



UNIVERSIDADE D
COIMBRA

Rui Filipe Duarte Calçada

**MELHORIA NOS PROCESSOS PRODUTIVOS: UM
CASO DE ESTUDO NUMA LINHA DE MONTAGEM**

**Dissertação no âmbito do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial
orientada pelo Professor Doutor Cristóvão Silva e apresentada no
Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Coimbra.**

Julho de 2019



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE
COIMBRA

Melhoria nos processos produtivos: um caso de estudo numa linha de montagem

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

Improvement actions in the productive processes: a case study on an assembly line

Autor

Rui Filipe Duarte Calçada

Orientador

Professor Doutor Cristóvão Silva

Engenheira Liliana Fernandes

Júri

Presidente	Professor Doutor SAMUEL DE OLIVEIRA MONIZ Professor Auxiliar da FCTUC
Vogal	Investigadora VANESSA SOFIA MELO MAGALHÃES Investigadora da FCTUC
Orientador	Professor Doutor Cristóvão Silva Professor Auxiliar da FCTUC

Colaboração Institucional



Polisport Plásticos, S.A.

Coimbra, Julho, 2019

“Mudam-se os tempos, mudam-se as vontades,
Muda-se o ser, muda-se a confiança;
Todo o mundo é composto de mudança.
Tomando sempre novas qualidades.”
Luís Vaz de Camões, in "Sonetos"

À minha família e amigos.

Agradecimentos

A concretização deste trabalho de mestrado é um longo percurso, que reúne contributos de várias pessoas, que com o seu apoio e incentivo ajudaram a que este desafio se tornasse uma realidade, e aos quais estarei eternamente grato. A eles dedico este projeto de vida.

Ao professor Doutor Cristóvão Silva, que me honrou com a sua orientação, apoio e disponibilidade, pelo saber que transmitiu, pelas opiniões e críticas, pela colaboração no solucionar das dúvidas e problemas e pela sua motivação que tornou este trabalho um agradável momento de aprendizagem.

À Polisport pelo seu acolhimento e por me permitirem o desenvolvimento do projeto no seu espaço e facilitarem o acesso aos seus colaboradores.

Ao departamento de logística da Polisport, especialmente na pessoa de Liliana Fernandes, pela sua colaboração, acompanhamento e disponibilidade ao longo do desenvolvimento deste projeto.

Aos meus amigos e colegas, por estarem ao meu lado durante esta fase, pelo companheirismo, força e conforto, especialmente nos momentos mais difíceis.

Um sentido agradecimento à minha família, pelo apoio, energia e força que me proporcionaram nesta caminhada.

O maior agradecimento aos meus pais, pela paciência, compreensão, incentivo e confiança em mim, nos momentos mais críticos de incerteza, percalços e inseguranças. Um agradecimento especial à minha mãe, companheira de jornada, que com os seus conhecimentos, conselhos, disponibilidade e encorajamento nunca me deixou desistir e nunca me falhou. A eles dedico este trabalho!

Resumo

Esta dissertação foi desenvolvida no âmbito do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial na Polisport Plásticos S.A, empresa de desenvolvimento de peças plásticas para veículos de duas rodas e componentes para carros. O projeto tem o objetivo de aumentar a eficiência de uma linha de montagem produtora de cadeiras auto para bebés.

Para conseguir esse aumento de eficiência, recorreu-se à implementação de um ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*), com o intuito de melhoria contínua, e às ferramentas da produção *Lean*, com o intuito de reduzir desperdícios e consequentemente aumentar a eficiência dos processos na linha de montagem.

Foram implementadas ferramentas como 5S, diagrama de *Ishikawa*, FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*), 5 Porquês, VSM (*Value Stream Mapping*), Matiz X (*Hoshin Karin*) e A3 para planeamento estratégico, Métodos Heurísticos e o “Método Toyota” (Método Empírico) para estudo do balanceamento da linha de montagem.

A implementação do “Método Toyota” (observação “*in loco*” das operações e registos de tempos) verificou-se um sucesso, tendo havido a redução do número de colaboradores na linha de produção (de 11 para 9), aumento da eficiência da linha (cerca de 10%), redução dos tempos de ciclo (aumentando a produtividade em 13%) e por último redução dos tempos do produto estrangulado (31%).

A última fase do projeto foi a consciencialização e organização dos postos de trabalho e do *shop-floor*, realçando a mentalidade pró-ativa de todos os envolvidos e consequente melhoria contínua através da metodologia 5s.

Palavras-chave: PDCA [Plan-Do-Check-Act], *Lean*, Balanceamento, 5S e *Kaizen*.

Abstract

This dissertation has been developed as part of the Master's Degree in Industrial Engineering and Management during an internship in Polisport Plásticos S.A, a company specialized in making components for two-wheeled vehicles and cars. The project aims to increase the efficiency of an assembly line that produces baby car seats.

In order to achieve this increase in efficiency, a PDCA (Plan-Do-Check-Act) cycle has been implemented, for a continuous improvement, and Lean production tools too, to reduce waste and consequently increasing efficiency processes on the assembly line.

Tools such as 5S, Ishikawa diagram, FMEA (Failure Mode and Effect Analysis), 5 Why, VSM (Value Stream Mapping), Matrix X (Hoshin Karin) and A3 for strategic planning, Heuristic Methods and the "Toyota Method" (Empirical Method) for the study of assembly line balancing has been implemented in this project.

The implementation of the "Toyota Method" (on-site observation of operations and time records) was a success, reducing the number of employees in the production line (from 11 to 9), increasing line efficiency (about 10%), reducing the cycle times (increasing productivity by 13%) and also reducing the the time of the product strangled (31%).

The final phase of the project has been the organization of workstations and the shop floor, highlighting awareness for proactive mindset of all involved and consequent continuous improvement through the 5S methodology.

Keywords PDCA [Plan-Do-Check-Act], *Lean*, Balancing, 5S and *Kaizen*.

Índice

Índice de Figuras	xi
Índice de Tabelas	xv
Índice de gráficos.....	xvii
Siglas	xix
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Enquadramento	1
1.2. Objetivos	2
1.3. Metodologia	2
1.4. Estrutura da Dissertação	3
2. Revisão da literatura	5
2.1. Metodologia <i>Lean</i>	5
2.1.1. Breve História.....	5
2.1.2. <i>Lean Thinking</i>	5
2.1.3. Significado de Valor.....	6
2.1.4. Significado de Desperdício.....	6
2.2. TOYOTA PRODUCTION SYSTEM (TPS).....	10
2.3. JUST IN TIME (JIT)	12
2.4. <i>HEIJUNKA</i> (NIVELAMENTO DA PRODUÇÃO).....	14
2.5. <i>KAIZEN</i> (MELHORIA CONTÍNUA)	14
2.6. CICLO PDCA (<i>Plan-Do-Check-Act</i>)	15
2.7. MATRIZ X (<i>HOSHIN KANRI</i>)	16
2.8. MATRIX A3-X.....	16
2.9. VSM (MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR).....	17
2.9.1. Descrição dos Métodos para a determinação dos tempos	18
2.9.2. TEMPO DE CICLO E TACK TIME	20
2.10. SIPOC (Suppliers, Input, Process, Output, Costumers).....	21
2.11. Ferramentas <i>Lean Thinking</i>	21
2.11.1. DIAGRAMA ISHIKAWA	22
2.11.2. FMEA (Failure Mode and Effects Analysis).....	22
2.11.3. 5 PORQUÊS (5W).....	23
2.11.4. GESTÃO VISUAL	24
2.11.5. 5S	24
2.12. LAYOUTS	25
2.13. LINHAS DE MONTAGEM	26
3. CASO DE ESTUDO	29
3.1. Descrição da empresa	30
3.1.1. PRODUTOS	31
3.1.2. Organização da Polisport.....	32
3.2. Plan (Planear).....	34
3.2.1. Definição do Problema	34
3.2.1. PLANEAMENTO ESTRATÉGICO.....	35

3.2.1.	DESCRIÇÃO DE MÉTODOS ADOPTADOS PELA ORGANIZAÇÃO ...	38
3.2.2.	RECOLHA DE DADOS (ESTADO PRESENTE).....	41
3.2.3.	MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR DO ESTADO PRESENTE	45
3.2.4.	FERRAMENTAS LEAN THINKING	48
3.2.5.	ANÁLISE DO BALANCEAMENTO DO ESTADO PRESENTE.....	52
3.3.	DO (Fazer).....	62
3.3.1.	APRESENTAÇÃO DO ESTADO FUTURO.....	63
3.4.	CHECK (Verificar).....	67
3.4.1.	COMPARAÇÃO E OBJECTIVO ALCANÇADO (NA REALIDADE)	67
3.4.2.	RETORNO FINANCEIRO.....	71
3.5.	ACT (Ajustar).....	71
4.	Conclusão.....	73
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75
	ANEXO A – Simbologia do Mapeamento de fluxo de valor utilizado	77
	77
	ANEXO B – 5 Porquês?.....	79
	APÊNDICE A- Tempos Recolhidos (Estado Presente).....	81
	83
	APÊNDICE B – Tempo de Desembalamento e Movimentações	85
	APÊNDICE C – Tempos Recolhidos para o Diagrama de Precedências	87
	87
	APÊNDICE D – Métodos Heurísticos	89
	APÊNDICE e – Dados recolhidos (Estado futuro)	95
	APÊNDICE F – Gestão Visual	99

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Os 5M+Q+S e os possíveis desperdícios (adaptado de Pensamento Lean, 2016)	8
Figura 2 - Métodos e os seus relacionamentos com o objectivo de eliminar desperdícios (adaptado de Suzaki, 2010)	10
Figura 3 - A casa do TPS (Adaptado de Pinto, 2014)	11
Figura 4 - A filosofia Lean Thinking e as técnicas JIT (adaptado de Pinto, 2014)	13
Figura 5 - A melhoria contínua baseada no ciclo PDCA (Fonte: Pinto, 2014)	15
Figura 6 - Mapeamento do Fluxo de Valor	18
Figura 7 - Critérios e Considerações, adaptado de Exertus, Lda (2003), "Manual Pedagógico PRONACI", (fonte: tese Análise de Tempos e Métodos numa Linha de Produção de Autocarros, de Vasco Gaspar, 2016)	18
Figura 8 - Esquema 5S (adaptado Courtois et al., 2011)	25
Figura 9 - Partes e etapas do ciclo PDCA (Adaptado de Pinto, 2014)	29
Figura 10 - Produtos produzidos pelas unidades Polisport, Headgy Helmets e Polipromotion. (Da esquerda para a direita: Vidões, Capacetes, Porta-bebés e Guarda-lamas)	31
Figura 11 - Produtos produzidos pela unidade POLISPORT OFFROAD (Da esquerda para a direita: Porta-faróis, Lift Bike Stand, protecções corporais, protectores de mão e carenagens de plástico para motos)	32
Figura 12 - Produtos OEM (Original equipment manufacturer) produzidos na unidade Polisport	32
Figura 13- Processos Operacionais	32
Figura 14 - Processos de Suporte	33
Figura 15 - Organograma do grupo Polisport PLAN (Planear)	34
Figura 16 - Sequência do produto na linha de montagem	35
Figura 17 - Matriz X (Hoshin Karin)	36
Figura 18 -Matriz A3	37
Figura 19 - Layout da empresa	38
Figura 20 – Zona de preparação do serviço de embalagem para expedição	39
Figura 21 - Material semiacabado no início	39
Figura 22 - Zona de expedição da Polisport	39
Figura 23 - Bordos da linha	39
Figura 24 – Ordens de Fabrico relativos à linha 2 (objecto de estudo)	40

Figura 25 - Exemplo Nivelamento da Produção através do Programa MATTEC (Para as linhas todas)	40
Figura 26 - Panfleto informativo sobre as reuniões Kaizen.	41
Figura 27 - Cartas de Controlo dos postos de Trabalho	44
Figura 28 - Mapeamento do fluxo de Valor (as is)	45
Figura 29 - SIPOC Polisport (adaptado de Coutois et al., 2011)	46
Figura 30 - Disponibilização da base da cadeira. Identificação do primeiro estrangulamento	47
Figura 31 - Disponibilização do encosto. Identificação do segundo estrangulamento	47
Figura 32 - Disponibilização das cadeiras para controlo de qualidade. Identificação do terceiro estrangulamento	47
Figura 33 - Stock intermédio designado ao posto três	48
Figura 34 – Diagrama Ishikawa	48
Figura 35 - Disponibilização da ferramenta "Torque"	49
Figura 36 - Disponibilização das ferramentas do posto de trabalho 4	49
Figura 37 - Disponibilização do produto semiacabado no bordo de linha	49
Figura 38 - - Disponibilização do lixo atrás de posto de trabalho.....	49
Figura 39 - Disponibilização de caixas vazias na zona destinada aos colaboradores.	49
Figura 40 - Disponibilização dos materiais no posto 2.	50
Figura 41 - Disponibilização dos materiais no posto 1	50
Figura 42 - Diagrama de Precedências.....	54
Figura 43 - Gestão Visual no Bordo de Linha	63
Figura 44 - Etiquetagem e organização dos materiais no posto de trabalho	63
Figura 45 - Informação do programa 5S na linha de montagem.....	64
Figura 46 - Gestão Visual Implementada no Shoop-Flor	64
Figura 47 - Mapeamento do Fluxo de Valor do Estado Futuro	66
Figura 48- Comparação de Balanceamentos (Estado Presente Vs Estado Futuro).....	68
Figura 49 - Comparação dos Tempos de Estrangulamento (Estado Presente Vs Estado Futuro).....	68
Figura 50 - Comparação dos Resultados Finais	69
Figura 51 - Objectivo Atingido	70
Figura 52 - Máximo Atingido	70
Figura 53 - Retorno Financeiro	71
Figura 54 - Elaboração dos 5 Porquês.....	79
Figura 55 - Exemplo da Gestão Visual implementada no bordo de linha.....	99

Figura 56 – Consciencialização do Programa 5S 99

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Identificação dos postos de trabalho, tarefas e movimentações	34
Tabela 2: Tempos totais e Uptime (Estado Presente).....	42
Tabela 3: Tempo do Produto Estrangulado (Estado Presente)	42
Tabela 4 – Apresentação dos resultados totais (Estado Presente).....	43
Tabela 5: Identificação das potências falhas/oportunidades.....	51
Tabela 6- Identificação dos postos e recolha de dados relativos ao tempo de desembalamento	53
Tabela 7 – Identificação dos postos e recolha de dados referentes ao tempo de movimentações.....	53
Tabela 8 - Identificação das tarefas específicas e recolha de dados	56
Tabela 9- Disposição dos tempos das operações (manualmente) tendo como limite o tack time.....	57
Tabela 10- Apresentação das operações de acordo com a tabela 11	57
Tabela 11 -Identificação dos postos, recolha de dados e cálculo da eficiência do balanceamento segundo a Heurística dos Tempos de Processamento.	58
Tabela 12 - Identificação dos postos, recolha de dados e cálculo da eficiência do balanceamento segundo a heurística dos pesos posicionais.....	59
Tabela 13 - Identificação dos postos, recolha de dados e cálculo da eficiência do balanceamento segundo a heurística do Maior Números Sucessores).....	60
Tabela 14 – Balanceamento realizado “in loco”	61
Tabela 15 - Cálculo da eficiência.....	62
Tabela 16 - Tempos Totais e Uptime (Estado Futuro)	65
Tabela 17 - Tempo do produto estrangulado.....	65
Tabela 18 - Apresentação dos resultados totais (Estado futuro)	65
Tabela 19 - Tempos Produtivos (Estado Presente).....	81
Tabela 20 - Tempos Completos (Estado Presente).....	82
Tabela 21 - Tempos do stock estrangulado (Estado Presente)	83
Tabela 22 - Tempo de Desembalamento	85
Tabela 23 - Tempo de Movimentações	86
Tabela 24 – Tempos Diagrama de Precedência.....	87

Tabela 25 – Resolução do Método do Maior Tempo de Processamento	89
Tabela 26 – Resolução dos Pesos associados ao método dos Pesos Posicionais	90
Tabela 27 - Resolução do Método do Pesos Posicionais	91
Tabela 28 - Resolução dos sucessores associados ao método do Número Maior de Sucessores	92
Tabela 29 - Resolução do Método do Maior Número de Sucessores	93
Tabela 30 - Tempos Produtivos (Estado Futuro)	95
Tabela 31 - Tempos Completos (Estado Futuro)	96
Tabela 32 - Stock estrangulado (Estado Futuro)	97

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Balanceamento da linha de montagem (inicial)	52
Gráfico 2 – Estimativa	54
Gráfico 3 - Balanceamento seguindo o Diagrama de Precedências	57
Gráfico 4 – Balanceamento segundo a Heurística dos Tempos de Processamento.....	58
Gráfico 5 – Balanceamento segundo a heurística dos pesos posicionais.	59
Gráfico 6- Balanceamento segundo a heurística do Maior Números Sucessores)	60
Gráfico 7 - Balanceamento teórico	62
Gráfico 8 - Balanceamento do estado futuro	67

SIGLAS

5W – 5 Porquês?

DEM – Departamento de Engenharia Mecânica

FCTUC – Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

FMEA – Failure Mode and Effect Analysis

JIC – Just In Case

JIT – Just In Time

MTM – Methods Time Measurement

NPR- Número de Prioridade de Risco

SIPOC – Suppliers, Input, Process, Output and Consumers

TC - Tempo de Ciclo

TPM – Total Productive Maintenance

TQM – Total Quality Management

TPS – Toyota Production System

VSM – Value Stream Mapping

WIP – Work In Progress

ZED – Zonas à espera de Decisão

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo é elaborado o enquadramento da dissertação, a metodologia aplicada e os seus objetivos. Por fim é apresentado um pequeno resumo de cada capítulo.

1.1. Enquadramento

A indústria está em constante evolução, criando a necessidade de se seguir uma cultura de melhoria continua. Essa melhoria pode ser desenvolvida ao nível dos processos produtivos, nomeadamente, em linhas de montagem, como neste caso em particular, através da introdução permanente de pequenas melhorias, que conduzem à redução de custos, à melhoria da qualidade e/ou ao aumento da produtividade e eficiência (modelo *Kaizen*).

A melhoria contínua é desenvolvida através da formação e consciencialização de todos os envolvidos e conseguida quando se atinge uma situação ideal (0% de desperdício).

Existem 7 tipos de desperdícios que devem ser considerados na identificação de aspetos de melhoria e na otimização dos recursos de um sistema de produção. São eles: defeitos, excesso de inventário, produção em excesso, esperas, sobre processamento, deslocações desnecessárias dos operários e transportes (Suzaki, 2014).

Neste caso de estudo em particular, para a identificação desses desperdícios, a metodologia *Lean Thinking* revelou-se um recurso eficaz, pois, através da implementação de ferramentas e da observação e da experimentação “*in loco*”, permitiu identificar os diferentes tipos de desperdícios.

Para o controle e melhoria contínua foi utilizado o ciclo *PDCA* para que a gestão do processo se desenvolvesse de uma forma mais ágil, clara e objetiva.

O processo desenvolveu-se no âmbito do *balanceamento* de uma linha de montagem de cadeiras auto para bebés, no intuito de uma (re)distribuição adequada das atividades dos operadores, proporcionando desta forma uma maior produtividade à organização.

Foi aplicada a metodologia *5S* para maior eficiência do processo através da distribuição adequada de materiais, organização, limpeza e identificação de materiais e espaços, motivação dos colaboradores.

O presente caso de estudo desenvolveu-se numa empresa, Polisport S.A, que apresenta um potencial enorme de melhoria, quer de processos, quer de toda a logística associada, especialmente relacionados com a redução de desperdício e no consequente aumento da produtividade e da eficiência de todas as linhas de montagem.

Nessa preocupação, a empresa já implementa algumas ferramentas associadas ao *Lean Production*, como o JIT (Just In Time), o *Heijunka* (Nivelamento da Produção), reuniões “*Kaizen*” e gestão visual (principalmente para os operadores logísticos). O objetivo deste estudo será identificar as fragilidades nestes procedimentos e otimizá-los, assim como, identificar oportunidades e implementar novas estratégias de melhoria.

