00:07
61	2º START P6	0:00:28				A	0:00:28	0:06:34	0:07:00	0:00:28
62	Troca de datador (Prensa 4)	0:01:54				M	0:01:54	0:17:46	0:19:40	0:01:54
63	Troca de automação do 45º Esq./Dir.							0:08:01	0:08:05	0:02:04
63.1	Abir porta	0:00:09				M	0:00:09	0:05:50	0:05:59	0:00:09
63.2	Remoção do shuttle esq.	0:00:07				M	0:00:07	0:06:01	0:06:08	0:00:07
63.3	Transporte do shuttle esq. para os carinhos		0:00:16			M	0:00:16	0:06:08	0:06:24	0:00:16
63.4	Transporte do novo shuttle esq. para a prensa		0:00:15			M	0:00:15	0:06:24	0:06:39	0:00:15
63.5	Colocação do novo shuttle esq.	0:00:10				M	0:00:10	0:06:39	0:06:49	0:00:10
63.6	Remoção do shuttle dir.	0:00:12				M	0:00:12	0:06:04	0:06:16	0:00:12
63.7	Transporte do shuttle dir. para os carinhos		0:00:14			M	0:00:14	0:06:16	0:06:30	0:00:14
63.8	Transporte do novo shuttle dir. para a prensa		0:00:00			M	0:00:00	0:06:30	0:06:47	0:00:17
63.9	Colocação no novo shuttle dir.	0:00:08				M	0:00:08	0:06:47	0:06:55	0:00:08
63.10	Espera para remoção da aranha de saída				0:00:00	-	0:00:00	0:06:02	0:06:02	0:00:00
63.11	Remoção da aranha de saída	0:06:02				M	0:06:02	0:06:02	0:06:08	0:00:06
63.12	Transporte da aranha de sai. para os carinhos		0:06:08			M	0:06:08	0:06:08	0:06:21	0:00:13
63.13	Transporte da nova aranha de sai. para a prensa		0:00:17			M	0:00:17	0:06:21	0:06:38	0:00:17
63.14	Espera para colocação da nova aranha de sai.				0:00:00	-	0:00:00	0:06:38	0:06:50	0:00:12
63.15	Colocação da nova aranha de saída	0:00:08				M	0:00:08	0:06:50	0:06:58	0:00:08
63.16	Espera para remoção da aranha de entrada esq.				0:00:00	-	0:00:00	0:06:05	0:06:05	0:00:00
63.17	Remoção da aranha de entrada esq.	0:06:05				M	0:06:05	0:06:05	0:06:10	0:00:05
63.18	Transporte da aranha de ent. esq. para os carinhos		0:06:10			M	0:06:10	0:06:10	0:06:25	0:00:15
63.19	Transporte da nova aranha de ent. esq. para a prensa		0:00:14			M	0:00:14	0:06:25	0:06:39	0:00:14
63.20	Espera para colocação da nova aranha de ent. esq.				0:00:00	-	0:00:00	0:06:39	0:06:52	0:00:13
63.21	Colocação da nova aranha de entrada esq.	0:00:08				M	0:00:08	0:06:52	0:07:00	0:00:08
63.22	Espera para remoção da aranha de entrada dir.				0:00:00	-	0:00:00	0:06:05	0:06:05	0:00:00
63.23	Remoção da aranha de entrada dir.	0:06:05				M	0:06:05	0:06:05	0:06:12	0:00:07
63.24	Transporte da aranha de ent. dir. para os carinhos		0:06:12			M	0:06:12	0:06:12	0:06:27	0:00:15
63.25	Transporte da nova aranha de ent. dir. para a prensa		0:00:18			M	0:00:18	0:06:27	0:06:45	0:00:18
63.26	Espera para colocação da nova aranha de ent. dir.				0:00:00	-	0:00:00	0:06:45	0:06:57	0:00:12
63.27	Colocação da nova aranha de entrada dir.	0:00:58				M	0:00:58	0:06:57	0:07:55	0:00:58
63.28	Fechar porta	0:00:07				M	0:00:07	0:07:58	0:08:05	0:00:07
63.29	Mandar automações para posição de produção	0:01:42				M	0:01:42	0:11:30	0:13:12	0:01:42
64	Troca de automação da Célula 5							0:08:28	0:11:05	0:02:37
64.1	Abir porta	0:00:12				M	0:00:12	0:08:16	0:08:28	0:00:12
64.2	Remoção do shuttle esq.	0:00:10				M	0:00:10	0:08:28	0:08:38	0:00:10
64.3	Espera para remoção do shuttle dir.				0:00:19	-	0:00:19	0:08:38	0:08:57	0:00:19
64.4	Transporte do shuttle esq. para os carinhos		0:00:13			M	0:00:13	0:08:38	0:08:51	0:00:13
64.5	Transporte do novo shuttle dir. para a prensa		0:00:17			M	0:00:17	0:09:26	0:09:43	0:00:17
64.6	Espera para colocação do novo shuttle dir.				0:00:00	-	0:00:00	0:09:43	0:09:43	0:00:00
64.7	Remoção do shuttle dir.	0:00:16				M	0:00:16	0:08:57	0:09:13	0:00:16

Duração da troca
das mesas
0:21:54

Tabela III.3 – continuação

Operações internas	64.8	Colocação no novo shuttle dir.	0:00:35				M		0:00:35	0:09:43	0:10:18	0:00:35
	64.9	Transporte do shuttle dir. para os carinhos			0:00:10		M		0:00:10	0:09:13	0:09:23	0:00:10
	64.10	Transporte do novo shuttle esq. para a prensa			0:00:14		M		0:00:14	0:09:41	0:09:55	0:00:14
	64.11	Espera para colocação do novo shuttle esq.				0:00:23	-		0:00:23	0:09:55	0:10:18	0:00:23
	64.12	Colocação do novo shuttle esq.	0:00:14				M		0:00:14	0:10:18	0:10:32	0:00:14
	64.13	Remoção da aranha de entrada	0:00:04				M		0:00:04	0:09:02	0:09:06	0:00:04
	64.14	Transporte da aranha de ent. para os carinhos			0:00:33		M		0:00:33	0:09:06	0:09:39	0:00:33
	64.15	Transporte da nova aranha de ent. para a prensa			0:00:15		M		0:00:15	0:10:36	0:10:51	0:00:15
	64.16	Espera para colocação da nova aranha de ent.				0:00:00	-		0:00:00	0:10:51	0:10:51	0:00:00
	64.17	Colocação da nova aranha de entrada	0:00:10				M		0:00:10	0:10:51	0:11:01	0:00:10
	64.18	Remoção da aranha de saída	0:00:09				M		0:00:09	0:09:57	0:10:06	0:00:09
	64.19	Transporte da aranha de sai. para os carinhos			0:00:26		M		0:00:26	0:10:06	0:10:32	0:00:26
	64.20	Transporte da nova aranha de sai. para a prensa			0:00:15		M		0:00:15	0:10:41	0:10:56	0:00:15
	64.21	Espera para colocação da nova aranha de sai.				0:00:00	-		0:00:00	0:10:56	0:10:56	0:00:00
	64.22	Colocação da nova aranha de saída	0:00:09				M		0:00:09	0:10:56	0:11:05	0:00:09
	64.23	Fechar porta	0:00:12				M		0:00:12	0:11:08	0:11:20	0:00:12
	64.24	Mandar automações para posição de produção	0:01:40				M		0:01:40	0:11:49	0:13:29	0:01:40
	65	Troca de automação da Célula 4								0:11:19	0:13:26	0:02:07
	65.1	Abir porta	0:00:12				M		0:00:12	0:11:10	0:11:22	0:00:12
	65.2	Remoção do shuttle esq.	0:00:05				M		0:00:05	0:11:19	0:11:24	0:00:05
	65.3	Espera para remoção do shuttle dir.				0:00:05	-		0:00:05	0:11:19	0:11:24	0:00:05
	65.4	Transporte do shuttle esq. para os carinhos			0:00:15		M		0:00:15	0:11:24	0:11:39	0:00:15
	65.5	Transporte do novo shuttle dir. para a prensa			0:00:10		M		0:00:10	0:11:26	0:11:36	0:00:10
	65.6	Espera para colocação do novo shuttle dir.				0:00:07	-		0:00:07	0:11:36	0:11:43	0:00:07
	65.7	Remoção do shuttle dir.	0:00:19				M		0:00:19	0:11:24	0:11:43	0:00:19
	65.8	Colocação no novo shuttle dir.	0:00:16				M		0:00:16	0:11:43	0:11:59	0:00:16
	65.9	Transporte do shuttle dir. para os carinhos			0:00:15		M		0:00:15	0:11:43	0:11:58	0:00:15
	65.10	Transporte do novo shuttle esq. para a prensa			0:00:22		M		0:00:22	0:12:06	0:12:28	0:00:22
	65.11	Espera para colocação do novo shuttle esq.				0:00:00	-		0:00:00	0:12:28	0:12:28	0:00:00
	65.12	Colocação do novo shuttle esq.	0:00:11				M		0:00:11	0:12:28	0:12:39	0:00:11
	65.13	Remoção da aranha de entrada	0:00:06				M		0:00:06	0:12:28	0:12:34	0:00:06
	65.14	Transporte da aranha de ent. para os carinhos			0:00:21		M		0:00:21	0:12:34	0:12:55	0:00:21
	65.15	Transporte da nova aranha de ent. para a prensa			0:00:13		M		0:00:13	0:13:03	0:13:16	0:00:13
	65.16	Espera para colocação da nova aranha de ent.				0:00:00	-		0:00:00	0:13:16	0:13:16	0:00:00
	65.17	Colocação da nova aranha de entrada	0:00:10				M		0:00:10	0:13:16	0:13:26	0:00:10
	65.18	Remoção da aranha de saída	0:00:05				M		0:00:05	0:11:47	0:11:52	0:00:05
	65.19	Transporte da aranha de sai. para os carinhos			0:00:27		M		0:00:27	0:11:52	0:12:19	0:00:27
	65.20	Transporte da nova aranha de sai. para a prensa			0:00:10		M		0:00:10	0:12:58	0:13:08	0:00:10
	65.21	Espera para colocação da nova aranha de sai.				0:00:00	-		0:00:00	0:13:08	0:13:08	0:00:00
	65.22	Colocação da nova aranha de saída	0:00:07				M		0:00:07	0:13:08	0:13:15	0:00:07
	65.23	Fechar porta	0:00:12				M		0:00:12	0:13:18	0:13:30	0:00:12
	65.24	Mandar automações para posição de produção	0:01:05				M		0:01:05	0:13:53	0:14:58	0:01:05
	66	Troca de automação da Célula 3								0:13:39	0:15:35	0:01:56
	66.1	Abir porta	0:00:12				M		0:00:12	0:13:21	0:13:33	0:00:12
	66.2	Remoção do shuttle esq.	0:00:07				M		0:00:07	0:13:39	0:13:46	0:00:07
	66.3	Espera para remoção do shuttle dir.				0:00:00	-		0:00:00	0:13:46	0:13:46	0:00:00
	66.4	Transporte do shuttle esq. para os carinhos			0:00:23		M		0:00:23	0:13:46	0:14:09	0:00:23
	66.5	Transporte do novo shuttle dir. para a prensa			0:00:07		M		0:00:07	0:14:12	0:14:19	0:00:07
	66.6	Espera para colocação do novo shuttle dir.				0:00:00	-		0:00:00	0:14:19	0:14:19	0:00:00
	66.7	Remoção do shuttle dir.	0:00:16				M		0:00:16	0:13:46	0:14:02	0:00:16
	66.8	Colocação no novo shuttle dir.	0:00:43				M		0:00:43	0:14:19	0:15:02	0:00:43
	66.9	Transporte do shuttle dir. para os carinhos			0:00:16		M		0:00:16	0:14:02	0:14:18	0:00:16
	66.10	Transporte do novo shuttle esq. para a prensa			0:00:12		M		0:00:12	0:14:25	0:14:37	0:00:12
	66.11	Espera para colocação do novo shuttle esq.				0:00:00	-		0:00:00	0:14:37	0:14:37	0:00:00

Tabela III.3 – continuação

66.12	Colocação do novo shuttle esq.	0:00:14				M		0:00:14	0:14:37	0:14:51	0:00:14
66.13	Remoção da aranha de entrada	0:00:06				M		0:00:06	0:14:01	0:14:07	0:00:06
66.14	Transporte da aranha de ent. para os caminhos			0:00:19		M		0:00:19	0:14:07	0:14:26	0:00:19
66.15	Transporte da nova aranha de ent. para a prensa			0:00:11		M		0:00:11	0:15:16	0:15:27	0:00:11
66.16	Espera para colocação da nova aranha de ent.				0:00:00	-		0:00:00	0:15:27	0:15:27	0:00:00
66.17	Colocação da nova aranha de entrada	0:00:08				M		0:00:08	0:15:27	0:15:35	0:00:08
66.18	Remoção da aranha de saída	0:00:06				M		0:00:06	0:14:36	0:14:42	0:00:06
66.19	Transporte da aranha de sai. para os caminhos			0:00:14		M		0:00:14	0:14:42	0:14:56	0:00:14
66.20	Transporte da nova aranha de sai. para a prensa			0:00:19		M		0:00:19	0:14:56	0:15:15	0:00:19
66.21	Espera para colocação da nova aranha de sai.				0:00:00	-		0:00:00	0:15:15	0:15:15	0:00:00
66.22	Colocação da nova aranha de saída	0:00:08				M		0:00:08	0:15:15	0:15:23	0:00:08
66.23	Fechar porta	0:00:12				M		0:00:12	0:15:26	0:15:38	0:00:12
66.24	Mandar automações para posição de produção	0:01:52				M		0:01:52	0:15:59	0:17:51	0:01:52
67	Troca de automação da Célula 2								0:15:54	0:17:52	0:01:58
67.1	Abir porta	0:00:12				M		0:00:12	0:15:34	0:15:46	0:00:12
67.2	Remoção do shuttle esq.	0:00:10				M		0:00:10	0:15:54	0:16:04	0:00:10
67.3	Espera para remoção do shuttle dir.				0:00:05	-		0:00:05	0:15:59	0:16:04	0:00:05
67.4	Transporte do shuttle esq. para os caminhos			0:00:13		M		0:00:13	0:16:04	0:16:17	0:00:13
67.5	Transporte do novo shuttle dir. para a prensa			0:00:07		M		0:00:07	0:16:15	0:16:22	0:00:07
67.6	Espera para colocação do novo shuttle dir.				0:00:00	-		0:00:00	0:16:22	0:16:22	0:00:00
67.7	Remoção do shuttle dir.	0:00:16				M		0:00:16	0:16:04	0:16:20	0:00:16
67.8	Colocação no novo shuttle dir.	0:00:27				M		0:00:27	0:16:22	0:16:49	0:00:27
67.9	Transporte do shuttle dir. para os caminhos			0:00:20		M		0:00:20	0:16:20	0:16:40	0:00:20
67.10	Transporte do novo shuttle esq. para a prensa			0:00:14		M		0:00:14	0:16:11	0:16:25	0:00:14
67.11	Espera para colocação do novo shuttle esq.				0:00:22	-		0:00:22	0:16:25	0:16:47	0:00:22
67.12	Colocação do novo shuttle esq.	0:00:19				M		0:00:19	0:16:47	0:17:06	0:00:19
67.13	Remoção da aranha de entrada	0:00:08				M		0:00:08	0:16:48	0:16:56	0:00:08
67.14	Transporte da aranha de ent. para os caminhos			0:00:20		M		0:00:20	0:16:56	0:17:16	0:00:20
67.15	Transporte da nova aranha de ent. para a prensa			0:00:18		M		0:00:18	0:17:16	0:17:34	0:00:18
67.16	Espera para colocação da nova aranha de ent.				0:00:00	-		0:00:00	0:17:34	0:17:34	0:00:00
67.17	Colocação da nova aranha de entrada	0:00:15				M		0:00:15	0:17:34	0:17:49	0:00:15
67.18	Remoção da aranha de saída	0:00:06				M		0:00:06	0:17:06	0:17:12	0:00:06
67.19	Transporte da aranha de sai. para os caminhos			0:00:13		M		0:00:13	0:17:12	0:17:25	0:00:13
67.20	Transporte da nova aranha de sai. para a prensa			0:00:20		M		0:00:20	0:17:25	0:17:45	0:00:20
67.21	Espera para colocação da nova aranha de sai.				0:00:00	-		0:00:00	0:17:45	0:17:45	0:00:00
67.22	Colocação da nova aranha de saída	0:00:07				M		0:00:07	0:17:45	0:17:52	0:00:07
67.23	Fechar porta	0:00:12				M		0:00:12	0:17:55	0:18:07	0:00:12
67.24	Mandar automações para posição de produção	0:02:43				M		0:02:43	0:18:22	0:21:05	0:02:43
68	Troca de automação da Célula 1								0:18:14	0:20:38	0:02:24
68.1	Abir porta	0:00:12				M		0:00:12	0:17:59	0:18:11	0:00:12
68.2	Remoção do shuttle esq.	0:00:08				M		0:00:08	0:18:14	0:18:22	0:00:08
68.3	Espera para remoção do shuttle dir.				0:00:13	-		0:00:13	0:18:22	0:18:35	0:00:13
68.4	Transporte do shuttle esq. para os caminhos			0:00:18		M		0:00:18	0:18:22	0:18:40	0:00:18
68.5	Transporte do novo shuttle dir. para a prensa			0:00:08		M		0:00:08	0:18:32	0:18:40	0:00:08
68.6	Espera para colocação do novo shuttle dir.				0:00:03	-		0:00:03	0:18:40	0:18:43	0:00:03
68.7	Remoção do shuttle dir.	0:00:08				M		0:00:08	0:18:35	0:18:43	0:00:08
68.8	Colocação no novo shuttle dir.	0:00:22				M		0:00:22	0:18:43	0:19:05	0:00:22
68.9	Transporte do shuttle dir. para os caminhos			0:00:14		M		0:00:14	0:18:43	0:18:57	0:00:14
68.10	Transporte do novo shuttle esq. para a prensa			0:00:11		M		0:00:11	0:18:44	0:18:55	0:00:11
68.11	Espera para colocação do novo shuttle esq.				0:00:10	-		0:00:10	0:18:55	0:19:05	0:00:10
68.12	Colocação do novo shuttle esq.	0:00:21				M		0:00:21	0:19:05	0:19:26	0:00:21
68.13	Remoção da aranha de entrada	0:00:05				M		0:00:05	0:19:22	0:19:27	0:00:05
68.14	Transporte da aranha de ent. para os caminhos			0:00:20		M		0:00:20	0:19:27	0:19:47	0:00:20

Tabela III.3 – continuação

68.15	Transporte da nova aranha de ent. para a prensa			0:00:17		M		0:00:17	0:20:11	0:20:28	0:00:17
68.16	Espera para colocação da nova aranha de ent.				0:00:00	-		0:00:00	0:20:28	0:20:28	0:00:00
68.17	Colocação da nova aranha de entrada	0:00:10				M		0:00:10	0:20:28	0:20:38	0:00:10
68.18	Remoção da aranha de saída	0:00:05				M		0:00:05	0:19:35	0:19:40	0:00:05
68.19	Transporte da aranha de sai. para os carinhos			0:00:23		M		0:00:23	0:19:40	0:20:03	0:00:23
68.20	Transporte da nova aranha de sai. para a prensa			0:00:15		M		0:00:15	0:19:54	0:20:09	0:00:15
68.21	Espera para colocação da nova aranha de sai.				0:00:00	-		0:00:00	0:20:09	0:20:09	0:00:00
68.22	Colocação da nova aranha de saída	0:00:15				M		0:00:15	0:20:09	0:20:24	0:00:15
68.23	Fechar porta	0:00:12				M		0:00:12	0:20:27	0:20:39	0:00:12
68.24	Mandar automações para posição de produção	0:02:24				M		0:02:24	0:20:47	0:23:11	0:02:24
69	Troca de automação P1								0:07:56	0:12:11	0:04:15
69.1	Espera para remover aranha				0:02:44	-		0:02:44	0:07:56	0:10:40	0:02:44
69.2	Remoção da aranha	0:00:26				M		0:00:26	0:10:40	0:11:06	0:00:26
69.3	Transporte da aranha para os carinhos			0:00:25		M		0:00:25	0:11:06	0:11:31	0:00:25
69.4	Transporte da nova aranha para a prensa			0:00:25		M		0:00:25	0:11:31	0:11:56	0:00:25
69.5	Colocação da nova aranha	0:00:15				M		0:00:15	0:11:56	0:12:11	0:00:15
69.6	Mandar para posição de produção	0:00:15				M		0:00:15	0:12:48	0:13:03	0:00:15
70	Arranque de nova produção		0:08:29						0:23:11	0:31:40	0:08:29
TOTAL		1:59:01	0:08:29	0:31:42	0:00:00	0:23:25					

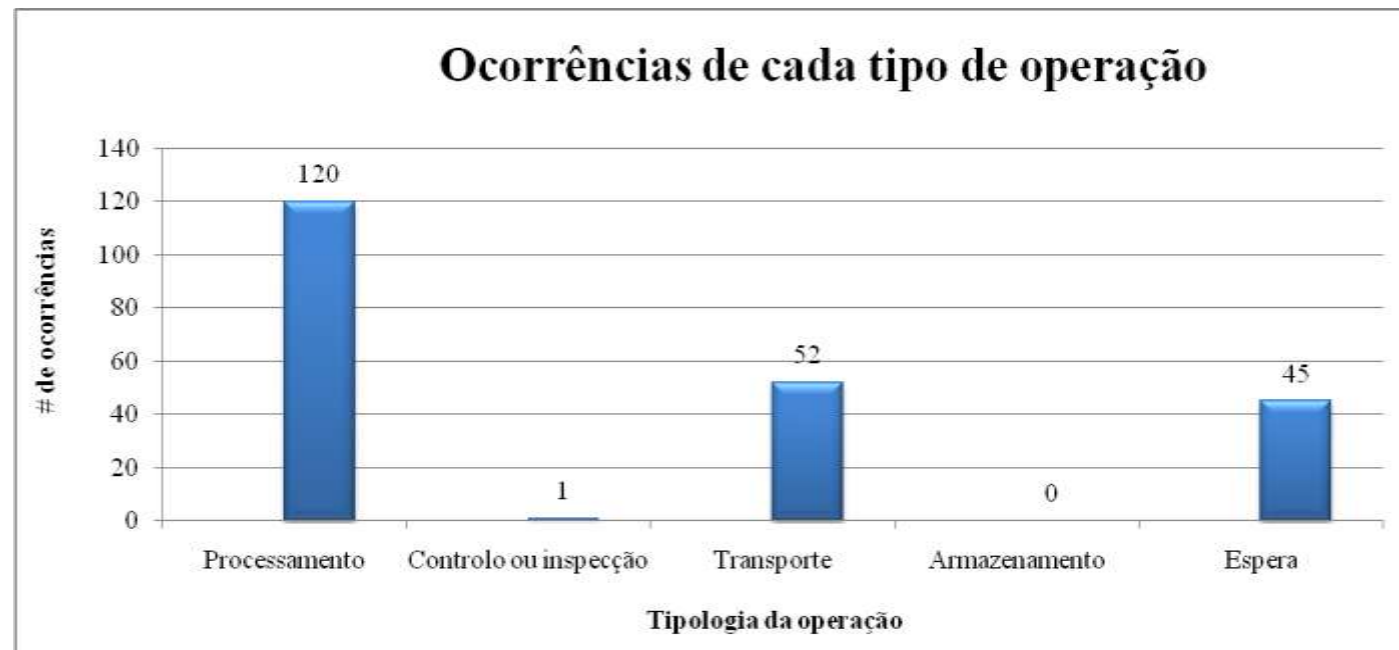


Figura III.7 – Ocorrências de cada tipo de operações na troca # 3

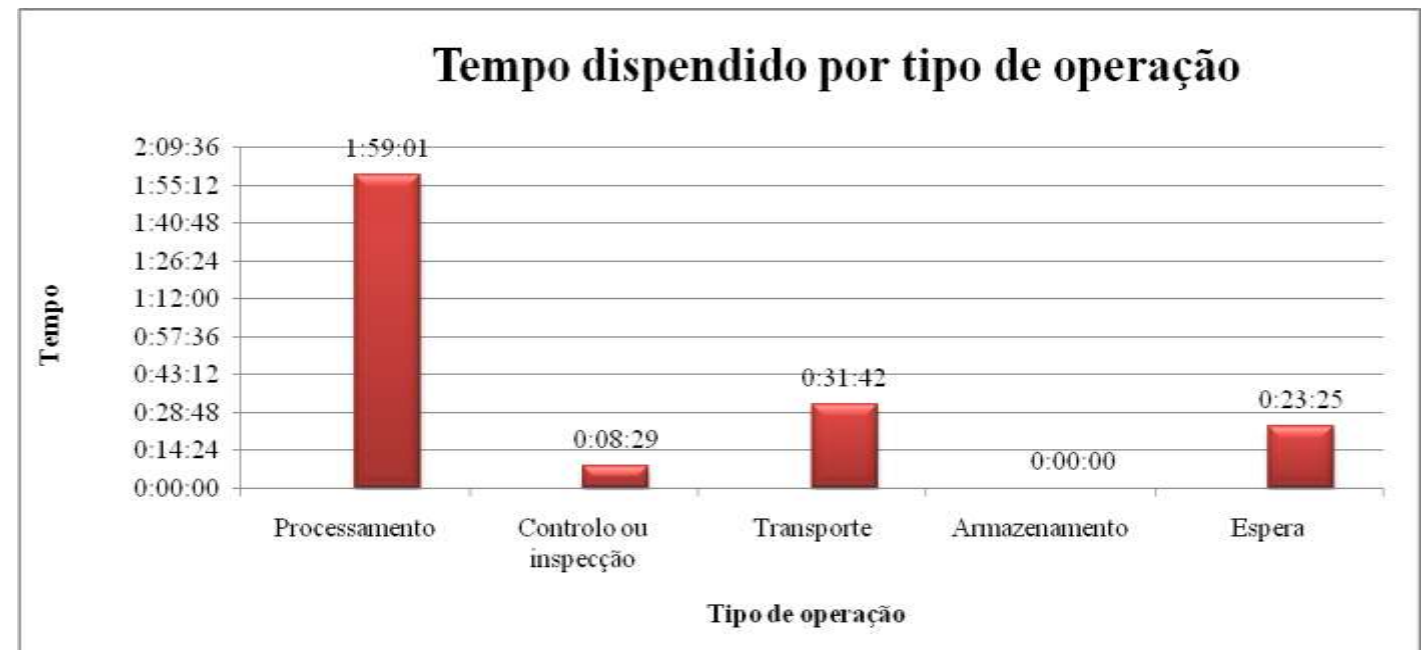


Figura III.8 – Tempo dispendido por tipo de operação na troca # 3

MULTIPLE ACTIVITY CHART TROCA #3

III.4 Troca # 4

Tabela III.4 – Registo da informação recolhida relativa à troca # 4

DIAGRAMA DE ANALISE DE OPERAÇÕES DE SETUP NA TAI													
			de ocorrência	Tempo (minutos)	Rotina: Actual x								
					Proposta								
Símbolos		Processamento	120	1:24:35	Área: Prensas								
		Controlo ou inspeção	1	0:04:32	Turno: 2								
		Transporte	52	0:32:42	Equipa: B								
		Armazenamento	0	0:00:00	Responsável: Andreia Simões								
		Espera	45	0:19:21	Data: 14-Set-09								

Operações exten	#	Descrição da operação						Natureza	Observações	TOTAL	Início	Fim	Duração
	1	Preparar carros de automação	0:00:00					M		0:00:00			0:00:00
	2	Selecionar prensas para troca	0:00:00					M		0:00:00			0:00:00
	3	Preparar mesas (se necessário)	0:00:00					M		0:00:00			0:00:00
	4	Preparar alimentador	0:00:00					M		0:00:00			0:00:00
	5	Abrir grades de protecção	0:00:00					M		0:00:00			0:00:00
	6	Preparar racks para produção seguinte	0:00:00					M		0:00:00			0:00:00
	7	Colocar comutador em reconstrução (alimentador)	0:00:00					M	Foi efectuada como op. ext.	0:00:00			0:00:00
	8	Colocar P1 em troca	0:00:00					M	Foi efectuada como op. ext.	0:00:00			0:00:00
	9	1º START P1	0:02:17					A		0:02:17	0:00:00	0:02:17	0:02:17
	10	Colocar P2 em troca	0:00:00					M	Foi efectuada como op. ext.	0:00:00			0:00:00
	11	1º START P2	0:00:42					A		0:00:42	0:00:00	0:00:42	0:00:42
	12	Colocar P3 em troca	0:00:00					M	Foi efectuada como op. ext.	0:00:00			0:00:00
	13	1º START P3	0:01:51					A		0:01:51	0:00:00	0:01:51	0:01:51
	14	Colocar P4 em troca	0:00:00					M	Foi efectuada como op. ext.	0:00:00			0:00:00
	15	1º START P4	0:01:13					A		0:01:13	0:00:00	0:01:13	0:01:13
	16	Colocar P5 em troca	0:00:00					M	Foi efectuada como op. ext.	0:00:00			0:00:00
	17	1º START P5	0:01:33					A		0:01:33	0:00:00	0:01:33	0:01:33
	18	Colocar P6 em troca	0:00:00					M	Foi efectuada como op. ext.	0:00:00			0:00:00
	19	1º START P6	0:01:56					A		0:01:56	0:00:00	0:01:56	0:01:56
	20	Troca de lavadora/lubrificadora	0:00:00					M		0:00:00			0:00:00
	21	Colocar comutador dos 45º em reconstrução	0:00:05					M		0:00:05	0:00:06	0:00:11	0:00:05
	22	Colocar novo número de programa	0:00:05					M		0:00:05	0:00:11	0:00:16	0:00:05
	23	Espera por OP para proceder à troca das mesas					0:02:42	-		0:02:42	0:02:17	0:04:59	0:02:42
	24	Saída da mesa	0:00:50					M		0:00:50	0:05:17	0:06:07	0:00:50
	25	Fechar porta	0:00:07					M		0:00:07	0:04:59	0:05:06	0:00:07
	26	Espera para entrada da mesa					0:02:12	-		0:02:12	0:06:07	0:08:19	0:02:12
	27	Entrada de mesa e fechar portas	0:01:11					M		0:01:11	0:08:19	0:09:30	0:01:11
	28	Espera por OP para dar o arranque ao 2º START					0:00:00	-		0:00:00	0:09:30	0:09:30	0:00:00
	29	Arr. 2º START+C.Manual+ Verificar # de prog. P1	0:00:03					M		0:00:03	0:09:30	0:09:33	0:00:03
	30	Fechar grades de segurança	0:00:07					M		0:00:07	0:09:30	0:09:37	0:00:07
	31	2º START P1	0:01:47					A		0:01:47	0:09:33	0:11:20	0:01:47
	32	Espera por OP para proceder à troca das mesas					0:02:35	-		0:02:35	0:00:42	0:03:17	0:02:35
	33	Troca de mesas e fechar portas P2	0:02:10					M		0:02:10	0:03:17	0:05:27	0:02:10
	34	Espera por OP para dar o arranque ao 2º START					0:00:00	-		0:00:00	0:05:27	0:05:27	0:00:00
	35	Arr. 2º START+C.Manual+ Verificar # de prog. P2	0:00:00					M	Estação vazia (não existe 2º START)	0:00:00			0:00:00
	36	Fechar grades de segurança	0:00:07					M		0:00:07	0:05:27	0:05:34	0:00:07
	37	2º START P2	0:00:00					A		0:00:00			0:00:00
	38	Espera por OP para proceder à troca das mesas					0:00:49	-		0:00:49	0:01:51	0:02:40	0:00:49
	39	Troca de mesas e fechar portas P3	0:03:11					M		0:03:11	0:02:40	0:05:51	0:03:11
	40	Espera por OP para dar o arranque ao 2º START					0:00:11	-		0:00:11	0:05:51	0:06:02	0:00:11
	41	Arr. 2º START+C.Manual+ Verificar # de prog. P3	0:01:19					M		0:01:19	0:06:02	0:07:21	0:01:19
	42	Fechar grades de segurança	0:00:07					M		0:00:07	0:06:02	0:06:09	0:00:07
	43	2º START P3	0:02:20					A		0:02:20	0:07:21	0:09:41	0:02:20
	44	Espera por OP para proceder à troca das mesas					0:01:04	-		0:01:04	0:01:13	0:02:17	0:01:04