1.2. Objetivos

Este estudo tem como finalidade implementar, através da utilização de ferramentas *Lean*, melhorias na linha de montagem de cadeiras auto para bebés da Polisport Plásticos S.A. Para isso, definiram-se especificamente os seguintes objetivos:

- Identificar e reduzir os desperdícios;
- Aumentar a Eficiência;
- Consciencializar e organizar os postos de trabalho e *Shop-Floor*;
- Propor futuros estudos que permitam a constante melhoria contínua.

1.3. Metodologia

A metodologia decorreu na forma de estudo de caso, em trabalho de projeto. Iniciou com o planeamento estratégico através da elaboração da Matriz X e A3 e observação “in loco” de todos os processos envolvidos na produção das cadeiras auto na linha de montagem. De seguida procedeu-se à identificação dos desperdícios e *layout* fabril da Polisport Plásticos S.A, à construção do mapeamento do estado presente, à implementação de melhorias e ao mapeamento do estado futuro.

Todo o processo foi desenvolvido segundo a metodologia do ciclo PDCA.

A observação do estado futuro e as oportunidades de melhorias identificadas ao longo do estudo, introduz aos gestores da empresa, novas possibilidades de estudos com a finalidade de atingir o ponto de excelência (0 desperdícios).

1.4. Estrutura da Dissertação

A dissertação é desenvolvida ao longo de 4 capítulos. No capítulo 1 é feita a introdução ao trabalho, o enquadramento da sua realização, os seus objetivos e metodologia utilizada.

No capítulo 2 é apresentada a revisão bibliográfica necessária para realizar e entender os conteúdos deste estudo.

No capítulo 3 é apresentado o caso de estudo, com a descrição da empresa e da metodologia adotada, identificação das falhas/oportunidades, as melhorias implementadas, comparação do estado presente e futuro, retorno financeiro e possíveis oportunidades que os gestores possam estudar no futuro.

No capítulo 4 apresenta-se a conclusão do projeto/caso de estudo.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Com o objetivo de suportar esta dissertação é necessário a elaboração da revisão bibliográfica dos principais conceitos. Apresenta-se a produção *lean* e todas as ferramentas e técnicas adotadas neste estudo, como por exemplo *Heijunka*, ciclo PDCA, 5S, diagrama de *Ishikawa* (causa-efeito), entre outros.

2.1. Metodologia *Lean*

2.1.1. Breve História

Após a segunda guerra mundial, a Toyota, empresa japonesa do ramo automóvel, desenvolve uma alternativa competitiva consistindo no desenvolvimento de uma estratégia capaz de fabricar automóveis em pequenos volumes com o mesmo processo, devido às grandes dificuldades atravessadas pela indústria automóvel no Japão, ao contrário da indústria Americana e Europeia. A este fenómeno deu-se o nome de “*Toyota Production System*”, tendo como fundador Taiichi Ohno (1912-1990) (Suzaki, 2010).

2.1.2. *Lean Thinking*

Como conceito de liderança e gestão, o *lean thinking* ou “pensamento magro” foi introduzido pela primeira vez por James Womack e Daniel Jones (1996), na sua obra com o mesmo nome. Esses autores referem-se ao *Lean Thinking* como o “*antídoto para o desperdício*”. Os autores designam o desperdício como “*qualquer atividade humana que não acrescenta valor*”, contudo Pinto (2014) refere que “*o conceito deve ser alargado*”, incluindo também “*qualquer tipo de atividade e recursos usados indevidamente e que contribuem para o aumento de custos, de tempo e da não satisfação do cliente ou das demais partes interessadas (stakeholders) no negócio*”.

O *Lean Thinking* tem as suas raízes no TPS (Toyota Production System), inicialmente aplicado na indústria automóvel. Um conjunto de métodos e ferramentas

foram desenvolvidos ao nível operacional de forma a apoiar o *Lean Thinking*. Um exemplo será o mapeamento do fluxo de valor (VSM), utilizado para “*identificar o fluxo de recurso e as áreas onde as operações consomem recursos mas não acrescentam valor, na perspetiva do cliente. Este mapa posteriormente é utilizado para gerar ideias que levarão ao redesenho dos processos*” (Pinto, [pp.4], 2014).

2.1.3. Significado de Valor

Pinto (2014) refere que o valor é “*tudo aquilo que justifica a atenção, o tempo e o esforço que dedicamos a algo*”. As organizações (com ou sem fins lucrativos, entidades privadas ou públicas) existem para criar valor para as pessoas que se servem dos seus serviços/produtos, direta ou indiretamente, e todos os colaboradores devem ter essa ideia sempre presente. Pinto (2014) assume que o “*valor que as organizações geram destina-se à satisfação simultânea de todas as partes interessadas (stakeholders)*”, sejam colaboradores, acionistas, clientes ou fornecedores.

De forma a criar valor para os *stakeholders*, as organizações devem centrar-se nas atividades que acrescentam satisfação para os clientes, procurando a eliminação do desperdício (MUDA). Cerca de 95% do tempo utilizado para a realização de operações não acrescentam valor para a cadeia, sendo deslocações, inspeções, tempo destinado à espera, entre outros. (Pinto, [pp.8], 2014)

2.1.4. Significado de Desperdício

Pinto (2014) refere o desperdício como “*todas as atividades que realizamos que não acrescentam valor*”, já Fuhio Cho, da Toyota, define desperdício como “*tudo o que está além da mínima quantidade de equipamento, materiais, peças, espaço e mão-de-obra, estritamente essenciais para acrescentar valor ao produto*” (Suzaki, 2010).

Os japoneses designam essas atividades como MUDA, pois consomem recursos e tempo responsáveis por tornar os produtos/serviços mais dispendiosos do que deveriam. A vantagem competitiva de uma organização é reforçada quando se consegue reduzir o MUDA, praticando preços mais baixos entregando o mesmo valor para o cliente.

É medida de acordo com a relação “*o valor que conseguem criar/o que pedem em troca*”, quanto mais favorável for esta relação maior as hipóteses de vencer no mercado. (Pinto, pp.8, 2014)

Pinto (2014) refere que existem dois tipos de desperdícios: o “**puro desperdício**”- Atividades dispensáveis, exemplo, deslocamentos, paragens, entre outros, podendo chegar a 65% do MUDA nas organizações e o “**desperdício necessário**”- Atividades que têm de ser realizadas mas não acrescentam valor, por exemplo, inspeções e realização de *setups*. As organizações têm, neste caso, de reduzir os tempos deste tipo de muda.

O MUDA pode ainda ser classificado como visível ou invisível, sendo este último o mais difícil de combater e existente em maior quantidade. O primeiro passo é a identificação do desperdício. A identificação do desperdício pode ser conseguida através de uma série de técnicas e ferramentas desenvolvidas pela gestão empresarial japonesa, tais como: Os Três UM; os 5M+Q+S; os sete desperdícios de acordo com Taiichi Ohno (Suzaki, 2010).

2.1.4.1. OS três MU

O objetivo, nesta abordagem, assenta na aproximação de uma condição onde a capacidade e a carga são iguais, ou seja, nas organizações existem processos, pessoas, materiais e tecnologia capazes de produzir uma determinada quantidade de produtos/serviços que foram requisitados pelos clientes. Assim, o desequilíbrio entre a capacidade e a carga geram desperdícios para a organização, designados pelas palavras japonesas *MUDA*, *MURA* e *MURI*. (Pinto, pp.10, 2014).

- *MUDA* (desperdício) - Refere-se a tudo o que não acrescenta valor, tendo que ser eliminado ou reduzido.
- *MURA* (irregularidades ou inconsistências) – Eliminado através do sistema Just In Time (JIT), produzindo o necessário quando pedido.
- *MURI* (excesso ou insuficiência) – Eliminado através da uniformização do trabalho, tornando os processos previsíveis, controláveis e estáveis.

2.1.4.2. OS 5M+Q+S;

Nesta abordagem analisam-se as áreas onde os desperdícios podem acontecer. Na figura 1 podemos observar as diferentes áreas e os desperdícios associados.

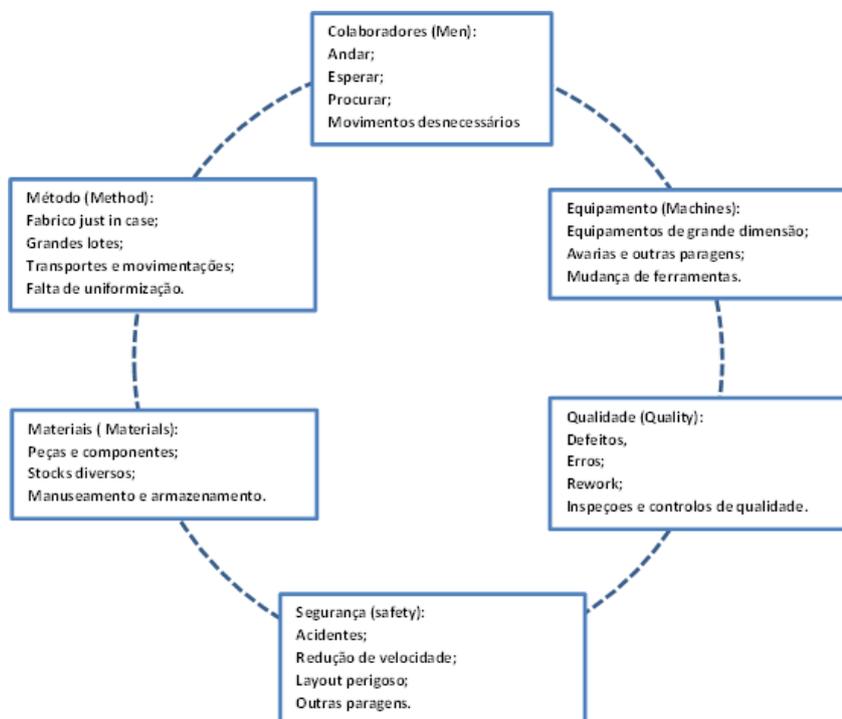


Figura 1 - Os 5M+Q+S e os possíveis desperdícios (adaptado de Pensamento Lean, 2016)

2.1.4.3. Os sete desperdícios de acordo com Taiichi Ohno.

Os sete desperdícios mais conhecidos foram identificados por Taiichi Ohno (1912-1990) e Shigeo Shingo (1909-1990) no desenvolvimento do TPS, sendo eles: **Excesso de produção** – A mais penalizante dos sete desperdícios; resulta de uma produção *Just In Case* (JIC), ou seja, o oposto da JIT. Suzaki (2010) refere que este desperdício é criado “devido à produção de bens para além da procura do mercado”, ou seja, produz-se mais do que necessário, em quantidades desnecessárias. De forma a equilibrar a capacidade com a procura, sem produzir excessos, pode-se implementar alguns métodos *Lean Thinking*, entre eles: Trabalho programado e uniformizado ao longo da cadeia de valor; Postos de trabalho balanceados; Fluxo contínuo (peça a peça); Usar a produção puxada (JIT); Nivelar a produção – trabalhando em lotes pequenos, produção flexível (*heijunka*) e Mudança rápida de ferramentas. **Espera** – Perda de tempo das pessoas e equipamento sempre que estão à espera de algo (exemplo, falta de matéria-prima). Ao contrário do

excesso de produção este desperdício é de fácil identificação, pois é um desperdício visível permitindo assim ações corretivas (Suzaki, 2010). As organizações podem optar por alguns métodos de forma a eliminar a inatividade, sendo eles: nivelamento das operações (*heijunka*); Implementando um *layout* específico por produtos/serviços, de preferência celular; Fazendo mudanças rápidas de ferramentas (rápidos *setups*); Melhorando o planeamento e a sincronização entre áreas de trabalho (eventualmente, optar por desligar o sistema de planeamento – MRP) e realizando o balanceamento dos postos de trabalho.

Transporte e movimentações – Pinto (2014) designa por “*transporte qualquer movimentação ou transferência de materiais, partes montadas ou peças acabadas, de um sítio para outro por alguma razão*”. Não se espera eliminar este desperdício mas sim reduzi-lo, corrigindo *layouts*, alterando o planeamento das operações e a adoção de sistemas de transportes mais flexíveis (rápidos e pequenos).

Processo – Desperdício associado aos processos que não são necessários. Um indício deste desperdício resulta no aumento de defeitos no produto, por exemplo. Pode ser reduzido através da formação dos colaboradores e esforços de uniformização.

Stocks – Os stocks denunciam a presença de materiais retidos por um determinado período de tempo, dentro e fora da organização. Pinto (2014) refere ainda alguns contributos simples e eficazes para eliminar os *stocks*, tais como: reforço do planeamento e controlo das operações; Nivelamento da produção garantindo um fluxo estável e contínuo; Regulação do fluxo de operações; Produção puxada; melhoria da qualidade dos processos e mudança rápida das ferramentas.

Defeitos – Designa-se de defeitos os problemas de qualidade. A estes problemas estão associados custos de inspeção e o *rework* (reparações). As formas mais comuns de eliminar os defeitos podem ser: implementar operações padrão (sempre que possível, uniformizar operações, materiais e processos); presença de dispositivos de deteção de erros ou *error-proofing*; construir qualidade na fonte e em cada processo/operação (garantir que cada um faz bem à primeira, evitando posteriores inspeções e controlos); incentivar a produção em fluxo contínuo (sem stocks para camuflar problemas); eliminar a necessidade de ter de movimentar peças e materiais; se possível, automatizar determinadas atividades.

Trabalho desnecessário – Refere-se a todo o movimento desnecessário na execução das operações. Refere ainda formas de eliminar o trabalho desnecessário, tais como: conseguir um fluxo contínuo de produção/serviço; promover a uniformização das operações de trabalho e apostar na formação e no treino dos colaboradores.

Suzaki (2010) desenvolveu um fluxograma dos métodos e os seus relacionamentos, com o objetivo de eliminar desperdícios (figura 2).

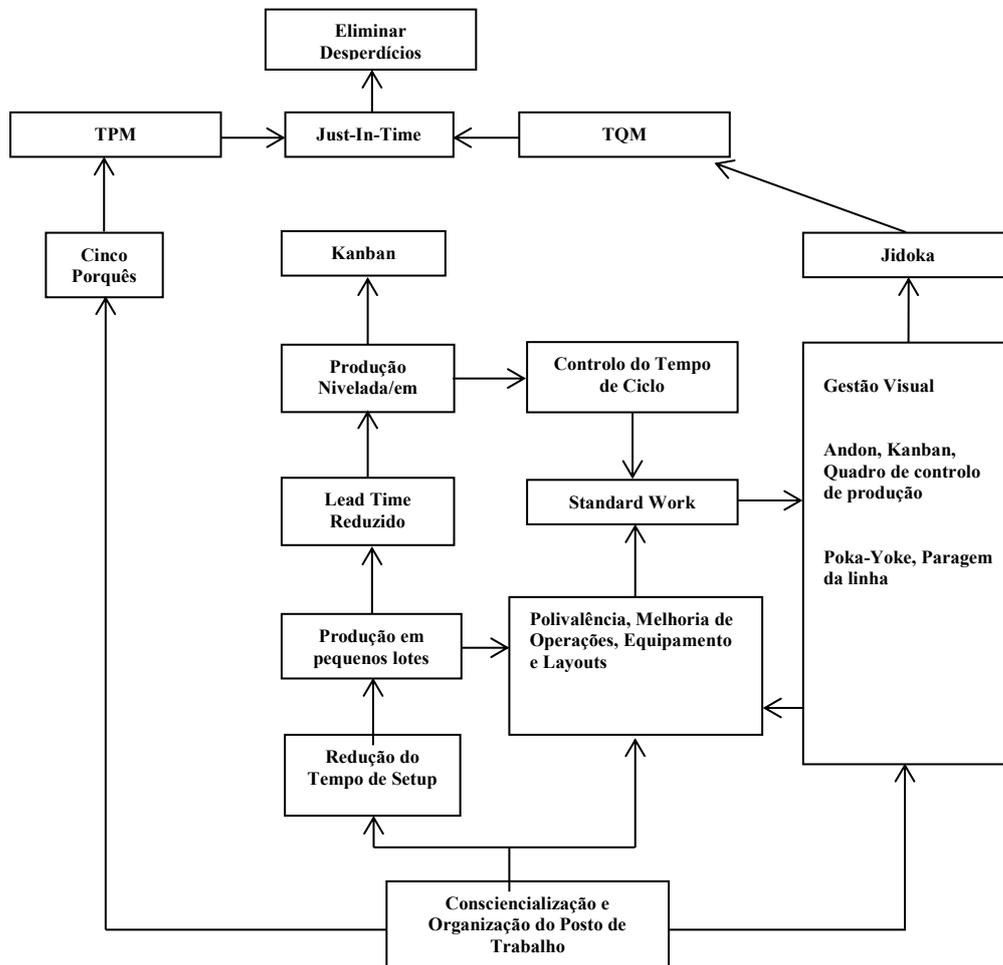


Figura 2 - Métodos e os seus relacionamentos com o objectivo de eliminar desperdícios (adaptado de Suzaki, 2010)

2.2. TOYOTA PRODUCTION SYSTEM (TPS)

O sistema TPS foi desenvolvido para fornecer ferramentas e soluções para que todos os envolvidos possam melhorar continuamente o seu desempenho. As pessoas no sistema TPS devem ter um sentido de preocupação e curiosidade para resolver problemas, evitando que estes apareçam ou que os seus efeitos se propaguem. Pinto (2014) refere que o sucesso do sistema TPS é *“a sua incrível consistência em termos de desempenho (sendo este resultante da excelência operacional conquistada ao longo de mais de cinco décadas de desenvolvimento do TPS)”*. As principais técnicas que se destacam são: JIT, *Kaizen*,

Jidoka e *Heijunka*, contudo Pinto (2014) refere que as ferramentas não são “*a arma secreta*” mas sim “*o profundo conhecimento das pessoas e dos mecanismos de motivação*”.

As obras de Liker et al. (2004), possibilitam a melhor compreensão do TPS, identificando 14 princípios de gestão da Toyota, sendo eles: **Basear as decisões de gestão numa filosofia de longo prazo**, mesmo que à custa de resultados financeiros no curto prazo; **Criar processos/fluxos contínuos** de forma a tornar os problemas evidentes; **Usar o pull system** para evitar excessos de produção; **Nivelar a carga de trabalho**; **Criar o hábito de interromper os processos para resolver os problemas**; **Uniformização** é a base da melhoria contínua e o *empowerment* das pessoas; **Usar controlos visuais** para que os problemas não se escondam; **Usar apenas tecnologia fiável** que suporte as pessoas e os processos; **Facilitar o desenvolvimento de líderes** que verdadeiramente conheçam o trabalho, vivam a filosofia e ensinem os outros; **Desenvolver pessoas e equipas** excepcionais que sigam a filosofia da sua empresa; **Respeitar** e estender isto à rede de parceiros (incluindo fornecedores), desafiando-os e apoiando-os a melhorar. “**Vá e veja por si e verdadeiramente perceba a situação**” (*genchi genbutsu*); **Tomar decisões consensuais**, considerando todas as opiniões; **Implementar as decisões rapidamente e Fomentar a criação de uma learning organization** através da reflexão segura (*hansei*) e da melhoria contínua.

A melhor forma de estudar o TPS é apresentá-lo como uma casa (Figura 3).

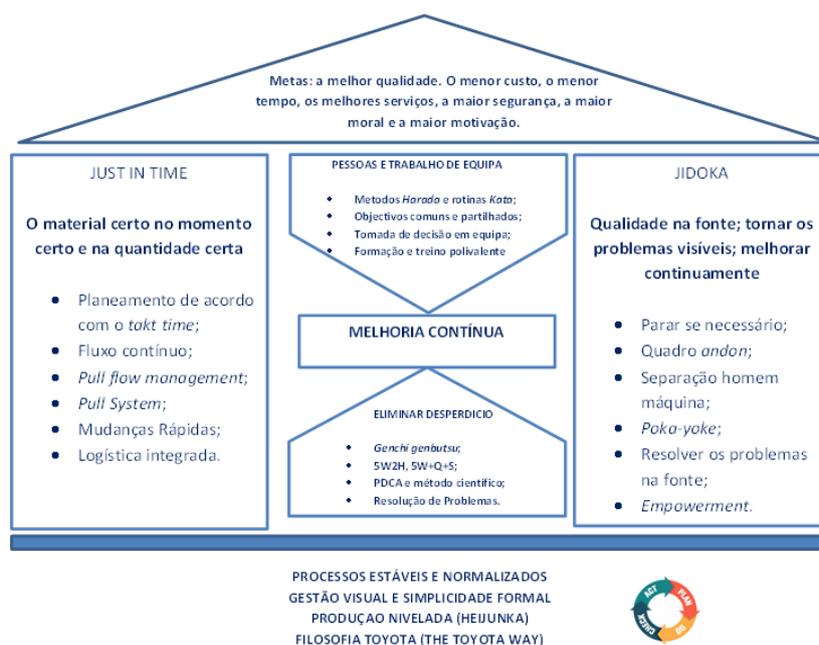


Figura 3 - A casa do TPS (Adaptado de Pinto, 2014)

2.3. JUST IN TIME (JIT)

O sistema JIT é um dos pilares do TPS e um dos fatores que mais contribui para a implementação de um sistema baseado na filosofia *Lean Thinking*. Pinto (2014) define JIT como “*fazer apenas o que é necessário e no momento necessário*”. De acordo com Ohno (1998), o sistema JIT envolve 2 componentes: O sistema *Kanban* – Por muitos designado por produção *pull* ou puxada, tornou-se o elemento de referência do sistema de produção da Toyota e o nivelamento da produção (*heijunka*).

De forma a trabalhar no regime JIT é necessário adotar o paradigma “*pull system*, ou seja, “*todo e qualquer processo só é ativado quando o processo a jusante o permite*”, deixando o tradicional *push system* (“*empurrar produtos e/ou serviços para os clientes na expectativa de, mais cedo ou mais tarde, aqueles serem vendidos*”) (Pinto, pp.110-111, 2014).

Assim, Pinto (2014) refere que o JIT é uma “*técnica de produção puxada a qual todos os outputs são realizados no momento certo, na quantidade pedida e no local combinado, recorrendo ao paradigma pull e ao Kanban para controlar e disciplinar o fluxo de materiais, pessoas e informação*”.

Pinto (2014) sugere que o “motor” da filosofia *Lean Thinking* assenta no conjunto de técnicas e ferramentas JIT, destacando-se: **Operações simples e uniformizadas** – Podem ser consideradas como fator facilitador para envolver todas as pessoas numa organização, estas incluem o envolvimento total das pessoas e **Design de produtos, processos e serviços, de forma a facilitar a sua execução**. Estudos de Whitney (1990) demonstraram que entre 70 a 80% do custo do produto são originados nas fases iniciais do seu desenvolvimento; **Ênfase nas operações** – Desenvolvimento de processos simples, uniformizados e à prova de erro; **Uso de equipamentos simples e flexíveis** – Equipamentos simples caracterizam-se por serem mais pequenos, móveis, adaptáveis e de fácil mudança (*setup*); **Layout celular ou modular** – Trabalhando em células, consegue-se maior flexibilidade e um maior compromisso perante a qualidade e o desempenho das pessoas; **TPM (Total Productive Maintenance)** – Abordagem à gestão do equipamento, tem por objetivo eliminar as grandes perdas originadas pelos equipamentos, ao mesmo tempo reforça a sua flexibilidade e desempenho. A frase crítica do TPM é a manutenção autónoma, na qual todos os colaboradores fabris são responsáveis pela manutenção das

2.4. HEIJUNKA (NIVELAMENTO DA PRODUÇÃO)

Com o aumento da competitividade global e a diversificação das necessidades dos clientes, as organizações têm que ser capazes de responder rapidamente ao mercado. Como os clientes finais têm hábitos cada vez mais padronizados então as organizações devem então assumir uma produção em *mix*, a um ritmo estável, “*permitindo que as operações a montante controlem a produção mais prontamente*” (Suzaki, 2010).

Suzaki (2010) afirma que a produção em *mix* suaviza as operações de produção, contudo é importante nivelar o volume total de produção para que as alterações súbitas não tenham um efeito negativo.

O nivelamento/em *mix* deve evitar a produção de peças para *stock* intermédio, assim, para isso, a programação deve ser elaborada quinzenalmente, reduzindo o tamanho dos lotes e praticando mudanças de *setup* frequentes, de forma a cumprir os objetivos (Suzaki, 2010).

2.5. KAIZEN (MELHORIA CONTÍNUA)

Pinto (2014) refere que o *Kaizen* é das “*formas mais eficazes para melhorar o desempenho e a qualidade nas organizações*”, assegurando a qualidade dos produtos e serviços e a implementação de uma cultura de permanente melhoria. A melhoria contínua encoraja a proatividade de todos os envolvidos, de forma a resolver problemas e desafios, tendo como objetivos a redução de custos, o aumento da qualidade dos produtos e serviços e a satisfação dos clientes e *stakeholders*.

Para que a melhoria contínua seja bem aplicada numa organização, é necessário que todos os envolvidos tenham o conhecimento e percebam a sua essência e o que fazer nesse sentido. É extremamente importante que os envolvidos tenham a vontade de o fazer e por último, devem ter as competências necessários para que a melhoria contínua aconteça.

Segundo Pinto (2014), a melhoria contínua consiste em 3 componentes, a primeira componente “*encoraja ativamente as pessoas a cometerem erros*”, a segunda componente “*incentiva e recompensa as pessoas a identificar os problemas e a solucioná-los*”, e por último, a terceira “*pede às pessoas que identifiquem formas de fazer ainda*

melhor, ou seja, incute nas pessoas a insatisfação com os atuais níveis de desempenho, levando-as a superarem-se constantemente.”

Há que ter em consideração que a melhoria contínua não é um processo de solução rápida, ou seja, a melhoria contínua assente na evolução gradual, dando tempo a que todos se ajustem e aprendam.

Segundo Pinto (2014) cada incremento dado no sentido da melhoria contínua é apoiado num ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*). A figura 5 descreve a melhoria contínua baseada no ciclo PDCA.

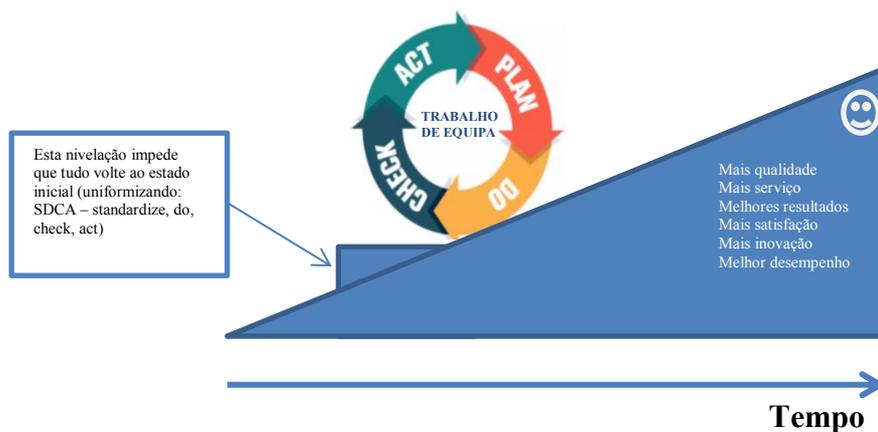


Figura 5 - A melhoria contínua baseada no ciclo PDCA (Fonte: Pinto, 2014)

2.6. CICLO PDCA (*Plan-Do-Check-Act*)

O ciclo PDCA é conhecido como o ciclo de melhoria contínua ou ciclo de *Deming*. Criado por Walter Shewhart (1891-1967) na década 30 do século XX só começa a ser popularizado nos anos 50 pela mão de W. E. Deming (1900-1993). Trata-se de uma sequência simples que serve de guião à melhoria contínua e à análise de determinadas situações ou de mudanças. A grande vantagem do ciclo PDCA é a sua simplicidade, ou seja, não requer nenhum grau académico ou conhecimento de alguma ciência para o conseguir aplicar, como refere Pinto (2014) “*é um meio disponível a todos*”. Contudo a sua prática é reduzida devido sobretudo “*à ausência de condições para tal (por exemplo, uma estratégia de melhoria continua, suporte por parte da gestão), na falta de método, ou disciplina, ou de incentivos à sua aplicação*”. (Pinto, 2014)

Pinto (2014) afirma que para aplicar o ciclo PDCA, em termos de esforço e tempo, o praticante deve disponibilizar 50% para o Planear, 15% para Fazer e Verificar e os restantes 20% para Ajustar, contudo na sua maioria os praticantes passam ao fazer e verificar sem disponibilizar os 50% do esforço no planear levando muitas vezes a erros, avanços e recuos e conseqüentemente à criação de desperdício.

2.7. MATRIZ X (*HOSHIN KANRI*)

A matriz x é normalmente usada como método de planeamento estratégico e uma ferramenta para gerir projetos complexos. *Hoshin* pode traduzir-se como “bússola” e permite a uma organização alcançar uma posição desejada. Permite não perder o foco alcançando a visão estratégica. É um método que captura e concretiza os objetivos e desenvolve os meios para que “as pretensões da empresa possam ser realidade” tendo como principal intenção a integração da totalidade das atividades diárias de uma organização. A implementação deste método requer equipas “*pluridisciplinares*”, práticas de controlo diário da Qualidade, tendo sempre em mente o custo e a entrega (Pinto, 2014).

Babich (2006) afirma que os primeiros passos na preparação do *Hoshin* são: **(1) Analisar o meio envolvente (*scan*)** – Esta atividade deve ser concluída antes de iniciar qualquer outra. É também uma atividade que deve ser realizada frequentemente, dado que as condições de mercado estão em constante mutação; **(2) Desenvolver a estratégia de médio prazo** – Durante pelo menos uma semana, desenvolver uma estratégia sólida de médio prazo a discutir as métricas dos processos e os resultados financeiros e **(3) Desenvolver o *Hoshin* anual** – Durante pelo menos mais de uma semana, elaborar a matriz X (A3-X). Dado que a maioria dos membros da equipa *Hoshin* será líder de equipas táticas, compete-lhes a formação destas equipas. O *Hoshin Karin* pode também ser aplicado através de documentos em formato A3.

2.8. MATRIX A3-X

Pinto (2014) refere que os formatos A3 promovidos pela Toyota contêm 9 elementos críticos:

1. Tema ou assunto (colocado no topo e denunciando o problema, ou desafio)

2. A caracterização do problema, incluindo a definição do estado inicial (estado presente) e definindo os motivos do projeto.
3. A afirmação do estado pretendido, ou estado futuro (*to be*), definindo a amplitude e o âmbito do projeto.
4. O procedimento ou a abordagem ao problema (por norma, assente no ciclo PDCA, ou alternativamente no método científico).
5. A análise sistemática ao problema/desafio (por exemplo, aplicação dos 5W, análise custo-benefício, diagrama de *Ishikawa*, *desing or experiments* ou outro).
6. A solução proposta.
7. A calendarização da implementação (incluindo ações, as datas e os responsáveis).
8. As ilustrações gráficas (desenhos, croquis ou fotos) para rápida informação e perceção do que se pretende.
9. A data e unidade (entidade) responsável a quem reportar no final da folha A3.

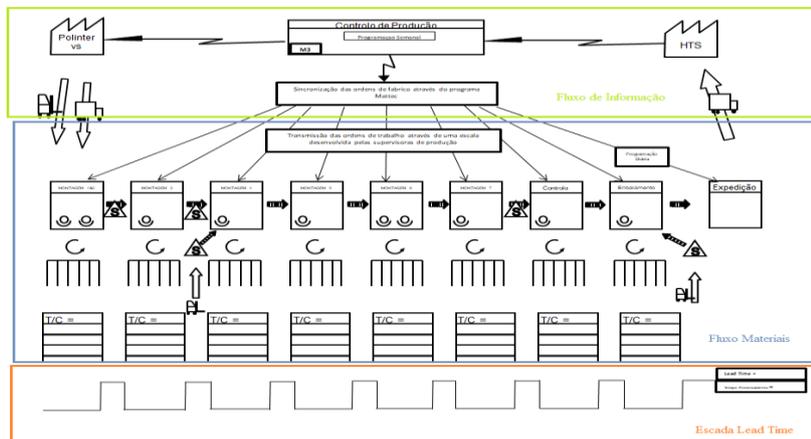
O formato A3 tem como principal vantagem a identificação rápida dos principais problemas e desafios, assim como quem está envolvido. É possível documentar, de forma sucinta, através de ilustrações gráficas como o VSM (Mapeamento do Fluxo de Valor), fotos, desenhos, diagrama de *Ishikawa*, entre outros, todas as informações pertinentes, facilitando a comunicação e consumindo poucos recursos. De forma a implementar este método é necessário construir equipas motivadas, mudar a cultura da empresa e implementar novas práticas de gestão. (Pinto,2014)

2.9. VSM (MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR)

Apresentado por Rother et al. (1999), tem como principal objetivo a visualização do percurso de um produto ou serviço ao longo de toda a cadeia de valor, ou seja, do “conjunto de todas as atividades que ocorrem desde a obtenção do pedido até à entrega ao cliente final do produto ou serviço. (Pinto, 2014)

Contribui para a identificação dos desperdícios e suas causas, inclui o mapeamento do estado presente “*as is*” focando o estado futuro “*to be*”. Considera dois

tipos de fluxo, o fluxo de informação e o fluxo de materiais (figura 6), tendo como principal atenção os custos dos processos, “considerando os processos de análise e tomada de decisão”. (Pinto, 2014)



2.9.1. Descrição dos Métodos para a determinação dos tempos

Figura 6 - Mapeamento do Fluxo de Valor

Existem vários métodos para a medição e determinação dos tempos: dados históricos, amostragem, cronometragem, comparação, estimativa e MTM (*Methods Time Measurement*), podendo observar-se na figura 7. Contudo os métodos mais usados são: cronometragem, comparação e MTM.

Critérios e Considerações			
Tempos	Comparação	Cronometragem	MTM
Critérios			
Tipo de produção	Produção Única	Pequenas e Médias Séries	Grandes Séries
Informação Necessária	Projetos idênticos já realizados	Informação sobre Operação, peça e método	Informação detalhada sobre os movimentos
Precisão e Rigor	Baixo	Bom	Elevado

Figura 7 - Critérios e Considerações, adaptado de Exertus, Lda (2003), "Manual Pedagógico PRONACI", (fonte: tese Análise de Tempos e Métodos numa Linha de Produção de Autocarros, de Vasco Gaspar, 2016)

2.9.1.1. **Dados Históricos**

Habitualmente as organizações têm tempos padrão de produção. Existem dois tipos de tempos informais, um baseado no conhecimento do trabalho, outro em desempenhos do passado.

Este método requer a análise de dados, é aconselhável para tarefas longas e é frequentemente utilizada em produções onde o produto/operações mudam constantemente. A grande desvantagem é a desconhecida fiabilidade e erro que este método comporta.

2.9.1.2. **Amostragem**

Este método consiste em aplicar fundamentos estatísticos com o objetivo determinar o tempo padrão.

De acordo com Vieira, et al, (2015), evocando outros autores (Peinado e Graeml, Francischini), trata-se de um método que consiste em fazer observações num período maior do que na cronometragem, alcançando, porém, os mesmos resultados. Este método permite a estimativa da percentagem seja do trabalhador ou da máquina, em cada atividade. A sua utilidade principal é que permite a observação geral de um grande número de tarefas e operadores e estimar o tempo-padrão de uma operação sob certas circunstâncias e estimar o tempo gasto em várias atividades exercidas pelos profissionais.

2.9.1.3. **Estimativa**

Este método consiste num cálculo de tempos de valor aproximado. É indicado para tarefas que raramente se realizam. As principais vantagens consistem na facilidade de execução e não requerer muitos fundos para a sua implementação. A principal desvantagem é a falta de rigor.

2.9.1.4. **Comparação**

Este método determina os tempos comparando projetos idênticos já realizados. É indicado para produções com um só produto/processo. Tem como principal vantagem a facilidade de execução. A principal desvantagem é a falta de rigor e precisão.

2.9.1.5. Cronometragem

Vieira, et al, (2015), evocando outros autores (Francischini, Figueiredo, Oliveira e Santos) afirmam que a cronometragem pode ser o método mais eficiente e rápido para a execução de uma operação, identificando falhas e redução de custos de produção.

Este método determina os tempos com a ajuda de ferramentas (Exertus, 2003), tais como: cronómetro de hora centesimal; máquina de filmar - este é um equipamento que apresenta a vantagem de registar fielmente todos os diversos movimentos executados pelo operador, o que auxilia o analista a verificar se o método do trabalho foi integralmente respeitado pelo operador, assim como, na verificação da velocidade com que a operação foi realizada; prancheta de cronometragem - necessária para que se apoie nela a folha de observações e o cronómetro; folhas de observação - para que os tempos e demais informações relativas a operação cronometrada possam ser adequadamente registrados.

Este método requer, informações sobre a operação a executar, peça e método. É indicado para produção de pequenas e médias séries. A principal vantagem é a boa precisão e rigor. A principal desvantagem é a utilização do recurso humano: desatenção.

2.9.2. TEMPO DE CICLO E TACK TIME

Na indústria a taxa de procura definida pelo cliente deve decidir o ritmo das operações, ou seja, devem estar de acordo com o “*Tack Time*”. De forma a garantir as necessidades dos clientes, em vez de maximizar a taxa de produção, os gestores devem estabelecer um “ritmo” para a cadeia de valor. (Pinto, 2014)

Pinto (2014) define o Tempo de Ciclo “*como tempo entre duas peças (ou dois clientes) consecutivas e é definido pela operação mais demorada na sequencia de fabrico (ou de atendimento dos clientes numa unidade prestadora de serviços)*”. Já o *Tack Time* define como “*tempo de ciclo variável, isto é, definido de acordo com a procura (maior procura requer um menor tempo entre peças consecutivas, ou seja, um menor takt time)*.”

A equação (1) permite o cálculo do *Tack Time* de um determinado processo:

$$Tack\ Time = \frac{Tempo\ disponível}{Procura\ no\ tempo\ disponível} \quad (1)$$

O tempo disponível representa o tempo designado ao trabalho disponibilizado pelos operadores, ou seja, sem acrescentar tempo de paragens (programadas ou não).

O principal objectivo dos gestores é garantir que o Tempo de Ciclo seja inferior ao *Takt Time* para que não haja atraso mas não muito, para que não haja desperdícios no processo, assim Pinto (2014) faz a seguinte análise:

- **Se *takt* (procura) > c (capacidade)** – sobrecarga, atrasos nas entregas, falha ao cliente!
- **Se *takt* (procura) < c (capacidade)** – subcarga, baixa utilização de recursos, desperdício!

Através desta análise, Pinto (2014) sugere que “*a empresa deverá constantemente ajustar o tempo de ciclo dos seus processos ao takt time para, simultaneamente, satisfazer a procura e garantir uma adequada taxa de ocupação dos seus recursos (capacidade)*”.

2.10. SIPOC (Suppliers, Input, Process, Output, Costumers)

Uma ferramenta adequada para completar o mapeamento do fluxo de valor é o diagrama SIPOC (*Suppliers, Input, Process, Output, Costumers*), que permite identificar os fluxos de materiais e os fluxos de informação num mesmo gráfico ou em dois gráficos distintos. O SIPOC permite identificar assim, os fornecedores (agentes que fornecem os materiais ao processo), os Inputs (materiais e produtos semiacabado), os Processos (soldadura, estampagem, colagem, entre outros), os Outputs (Resíduos e Produto Acabado) e por fim os *Consumers* (os Clientes e empresas externas, por exemplo, empresas destinadas à reciclagem) (Suzaki, 2010).