Tabela III.4 – continuação

45	Troca de mesas e fechar portas P4	0:02:26				M	0:02:26	0:02:17	0:04:43	0:02:26
46	Espera por OP para dar o arranque ao 2º START				0:01:11	-	0:01:11	0:04:43	0:05:54	0:01:11
47	Arr. 2º START+C.Manual+Verificar # de prog. P4	0:00:03				M	0:00:03	0:05:54	0:05:57	0:00:03
48	Fechar grades de segurança	0:00:07				M	0:00:07	0:05:54	0:06:01	0:00:07
49	2º START P4	0:01:29				A	0:01:29	0:05:57	0:07:26	0:01:29
50	Espera por OP para proceder à troca das mesas				0:00:07	-	0:00:07	0:01:33	0:01:40	0:00:07
51	Troca de mesas e fechar portas P5	0:01:03				M	0:01:03	0:01:40	0:02:43	0:01:03
52	Espera por OP para dar o arranque ao 2º START				0:00:00	-	0:00:00	0:02:43	0:02:43	0:00:00
53	Arr. 2º START+C.Manual+Verificar # de prog. P5	0:00:02				M	0:00:02	0:02:43	0:02:45	0:00:02
54	Fechar grades de segurança	0:00:07				M	0:00:07	0:02:43	0:02:50	0:00:07
55	2º START P5	0:01:53				A	0:01:53	0:02:45	0:04:38	0:01:53
56	Espera por OP para proceder à troca das mesas				0:00:14	-	0:00:14	0:01:56	0:02:10	0:00:14
57	Troca de mesas e fechar portas P6	0:02:09				M	0:02:09	0:02:10	0:04:19	0:02:09
58	Espera por OP para dar o arranque ao 2º START				0:05:40	-	0:05:40	0:04:19	0:09:59	0:05:40
59	Arr. 2º START+C.Manual+Verificar # de prog. P6	0:00:30				M	0:00:30	0:09:59	0:10:29	0:00:30
60	Fechar grades de segurança	0:00:07				M	0:00:07	0:09:59	0:10:06	0:00:07
61	2º START P6	0:02:50				A	0:02:50	0:10:29	0:13:19	0:02:50
62	Troca de datador (Prensa 5)	0:01:32				M	0:01:32	0:11:05	0:12:37	0:01:32
63	Troca de automação do 45º Esq./Dir.							0:06:40	0:08:40	0:02:00
63.1	Abir porta	0:00:06				M	0:00:06	0:06:32	0:06:38	0:00:06
63.2	Remoção do shuttle esq.	0:00:07				M	0:00:07	0:06:40	0:06:47	0:00:07
63.3	Transporte do shuttle esq. para os carinhos		0:00:10			M	0:00:10	0:06:47	0:06:57	0:00:10
63.4	Transporte do novo shuttle esq. para a prensa		0:00:13			M	0:00:13	0:06:57	0:07:10	0:00:13
63.5	Colocação do novo shuttle esq.	0:01:02				M	0:01:02	0:07:10	0:08:12	0:01:02
63.6	Remoção do shuttle dir.	0:00:32				M	0:00:32	0:06:42	0:07:14	0:00:32
63.7	Transporte do shuttle dir. para os carinhos		0:00:13			M	0:00:13	0:07:14	0:07:27	0:00:13
63.8	Transporte do novo shuttle dir. para a prensa		0:00:00			M	0:00:00	0:07:27	0:07:42	0:00:15
63.9	Colocação no novo shuttle dir.	0:00:07				M	0:00:07	0:07:42	0:07:49	0:00:07
63.10	Espera para remoção da aranha de saída				0:00:00	-	0:00:00	0:06:47	0:06:50	0:00:03
63.11	Remoção da aranha de saída	0:06:50				M	0:06:50	0:06:50	0:06:58	0:00:08
63.12	Transporte da aranha de sai. para os carinhos		0:06:58			M	0:06:58	0:06:58	0:07:18	0:00:20
63.13	Transporte da nova aranha de sai. para a prensa		0:00:12			M	0:00:12	0:07:18	0:07:30	0:00:12
63.14	Espera para colocação da nova aranha de sai.				0:00:00	-	0:00:00	0:07:30	0:07:30	0:00:00
63.15	Colocação da nova aranha de saída	0:00:17				M	0:00:17	0:07:30	0:07:47	0:00:17
63.16	Espera para remoção da aranha de entrada esq.				0:00:00	-	0:00:00	0:07:01	0:07:06	0:00:05
63.17	Remoção da aranha de entrada esq.	0:07:06				M	0:07:06	0:07:06	0:07:26	0:00:20
63.18	Transporte da aranha de ent. esq. para os carinhos		0:07:26			M	0:07:26	0:07:26	0:07:44	0:00:18
63.19	Transporte da nova aranha de ent. esq. para a prensa		0:00:12			M	0:00:12	0:07:44	0:07:56	0:00:12
63.20	Espera para colocação da nova aranha de ent. esq.				0:00:00	-	0:00:00	0:07:56	0:08:02	0:00:06
63.21	Colocação da nova aranha de entrada esq.	0:00:19				M	0:00:19	0:08:02	0:08:21	0:00:19
63.22	Espera para remoção da aranha de entrada dir.				0:00:00	-	0:00:00	0:06:55	0:07:09	0:00:14
63.23	Remoção da aranha de entrada dir.	0:07:09				M	0:07:09	0:07:09	0:07:31	0:00:22
63.24	Transporte da aranha de ent. dir. para os carinhos		0:07:31			M	0:07:31	0:07:31	0:07:47	0:00:16
63.25	Transporte da nova aranha de ent. dir. para a prensa		0:00:15			M	0:00:15	0:07:47	0:08:02	0:00:15
63.26	Espera para colocação da nova aranha de ent. dir.				0:00:00	-	0:00:00	0:08:02	0:08:07	0:00:05
63.27	Colocação da nova aranha de entrada dir.	0:00:23				M	0:00:23	0:08:07	0:08:30	0:00:23
63.28	Fechar porta	0:00:07				M	0:00:07	0:08:33	0:08:40	0:00:07
63.29	Mandar automações para posição de produção	0:01:15				M	0:01:15	0:12:55	0:14:10	0:01:15
64	Troca de automação da Célula 5							0:08:56	0:13:07	0:04:11
64.1	Abir porta	0:00:12				M	0:00:12	0:08:48	0:09:00	0:00:12
64.2	Remoção do shuttle esq.	0:00:05				M	0:00:05	0:08:56	0:09:01	0:00:05
64.3	Espera para remoção do shuttle dir.				0:00:05	-	0:00:05	0:08:56	0:09:01	0:00:05
64.4	Transporte do shuttle esq. para os carinhos		0:00:12			M	0:00:12	0:09:01	0:09:13	0:00:12
64.5	Transporte do novo shuttle dir. para a prensa		0:00:11			M	0:00:11	0:09:16	0:09:27	0:00:11
64.6	Espera para colocação do novo shuttle dir.				0:00:00	-	0:00:00	0:09:27	0:09:27	0:00:00
64.7	Remoção do shuttle dir.	0:00:10				M	0:00:10	0:09:01	0:09:11	0:00:10

Duração da troca
das mesas
0:13:19

Tabela III.4 – continuação

Operações internas	64.8	Colocação no novo shuttle dir.	0:00:17				M	0:00:17	0:09:27	0:09:44	0:00:17
	64.9	Transporte do shuttle dir. para os carinhos		0:00:11			M	0:00:11	0:09:11	0:09:22	0:00:11
	64.10	Transporte do novo shuttle esq. para a prensa		0:00:10			M	0:00:10	0:09:21	0:09:31	0:00:10
	64.11	Espera para colocação do novo shuttle esq.				0:00:13	-	0:00:13	0:09:31	0:09:44	0:00:13
	64.12	Colocação do novo shuttle esq.	0:00:10				M	0:00:10	0:09:44	0:09:54	0:00:10
	64.13	Remoção da aranha de entrada	0:00:08				M	0:00:08	0:11:16	0:11:24	0:00:08
	64.14	Transporte da aranha de ent. para os carinhos		0:00:11			M	0:00:11	0:11:24	0:11:35	0:00:11
	64.15	Transporte da nova aranha de ent. para a prensa		0:00:10			M	0:00:10	0:12:34	0:12:44	0:00:10
	64.16	Espera para colocação da nova aranha de ent.				0:00:00	-	0:00:00	0:12:44	0:12:44	0:00:00
	64.17	Colocação da nova aranha de entrada	0:00:13				M	0:00:13	0:12:44	0:12:57	0:00:13
	64.18	Remoção da aranha de saída	0:00:20				M	0:00:20	0:11:58	0:12:18	0:00:20
	64.19	Transporte da aranha de sai. para os carinhos		0:00:20			M	0:00:20	0:12:18	0:12:38	0:00:20
	64.20	Transporte da nova aranha de sai. para a prensa		0:00:19			M	0:00:19	0:12:38	0:12:57	0:00:19
	64.21	Espera para colocação da nova aranha de sai.				0:00:00	-	0:00:00	0:12:57	0:12:57	0:00:00
	64.22	Colocação da nova aranha de saída	0:00:10				M	0:00:10	0:12:57	0:13:07	0:00:10
	64.23	Fechar porta	0:00:12				M	0:00:12	0:13:09	0:13:21	0:00:12
	64.24	Mandar automações para posição de produção	0:01:09				M	0:01:09	0:13:21	0:14:30	0:01:09
	65	Troca de automação da Célula 4							0:12:38	0:15:03	0:02:25
	65.1	Abir porta	0:00:12				M	0:00:12	0:12:08	0:12:20	0:00:12
	65.2	Remoção do shuttle esq.	0:00:05				M	0:00:05	0:12:38	0:12:43	0:00:05
	65.3	Espera para remoção do shuttle dir.				0:00:19	-	0:00:19	0:12:43	0:13:02	0:00:19
	65.4	Transporte do shuttle esq. para os carinhos		0:00:10			M	0:00:10	0:12:43	0:12:53	0:00:10
	65.5	Transporte do novo shuttle dir. para a prensa		0:00:06			M	0:00:06	0:13:06	0:13:12	0:00:06
	65.6	Espera para colocação do novo shuttle dir.				0:00:03	-	0:00:03	0:13:12	0:13:15	0:00:03
	65.7	Remoção do shuttle dir.	0:00:13				M	0:00:13	0:13:02	0:13:15	0:00:13
	65.8	Colocação no novo shuttle dir.	0:00:25				M	0:00:25	0:13:15	0:13:40	0:00:25
	65.9	Transporte do shuttle dir. para os carinhos		0:00:16			M	0:00:16	0:13:15	0:13:31	0:00:16
	65.10	Transporte do novo shuttle esq. para a prensa		0:00:08			M	0:00:08	0:13:09	0:13:17	0:00:08
	65.11	Espera para colocação do novo shuttle esq.				0:00:23	-	0:00:23	0:13:17	0:13:40	0:00:23
	65.12	Colocação do novo shuttle esq.	0:00:12				M	0:00:12	0:13:40	0:13:52	0:00:12
	65.13	Remoção da aranha de entrada	0:00:05				M	0:00:05	0:14:03	0:14:08	0:00:05
	65.14	Transporte da aranha de ent. para os carinhos		0:00:29			M	0:00:29	0:14:08	0:14:37	0:00:29
	65.15	Transporte da nova aranha de ent. para a prensa		0:00:18			M	0:00:18	0:14:37	0:14:55	0:00:18
	65.16	Espera para colocação da nova aranha de ent.				0:00:00	-	0:00:00	0:14:55	0:14:55	0:00:00
	65.17	Colocação da nova aranha de entrada	0:00:08				M	0:00:08	0:14:55	0:15:03	0:00:08
	65.18	Remoção da aranha de saída	0:00:05				M	0:00:05	0:13:53	0:13:58	0:00:05
	65.19	Transporte da aranha de sai. para os carinhos		0:00:32			M	0:00:32	0:13:58	0:14:30	0:00:32
	65.20	Transporte da nova aranha de sai. para a prensa		0:00:20			M	0:00:20	0:14:30	0:14:50	0:00:20
	65.21	Espera para colocação da nova aranha de sai.				0:00:00	-	0:00:00	0:14:50	0:14:50	0:00:00
	65.22	Colocação da nova aranha de saída	0:00:07				M	0:00:07	0:14:50	0:14:57	0:00:07
	65.23	Fechar porta	0:00:12				M	0:00:12	0:15:00	0:15:12	0:00:12
	65.24	Mandar automações para posição de produção	0:01:05				M	0:01:05	0:15:15	0:16:20	0:01:05
	66	Troca de automação da Célula 3							0:15:03	0:17:18	0:02:15
	66.1	Abir porta	0:00:12				M	0:00:12	0:14:48	0:15:00	0:00:12
	66.2	Remoção do shuttle esq.	0:00:05				M	0:00:05	0:15:03	0:15:08	0:00:05
	66.3	Espera para remoção do shuttle dir.				0:00:03	-	0:00:03	0:15:08	0:15:11	0:00:03
	66.4	Transporte do shuttle esq. para os carinhos		0:00:10			M	0:00:10	0:15:08	0:15:18	0:00:10
	66.5	Transporte do novo shuttle dir. para a prensa		0:00:10			M	0:00:10	0:15:25	0:15:35	0:00:10
	66.6	Espera para colocação do novo shuttle dir.				0:00:00	-	0:00:00	0:15:35	0:15:35	0:00:00
	66.7	Remoção do shuttle dir.	0:00:14				M	0:00:14	0:15:11	0:15:25	0:00:14
	66.8	Colocação no novo shuttle dir.	0:00:21				M	0:00:21	0:15:35	0:15:56	0:00:21
	66.9	Transporte do shuttle dir. para os carinhos		0:00:15			M	0:00:15	0:15:25	0:15:40	0:00:15
	66.10	Transporte do novo shuttle esq. para a prensa		0:00:11			M	0:00:11	0:15:25	0:15:36	0:00:11
	66.11	Espera para colocação do novo shuttle esq.				0:00:25	-	0:00:25	0:15:36	0:16:01	0:00:25

Tabela III.4 – continuação

66.12	Colocação do novo shuttle esq.	0:00:07				M		0:00:07	0:16:01	0:16:08	0:00:07
66.13	Remoção da aranha de entrada	0:00:05				M		0:00:05	0:16:05	0:16:10	0:00:05
66.14	Transporte da aranha de ent. para os carinhos		0:00:14			M		0:00:14	0:16:10	0:16:24	0:00:14
66.15	Transporte da nova aranha de ent. para a prensa		0:00:19			M		0:00:19	0:16:51	0:17:10	0:00:19
66.16	Espera para colocação da nova aranha de ent.				0:00:00	-		0:00:00	0:17:10	0:17:10	0:00:00
66.17	Colocação da nova aranha de entrada	0:00:08				M		0:00:08	0:17:10	0:17:18	0:00:08
66.18	Remoção da aranha de saída	0:00:06				M		0:00:06	0:16:30	0:16:36	0:00:06
66.19	Transporte da aranha de sai. para os carinhos		0:00:15			M		0:00:15	0:16:36	0:16:51	0:00:15
66.20	Transporte da nova aranha de sai. para a prensa		0:00:19			M		0:00:19	0:16:24	0:16:43	0:00:19
66.21	Espera para colocação da nova aranha de sai.				0:00:00	-		0:00:00	0:16:43	0:16:43	0:00:00
66.22	Colocação da nova aranha de saída	0:00:09				M		0:00:09	0:16:43	0:16:52	0:00:09
66.23	Fechar porta	0:00:12				M		0:00:12	0:17:21	0:17:33	0:00:12
66.24	Mandar automações para posição de produção	0:02:37				M		0:02:37	0:17:33	0:20:10	0:02:37
67	Troca de automação da Célula 2										
67.1	Abir porta	0:00:12				M		0:00:12	0:17:02	0:17:05	0:00:12
67.2	Remoção do shuttle esq.	0:00:04				M		0:00:04	0:17:02	0:17:06	0:00:04
67.3	Espera para remoção do shuttle dir.				0:00:00	-		0:00:00	0:17:06	0:17:06	0:00:00
67.4	Transporte do shuttle esq. para os carinhos		0:00:09			M		0:00:09	0:17:06	0:17:15	0:00:09
67.5	Transporte do novo shuttle dir. para a prensa		0:00:13			M		0:00:13	0:17:15	0:17:28	0:00:13
67.6	Espera para colocação do novo shuttle dir.				0:00:00	-		0:00:00	0:17:28	0:17:28	0:00:00
67.7	Remoção do shuttle dir.	0:00:06				M		0:00:06	0:17:06	0:17:12	0:00:06
67.8	Colocação no novo shuttle dir.	0:00:24				M		0:00:24	0:17:28	0:17:52	0:00:24
67.9	Transporte do shuttle dir. para os carinhos		0:00:14			M		0:00:14	0:17:12	0:17:26	0:00:14
67.10	Transporte do novo shuttle esq. para a prensa		0:00:08			M		0:00:08	0:17:32	0:17:40	0:00:08
67.11	Espera para colocação do novo shuttle esq.				0:00:12	-		0:00:12	0:17:40	0:17:52	0:00:12
67.12	Colocação do novo shuttle esq.	0:00:31				M		0:00:31	0:17:52	0:18:23	0:00:31
67.13	Remoção da aranha de entrada	0:00:07				M		0:00:07	0:18:05	0:18:12	0:00:07
67.14	Transporte da aranha de ent. para os carinhos		0:00:12			M		0:00:12	0:18:12	0:18:24	0:00:12
67.15	Transporte da nova aranha de ent. para a prensa		0:00:11			M		0:00:11	0:18:32	0:18:43	0:00:11
67.16	Espera para colocação da nova aranha de ent.				0:00:00	-		0:00:00	0:18:43	0:18:43	0:00:00
67.17	Colocação da nova aranha de entrada	0:00:33				M		0:00:33	0:18:43	0:19:16	0:00:33
67.18	Remoção da aranha de saída	0:00:08				M		0:00:08	0:17:56	0:18:04	0:00:08
67.19	Transporte da aranha de sai. para os carinhos		0:00:17			M		0:00:17	0:18:04	0:18:21	0:00:17
67.20	Transporte da nova aranha de sai. para a prensa		0:00:11			M		0:00:11	0:18:04	0:18:15	0:00:11
67.21	Espera para colocação da nova aranha de sai.				0:00:00	-		0:00:00	0:18:15	0:18:15	0:00:00
67.22	Colocação da nova aranha de saída	0:00:10				M		0:00:10	0:18:15	0:18:25	0:00:10
67.23	Fechar porta	0:00:12				M		0:00:12	0:19:19	0:19:31	0:00:12
67.24	Mandar automações para posição de produção	0:04:26				M		0:04:26	0:19:34	0:24:00	0:04:26
68	Troca de automação da Célula 1										
68.1	Abir porta	0:00:12				M		0:00:12	0:19:26	0:21:30	0:02:04
68.2	Remoção do shuttle esq.	0:00:06				M		0:00:06	0:19:12	0:19:24	0:00:12
68.3	Espera para remoção do shuttle dir.				0:00:06	-		0:00:06	0:19:26	0:19:32	0:00:06
68.4	Transporte do shuttle esq. para os carinhos		0:00:13			M		0:00:13	0:19:26	0:19:32	0:00:06
68.5	Transporte do novo shuttle dir. para a prensa		0:00:11			M		0:00:11	0:19:32	0:19:45	0:00:13
68.6	Espera para colocação do novo shuttle dir.				0:00:00	-		0:00:00	0:20:01	0:20:12	0:00:11
68.7	Remoção do shuttle dir.	0:00:09				M		0:00:09	0:20:12	0:20:12	0:00:00
68.8	Colocação no novo shuttle dir.	0:00:06				M		0:00:06	0:19:32	0:19:41	0:00:09
68.9	Transporte do shuttle dir. para os carinhos		0:00:11			M		0:00:11	0:20:12	0:20:18	0:00:06
68.10	Transporte do novo shuttle esq. para a prensa		0:00:14			M		0:00:14	0:19:41	0:19:52	0:00:11
68.11	Espera para colocação do novo shuttle esq.				0:00:17	-		0:00:17	0:19:48	0:20:02	0:00:14
68.12	Colocação do novo shuttle esq.	0:00:18				M		0:00:18	0:20:02	0:20:19	0:00:17
68.13	Remoção da aranha de entrada	0:00:07				M		0:00:07	0:20:19	0:20:37	0:00:18
68.14	Transporte da aranha de ent. para os carinhos		0:00:20			M		0:00:20	0:20:25	0:20:32	0:00:07
									0:20:32	0:20:52	0:00:20

Tabela III.4 – continuação

68.15	Transporte da nova aranha de ent. para a prensa			0:00:11		M	0:00:11	0:21:13	0:21:24	0:00:11
68.16	Espera para colocação da nova aranha de ent.				0:00:00	-	0:00:00	0:21:24	0:21:24	0:00:00
68.17	Colocação da nova aranha de entrada	0:00:06				M	0:00:06	0:21:24	0:21:30	0:00:06
68.18	Remoção da aranha de saída	0:00:06				M	0:00:06	0:20:07	0:20:13	0:00:06
68.19	Transporte da aranha de sai. para os carrinhos			0:00:16		M	0:00:16	0:20:13	0:20:29	0:00:16
68.20	Transporte da nova aranha de sai. para a prensa			0:00:08		M	0:00:08	0:21:02	0:21:10	0:00:08
68.21	Espera para colocação da nova aranha de sai.				0:00:00	-	0:00:00	0:21:10	0:21:10	0:00:00
68.22	Colocação da nova aranha de saída	0:00:10				M	0:00:10	0:21:10	0:21:20	0:00:10
68.23	Fechar porta	0:00:12				M	0:00:12	0:21:23	0:21:35	0:00:12
68.24	Mandar automações para posição de produção	0:02:17				M	0:02:17	0:21:25	0:23:42	0:02:17
69	Troca de automação P1							0:06:07	0:07:39	0:01:32
69.1	Espera para remover aranha				0:00:30	-	0:00:30	0:06:07	0:06:37	0:00:30
69.2	Remoção da aranha	0:00:26				M	0:00:26	0:06:37	0:07:03	0:00:26
69.3	Transporte da aranha para os carrinhos			0:00:09		M	0:00:09	0:07:03	0:07:12	0:00:09
69.4	Transporte da nova aranha para a prensa			0:00:08		M	0:00:08	0:07:12	0:07:20	0:00:08
69.5	Colocação da nova aranha	0:00:19				M	0:00:19	0:07:20	0:07:39	0:00:19
69.6	Mandar para posição de produção	0:00:18				M	0:00:18	0:07:41	0:07:59	0:00:18
70	Arranque de nova produção		0:04:32				0:04:32	0:23:42	0:28:15	0:04:33
TOTAL		1:24:35	0:04:32	0:32:42	0:00:00	0:19:21				

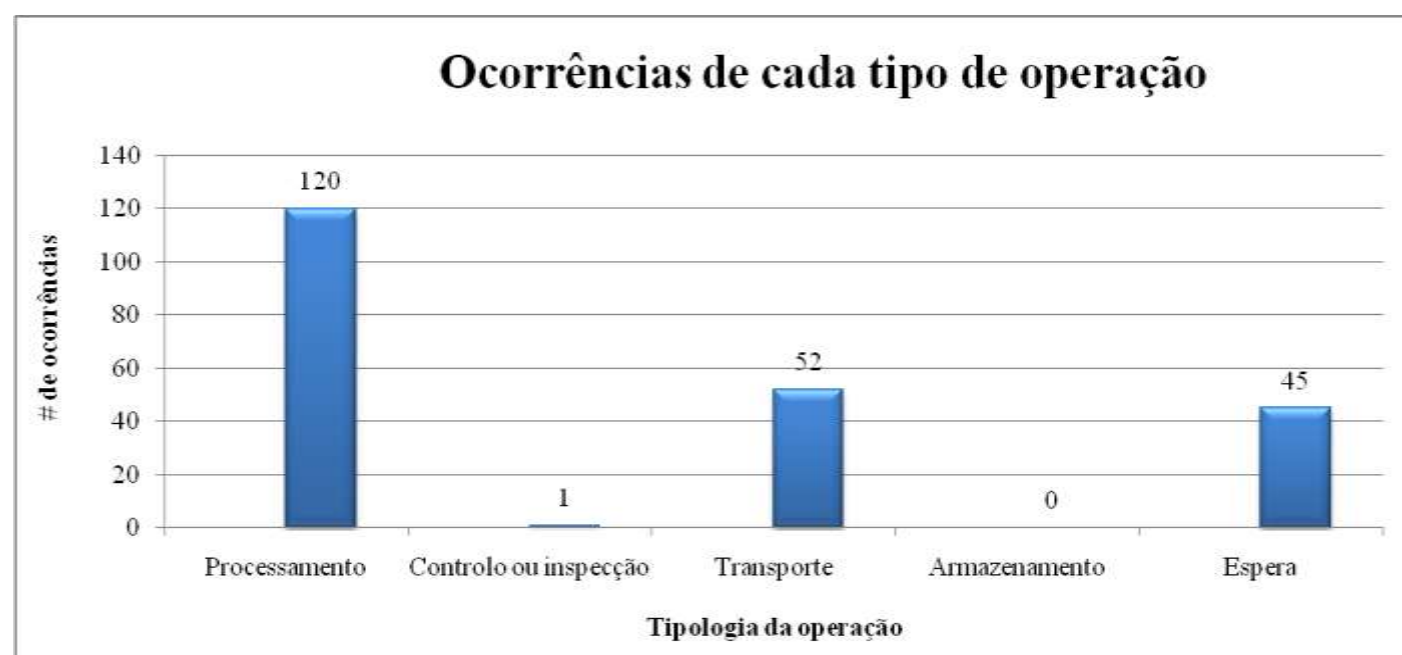


Figura III.10 – Ocorrências de cada tipo de operações na troca # 4

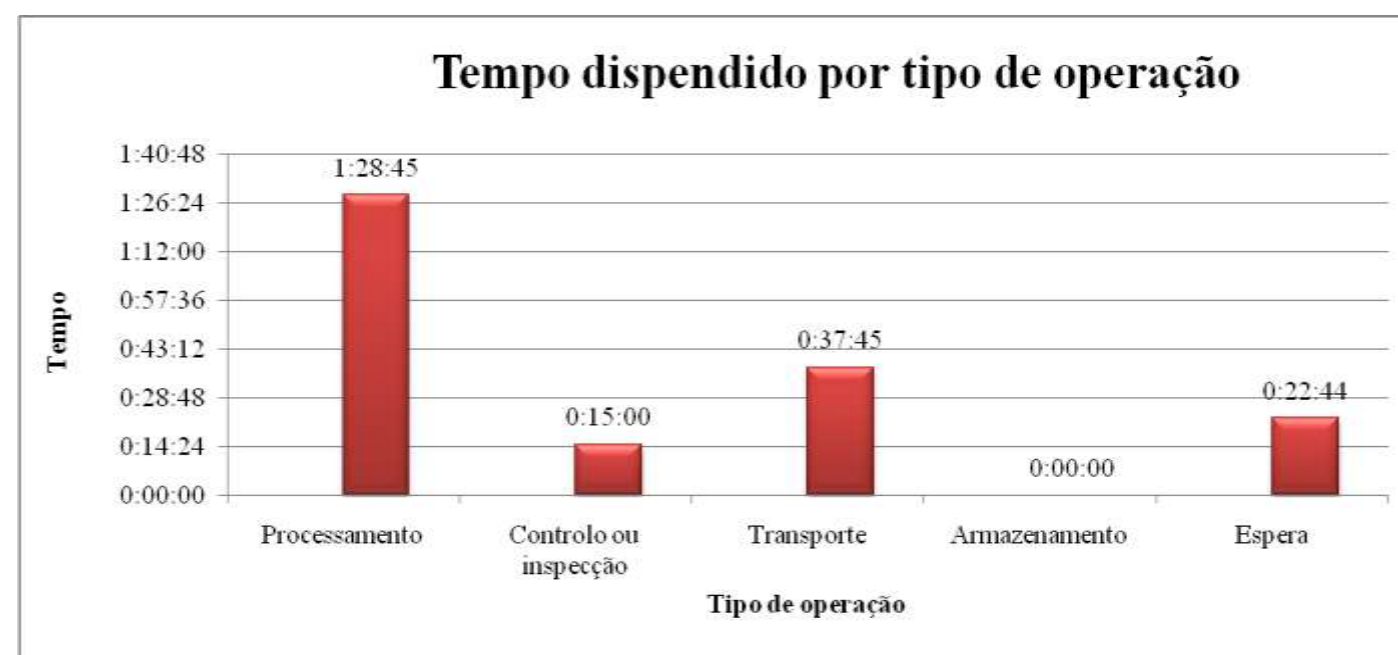


Figura III.11 – Tempo dispendido por tipo de operação na troca # 4

MULTIPLE ACTIVITY CHART TROCA #4

Tabela III.5 – Registo da informação recolhida relativa à troca # 5

DIAGRAMA DE ANÁLISE DE OPERAÇÕES DE SETUP NA TAI												
Símbolos				# de ocorrência	Tempo (minutos)	Rotina:		Actual	x			
								Proposta				
						Área:		Prensas				
						Turno:		2				
						Equipa:		B				
						Responsável:		Andreia Simões				
						Data:		22-Set-09				

Operações exten	#	Descrição da operação						Natureza	Observações	TOTAL	Início	Fim	Duração
	1	Preparar carros de automação	0:00:00					M		0:00:00			0:00:00
	2	Selecionar prensas para troca	0:00:00					M		0:00:00			0:00:00
	3	Preparar mesas (se necessário)	0:00:00					M		0:00:00			0:00:00
	4	Preparar alimentador	0:00:00					M		0:00:00			0:00:00
	5	Abrir grades de protecção	0:00:00					M		0:00:00			0:00:00
	6	Preparar racks para produção seguinte	0:00:00					M		0:00:00			0:00:00
	7	Colocar comutador em reconstrução (alimentador)	0:00:04					M		0:00:04	0:00:00	0:00:04	0:00:04
	8	Colocar P1 em troca	0:00:05					M		0:00:05	0:00:04	0:00:09	0:00:05
	9	1º START P1	0:02:24					A		0:02:24	0:00:09	0:02:33	0:02:24
	10	Colocar P2 em troca	0:00:17					M		0:00:17	0:00:15	0:00:32	0:00:17
	11	1º START P2	0:03:36					A		0:03:36	0:00:32	0:04:08	0:03:36
	12	Colocar P3 em troca	0:00:38					M		0:00:38	0:00:27	0:01:05	0:00:38
	13	1º START P3	0:03:14					A		0:03:14	0:01:05	0:04:19	0:03:14
	14	Colocar P4 em troca	0:00:11					M		0:00:11	0:00:50	0:01:01	0:00:11
	15	1º START P4	0:01:03					A		0:01:03	0:01:01	0:02:04	0:01:03
	16	Colocar P5 em troca	0:00:17					M		0:00:17	0:01:13	0:01:30	0:00:17
	17	1º START P5	0:01:54					A		0:01:54	0:01:30	0:03:24	0:01:54
	18	Colocar P6 em troca	0:00:11					M		0:00:11	0:01:28	0:01:39	0:00:11
	19	1º START P6	0:04:32					A		0:04:32	0:01:39	0:06:11	0:04:32
	20	Troca de lavadora/lubrificadora	0:03:05					M		0:03:05	0:10:25	0:13:30	0:03:05
	21	Colocar comutador dos 45º em reconstrução	0:00:07					M		0:00:07	0:01:45	0:01:52	0:00:07
	22	Colocar novo número de programa	0:00:08					M		0:00:08	0:01:52	0:02:00	0:00:08
	23	Espera por OP para proceder à troca das mesas					0:02:25	-		0:02:25	0:02:33	0:04:58	0:02:25
	24	Saída da mesa	0:00:45					M		0:00:45	0:04:58	0:05:43	0:00:45
	25	Fechar porta	0:00:07					M		0:00:07	0:02:33	0:02:40	0:00:07
	26	Espera para entrada da mesa					0:02:01	-		0:02:01	0:05:43	0:07:44	0:02:01
	27	Entrada de mesa e fechar portas	0:01:19					M		0:01:19	0:07:44	0:09:03	0:01:19
	28	Espera por OP para dar o arranque ao 2º START					0:04:33	-		0:04:33	0:09:03	0:13:36	0:04:33
	29	Arr. 2º START+C.Manual+Verificar # de prog. P1	0:00:10					M		0:00:10	0:13:36	0:13:46	0:00:10
	30	Fechar grades de segurança	0:00:07					M		0:00:07	0:13:36	0:13:43	0:00:07
	31	2º START P1	0:01:14					A		0:01:14	0:13:43	0:14:57	0:01:14
	32	Espera por OP para proceder à troca das mesas					0:02:30	-		0:02:30	0:04:08	0:06:38	0:02:30
	33	Troca de mesas e fechar portas P2	0:07:47					M		0:07:47	0:06:38	0:14:25	0:07:47
	34	Espera por OP para dar o arranque ao 2º START					0:03:18	-		0:03:18	0:14:25	0:17:43	0:03:18
	35	Arr. 2º START+C.Manual+Verificar # de prog. P2	0:00:23					M		0:00:23	0:17:43	0:18:06	0:00:23
	36	Fechar grades de segurança	0:00:07					M		0:00:07	0:17:43	0:17:50	0:00:07
	37	2º START P2	0:02:25					A		0:02:25	0:18:06	0:20:31	0:02:25
	38	Espera por OP para proceder à troca das mesas					0:01:01	-		0:01:01	0:04:19	0:05:20	0:01:01
	39	Troca de mesas e fechar portas P3	0:09:29					M		0:09:29	0:05:20	0:14:49	0:09:29
	40	Espera por OP para dar o arranque ao 2º START					0:00:11	-		0:00:11	0:14:49	0:15:00	0:00:11
	41	Arr. 2º START+C.Manual+Verificar # de prog. P3	0:00:30					M		0:00:30	0:15:00	0:15:30	0:00:30
	42	Fechar grades de segurança	0:00:07					M		0:00:07	0:15:00	0:15:07	0:00:07
	43	2º START P3	0:02:51					A		0:02:51	0:15:30	0:18:21	0:02:51
	44	Espera por OP para proceder à troca das mesas					0:01:50	-		0:01:50	0:02:04	0:03:54	0:01:50

Tabela III.5 – continuação

45	Troca de mesas e fechar portas P4	0:10:29				M		0:10:29	0:03:54	0:14:23	0:10:29
46	Espera por OP para dar o arranque ao 2º START				0:00:00	-		0:00:00	0:14:23	0:14:23	0:00:00
47	Arr. 2º START+C.Manual+Verificar # de prog. P4	0:00:08				M		0:00:08	0:14:23	0:14:31	0:00:08
48	Fechar grades de segurança	0:00:07				M		0:00:07	0:14:23	0:14:30	0:00:07
49	2º START P4	0:01:40				A		0:01:40	0:14:31	0:16:11	0:01:40
50	Espera por OP para proceder à troca das mesas				0:00:16	-		0:00:16	0:03:24	0:03:40	0:00:16
51	Troca de mesas e fechar portas P5	0:10:16				M		0:10:16	0:03:40	0:13:56	0:10:16
52	Espera por OP para dar o arranque ao 2º START				0:00:00	-		0:00:00	0:13:56	0:13:56	0:00:00
53	Arr. 2º START+C.Manual+Verificar # de prog. P5	0:00:06				M		0:00:06	0:13:56	0:14:02	0:00:06
54	Fechar grades de segurança	0:00:07				M		0:00:07	0:13:56	0:14:03	0:00:07
55	2º START P5	0:01:47				A		0:01:47	0:14:02	0:15:49	0:01:47
56	Espera por OP para proceder à troca das mesas				0:04:54	-		0:04:54	0:06:11	0:11:05	0:04:54
57	Troca de mesas e fechar portas P6	0:02:22				M		0:02:22	0:11:05	0:13:27	0:02:22
58	Espera por OP para dar o arranque ao 2º START				0:00:00	-		0:00:00	0:13:27	0:13:27	0:00:00
59	Arr. 2º START+C.Manual+Verificar # de prog. P6	0:00:08				M		0:00:08	0:13:27	0:13:35	0:00:08
60	Fechar grades de segurança	0:00:07				M		0:00:07	0:13:27	0:13:34	0:00:07
61	2º START P6	0:02:55				A		0:02:55	0:13:35	0:16:30	0:02:55
62	Troca de datador (Prensa 2)	0:01:08				M		0:01:08	0:21:38	0:22:46	0:01:08
63	Troca de automação do 45º Esq./Dir.								0:06:11	0:08:16	0:02:05
63.1	Abir porta	0:00:09				M		0:00:09	0:05:58	0:06:07	0:00:09
63.2	Remoção do shuttle esq.	0:00:10				M		0:00:10	0:06:11	0:06:21	0:00:10
63.3	Transporte do shuttle esq. para os caminhos			0:00:14		M		0:00:14	0:06:21	0:06:35	0:00:14
63.4	Transporte do novo shuttle esq. para a prensa			0:00:15		M		0:00:15	0:06:35	0:06:50	0:00:15
63.5	Colocação do novo shuttle esq.	0:00:23				M		0:00:23	0:06:50	0:07:13	0:00:23
63.6	Remoção do shuttle dir.	0:00:11				M		0:00:11	0:06:14	0:06:25	0:00:11
63.7	Transporte do shuttle dir. para os caminhos			0:00:14		M		0:00:14	0:06:25	0:06:39	0:00:14
63.8	Transporte do novo shuttle dir. para a prensa			0:00:00		M		0:00:00	0:06:39	0:06:51	0:00:12
63.9	Colocação no novo shuttle dir.	0:00:58				M		0:00:58	0:06:51	0:07:49	0:00:58
63.10	Espera para remoção da aranha de saída				0:00:00	-		0:00:00	0:06:23	0:06:23	0:00:00
63.11	Remoção da aranha de saída	0:06:23				M		0:06:23	0:06:23	0:06:35	0:00:12
63.12	Transporte da aranha de sai. para os caminhos			0:06:35		M		0:06:35	0:06:35	0:06:50	0:00:15
63.13	Transporte da nova aranha de sai. para a prensa			0:00:16		M		0:00:16	0:06:50	0:07:06	0:00:16
63.14	Espera para colocação da nova aranha de sai.				0:00:00	-		0:00:00	0:07:06	0:07:43	0:00:37
63.15	Colocação da nova aranha de saída	0:00:07				M		0:00:07	0:07:43	0:07:50	0:00:07
63.16	Espera para remoção da aranha de entrada esq.				0:00:00	-		0:00:00	0:06:30	0:06:30	0:00:00
63.17	Remoção da aranha de entrada esq.	0:06:30				M		0:06:30	0:06:30	0:06:38	0:00:08
63.18	Transporte da aranha de ent. esq. para os caminhos			0:06:38		M		0:06:38	0:06:38	0:06:54	0:00:16
63.19	Transporte da nova aranha de ent. esq. para a prensa			0:00:11		M		0:00:11	0:06:54	0:07:05	0:00:11
63.20	Espera para colocação da nova aranha de ent. esq.				0:00:00	-		0:00:00	0:07:05	0:07:05	0:00:00
63.21	Colocação da nova aranha de entrada esq.	0:00:07				M		0:00:07	0:07:05	0:07:12	0:00:07
63.22	Espera para remoção da aranha de entrada dir.				0:00:00	-		0:00:00	0:06:35	0:06:40	0:00:05
63.23	Remoção da aranha de entrada dir.	0:06:40				M		0:06:40	0:06:40	0:07:42	0:01:02
63.24	Transporte da aranha de ent. dir. para os caminhos			0:07:42		M		0:07:42	0:07:42	0:07:55	0:00:13
63.25	Transporte da nova aranha de ent. dir. para a prensa			0:00:05		M		0:00:05	0:07:55	0:08:00	0:00:05
63.26	Espera para colocação da nova aranha de ent. dir.				0:00:00	-		0:00:00	0:08:00	0:08:00	0:00:00
63.27	Colocação da nova aranha de entrada dir.	0:00:06				M		0:00:06	0:08:00	0:08:06	0:00:06
63.28	Fechar porta	0:00:07				M		0:00:07	0:08:09	0:08:16	0:00:07
63.29	Mandar automações para posição de produção	0:02:08				M		0:02:08	0:14:30	0:16:38	0:02:08
64	Troca de automação da Célula 5								0:08:40	0:11:22	0:02:42
64.1	Abir porta	0:00:12				M		0:00:12	0:08:30	0:08:42	0:00:12
64.2	Remoção do shuttle esq.	0:00:07				M		0:00:07	0:08:40	0:08:47	0:00:07
64.3	Espera para remoção do shuttle dir.				0:00:07	-		0:00:07	0:08:40	0:08:47	0:00:07
64.4	Transporte do shuttle esq. para os caminhos			0:00:15		M		0:00:15	0:08:47	0:09:02	0:00:15
64.5	Transporte do novo shuttle dir. para a prensa			0:00:19		M		0:00:19	0:10:27	0:10:46	0:00:19
64.6	Espera para colocação do novo shuttle dir.				0:00:00	-		0:00:00	0:10:46	0:10:46	0:00:00
64.7	Remoção do shuttle dir.	0:00:17				M		0:00:17	0:08:47	0:09:04	0:00:17