2.11. Ferramentas *Lean Thinking*

Neste capítulo serão descritas algumas ferramentas *Lean Tinking* tais com:

- Diagrama *Ishikawa*;
- FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*);

- 5 Porquês;
- Gestão Visual;
- 5S.

Estas ferramentas têm como principal objetivo identificar as principais oportunidades de melhoria assim como as causas das principais falhas.

2.11.1. DIAGRAMA ISHIKAWA

Criado por Kaoru Ishikawa (1915-1898), o Diagrama *Ishikawa* é uma importante ferramenta de melhoria contínua. Utilizada normalmente em processos de brainstorming (gestão de ideias), trata-se essencialmente de uma ferramenta de análise. O Diagrama *Ishikawa* tem como principal objetivo a identificação dos principais problemas de um determinado processo. Através desta análise é possível identificar a causa-efeito dos problemas observados. O Diagrama de *Ishikawa* permite a divisão dos problemas observados em 6 categorias (Máquinas, Métodos, Materiais, Medição, Mãe Natureza e Mão-de-Obra) (Pinto, 2014).

2.11.2. FMEA (Failure Mode and Effects Analysis)

Outra ferramenta de melhoria contínua é o *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA). É uma técnica destinada à identificação de falhas que podem ocorrer num determinado serviço, produto ou processo e tem como principal objetivo a redução/eliminação dessas mesmas falhas a fim de proteger os clientes (Pinto, 2014).

Pinto (2014) refere que o FMEA se baseia nos seguintes passos:

Para cada entrada do processo, determinar de que formas o processo pode falhar – estes são os modos de falha. Para cada modo de falha identificado associado com as entradas do processo, determinar os efeitos. Identificar as potenciais causas de cada modo de falha identificado. Listar os controlos atuais para cada causa identificada. Atribuir graus de severidade (S), ocorrência (O) e deteção (D); Grau de gravidade para cada um dos efeitos (exemplo: de [1...10]); Grau de ocorrência para a frequência de cada causa (exemplo: de [1...10]); Grau de deteção para a capacidade dos controlos atuais detetarem a causa e/ou o modo de falha (exemplo: de [1...10]). Calcular o número de prioridade de risco (NPR). Este é um número calculado com base na informação relativa a potenciais

modos de falha, efeitos e a capacidade atual do processo para detetar as falhas (antes de chegar ao cliente), ou seja, $NPR = S * O * D$. Determinar as ações recomendadas para reduzir os NPR mais elevados (inicia-se a intervenção começando pelos modos de falha com maior NPR). Levar a cabo as ações apropriadas e documentar os resultados. Voltar a calcular o NPR e iniciar as intervenções pelos valores mais elevados.

2.11.3. 5 PORQUÊS (5W)

A análise dos 5 porquês tem como principal objetivo a análise da causa-raiz dos problemas que podemos encontrar num determinado processo. A resolução dos problemas de forma rápida resulta, na maioria das vezes, na probabilidade de recorrência desse mesmo erro, pois só os efeitos foram tratados. Assim, resolver a causa desses problemas é o que os líderes e gestores devem fazer. Pinto (2014)

Pinto (2014) refere que o conceito associado à aplicação dos 5W é muito simples:

1. Identificar o problema;
2. Perguntar: “porque aconteceu?” (identifique todas as possíveis causas);
3. Para cada uma das causas agora identificadas, perguntar de novo: ”porque aconteceu?”;
4. Repetir cinco vezes os passos 2 e 3. No final deverá ter identificado a(s) causa(s)-raiz;
5. Identifique a solução e as contrapartidas para resolver a(s) causa(s)-raiz.

Deve ser realçado que a análise dos 5 porquês é baseada na opinião das pessoas, ou seja, é subjetiva. Assim, trabalhar em equipa e envolver todas as pessoas com experiência pode eliminar algumas limitações, como por exemplo, o fato da análise evoluir para mais de 5 porquês, perdendo a focalização (Pinto, 2014).

2.11.4. GESTÃO VISUAL

Com o objetivo de aumentar a eficiência e eficácia das operações, foi desenvolvido o conceito de gestão visual ou controlo visual, para tornar tudo mais visível, lógico e intuitivo. As organizações recorrem à gestão visual para tornar “*os processos mais simples, menos dependentes de sistemas informáticos e procedimentos formais*”. O ser humano recebe a maior quantidade de informação (>75%) através da visão. Assim conseguir disponibilizar as coisas mais importantes ao alcance dos olhos facilita a informação necessária aos processos assim como a comunicação. Existem várias formas para os sinais visuais aparecerem, por exemplo, “*cartões Kanban, caixa heijunka, sombras das ferramentas num quadro, marcas pintadas no chão ou paredes, semáforos ou LED, roupa/farda de diferentes cores*”. (Pinto, 2014)

Também pode dar reconhecimento e *feedback* sobre o processo a todos os operários, com o objetivo de manter o sistema aberto, visual e claro. (Courtois et al, 2011)

As práticas 5S são assim um enorme contributo para a implementação da gestão visual. De realçar que a gestão visual deve ser o mais simples possível para que os operadores num instante possam recolher toda a informação necessária, sem dúvidas ou hesitações (Courtois et al, 2011).

2.11.5. 5S

O princípio 5S foi desenvolvido pelos japoneses e designam 5 palavras japonesas que permitem “*sistematizar as atividades de arrumação, de organização e limpeza dos locais de trabalho*”. As palavras são as seguintes (Courtois et al):

- **SEIRI** – Arrumação;
- **SEITON** – Pôr em ordem;
- **SEISO** – Limpeza;
- **SEIKETSU** – Asseio;
- **SHITSUKE** – Formação Moral;

A figura 8 ilustra o esquema 5S.

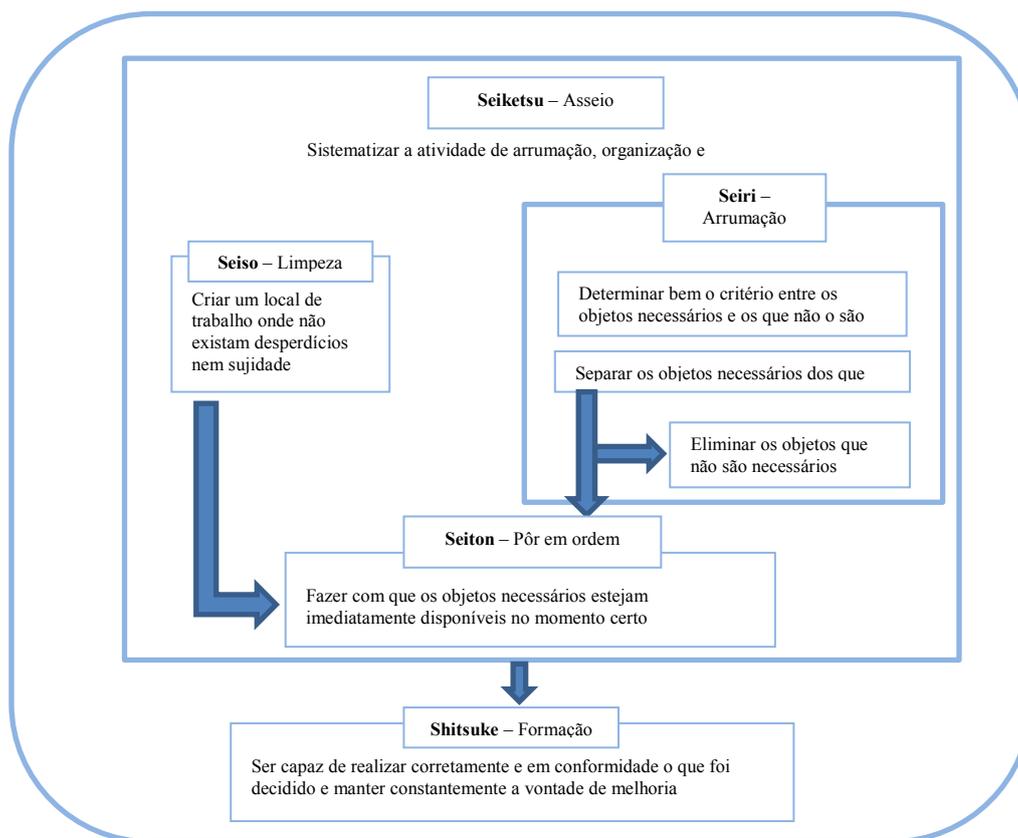


Figura 8 - Esquema 5S (adaptado Courtois et al., 2011)

2.12. LAYOUTS

A principal preocupação dos gestores é a melhoria das operações, transporte de materiais ou a transformação dos materiais na linha de montagem, de forma isolada, em vez de otimizar o processo produtivo global resultando na acumulação de *stock* escondendo assim alguns problemas. De forma a eliminar alguns problemas, Suzaki (2010) sugere formas de “*desenvolver fluxos suaves, com melhor coordenação dos processos por toda a fábrica*”. Sendo o primeiro passo a análise do *layout* e a utilização das máquinas existentes nas nossas fábricas, uma vez que existe uma quantidade significativa de desperdícios que estão associados a um *layout* mal concebido.

Segundo Suzaki (2010) existem dois tipos de *layouts* a ter em consideração, o *layout* orientado por produto e o *layout* orientado por processo. Entende-se por *layout* orientado por processo a disposição das máquinas no *shop-floor*, onde é o produto que percorre as diferentes máquinas consoante a sua necessidade. Segundo Suzaki (2010), na perspetiva do supervisor, parece fazer sentido um *layout* por processo, por exemplo, as

máquinas de furar podem permanecer todas num determinado departamento. Contudo Suzaki (2010) refere 8 tipos de desperdícios que podem ser encontrados com este *layout*: dificuldade na coordenação e planeamento da produção; desperdício de transporte; acumulação de *stock* intermédio (WIP); duplo ou triplo manuseamento de materiais; lead time extremamente longos; dificuldade na identificação das causas dos defeitos; dificuldade na criação de *standards* para fluxo de materiais e trabalho dos operários e dificuldade na implementação de melhorias devido à falta de *standards*. Outras dificuldades que Suzaki (2010) apresenta são a comunicação e visibilidade devido “à distância que por vezes existe entre as pessoas dos diferentes departamentos”. Mudando o *layout* por processo para um *layout* por produto trás assim um melhoramento pois torna o fluxo mais suave. O material flui de acordo com a sequência dos processos e existe menos confusão sobre onde e quando deve ser transportado o produto. Os processos estão mais próximos e a distância que o material percorre é menor. (Suzaki, 2010)

Um dos principais problemas mencionados por Suzaki (2010) é a “*potencial limitação da capacidade da máquina*”, podendo existir um problema de falta de capacidade e na sua maioria fica muito dispendioso o investimento numa máquina. Suzaki (2010) menciona ainda a falta de flexibilidade aquando das avarias das máquinas, pois ao contrário do *layout* por processo as máquinas não se encontram todas no mesmo lugar. Estes problemas podem ser resolvidos através de formações aos colaboradores e delegando responsabilidade como chefe de linha, não estando assim formado para algo específico. Os principais problemas encontrados no *layout* por processo são assim reduzidos/eliminados, tais como, “*transportes desnecessários, acumulação de WIP, duplo ou triplo manuseamento de materiais e lead times extremamente longos*”. (Suzaki, 2010)

2.13. LINHAS DE MONTAGEM

Uma linha de montagem representa um conjunto de operações tendo em vista a montagem de um ou vários produtos. As linhas de montagem são constituídas por um conjunto de postos de trabalho e um mecanismo de transporte entre si (Courtois et al., 2011).

As linhas de montagem têm como vantagens a taxa de utilização de capacidade elevada e tempos de ciclo curtos, fluxo regular de materiais e facilmente controlado, pouco

manuseamento de materiais, redução do espaço necessário (menos stock e transporte de materiais) e a possibilidade de operários menos qualificados.

As principais desvantagens são o investimento inicial muito elevado e necessidade de equipamento automático, a baixa motivação dos funcionários devido à realização de tarefas repetitivas ou monótonas e deve ser incluído no processo produtivo manutenção e reparação crítica e o controlo de qualidade.

O principal objetivo numa linha de montagem é garantir o mínimo do tempo morto (tempo não produtivo, por exemplo, espera) e se possível garantir que todos os postos tenham o mesmo tempo de ciclo. Conseguindo, pode-se dizer que a linha esta perfeitamente equilibrada. A equilibragem da linha é conseguida através da afetação de operações a realizar nos diferentes postos de trabalho de modo a reduzir o tempo morto.

De forma a garantir o melhor balanceamento da linha é necessário primeiro conhecer as relações de precedência, ou seja, as operações não são arbitrárias, não podendo ser iniciadas antes que outra determinada operação seja concluída.

Quando descobertas as relações de precedências, existem um conjunto de métodos que podem ser implementados, sendo eles, o modelo “Toyota” e os modelos Heurísticos.

O **modelo “Toyota”** é essencialmente conseguida através da observação “*in loco*” de todos os processos existentes na linha e a possível análise do que pode ser feito e onde de maneira diferente.

Os métodos heurísticos permitem de uma forma mais “académica” elaborar uma análise sobre o melhor balanceamento. Existem 3 tipos de métodos heurísticos, a **Heurística do Número de Sucessores Imediatos**, onde as operações são afetadas aos postos de trabalho com número de operações que podem realizar apos a sua conclusão, a **Heurística do Tempo de Processamento**, onde as operações são afetadas de acordo com o seu tempo de processamento e por ultimo a **Heurística dos Tempos Posicionais**, onde as operações são afetadas de acordo com o somatório do tempo de processamento das operações que a sucede.

3. CASO DE ESTUDO

O foco de estudo assenta numa linha de montagem de cadeiras auto para bebés (linha 2, modelo IZI FLEX), no intuito da melhoria da sua eficiência. De forma a satisfazer essa premissa foi adotada a metodologia *Lean Thinking*, que tem como principal objetivo o aumento do UpTime (percentagem de tempo produtivo dos processos), através da eliminação do desperdício. No presente caso, procurou-se a redução dos "tempos completos" (designação dada ao tempo entre a entrada do produto num processo e a sua saída).

Foi implementado um PDCA (*PLAN-DO-CHECK-ACT*) com o objetivo de estabelecer os limites do estudo e a metodologia aplicada à adoção da metodologia *Lean Thinking*, importante para não perder o foco do estudo e aumentar a eficiência e eficácia na sua implementação (Figura 9).

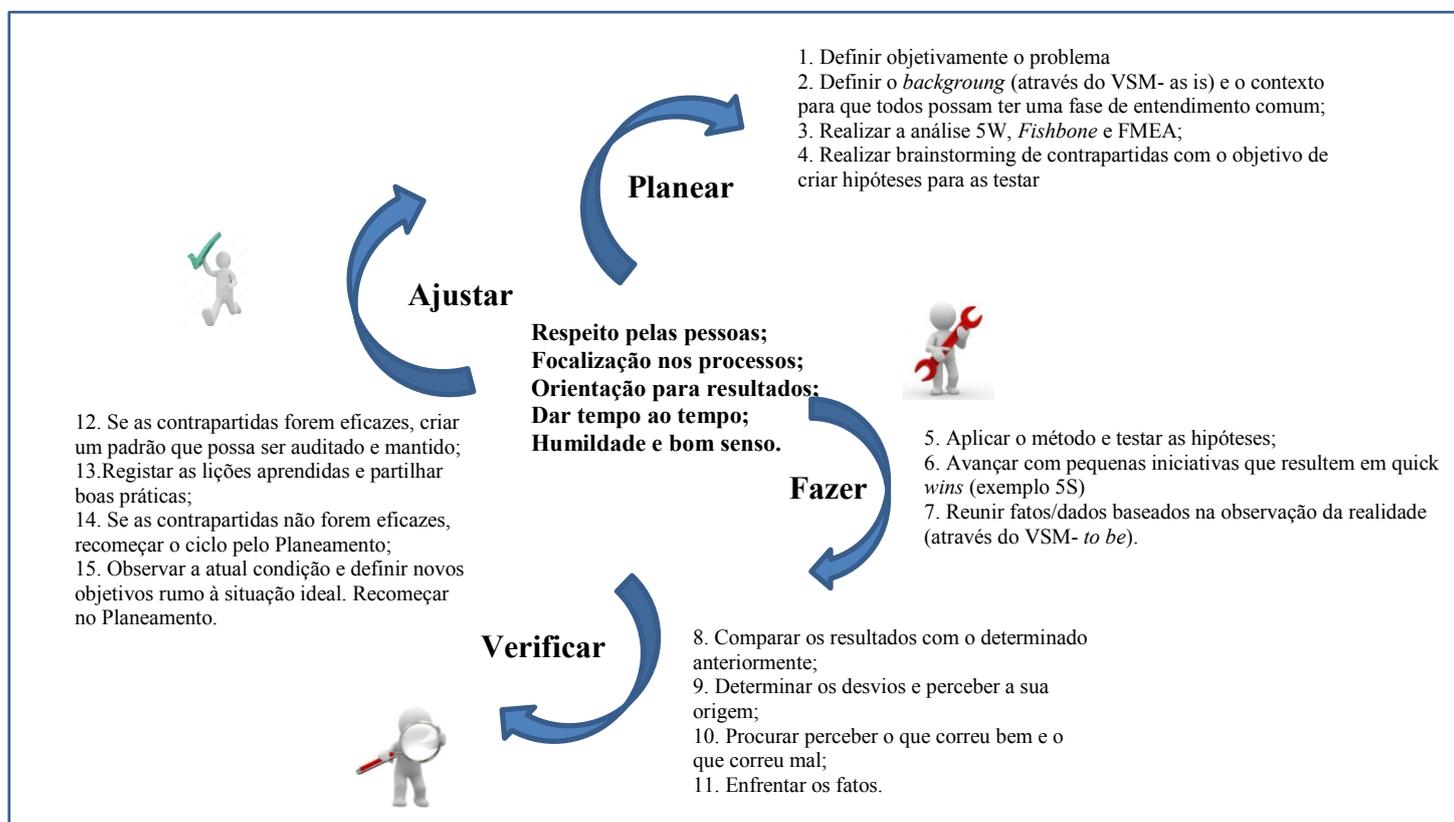


Figura 9 - Partes e etapas do ciclo PDCA (Adaptado de Pinto, 2014)

3.1. Descrição da empresa

O grupo Polisport, fundado em 1978, por Pedro Araújo, foca-se e especializa-se no mundo das duas rodas. Tem como base a inovação, internacionalização e qualidade de serviço prestada ao cliente. Está presente em mais de 70 países, exportando 95% de toda a sua produção. O grupo Polisport conta com 365 colaboradores distribuídos por 6 empresas [Polisport Plásticos S.A, Polinter Plásticos S.A, Polisport Molds, Lda, Polipromotion, Headgy Helmets e Polisport Brazil] possibilitando o trabalho em diversas marcas do seu portefólio. A sede administrativa localiza-se na zona industrial de Carregosa, Oliveira de Azeméis.

A **Polisport Plásticos S.A** dedica-se ao desenvolvimento de peças plásticas para veículos de duas rodas. Foi fundada em 1978 por Pedro Araújo, em nome individual, passou em 1982 a sociedade por quotas. Assumindo, desde então, a denominação de Pedro & Paulo Araújo Plásticos, Lda., começou a ser conhecida como Polisport. No ano de 1999 passa a Sociedade Anónima e, em 2009, assume a designação de Polisport Plásticos SA.

Com sentido de oportunidade, criatividade e com a motivação de criar produtos que respondam às necessidades dos clientes, a Polisport ocupa, na atualidade, uma posição de destaque nos vários segmentos de mercado internacional em que está inserida. Atualmente é o maior fabricante português de acessórios plásticos para bicicletas e motociclos e foi o primeiro fabricante em Portugal a produzir e comercializar guarda-lamas em plástico para motos.

A empresa tem registado um forte crescimento económico, tendo atingido, nos últimos anos, volumes anuais de vendas superiores a vinte milhões de euros.

A **Polinter Plásticos S.A** é uma empresa industrial que produz peças em plástico pelos sistemas de injeção e moldação por sopro. Trabalha, sobretudo, para os exigentes e competitivos mercados de componentes para veículos de duas rodas, fabricando componentes para velocípedes com e sem motor e motociclos. Para a indústria automóvel também produz cadeiras de bebé.

Iniciou a sua atividade em 1980, com a denominação de Oliveira e Silva, Lda.. Em 1988 a Polisport adquiriu 50% do seu capital, alterando a sua denominação para Polinter Plásticos, Lda. Em Agosto de 2009 alterou novamente a sua natureza jurídica para Polinter Plástico S.A.

A Polinter tem tido um papel fundamental na implementação das novas tecnologias desenvolvidas pelo grupo. É hoje uma empresa com um volume de negócios anual na ordem dos 5 milhões de euros, e apresenta fortes perspetivas de crescimento.

Em 2012 foi inaugurada uma nova unidade industrial - **Polisport Molds, LDA** - que se dedica à fabricação e manutenção de moldes. A Polisport Molds é a terceira empresa a juntar-se ao Grupo Polisport, aliando-se à Polisport e à Polinter.

Este investimento assume-se como um passo estratégico em direção ao controlo da qualidade e eficiência no desenvolvimento de novos produtos.

A Polisport Molds também assumiu toda a área da Manutenção Preventiva e Corretiva de todos os seus moldes ativos. Atualmente é uma empresa com um volume de negócios na ordem dos 600 mil euros.

Em Setembro de 2012 uma nova empresa, criada em parceria com uma congénere Chinesa junta-se ao Grupo, a **Headgy Helmets**. Esta nova empresa tem como missão o desenvolvimento e produção de capacetes essencialmente para o mercado Europeu.

A **Polipromotion**, fundada em 2018, tem como missão o desenvolvimento, produção e customização de garrafas desportivas com a marca de cliente a um preço e lead time competitivo no mercado europeu.

3.1.1. PRODUTOS

O Grupo Polisport desenvolve, fabrica e comercializa produtos para Bicicletas (figura 10), Motos (figura 11 e 12) e carros (figura 12), e dispõe de uma gama completa de peças e acessórios em plástico para veículos de duas rodas.

3.1.1.1. PRODUTOS DE BICICLETA



Figura 10 - Produtos produzidos pelas unidades Polisport, Headgy Helmets e Polipromotion. (Da esquerda para a direita: Vidões, Capacetes, Porta-bebés e Guarda-lamas).

3.1.1.2. PRODUTOS OFFROAD



Figura 11 - Produtos produzidos pela unidade POLISPORT OFFROAD (Da esquerda para a direita: Portafaróis, Lift Bike Stand, protecções corporais, protectores de mão e carenagens de plástico para motos).

3.1.1.3. PRODUTOS OEM (Original Equipment Manufacturer)



Figura 12 - Produtos OEM (Original equipment manufacturer) produzidos na unidade Polisport.

3.1.2. Organização da Polisport

O Grupo Polisport é certificado pela norma ISO 9001:2015 e concluiu, em 2015, o processo de certificação de acordo com a norma da Inovação NP 4457.

O Macro processo privilegia o foco na cadeia de valor, numa clara distinção entre os *processos de suporte* (figura 13) e os *processos operacionais* (Figura 14), apresentando uma visão de negócio partilhada e entendida por toda a organização.

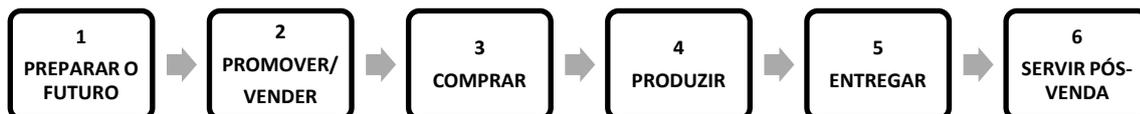


Figura 13- Processos Operacionais

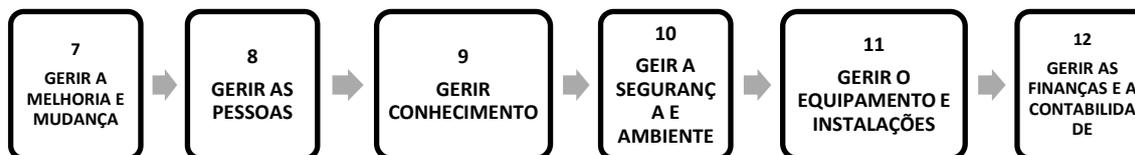


Figura 14 - Processos de Suporte

A Polisport definiu, em termos estratégicos, os seguintes pontos:

Estratégia:

Inovar, através do lançamento contínuo de novos produtos, novas tecnologias e processos de promoção da imagem de marca.

Servir, pela criação de parcerias com clientes e fornecedores.

Missão:

Conceber e produzir produtos inovadores para veículos de duas rodas, distinguindo-se pela performance, segurança e qualidade.

Visão:

Garantir o compromisso de melhorar contínua e eficazmente o seu Sistema de Gestão.

Valores:

Apostar internamente nas competências dos colaboradores e das capacidades tecnológicas fomentando uma cultura interna que privilegie:

- Orientação para o cliente;
- Inovação e Criatividade;
- Ética;
- Flexibilidade e Polivalência

O organograma do Grupo (Figura 15) traduz uma visão conjunta do negócio das empresas que o constituem. Encontra-se dividido em dois níveis: os Departamentos de Suporte (que prestam serviços a todas as empresas do Grupo) e os Departamentos Operacionais (mais diretamente ligados à atividade de cada empresa).

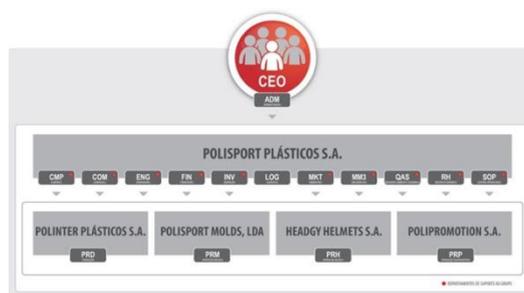


Figura 15 - Organograma do grupo Polisport PLAN (Planear)

3.2. Plan (Planear)

Neste capítulo serão apresentados a definição do problema do estudo, a estratégia adotada, a identificação de falhas/oportunidades observadas no processo produtivo através da implementação de ferramentas *Lean*, as metodologias adotadas pela organização, o mapeamento do fluxo de valor do estado presente e por fim o estudo do balanceamento da linha de montagem.

3.2.1. Definição do Problema

A definição do problema resulta da necessidade de aumentar a produtividade dos processos na organização e assim se chegou à questão fundamental: como aumentar a eficiência da linha de montagem de cadeiras auto para bebês?

Em resposta à questão, deu-se início à observação *“in loco”* de todos os processos envolvidos para a realização da cadeira (produto final) assim como de todas as movimentações dos colaboradores (tabela 1) e do *layout* fabril. A figura 16 apresenta a sequência do produto ao longo da linha de montagem.

Tabela 1: Identificação dos postos de trabalho, tarefas e movimentações

Postos de Trabalho	Tarefas	Movimentações
1	Montagem parte inferior da cadeira. Inspeção; Presença de 2 colaboradores.	Tudo ao alcance das mãos. Nota: Trabalho realizado para fornecer a base da cadeira. Movimentação do produto até zona de recolha.
2	Montagem Encosto; Inspeção.	Tudo ao alcance das mãos. Nota: Sem espaço para armazenamento efetuando-o em cima de caixas atrás do posto de trabalho.
3	Montagem Base + Encosto; Inspeção; Presença de 2 colaboradores	Movimentações necessárias para recolha de material. Identificação de estrangulamento.
4	Enchimento "EPS"; Espuma; Autocolante segurança; Inspeção	Movimentações para recolha de "EPS" e materiais ao alcance das mãos
5	Estofos cadeira, encosto e cabeça; Inspeção; Presença de 2 operários	Tudo ao alcance das mãos
6	Autocolantes Montagem;	Movimentações na recolha dos autocolantes e bases laterais.
7	Controlo de Qualidade; Inserção de etiquetas e manual.	Tudo ao alcance das mãos. Identificação de estrangulamento.
8	Embalagem	Movimentações para recolha de cartão para a caixa de embalagem.



Figura 16 - Sequência do produto na linha de montagem

3.2.1. PLANEAMENTO ESTRATÉGICO

O planeamento estratégico é essencial para se obter os melhores resultados num espaço de tempo mais curto, daí se ter desenvolvido a Matriz X (*Hoshin Karin*) com o objetivo de estabelecer as estratégias, processos e táticas que irão ser desenvolvidas neste trabalho, e a matriz A3, com o objetivo de estabelecer os limites temporais na metodologia adotada.

3.2.1.1. Matiz X (*Hoshin Karin*)

Através da análise da Matriz X (figura 17), podemos organizar as tarefas de todos os envolvidos no processo, através da responsabilidade das 3 partes envolvidas (Rui

Calçada, Eng. Liliana e Líder de Equipa). A comunicação entre estas 3 partes é fundamental para o sucesso deste processo.

A Matriz X permite, ainda, estabelecer as relações existentes entre Estratégias/Táticas e Processos/Táticas com o objetivo, do gestor, dar prioridade e estabelecer limites na aplicação deste processo. No exemplo de “Melhorar a comunicação entre todos os envolvidos” é compreensível que nas reuniões *Kaizen* (melhoria contínua) este processo deva estar sempre presente, ou seja, com uma correlação elevada. Uma correlação baixa ou nula não deve apresentar preocupação para o gestor na aplicação de uma determinada medida. Por último, mas não menos importante é a relação dos resultados com a Estratégia e Táticas permitindo ao gestor averiguar o custo e retorno das medidas que pretende adotar.

Matriz X (hoshin kanri)																				
correlação					correlação/contribuição										responsabilidade					
⊙	⊙	⊙			Implementar 5S	⊙	⊙											⊙	⊙	⊙
⊙	⊙	△			Identificar principais falhas nas linhas	⊙	⊙											⊙	⊙	⊙
⊙	⊙	⊙			Utilização de ferramentas Lean Thinking	⊙	⊙											⊙	⊙	⊙
⊙	△	⊙			Implementação de melhorias	⊙	⊙											⊙	⊙	⊙
⊙	⊙	⊙			Kaizen (melhoria contínua)	⊙	⊙											⊙	⊙	⊙
Integrar e Sincronizar a melhoria contínua a todos os envolvidos Adotar a Lean Thinking ao nível do <i>gemba</i> Melhorar comunicação entre todos os envolvidos					tácticas estratégias processos resultados										elementos da equipa Rui Calçada Eng. Liliana Líder de linha					
																				Retorno com aumento da produtividade Custos de desenvolvimento Custo de materiais Custo de mão-de-obra Custo de Energia
⊙	⊙																			
△	△	△																		
⊙	△	△																		
△	△	△																		
correlação					correlação/contribuição										responsabilidade					

Figura 17 - Matriz X (Hoshin Karin)

3.2.1.2. Matriz A3

Através da elaboração da matriz “A3” (figura 18) é possível identificar que ferramentas utilizar na identificação de possíveis falhas/oportunidades no processo, como por exemplo, o diagrama de *Ishikawa* (Análise), assim como estabelecer os limites temporais para a sua implementação (Plano e Ação).

A matriz é também importante, pois permite ter sempre em atenção onde se começa (Estado Presente) e onde se pretende chegar (estado futuro), transmitindo motivação e consciência, assim como não perder o foco do trabalho através da caracterização do problema/desafio.

A3 - PROPOSTA DE CONSTITUIÇÃO DE EQUIPA				
Tema	Aumentar a eficiência de uma linha de montagem através do Lean Thinking Unidade a quem reporta: ___Polisport_____			
CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA/DESAFIO	Estado Futuro			
<p>Proposta de estágio da empresa Polisport.</p> <p>Foco de estudo assenta na eficiência de uma linha de montagem para assentos de crianças.</p> <p>Um dos objetivos da empresa para 2019 é aumetar a sua eficiencia.</p> <p>Aplicação da metodologia Lean Thinking de forma a promover a melhoria continua atraves da flexibilidade, polivalência, inovação e criatividade, valores da empresa polisport.</p>	<p>Elaboração VSM (To Be) - Identificação do aumento de 10% de eficiencia no fluxo de materiais (mais especificamente através da diminuição do Tempo de processamento). Análise dos dados obtidos, identificar o que correu bem e o que correu mal, determinar desvios e perceber a sua origem. Enfrentar os factos</p>			
Estado Atual	Plano e Ação			
	<p>Recolha de dados VSM (as is) - 4 semanas</p> <p>Identificação de falhas e analise de possiveis melhorias - 2 semanas</p> <p>Implementação das possiveis melhorias - 3 semanas</p> <p>Recolha de dados VSM (to be) - 4 semanas</p> <p>Analise dos dados recolhidos - 1 semana</p> <p>Possivel forma de padronização- 2 semanas</p>			
ANÁLISE	VERIFICAÇÃO E ACOMPANHAMENTO			
<p>Especial atenção à mudança.</p> <p>Implementação de Ferramentas Lean Thinking tais como:</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>FMEA</td></tr> <tr><td>FishBone</td></tr> <tr><td>5 Porquês?</td></tr> </table> <p>Rui Calçada</p>	FMEA	FishBone	5 Porquês?	<p>Perceber o que foi feito bem e padronizar envolvendo todas as pessoas no processo.</p>
FMEA				
FishBone				
5 Porquês?				

Figura 18 -Matriz A3

3.2.1. DESCRIÇÃO DE MÉTODOS ADOPTADOS PELA ORGANIZAÇÃO

Com o objetivo de atingir o menor custo, o menor tempo e os melhores serviços, a maior moral e motivação é essencial para que a organização implemente determinadas metodologias como por exemplo o JIT. De forma a implementar a metodologia JIT, é necessário que a organização tenha conhecimento sobre o nivelamento da produção de acordo com o *tack time*, um layout que proporcione mudanças rápidas (*setups* reduzidos) e deve estar sempre presente a todos os envolvidos a consciência de melhoria contínua.

Em seguida é descrita como a organização aplica estes conhecimentos.

3.2.1.1. LAYOUT

O *layout* da empresa Polisport caracteriza-se por 9 linhas de montagem disponibilizadas em paralelo a longo do comprimento do espaço fabril, por uma zona de armazenagem de matéria-prima e produto semiacabado (figura 19).

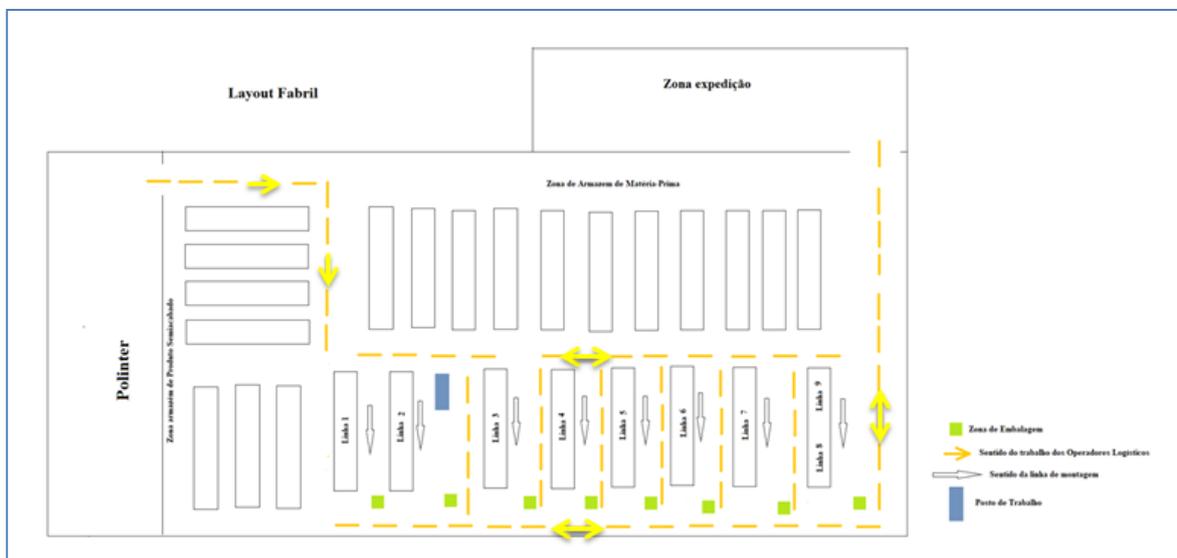


Figura 19 - Layout da empresa

A maioria dos produtos semiacabados das linhas de montagem é fornecida por uma empresa que se encontra junto à Polisport, a Polinter, através de uma passagem

partilhada. O resto é fornecido por fornecedores externos, nomeadamente a HTS. O produto semiacabado, assim como a matéria-prima, é armazenado na Polisport.

O foco de estudo assenta na análise da linha número 2, responsável pela produção de cadeiras de crianças para automóveis, marca BESAFE, com modelos como IZI Flex, IZI Comfort, IZI Plus, entre outros. Contudo, o foco de estudo será para o modelo mais recente, a IZI Flex. A responsabilidade dos operadores logísticos, em primeira instância, assenta no transporte da matéria-prima para os bordos de linha (figura 23) e para o início da linha (figura 21) que serão entregues aos colaboradores no posto de trabalho. No final do embalamento, o produto final é devidamente localizado (figura 20) em cima de paletes e conduzido para a expedição (figura 22), onde será enviado para o cliente.



Figura 21 - Material semiacabado no início



Figura 20 – Zona de preparação do serviço de embalamento para expedição



Figura 23 - Bordos da linha



Figura 22 - Zona de expedição da Polisport

3.2.1.2. HEIJUNKA (NIVELAMENTO DA PRODUÇÃO)

A linha de montagem estudada (esquema 2, linha 2) tem uma produção intermitente (figura 24), ou seja, produção em lotes de diferentes modelos de cadeiras para crianças (exemplo: modelo Comfort, Plus, IZI Flex, entre outros). De maneira a assegurar o

JIT (*Just in Time*) de todos os modelos, a Polisport faz o nivelamento da produção (*Heijunka*) com o objetivo de diminuir os *stocks* de produtos acabados, a redução de custos, o equilíbrio da utilização de recursos e menos monotonia dos postos de trabalho, com consequência de menos stress e eliminação de desperdícios. Existe ainda uma grande flexibilidade em implementar horas extraordinárias aos colaboradores com o objetivo de satisfazer sempre a procura semanal.