Duração da troca das mesas
0:22:46

Tabela III.5 – continuação

Operações internas	64.8	Colocação no novo shuttle dir.	0:00:20				M		0:00:20	0:10:46	0:11:06	0:00:20
	64.9	Transporte do shuttle dir. para os carrinhos			0:00:25		M		0:00:25	0:09:04	0:09:29	0:00:25
	64.10	Transporte do novo shuttle esq. para a prensa			0:00:19		M		0:00:19	0:10:27	0:10:46	0:00:19
	64.11	Espera para colocação do novo shuttle esq.				0:00:20	-		0:00:20	0:10:46	0:11:06	0:00:20
	64.12	Colocação do novo shuttle esq.	0:00:16				M		0:00:16	0:11:06	0:11:22	0:00:16
	64.13	Remoção da aranha de entrada	0:00:05				M		0:00:05	0:09:03	0:09:08	0:00:05
	64.14	Transporte da aranha de ent. para os carrinhos			0:00:13		M		0:00:13	0:09:08	0:09:21	0:00:13
	64.15	Transporte da nova aranha de ent. para a prensa			0:00:16		M		0:00:16	0:10:04	0:10:20	0:00:16
	64.16	Espera para colocação da nova aranha de ent.				0:00:00	-		0:00:00	0:10:20	0:10:20	0:00:00
	64.17	Colocação da nova aranha de entrada	0:00:07				M		0:00:07	0:10:20	0:10:27	0:00:07
	64.18	Remoção da aranha de saída	0:00:04				M		0:00:04	0:09:32	0:09:36	0:00:04
	64.19	Transporte da aranha de sai. para os carrinhos			0:00:13		M		0:00:13	0:09:36	0:09:49	0:00:13
	64.20	Transporte da nova aranha de sai. para a prensa			0:00:12		M		0:00:12	0:09:57	0:10:09	0:00:12
	64.21	Espera para colocação da nova aranha de sai.				0:00:00	-		0:00:00	0:10:09	0:10:09	0:00:00
	64.22	Colocação da nova aranha de saída	0:00:07				M		0:00:07	0:10:09	0:10:16	0:00:07
	64.23	Fechar porta	0:00:12				M		0:00:12	0:11:25	0:11:37	0:00:12
	64.24	Mandar automações para posição de produção	0:01:39				M		0:01:39	0:15:19	0:16:58	0:01:39
	65	Troca de automação da Célula 4								0:10:40	0:13:01	0:02:21
	65.1	Abir porta	0:00:12				M		0:00:12	0:10:25	0:10:37	0:00:12
	65.2	Remoção do shuttle esq.	0:00:07				M		0:00:07	0:10:40	0:10:47	0:00:07
	65.3	Espera para remoção do shuttle dir.				0:00:07	-		0:00:07	0:10:40	0:10:47	0:00:07
	65.4	Transporte do shuttle esq. para os carrinhos			0:00:15		M		0:00:15	0:10:47	0:11:02	0:00:15
	65.5	Transporte do novo shuttle dir. para a prensa			0:00:10		M		0:00:10	0:11:01	0:11:11	0:00:10
	65.6	Espera para colocação do novo shuttle dir.				0:00:15	-		0:00:15	0:11:11	0:11:26	0:00:15
	65.7	Remoção do shuttle dir.	0:00:25				M		0:00:25	0:10:47	0:11:12	0:00:25
	65.8	Colocação no novo shuttle dir.	0:00:38				M		0:00:38	0:11:26	0:12:04	0:00:38
	65.9	Transporte do shuttle dir. para os carrinhos			0:00:23		M		0:00:23	0:11:12	0:11:35	0:00:23
	65.10	Transporte do novo shuttle esq. para a prensa			0:00:10		M		0:00:10	0:11:15	0:11:25	0:00:10
	65.11	Espera para colocação do novo shuttle esq.				0:00:37	-		0:00:37	0:11:25	0:12:02	0:00:37
	65.12	Colocação do novo shuttle esq.	0:00:54				M		0:00:54	0:12:02	0:12:56	0:00:54
	65.13	Remoção da aranha de entrada	0:00:06				M		0:00:06	0:11:50	0:11:56	0:00:06
	65.14	Transporte da aranha de ent. para os carrinhos			0:00:18		M		0:00:18	0:11:56	0:12:14	0:00:18
	65.15	Transporte da nova aranha de ent. para a prensa			0:00:14		M		0:00:14	0:12:40	0:12:54	0:00:14
	65.16	Espera para colocação da nova aranha de ent.				0:00:00	-		0:00:00	0:12:54	0:12:54	0:00:00
	65.17	Colocação da nova aranha de entrada	0:00:07				M		0:00:07	0:12:54	0:13:01	0:00:07
	65.18	Remoção da aranha de saída	0:00:06				M		0:00:06	0:12:06	0:12:12	0:00:06
	65.19	Transporte da aranha de sai. para os carrinhos			0:00:21		M		0:00:21	0:12:12	0:12:33	0:00:21
	65.20	Transporte da nova aranha de sai. para a prensa			0:00:11		M		0:00:11	0:12:24	0:12:35	0:00:11
	65.21	Espera para colocação da nova aranha de sai.				0:00:00	-		0:00:00	0:12:35	0:12:35	0:00:00
	65.22	Colocação da nova aranha de saída	0:00:06				M		0:00:06	0:12:35	0:12:41	0:00:06
	65.23	Fechar porta	0:00:12				M		0:00:12	0:12:59	0:13:11	0:00:12
	65.24	Mandar automações para posição de produção	0:00:34				M		0:00:34	0:16:52	0:17:26	0:00:34
	66	Troca de automação da Célula 3								0:13:12	0:16:02	0:02:50
	66.1	Abir porta	0:00:12				M		0:00:12	0:12:57	0:13:09	0:00:12
	66.2	Remoção do shuttle esq.	0:00:06				M		0:00:06	0:13:12	0:13:18	0:00:06
	66.3	Espera para remoção do shuttle dir.				0:00:06	-		0:00:06	0:13:12	0:13:18	0:00:06
	66.4	Transporte do shuttle esq. para os carrinhos			0:00:14		M		0:00:14	0:13:18	0:13:32	0:00:14
	66.5	Transporte do novo shuttle dir. para a prensa			0:00:14		M		0:00:14	0:13:41	0:13:55	0:00:14
	66.6	Espera para colocação do novo shuttle dir.				0:00:20	-		0:00:20	0:13:55	0:14:15	0:00:20
	66.7	Remoção do shuttle dir.	0:00:11				M		0:00:11	0:13:18	0:13:29	0:00:11
	66.8	Colocação no novo shuttle dir.	0:00:54				M		0:00:54	0:14:15	0:15:09	0:00:54
	66.9	Transporte do shuttle dir. para os carrinhos			0:00:11		M		0:00:11	0:13:29	0:13:40	0:00:11
	66.10	Transporte do novo shuttle esq. para a prensa			0:00:14		M		0:00:14	0:15:04	0:15:18	0:00:14
	66.11	Espera para colocação do novo shuttle esq.				0:00:11	-		0:00:11	0:15:18	0:15:29	0:00:11

Tabela III.5 – continuação

66.12	Colocação do novo shuttle esq.	0:00:33					M		0:00:33	0:15:29	0:16:02	0:00:33
66.13	Remoção da aranha de entrada	0:00:05					M		0:00:05	0:13:28	0:13:33	0:00:05
66.14	Transporte da aranha de ent. para os carinhos			0:00:49			M		0:00:49	0:13:33	0:14:22	0:00:49
66.15	Transporte da nova aranha de ent. para a prensa			0:00:14			M		0:00:14	0:14:31	0:14:45	0:00:14
66.16	Espera para colocação da nova aranha de ent.					0:00:00	-		0:00:00	0:14:45	0:14:45	0:00:00
66.17	Colocação da nova aranha de entrada	0:00:07					M		0:00:07	0:14:45	0:14:52	0:00:07
66.18	Remoção da aranha de saída	0:00:09					M		0:00:09	0:13:48	0:13:57	0:00:09
66.19	Transporte da aranha de sai. para os carinhos			0:00:31			M		0:00:31	0:13:57	0:14:28	0:00:31
66.20	Transporte da nova aranha de sai. para a prensa			0:00:11			M		0:00:11	0:14:40	0:14:51	0:00:11
66.21	Espera para colocação da nova aranha de sai.					0:00:00	-		0:00:00	0:14:51	0:14:51	0:00:00
66.22	Colocação da nova aranha de saída	0:00:07					M		0:00:07	0:14:51	0:14:58	0:00:07
66.23	Fechar porta	0:00:12					M		0:00:12	0:16:05	0:16:17	0:00:12
66.24	Mandar automações para posição de produção	0:02:39					M		0:02:39	0:16:25	0:19:04	0:02:39
67	Troca de automação da Célula 2									0:15:20	0:17:15	0:01:55
67.1	Abir porta	0:00:12					M		0:00:12	0:15:05	0:15:17	0:00:12
67.2	Remoção do shuttle esq.	0:00:10					M		0:00:10	0:15:20	0:15:30	0:00:10
67.3	Espera para remoção do shuttle dir.					0:00:10	-		0:00:10	0:15:20	0:15:30	0:00:10
67.4	Transporte do shuttle esq. para os carinhos			0:00:21			M		0:00:21	0:15:30	0:15:51	0:00:21
67.5	Transporte do novo shuttle dir. para a prensa			0:00:17			M		0:00:17	0:15:20	0:15:37	0:00:17
67.6	Espera para colocação do novo shuttle dir.					0:00:14	-		0:00:14	0:15:37	0:15:51	0:00:14
67.7	Remoção do shuttle dir.	0:00:21					M		0:00:21	0:15:30	0:15:51	0:00:21
67.8	Colocação no novo shuttle dir.	0:00:18					M		0:00:18	0:15:51	0:16:09	0:00:18
67.9	Transporte do shuttle dir. para os carinhos			0:00:17			M		0:00:17	0:15:51	0:16:08	0:00:17
67.10	Transporte do novo shuttle esq. para a prensa			0:00:15			M		0:00:15	0:15:57	0:16:12	0:00:15
67.11	Espera para colocação do novo shuttle esq.					0:00:00	-		0:00:00	0:16:12	0:16:12	0:00:00
67.12	Colocação do novo shuttle esq.	0:00:23					M		0:00:23	0:16:12	0:16:35	0:00:23
67.13	Remoção da aranha de entrada	0:00:10					M		0:00:10	0:16:07	0:16:17	0:00:10
67.14	Transporte da aranha de ent. para os carinhos			0:00:18			M		0:00:18	0:16:17	0:16:35	0:00:18
67.15	Transporte da nova aranha de ent. para a prensa			0:00:14			M		0:00:14	0:16:55	0:17:09	0:00:14
67.16	Espera para colocação da nova aranha de ent.					0:00:00	-		0:00:00	0:17:09	0:17:09	0:00:00
67.17	Colocação da nova aranha de entrada	0:00:06					M		0:00:06	0:17:09	0:17:15	0:00:06
67.18	Remoção da aranha de saída	0:00:05					M		0:00:05	0:16:30	0:16:35	0:00:05
67.19	Transporte da aranha de sai. para os carinhos			0:00:12			M		0:00:12	0:16:35	0:16:47	0:00:12
67.20	Transporte da nova aranha de sai. para a prensa			0:00:14			M		0:00:14	0:16:40	0:16:54	0:00:14
67.21	Espera para colocação da nova aranha de sai.					0:00:00	-		0:00:00	0:16:54	0:16:54	0:00:00
67.22	Colocação da nova aranha de saída	0:00:08					M		0:00:08	0:16:54	0:17:02	0:00:08
67.23	Fechar porta	0:00:12					M		0:00:12	0:17:18	0:17:30	0:00:12
67.24	Mandar automações para posição de produção	0:02:39					M		0:02:39	0:18:21	0:21:00	0:02:39
68	Troca de automação da Célula 1									0:17:12	0:19:47	0:02:35
68.1	Abir porta	0:00:12					M		0:00:12	0:17:00	0:17:12	0:00:12
68.2	Remoção do shuttle esq.	0:00:08					M		0:00:08	0:17:12	0:17:20	0:00:08
68.3	Espera para remoção do shuttle dir.					0:00:00	-		0:00:00	0:17:20	0:17:20	0:00:00
68.4	Transporte do shuttle esq. para os carinhos			0:00:10			M		0:00:10	0:17:20	0:17:30	0:00:10
68.5	Transporte do novo shuttle dir. para a prensa			0:00:13			M		0:00:13	0:17:32	0:17:45	0:00:13
68.6	Espera para colocação do novo shuttle dir.					0:00:00	-		0:00:00	0:17:45	0:17:45	0:00:00
68.7	Remoção do shuttle dir.	0:00:10					M		0:00:10	0:17:20	0:17:30	0:00:10
68.8	Colocação no novo shuttle dir.	0:00:05					M		0:00:05	0:17:45	0:17:50	0:00:05
68.9	Transporte do shuttle dir. para os carinhos			0:00:15			M		0:00:15	0:17:30	0:17:45	0:00:15
68.10	Transporte do novo shuttle esq. para a prensa			0:00:11			M		0:00:11	0:17:35	0:17:46	0:00:11
68.11	Espera para colocação do novo shuttle esq.					0:01:04	-		0:01:04	0:17:46	0:18:50	0:01:04
68.12	Colocação do novo shuttle esq.	0:00:12					M		0:00:12	0:18:50	0:19:02	0:00:12
68.13	Remoção da aranha de entrada	0:00:07					M		0:00:07	0:19:05	0:19:12	0:00:07
68.14	Transporte da aranha de ent. para os carinhos			0:00:09			M		0:00:09	0:19:12	0:19:21	0:00:09

Tabela III.5 – continuação

68.15	Transporte da nova aranha de ent. para a prensa			0:00:19		M		0:00:19	0:19:21	0:19:40	0:00:19
68.16	Espera para colocação da nova aranha de ent.				0:00:00	-		0:00:00	0:19:40	0:19:40	0:00:00
68.17	Colocação da nova aranha de entrada	0:00:07				M		0:00:07	0:19:40	0:19:47	0:00:07
68.18	Remoção da aranha de saída	0:00:06				M		0:00:06	0:17:49	0:17:55	0:00:06
68.19	Transporte da aranha de sai. para os caminhos			0:00:16		M		0:00:16	0:17:55	0:18:11	0:00:16
68.20	Transporte da nova aranha de sai. para a prensa			0:00:31		M		0:00:31	0:18:11	0:18:42	0:00:31
68.21	Espera para colocação da nova aranha de sai.				0:00:30	-		0:00:30	0:18:42	0:19:12	0:00:30
68.22	Colocação da nova aranha de saída	0:00:07				M		0:00:07	0:19:12	0:19:19	0:00:07
68.23	Fechar porta	0:00:12				M		0:00:12	0:19:22	0:19:34	0:00:12
68.24	Mandar automações para posição de produção	0:04:24				M		0:04:24	0:20:31	0:24:55	0:04:24
69	Troca de automação P1								0:05:43	0:06:30	0:00:47
69.1	Espera para remover aranha				0:00:00	-		0:00:00	0:05:43	0:05:43	0:00:00
69.2	Remoção da aranha	0:00:23				M		0:00:23	0:05:43	0:06:06	0:00:23
69.3	Transporte da aranha para os caminhos			0:00:08		M		0:00:08	0:06:06	0:06:14	0:00:08
69.4	Transporte da nova aranha para a prensa			0:00:06		M		0:00:06	0:06:14	0:06:20	0:00:06
69.5	Colocação da nova aranha	0:00:10				M		0:00:10	0:06:20	0:06:30	0:00:10
69.6	Mandar para posição de produção	0:01:00				M		0:01:00	0:06:40	0:07:40	0:01:00
70	Arranque de nova produção		0:03:57					0:03:57	0:24:55	0:28:52	0:03:57
TOTAL		2:08:41	0:03:57	0:33:28	0:00:00	0:27:00					



Figura III.13 – Ocorrências de cada tipo de operações na troca # 5

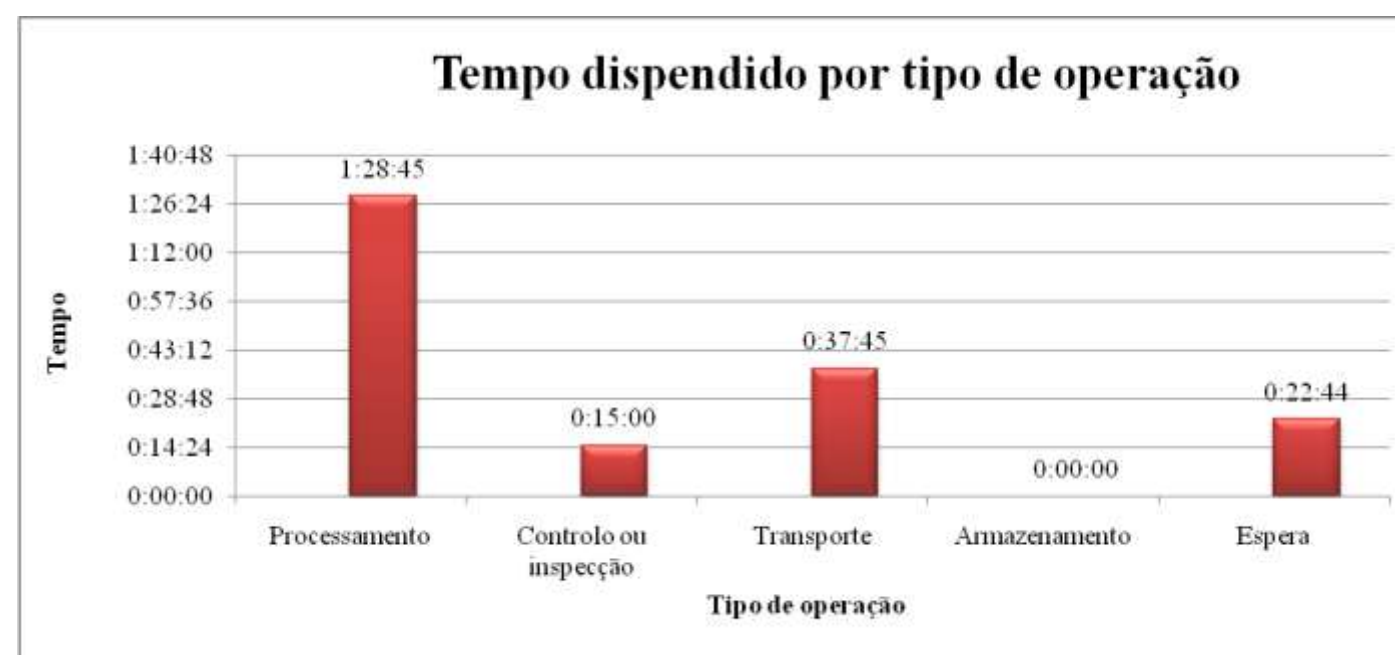


Figura III.14 – Tempo dispendido por tipo de operação na troca # 5

MULTIPLE ACTIVITY CHART TROCA #5

III.6 Troca # 6

Tabela III.6 – Registo da informação recolhida relativa à troca # 6

DIAGRAMA DE ANÁLISE DE OPERAÇÕES DE SETUP NA TAI												
Símbolos		●	Processamento	120	1:57:12	Rotina:			Actual	Proposta	x	
■		Controlo ou inspeção	1	0:03:37	Area:			Prensas				
←		Transporte	52	0:38:44	Turno:			2				
▼		Armazenamento	0	0:00:00	Equipa:			B				
■		Espera	45	0:21:04	Responsável:			Andreia Simões				
						Data:			23-Set-09			

Operações exten	#	Descrição da operação	●	■	←	▼	■	Natureza	Observações	TOTAL	Início	Fim	Duração
	1	Preparar carros de automação	0:00:00					M		0:00:00			0:00:00
	2	Selecionar prensas para troca	0:00:00					M		0:00:00			0:00:00
	3	Preparar mesas (se necessário)	0:00:00					M		0:00:00			0:00:00
	4	Preparar alimentador	0:00:00					M		0:00:00			0:00:00
	5	Abrir grades de protecção	0:00:00					M		0:00:00			0:00:00
	6	Preparar racks para produção seguinte	0:00:00					M		0:00:00			0:00:00
	7	Colocar comutador em reconstrução (alimentador)	0:00:31					M		0:00:31	0:00:00	0:00:31	0:00:31
	8	Colocar P1 em troca	0:00:24					M		0:00:24	0:00:51	0:01:15	0:00:24
	9	1º START P1	0:02:10					A		0:02:10	0:01:15	0:03:25	0:02:10
	10	Colocar P2 em troca	0:00:04					M		0:00:04	0:01:22	0:01:26	0:00:04
	11	1º START P2	0:02:52					A		0:02:52	0:01:26	0:04:18	0:02:52
	12	Colocar P3 em troca	0:00:04					M		0:00:04	0:01:36	0:01:40	0:00:04
	13	1º START P3	0:02:20					A		0:02:20	0:01:40	0:04:00	0:02:20
	14	Colocar P4 em troca	0:00:03					M		0:00:03	0:01:48	0:01:51	0:00:03
	15	1º START P4	0:01:54					A		0:01:54	0:01:51	0:03:45	0:01:54
	16	Colocar P5 em troca	0:00:18					M		0:00:18	0:02:30	0:02:48	0:00:18
	17	1º START P5	0:00:45					A		0:00:45	0:02:48	0:03:33	0:00:45
	18	Colocar P6 em troca	0:00:24					M		0:00:24	0:01:51	0:02:15	0:00:24
	19	1º START P6	0:03:18					A		0:03:18	0:02:15	0:05:33	0:03:18
	20	Troca de lavadora/lubrificadora	0:00:00					M		0:00:00			0:00:00
	21	Colocar comutador dos 45º em reconstrução	0:00:06					M		0:00:06	0:02:21	0:02:27	0:00:06
	22	Colocar novo número de programa	0:00:08					M		0:00:08	0:02:27	0:02:35	0:00:08
	23	Espera por OP para proceder à troca das mesas					0:01:16	-		0:01:16	0:03:25	0:04:41	0:01:16
	24	Saída da mesa	0:00:46					M		0:00:46	0:04:41	0:05:27	0:00:46
	25	Fechar porta	0:00:07					M		0:00:07	0:04:08	0:04:17	0:00:09
	26	Espera para entrada da mesa					0:05:24	-		0:05:24	0:05:27	0:10:51	0:05:24
	27	Entrada de mesa e fechar portas	0:01:45					M		0:01:45	0:10:51	0:12:36	0:01:45
	28	Espera por OP para dar o arranque ao 2º START					0:00:00	-		0:00:00	0:12:36	0:12:36	0:00:00
	29	Arr. 2º START+C.Manual+Verificar # de prog. P1	0:00:08					M		0:00:08	0:12:36	0:12:44	0:00:08
	30	Fechar grades de segurança	0:00:07					M		0:00:07	0:12:36	0:12:43	0:00:07
	31	2º START P1	0:01:36					A		0:01:36	0:12:44	0:14:20	0:01:36
	32	Espera por OP para proceder à troca das mesas					0:01:50	-		0:01:50	0:04:18	0:06:08	0:01:50
	33	Troca de mesas e fechar portas P2	0:04:53					M		0:04:53	0:06:08	0:11:01	0:04:53
	34	Espera por OP para dar o arranque ao 2º START					0:00:00	-		0:00:00	0:11:01	0:11:01	0:00:00
	35	Arr. 2º START+C.Manual+Verificar # de prog. P2	0:00:00					M	Estação vazia (não existe 2º START)	0:00:00			0:00:00
	36	Fechar grades de segurança	0:00:07					M		0:00:07	0:11:01	0:11:08	0:00:07
	37	2º START P2	0:00:00					A	Estação vazia (não existe 2º START)	0:00:00			0:00:00
	38	Espera por OP para proceder à troca das mesas					0:02:28	-		0:02:28	0:04:00	0:06:28	0:02:28
	39	Troca de mesas e fechar portas P3	0:05:18					M		0:05:18	0:06:28	0:11:46	0:05:18
	40	Espera por OP para dar o arranque ao 2º START					0:00:00	-		0:00:00	0:11:46	0:11:46	0:00:00
	41	Arr. 2º START+C.Manual+Verificar # de prog. P3	0:00:06					M		0:00:06	0:11:46	0:11:52	0:00:06
	42	Fechar grades de segurança	0:00:07					M		0:00:07	0:11:46	0:11:53	0:00:07
	43	2º START P3	0:08:48					A		0:08:48	0:11:52	0:20:40	0:08:48
	44	Espera por OP para proceder à troca das mesas					0:03:52	-		0:03:52	0:03:45	0:07:37	0:03:52

Tabela III.6 – continuação

45	Troca de mesas e fechar portas P4	0:04:44				M		0:04:44	0:07:37	0:12:21	0:04:44	
46	Espera por OP para dar o arranque ao 2º START				0:00:00	-		0:00:00	0:12:21	0:12:21	0:00:00	
47	Arr. 2º START+C.Manual+Verificar # de prog. P4	0:00:07				M		0:00:07	0:12:21	0:12:28	0:00:07	
48	Fechar grades de segurança	0:00:07				M		0:00:07	0:12:21	0:12:28	0:00:07	
49	2º START P4	0:05:50				A		0:05:50	0:12:28	0:18:18	0:05:50	
50	Espera por OP para proceder à troca das mesas				0:02:41	-		0:02:41	0:03:33	0:06:14	0:02:41	
51	Troca de mesas e fechar portas P5	0:06:33				M		0:06:33	0:06:14	0:12:47	0:06:33	
52	Espera por OP para dar o arranque ao 2º START				0:00:00	-		0:00:00	0:12:47	0:12:47	0:00:00	
53	Arr. 2º START+C.Manual+Verificar # de prog. P5	0:00:00				M	Estação vazia (não existe 2º START)	0:00:00			0:00:00	×
54	Fechar grades de segurança	0:00:07				M		0:00:07	0:12:47	0:12:54	0:00:07	
55	2º START P5	0:00:00				A	Estação vazia (não existe 2º START)	0:00:00			0:00:00	×
56	Espera por OP para proceder à troca das mesas				0:00:23	-		0:00:23	0:05:33	0:05:56	0:00:23	
57	Troca de mesas e fechar portas P6	0:07:34				M		0:07:34	0:05:56	0:13:30	0:07:34	
58	Espera por OP para dar o arranque ao 2º START				0:00:22	-		0:00:22	0:13:30	0:13:52	0:00:22	
59	Arr. 2º START+C.Manual+Verificar # de prog. P6	0:00:05				M		0:00:05	0:13:52	0:13:57	0:00:05	
60	Fechar grades de segurança	0:00:07				M		0:00:07	0:13:52	0:13:59	0:00:07	
61	2º START P6	0:01:33				A		0:01:33	0:13:57	0:15:30	0:01:33	
62	Troca de datador (Prensa 3)	0:01:30				M		0:01:30	0:23:30	0:25:00	0:01:30	
63	Troca de automação do 4º Esq./Dir.								0:08:21	0:10:12	0:01:51	
63.1	Abir porta	0:00:06				M		0:00:06	0:08:15	0:08:21	0:00:06	
63.2	Remoção do shuttle esq.	0:00:07				M		0:00:07	0:08:21	0:08:28	0:00:07	
63.3	Transporte do shuttle esq. para os caminhos			0:00:15		M		0:00:15	0:08:28	0:08:43	0:00:15	
63.4	Transporte do novo shuttle esq. para a prensa			0:00:16		M		0:00:16	0:08:43	0:08:59	0:00:16	
63.5	Colocação do novo shuttle esq.	0:00:09				M		0:00:09	0:08:59	0:09:08	0:00:09	
63.6	Remoção do shuttle dir.	0:00:22				M		0:00:22	0:08:25	0:08:47	0:00:22	
63.7	Transporte do shuttle dir. para os caminhos			0:00:17		M		0:00:17	0:08:47	0:09:04	0:00:17	
63.8	Transporte do novo shuttle dir. para a prensa			0:00:00		M		0:00:00	0:09:04	0:09:22	0:00:18	
63.9	Colocação no novo shuttle dir.	0:00:08				M		0:00:08	0:09:22	0:09:30	0:00:08	
63.10	Espera para remoção da aranha de saída				0:00:00	-		0:00:00	0:08:40	0:08:40	0:00:00	
63.11	Remoção da aranha de saída	0:08:40				M		0:08:40	0:08:40	0:08:46	0:00:06	
63.12	Transporte da aranha de sai. para os caminhos			0:08:46		M		0:08:46	0:08:46	0:09:05	0:00:19	
63.13	Transporte da nova aranha de sai. para a prensa			0:00:12		M		0:00:12	0:09:05	0:09:17	0:00:12	
63.14	Espera para colocação da nova aranha de sai.				0:00:00	-		0:00:00	0:09:17	0:09:17	0:00:00	
63.15	Colocação da nova aranha de saída	0:00:43				M		0:00:43	0:09:17	0:10:00	0:00:43	
63.16	Espera para remoção da aranha de entrada esq.				0:00:00	-		0:00:00	0:08:43	0:08:43	0:00:00	
63.17	Remoção da aranha de entrada esq.	0:08:43				M		0:08:43	0:08:43	0:09:03	0:00:20	
63.18	Transporte da aranha de ent. esq. para os caminhos			0:09:03		M		0:09:03	0:09:03	0:09:22	0:00:19	
63.19	Transporte da nova aranha de ent. esq. para a prensa			0:00:13		M		0:00:13	0:09:22	0:09:35	0:00:13	
63.20	Espera para colocação da nova aranha de ent. esq.				0:00:00	-		0:00:00	0:09:35	0:09:35	0:00:00	
63.21	Colocação da nova aranha de entrada esq.	0:00:07				M		0:00:07	0:09:35	0:09:42	0:00:07	
63.22	Espera para remoção da aranha de entrada dir.				0:00:00	-		0:00:00	0:08:38	0:08:38	0:00:00	
63.23	Remoção da aranha de entrada dir.	0:08:38				M		0:08:38	0:08:38	0:08:46	0:00:08	
63.24	Transporte da aranha de ent. dir. para os caminhos			0:08:46		M		0:08:46	0:08:46	0:09:00	0:00:14	
63.25	Transporte da nova aranha de ent. dir. para a prensa			0:00:19		M		0:00:19	0:09:00	0:09:19	0:00:19	
63.26	Espera para colocação da nova aranha de ent. dir.				0:00:00	-		0:00:00	0:09:19	0:09:19	0:00:00	
63.27	Colocação da nova aranha de entrada dir.	0:00:11				M		0:00:11	0:09:19	0:09:30	0:00:11	
63.28	Fechar porta	0:00:08				M		0:00:08	0:10:04	0:10:12	0:00:08	
63.29	Mandar automações para posição de produção	0:01:52				M		0:01:52	0:17:37	0:19:29	0:01:52	
64	Troca de automação da Célula 5								0:10:22	0:14:01	0:03:39	
64.1	Abir porta	0:00:12				M		0:00:12	0:10:10	0:10:22	0:00:12	
64.2	Remoção do shuttle esq.	0:00:07				M		0:00:07	0:10:22	0:10:29	0:00:07	
64.3	Espera para remoção do shuttle dir.				0:00:07	-		0:00:07	0:10:22	0:10:29	0:00:07	
64.4	Transporte do shuttle esq. para os caminhos			0:00:16		M		0:00:16	0:10:29	0:10:45	0:00:16	
64.5	Transporte do novo shuttle dir. para a prensa			0:00:14		M		0:00:14	0:11:06	0:11:20	0:00:14	
64.6	Espera para colocação do novo shuttle dir.				0:00:00	-		0:00:00	0:11:20	0:11:20	0:00:00	
64.7	Remoção do shuttle dir.	0:00:10				M		0:00:10	0:10:29	0:10:39	0:00:10	