Job Number	Part Number	Tot Parts To Go	Part Description	Hours To Go	Forecasted Start	Forecasted End
000156575	840670003	141	o bebé bubbly maxi+ FF	1.59	05/20/2019 11:38	05/20/2019 11:38
000156644	840680011	192	o bebé bubbly maxi+ CFS GIANT	1.59	05/20/2019 14:51	05/20/2019 14:51
000156659	840680009	52	o bebé bubbly maxi+ CFS Author	0.32	05/20/2019 16:49	05/21/2019 00:00
000156594	840680005	700	o bebé bubbly maxi+ CFS cx ind	7.12	05/21/2019 08:11	05/21/2019 08:11
000156592	8636000146	64	cadeira Z Flex Plus X1 64	2.45	05/21/2019 16:33	05/22/2019 00:00
000156690	8636000142	24	cadeira Z Flex Plus X1 01	1.02	05/22/2019 10:17	05/22/2019 10:17
000156691	8636000143	24	cadeira Z Flex Plus X1 02	1.02	05/22/2019 11:18	05/22/2019 11:18
000156638	863700002	96	cad Z Flex ISDrix 02	3.38	05/22/2019 13:19	05/22/2019 13:19
000156639	863700004	16	cad Z Flex ISDrix 07	0.36	05/22/2019 16:57	05/23/2019 00:00
000156640	863700006	32	cad Z Flex ISDrix 09	1.13	05/23/2019 08:23	05/23/2019 08:23
000156641	863700007	144	cad Z Flex ISDrix 64	5.27	05/23/2019 09:36	05/23/2019 09:36
000156643	863700009	32	cad Z Flex ISDrix 50	1.13	05/23/2019 16:12	05/23/2019 16:12
000156642	863700008	16	cad Z Flex ISDrix 13	0.36	05/23/2019 17:24	05/23/2019 17:24
000156644	863700043	96	cad Z Flex ISDrix BurgundyM	3.38	05/23/2019 18:00	05/24/2019 00:00
000156579	863700008	32	cad Z Flex ISDrix 13	1.13	05/24/2019 10:38	05/24/2019 10:38
000156578	863700002	48	cad Z Flex ISDrix 02	1.49	05/24/2019 11:50	05/24/2019 11:50
000156580	863700043	24	cad Z Flex ISDrix BurgundyM	0.55	05/24/2019 14:39	05/24/2019 14:39
000156658	863700005	10	cad Z Flex ISDrix BurgundyM	0.23	05/24/2019 15:33	05/24/2019 15:33
000156652	863700018	60	cad Z Flex ISDrix 01 ISRAEL	2.16	05/24/2019 15:56	05/27/2019 00:00
000156578	863700018	14	cad Z Flex ISDrix 01 ISRAEL	0.32	05/27/2019 09:01	05/27/2019 09:01
000156653	863700019	26	cad Z Flex ISDrix 02 ISRAEL	0.59	05/27/2019 09:32	05/27/2019 09:32
000156655	863700022	6	cad Z Flex ISDrix 09 ISRAEL	0.14	05/27/2019 10:41	05/27/2019 10:41
000156656	863700024	16	cad Z Flex ISDrix 50 ISRAEL	0.36	05/27/2019 10:54	05/27/2019 10:54
000156657	863700025	30	cad Z Flex ISDrix 64 ISRAEL	1.08	05/27/2019 11:30	05/27/2019 11:30
000156607	863700001	30	cad Z Flex ISDrix 01	1.08	05/27/2019 13:38	05/27/2019 13:38

Figura 24 – Ordens de Fabrico relativos à linha 2 (objecto de estudo).

O nivelamento é realizado semanalmente com ajuda do programa de ERP (*Enterprise Resource Planning*), chamado M3, ajustado pelo técnico de planeamento de produção e finalmente sincronizado pelo programa MATTEC (figura 25) (software de controlo da produção), atribuindo-se as ordens de fabrico aos operadores logísticos através de uma caixa de nivelamento, habitualmente com um *buffer* de duas horas.

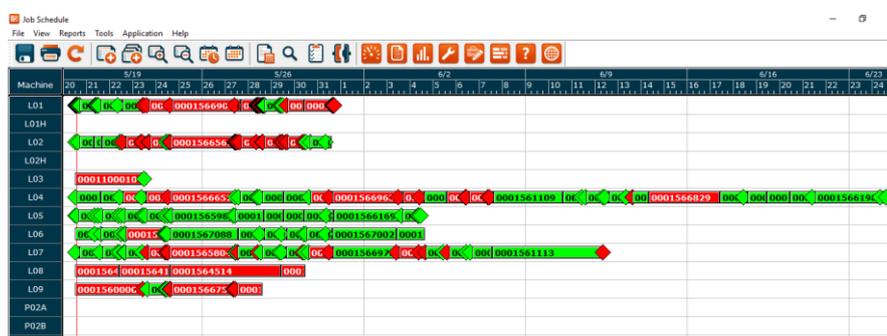


Figura 25 - Exemplo Nivelamento da Produção através do Programa MATTEC (Para as linhas todas)

3.2.1.3. REUNIÕES “KAIZEN”

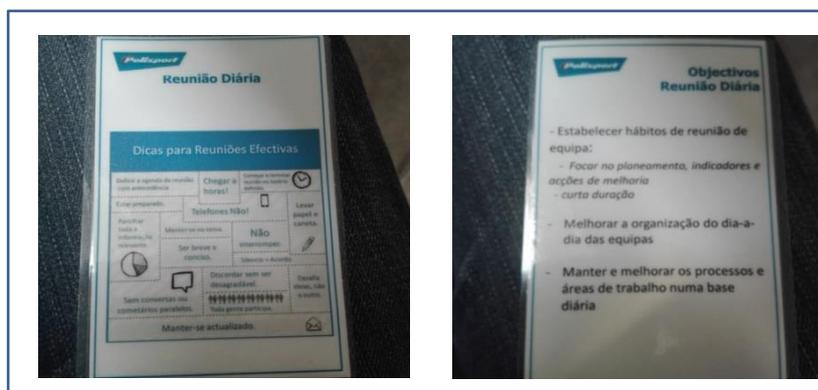


Figura 26 - Panfleto informativo sobre as reuniões Kaizen.

Com o principal objetivo de envolver todos na melhoria contínua foi determinado pela administração o desenvolvimento de reuniões periódicas por parte dos colaboradores onde são expostas os principais objetivos e falhas/oportunidades identificadas pelos mesmos, assim como ideias de resolução às mesmas oportunidades (figura 26). A formação foi essencial para que todos percebessem o objetivo deste método e que não tivessem receio de expor todas as suas ideias sem qualquer preconceito ou medo, pois nenhuma ideia é uma má ideia.

3.2.2. RECOLHA DE DADOS (ESTADO PRESENTE)

A recolha de dados foi elaborada “in loco” através de cronometragem. Perante a situação observada foi elaborada a recolha de tempos dos postos de trabalho com o objetivo de identificar o tempo de ciclo e cálculo do UpTime (percentagem de tempo Produtivo). O processo foi realizado num período de quatro semanas, resultando um total de 49 tempos para cada posto de trabalho.

3.2.2.1. ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise de todos os tempos foi efetuada através do cálculo do terceiro quartil dos tempos, ou seja, o valor que fica a 75% do conjunto da amostra considerando-o como sendo o mínimo tempo repetível. Foi tomada a decisão de utilizar esta análise estatística devido à grande dispersão dos dados recolhidos. De realçar que, após proceder ao cálculo do 3º quartil, procedeu-se ao arredondamento dos tempos ao número inteiro, pois não faz

sentido haver tempos com 2 ou 3 casas decimais uma vez que está expresso em segundos. Contudo, nos anexos, pode-se observar o cálculo dos tempos reais.

3.2.2.2. APRESENTAÇÃO DOS DADOS RECOLHIDOS (Estado Presente)

A tabela 2 apresenta os dados recolhidos de acordo com tempos completos (tempo entre a entrada do produto semiacabado e a saída no posto de trabalho) e o tempo produtivo (tempo designado à criação de valor). A tabela 4 apresenta a recolha de dados de acordo com o tempo que o produto semiacabado fica retido nos estrangulamentos. O “*stock intermédio*” diz respeito ao *stock* armazenado para o posto 3, destinado à montagem do encosto e base do assento.

Tabela 2: Tempos totais e Uptime (Estado Presente)

FINAL_as is	Postos de Trabalho	3ºquartil tempos produtivos [s]	3º Quartil tempos completos [s]	UPTIME
	1 (2 Operários)	89	151	58,86%
	2	103	145	70,69%
	3 (2 Operários)	66	113	58,19%
	4	50	88	56,53%
	5 (2 Operários)	53	69,5	76,26%
	6	43	86	50,00%
	7	78	131	59,35%
	8 (2 Cadeiras)	46	76	59,87%

Tabela 3: Tempo do Produto Estrangulado (Estado Presente)

	Tempo/unidades stock [s]
Stock intermédio	5
Posto 1 para 3	138
Posto 2 para 3	110
Posto 6 para 7	106
PALETE EMBALAGEM	0

Através dos dados recolhidos, pode-se então calcular o tempo total do produto na linha, tempo de ciclo (equação 2) e *Tack Time*, com o principal objetivo de determinar o melhor balanceamento da linha (equação 3). Ao acrescentar os dados calculados foi proporcionado os dados relativos à mão-de-obra, assim como a procura destinada a essa semana. Os cálculos e dados proporcionados estão apresentados de seguida.

$$\text{Tempo de ciclo} = \text{Maior tempo de processamento identificado [s]} \quad (2)$$

$$\text{Balanceamento} = \frac{\text{Tempo total do produto na linha [s]}}{\text{Tack Time [s]}} \quad (3)$$

$$\text{Tempo Operário} = \frac{\text{Tempo total de trabalho [s]}}{\text{Dias de Trabalho}} \quad (4)$$

$$\text{Tempo total do produto na linha} = \text{Soma dos tempos de ciclo [s]} + \text{tempo retido do produto [s]} \quad (5)$$

$$\text{Peças Necessárias produzir} = \frac{\text{Peças necessárias produzir}}{\text{Dias de Trabalho}} \quad (6)$$

Tabela 4 – Apresentação dos resultados totais (Estado Presente)

Tempo total do produto na linha [s]	1218
Equivalente em minutos	00:00:20:18
Tempo Total de ciclo [s]	860
Eficiência da Linha	71%
Tempo de ciclo [s]	151
tack time [s]	136
Tempo Operário [s]	28800
Peças Necessárias Produzir por dia	211
Line Balancing	6,319852941

Número de Operadores vizualizados	11
-----------------------------------	----

Como podemos observar na tabela 4, o produto desde que entra na linha até à sua saída leva um total de 1218 segundos. O tempo de ciclo, ou seja, a frequência com que o produto sai da linha tem um total de 151 segundos e o *Tack Time*, ou seja, o tempo necessário para satisfazer a necessidade do cliente final tem um total aproximado de 136 segundos. De ressaltar que o cálculo para os postos com dois operários foram realizados da seguinte forma:

$$\frac{\text{Tempo de ciclo (num determinado Posto)}}{n^{\circ} \text{ de operários presentes (num determinado Posto)}} \quad (7)$$

Em seguida são apresentadas as cartas de controlo de acordo com cada posto de trabalho com o objectivo de analisar os pontos de anomalia no processo caso estes existam.

3.2.2.3. ANÁLISE DAS CARTAS DE CONTROLO

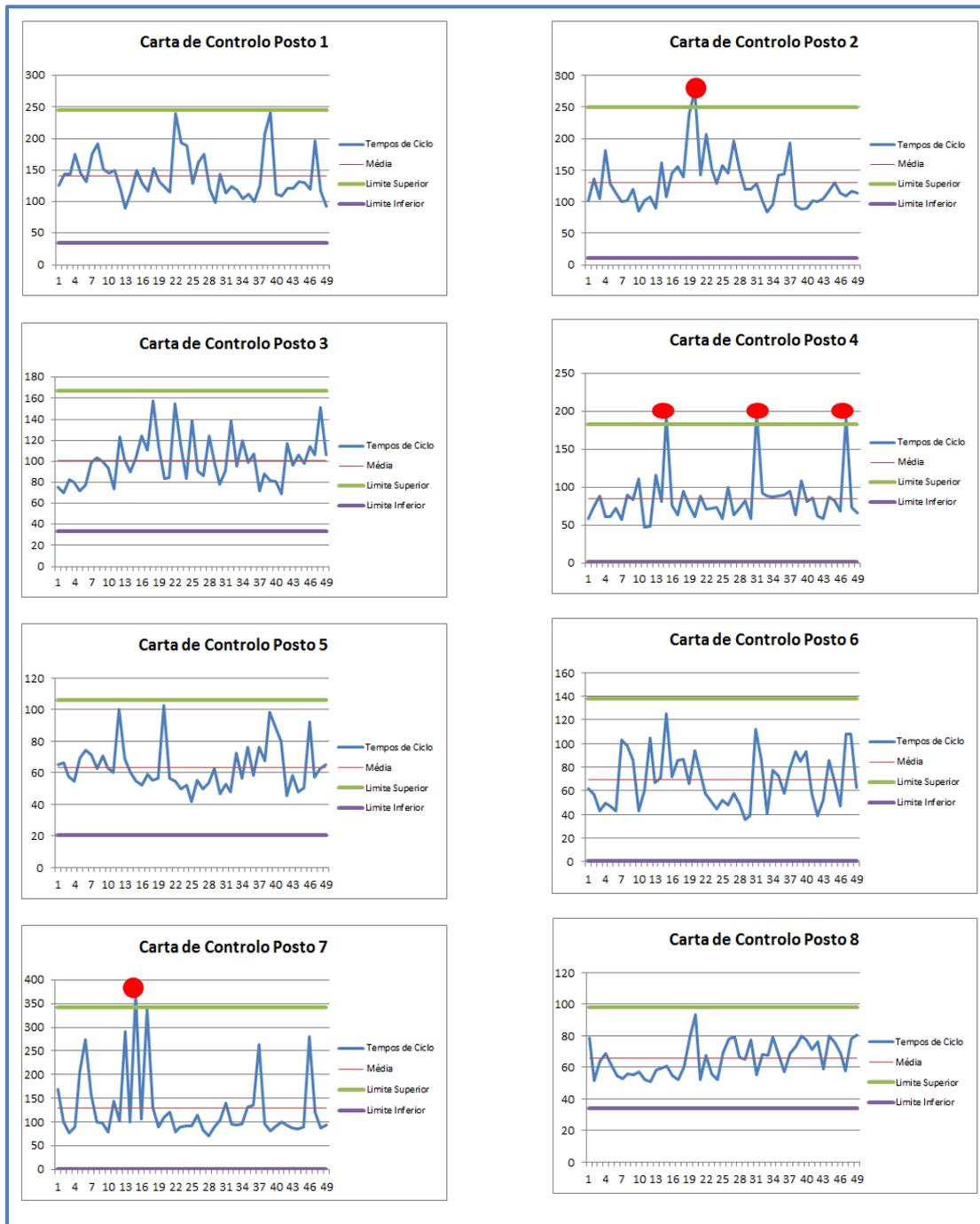


Figura 27 - Cartas de Controlo dos postos de Trabalho

Através da análise das cartas de controlo (figura 27), podemos observar alguns “Outliers”, ou seja, tempos de ciclo fora do controlo estatístico (assinalados a vermelho). Os “Outliers” no limite superior, de todos os postos à exceção do posto 7, dizem respeito ao tempo perdido a retirar as caixas do bordo, desmontar e reenviar para o operador logístico. Estes tempos só acontecem quando acabam os componentes no bordo de linha. O “Outlier” do posto 7 diz respeito ao tempo em que a colaboradora está a efetuar trabalho como chefe de linha e não como controladora de qualidade.

Concluindo, a análise das cartas de controlo permite averiguar que, o processo pode ter um melhor controlo, se os gestores prestassem atenção ao processo de desembalamento/retorno do material por parte dos colaboradores no posto de trabalho, assim como ao trabalho da líder da linha de montagem.

Posteriormente é então elaborado o mapeamento do fluxo de valor do estado presente e que é descrito no capítulo seguinte.

3.2.3. MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR DO ESTADO PRESENTE

Através da observação “in loco” do layout fabril, e dos processos na linha de montagem, foi elaborado o mapeamento do fluxo de valor do estado presente (*as is*), representado na figura 28.

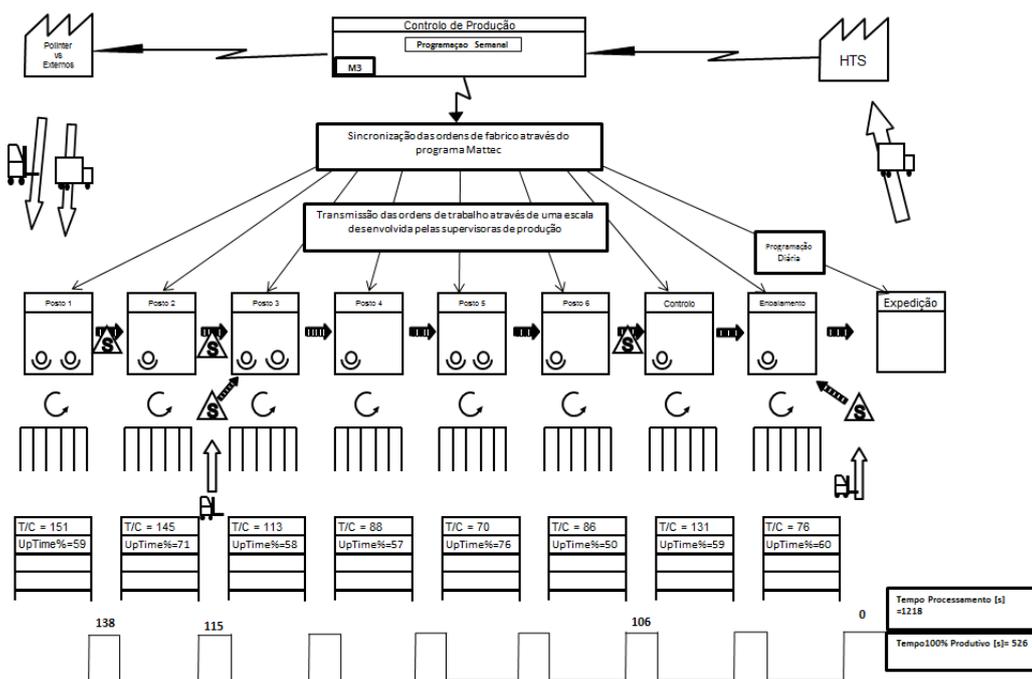


Figura 28 - Mapeamento do fluxo de Valor (as is)

De notar que a realização do Mapeamento do fluxo de valor (*as is*) teve como foco somente o fluxo de materiais, não realçando o fluxo de informação, isto porque o foco de estudo está na eficiência da linha de montagem. A realização do VSM permitiu calcular o valor produtivo dos postos de trabalho, assim como o cálculo do tempo que o produto semiacabado fica retido e conseqüentemente o tempo que o produto leva a ser totalmente montado. A ajuda da ferramenta SIPOC (*Suppliers, Input, Process, Output, Customers*) foi fundamental à complementação deste mapeamento, representada na figura 29.

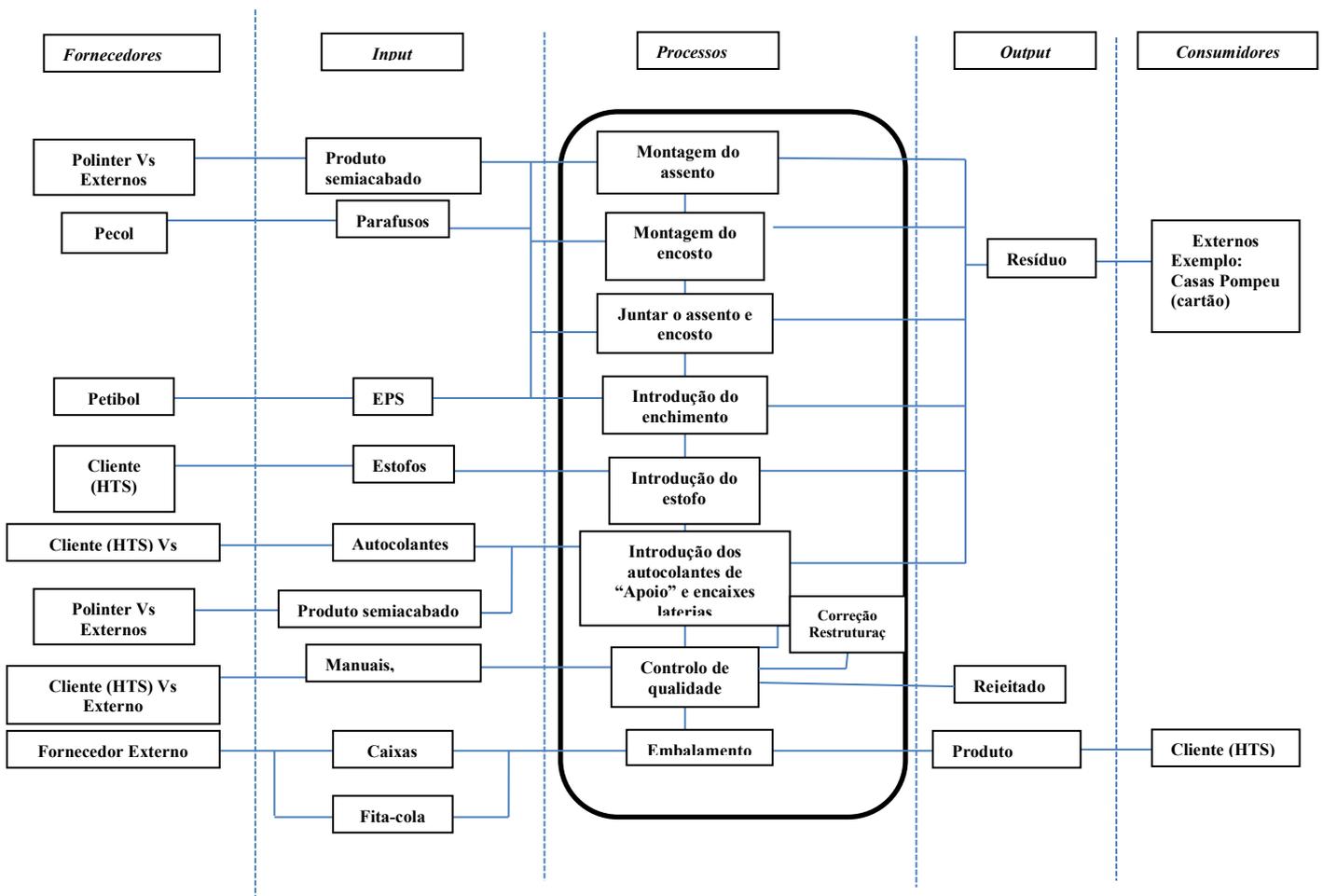


Figura 29 - SIPOC Polisport (adaptado de Coutois et al., 2011)

Os fornecedores da Polisport podem ser externos (designação dada à procura da melhor oferta perante o mercado), a Polinter, o próprio cliente, entre outros.

O *input* é a designação dada a todos os materiais utilizados na conceção do produto final e o *output* reflete o que sai dos processos que contribuem (através da montagem dos componentes) para o aumento de valor para o cliente.

Os processos designam todas as tarefas atribuídas aos colaboradores, maior foco de importância neste estudo.

Por fim os consumidores, representam o cliente final e externos (exemplo cartão para reciclagem).

3.2.3.1. ANÁLISE DO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR (AS IS)

Como podemos verificar na tabela dos Postos de Trabalho, Tarefas e Movimentações (tabela 1), e no esquema SIPOC POLISPORT, a linha de montagem é constituída por oito postos de trabalho, com onze colaboradores. Os postos, um, três e seis têm dois colaboradores, os restantes somente 1.

Na observação, foram identificados estrangulamentos do posto um para o três (figura 30), do posto dois para três (figura 31) e finalmente do seis para o sete (figura 32).



Figura 30 - Disponibilização da base da cadeira. Identificação do primeiro estrangulamento



Figura 31 - Disponibilização do encosto. Identificação do segundo estrangulamento



Figura 32 - Disponibilização das cadeiras para controlo de qualidade. Identificação do terceiro estrangulamento

Existe um *stock* intermédio designado aos postos quatro (montagem total do assento e encosto), assim como no processo de embalagem através das caixas (figura 33).



Figura 33 - Stock intermédio designado ao posto três

Depois de descrito o mapeamento do fluxo de valor é necessário averiguar as principais falhas/oportunidade do processo. Com esse objetivo foram implementadas algumas ferramentas *Lean Thinking* descritas no capítulo seguinte.

3.2.4. FERRAMENTAS LEAN THINKING

Com a ajuda dos colaboradores através do inquérito efetuado e com a análise através da implementação de algumas ferramentas *Lean Thinking*, nomeadamente o diagrama de *Ishikawa*, FMEA e os cinco porquês, conseguiu-se identificar as principais oportunidades/falhas na linha de montagem, como podemos observar de seguida.

3.2.4.1. Diagrama Ishikawa

Através do diagrama *Ishikawa* foi possível o processamento de ideias com o propósito da resolução de problemas. Como podemos observar na figura 34 os problemas identificados foram divididos em 6 categorias (Máquinas, Métodos, Materiais, Medição, Mãe Natureza e Mão de Obra).

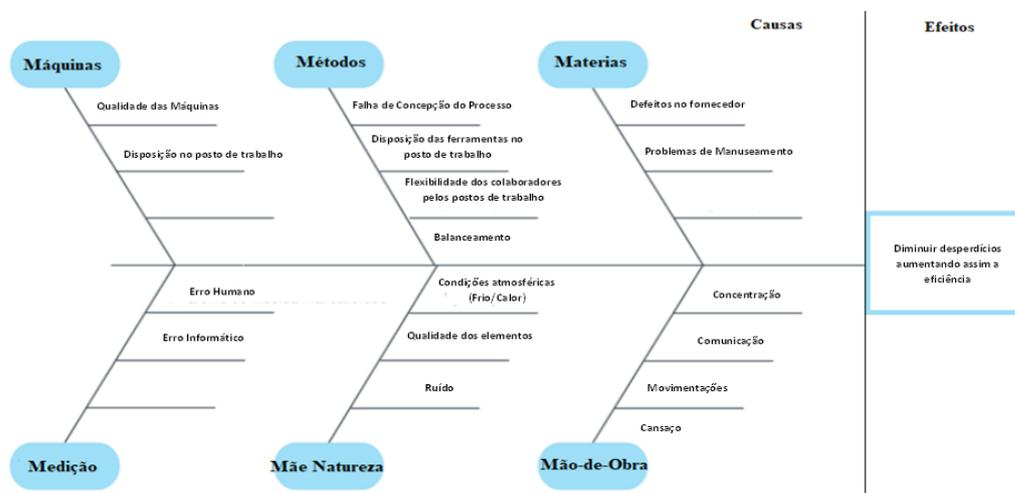


Figura 34 – Diagrama Ishikawa

Foram identificados (através da observação) os seguintes problemas:

- **Máquinas** – especialmente a qualidade e a disposição nos postos de trabalho (figura 35 e 36)



Figura 35 - Disponibilização da ferramenta "Torque"



Figura 36 - Disponibilização das ferramentas do posto de trabalho 4

- **Métodos** - principalmente a falha de conceção do processo, através da escassa formação, a disposição das ferramentas no posto de trabalho e a flexibilidade dos colaboradores no posto de trabalho (identificou-se a movimentação dos colaboradores pelos postos com maior cadencia) (figura 37 e 38 e 39).



Figura 37 - Disponibilização do produto semiacabado no bordo de linha.



Figura 38 - - Disponibilização do lixo atrás de posto de trabalho



Figura 39 - Disponibilização de caixas vazias na zona destinada aos colaboradores (e conceção dos colaboradores)

problemas de manuseamento e sua disposição no posto de trabalho (Figura 40 e 41).



Figura 40 - Disponibilização dos materiais no posto 2.



Figura 41 - Disponibilização dos materiais no posto 1



- **Mão-de-obra** - concentração, comunicação, movimentações e cansaço foram identificados como principais problemas;
- **Mãe Natureza** - as condições atmosféricas como frio e calor, a qualidade dos elementos (ferramentas) e ruído constante;
- **Medição** - o erro humano e erro informático.

3.2.4.2. FMEA

Com o objetivo de identificar qual das falhas requerem maior atenção, desenvolveu-se a FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*). Esta ferramenta permite estabelecer limites e determinar o foco que garanta as melhores melhorias no sistema, deixando assim de se fazer trabalho desnecessário, aumentando a eficiência de quem está a implementar a metodologia *Lean Thinking*. A FMEA foi desenvolvida através da interação pessoal de todos os envolvidos no processo produtivo (Tabela 5).

Tabela 5: Identificação das potências falhas/oportunidades

MÉTODO FMEA								
<i>Failure mode and effect analysis (análise modal de falhas)</i>								
Elementos da equipa				Cópias para:		Identificação do Projecto:		
						Produto, Processo ou Serviço:		
						Descrição:		
						Emitido por:		
Op	Descrição	Modo de falha	Efeito	Causa	Ocorrência	Severidade	Deteção	NPR
1	<i>Caixa de papel introduzida no bordo de linha.</i>	Falha na introdução dos componentes no posto de trabalho. E movimentações desnecessárias na sua recolha.	Perda de tempo, aumento do cansaço, redução do UPTIME.	Introdução por parte dos operadores logísticos de caixas de papel no bordo de linha	10	8	9	720
2	<i>Os colaboradores perdem tempo na remoção das caixas aquando vazias, desmanchando-as e introduzindo novamente no bordo de linha</i>	Movimentações desnecessárias e tempo perdido no desmancho das caixas.	Aumento cansaço/desgaste, redução do UPTIME e perda de tempo.	<i>Caixas depois de vazias precisam de retomar aos operadores logísticos</i>	10	5	8	400
3	<i>Material semiacabado dentro de Plásticos</i>	Falha na introdução dos componentes no posto de trabalho. E movimentações desnecessárias na sua recolha.	Perda de tempo. Movimentações desnecessárias.	As caixas de papel não sendo desmanteladas acarreta que os componentes ainda estejam dentro do plástico	10	6	8	480
4	<i>Existe flexibilidade entre postos</i>	Desorganização.	Perda de tempo. Movimentações desnecessárias.	Se determinado posto fica livre, o colaborador desloca-se ao posto anterior ou ao posterior para a recolha ou ajuda.	7	6	5	210
5	<i>Falta de Comunicação entre operador logístico e chefe de linha</i>	Falta de comunicação	Perda de tempo por falta de componentes	Desorganização	6	8	5	240
6	<i>Movimentações entre postos</i>	Desorganização.	Quebra do tempo de ciclo de um determinado posto	Mau design do processo	9	7	4	252
7	<i>Desorganização dos postos de trabalho</i>	Movimentações desnecessárias	Perda de tempo	Má formação sobre 5S.	10	8	7	560
8	<i>Fraco Balanceamento da linha</i>	Produção de estrangulamentos	Perda de eficiencia	Estudo não adotado	10	9	9	810

Analisando o FMEA elaborado, conclui-se que os principais modos de falha são:

- Caixas não atingem facilmente o final dos bordos de linha onde permanecem os colaboradores.
- Caixa, aquando vazia, faz os colaboradores perderem muito tempo na sua remoção, desmanchando-a e introduzindo novamente na parte inferior do bordo de linha.
- Material semiacabado dentro de plásticos.
- Flexibilidade entre postos.
- Falta de comunicação entre o operador logístico e os colaboradores.
- Movimentações entre postos.
- Desorganização dos postos de trabalho.
- Fraco Balanceamento da linha.

Como podemos observar na tabela 5, as falhas que merecem maior atenção são: as caixas de papel introduzidas no bordo de linha, o fraco balanceamento e a

desorganização dos postos de trabalho. Assim, na fase posterior (fase de melhoria) as primeiras medidas de melhoria terão como foco estas principais falhas, sendo implementadas empiricamente, ou seja, através de experimentação e observação. Contudo, para obter essas melhorias, é essencial identificar a causa dessas falhas. De forma a identificar essas causas, foi desenvolvido os exercícios dos cinco porquês.

3.2.4.3. CINCO PORQUÊS

A ferramenta dos 5 porquês gerada para analisar as causas raiz do problema encontra-se apresentada em anexo.

Como se pode observar, as principais causas assentam no método como o fornecedor e a empresa definiram o embalamento, a fraca adoção da gestão visual e metodologia 5S e por último o fraco balanceamento da linha de montagem.

Através da análise das ferramentas *Lean Thinking*, foi considerado a realização do estudo sobre o balanceamento da linha, com o objetivo de determinar melhorias que possam ser implementadas.

3.2.5. ANÁLISE DO BALANCEAMENTO DO ESTADO PRESENTE

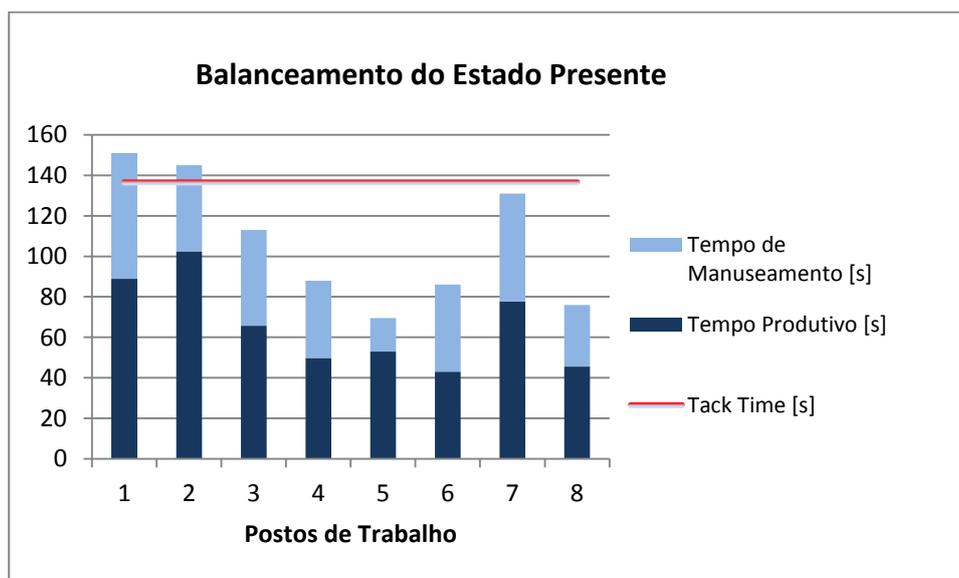


Gráfico 1 – Balanceamento da linha de montagem (inicial)

Através da análise do gráfico 1 é possível verificar que existe um grande desbalanceamento dos postos de trabalho. Podemos verificar que, perante o takt time, existem postos que podem não satisfazer a procura, contudo isso na realidade não é comprovado na realidade uma vez que existe a possibilidade dos colaboradores dos postos com menor tempo de ciclo, através do “*pull system*”, deslocarem-se ao posto anterior.

3.2.5.1. ESTIMATIVA

As seguintes tabelas dizem respeito à quantificação dos movimentos desnecessários visualizados nos postos de trabalho assim como o desembalar dos produtos semiacabados (identificado como principal falha na ferramenta FMEA) com o objetivo de criar uma estimativa.

Tabela 6- Identificação dos postos e recolha de dados relativos ao tempo de desembalamento

Posto	3ºQuartil [s]	Percentagem
1	26	17%
2	21	14%
3	8	7%
4	0	0%
5	5	8%
6	9	10%
7	0	0%
8	0	0%

Tabela 7 – Identificação dos postos e recolha de dados referentes ao tempo de movimentações

	3ºQuartil [s]	Percentagem
Posto 1	7	2%
Posto 3	9	3,98%
Posto 4	8	4,55%
Posto 6	11	12,79%

Analisando as tabelas 6 e 7, podemos observar que os postos que requerem a recolha e desembalagem dos materiais têm um número significativo de perda desnecessária ao processo (máximo de 17%), assim como as movimentações (máximo de 12.79%). Fazendo uma estimativa do que podemos melhorar, elaborou-se novamente um gráfico de barras, mas agora reduzindo os tempos de ciclo através da subtração dos tempos de movimentações e de desembalar.

Através do gráfico 2 pode-se observar que todos os postos conseguem, agora, satisfazer a procura. Conclui-se assim que as movimentações e os produtos embalados no bordo de linha são duas falhas/oportunidades que os gestores devem ter atenção.

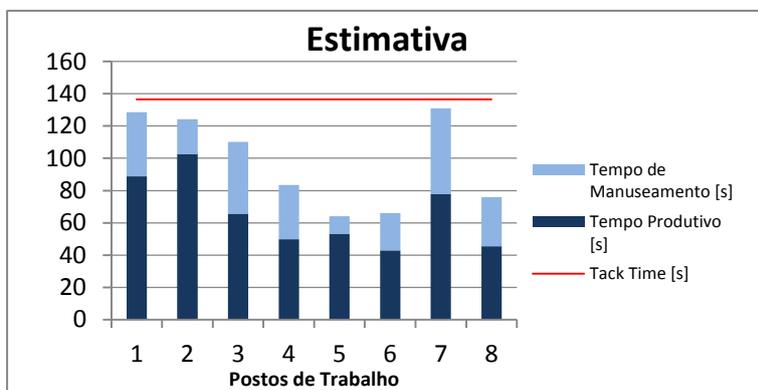


Gráfico 2 – Estimativa

Em seguida, e com intuito o estudo do balanceamento da linha de montagem, elaborou-se o diagrama de precedências.

3.2.5.2. DIAGRAMA DE PRECEDÊNCIAS

Com o objetivo de realizar o melhor balanceamento da linha de montagem, e analisar alguns métodos de balanceamento, foi elaborada um diagrama de precedências (figura 42). A recolha dos dados foi elaborada durante 1, semana onde foram recolhidos 16 tempos. A tabela 8 apresenta as operações e as tarefas atribuídas, assim como os tempos de processamento.

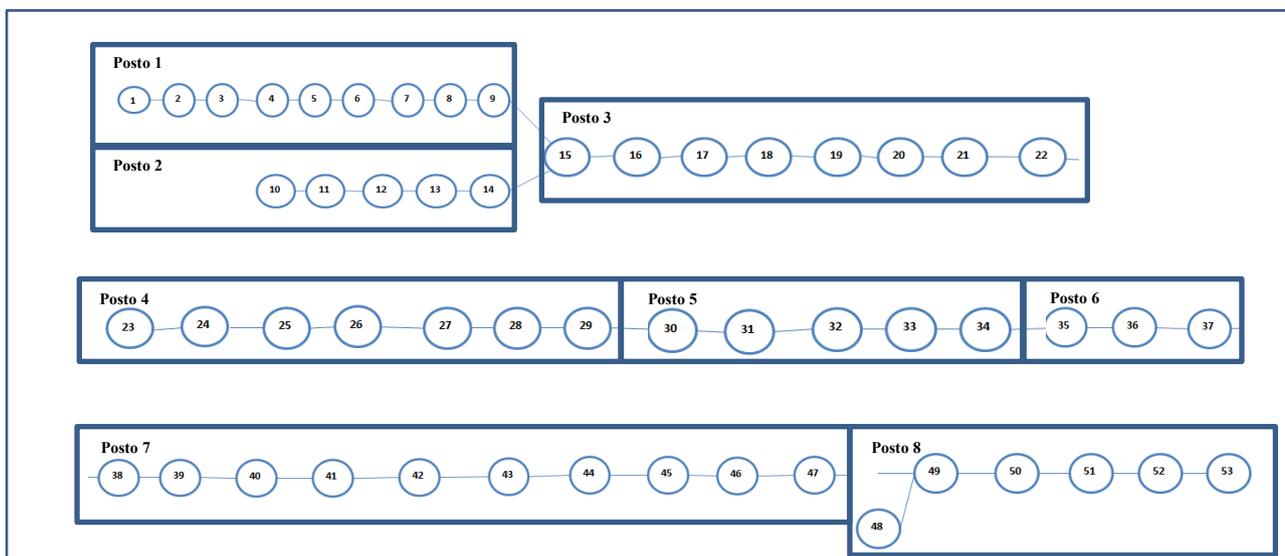


Figura 42 - Diagrama de Precedências

Observa-se que a linha é constituída por cinquenta e três operações, divididas entre oito postos de trabalho e onze colaboradores. Os dados (tabela 8) foram recolhidos com ajuda do cronómetro e os tempos totais foram calculados usando o 3º quartil da amostra. Através dos dados obtidos, procedeu-se à compressão dos dados tendo como limite o valor do *tack time* (tempo necessário para que se satisfaça a procura) (tabela 9 e 10). As seguintes tabelas e o gráfico 3, permitem a visualização do balanceamento sem recorrer a qualquer método heurístico, mas sim seguindo a linha de montagem, ou seja, desde do posto 1 até ao posto 8.