Duração da troca das mesas
025:00

Tabela III.6 – continuação

Operações internas	64.8	Colocação no novo shuttle dir.	0:00:28				M	0:00:28	0:11:20	0:11:48	0:00:28
	64.9	Transporte do shuttle dir. para os carinhos			0:00:16		M	0:00:16	0:10:39	0:10:55	0:00:16
	64.10	Transporte do novo shuttle esq. para a prensa			0:00:12		M	0:00:12	0:11:04	0:11:16	0:00:12
	64.11	Espera para colocação do novo shuttle esq.				0:00:32	-	0:00:32	0:11:16	0:11:48	0:00:32
	64.12	Colocação do novo shuttle esq.	0:00:18				M	0:00:18	0:11:48	0:12:06	0:00:18
	64.13	Remoção da aranha de entrada	0:00:05				M	0:00:05	0:13:10	0:13:15	0:00:05
	64.14	Transporte da aranha de ent. para os carinhos			0:00:13		M	0:00:13	0:13:15	0:13:28	0:00:13
	64.15	Transporte da nova aranha de ent. para a prensa			0:00:10		M	0:00:10	0:13:42	0:13:52	0:00:10
	64.16	Espera para colocação da nova aranha de ent.				0:00:00	-	0:00:00	0:13:52	0:13:52	0:00:00
	64.17	Colocação da nova aranha de entrada	0:00:09				M	0:00:09	0:13:52	0:14:01	0:00:09
	64.18	Remoção da aranha de saída	0:00:06				M	0:00:06	0:12:07	0:12:13	0:00:06
	64.19	Transporte da aranha de sai. para os carinhos			0:00:16		M	0:00:16	0:12:13	0:12:29	0:00:16
	64.20	Transporte da nova aranha de sai. para a prensa			0:00:14		M	0:00:14	0:12:40	0:12:54	0:00:14
	64.21	Espera para colocação da nova aranha de sai.				0:00:00	-	0:00:00	0:12:54	0:12:54	0:00:00
	64.22	Colocação da nova aranha de saída	0:00:13				M	0:00:13	0:12:54	0:13:07	0:00:13
	64.23	Fechar porta	0:00:12				M	0:00:12	0:14:04	0:14:16	0:00:12
	64.24	Mandar automações para posição de produção	0:01:45				M	0:01:45	0:18:05	0:19:50	0:01:45
	65	Troca de automação da Célula 4							0:14:13	0:16:29	0:02:16
	65.1	Abir porta	0:00:12				M	0:00:12	0:13:35	0:13:47	0:00:12
	65.2	Remoção do shuttle esq.	0:00:06				M	0:00:06	0:14:13	0:14:19	0:00:06
	65.3	Espera para remoção do shuttle dir.				0:00:06	-	0:00:06	0:14:13	0:14:19	0:00:06
	65.4	Transporte do shuttle esq. para os carinhos			0:00:11		M	0:00:11	0:14:19	0:14:30	0:00:11
	65.5	Transporte do novo shuttle dir. para a prensa			0:00:12		M	0:00:12	0:14:30	0:14:42	0:00:12
	65.6	Espera para colocação do novo shuttle dir.				0:00:00	-	0:00:00	0:14:42	0:14:42	0:00:00
	65.7	Remoção do shuttle dir.	0:00:16				M	0:00:16	0:14:19	0:14:35	0:00:16
	65.8	Colocação no novo shuttle dir.	0:00:24				M	0:00:24	0:14:42	0:15:06	0:00:24
	65.9	Transporte do shuttle dir. para os carinhos			0:00:12		M	0:00:12	0:14:35	0:14:47	0:00:12
	65.10	Transporte do novo shuttle esq. para a prensa			0:00:11		M	0:00:11	0:14:32	0:14:43	0:00:11
	65.11	Espera para colocação do novo shuttle esq.				0:00:23	-	0:00:23	0:14:43	0:15:06	0:00:23
	65.12	Colocação do novo shuttle esq.	0:00:19				M	0:00:19	0:15:06	0:15:25	0:00:19
	65.13	Remoção da aranha de entrada	0:00:06				M	0:00:06	0:14:53	0:14:59	0:00:06
	65.14	Transporte da aranha de ent. para os carinhos			0:00:11		M	0:00:11	0:14:59	0:15:10	0:00:11
	65.15	Transporte da nova aranha de ent. para a prensa			0:00:20		M	0:00:20	0:15:10	0:15:30	0:00:20
	65.16	Espera para colocação da nova aranha de ent.				0:00:00	-	0:00:00	0:15:30	0:15:30	0:00:00
	65.17	Colocação da nova aranha de entrada	0:00:06				M	0:00:06	0:15:30	0:15:36	0:00:06
	65.18	Remoção da aranha de saída	0:00:12				M	0:00:12	0:15:28	0:15:40	0:00:12
	65.19	Transporte da aranha de sai. para os carinhos			0:00:15		M	0:00:15	0:15:40	0:15:55	0:00:15
	65.20	Transporte da nova aranha de sai. para a prensa			0:00:22		M	0:00:22	0:15:55	0:16:17	0:00:22
	65.21	Espera para colocação da nova aranha de sai.				0:00:00	-	0:00:00	0:16:17	0:16:17	0:00:00
	65.22	Colocação da nova aranha de saída	0:00:12				M	0:00:12	0:16:17	0:16:29	0:00:12
	65.23	Fechar porta	0:00:12				M	0:00:12	0:16:32	0:16:44	0:00:12
	65.24	Mandar automações para posição de produção	0:01:42				M	0:01:42	0:17:38	0:19:20	0:01:42
	66	Troca de automação da Célula 3							0:15:58	0:18:18	0:02:20
	66.1	Abir porta	0:00:12				M	0:00:12	0:15:46	0:15:58	0:00:12
	66.2	Remoção do shuttle esq.	0:00:06				M	0:00:06	0:15:58	0:16:04	0:00:06
	66.3	Espera para remoção do shuttle dir.				0:00:06	-	0:00:06	0:15:58	0:16:04	0:00:06
	66.4	Transporte do shuttle esq. para os carinhos			0:00:12		M	0:00:12	0:16:04	0:16:16	0:00:12
	66.5	Transporte do novo shuttle dir. para a prensa			0:00:12		M	0:00:12	0:16:32	0:16:44	0:00:12
	66.6	Espera para colocação do novo shuttle dir.				0:00:00	-	0:00:00	0:16:44	0:16:44	0:00:00
	66.7	Remoção do shuttle dir.	0:00:13				M	0:00:13	0:16:04	0:16:17	0:00:13
	66.8	Colocação no novo shuttle dir.	0:00:22				M	0:00:22	0:16:44	0:17:06	0:00:22
	66.9	Transporte do shuttle dir. para os carinhos			0:00:10		M	0:00:10	0:16:17	0:16:27	0:00:10
	66.10	Transporte do novo shuttle esq. para a prensa			0:00:13		M	0:00:13	0:16:35	0:16:48	0:00:13
	66.11	Espera para colocação do novo shuttle esq.				0:00:18	-	0:00:18	0:16:48	0:17:06	0:00:18

Tabela III.6 – continuação

	66.12 Colocação do novo shuttle esq.	0:00:12				M	0:00:12	0:17:06	0:17:18	0:00:12
	66.13 Remoção da aranha de entrada	0:00:06				M	0:00:06	0:16:56	0:17:02	0:00:06
	66.14 Transporte da aranha de ent. para os carinhos		0:00:13			M	0:00:13	0:17:02	0:17:15	0:00:13
	66.15 Transporte da nova aranha de ent. para a prensa		0:00:11			M	0:00:11	0:17:59	0:18:10	0:00:11
	66.16 Espera para colocação da nova aranha de ent.			0:00:00		-	0:00:00	0:18:10	0:18:10	0:00:00
	66.17 Colocação da nova aranha de entrada	0:00:08				M	0:00:08	0:18:10	0:18:18	0:00:08
	66.18 Remoção da aranha de saída	0:00:11				M	0:00:11	0:17:28	0:17:39	0:00:11
	66.19 Transporte da aranha de sai. para os carinhos		0:00:12			M	0:00:12	0:17:39	0:17:51	0:00:12
	66.20 Transporte da nova aranha de sai. para a prensa		0:00:12			M	0:00:12	0:17:22	0:17:34	0:00:12
	66.21 Espera para colocação da nova aranha de sai.			0:00:05		-	0:00:05	0:17:34	0:17:39	0:00:05
	66.22 Colocação da nova aranha de saída	0:00:07				M	0:00:07	0:17:39	0:17:46	0:00:07
	66.23 Fechar porta	0:00:12				M	0:00:12	0:18:21	0:18:33	0:00:12
	66.24 Mandar automações para posição de produção	0:02:41				M	0:02:41	0:18:38	0:21:19	0:02:41
67	Troca de automação da Célula 2							0:18:25	0:20:23	0:01:58
	67.1 Abrir porta	0:00:12				M	0:00:12	0:18:13	0:18:25	0:00:12
	67.2 Remoção do shuttle esq.	0:00:08				M	0:00:08	0:18:25	0:18:33	0:00:08
	67.3 Espera para remoção do shuttle dir.			0:00:08		-	0:00:08	0:18:25	0:18:33	0:00:08
	67.4 Transporte do shuttle esq. para os carinhos		0:00:30			M	0:00:30	0:18:33	0:19:03	0:00:30
	67.5 Transporte do novo shuttle dir. para a prensa		0:00:14			M	0:00:14	0:18:33	0:18:47	0:00:14
	67.6 Espera para colocação do novo shuttle dir.			0:00:10		-	0:00:10	0:18:47	0:18:57	0:00:10
	67.7 Remoção do shuttle dir.	0:00:24				M	0:00:24	0:18:33	0:18:57	0:00:24
	67.8 Colocação no novo shuttle dir.	0:00:20				M	0:00:20	0:18:57	0:19:17	0:00:20
	67.9 Transporte do shuttle dir. para os carinhos		0:00:21			M	0:00:21	0:18:57	0:19:18	0:00:21
	67.10 Transporte do novo shuttle esq. para a prensa		0:00:16			M	0:00:16	0:18:45	0:19:01	0:00:16
	67.11 Espera para colocação do novo shuttle esq.			0:00:16		-	0:00:16	0:19:01	0:19:17	0:00:16
	67.12 Colocação do novo shuttle esq.	0:00:16				M	0:00:16	0:19:17	0:19:33	0:00:16
	67.13 Remoção da aranha de entrada	0:00:07				M	0:00:07	0:19:16	0:19:23	0:00:07
	67.14 Transporte da aranha de ent. para os carinhos		0:00:21			M	0:00:21	0:19:23	0:19:44	0:00:21
	67.15 Transporte da nova aranha de ent. para a prensa		0:00:09			M	0:00:09	0:19:55	0:20:04	0:00:09
	67.16 Espera para colocação da nova aranha de ent.			0:00:00		-	0:00:00	0:20:04	0:20:04	0:00:00
	67.17 Colocação da nova aranha de entrada	0:00:08				M	0:00:08	0:20:04	0:20:12	0:00:08
	67.18 Remoção da aranha de saída	0:00:07				M	0:00:07	0:19:35	0:19:42	0:00:07
	67.19 Transporte da aranha de sai. para os carinhos		0:00:15			M	0:00:15	0:19:42	0:19:57	0:00:15
	67.20 Transporte da nova aranha de sai. para a prensa		0:00:12			M	0:00:12	0:20:04	0:20:16	0:00:12
	67.21 Espera para colocação da nova aranha de sai.			0:00:00		-	0:00:00	0:20:16	0:20:16	0:00:00
	67.22 Colocação da nova aranha de saída	0:00:07				M	0:00:07	0:20:16	0:20:23	0:00:07
	67.23 Fechar porta	0:00:12				M	0:00:12	0:20:26	0:20:38	0:00:12
	67.24 Mandar automações para posição de produção	0:02:14				M	0:02:14	0:20:40	0:22:54	0:02:14
68	Troca de automação da Célula 1							0:20:37	0:22:38	0:02:01
	68.1 Abrir porta	0:00:12				M	0:00:12	0:20:23	0:20:35	0:00:12
	68.2 Remoção do shuttle esq.	0:00:03				M	0:00:03	0:20:37	0:20:40	0:00:03
	68.3 Espera para remoção do shuttle dir.			0:00:00		-	0:00:00	0:20:40	0:20:40	0:00:00
	68.4 Transporte do shuttle esq. para os carinhos		0:00:16			M	0:00:16	0:20:40	0:20:56	0:00:16
	68.5 Transporte do novo shuttle dir. para a prensa		0:00:14			M	0:00:14	0:20:42	0:20:56	0:00:14
	68.6 Espera para colocação do novo shuttle dir.			0:00:03		-	0:00:03	0:20:56	0:20:59	0:00:03
	68.7 Remoção do shuttle dir.	0:00:18				M	0:00:18	0:20:40	0:20:58	0:00:18
	68.8 Colocação no novo shuttle dir.	0:00:21				M	0:00:21	0:20:59	0:21:20	0:00:21
	68.9 Transporte do shuttle dir. para os carinhos		0:00:19			M	0:00:19	0:20:58	0:21:17	0:00:19
	68.10 Transporte do novo shuttle esq. para a prensa		0:00:12			M	0:00:12	0:20:53	0:21:05	0:00:12
	68.11 Espera para colocação do novo shuttle esq.			0:00:14		-	0:00:14	0:21:05	0:21:19	0:00:14
	68.12 Colocação do novo shuttle esq.	0:00:17				M	0:00:17	0:21:19	0:21:36	0:00:17
	68.13 Remoção da aranha de entrada	0:00:05				M	0:00:05	0:21:20	0:21:25	0:00:05
	68.14 Transporte da aranha de ent. para os carinhos		0:00:18			M	0:00:18	0:21:25	0:21:43	0:00:18

Tabela III.6 – continuação

68.15	Transporte da nova aranha de ent. para a prensa			0:00:10			M		0:00:10	0:21:48	0:21:58	0:00:10
68.16	Espera para colocação da nova aranha de ent.					0:00:00	-		0:00:00	0:21:58	0:21:58	0:00:00
68.17	Colocação da nova aranha de entrada	0:00:07					M		0:00:07	0:21:58	0:22:05	0:00:07
68.18	Remoção da aranha de saída	0:00:11					M		0:00:11	0:21:37	0:21:48	0:00:11
68.19	Transporte da aranha de sai. para os carrinhos			0:00:28			M		0:00:28	0:21:48	0:22:16	0:00:28
68.20	Transporte da nova aranha de sai. para a prensa			0:00:11			M		0:00:11	0:22:21	0:22:32	0:00:11
68.21	Espera para colocação da nova aranha de sai					0:00:00	-		0:00:00	0:22:32	0:22:32	0:00:00
68.22	Colocação da nova aranha de saída	0:00:06					M		0:00:06	0:22:32	0:22:38	0:00:06
68.23	Fechar porta	0:00:12					M		0:00:12	0:22:41	0:22:53	0:00:12
68.24	Mandar automações para posição de produção	0:01:07					M		0:01:07	0:22:55	0:24:02	0:01:07
69	Troca de automação PI									0:08:13	0:09:43	0:01:30
69.1	Espera para remover aranha					0:00:20	-		0:00:20	0:08:13	0:08:33	0:00:20
69.2	Remoção da aranha	0:00:09					M		0:00:09	0:08:33	0:08:42	0:00:09
69.3	Transporte da aranha para os carrinhos			0:00:23			M		0:00:23	0:08:42	0:09:05	0:00:23
69.4	Transporte da nova aranha para a prensa			0:00:28			M		0:00:28	0:09:05	0:09:33	0:00:28
69.5	Colocação da nova aranha	0:00:10					M		0:00:10	0:09:33	0:09:43	0:00:10
69.6	Mandar para posição de produção	0:00:17					M		0:00:17	0:10:15	0:10:32	0:00:17
70	Arranque de nova produção		0:03:37						0:03:37	0:25:00	0:28:37	0:03:37
TOTAL		1:57:12	0:03:37	0:38:44	0:00:00	0:21:04						

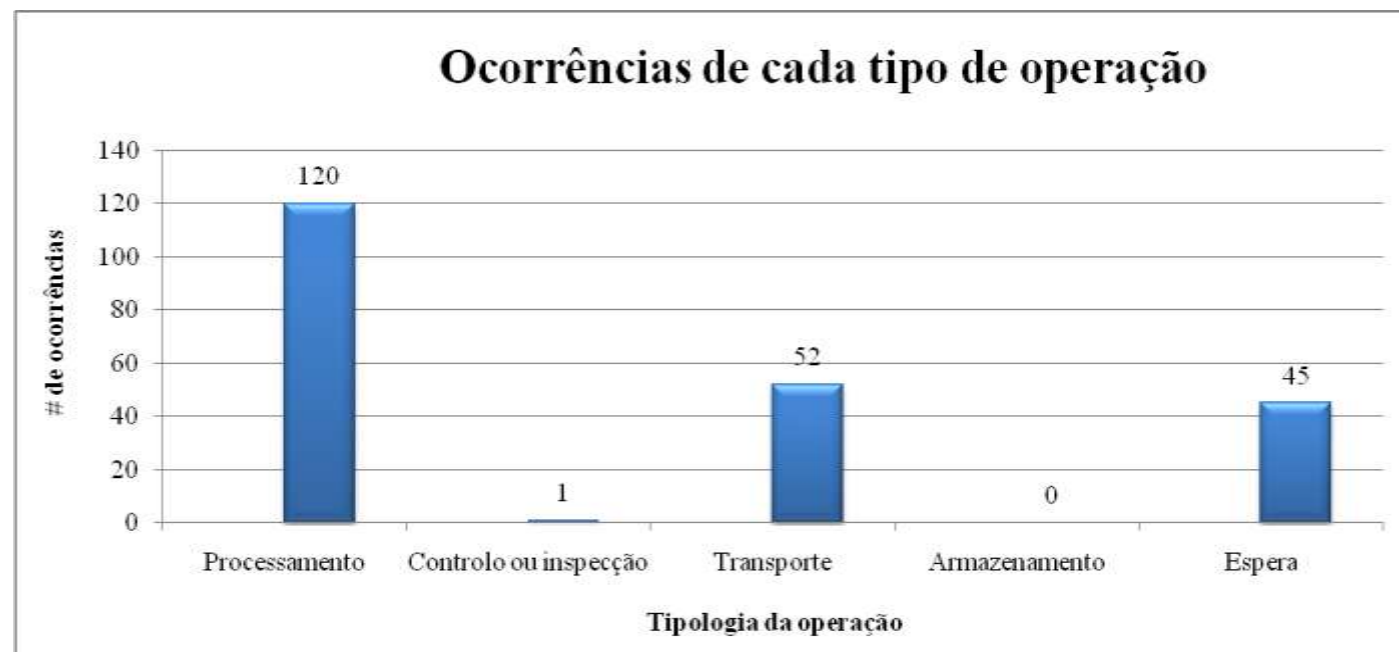


Figura III.16 – Ocorrências de cada tipo de operações na troca # 6

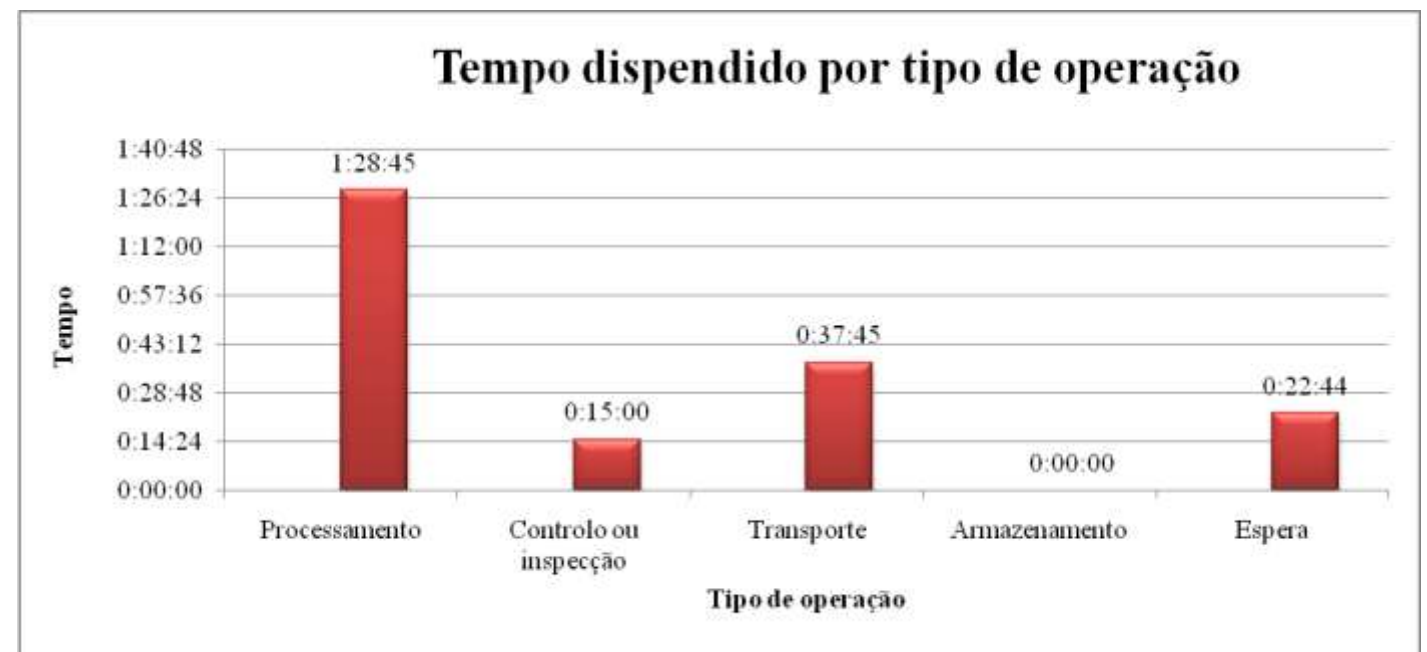


Figura III.17 – Tempo dispendido por tipo de operação na troca # 6

MULTIPLE ACTIVITY CHART TROCA #6

III.7 Troca # 7

Tabela III.7 – Registo da informação recolhida relativa à troca # 7

DIAGRAMA DE ANÁLISE DE OPERAÇÕES DE SETUP NA TAI												
Símbolos	    	Processamento	120	2:00:24	Rotina:	Actual	x					
		Controlo ou inspeção	1	0:03:36		Proposta						
		Transporte	52	0:36:57		Area:	Prensas					
		Armazenamento	0	0:00:00		Turno:	2					
		Espera	45	0:27:14		Equipa:	B					
					Responsável:	Andreia Simões						
					Data:	23-Set-09						

Operações exten	#	Descrição da operação						Natureza	Observações	TOTAL	Início	Fim	Duração	
	1	Preparar carros de automação	0:00:00						M		0:00:00			0:00:00
	2	Selecionar prensas para troca	0:00:00						M		0:00:00			0:00:00
	3	Preparar mesas (se necessário)	0:00:00						M		0:00:00			0:00:00
	4	Preparar alimentador	0:00:00						M		0:00:00			0:00:00
	5	Abrir grades de protecção	0:00:00						M		0:00:00			0:00:00
	6	Preparar racks para produção seguinte	0:00:00						M		0:00:00			0:00:00
	7	Colocar comutador em reconstrução (alimentador)	0:00:07						M		0:00:07	0:00:00	0:00:07	0:00:07
	8	Colocar P1 em boca	0:00:07						M		0:00:07	0:00:10	0:00:17	0:00:07
	9	1º START P1	0:01:58						A		0:01:58	0:00:17	0:02:15	0:01:58
	10	Colocar P2 em boca	0:00:12						M		0:00:12	0:00:26	0:00:38	0:00:12
	11	1º START P2	0:04:09						A		0:04:09	0:00:38	0:04:47	0:04:09
	12	Colocar P3 em boca	0:00:10						M		0:00:10	0:00:55	0:01:05	0:00:10
	13	1º START P3	0:03:40						A		0:03:40	0:01:05	0:04:45	0:03:40
	14	Colocar P4 em boca	0:00:06						M		0:00:06	0:01:20	0:01:26	0:00:06
	15	1º START P4	0:02:34						A		0:02:34	0:01:26	0:04:00	0:02:34
	16	Colocar P5 em boca	0:00:21						M		0:00:21	0:01:48	0:02:09	0:00:21
	17	1º START P5	0:01:44						A		0:01:44	0:02:09	0:03:53	0:01:44
	18	Colocar P6 em boca	0:00:19						M		0:00:19	0:02:18	0:02:37	0:00:19
	19	1º START P6	0:05:58						A		0:05:58	0:02:37	0:08:35	0:05:58
	20	Troca de lavadora/lubrificadora	0:00:00						M		0:00:00			0:00:00
	21	Colocar comutador dos 45º em reconstrução	0:00:08						M		0:00:08	0:08:41	0:08:49	0:00:08
	22	Colocar novo número de programa	0:00:06						M		0:00:06	0:08:49	0:08:55	0:00:06
	23	Espera por OP para proceder à troca das mesas						0:05:13	-		0:05:13	0:02:15	0:07:28	0:05:13
	24	Saída da mesa	0:01:47						M		0:01:47	0:07:28	0:09:15	0:01:47
	25	Fechar porta	0:00:07						M		0:00:07	0:07:21	0:07:28	0:00:07
	26	Espera para entrada da mesa						0:04:30	-		0:04:30	0:09:15	0:13:45	0:04:30
	27	Entrada de mesa e fechar portas	0:00:40						M		0:00:40	0:13:45	0:14:25	0:00:40
	28	Espera por OP para dar o arranque ao 2º START						0:00:35	-		0:00:35	0:14:25	0:15:00	0:00:35
	29	Arr. 2º START+C.Manual+Verificar # de prog. P1	0:00:08						M		0:00:08	0:15:00	0:15:08	0:00:08
	30	Fechar grades de segurança	0:00:07						M		0:00:07	0:15:00	0:15:07	0:00:07
	31	2º START P1	0:02:28						A		0:02:28	0:15:08	0:17:36	0:02:28
	32	Espera por OP para proceder à troca das mesas						0:02:12	-		0:02:12	0:04:47	0:06:59	0:02:12
	33	Troca de mesas e fechar portas P2	0:02:24						M		0:02:24	0:06:59	0:09:23	0:02:24
	34	Espera por OP para dar o arranque ao 2º START						0:03:15	-		0:03:15	0:09:23	0:12:38	0:03:15
	35	Arr. 2º START+C.Manual+Verificar # de prog. P2	0:00:12						M		0:00:12	0:12:38	0:12:50	0:00:12
	36	Fechar grades de segurança	0:00:07						M		0:00:07	0:12:38	0:12:45	0:00:07
	37	2º START P2	0:02:15						A		0:02:15	0:12:50	0:15:05	0:02:15
	38	Espera por OP para proceder à troca das mesas						0:00:38	-		0:00:38	0:04:45	0:05:23	0:00:38
	39	Troca de mesas e fechar portas P3	0:02:12						M		0:02:12	0:05:23	0:07:35	0:02:12
	40	Espera por OP para dar o arranque ao 2º START						0:00:00	-		0:00:00	0:07:35	0:07:35	0:00:00
	41	Arr. 2º START+C.Manual+Verificar # de prog. P3	0:00:06						M		0:00:06	0:07:35	0:07:41	0:00:06
	42	Fechar grades de segurança	0:00:07						M		0:00:07	0:07:35	0:07:42	0:00:07
	43	2º START P3	0:04:47						A		0:04:47	0:07:41	0:12:28	0:04:47
	44	Espera por OP para proceder à troca das mesas						0:01:52	-		0:01:52	0:04:00	0:05:52	0:01:52

Tabela III.7 – continuação

45	Troca de mesas e fechar portas P4	0:02:06				M		0:02:06	0:05:52	0:07:58	0:02:06
46	Espera por OP para dar o arranque ao 2º START				0:00:00	-		0:00:00	0:07:58	0:07:58	0:00:00
47	Arr. 2º START+C.Manual+Verificar# de prog. P4	0:00:10				M		0:00:10	0:07:58	0:08:08	0:00:10
48	Fechar grades de segurança	0:00:07				M		0:00:07	0:07:58	0:08:05	0:00:07
49	2º START P4	0:05:24				A		0:05:24	0:08:08	0:13:32	0:05:24
50	Espera por OP para proceder à troca das mesas				0:04:43	-		0:04:43	0:03:53	0:08:36	0:04:43
51	Troca de mesas e fechar portas P5	0:01:28				M		0:01:28	0:08:36	0:10:04	0:01:28
52	Espera por OP para dar o arranque ao 2º START				0:00:00	-		0:00:00	0:10:04	0:10:04	0:00:00
53	Arr. 2º START+C.Manual+Verificar# de prog. P5	0:00:03				M		0:00:03	0:10:04	0:10:07	0:00:03
54	Fechar grades de segurança	0:00:07				M		0:00:07	0:10:04	0:10:11	0:00:07
55	2º START P5	0:08:16				A		0:08:16	0:10:07	0:18:23	0:08:16
56	Espera por OP para proceder à troca das mesas				0:00:16	-		0:00:16	0:08:35	0:08:51	0:00:16
57	Troca de mesas e fechar portas P6	0:01:04				M		0:01:04	0:08:51	0:09:55	0:01:04
58	Espera por OP para dar o arranque ao 2º START				0:01:05	-		0:01:05	0:09:55	0:11:00	0:01:05
59	Arr. 2º START+C.Manual+Verificar# de prog. P6	0:00:07				M		0:00:07	0:11:00	0:11:07	0:00:07
60	Fechar grades de segurança	0:00:07				M		0:00:07	0:11:00	0:11:07	0:00:07
61	2º START P6	0:05:47				A		0:05:47	0:11:07	0:16:54	0:05:47
62	Troca de datador (Prensa 3)	0:02:31				M		0:02:31	0:13:00	0:15:31	0:02:31
63	Troca de automação do 45º Esq./Dir.								0:08:00	0:10:02	0:02:02
63.1	Abir porta	0:00:06				M		0:00:06	0:07:54	0:08:00	0:00:06
63.2	Remoção do shuttle esq.	0:00:08				M		0:00:08	0:08:00	0:08:08	0:00:08
63.3	Transporte do shuttle esq. para os caminhos		0:00:16			M		0:00:16	0:08:08	0:08:24	0:00:16
63.4	Transporte do novo shuttle esq. para a prensa		0:00:10			M		0:00:10	0:08:24	0:08:34	0:00:10
63.5	Colocação do novo shuttle esq.	0:00:11				M		0:00:11	0:08:34	0:08:45	0:00:11
63.6	Remoção do shuttle dir.	0:01:04				M		0:01:04	0:08:12	0:09:16	0:01:04
63.7	Transporte do shuttle dir. para os caminhos		0:00:14			M		0:00:14	0:09:16	0:09:30	0:00:14
63.8	Transporte do novo shuttle dir. para a prensa		0:00:00			M		0:00:00	0:09:30	0:09:43	0:00:13
63.9	Colocação no novo shuttle dir.	0:00:09				M		0:00:09	0:09:43	0:09:52	0:00:09
63.10	Espera para remoção da aranha de saída				0:00:00	-		0:00:00	0:08:06	0:08:10	0:00:04
63.11	Remoção da aranha de saída	0:08:10				M		0:08:10	0:08:10	0:08:17	0:00:07
63.12	Transporte da aranha de sai. para os caminhos		0:08:17			M		0:08:17	0:08:17	0:08:34	0:00:17
63.13	Transporte da nova aranha de sai. para a prensa		0:00:16			M		0:00:16	0:08:34	0:08:50	0:00:16
63.14	Espera para colocação da nova aranha de sai.				0:00:00	-		0:00:00	0:08:50	0:08:50	0:00:00
63.15	Colocação da nova aranha de saída	0:00:10				M		0:00:10	0:08:50	0:09:00	0:00:10
63.16	Espera para remoção da aranha de entrada esq.				0:00:00	-		0:00:00	0:08:10	0:08:10	0:00:00
63.17	Remoção da aranha de entrada esq.	0:08:10				M		0:08:10	0:08:10	0:08:16	0:00:06
63.18	Transporte da aranha de ent. esq. para os caminhos		0:08:16			M		0:08:16	0:08:16	0:08:32	0:00:16
63.19	Transporte da nova aranha de ent. esq. para a prensa		0:00:13			M		0:00:13	0:08:32	0:08:45	0:00:13
63.20	Espera para colocação da nova aranha de ent. esq.				0:00:00	-		0:00:00	0:08:45	0:08:45	0:00:00
63.21	Colocação da nova aranha de entrada esq.	0:01:03				M		0:01:03	0:08:45	0:09:48	0:01:03
63.22	Espera para remoção da aranha de entrada dir.				0:00:00	-		0:00:00	0:08:15	0:08:15	0:00:00
63.23	Remoção da aranha de entrada dir.	0:08:15				M		0:08:15	0:08:15	0:08:23	0:00:08
63.24	Transporte da aranha de ent. dir. para os caminhos		0:08:23			M		0:08:23	0:08:23	0:08:34	0:00:11
63.25	Transporte da nova aranha de ent. dir. para a prensa		0:00:12			M		0:00:12	0:08:34	0:08:46	0:00:12
63.26	Espera para colocação da nova aranha de ent. dir.				0:00:00	-		0:00:00	0:08:46	0:08:46	0:00:00
63.27	Colocação da nova aranha de entrada dir.	0:00:14				M		0:00:14	0:08:46	0:09:00	0:00:14
63.28	Fechar porta	0:00:07				M		0:00:07	0:09:55	0:10:02	0:00:07
63.29	Mandar automações para posição de produção	0:01:46				M		0:01:46	0:16:06	0:17:52	0:01:46
64	Troca de automação da Célula 5								0:10:20	0:12:18	0:01:58
64.1	Abir porta	0:00:12				M		0:00:12	0:10:08	0:10:20	0:00:12
64.2	Remoção do shuttle esq.	0:00:16				M		0:00:16	0:10:20	0:10:36	0:00:16
64.3	Espera para remoção do shuttle dir.				0:00:16	-		0:00:16	0:10:20	0:10:36	0:00:16
64.4	Transporte do shuttle esq. para os caminhos		0:00:25			M		0:00:25	0:10:36	0:11:01	0:00:25
64.5	Transporte do novo shuttle dir. para a prensa		0:00:11			M		0:00:11	0:10:19	0:10:30	0:00:11
64.6	Espera para colocação do novo shuttle dir.				0:00:05	-		0:00:05	0:10:30	0:10:35	0:00:05
64.7	Remoção do shuttle dir.	0:00:11				M		0:00:11	0:10:36	0:10:47	0:00:11

Duração da troca das mesas
0:18:23

Tabela III.7 – continuação

Operações internas	64.8	Colocação no novo shuttle dir.	0:00:15				M		0:00:15	0:10:35	0:10:50	0:00:15
	64.9	Transporte do shuttle dir. para os carinhos			0:00:33		M		0:00:33	0:10:47	0:11:20	0:00:33
	64.10	Transporte do novo shuttle esq. para a prensa			0:00:11		M		0:00:11	0:10:20	0:10:31	0:00:11
	64.11	Espera para colocação do novo shuttle esq.				0:00:19	-		0:00:19	0:10:31	0:10:50	0:00:19
	64.12	Colocação do novo shuttle esq.	0:00:21				M		0:00:21	0:10:50	0:11:11	0:00:21
	64.13	Remoção da aranha de entrada	0:00:05				M		0:00:05	0:10:58	0:11:03	0:00:05
	64.14	Transporte da aranha de ent. para os carinhos			0:00:17		M		0:00:17	0:11:03	0:11:20	0:00:17
	64.15	Transporte da nova aranha de ent. para a prensa			0:00:14		M		0:00:14	0:11:30	0:11:44	0:00:14
	64.16	Espera para colocação da nova aranha de ent.				0:00:00	-		0:00:00	0:11:44	0:11:44	0:00:00
	64.17	Colocação da nova aranha de entrada	0:00:09				M		0:00:09	0:11:44	0:11:53	0:00:09
	64.18	Remoção da aranha de saída	0:00:05				M		0:00:05	0:11:31	0:11:36	0:00:05
	64.19	Transporte da aranha de sai. para os carinhos			0:00:12		M		0:00:12	0:11:36	0:11:48	0:00:12
	64.20	Transporte da nova aranha de sai. para a prensa			0:00:14		M		0:00:14	0:11:56	0:12:10	0:00:14
	64.21	Espera para colocação da nova aranha de sai.				0:00:00	-		0:00:00	0:12:10	0:12:10	0:00:00
	64.22	Colocação da nova aranha de saída	0:00:08				M		0:00:08	0:12:10	0:12:18	0:00:08
	64.23	Fechar porta	0:00:12				M		0:00:12	0:12:21	0:12:33	0:00:12
	64.24	Mandar automações para posição de produção	0:05:48				M		0:05:48	0:16:28	0:22:16	0:05:48
	65	Troca de automação da Célula 4								0:12:21	0:14:28	0:02:07
	65.1	Abir porta	0:00:12				M		0:00:12	0:12:10	0:12:22	0:00:12
	65.2	Remoção do shuttle esq.	0:00:07				M		0:00:07	0:12:21	0:12:28	0:00:07
	65.3	Espera para remoção do shuttle dir.				0:00:07	-		0:00:07	0:12:21	0:12:28	0:00:07
	65.4	Transporte do shuttle esq. para os carinhos			0:00:16		M		0:00:16	0:12:28	0:12:44	0:00:16
	65.5	Transporte do novo shuttle dir. para a prensa			0:00:09		M		0:00:09	0:12:39	0:12:48	0:00:09
	65.6	Espera para colocação do novo shuttle dir.				0:00:00	-		0:00:00	0:12:48	0:12:48	0:00:00
	65.7	Remoção do shuttle dir.	0:00:20				M		0:00:20	0:12:28	0:12:48	0:00:20
	65.8	Colocação no novo shuttle dir.	0:00:10				M		0:00:10	0:12:48	0:12:58	0:00:10
	65.9	Transporte do shuttle dir. para os carinhos			0:00:20		M		0:00:20	0:12:48	0:13:08	0:00:20
	65.10	Transporte do novo shuttle esq. para a prensa			0:00:08		M		0:00:08	0:12:48	0:12:56	0:00:08
	65.11	Espera para colocação do novo shuttle esq.				0:00:42	-		0:00:42	0:12:56	0:13:38	0:00:42
	65.12	Colocação do novo shuttle esq.	0:00:08				M		0:00:08	0:13:38	0:13:46	0:00:08
	65.13	Remoção da aranha de entrada	0:00:04				M		0:00:04	0:13:47	0:13:51	0:00:04
	65.14	Transporte da aranha de ent. para os carinhos			0:00:15		M		0:00:15	0:13:51	0:14:06	0:00:15
	65.15	Transporte da nova aranha de ent. para a prensa			0:00:09		M		0:00:09	0:14:12	0:14:21	0:00:09
	65.16	Espera para colocação da nova aranha de ent.				0:00:00	-		0:00:00	0:14:21	0:14:21	0:00:00
	65.17	Colocação da nova aranha de entrada	0:00:07				M		0:00:07	0:14:21	0:14:28	0:00:07
	65.18	Remoção da aranha de saída	0:00:06				M		0:00:06	0:13:20	0:13:26	0:00:06
	65.19	Transporte da aranha de sai. para os carinhos			0:00:19		M		0:00:19	0:13:26	0:13:45	0:00:19
	65.20	Transporte da nova aranha de sai. para a prensa			0:00:09		M		0:00:09	0:13:51	0:14:00	0:00:09
	65.21	Espera para colocação da nova aranha de sai.				0:00:00	-		0:00:00	0:14:00	0:14:00	0:00:00
	65.22	Colocação da nova aranha de saída	0:00:07				M		0:00:07	0:14:00	0:14:07	0:00:07
	65.23	Fechar porta	0:00:12				M		0:00:12	0:14:31	0:14:43	0:00:12
	65.24	Mandar automações para posição de produção	0:00:58				M		0:00:58	0:21:07	0:22:05	0:00:58
	66	Troca de automação da Célula 3								0:14:28	0:16:22	0:01:54
	66.1	Abir porta	0:00:12				M		0:00:12	0:14:15	0:14:27	0:00:12
	66.2	Remoção do shuttle esq.	0:00:07				M		0:00:07	0:14:28	0:14:35	0:00:07
	66.3	Espera para remoção do shuttle dir.				0:00:07	-		0:00:07	0:14:28	0:14:35	0:00:07
	66.4	Transporte do shuttle esq. para os carinhos			0:00:16		M		0:00:16	0:14:35	0:14:51	0:00:16
	66.5	Transporte do novo shuttle dir. para a prensa			0:00:08		M		0:00:08	0:14:44	0:14:52	0:00:08
	66.6	Espera para colocação do novo shuttle dir.				0:00:00	-		0:00:00	0:14:52	0:14:52	0:00:00
	66.7	Remoção do shuttle dir.	0:00:13				M		0:00:13	0:14:35	0:14:48	0:00:13
	66.8	Colocação no novo shuttle dir.	0:00:21				M		0:00:21	0:14:52	0:15:13	0:00:21
	66.9	Transporte do shuttle dir. para os carinhos			0:00:15		M		0:00:15	0:14:48	0:15:03	0:00:15
	66.10	Transporte do novo shuttle esq. para a prensa			0:00:10		M		0:00:10	0:14:58	0:15:08	0:00:10
	66.11	Espera para colocação do novo shuttle esq.				0:00:05	-		0:00:05	0:15:08	0:15:13	0:00:05

Tabela III.7 – continuação

66.12	Colocação do novo shuttle eq.	0:00:22				M		0:00:22	0:15:13	0:15:35	0:00:22
66.13	Remoção da aranha de entrada	0:00:05				M		0:00:05	0:15:36	0:15:41	0:00:05
66.14	Transporte da aranha de ent. para os caminhos			0:00:15		M		0:00:15	0:15:41	0:15:56	0:00:15
66.15	Transporte da nova aranha de ent. para a prensa			0:00:09		M		0:00:09	0:16:01	0:16:10	0:00:09
66.16	Espera para colocação da nova aranha de ent.				0:00:00	-		0:00:00	0:16:10	0:16:10	0:00:00
66.17	Colocação da nova aranha de entrada	0:00:12				M		0:00:12	0:16:10	0:16:22	0:00:12
66.18	Remoção da aranha de saída	0:00:05				M		0:00:05	0:15:13	0:15:18	0:00:05
66.19	Transporte da aranha de sai. para os caminhos			0:00:15		M		0:00:15	0:15:18	0:15:33	0:00:15
66.20	Transporte da nova aranha de sai. para a prensa			0:00:13		M		0:00:13	0:15:38	0:15:51	0:00:13
66.21	Espera para colocação da nova aranha de sai.				0:00:00	-		0:00:00	0:15:51	0:15:51	0:00:00
66.22	Colocação da nova aranha de saída	0:00:13				M		0:00:13	0:15:51	0:16:04	0:00:13
66.23	Fechar porta	0:00:12				M		0:00:12	0:16:25	0:16:37	0:00:12
66.24	Mandar automações para posição de produção	0:01:42				M		0:01:42	0:21:23	0:23:05	0:01:42
67	Troca de automação da Célula 2								0:16:40	0:19:06	0:02:26
67.1	Abir porta	0:00:12				M		0:00:12	0:16:23	0:16:35	0:00:12
67.2	Remoção do shuttle eq.	0:00:04				M		0:00:04	0:16:40	0:16:44	0:00:04
67.3	Espera para remoção do shuttle dir.				0:00:00	-		0:00:00	0:16:44	0:16:44	0:00:00
67.4	Transporte do shuttle eq. para os caminhos			0:00:07		M		0:00:07	0:16:44	0:16:51	0:00:07
67.5	Transporte do novo shuttle dir. para a prensa			0:00:19		M		0:00:19	0:16:48	0:17:07	0:00:19
67.6	Espera para colocação do novo shuttle dir.				0:00:00	-		0:00:00	0:17:07	0:17:07	0:00:00
67.7	Remoção do shuttle dir.	0:00:09				M		0:00:09	0:16:44	0:16:53	0:00:09
67.8	Colocação no novo shuttle dir.	0:00:12				M		0:00:12	0:17:07	0:17:19	0:00:12
67.9	Transporte do shuttle dir. para os caminhos			0:00:09		M		0:00:09	0:16:53	0:17:02	0:00:09
67.10	Transporte do novo shuttle eq. para a prensa			0:00:20		M		0:00:20	0:16:51	0:17:11	0:00:20
67.11	Espera para colocação do novo shuttle eq.				0:00:08	-		0:00:08	0:17:11	0:17:19	0:00:08
67.12	Colocação do novo shuttle eq.	0:00:49				M		0:00:49	0:17:19	0:18:08	0:00:49
67.13	Remoção da aranha de entrada	0:00:05				M		0:00:05	0:17:20	0:17:25	0:00:05
67.14	Transporte da aranha de ent. para os caminhos			0:00:11		M		0:00:11	0:17:25	0:17:36	0:00:11
67.15	Transporte da nova aranha de ent. para a prensa			0:00:15		M		0:00:15	0:18:41	0:18:56	0:00:15
67.16	Espera para colocação da nova aranha de ent.				0:00:00	-		0:00:00	0:18:56	0:18:56	0:00:00
67.17	Colocação da nova aranha de entrada	0:00:10				M		0:00:10	0:18:56	0:19:06	0:00:10
67.18	Remoção da aranha de saída	0:00:06				M		0:00:06	0:18:10	0:18:16	0:00:06
67.19	Transporte da aranha de sai. para os caminhos			0:00:12		M		0:00:12	0:18:16	0:18:28	0:00:12
67.20	Transporte da nova aranha de sai. para a prensa			0:00:13		M		0:00:13	0:17:43	0:17:56	0:00:13
67.21	Espera para colocação da nova aranha de sai.				0:00:20	-		0:00:20	0:17:56	0:18:16	0:00:20
67.22	Colocação da nova aranha de saída	0:00:12				M		0:00:12	0:18:16	0:18:28	0:00:12
67.23	Fechar porta	0:00:12				M		0:00:12	0:19:09	0:19:21	0:00:12
67.24	Mandar automações para posição de produção	0:02:32				M		0:02:32	0:22:03	0:24:35	0:02:32
68	Troca de automação da Célula 1								0:19:07	0:21:08	0:02:01
68.1	Abir porta	0:00:12				M		0:00:12	0:18:55	0:19:07	0:00:12
68.2	Remoção do shuttle eq.	0:00:07				M		0:00:07	0:19:07	0:19:14	0:00:07
68.3	Espera para remoção do shuttle dir.				0:00:07	-		0:00:07	0:19:07	0:19:14	0:00:07
68.4	Transporte do shuttle eq. para os caminhos			0:00:13		M		0:00:13	0:19:14	0:19:27	0:00:13
68.5	Transporte do novo shuttle dir. para a prensa			0:00:17		M		0:00:17	0:19:33	0:19:50	0:00:17
68.6	Espera para colocação do novo shuttle dir.				0:00:00	-		0:00:00	0:19:50	0:19:50	0:00:00
68.7	Remoção do shuttle dir.	0:00:09				M		0:00:09	0:19:14	0:19:23	0:00:09
68.8	Colocação no novo shuttle dir.	0:00:21				M		0:00:21	0:19:50	0:20:11	0:00:21
68.9	Transporte do shuttle dir. para os caminhos			0:00:18		M		0:00:18	0:19:23	0:19:41	0:00:18
68.10	Transporte do novo shuttle eq. para a prensa			0:00:18		M		0:00:18	0:19:33	0:19:51	0:00:18
68.11	Espera para colocação do novo shuttle eq.				0:00:20	-		0:00:20	0:19:51	0:20:11	0:00:20
68.12	Colocação do novo shuttle eq.	0:00:10				M		0:00:10	0:20:11	0:20:21	0:00:10
68.13	Remoção da aranha de entrada	0:00:08				M		0:00:08	0:20:08	0:20:16	0:00:08
68.14	Transporte da aranha de ent. para os caminhos			0:00:12		M		0:00:12	0:20:16	0:20:28	0:00:12

Tabela III.7 – continuação

68.15	Transporte da nova aranha de ent. para a prensa			0:00:15		M		0:00:15	0:20:44	0:20:59	0:00:15
68.16	Espera para colocação da nova aranha de ent.				0:00:00	-		0:00:00	0:20:59	0:20:59	0:00:00
68.17	Colocação da nova aranha de entrada	0:00:09				M		0:00:09	0:20:59	0:21:08	0:00:09
68.18	Remoção da aranha de saída	0:00:10				M		0:00:10	0:20:13	0:20:23	0:00:10
68.19	Transporte da aranha de sai. para os carrinhos			0:00:41		M		0:00:41	0:20:23	0:21:04	0:00:41
68.20	Transporte da nova aranha de sai. para a prensa			0:00:17		M		0:00:17	0:20:33	0:20:50	0:00:17
68.21	Espera para colocação da nova aranha de sai.				0:00:00	-		0:00:00	0:20:50	0:20:50	0:00:00
68.22	Colocação da nova aranha de saída	0:00:08				M		0:00:08	0:20:50	0:20:58	0:00:08
68.23	Fechar porta	0:00:12				M		0:00:12	0:21:11	0:21:23	0:00:12
68.24	Mandar automações para posição de produção	0:03:24				M		0:03:24	0:22:30	0:25:54	0:03:24
69	Troca de automação PI								0:11:41	0:12:58	0:01:17
69.1	Espera para remover aranha				0:00:19	-		0:00:19	0:11:41	0:12:00	0:00:19
69.2	Remoção da aranha	0:00:12				M		0:00:12	0:12:00	0:12:12	0:00:12
69.3	Transporte da aranha para os carrinhos			0:00:22		M		0:00:22	0:12:12	0:12:34	0:00:22
69.4	Transporte da nova aranha para a prensa			0:00:18		M		0:00:18	0:12:34	0:12:52	0:00:18
69.5	Colocação da nova aranha	0:00:06				M		0:00:06	0:12:52	0:12:58	0:00:06
69.6	Mandar para posição de produção	0:00:20				M		0:00:20	0:13:15	0:13:35	0:00:20
70	Arranque de nova produção		0:03:36					0:03:36	0:25:54	0:29:30	0:03:36
TOTAL		2:00:24	0:03:36	0:36:57	0:00:00	0:27:14					

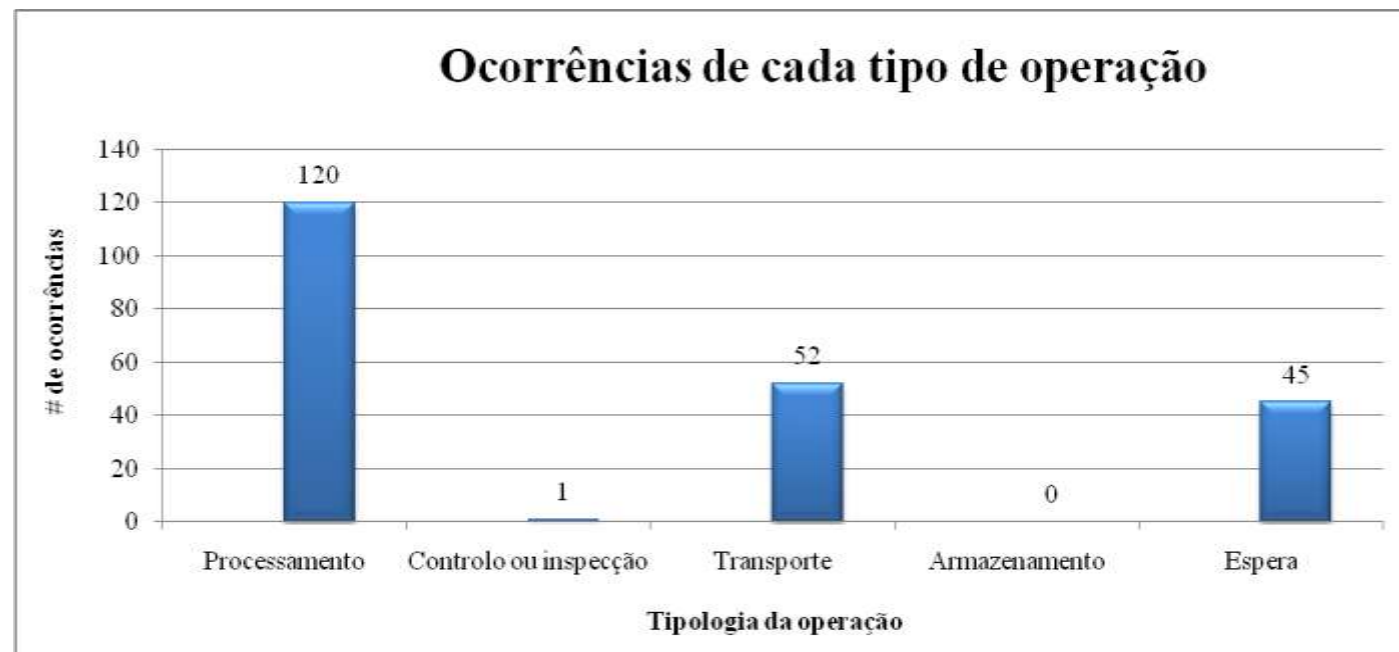


Figura III.19 – Ocorrências de cada tipo de operações na troca # 7

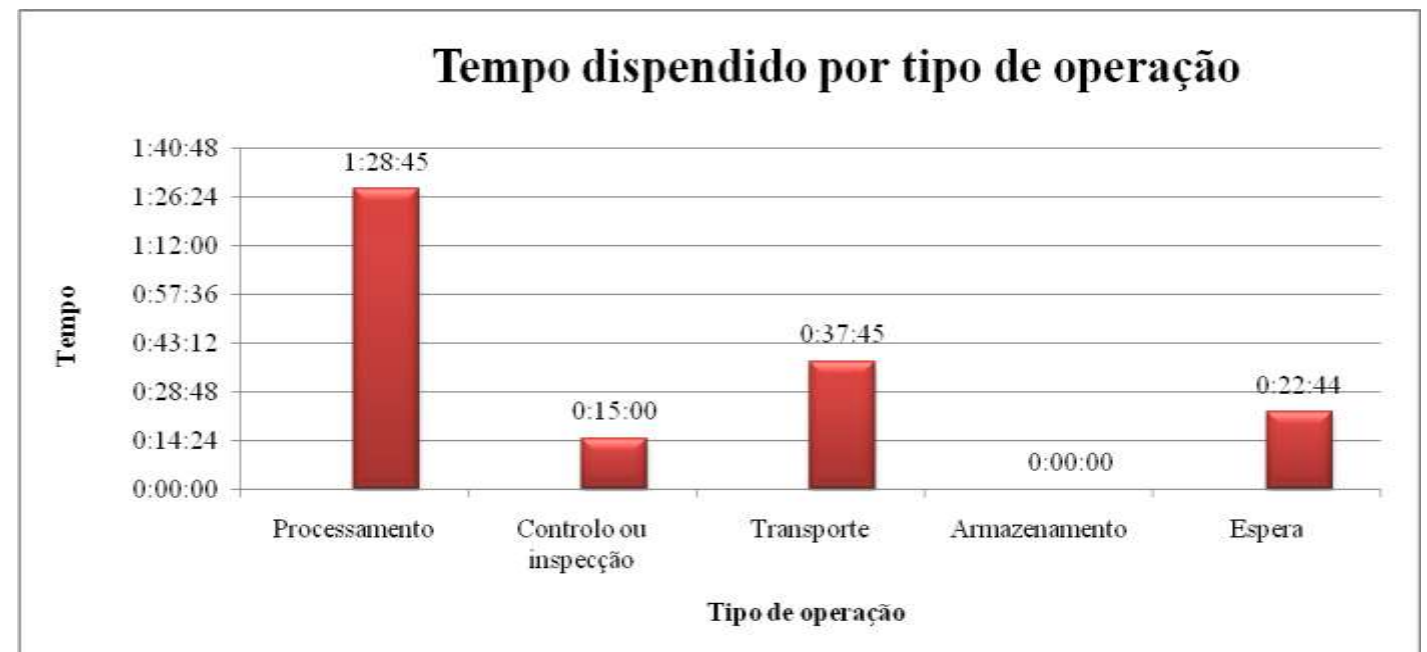


Figura III.20 – Tempo dispendido por tipo de operação na troca # 7

MULTIPLE ACTIVITY CHART TROCA #7

III.8 Tempo médio de troca

Tabela III.8 – Registo da informação recolhida relativa à troca média

DIAGRAMA DE ANÁLISE DE OPERAÇÕES DE SETUP NA TAI									
			# de ocorrências	Tempo (minutos)	Rotina:		Actual	x	
							Proposta		
Símbolos	●	Processamento	120	1:47:31	Área:		Prensas		
	■	Controlo ou inspecção	1	0:00:00	Turno:				
	←	Transporte	32	0:32:04	Equipa:				
	▼	Armazenamento	0	0:00:00	Responsável:		Andreia Simões		
●	Espera	45	0:25:04	Data:					

Operações exte	#	Descrição da operação	●	■	←	▼	●	Natureza	Observações	TOTAL
	1	Preparar carros de automação	0:00:00					M		0:00:00
	2	Selecionar prensas para troca	0:00:00					M		0:00:00
	3	Preparar mesas (se necessário)	0:00:00					M		0:00:00
	4	Preparar alimentador	0:00:00					M		0:00:00
	5	Abrir grades de protecção	0:00:00					M		0:00:00
	6	Preparar racks para produção seguinte	0:00:00					M		0:00:00
	7	Colocar comutador em reconstrução (alimentador)	0:00:07					M		0:00:07
	8	Colocar P1 em troca	0:00:08					M		0:00:08
	9	1º START P1	0:02:27					A		0:02:27
	10	Colocar P2 em troca	0:00:08					M		0:00:08
	11	1º START P2	0:03:04					A		0:03:04
	12	Colocar P3 em troca	0:00:10					M		0:00:10
	13	1º START P3	0:03:02					A		0:03:02
	14	Colocar P4 em troca	0:00:10					M		0:00:10
	15	1º START P4	0:01:53					A		0:01:53
	16	Colocar P5 em troca	0:00:13					M		0:00:13
	17	1º START P5	0:02:13					A		0:02:13
	18	Colocar P6 em troca	0:00:12					M		0:00:12
	19	1º START P6	0:03:17					A		0:03:17
	20	Troca de lavadora/lubrificadora	0:03:05					M		0:03:05
	21	Colocar comutador dos 45º em reconstrução	0:00:06					M		0:00:06
	22	Colocar novo número de programa	0:00:07					M		0:00:07
	23	Espera por OP para proceder à troca das mesas					0:02:35	-		0:02:35
	24	Saída da mesa	0:00:56					M		0:00:56
	25	Fechar porta	0:00:08					M		0:00:08
	26	Espera para entrada da mesa					0:04:24	-		0:04:24
	27	Entrada de mesa e fechar portas	0:01:26					M		0:01:26
	28	Espera por OP para dar o arranque ao 2º START					0:00:44	-		0:00:44
	29	Arr. 2º START+C.Manual+ Verificar # de prog. P1	0:00:14					M		0:00:14
	30	Fechar grades de segurança	0:00:07					M		0:00:07
	31	2º START P1	0:01:28					A		0:01:28
	32	Espera por OP para proceder à troca das mesas					0:02:20	-		0:02:20
	33	Troca de mesas e fechar portas P2	0:04:17					M		0:04:17
	34	Espera por OP para dar o arranque ao 2º START					0:01:07	-		0:01:07
	35	Arr. 2º START+C.Manual+ Verificar # de prog. P2	0:00:14					M		0:00:14
	36	Fechar grades de segurança	0:00:07					M		0:00:07
	37	2º START P2	0:03:10					A		0:03:10
	38	Espera por OP para proceder à troca das mesas					0:01:31	-		0:01:31
	39	Troca de mesas e fechar portas P3	0:04:06					M		0:04:06
	40	Espera por OP para dar o arranque ao 2º START					0:00:59	-		0:00:59
	41	Arr. 2º START+C.Manual+ Verificar # de prog. P3	0:00:30					M		0:00:30
	42	Fechar grades de segurança	0:00:07					M		0:00:07
	43	2º START P3	0:03:02					A		0:03:02
44	Espera por OP para proceder à troca das mesas					0:02:27	-		0:02:27	

GLOBAL	
Colocar em troca	0:00:09
1º START	0:02:39
Esperas	0:01:38
Troca de mesas	0:03:20
2º START	0:03:03
	0:10:49

Tabela III.8 – continuação

45	Troca de mesas e fechar portas P4	0:03:23				M		0:03:23
46	Espera por OP para dar o arranque ao 2º START				0:00:27	-		0:00:27
47	Arr. 2º START+C.Manual+Verificar # de prog. P4	0:00:15				M		0:00:15
48	Fechar grades de segurança	0:00:07				M		0:00:07
49	2º START P4	0:03:10				A		0:03:10
50	Espera por OP para proceder à troca das mesas				0:01:46	-		0:01:46
51	Troca de mesas e fechar portas P5	0:03:14				M		0:03:14
52	Espera por OP para dar o arranque ao 2º START				0:00:15	-		0:00:15
53	Arr. 2º START+C.Manual+Verificar # de prog. P5	0:00:26				M		0:00:26
54	Fechar grades de segurança	0:00:07				M		0:00:07
55	2º START P5	0:04:20				A		0:04:20
56	Espera por OP para proceder à troca das mesas				0:01:09	-		0:01:09
57	Troca de mesas e fechar portas P6	0:02:35				M		0:02:35
58	Espera por OP para dar o arranque ao 2º START				0:01:30	-		0:01:30
59	Arr. 2º START+C.Manual+Verificar # de prog. P6	0:00:17				M		0:00:17
60	Fechar grades de segurança	0:00:07				M		0:00:07
61	2º START P6	0:03:08				A		0:03:08
62	Troca de datador	0:01:33				M		0:01:33
63	Troca de automação do 45º Esq./Dir.							
	1. Abrir porta	0:00:07				M		0:00:07
	2. Remoção do shuttle esq.	0:00:09				M		0:00:09
	3. Transporte do shuttle esq. para os caminhos			0:00:14		M		0:00:14
	4. Transporte do novo shuttle esq. para a prensa			0:00:14		M		0:00:14
	5. Colocação do novo shuttle esq.	0:00:30				M		0:00:30
	6. Remoção do shuttle dir.	0:00:24				M		0:00:24
	7. Transporte do shuttle dir. para os caminhos			0:00:15		M		0:00:15
	8. Transporte do novo shuttle dir. para a prensa			0:00:00		M		0:00:00
	9. Colocação no novo shuttle dir.	0:00:17				M		0:00:17
	10. Espera para remoção da aranha de entrada				0:00:00	-		0:00:00
	11. Remoção da aranha de entrada	0:06:17				M		0:06:17
	12. Transporte da aranha de ent. para os caminhos			0:06:26		M		0:06:26
	13. Transporte da nova aranha de ent. para a prensa			0:00:15		M		0:00:15
	14. Espera para colocação da nova aranha de ent.				0:00:02	-		0:00:02
	15. Colocação da nova aranha de entrada	0:00:15				M		0:00:15
	16. Espera para remoção da aranha de saída esq.				0:00:00	-		0:00:00
	17. Remoção da aranha de saída esq.	0:06:31				M		0:06:31
	18. Transporte da aranha de sai. esq. para os caminhos			0:06:40		M		0:06:40
	19. Transporte da nova aranha de sai. esq. para a prensa			0:00:13		M		0:00:13
	20. Espera para colocação da nova aranha de sai. esq.				0:00:00	-		0:00:00
	21. Colocação da nova aranha de saída esq.	0:00:22				M		0:00:22
	22. Espera para remoção da aranha de saída dir.				0:00:00	-		0:00:00
	23. Remoção da aranha de saída dir.	0:06:23				M		0:06:23
	24. Transporte da aranha de sai. dir. para os caminhos			0:06:44		M		0:06:44
	25. Transporte da nova aranha de sai. dir. para a prensa			0:00:15		M		0:00:15
	26. Espera para colocação da nova aranha de sai. dir.				0:00:00	-		0:00:00
	27. Colocação da nova aranha de saída dir.	0:00:22				M		0:00:22
	28. Fechar porta	0:00:07				M		0:00:07
	29. Mandar automações para posição de produção	0:01:38				M		0:01:38
64	Troca de automação da Célula 5							
	1. Abrir porta	0:00:12				M		0:00:12
	2. Remoção do shuttle esq.	0:00:08				M		0:00:08
	3. Espera para remoção do shuttle dir.				0:00:10	-		0:00:10
	4. Transporte do shuttle esq. para os caminhos			0:00:15		M		0:00:15
	5. Transporte do novo shuttle dir. para a prensa			0:00:16		M		0:00:16
	6. Espera para colocação do novo shuttle dir.				0:00:03	-		0:00:03
	7. Remoção do shuttle dir.	0:00:13				M		0:00:13

CONFIRMAÇÃO

GLOBAL	
Colocar em troca	0:00:09
1º START	0:02:39
Esperas	0:01:38
Troca de mesas	0:03:10
2º START	0:03:03

P2 a P6	
Colocar em troca	0:00:11
-	
-	
Troca de mesas	0:03:31
Arr. 2º START+C.Manual+Verificar # de prog.	0:00:21

Tabela III.8 – continuação

Operações internas	8. Colocação no novo shuttle dir.	0:00:23				M		0:00:23
	9. Transporte do shuttle dir. para os carinhos			0:00:19		M		0:00:19
	10. Transporte do novo shuttle esq. para a prensa			0:00:13		M		0:00:13
	11. Espera para colocação do novo shuttle esq.				0:00:19	-		0:00:19
	12. Colocação do novo shuttle esq.	0:00:15				M		0:00:15
	13. Remoção da aranha de entrada	0:00:05				M		0:00:05
	14. Transporte da aranha de ent. para os carinhos			0:00:16		M		0:00:16
	15. Transporte da nova aranha de ent. para a prensa			0:00:15		M		0:00:15
	16. Espera para colocação da nova aranha de ent.				0:00:00	-		0:00:00
	17. Colocação da nova aranha de entrada	0:00:09				M		0:00:09
	18. Remoção da aranha de saída	0:00:09				M		0:00:09
	19. Transporte da aranha de sai. para os carinhos			0:00:17		M		0:00:17
	20. Transporte da nova aranha de sai. para a prensa			0:00:22		M		0:00:22
	21. Espera para colocação da nova aranha de sai.				0:00:00	-		0:00:00
	22. Colocação da nova aranha de saída	0:00:09				M		0:00:09
	23. Fechar porta	0:00:12				M		0:00:12
	24. Mandar automações para posição de produção	0:02:15				M		0:02:15
	65 Troca de automação da Célula 4							
	1. Abrir porta	0:00:12				M		0:00:12
	2. Remoção do shuttle esq.	0:00:06				M		0:00:06
	3. Espera para remoção do shuttle dir.				0:00:14	-		0:00:14
	4. Transporte do shuttle esq. para os carinhos			0:00:13		M		0:00:13
	5. Transporte do novo shuttle dir. para a prensa			0:00:12		M		0:00:12
	6. Espera para colocação do novo shuttle dir.				0:00:04	-		0:00:04
	7. Remoção do shuttle dir.	0:00:17				M		0:00:17
	8. Colocação no novo shuttle dir.	0:00:25				M		0:00:25
	9. Transporte do shuttle dir. para os carinhos			0:00:16		M		0:00:16
	10. Transporte do novo shuttle esq. para a prensa			0:00:13		M		0:00:13
	11. Espera para colocação do novo shuttle esq.				0:00:27	-		0:00:27
	12. Colocação do novo shuttle esq.	0:00:25				M		0:00:25
	13. Remoção da aranha de entrada	0:00:05				M		0:00:05
	14. Transporte da aranha de ent. para os carinhos			0:00:19		M		0:00:19
	15. Transporte da nova aranha de ent. para a prensa			0:00:19		M		0:00:19
	16. Espera para colocação da nova aranha de ent.				0:00:00	-		0:00:00
	17. Colocação da nova aranha de entrada	0:00:08				M		0:00:08
	18. Remoção da aranha de saída	0:00:07				M		0:00:07
	19. Transporte da aranha de sai. para os carinhos			0:00:24		M		0:00:24
	20. Transporte da nova aranha de sai. para a prensa			0:00:17		M		0:00:17
	21. Espera para colocação da nova aranha de sai.				0:00:00	-		0:00:00
	22. Colocação da nova aranha de saída	0:00:09				M		0:00:09
	23. Fechar porta	0:00:12				M		0:00:12
	24. Mandar automações para posição de produção	0:01:05				M		0:01:05
	66 Troca de automação da Célula 3							
	1. Abrir porta	0:00:12				M		0:00:12
	2. Remoção do shuttle esq.	0:00:06				M		0:00:06
	3. Espera para remoção do shuttle dir.				0:00:05	-		0:00:05
	4. Transporte do shuttle esq. para os carinhos			0:00:14		M		0:00:14
	5. Transporte do novo shuttle dir. para a prensa			0:00:10		M		0:00:10
	6. Espera para colocação do novo shuttle dir.				0:00:03	-		0:00:03
	7. Remoção do shuttle dir.	0:00:14				M		0:00:14
	8. Colocação no novo shuttle dir.	0:00:29				M		0:00:29
	9. Transporte do shuttle dir. para os carinhos			0:00:13		M		0:00:13
	10. Transporte do novo shuttle esq. para a prensa			0:00:12		M		0:00:12
	11. Espera para colocação do novo shuttle esq.				0:00:11	-		0:00:11

Tabela III.8 – continuação

	12. Colocação do novo shuttle esq.	0:00:20				M		0:00:20
	13. Remoção da aranha de entrada	0:00:06				M		0:00:06
	14. Transporte da aranha de ent. para os caminhos			0:00:21		M		0:00:21
	15. Transporte da nova aranha de ent. para a prensa			0:00:14		M		0:00:14
	16. Espera para colocação da nova aranha de ent.				0:00:00	-		0:00:00
	17. Colocação da nova aranha de entrada	0:00:08				M		0:00:08
	18. Remoção da aranha de saída	0:00:07				M		0:00:07
	19. Transporte da aranha de sai. para os caminhos			0:00:16		M		0:00:16
	20. Transporte da nova aranha de sai. para a prensa			0:00:14		M		0:00:14
	21. Espera para colocação da nova aranha de sai.				0:00:01	-		0:00:01
	22. Colocação da nova aranha de saída	0:00:09				M		0:00:09
	23. Fechar porta	0:00:12				M		0:00:12
	24. Mandar automações para posição de produção	0:01:52				M		0:01:52
67	Troca de automação da Célula 2							
	1. Abrir porta	0:00:12				M		0:00:12
	2. Remoção do shuttle esq.	0:00:06				M		0:00:06
	3. Espera para remoção do shuttle dir.				0:00:04	-		0:00:04
	4. Transporte do shuttle esq. para os caminhos			0:00:15		M		0:00:15
	5. Transporte do novo shuttle dir. para a prensa			0:00:13		M		0:00:13
	6. Espera para colocação do novo shuttle dir.				0:00:03	-		0:00:03
	7. Remoção do shuttle dir.	0:00:15				M		0:00:15
	8. Colocação no novo shuttle dir.	0:00:22				M		0:00:22
	9. Transporte do shuttle dir. para os caminhos			0:00:15		M		0:00:15
	10. Transporte do novo shuttle esq. para a prensa			0:00:13		M		0:00:13
	11. Espera para colocação do novo shuttle esq.				0:00:15	-		0:00:15
	12. Colocação do novo shuttle esq.	0:00:23				M		0:00:23
	13. Remoção da aranha de entrada	0:00:07				M		0:00:07
	14. Transporte da aranha de ent. para os caminhos			0:00:16		M		0:00:16
	15. Transporte da nova aranha de ent. para a prensa			0:00:12		M		0:00:12
	16. Espera para colocação da nova aranha de ent.				0:00:00	-		0:00:00
	17. Colocação da nova aranha de entrada	0:00:14				M		0:00:14
	18. Remoção da aranha de saída	0:00:06				M		0:00:06
	19. Transporte da aranha de sai. para os caminhos			0:00:14		M		0:00:14
	20. Transporte da nova aranha de sai. para a prensa			0:00:15		M		0:00:15
	21. Espera para colocação da nova aranha de sai.				0:00:03	-		0:00:03
	22. Colocação da nova aranha de saída	0:00:08				M		0:00:08
	23. Fechar porta	0:00:12				M		0:00:12
	24. Mandar automações para posição de produção	0:02:42				M		0:02:42
68	Troca de automação da Célula 1							
	1. Abrir porta	0:00:12				M		0:00:12
	2. Remoção do shuttle esq.	0:00:06				M		0:00:06
	3. Espera para remoção do shuttle dir.				0:00:04	-		0:00:04
	4. Transporte do shuttle esq. para os caminhos			0:00:12		M		0:00:12
	5. Transporte do novo shuttle dir. para a prensa			0:00:14		M		0:00:14
	6. Espera para colocação do novo shuttle dir.				0:00:01	-		0:00:01
	7. Remoção do shuttle dir.	0:00:12				M		0:00:12
	8. Colocação no novo shuttle dir.	0:00:18				M		0:00:18
	9. Transporte do shuttle dir. para os caminhos			0:00:14		M		0:00:14
	10. Transporte do novo shuttle esq. para a prensa			0:00:12		M		0:00:12
	11. Espera para colocação do novo shuttle esq.				0:00:24	-		0:00:24
	12. Colocação do novo shuttle esq.	0:00:16				M		0:00:16
	13. Remoção da aranha de entrada	0:00:06				M		0:00:06
	14. Transporte da aranha de ent. para os caminhos			0:00:16		M		0:00:16

Tabela III.8 – continuação

15.	Transporte da nova aranha de ent. para a prensa			0:00:14			M		0:00:14
16.	Espera para colocação da nova aranha de ent.					0:00:00	-		0:00:00
17.	Colocação da nova aranha de entrada	0:00:08					M		0:00:08
18.	Remoção da aranha de saída	0:00:07					M		0:00:07
19.	Transporte da aranha de sai. para os carinhos			0:00:22			M		0:00:22
20.	Transporte da nova aranha de sai. para a prensa			0:00:15			M		0:00:15
21.	Espera para colocação da nova aranha de sai.					0:00:04	-		0:00:04
22.	Colocação da nova aranha de saída	0:00:10					M		0:00:10
23.	Fechar porta	0:00:12					M		0:00:12
24.	Mandar automações para posição de produção	0:02:24					M		0:02:24
68	Troca de automação PI								
1.	Espera para remover aranha					0:01:14	-		0:01:14
2.	Remoção da aranha	0:00:22					M		0:00:22
3.	Transporte da aranha para os carinhos			0:00:18			M		0:00:18
4.	Transporte da nova aranha para a prensa			0:00:18			M		0:00:18
5.	Colocação da nova aranha	0:00:13					M		0:00:13
6.	Mandar para posição de produção	0:00:25					M		0:00:25
69	Arranque de nova produção		0:00:00						0:06:47
TOTAL		1:47:31	0:00:00	0:32:04	0:00:00	0:25:04			



Figura III.22 – Ocorrências de cada tipo de operações na troca média

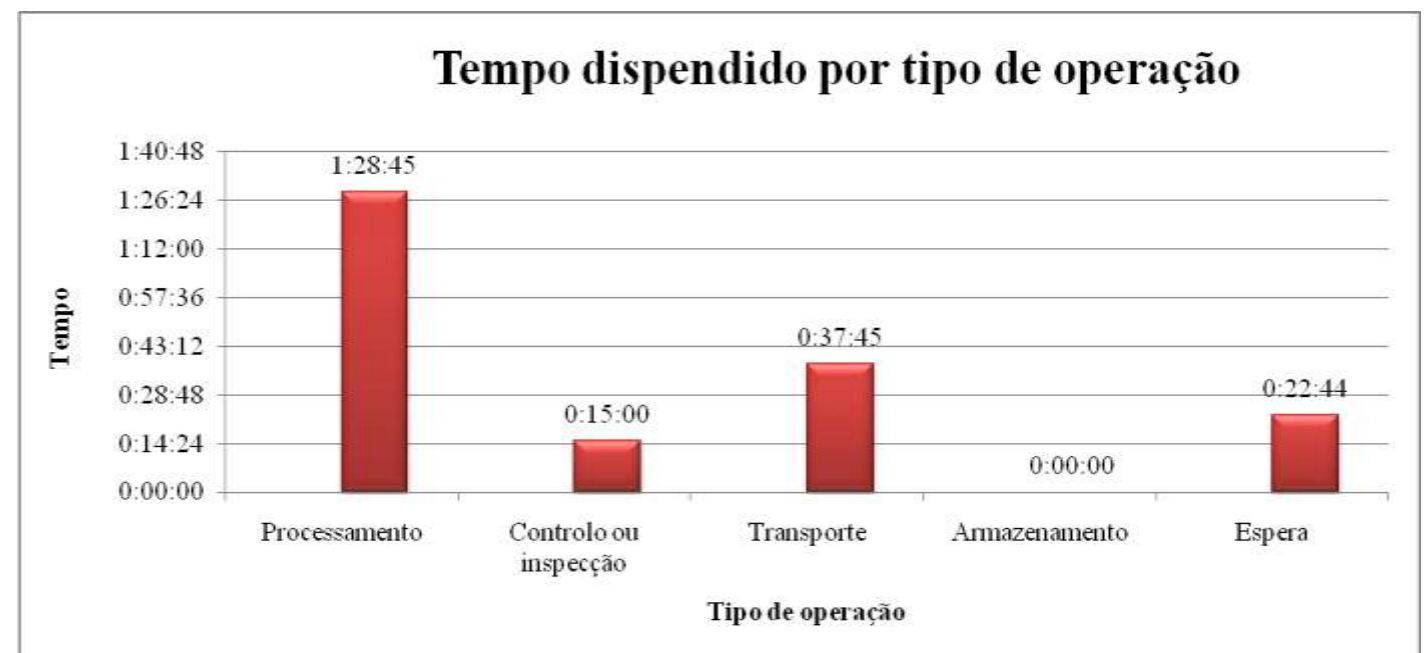


Figura III.23 – Tempo dispendido por tipo de operação na troca média

	Célula 5	Célula 4	Célula 3	Célula 2	Célula 1	Média	
1. Abrir porta	0:00:12	0:00:12	0:00:12	0:00:12	0:00:12	0:00:12	
2. Remoção do shuttle esq.	0:00:08	0:00:06	0:00:06	0:00:06	0:00:06	0:00:06	
3. Espera para remoção do shuttle dir.	0:00:10	0:00:14	0:00:05	0:00:04	0:00:04	0:00:07	
4. Transporte do shuttle esq. para os carinhos	0:00:15	0:00:13	0:00:14	0:00:15	0:00:12	0:00:14	
5. Transporte do novo shuttle dir. para a prensa	0:00:16	0:00:12	0:00:10	0:00:13	0:00:14	0:00:13	
6. Espera para colocação do novo shuttle dir.	0:00:03	0:00:04	0:00:03	0:00:03	0:00:01	0:00:03	
7. Remoção do shuttle dir.	0:00:13	0:00:17	0:00:14	0:00:15	0:00:12	0:00:14	
8. Colocação no novo shuttle dir.	0:00:23	0:00:25	0:00:29	0:00:22	0:00:18	0:00:23	
9. Transporte do shuttle dir. para os carinhos	0:00:19	0:00:16	0:00:13	0:00:15	0:00:14	0:00:15	
10. Transporte do novo shuttle esq. para a prensa	0:00:13	0:00:13	0:00:12	0:00:13	0:00:12	0:00:13	
11. Espera para colocação do novo shuttle esq.	0:00:19	0:00:27	0:00:11	0:00:15	0:00:24	0:00:19	
12. Colocação do novo shuttle esq.	0:00:15	0:00:25	0:00:20	0:00:23	0:00:16	0:00:20	0:02:28
13. Remoção da aranha de entrada	0:00:05	0:00:05	0:00:06	0:00:07	0:00:06	0:00:06	
14. Transporte da aranha de ent. para os carinhos	0:00:16	0:00:19	0:00:21	0:00:16	0:00:16	0:00:18	
15. Transporte da nova aranha de ent. para a prensa	0:00:15	0:00:19	0:00:14	0:00:12	0:00:14	0:00:15	
16. Espera para colocação da nova aranha de ent.	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	
17. Colocação da nova aranha de entrada	0:00:09	0:00:08	0:00:08	0:00:14	0:00:08	0:00:09	0:00:47
18. Remoção da aranha de saída	0:00:09	0:00:07	0:00:07	0:00:06	0:00:07	0:00:07	
19. Transporte da aranha de sai. para os carinhos	0:00:17	0:00:24	0:00:16	0:00:14	0:00:22	0:00:18	
20. Transporte da nova aranha de sai. para a prensa	0:00:22	0:00:17	0:00:14	0:00:15	0:00:15	0:00:16	
21. Espera para colocação da nova aranha de sai.	0:00:00	0:00:00	0:00:01	0:00:03	0:00:04	0:00:02	
22. Colocação da nova aranha de saída	0:00:09	0:00:09	0:00:09	0:00:08	0:00:10	0:00:09	0:00:53
23. Fechar porta	0:00:12	0:00:12	0:00:12	0:00:12	0:00:12	0:00:12	
24. Mandar automações para posição de produção	0:02:15	0:01:05	0:01:52	0:02:42	0:02:24	0:02:04	
						0:04:08	
Duração média da troca de automações	0:02:45	0:02:31	0:02:24	0:02:14	0:02:24	0:02:28	
Duração média total da troca de automações	0:12:18						
Duração média da troca de mesas	0:19:12	66,14					
	0:29:01						
Duração média da troca de automações	0:02:07						

Figura III.24 – Durações médias

	Duração
Troca #1	0:26:21
Troca #2	0:30:21
Troca #3	0:31:24
Troca #4	0:28:09
Troca #5	0:29:30
Troca #6	0:28:21
Troca #7	0:29:18
Média	0:29:01
Desvio padrão	0,00
s	0,05
z	1,960
N	5,84

Figura III.25 – Número de observações necessário

ANEXO IV

Documentação necessária à realização da troca de
ferramenta



**DOCUMENTAÇÃO
NECESSÁRIA À REALIZAÇÃO
TROCA DE FERRAMENTA
NA TANDEM LINE**





CHECKLIST DE OPERAÇÕES EXTERNAS

As operações listadas na tabela seguinte são aquelas que devem ser efectuadas antes da troca ter início e com a máquina ainda a produzir.

#	Descrição	Aut.	Manual	Check
1	Preparar carros de automação		☒ *	
2	Seleccionar prensas para troca		☒	
3	Preparar mesas (se necessário)		☒	
4	Preparar alimentador		☒	
5	Abrir grades de protecção		☒	
6	Preparar racks para produção seguinte		☒	
7	Colocar comutador em reconstrução (alimentador)		☒	
8	Colocar P1 em troca		☒	
9	Colocar P2 em troca		☒	
10	Colocar P3 em troca		☒	
11	Colocar P4 em troca		☒	
12	Colocar P5 em troca		☒	

* ☒ Opção aplicável

PREENCHIMENTO:

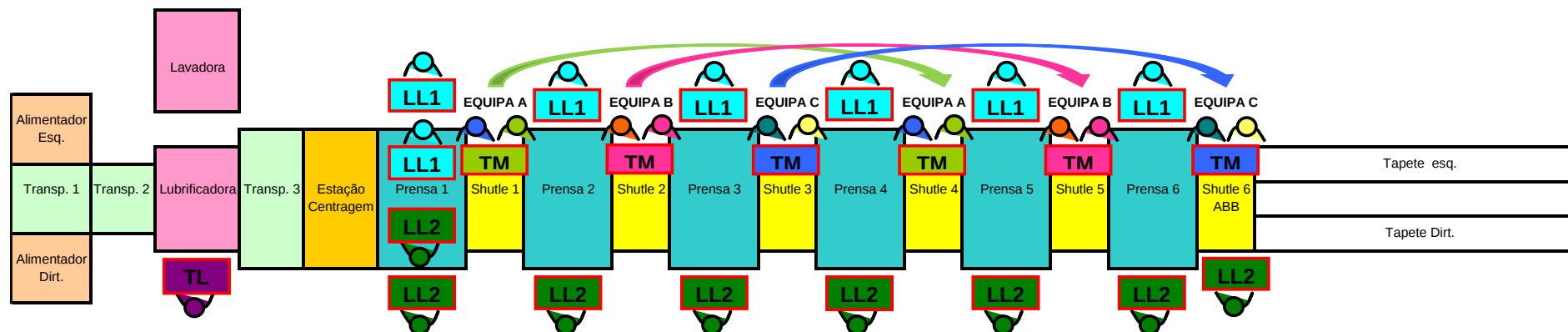
Na coluna *check* da tabela anterior assinale, na respectiva linha, as operações que for realizando.

OBJECTIVO:

Este documento é uma forma de evitar o esquecimento de realização de alguma das operações externas durante o período anterior à troca de ferramenta.



Lay out durante a troca de ferramenta – CONFIGURAÇÃO I



LINE LEADER 1 – operações de troca do lado esquerdo da linha e auxilia a troca da automação do robot de fim de linha

LINE LEADER 2 – operações de troca do lado direito da linha

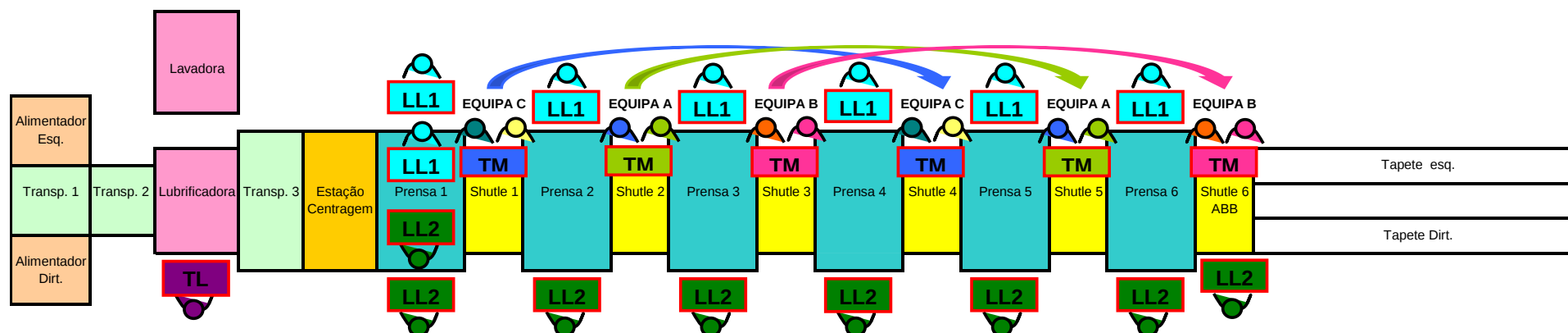
TEAM LEADER – troca da lavadora/lubrificadora (quando existe)

EQUIPA A	EQUIPA B	EQUIPA C
Minhoz	Jorge Baptista	Carlos Pereira
Fernando	Pedro Duarte	Jorge Dias

PRODUÇÃO ACTUAL	PRODUÇÃO SEGUINTE	DATA	HORA	TURNO



Lay out durante a troca de ferramenta – CONFIGURAÇÃO II



LINE LEADER 1 – operações de troca do lado esquerdo da linha e auxilia a troca da automação do robot de fim de linha

LINE LEADER 2 – operações de troca do lado direito da linha

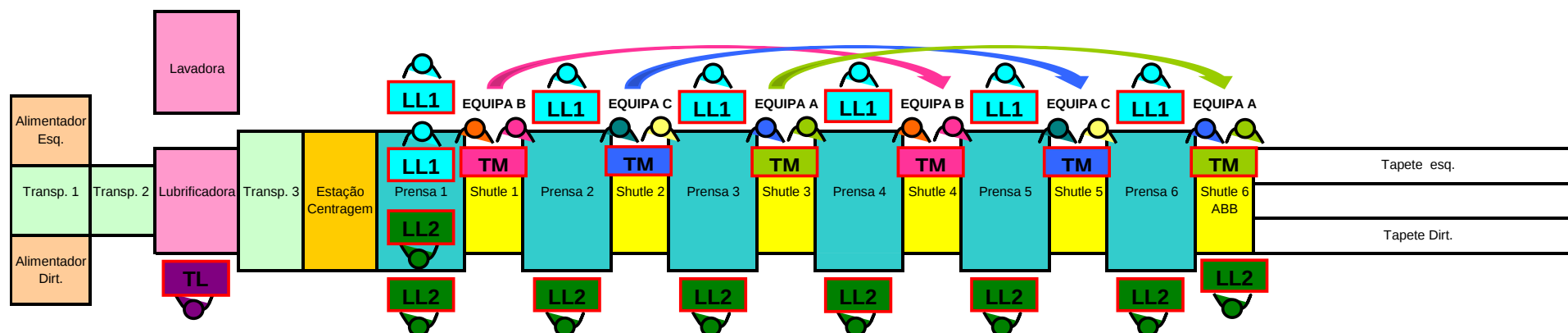
TEAM LEADER – troca da lavadora/lubrificadora (quando existe)

EQUIPA A	EQUIPA B	EQUIPA C
Minhoz	Jorge Baptista	Carlos Pereira
Fernando	Pedro Duarte	Jorge Dias

PRODUÇÃO ACTUAL	PRODUÇÃO SEGUINTE	DATA	HORA	TURNO



Lay out durante a troca de ferramenta – CONFIGURAÇÃO III



LINE LEADER 1 – operações de troca do lado esquerdo da linha e auxilia a troca da automação do robot de fim de linha

LINE LEADER 2 – operações de troca do lado direito da linha

TEAM LEADER – troca da lavadora/lubrificadora (quando existe)

EQUIPA A	EQUIPA B	EQUIPA C
Minhoz	Jorge Baptista	Carlos Pereira
Fernando	Pedro Duarte	Jorge Dias

PRODUÇÃO ACTUAL	PRODUÇÃO SEGUINTE	DATA	HORA	TURNNO

ANEXO V

Estudos de impacto e análises de viabilidade
económica

V.1 Instalação de robôs nas células de automação

Tabela V.1 – Operações de troca internas para procedimento de troca automática de automações

			Segundos			Minutos			Operador
	Start Time	Duration	Start time	Duration	End time	Start time	Duration	End time	
1º START P1	0:00:00	0:02:27	0,00	147,00	147,00	0,00	2,45	2,45	AUT.
1º START P2	0:00:00	0:03:04	0,00	184,00	184,00	0,00	3,07	3,07	AUT.
1º START P3	0:00:00	0:03:02	0,00	182,00	182,00	0,00	3,03	3,03	AUT.
1º START P4	0:00:00	0:01:53	0,00	113,00	113,00	0,00	1,88	1,88	AUT.
1º START P5	0:00:00	0:02:13	0,00	133,00	133,00	0,00	2,22	2,22	AUT.
Colocar P6 em troca	0:00:00	0:00:12	0,00	12,00	12,00	0,00	0,20	0,20	LL2/LL1*
1º START P6	0:00:12	0:03:17	12,00	197,00	209,00	0,20	3,28	3,48	AUT.
Troca de lavadora/lubrificadora	0:00:00	0:03:05	0,00	185,00	185,00	0,00	3,08	3,08	TL
Colocar novo número de programa	0:03:29	0:00:07	209,00	7,00	216,00	3,48	0,12	3,60	LL1/LL2*
Espera por OP para proceder à troca das mesas	0:02:27	0:01:09	147,00	69,00	216,00	2,45	1,15	3,60	LL1/LL2*
Saída da mesa	0:03:36	0:00:56	216,00	56,00	272,00	3,60	0,93	4,53	LL1/LL2*
Fechar porta	0:04:32	0:00:08	272,00	8,00	280,00	4,53	0,13	4,67	LL1/LL2*
Espera para entrada da mesa	0:04:40	0:02:37	280,00	157,00	437,00	4,67	2,62	7,28	LL1/LL2*
Entrada de mesa e fechar portas	0:07:17	0:01:26	437,00	86,00	523,00	7,28	1,43	8,72	LL1/LL2*
Espera por OP para dar o arranque ao 2º START	0:08:43	0:00:00	523,00	0,00	523,00	8,72	0,00	8,72	LL1/LL2*
Arr. 2º START e C.Manual e Verificar # de prog. P1	0:08:43	0:00:14	523,00	14,00	537,00	8,72	0,23	8,95	LL1/LL2*
Fechar grades de segurança	0:08:43	0:00:07	523,00	7,00	530,00	8,72	0,12	8,83	LL1/LL2*
2º START P1	0:08:57	0:01:28	537,00	88,00	625,00	8,95	1,47	10,42	AUT.
Espera por OP para proceder à troca das mesas	0:03:04	0:03:54	184,00	234,00	418,00	3,07	3,90	6,97	LL2/LL1*
Troca de mesas e fechar portas P2	0:06:58	0:04:17	418,00	257,00	675,00	6,97	4,28	11,25	LL2/LL1*
Espera por OP para dar o arranque ao 2º START	0:11:15	0:00:00	675,00	0,00	675,00	11,25	0,00	11,25	LL2/LL1*
Arr. 2º START e C.Manual e Verificar # de prog. P2	0:11:15	0:00:14	675,00	14,00	689,00	11,25	0,23	11,48	LL2/LL1*

Tabela V.1 – continuação

Fechar grades de segurança	0:11:15	0:00:07	675,00	7,00	682,00	11,25	0,12	11,37	LL2/LL1*
2º START P2	0:11:29	0:03:10	689,00	190,00	879,00	11,48	3,17	14,65	AUT.
Espera por OP para proceder à troca das mesas	0:03:02	0:06:00	182,00	360,00	542,00	3,03	6,00	9,03	LL1/LL2*
Troca de mesas e fechar portas P3	0:09:02	0:04:06	542,00	246,00	788,00	9,03	4,10	13,13	LL1/LL2*
Espera por OP para dar o arranque ao 2º START	0:13:08	0:00:00	788,00	0,00	788,00	13,13	0,00	13,13	LL1/LL2*
Arr. 2º START e C.Manual e Verificar # de prog. P3	0:13:08	0:00:30	788,00	30,00	818,00	13,13	0,50	13,63	LL1/LL2*
Fechar grades de segurança	0:13:08	0:00:07	788,00	7,00	795,00	13,13	0,12	13,25	LL1/LL2*
2º START P3	0:13:15	0:03:02	795,00	182,00	977,00	13,25	3,03	16,28	AUT.
Espera por OP para proceder à troca das mesas	0:01:53	0:00:00	113,00	0,00	113,00	1,88	0,00	1,88	LL2/LL1*
Troca de mesas e fechar portas P4	0:01:53	0:03:23	113,00	203,00	316,00	1,88	3,38	5,27	LL2/LL1*
Espera por OP para dar o arranque ao 2º START	0:05:16	0:00:00	316,00	0,00	316,00	5,27	0,00	5,27	LL2/LL1*
Arr. 2º START e C.Manual e Verificar # de prog. P4	0:05:16	0:00:15	316,00	15,00	331,00	5,27	0,25	5,52	LL2/LL1*
Fechar grades de segurança	0:05:16	0:00:07	316,00	7,00	323,00	5,27	0,12	5,38	LL2/LL1*
2º START P4	0:05:23	0:03:10	323,00	190,00	513,00	5,38	3,17	8,55	AUT.
Espera por OP para proceder à troca das mesas	0:02:13	0:09:27	133,00	567,00	700,00	2,22	9,45	11,67	LL2/LL1*
Troca de mesas e fechar portas P5	0:11:40	0:03:14	700,00	194,00	894,00	11,67	3,23	14,90	LL2/LL1*
Espera por OP para dar o arranque ao 2º START	0:14:54	0:00:00	894,00	0,00	894,00	14,90	0,00	14,90	LL2/LL1*
Arr. 2º START e C.Manual e Verificar # de prog. P5	0:14:54	0:00:26	894,00	26,00	920,00	14,90	0,43	15,33	LL2/LL1*
Fechar grades de segurança	0:14:54	0:00:07	894,00	7,00	901,00	14,90	0,12	15,02	LL2/LL1*
2º START P5	0:15:20	0:04:20	920,00	260,00	1180,00	15,33	4,33	19,67	AUT.
Espera por OP para proceder à troca das mesas	0:03:29	0:10:04	209,00	604,00	813,00	3,48	10,07	13,55	LL1/LL2*
Troca de mesas e fechar portas P6	0:13:33	0:02:35	813,00	155,00	968,00	13,55	2,58	16,13	LL1/LL2*
Espera por OP para dar o arranque ao 2º START	0:16:08	0:00:00	968,00	0,00	968,00	16,13	0,00	16,13	LL1/LL2*
Arr. 2º START e C.Manual e Verificar # de prog. P6	0:16:08	0:00:17	968,00	17,00	985,00	16,13	0,28	16,42	LL1/LL2*
Fechar grades de segurança	0:16:08	0:00:07	968,00	7,00	975,00	16,13	0,12	16,25	LL1/LL2*

Tabela V.1 – continuação

2º START P6	0:16:25	0:03:08	985,00	188,00	1173,00	16,42	3,13	19,55	AUT.
Troca de datador	0:19:40	0:01:33	1180,00	93,00	1273,00	19,67	1,55	21,22	LL1 ou LL2
Troca de automação P1	0:04:40	0:04:13	280,00	132,00	412,00	4,67	2,20	6,87	
Espera para remover aranha	0:04:40	0:01:01	280,00	61,00	341,00	4,67	1,02	5,68	LL1+LL2
Remoção da aranha	0:05:41	0:00:22	341,00	22,00	363,00	5,68	0,37	6,05	LL1+LL2
Transporte da aranha para os carrinhos	0:06:03	0:00:18	363,00	18,00	381,00	6,05	0,30	6,35	LL1+LL2
Transporte da nova aranha para a prensa	0:06:21	0:00:18	381,00	18,00	399,00	6,35	0,30	6,65	LL1+LL2
Colocação da nova aranha	0:06:39	0:00:13	399,00	13,00	412,00	6,65	0,22	6,87	LL1+LL2
Mandar para posição de produção	0:06:52	0:00:25	412,00	25,00	437,00	6,87	0,42	7,28	LL1/LL2*
Troca de automações	0:00:36	0:00:48	36,00	159,00	195,00	0,60	2,65	3,25	
Arr. à troca de automações	0:00:36	0:00:09	36,00	9,00	45,00	0,60	0,15	0,75	LL2/LL1*
Troca de automações	0:00:45	0:02:30	45,00	150,00	195,00	0,75	2,50	3,25	AUT.
Arranque da nova produção	0:21:13	0:04:24	1273,00	264,00	1537,00	21,22	4,40	25,62	AUT. + LL's

* Mesas a sair para a direita/Mesas a sair para a esquerda

Ponto Chave – As durações apresentadas, para as operações listadas na tabela anterior correspondem, na sua maioria, às durações médias obtidas para as operações no procedimento de troca de ferramenta original. Apenas as durações a vermelho sofreram alteração.

Por observação da tabela anterior constata-se que:

- Relativamente ao processo de troca de ferramenta original existe uma redução do número de operações, que passam de 189 (considerando que na troca da automação do robô de final de linha se realizam as 6 operações descritas no subcapítulo 6.1.2.1) para 64 (se se considerarem as 7 operações a realizar em automático com a implementação da proposta 1 para realização da troca de automações). Ou seja, existe uma redução de 66,1% no número de operações necessárias para proceder à troca de ferramenta;
- As durações a vermelho, como já foi referido, são aquelas que sofreram alterações. Ora, para cada operação, as causas dessas alterações são as que se apresentam de seguida:
 - **Espera por OP para proceder à troca das mesas em P1**– esta operação tinha, no processo original, uma duração de 00:02:35, mas como o LL1/LL2 fica disponível aos 216 segundos, após "Colocar novo número de programa", a espera é reduzida;
 - **Espera para entrada da mesa**
=Duration de "Troca de Automação de P1"+
+Duration de "Mandar para posição de produção”;
 - **Espera por OP para dar o arranque ao 2º START em P1**– esta operação tinha, no processo original, uma duração de 00:00:44, mas como o LL1/LL2 está imediatamente disponível, a espera é nula;
 - **Espera por OP para proceder à troca das mesas em P2**– esta operação tinha, no processo original, uma duração de 00:02:20, no entanto, o LL2/LL1 só fica disponível após "Colocação da nova aranha" na troca de automação de P1, isto é, aos 412 segundos;
 - **Espera por OP para dar o arranque ao 2º START em P2**– como o LL2/LL1 está imediatamente disponível, a espera é nula;
 - **Espera por OP para proceder à troca das mesas em P3**– esta operação tinha, no processo original, uma duração 00:01:31, no entanto, o

LL1/LL2 só fica disponível após "Fechar grades de segurança" em P1, isto é, aos 530 segundos;

- **Espera por OP para dar o arranque ao 2º START em P3**– como o LL1/LL2 está imediatamente disponível, a espera é nula;
- **Espera por OP para proceder à troca das mesas em P4**– como o LL2/LL1 está imediatamente disponível, a espera é nula;
- **Espera por OP para dar o arranque ao 2º START em P4**– como o LL2/LL1 está imediatamente disponível, a espera é nula;
- **Espera por OP para proceder à troca das mesas em P5**– esta operação tinha, no processo original, uma duração de 00:01:46, no entanto, o LL2/LL1 só fica disponível após "Fechar grades de segurança" em P2, isto é, aos 682 segundos;
- **Espera por OP para dar o arranque ao 2º START em P5**– como o LL2/LL1 está imediatamente disponível, a espera é nula;
- **Espera por OP para proceder à troca das mesas em P6**– esta operação tinha, no processo original, uma duração de 00:01:09, no entanto, o LL1/LL2 só fica disponível após "Fechar grades de segurança" em P3, isto é, aos 795 segundos;
- **Espera por OP para dar o arranque ao 2º START em P6**– como o LL1/LL2 está imediatamente disponível, a espera é nula;
- **Espera para remover aranha** – esta operação tinha, no processo original, uma duração de 00:01:14, no entanto, o LL1/LL2 tem de esperar pelo LL2/LL1 que só fica disponível após "Fechar grades de segurança em P4", isto é, aos 323 segundos;
- **Troca de automações** – Duração consistente com a simulação fornecida.

Com a implementação do sistema proposto e as alterações dela decorrentes (apresentadas na Tabela V.1), verifica-se uma redução da duração da troca de ferramenta, que passa de 29:01 minutos para 25:14 minutos, o que representa uma redução de 13% na duração deste procedimento. Na Figura V.1 é possível constatar essa diminuição da duração do procedimento de troca de ferramenta.

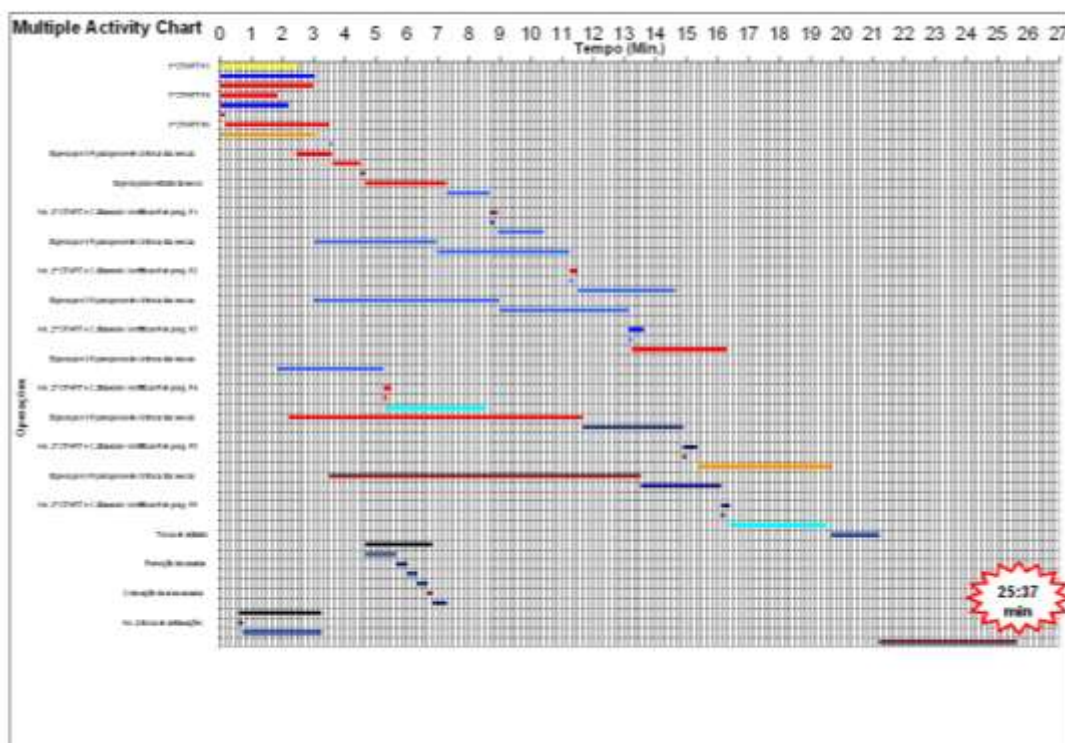


Figura V.1 – Duração da troca de ferramenta, com troca automática de automações

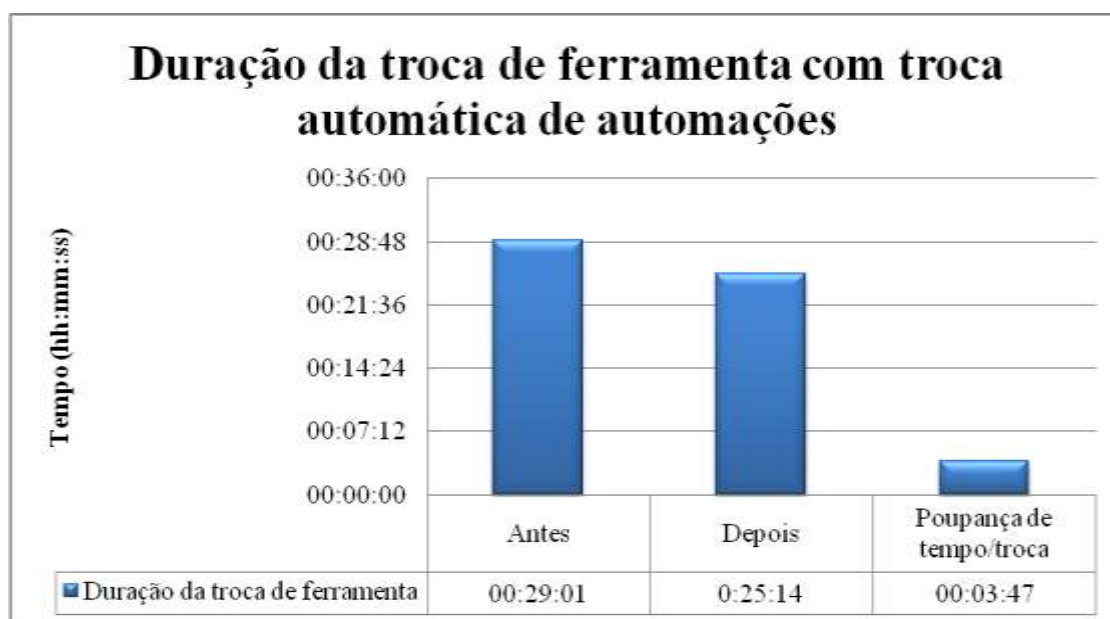


Figura V.2 – Impacto na duração do procedimento de troca de ferramenta, após implementação da troca automática de automações

Assim, conclui-se que com a implementação desta melhoria, se poupam apenas 03:47 minutos numa troca de ferramenta (como se pode ver na Figura V.2). Uma vez que este valor é tão diminuto e face a um custo de 1.650.000€ para implementação desta proposta, facilmente se constata que este investimento não é viável.

V.2 Criação de plano de manutenção preventiva e realização de troca de ferramenta automática (mesas e automações)

Tabela V.2 – Operações de troca internas para troca de ferramenta automática

			Segundos			Minutos			Operador
	Start Time	Duration	Start time	Duration	End time	Start time	Duration	End time	
1º START P1	0:00:00	0:02:27	0,00	147,00	147,00	0,00	2,45	2,45	AUT.
Colocar em troca P2 a P6	0:00:00	0:00:11	0,00	11,00	11,00	0,00	0,18	0,18	LL1
1º START P2	0:00:11	0:03:04	11,00	184,00	195,00	0,18	3,07	3,25	AUT.
1º START P3	0:00:11	0:03:02	11,00	182,00	193,00	0,18	3,03	3,22	AUT.
1º START P4	0:00:11	0:01:53	11,00	113,00	124,00	0,18	1,88	2,07	AUT.
1º START P5	0:00:11	0:02:13	11,00	133,00	144,00	0,18	2,22	2,40	AUT.
1º START P6	0:00:11	0:03:17	11,00	197,00	208,00	0,18	3,28	3,47	AUT.
Troca de lavadora/lubrificadora	0:00:00	0:03:05	0,00	185,00	185,00	0,00	3,08	3,08	TL
Colocar novo número de programa	0:03:28	0:00:07	208,00	7,00	215,00	3,47	0,12	3,58	LL2/LL1*
Espera por OP para proceder à troca das mesas	0:02:27	0:00:00	147,00	0,00	147,00	2,45	0,00	2,45	LL1/LL2*
Saída da mesa	0:02:27	0:00:56	147,00	56,00	203,00	2,45	0,93	3,38	LL1/LL2*
Fechar porta	0:03:23	0:00:08	203,00	8,00	211,00	3,38	0,13	3,52	LL1/LL2*
Espera para entrada da mesa	0:03:31	0:04:50	211,00	290,00	501,00	3,52	4,83	8,35	LL1/LL2*
Entrada de mesa e fechar portas	0:08:21	0:01:26	501,00	86,00	587,00	8,35	1,43	9,78	LL1/LL2*
Espera por OP para dar o arranque ao 2º START	0:09:47	0:00:00	587,00	0,00	587,00	9,78	0,00	9,78	LL1/LL2*
Arr. 2º START e C.Manual e Verificar # de prog. P1	0:09:47	0:00:14	587,00	14,00	601,00	9,78	0,23	10,02	LL1/LL2*
2º START P1	0:10:01	0:01:28	601,00	88,00	689,00	10,02	1,47	11,48	AUT.
Espera por OP para dar o arranque à troca das mesas	0:03:28	0:00:13	208,00	13,00	221,00	3,47	0,22	3,68	LL2/LL1*
Arranque à troca das mesas e de automações	0:03:41	0:00:09	221,00	9,00	230,00	3,68	0,15	3,83	LL2/LL1*

Tabela V.2 – continuação

Troca de mesas e fechar portas de P2 a P6	0:03:50	0:02:30	230,00	150,00	380,00	3,83	2,50	6,33	AUT.
Espera por OP para dar o arranque ao 2º START	0:06:20	0:00:00	380,00	0,00	380,00	6,33	0,00	6,33	LL2/LL1*
Arr. 2º START e C.Manual e Verificar # de prog. P2 a P6	0:06:20	0:00:19	380,00	19,00	399,00	6,33	0,32	6,65	LL2/LL1*
2º START P2	0:06:39	0:03:10	399,00	190,00	589,00	6,65	3,17	9,82	AUT.
2º START P3	0:06:39	0:03:02	399,00	182,00	581,00	6,65	3,03	9,68	AUT.
2º START P4	0:06:39	0:03:10	399,00	190,00	589,00	6,65	3,17	9,82	AUT.
2º START P5	0:06:39	0:04:20	399,00	260,00	659,00	6,65	4,33	10,98	AUT.
2º START P6	0:06:39	0:03:08	399,00	188,00	587,00	6,65	3,13	9,78	AUT.
Troca de datador	0:10:59	0:01:33	659,00	93,00	752,00	10,98	1,55	12,53	LL1 ou LL2
Troca de automação P1	0:03:31	0:04:25	211,00	265,00	476,00	3,52	4,42	7,93	
Espera para remover aranha	0:03:31	0:03:14	211,00	194,00	405,00	3,52	3,23	6,75	LL1+LL2
Remoção da aranha	0:06:45	0:00:22	405,00	22,00	427,00	6,75	0,37	7,12	LL1+LL2
Transporte da aranha para os carrinhos	0:07:07	0:00:18	427,00	18,00	445,00	7,12	0,30	7,42	LL1+LL2
Transporte da nova aranha para a prensa	0:07:25	0:00:18	445,00	18,00	463,00	7,42	0,30	7,72	LL1+LL2
Colocação da nova aranha	0:07:43	0:00:13	463,00	13,00	476,00	7,72	0,22	7,93	LL1+LL2
Mandar para posição de produção	0:07:56	0:00:25	476,00	25,00	501,00	7,93	0,42	8,35	LL2
Troca de automações	0:03:50	0:02:30	230,00	150,00	380,00	3,83	2,50	6,33	AUT.
Arranque da nova produção	0:12:32	0:02:42	752,00	162,00	914,00	12,53	2,70	15,23	AUT. & LL's

* Mesas a sair para a direita/Mesas a sair para a esquerda

Ponto Chave – As durações apresentadas, para as operações listadas na tabela anterior correspondem, na sua maioria, às durações médias obtidas para as operações no procedimento de troca de ferramenta original. Apenas as durações a vermelho sofreram alteração.

Por observação da tabela anterior constata-se que:

- Relativamente ao processo de troca de ferramenta original existe uma redução do número de operações, que passam de 189 (considerando que na troca da automação do robô de final de linha se realizam as 6 operações descritas no subcapítulo 6.1.2.1) para 43 (se se considerarem as 7 operações a realizar em automático com a implementação da proposta 1 para realização da troca de automações – vide subcapítulo 6.2.1.4). Ou seja, existe uma redução de 77,3% no número de operações necessárias para proceder à troca de ferramenta;
- As durações a vermelho, como já foi referido, são aquelas que sofreram alterações. Ora, para cada operação, as causas dessas alterações são as que se apresentam de seguida:
 - **Espera por OP para proceder à troca das mesas** – esta operação tinha, no processo original, uma duração de 00:02:35, mas como o LL1/LL2 fica disponível aos 11 segundos (após verificação visual de inexistências de obstáculos do seu lado correspondente da prensa), quando termina o 1º START de P1, o operador já está disponível, não existindo, por isso, espera;
 - **Espera para entrada da mesa**
=*Duration de "Troca de Automação de P1"*+
+Duration de "Mandar para posição de produção";
 - **Espera por OP para dar o arranque ao 2º START** – esta operação tinha, no processo original, uma duração de 00:00:44, mas como o LL2/LL1 está imediatamente disponível, a espera é nula;
 - **Espera por operador para dar o arranque à troca das mesas** =
Tempo necessário para que o operador termine de colocar novo número de programa e se desloque até P2 =
End time de "Colocar novo número de programa" –
Start time "Espera por OP para dar arranque à troca das mesas" +
Deslocação do operador
;

- **Troca de mesas e fechar portas de P2 a P6** – Duração consistente com a simulação fornecida;
- **Espera por OP para dar o arranque ao 2º START** – como o LL1/LL2 está imediatamente disponível, a espera é nula;
- **Espera para remover aranha** – esta operação tinha, no processo original, uma duração de 00:01:14, no entanto, o LL1/LL2 tem de esperar pelo LL que está responsável pelas prensas 2 a 6, que só fica disponível após "Arr. 2º START e C.Manual e Verificar # de prog. P2 a P6", isto é, aos 399 segundos;
- **Troca de automações** – Duração consistente com a simulação fornecida;
- **Arranque da nova produção** – o processo é praticamente todo automatizado e considera-se que é feita manutenção periódica aos sensores e berg's, logo deverão existir menos erros no arranque da produção. Considerou-se uma redução de 50% em relação à duração média do arranque de produção após implementação de medidas de melhoria.

Com a implementação do sistema proposto e as alterações dela decorrentes (apresentadas na Tabela V.2), verifica-se uma redução da duração da troca de ferramenta, que passa de 29:01 minutos para 15:14 minutos, o que representa uma redução de 47,5% na duração deste procedimento. Nas Figura V.3 e V.4 é possível constatar essa diminuição da duração do procedimento de ferramenta.

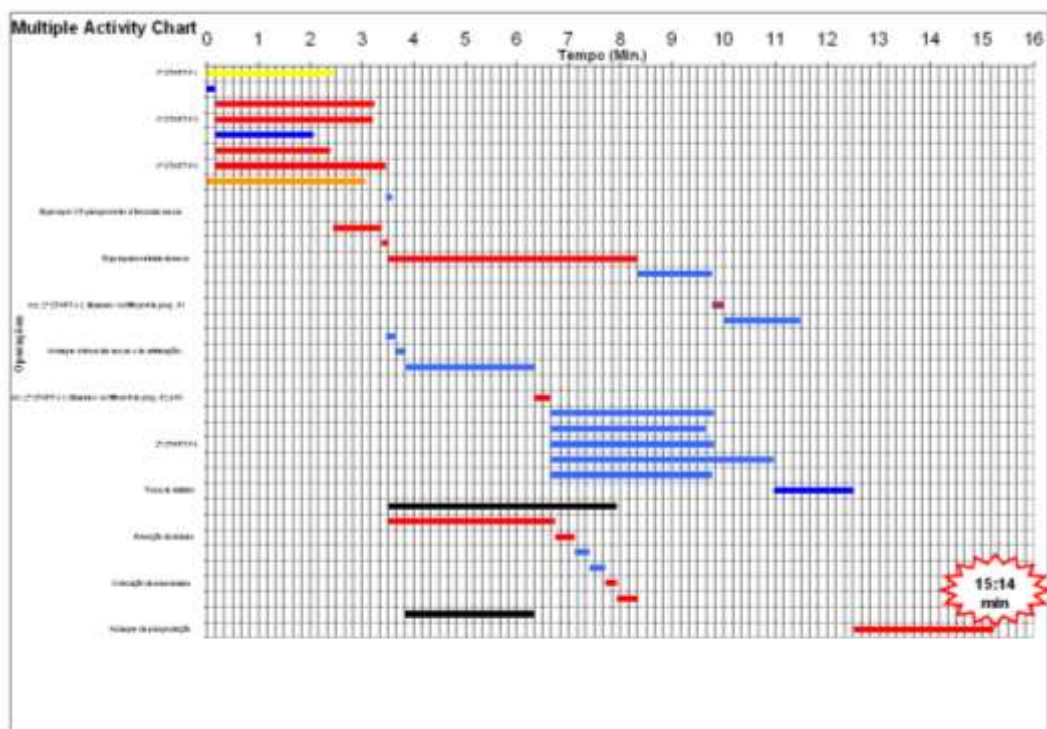


Figura V.3 – Duração da troca de ferramenta automática

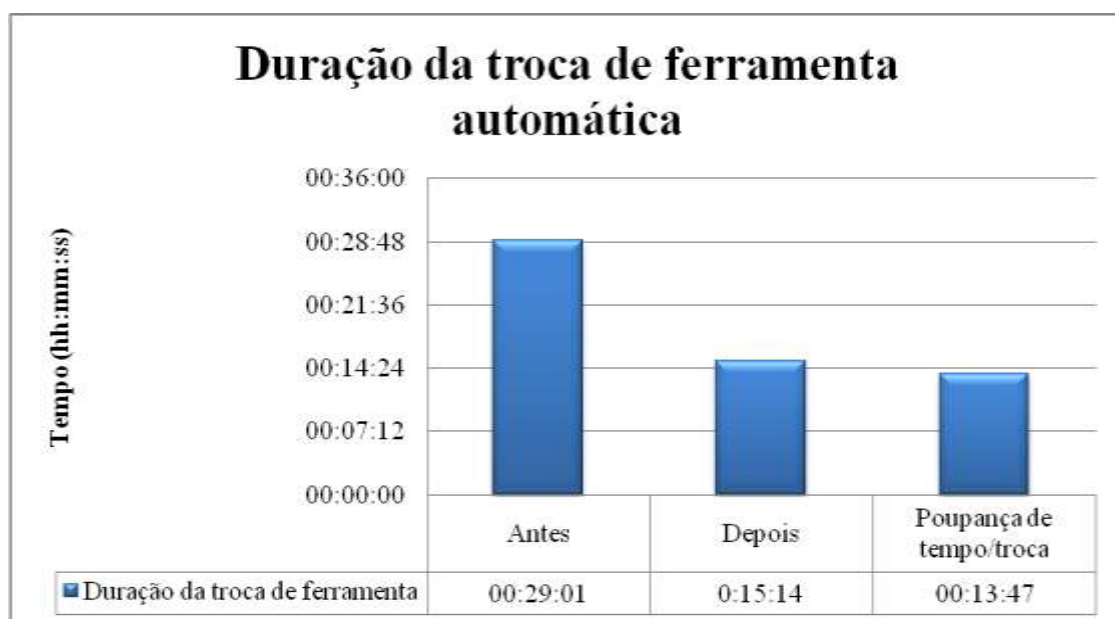


Figura V.4 – Impacto na duração do procedimento de troca de ferramenta, após implementação da proposta apresentada

Neste momento estão reunidas as condições necessárias para se fazer um estudo do custo-benefício do investimento. Considerando a laboração da TA1 a 2 turnos, tem-se que:

Tabela V.3 – Análise custo-benefício do investimento (considerando 2 turnos de laboração)	
Duração da troca de ferramenta <i>before</i> SMED	0:29:01

Duração da troca de ferramenta <i>after</i> SMED	0:15:14
Poupança de tempo / troca	$0:29:01 - 0:15:14 =$ $= 0:13:47 \text{ minutos}$
# Médio de trocas / dia	5
Poupança de tempo / dia	$0:13:47 \times 5 = 1:08:55 \approx$ $\approx 69 \text{ minutos}$
Peças produzidas / hora *	243
Peças produzidas / minuto	$\frac{243}{60} = 4,05$
Peças produzidas no tempo que se poupa/dia	$69 \times 4,05 = 279$
Custo de produção / peça *	3,45€
Poupança / dia	$279,11 \times 3,45 = 962,94\text{€}$
Poupança / ano	$962,94 \times 5 \times 52 =$ $= 250.363,91\text{€}$
Investimento	$1.650.000 + 43.853,18 =$ $= 1.693.853,18\text{€}$
<i>Pay back period</i> (anos)	$\frac{1.693.853,18}{250.363,91} = 6,77 \text{ anos} \approx$ $\approx 81 \text{ meses}$

* Valores do *Harbour Report* de 2008.

No campo do investimento é necessário somar o custo da proposta apresentada para tornar a troca de automações automática, com o custo da proposta para tornar a troca de mesas automática (considerou-se a proposta de instalação de tapetes de segurança, por ser aquela que apresenta um custo maior). Para além destes custos com material, montagem e cablagem, passa também a existir um custo com manutenção preventiva, que passa a ser um custo fixo, pois pretende-se que este procedimento se realize com alguma periodicidade. Se se utilizar um sábado por mês e um operador, ao fim de um ano, o custo com manutenção preventiva é igual a

$$\frac{26,47\text{€}}{\text{operador.h}} \times 8 \text{ horas} \times 12 \text{ sábados} = 2541,12\text{€}$$

Em cada troca de ferramenta poupam-se 13:47 minutos, o que significa que ao fim de um dia de trabalho se poupam 69 minutos, ou seja, ao fim do dia a máquina tem mais 69 minutos de produção disponível. Ao fim de uma semana, a máquina tem 05:44 horas de produção disponíveis. Como a *press shop* tem 16,5 turnos/semana disponíveis, o que equivale a $16,5 \times 8 \text{ horas} = 132$ horas, sabe-se agora que com a implementação desta

proposta, 05:44 horas, do total das 132, passam a ser capacidade livre da máquina. Por observação dos resultados apresentados na tabela anterior, constata-se que com a laboração da TA1 a 2 turnos, o *pay back period* deste investimento é de 6,77 anos, ou seja, 81 meses.

Quando a TA1 começar a laborar a 3 turnos devido ao lançamento da nova *Sharan* no próximo ano, o *pay back period* deste investimento passa a ser de 4,23 anos, ou seja, aproximadamente 51 meses (ver tabela seguinte).

Tabela V.4 – Análise custo-benefício do investimento (considerando 3 turnos de laboração)

Duração da troca de ferramenta <i>before</i> SMED	0:29:01
Duração da troca de ferramenta <i>after</i> SMED	0:15:14
Poupança de tempo / troca	$0:29:01 - 0:15:14 =$ $= 0:13:47 \text{ minutos}$
# Médio de trocas / dia	8
Poupança de tempo / dia	$0:13:47 \times 8 = 1:50:16 \approx$ $\approx 110 \text{ minutos}$
Peças produzidas / hora*	243
Peças produzidas / minuto	$\frac{243}{60} = 4,05$
Peças produzidas no tempo que se poupa/dia	$110 \times 4,05 = 447$
Custo de produção / peça*	3,45€
Poupança/dia	$446,58 \times 3,45 = 1.540,70\text{€}$
Poupança/ano	$1.540,70 \times 5 \times 52 = 400.582,26\text{€}$
Investimento	$1.650.000 + 43.853,18 =$ $= 1.693.853,18\text{€}$
<i>Pay back period</i> (anos)	$\frac{1.693.853,18}{400.582,26} = 4,23 \text{ anos} \approx$ $\approx 51 \text{ meses}$

* Valores do *Harbour Report* de 2008.

Nesta situação, ao fim de um dia de trabalho poupa-se 01:50 hora, o que significa que ao fim do dia, a máquina tem mais 01:50 hora de produção disponível. Ao fim de uma semana, a máquina tem 09:11 horas de produção disponíveis. Assim, com a implementação desta proposta e a laboração da TA1 a 3 turnos poupam-se 09:11 horas, que perante as 132 horas disponíveis semanalmente para produção, passam a ser capacidade livre da máquina.

ANEXO VI

Resultados de implementação

VI.1 Utilização da configuração 1 na troca de automações

TA1 - Tempo de *setup*

Nota:

Utilização da configuração 1 na troca de automações

TESTE EXPERIMENTAL

Tempo puro de troca	0:18:01
Tempo de arranque de produção	0:04:59
Total	0:23:00
Início da troca de automações	0:05:03
Duração total da troca de automações	0:12:58
Duração da troca de automações/célula	0:02:36

Figura VI.1 – Resultado de implementação da configuração 1

VI.2 Utilização da configuração 2 na troca de automações

TA1 - Tempo de setup

Nota:
Utilização da configuração 2 na troca de automações

TESTE EXPERIMENTAL	
Tempo puro de troca	0:15:37
Tempo de arranque de produção	0:05:13
Total	0:20:50
Início da troca de automações	0:05:16
Duração total da troca de automações	0:10:21
Duração da troca de automações/célula	0:02:04

TESTE I	
Tempo puro de troca	0:16:25
Tempo de arranque de produção	0:05:48
Total	0:22:13
Início da troca de automações	0:05:45
Duração total da troca de automações	0:10:40
Duração da troca de automações/célula	0:02:08

DESLOCAÇÃO ENTRE AS RESPECTICAS CÉLULAS				
	Equipa A	Equipa B	Equipa C	
Início	0:08:14	0:08:14	0:06:40	
Fim	0:08:36	0:08:38	0:07:00	Média
Duração	0:00:22	0:00:24	0:00:20	0:00:22

TESTE II	
Tempo puro de troca	0:14:54
Tempo de arranque de produção	0:05:45
Total	0:20:39
Início da troca de automações	0:04:35
Duração total da troca de automações	0:10:19
Duração da troca de automações/célula	0:02:04

DESLOCAÇÃO ENTRE AS RESPECTICAS CÉLULAS				
	Equipa A	Equipa B	Equipa C	
Início	0:07:53	0:07:33	0:06:26	
Fim	0:08:17	0:07:58	0:06:49	Média
Duração	0:00:24	0:00:25	0:00:23	0:00:24

TESTE III	
Tempo puro de troca	0:14:49
Tempo de arranque de produção	0:04:37
Total	0:19:26
Início da troca de automações	0:04:47
Duração total da troca de automações	0:10:02
Duração da troca de automações/célula	0:02:00

DESLOCAÇÃO ENTRE AS RESPECTICAS CÉLULAS				
	Equipa A	Equipa B	Equipa C	
Início	0:07:32	0:06:52	0:06:12	
Fim	0:07:58	0:07:17	0:06:37	Média
Duração	0:00:26	0:00:25	0:00:25	0:00:25

	ANTES	DEPOIS	DIFERENÇA
Tempo puro de troca	0:22:14	0:15:23	0:06:51
Tempo de arranque de produção	0:06:47	0:05:23	0:01:24
Total	0:29:01	0:20:46	0:08:15

	MELHORIA (%)
Tempo puro de troca	31%
Tempo de arranque de produção	21%
Total	28%

	ANTES	DEPOIS	DIFERENÇA	MELHORIA
Duração média da troca de automações/célula	0:02:28	0:02:04	0:00:24	16%
Duração média da troca de automações	0:12:20	0:10:20	0:02:00	16%

Duração média da troca pura	0:15:23
Duração média do arranque de produção	0:05:23
Duração média da troca	0:20:46
Instante médio de início da troca de automações	0:05:02
Duração total média da troca de automações	0:10:20
Duração da troca de automação/célula	0:02:04

Figura VI.2 – Resultado de implementação da configuração 2

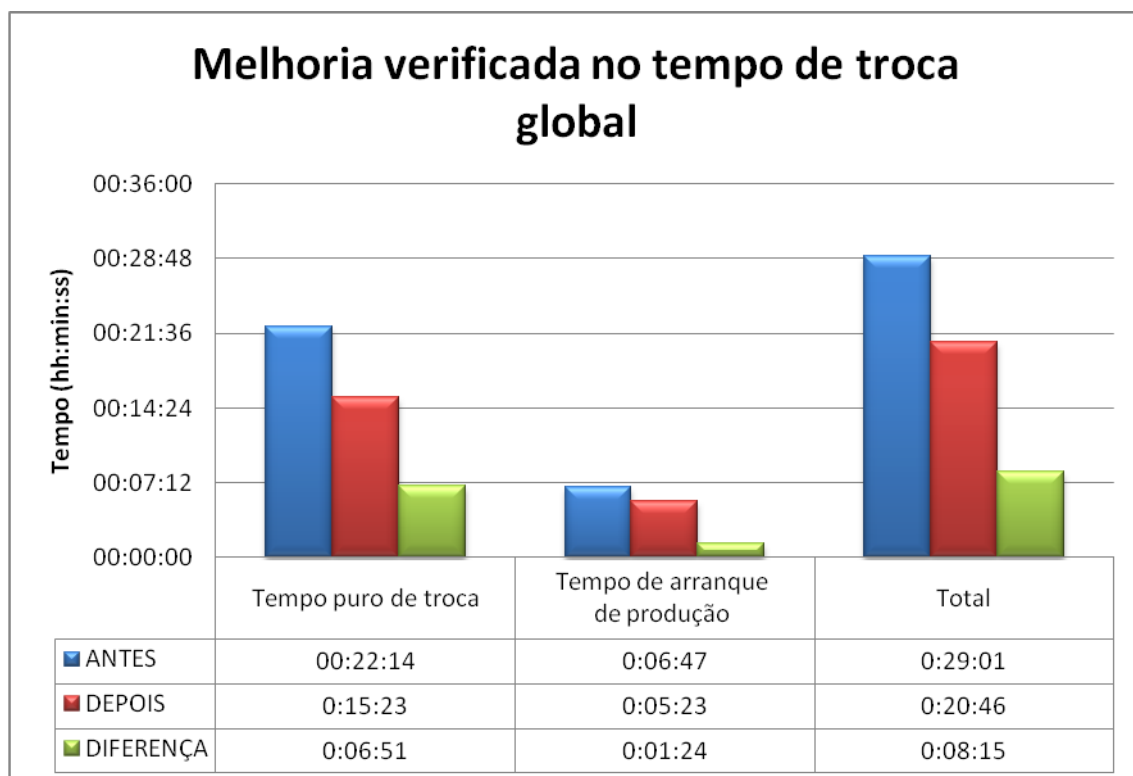


Figura VI.3 – Melhoria verificada no tempo de troca global

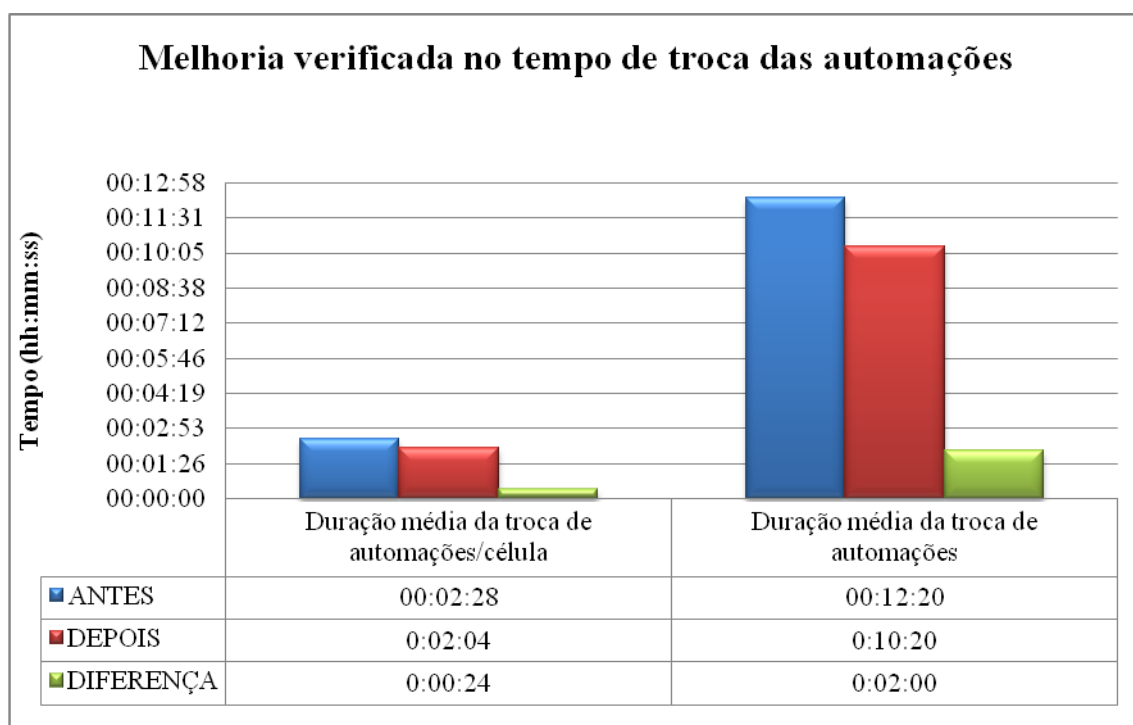


Figura VI.4 – Melhoria verificada no tempo de troca de automações

VI.3 Proposta de troca automática de mesas

Tabela VI.1 – Operações de troca internas para procedimento de troca automática de mesas

TA1 - Tempo de *setup*

Nota:

Proposta de troca automática de mesas

Operações de Setup Interno

	Start Time	Duration	Segundos			Minutos			
			Start time	Duration	End time	Start time	Duration	End time	
1º START P1	0:00:00	0:02:27	0,00	147,00	147,00	0,00	2,45	2,45	AUTOMÁTICA
Colocar em troca P2 a P6	0:00:00	0:00:11	0,00	11,00	11,00	0,00	0,18	0,18	LL1
1º START P2	0:00:11	0:03:04	11,00	184,00	195,00	0,18	3,07	3,25	AUTOMÁTICA
1º START P3	0:00:11	0:03:02	11,00	182,00	193,00	0,18	3,03	3,22	AUTOMÁTICA
1º START P4	0:00:11	0:01:53	11,00	113,00	124,00	0,18	1,88	2,07	AUTOMÁTICA
1º START P5	0:00:11	0:02:13	11,00	133,00	144,00	0,18	2,22	2,40	AUTOMÁTICA
1º START P6	0:00:11	0:03:17	11,00	197,00	208,00	0,18	3,28	3,47	AUTOMÁTICA
Troca de lavadora/lubrificadora	0:00:00	0:03:05	0,00	185,00	185,00	0,00	3,08	3,08	TL
Colocar novo número de programa	0:03:28	0:00:07	208,00	7,00	215,00	3,47	0,12	3,58	LL2/LL1
Espera por OP para proceder à troca das mesas	0:02:27	0:00:00	147,00	0,00	147,00	2,45	0,00	2,45	LL1/LL2
Saída da mesa	0:02:27	0:00:56	147,00	56,00	203,00	2,45	0,93	3,38	LL1/LL2
Fechar porta	0:03:23	0:00:08	203,00	8,00	211,00	3,38	0,13	3,52	LL1/LL2
Espera para entrada da mesa	0:03:31	0:05:32	211,00	353,00	564,00	3,52	5,88	9,40	LL1/LL2
Entrada de mesa e fechar portas	0:09:03	0:01:26	564,00	86,00	650,00	9,40	1,43	10,83	LL1/LL2
Espera por OP para dar o arranque ao 2º START	0:10:29	0:00:00	650,00	0,00	650,00	10,83	0,00	10,83	LL1/LL2
Arr. 2º START e C.Manual e Verificar # de prog. P1	0:10:29	0:00:14	650,00	14,00	664,00	10,83	0,23	11,07	LL1/LL2
2º START P1	0:10:43	0:01:28	664,00	88,00	752,00	11,07	1,47	12,53	AUTOMÁTICA
Espera por OP para dar o arranque à troca das mesas	0:03:28	0:00:13	208,00	13,00	221,00	3,47	0,22	3,68	LL2/LL1
Arranque à troca das mesas	0:03:41	0:00:09	221,00	9,00	230,00	3,68	0,15	3,83	LL2/LL1
Troca de mesas e fechar portas de P2 a P6	0:03:50	0:03:31	230,00	211,00	441,00	3,83	3,52	7,35	AUTOMÁTICA
Espera por OP para dar o arranque ao 2º START	0:07:21	0:00:00	441,00	0,00	441,00	7,35	0,00	7,35	LL2/LL1
Arr. 2º START e C.Manual e Verificar # de prog. P2 a P6	0:07:21	0:00:21	441,00	21,00	462,00	7,35	0,35	7,70	LL2/LL1
2º START P2	0:07:42	0:03:10	462,00	190,00	652,00	7,70	3,17	10,87	AUTOMÁTICA
2º START P3	0:07:42	0:03:02	462,00	182,00	644,00	7,70	3,03	10,73	AUTOMÁTICA
2º START P4	0:07:42	0:03:10	462,00	190,00	652,00	7,70	3,17	10,87	AUTOMÁTICA
2º START P5	0:07:42	0:04:20	462,00	260,00	722,00	7,70	4,33	12,03	AUTOMÁTICA
2º START P6	0:07:42	0:03:08	462,00	188,00	650,00	7,70	3,13	10,83	AUTOMÁTICA
Troca de datador	0:12:02	0:01:33	722,00	93,00	815,00	12,03	1,55	13,58	LL1 ou LL2
Troca de automação P1	0:03:31	0:05:28	211,00	328,00	539,00	3,52	5,47	8,98	
Espera para remover aranha	0:03:31	0:04:11	211,00	257,00	468,00	3,52	4,28	7,80	LL1+LL2
Remoção da aranha	0:07:48	0:00:22	468,00	22,00	490,00	7,80	0,37	8,17	LL1+LL2
Transporte da aranha para os carrinhos	0:08:10	0:00:18	490,00	18,00	508,00	8,17	0,30	8,47	LL1+LL2
Transporte da nova aranha para a prensa	0:08:28	0:00:18	508,00	18,00	526,00	8,47	0,30	8,77	LL1+LL2
Colocação da nova aranha	0:08:46	0:00:13	526,00	13,00	539,00	8,77	0,22	8,98	LL1+LL2
Mandar para posição de produção	0:08:59	0:00:25	539,00	25,00	564,00	8,98	0,42	9,40	LL2
Troca de automações	0:05:02	0:10:20	302,00	620,00	922,00	5,03	10,33	15,37	TM's
Arranque da nova produção	0:13:35	0:05:23	815,00	323,00	1138,00	13,58	5,38	18,97	AUTOMÁTICA + LL'S

Mesas a sair para a direita/Mesas a sair para a esquerda

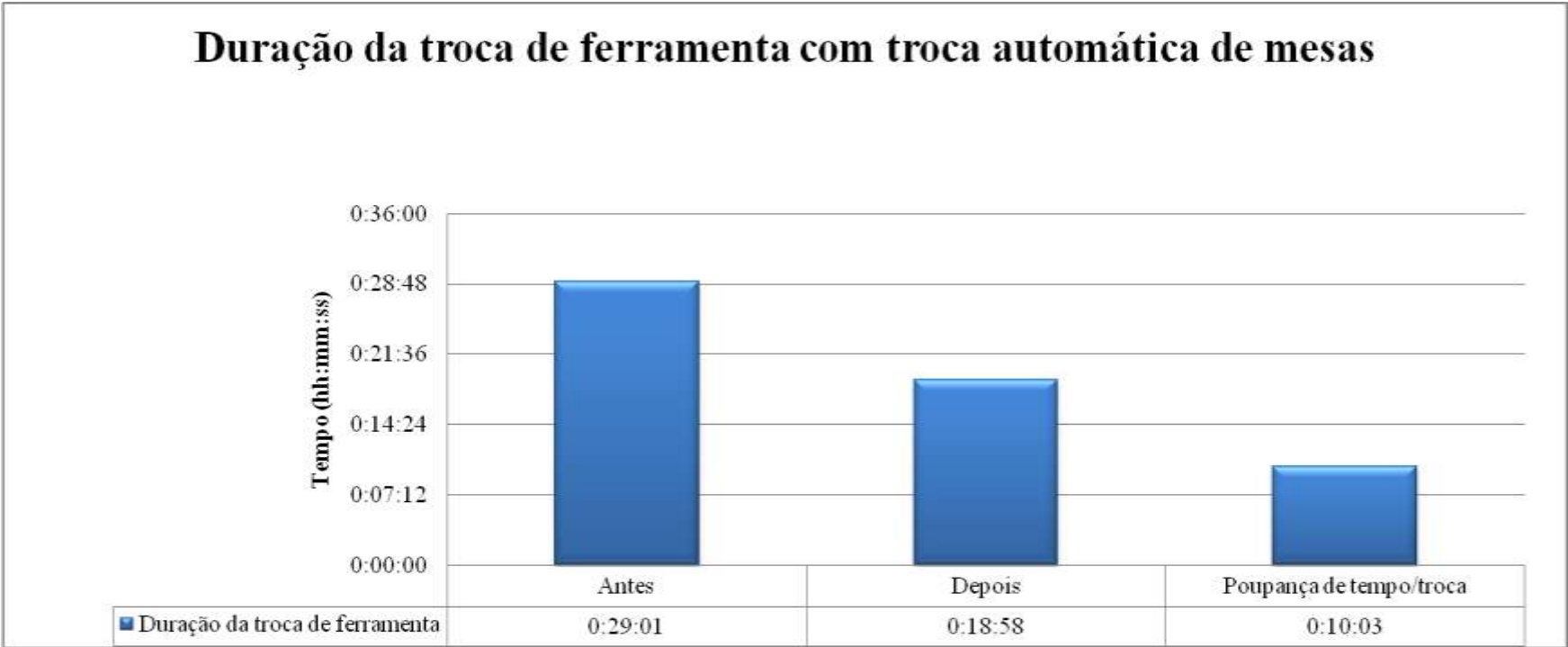


Figura VI.5 – Impacto na duração do procedimento de troca de ferramenta, após implementação da troca automática de mesas

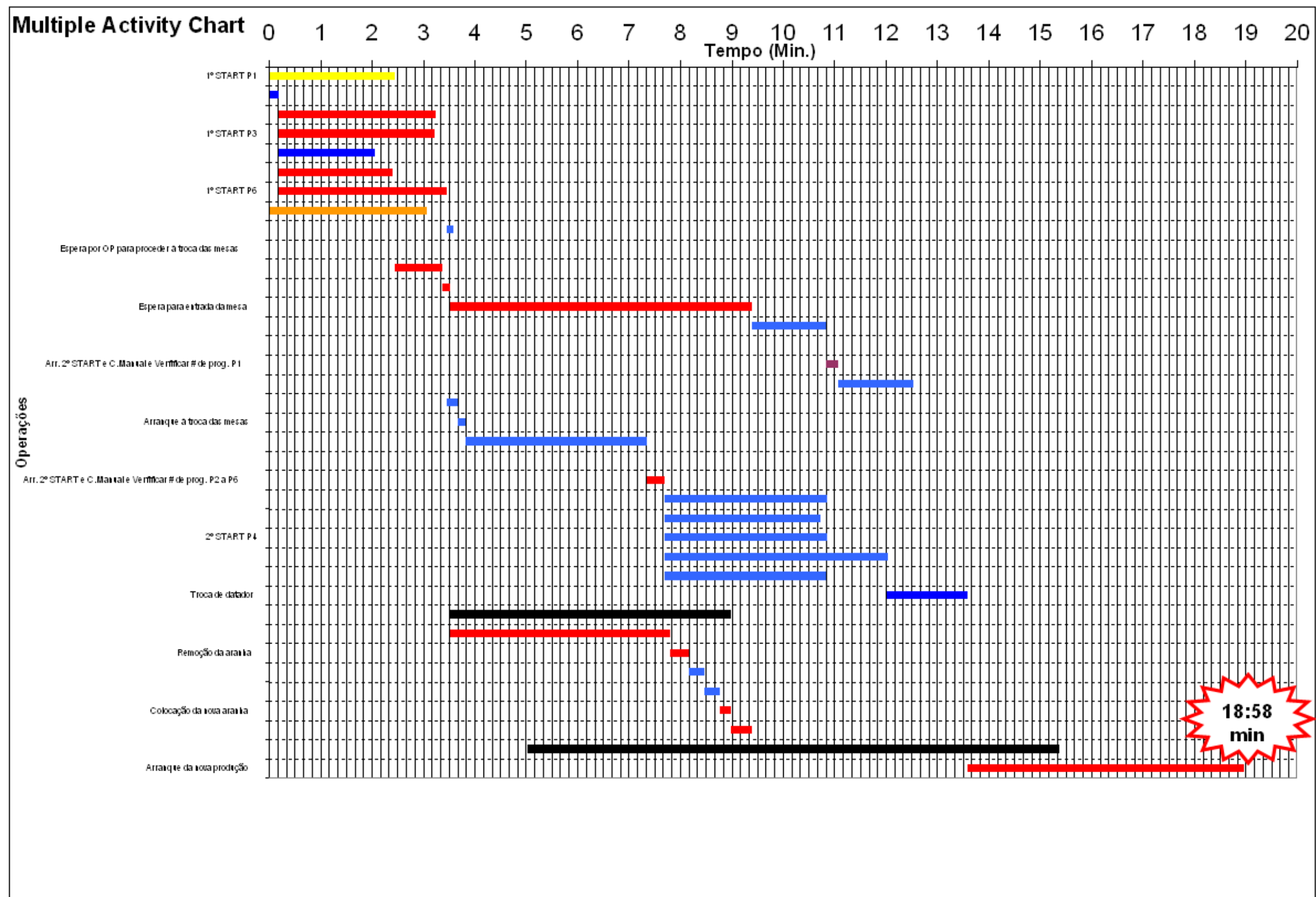


Figura VI.6 – Impacto da troca simultânea de mesas na duração total da troca de ferramenta

CONSIDERANDO 2 TURNOS

Antes	0:29:01
Depois	0:18:58
Poupança de tempo/troca	0:10:03
Trocas/dia	5
Poupança de tempo/dia	0:50:15
Poupança de tempo/dia	51
Peças produzidas	205
Custo de prod./Peça	3,45 €
Poupança/dia	707,94 €
Poupança/ano	184.064,40 €
Investimento	43.853,18 €
Pay back period (anos)	0,24

Peças/h	243
Peças/min	4,05
Tciclo (min)	0,25

CONSIDERANDO 2 TURNOS

Antes	0:29:01
Depois	0:18:58
Poupança de tempo/troca	0:10:03
Trocas/dia	5
Poupança de tempo/dia	0:50:15
Poupança de tempo/dia	51
Peças produzidas	205
Custo de prod./Peça	3,45 €
Poupança/dia	707,94 €
Poupança/ano	184.064,40 €
Investimento	33.060,00 €
Pay back period (anos)	0,18

CONSIDERANDO 3 TURNOS

Antes	0:29:01
Depois	0:18:58
Poupança de tempo/troca	0:10:03
Trocas/dia	8
Poupança de tempo/dia	1:20:24
Poupança de tempo/dia	80
Peças produzidas	326
Custo de prod./Peça	3,45 €
Poupança/dia	1.123,39 €
Poupança/ano	292.081,14 €
Investimento	43.853,18 €
Pay back period (anos)	0,15

Peças/h	243
Peças/min	4,05
Tciclo (min)	0,25

CONSIDERANDO 3 TURNOS

Antes	0:29:01
Depois	0:18:58
Poupança de tempo/troca	0:10:03
Trocas/dia	8
Poupança de tempo/dia	1:20:24
Poupança de tempo/dia	80
Peças produzidas	326
Custo de prod./Peça	3,45 €
Poupança/dia	1.123,39 €
Poupança/ano	292.081,14 €
Investimento	33.060,00 €
Pay back period (anos)	0,11

Figura VI.7 – Análise custo-benefício do investimento necessário para implementação da troca automática de mesas

VI.4 Proposta de troca automática de automações

Tabela VI.2 – Operações de troca internas para procedimento de troca automática de automações

TA1 - Tempo de *setup*

Nota:

Proposta de troca automática de automações

Operações de Setup Interno			Segundos			Minutos			
	Start Time	Duration	Start time	Duration	End time	Start time	Duration	End time	
1º START P1	0:00:00	0:02:27	0,00	147,00	147,00	0,00	2,45	2,45	AUTOMÁTICA
1º START P2	0:00:00	0:03:04	0,00	184,00	184,00	0,00	3,07	3,07	AUTOMÁTICA
1º START P3	0:00:00	0:03:02	0,00	182,00	182,00	0,00	3,03	3,03	AUTOMÁTICA
1º START P4	0:00:00	0:01:53	0,00	113,00	113,00	0,00	1,88	1,88	AUTOMÁTICA
1º START P5	0:00:00	0:02:13	0,00	133,00	133,00	0,00	2,22	2,22	AUTOMÁTICA
Colocar P6 em troca	0:00:00	0:00:12	0,00	12,00	12,00	0,00	0,20	0,20	LL2/LL1
1º START P6	0:00:12	0:03:17	12,00	197,00	209,00	0,20	3,28	3,48	AUTOMÁTICA
Troca de lavadora/lubrificadora	0:00:00	0:03:05	0,00	185,00	185,00	0,00	3,08	3,08	TL
Colocar novo número de programa	0:03:29	0:00:07	209,00	7,00	216,00	3,48	0,12	3,60	LL1/LL2
Espera por OP para proceder à troca das mesas	0:02:27	0:01:09	147,00	69,00	216,00	2,45	1,15	3,60	LL1/LL2
Saída da mesa	0:03:36	0:00:56	216,00	56,00	272,00	3,60	0,93	4,53	LL1/LL2
Fechar porta	0:04:32	0:00:08	272,00	8,00	280,00	4,53	0,13	4,67	LL1/LL2
Espera para entrada da mesa	0:04:40	0:02:37	280,00	157,00	437,00	4,67	2,62	7,28	LL1/LL2
Entrada de mesa e fechar portas	0:07:17	0:01:26	437,00	86,00	523,00	7,28	1,43	8,72	LL1/LL2
Espera por OP para dar o arranque ao 2º START	0:08:43	0:00:00	523,00	0,00	523,00	8,72	0,00	8,72	LL1/LL2
Arr. 2º START e C.Manual e Verificar # de prog. P1	0:08:43	0:00:14	523,00	14,00	537,00	8,72	0,23	8,95	LL1/LL2
Fechar grades de segurança	0:08:43	0:00:07	523,00	7,00	530,00	8,72	0,12	8,83	LL1/LL2
2º START P1	0:08:57	0:01:28	537,00	88,00	625,00	8,95	1,47	10,42	AUTOMÁTICA
Espera por OP para proceder à troca das mesas	0:03:04	0:03:54	184,00	234,00	418,00	3,07	3,90	6,97	LL2/LL1
Troca de mesas e fechar portas P2	0:06:58	0:04:17	418,00	257,00	675,00	6,97	4,28	11,25	LL2/LL1
Espera por OP para dar o arranque ao 2º START	0:11:15	0:00:00	675,00	0,00	675,00	11,25	0,00	11,25	LL2/LL1
Arr. 2º START e C.Manual e Verificar # de prog. P2	0:11:15	0:00:14	675,00	14,00	689,00	11,25	0,23	11,48	LL2/LL1
Fechar grades de segurança	0:11:15	0:00:07	675,00	7,00	682,00	11,25	0,12	11,37	LL2/LL1
2º START P2	0:11:29	0:03:10	689,00	190,00	879,00	11,48	3,17	14,65	AUTOMÁTICA
Espera por OP para proceder à troca das mesas	0:03:02	0:06:00	182,00	360,00	542,00	3,03	6,00	9,03	LL1/LL2
Troca de mesas e fechar portas P3	0:09:02	0:04:06	542,00	246,00	788,00	9,03	4,10	13,13	LL1/LL2
Espera por OP para dar o arranque ao 2º START	0:13:08	0:00:00	788,00	0,00	788,00	13,13	0,00	13,13	LL1/LL2
Arr. 2º START e C.Manual e Verificar # de prog. P3	0:13:08	0:00:30	788,00	30,00	818,00	13,13	0,50	13,63	LL1/LL2
Fechar grades de segurança	0:13:08	0:00:07	788,00	7,00	795,00	13,13	0,12	13,25	LL1/LL2
2º START P3	0:13:15	0:03:02	795,00	182,00	977,00	13,25	3,03	16,28	AUTOMÁTICA
Espera por OP para proceder à troca das mesas	0:01:53	0:00:00	113,00	0,00	113,00	1,88	0,00	1,88	LL2/LL1
Troca de mesas e fechar portas P4	0:01:53	0:03:23	113,00	203,00	316,00	1,88	3,38	5,27	LL2/LL1
Espera por OP para dar o arranque ao 2º START	0:05:16	0:00:00	316,00	0,00	316,00	5,27	0,00	5,27	LL2/LL1
Arr. 2º START e C.Manual e Verificar # de prog. P4	0:05:16	0:00:15	316,00	15,00	331,00	5,27	0,25	5,52	LL2/LL1
Fechar grades de segurança	0:05:16	0:00:07	316,00	7,00	323,00	5,27	0,12	5,38	LL2/LL1
2º START P4	0:05:23	0:03:10	323,00	190,00	513,00	5,38	3,17	8,55	AUTOMÁTICA
Espera por OP para proceder à troca das mesas	0:02:13	0:09:27	133,00	567,00	700,00	2,22	9,45	11,67	LL2/LL1
Troca de mesas e fechar portas P5	0:11:40	0:03:14	700,00	194,00	894,00	11,67	3,23	14,90	LL2/LL1
Espera por OP para dar o arranque ao 2º START	0:14:54	0:00:00	894,00	0,00	894,00	14,90	0,00	14,90	LL2/LL1
Arr. 2º START e C.Manual e Verificar # de prog. P5	0:14:54	0:00:26	894,00	26,00	920,00	14,90	0,43	15,33	LL2/LL1
Fechar grades de segurança	0:14:54	0:00:07	894,00	7,00	901,00	14,90	0,12	15,02	LL2/LL1
2º START P5	0:15:20	0:04:20	920,00	260,00	1180,00	15,33	4,33	19,67	AUTOMÁTICA
Espera por OP para proceder à troca das mesas	0:03:29	0:10:04	209,00	604,00	813,00	3,48	10,07	13,55	LL1/LL2
Troca de mesas e fechar portas P6	0:13:33	0:02:35	813,00	155,00	968,00	13,55	2,58	16,13	LL1/LL2
Espera por OP para dar o arranque ao 2º START	0:16:08	0:00:00	968,00	0,00	968,00	16,13	0,00	16,13	LL1/LL2
Arr. 2º START e C.Manual e Verificar # de prog. P6	0:16:08	0:00:17	968,00	17,00	985,00	16,13	0,28	16,42	LL1/LL2
Fechar grades de segurança	0:16:08	0:00:07	968,00	7,00	975,00	16,13	0,12	16,25	LL1/LL2
2º START P6	0:16:25	0:03:08	985,00	188,00	1173,00	16,42	3,13	19,55	AUTOMÁTICA
Troca de datador	0:19:40	0:01:33	1180,00	93,00	1273,00	19,67	1,55	21,22	LL1 ou LL2
Troca de automação P1	0:04:40	0:04:13	280,00	132,00	412,00	4,67	2,20	6,87	
Espera para remover aranha	0:04:40	0:01:01	280,00	61,00	341,00	4,67	1,02	5,68	LL1+LL2
Remoção da aranha	0:05:41	0:00:22	341,00	22,00	363,00	5,68	0,37	6,05	LL1+LL2
Transporte da aranha para os carrinhos	0:06:03	0:00:18	363,00	18,00	381,00	6,05	0,30	6,35	LL1+LL2
Transporte da nova aranha para a prensa	0:06:21	0:00:18	381,00	18,00	399,00	6,35	0,30	6,65	LL1+LL2
Colocação da nova aranha	0:06:39	0:00:13	399,00	13,00	412,00	6,65	0,22	6,87	LL1+LL2
Mandar para posição de produção	0:06:52	0:00:25	412,00	25,00	437,00	6,87	0,42	7,28	LL1/LL2
Troca de automações	0:00:36	0:00:48	36,00	159,00	195,00	0,60	2,65	3,25	
Arr. à troca de automações	0:00:36	0:00:09	36,00	9,00	45,00	0,60	0,15	0,75	LL2/LL1
Troca de automações	0:00:45	0:02:30	45,00	150,00	195,00	0,75	2,50	3,25	AUTOMÁTICA
Arranque da nova produção	0:21:13	0:04:24	1273,00	264,00	1537,00	21,22	4,40	25,62	AUTOMÁTICA + LL's

Mesas a sair para a direita / Mesas a sair para a esquerda

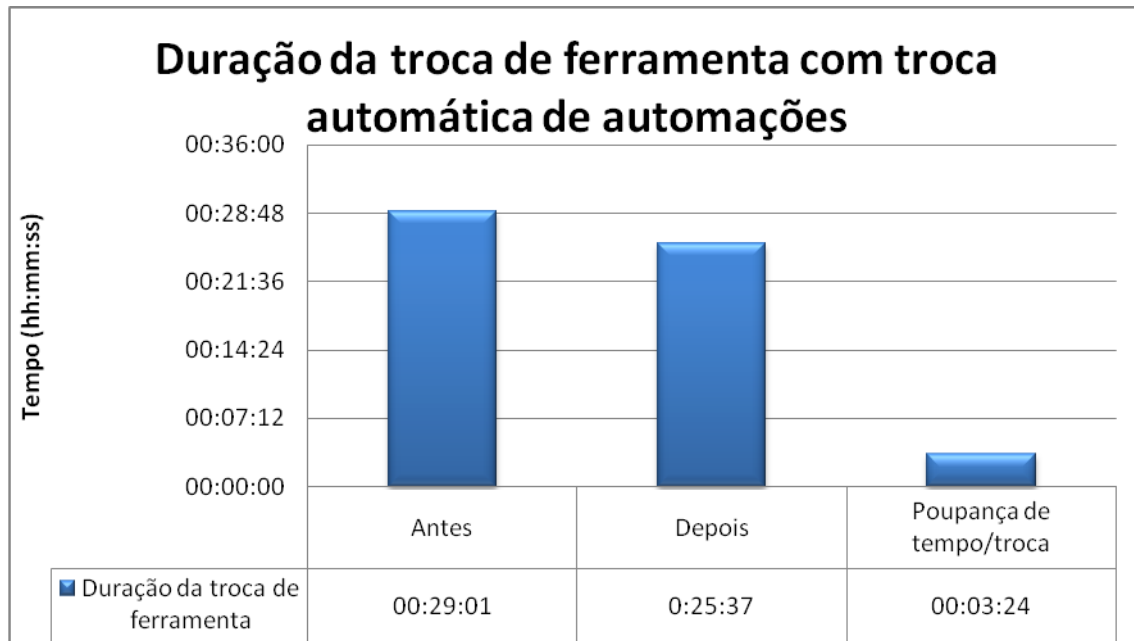


Figura VI.8 – Impacto na duração do procedimento de troca de ferramenta, após implementação da troca automática de automações

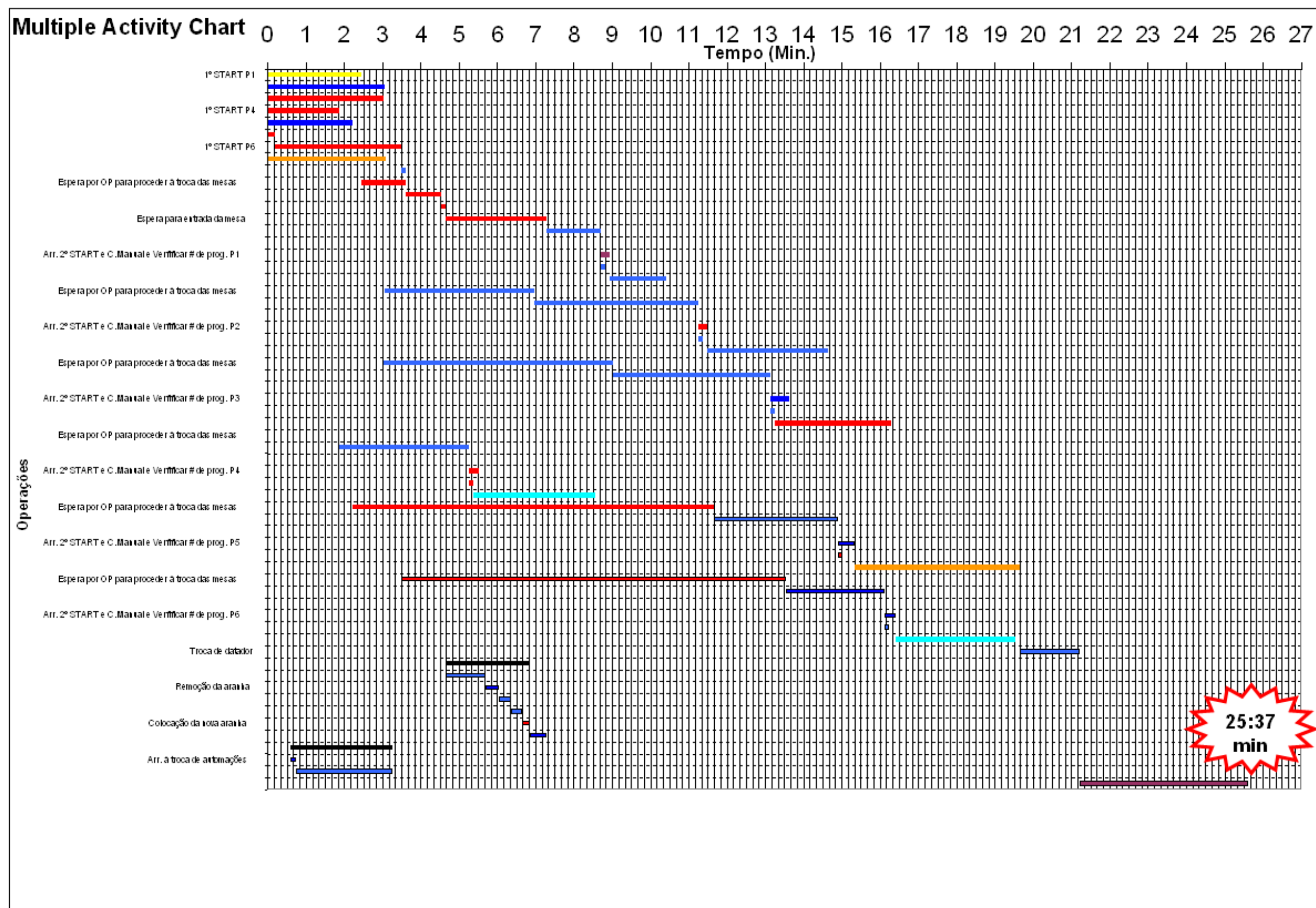


Figura VI.9 – Duração da troca de ferramenta, com troca automática de automações

CONSIDERANDO 2 TURNOS

Antes	0:29:01
Depois	0:25:37
Poupança de tempo/troca	0:03:24
Trocas/dia	5
Poupança de tempo/dia	0:17:00
Poupança de tempo/dia	17
Peças produzidas	68,85
Custo de prod./Peça	3,45 €
Poupança/dia	237,53 €
Poupança/ano	61.758,45 €
Investimento	1.650.000,00 €
Pay back period (anos)	26,72

Peças/h	243
Peças/min	4,05
Tciclo (min)	0,25

CONSIDERANDO 3 TURNOS

Antes	0:29:01
Depois	0:25:37
Poupança de tempo/troca	0:03:24
Trocas/dia	8
Poupança de tempo/dia	0:27:12
Poupança de tempo/dia	27
Peças produzidas	110,16
Custo de prod./Peça	3,45 €
Poupança/dia	380,05 €
Poupança/ano	98.813,52 €
Investimento	1.650.000,00 €
Pay back period (anos)	16,70

Peças/h	243
Peças/min	4,05
Tciclo (min)	0,25

Figura VI.10 – Análise custo-benefício do investimento necessário para implementação da troca automática de automações

VI.5 Proposta de troca automática de mesas e automações

Tabela VI.3 – Operações de troca internas para procedimento de troca automática de mesas e automações

TA1 - Tempo de setup

Nota:

Proposta de troca automática de mesas e automações

Operações de Setup Interno

	Start Time	Duration	Segundos			Minutos			
			Start time	Duration	End time	Start time	Duration	End time	
1º START P1	0:00:00	0:02:27	0,00	147,00	147,00	0,00	2,45	2,45	AUTOMÁTICA
Colocar em troca P2 a P6	0:00:00	0:00:11	0,00	11,00	11,00	0,00	0,18	0,18	LL1
1º START P2	0:00:11	0:03:04	11,00	184,00	195,00	0,18	3,07	3,25	AUTOMÁTICA
1º START P3	0:00:11	0:03:02	11,00	182,00	193,00	0,18	3,03	3,22	AUTOMÁTICA
1º START P4	0:00:11	0:01:53	11,00	113,00	124,00	0,18	1,88	2,07	AUTOMÁTICA
1º START P5	0:00:11	0:02:13	11,00	133,00	144,00	0,18	2,22	2,40	AUTOMÁTICA
1º START P6	0:00:11	0:03:17	11,00	197,00	208,00	0,18	3,28	3,47	AUTOMÁTICA
Troca de lavadora/lubrificadora	0:00:00	0:03:05	0,00	185,00	185,00	0,00	3,08	3,08	TL
Colocar novo número de programa	0:03:28	0:00:07	208,00	7,00	215,00	3,47	0,12	3,58	LL2/LL1
Espera por OP para proceder à troca das mesas	0:02:27	0:00:00	147,00	0,00	147,00	2,45	0,00	2,45	LL1/LL2
Saída da mesa	0:02:27	0:00:56	147,00	56,00	203,00	2,45	0,93	3,38	LL1/LL2
Fechar porta	0:03:23	0:00:08	203,00	8,00	211,00	3,38	0,13	3,52	LL1/LL2
Espera para entrada da mesa	0:03:31	0:04:50	211,00	290,00	501,00	3,52	4,83	8,35	LL1/LL2
Entrada de mesa e fechar portas	0:08:21	0:01:26	501,00	86,00	587,00	8,35	1,43	9,78	LL1/LL2
Espera por OP para dar o arranque ao 2º START	0:09:47	0:00:00	587,00	0,00	587,00	9,78	0,00	9,78	LL1/LL2
Arr. 2º START e C.Manual e Verificar # de prog. P1	0:09:47	0:00:14	587,00	14,00	601,00	9,78	0,23	10,02	LL1/LL2
2º START P1	0:10:01	0:01:28	601,00	88,00	689,00	10,02	1,47	11,48	AUTOMÁTICA
Espera por OP para dar o arranque à troca das mesas	0:03:28	0:00:13	208,00	13,00	221,00	3,47	0,22	3,68	LL2/LL1
Arranque à troca das mesas e de automações	0:03:41	0:00:09	221,00	9,00	230,00	3,68	0,15	3,83	LL2/LL1
Troca de mesas e fechar portas de P2 a P6	0:03:50	0:02:30	230,00	150,00	380,00	3,83	2,50	6,33	AUTOMÁTICA
Espera por OP para dar o arranque ao 2º START	0:06:20	0:00:00	380,00	0,00	380,00	6,33	0,00	6,33	LL2/LL1
Arr. 2º START e C.Manual e Verificar # de prog. P2 a P6	0:06:20	0:00:19	380,00	19,00	399,00	6,33	0,32	6,65	LL2/LL1
2º START P2	0:06:39	0:03:10	399,00	190,00	589,00	6,65	3,17	9,82	AUTOMÁTICA
2º START P3	0:06:39	0:03:02	399,00	182,00	581,00	6,65	3,03	9,68	AUTOMÁTICA
2º START P4	0:06:39	0:03:10	399,00	190,00	589,00	6,65	3,17	9,82	AUTOMÁTICA
2º START P5	0:06:39	0:04:20	399,00	260,00	659,00	6,65	4,33	10,98	AUTOMÁTICA
2º START P6	0:06:39	0:03:08	399,00	188,00	587,00	6,65	3,13	9,78	AUTOMÁTICA
Troca de datador	0:10:59	0:01:33	659,00	93,00	752,00	10,98	1,55	12,53	LL1 ou LL2
Troca de automação P1	0:03:31	0:04:25	211,00	265,00	476,00	3,52	4,42	7,93	
Espera para remover aranha	0:03:31	0:03:14	211,00	194,00	405,00	3,52	3,23	6,75	LL1+LL2
Remoção da aranha	0:06:45	0:00:22	405,00	22,00	427,00	6,75	0,37	7,12	LL1+LL2
Transporte da aranha para os carrinhos	0:07:07	0:00:18	427,00	18,00	445,00	7,12	0,30	7,42	LL1+LL2
Transporte da nova aranha para a prensa	0:07:25	0:00:18	445,00	18,00	463,00	7,42	0,30	7,72	LL1+LL2
Colocação da nova aranha	0:07:43	0:00:13	463,00	13,00	476,00	7,72	0,22	7,93	LL1+LL2
Mandar para posição de produção	0:07:56	0:00:25	476,00	25,00	501,00	7,93	0,42	8,35	LL2
Troca de automações	0:03:50	0:02:30	230,00	150,00	380,00	3,83	2,50	6,33	AUTOMÁTICA
Arranque da nova produção	0:12:32	0:02:42	752,00	162,00	914,00	12,53	2,70	15,23	AUTOMÁTICA + LL's

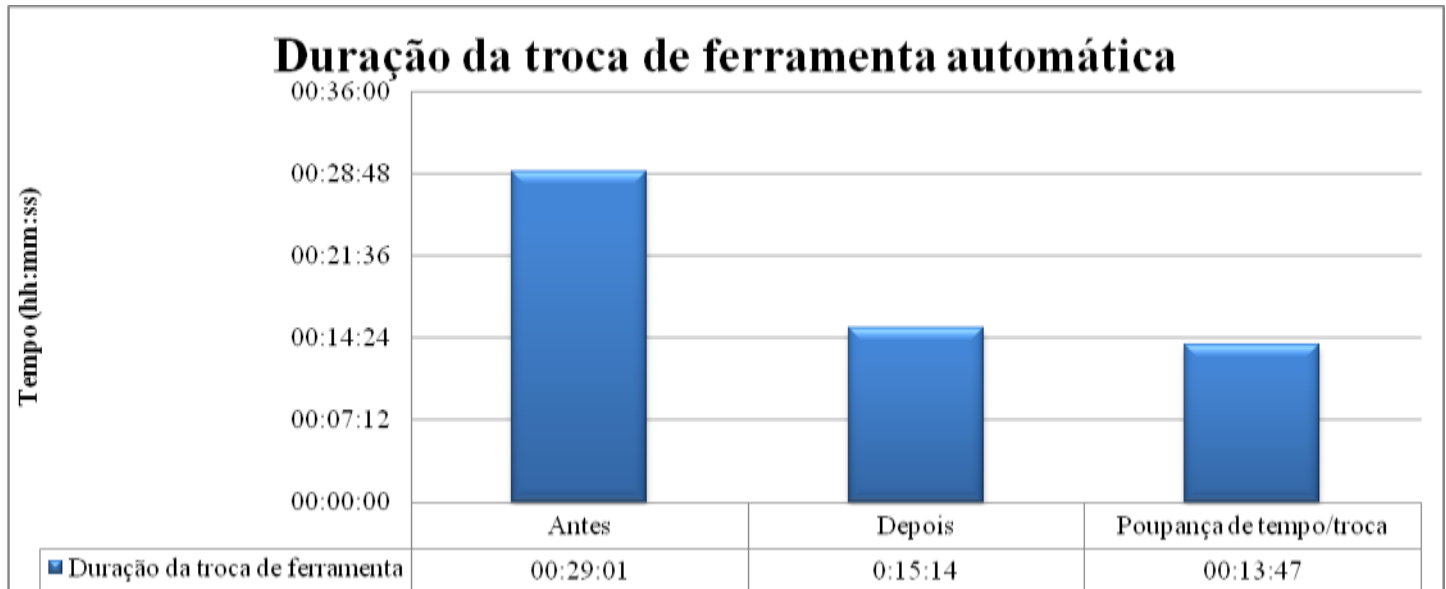


Figura VI.11 – Impacto na duração do procedimento de troca de ferramenta, após implementação da troca automática

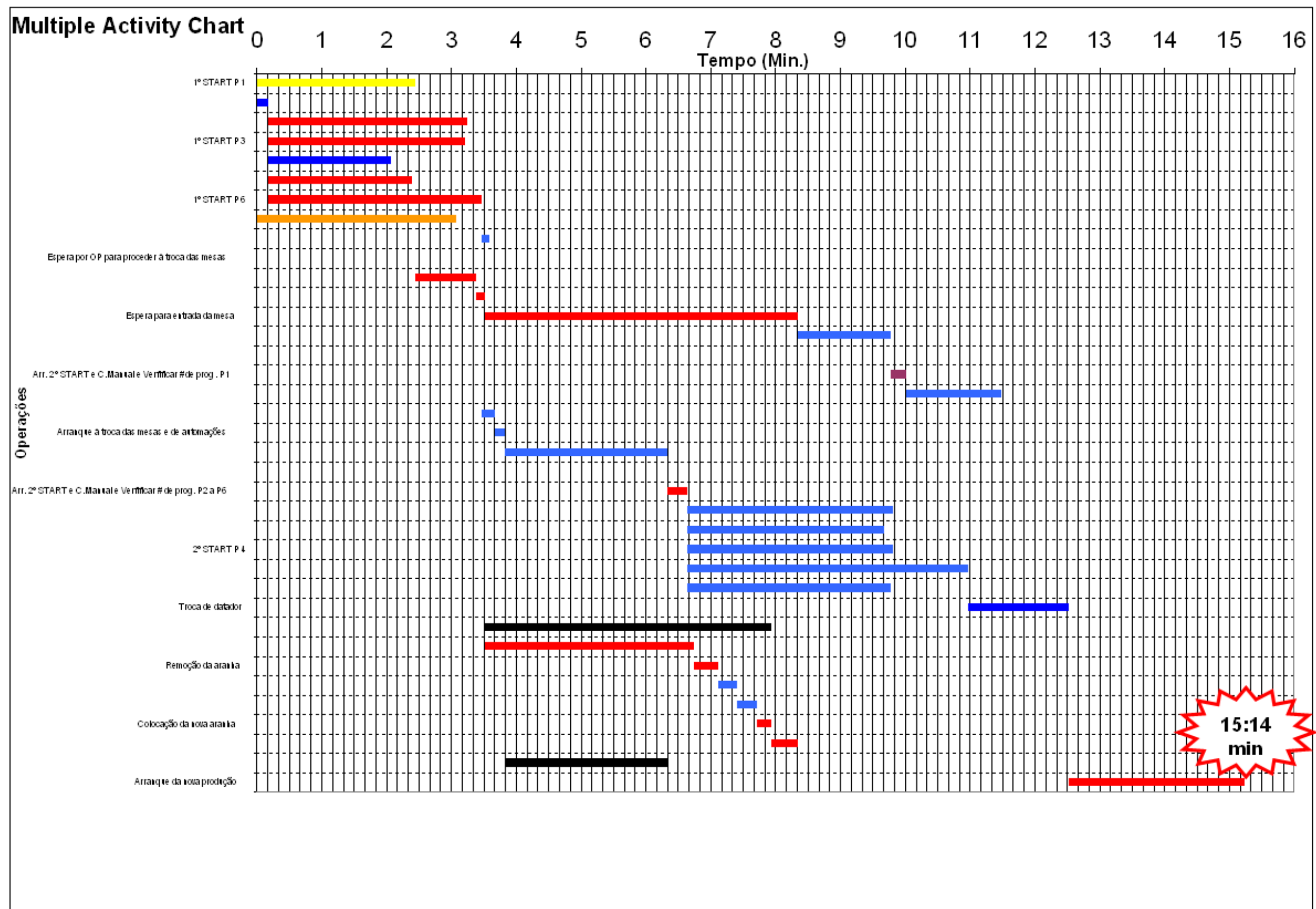


Figura VI.12 – Duração da troca de ferramenta automática

CONSIDERANDO 2 TURNOS

Antes	0:29:01
Depois	0:15:14
Poupança de tempo/troca	0:13:47
Trocas/dia	5
Poupança de tempo/dia	1:08:55
Poupança de tempo/dia	69
Peças produzidas	279,11
Custo de prod./Peça	3,45 €
Poupança/dia	962,94 €
Poupança/ano	250.363,91 €
Investimento	1.693.853,18 €
Pay back period (anos)	6,77

Peças/h	243
Peças/min	4,05
Tciclo (min)	0,25

CONSIDERANDO 3 TURNOS

Antes	0:29:01
Depois	0:15:14
Poupança de tempo/troca	0:13:47
Trocas/dia	8
Poupança de tempo/dia	1:50:16
Poupança de tempo/dia	110
Peças produzidas	446,58
Custo de prod./Peça	3,45 €
Poupança/dia	1.540,70 €
Poupança/ano	400.582,26 €
Investimento	1.693.853,18 €
Pay back period (anos)	4,23

Peças/h	243
Peças/min	4,05
Tciclo (min)	0,25

Figura VI.13 – Análise custo-benefício do investimento necessário para implementação da troca automática