Tabela 8 - Identificação das tarefas específicas e recolha de dados

Posto	Operação	Designação de Operação	Manual/Automático	Operário	Distância [m]	Tipo Op.	Resultado Visual	Tempos 3º Quartil [s]
1	1	Montagem da peça ISOfix frame assembly com ISOfix ejection lock	Manual	1				21
	2	Pegar no par de peças ISOfix lock (Esquerda e Direita) e entre as mesmas posicionar 1 mola CMO. Seguido da aplicação no conjunto Base Bottom Shell	Manual	1				27
	3	Posicionar a Alavanca ISOfix na Base bottom Shell	Manual	1				21,5
	4	Sobre o conjunto sobrepor a Base upper Shell. Pegar em 2 rolamentos e encaixa-los sobre a mesma e aparafusar.	Manual	1				65
	5	Aplicar rolamentos no Seat bottom shell e aplicado na Base bottom shell	Manual	2				29
	6	Colocar manipulo de reclinar, bloquador do manipulo de reclinar e aparafusar. Colocar molas (CMD534)	Manual	2				53
	7	Aplicar a peça Seat Edge Cover na zona frontal da peça e aparafusar	Manual	2				32
	8	Validar a tampografia da peça Seat Edge Cover	Manual	2				2
	9	Transporte da peça para zona de recolha	Manual	2	3			5
	Produto retido (stock)	Manual	2				110	
2	10	Pegar na peça headrest outer Shell e encaixar as peças do guia de cinto	Manual	3				20
	11	Encaixar a headrest inner shell na headrest outer shell.	Manual	3				24
	12	Aparafusar e colocar Belt unlock latch e mola belt unlock latch	Manual	3				31
	13	Encaixar a peça backrest inner shell	Manual	3				41
	14	Transporte da peça para zona de recolha	Manual	3	1,5			19
	Produto retido (stock)	Manual	3				138	
3	15	Recolha do produto	Manual	4	(a)			0
	16	Na peça Backrest outer shell, aplicar Carrying handle.	Manual	4				18
	17	Montar 1 unidade Headrest height adjuster ao headrest height adjuster axle	Manual	4				27
	18	À peça do Backrest outer shell colocar a montagem anteriormente feita	Manual	4				58
	19	Transporte da peça para zona de recolha	Manual	4	2,5			12
	20	Seguidamente pegar no cinto e aplicar no assento da cadeira.	Manual	5				26
	21	Montar o assento à base conforme foto.	Manual	5				52
22	Validar a montagem, os ganchos do Seat upper shell estão colocados corretamente sobre a Seat edge cover.	Manual	5				5	
4	23	Montar 1 peça esquerda e 1 peça direita do guia de cinto na cadeira	Manual	6				28
	24	Recolha do "EPS"	Manual	6	2			7
	25	Colocar a espuma do assento	Manual	6				9
	26	Colocar o EPS do backrest	Manual	6				9
	27	Colocar o EPS do headrest	Manual	6				7
	28	Aplicar 2 autocolantes "DO NOT REMOVE"	Manual	6				14
	29	Movimentação da Cadeira	Manual	6	(a)			0
5	30	Colocar o estofa a cobrir toda a zona da frente do encosto de cabeça	Manual	"7,8"				31
	31	Encaixar nas zonas periféricas do encosto de cabeça por forma a garantir a correcta posição do mesmo.	Manual	"7,8"				28
	32	Aplicar o estofa do assento.	Manual	"7,8"				44
	33	Finalizar com a colocação do 3º estofa.	Manual	"7,8"				19
34	Movimentação da cadeira	Manual	"7,8"	2			3	
6	35	Aplicação dos autocolantes de "apoio"	Manual	9				28
	36	Movimentação para recolha de Side bumpers	Manual	9	4			10
	37	Aplicação dos Side bumpers	Manual	9				13
		Produto retido (stock)	Manual	9				106
7	38	Recolha do produto	Manual	"9,10"	(a)			0
	39	Verificar a funcionalidade da base. Para tal rodar a recline handle e verificar que o ISOfix frame é assionada.	Manual	"9,10"				8
	40	Verificar se o estofa está em perfeitas condições	Manual	9,10"				18
	41	Testar o headrest height adjuster. Rodar para cima e para baixo.	Manual	10				13
	42	Colocar manual	Manual	10				7
	43	Verificar a existência dos autocolantes de instruções	Manual	10				7
	44	No lado direito da cadeira, na zona do shoulderbelt guider, fixar o saco de rede com o PAD+ e o SIP+	Manual	10				15
	45	Verificação do fundo da cadeira	Manual	10				7
46	Aplicar os autocolantes código de barras, rastreabilidade e ECE	Manual	10				15	
47	Marcar código sequencial associado à cadeira OK, com a sua caixa	Manual	10				10	
8	48	Colocação da cadeira dentro de um saco plástico	Manual	11				28
	49	Abriu caixa	Manual	11				34,5
	50	Colocar duas cadeiras deitadas, com direcções opostas, dentro de uma caixa, conforme fotos	Manual	11				20
	51	Fechar caixa	Manual	11				32
	52	Incluir na caixa as etiquetas de identificação do produto e de rastreabilidade.	Manual	11				19
53	Colocar na palete para expedição	Manual	11	9,5			12	

Tabela 9- Disposição dos tempos das operações (manualmente) tendo como limite o tack time

	Posto 1	Posto 2	Posto 3	Posto 4	Posto 5	Posto 6	Posto 7	Tack Time [s]	136,0
11		20	9	9	10	28	12		
14		24	14	9	13	35			
11		31	29	7	0	20			
33		41	6	14	8	32			
15		19	13	0	18	19			
26		0	26	15	13				
16			3	14	7				
1			28	22	7				
3			7	10	15				
				2	7				
				28	15				
					10				
Soma [s]	128	135	135	129	124	133	12		

Tabela 10- Apresentação das operações de acordo com a tabela 11

	Posto 1	Posto 2	Posto 3	Posto 4	Posto 5	Posto 6	Posto 7
1	10	16	25	36	48	53	
2	11	17	26	37	49		
3	12	18	27	38	50		
4	13	19	28	39	51		
5	14	20	29	40	52		
6	15	21	30	41			
7		22	31	42			
8		23	32	43			
9		24	33	44			
			34	45			
			35	46			
				47			
Soma [s]	128	135	135	129	124	133	12

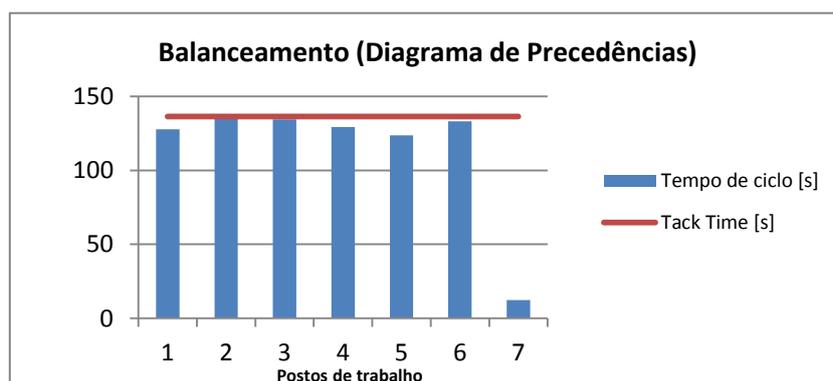


Gráfico 3 - Balanceamento seguindo o Diagrama de Precedências

Através da análise das tabelas 9 e 10 e do gráfico 3, identifica-se que com a distribuição das tarefas, o balanceamento pode ser conseguido para sete postos de trabalho.

Em seguida são implementados os métodos heurísticos, podendo comparar e analisar outros balanceamentos.

3.2.5.2.1. HEURÍSTICA DOS TEMPOS DE PROCESSAMENTO

A metodologia da heurística dos tempos de processamento sugere a organização das tarefas tendo em conta dois aspectos: respeitar as precedências e ter em consideração o maior tempo designado a uma determinada tarefa. A selecção da tarefa seguinte, ou seja, aquela que é precedida, resulta da tarefa com maior tempo de processamento (gráfico 4).

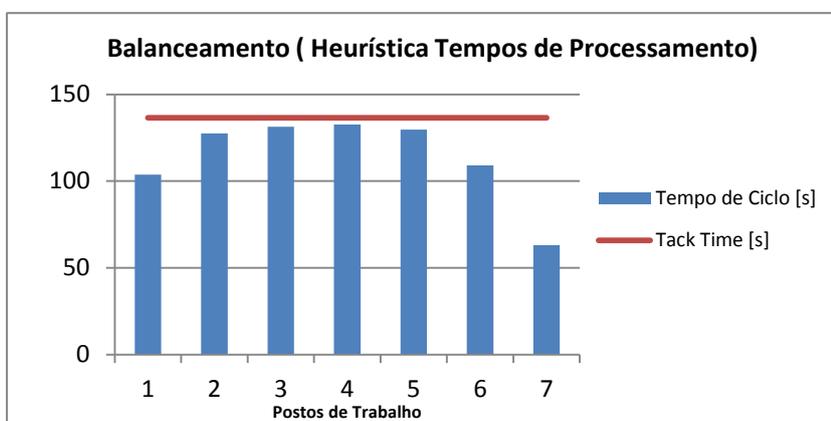


Gráfico 4 – Balanceamento segundo a Heurística dos Tempos de Processamento

Pode-se observar uma maior uniformização do trabalho, concluindo que a eficiência assumindo este método tem o valor de 83%, com um tempo ocioso de, aproximadamente, 160 segundos (tabela 11).

Tabela 11 -Identificação dos postos, recolha de dados e cálculo da eficiência do balanceamento segundo a Heurística dos Tempos de Processamento.

Posto	Tempo de Ciclo [s]	Tempo Morto [s]
1	103	34
2	127	9
3	131	5
4	133	4
5	130	7
6	109	27
7	63	73
Totais		
Tempo destinado (Tk*Postos) [s]	955,43	
Tempo Preciso [s]	796	
Tempo Ocioso [s]	160	
Eficiência	83%	

3.2.5.2.2. HEURÍSTICA DOS PESOS POSICIONAIS

Enquanto a metodologia dos tempos de processamento sugere a seleção através do maior tempo de processamento, a heurística dos pesos posicionais sugere a seleção da tarefa seguinte através da tarefa que possui maior peso no alongar do diagrama de precedências (gráfico 5).

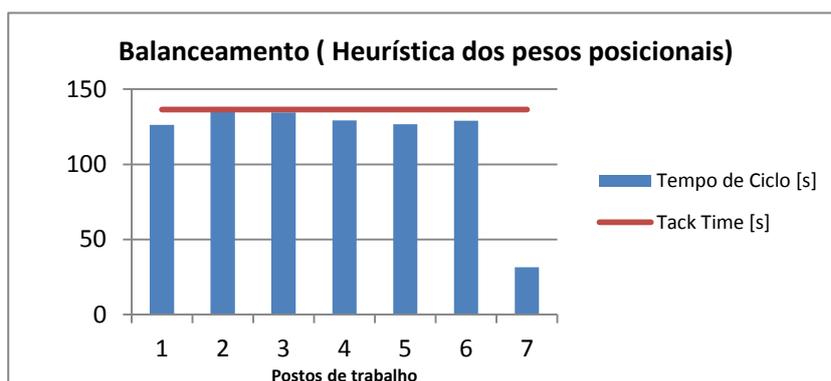


Gráfico 5 – Balanceamento segundo a heurística dos pesos posicionais.

Observa-se uma subida da eficiência (de 2 ponto percentual) em relação ao método anterior (Maior tempo de processamento), com tempo ocioso de, aproximadamente, 142 segundos (tabela 12).

Tabela 12 - Identificação dos postos, recolha de dados e cálculo da eficiência do balanceamento segundo a heurística dos pesos posicionais.

Posto 1	Tempo Ciclo [s]	Tempo Morto [s]
1	126	10
2	136	0
3	135	2
4	129	7
5	127	10
6	129	7
7	32	105
Totais		
Tempo destinado ($T_k \cdot \text{Postos}$) [s]	955,43	
Tempo Preciso [s]	814	
Tempo Ocioso [s]	142	
Eficiência	85%	

3.2.5.2.3. HEURÍSTICA DO NÚMERO MAIOR DE SUCESSORES

A metodologia do número maior de sucessores sugere a organização de acordo com o maior número de sucessores de uma determinada tarefa, assim como o tempo de processamento (no caso de duas tarefas terem o mesmo número de tarefas sucessores, exemplo tarefa 5 e 10) (gráfico 6).

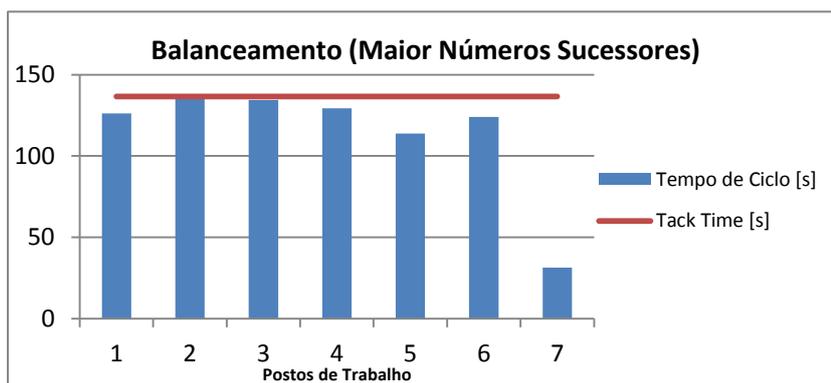


Gráfico 6- Balanceamento segundo a heurística do Maior Números Sucessores)

Esta metodologia trás uma eficiência (tabela 13) igual à calculada na heurística dos Tempos de Processamento (de 83%), com um tempo ocioso de 160 segundos.

Tabela 13 - Identificação dos postos, recolha de dados e cálculo da eficiência do balanceamento segundo a heurística do Maior Números Sucessores)

Posto 1	Tempo Ciclo [s]	Tempo Morto [s]
1	126	10
2	136	0
3	135	2
4	129	7
5	114	23
6	124	12
7	32	105
Totais		
Tempo destinado (Tk*Postos) [s]	955,43	
Tempo Preciso [s]	796	
Tempo Ocioso [s]	160	
Eficiência	83%	

Concluindo, a melhor opção, tendo como KPI (indicador de sucesso) a eficiência é a da heurística dos Pesos Posicionais.

3.2.5.3. BALANCEAMENTO TEÓRICO (MÉTODO TOYOTA)

Através da identificação das oportunidades/falhas que requerem maior atenção (FMEA-Balanceamento), do cálculo dos postos de trabalho necessários (tabela 5- *Line Balancing*) e a observação “in loco” dos processos, foi elaborada a seguinte ordem de produção, através do método Toyota, apresentada na tabela 14.

Tabela 14 – Balanceamento realizado “in loco”

	Operadores	Atividade	3º Quartil Tempo-Completo [s]
Posto 1	2	Assento	151
Posto 2	1	Encosto	145
Posto 3	1	Montagem encosto total	103
Posto 4	1	Montagem encosto total + assento	95
Posto 5	2	EPS+Estofos+ autocolantes	125
Posto 6	1	Controlo+delegar	131
Posto 7	1	Embalagem	76

Resolveu-se retirar um posto de trabalho (posto 6) e dividir o posto 3, que anteriormente era destinado à montagem total do encosto e assento, ficando este, agora, só com o processo da montagem do encosto total. O posto 4 acrescenta o assento e o posto 5 acrescenta o “EPS”, os estofos e os autocolantes de “apoio”. Os restantes postos permanecem iguais. Os tempos que estão representados a cor mantêm-se iguais ao dados recolhidos na análise do mapeamento do fluxo de valor (*as is*), enquanto que os tempos dos postos a branco foram retirados através da compressão dos tempos do diagrama de precedências. O gráfico 7 seguinte permite a análise dos postos com o novo balanceamento (teórico).

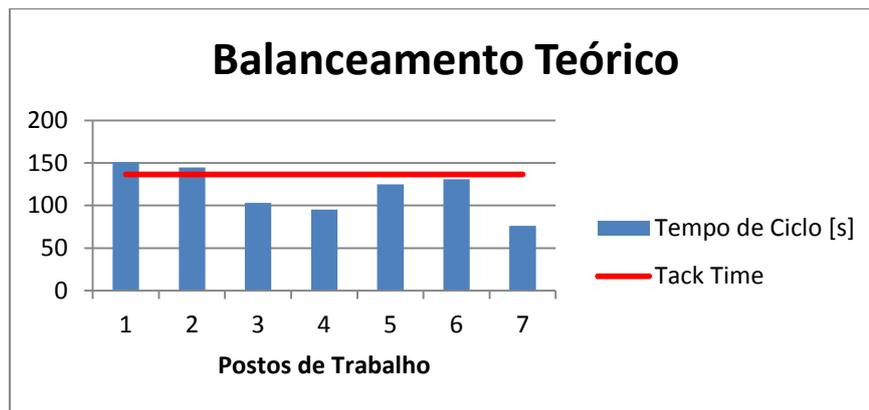


Gráfico 7 - Balanceamento teórico

Como podemos observar no gráfico 7, identifica-se um melhor balanceamento em comparação com o existente no processo do estado presente, com uma eficiência de 78% (tabela 15).

Tabela 15 - Cálculo da eficiência.

Totais	
Tempo destinado (TC*Postos) [s]	1057
Tempo Preciso [s]	826
Tempo Ocioso [s]	231
Eficiência	78%

Concluindo, através da análise dos métodos heurísticos, consegue-se identificar que a heurística dos pesos posicionais é a que revela maior eficiência, podendo assim ser a escolhida para implementação de melhoria, contudo o método Toyota torna-se mais vantajoso, uma vez que as operações não alternam entre postos, evidenciando-se este método mais próximo da realidade.

3.3. DO (Fazer)

Esta etapa tem como principal objetivo implementar as oportunidades de melhoria identificadas através da análise das ferramentas *lean* aplicadas anteriormente, assim como do estudo do balanceamento. Requer a recolha de dados e a aplicação de pequenas iniciativas, como por exemplo a metodologia 5S.

3.3.1. APRESENTAÇÃO DO ESTADO FUTURO

Através das ferramentas utilizadas para a identificação das principais falhas e suas causas, procedeu-se à fase de melhoria. Esta fase consiste na implementação de novos métodos de trabalho. Depois de um breve *brainstorming* com os responsáveis da Polisport foi concluído que a melhor opção seria a realização do balanceamento calculado pelo método Toyota na linha de montagem e a aplicação da metodologia 5S. Assim as melhorias implementadas dizem respeito, principalmente, à adoção de um novo método de trabalho que resulta na redução de um posto de trabalho (de 8 para 7) assim como de colaboradores (de 11 para 9) e consciencialização para a organização/arrumação dos postos de trabalho (através dos 5S). O balanceamento resulta do método Toyota estudado anteriormente, pretendendo-se que o tempo de ciclo se mantenha igual ao anterior, ou seja, que a produtividade desta nova metodologia permaneça idêntica à anterior.

3.3.1.1. 5S

A consciencialização da organização/arrumação foi realizada através de gestão visual, com a etiquetagem e organização de todos os pontos de armazenagem dos materiais necessários à montagem do produto final no posto de trabalho (figura 44), a identificação dos componentes no bordo de linha (através da junção de uma imagem e respetivo código) (figura 45), organização do *shop-floor* através da identificação e limitação (através de fita amarela) dos locais indicados ao posicionamento de material (figura 46) e a implementação da informação do programa 5S na linha de montagem (Figura 45).



Figura 44 - Etiquetagem e organização dos materiais no posto de trabalho



Figura 43 - Gestão Visual no Bordo de Linha

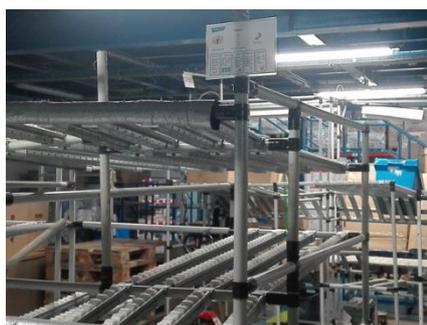


Figura 45 - Informação do programa 5S na linha de montagem

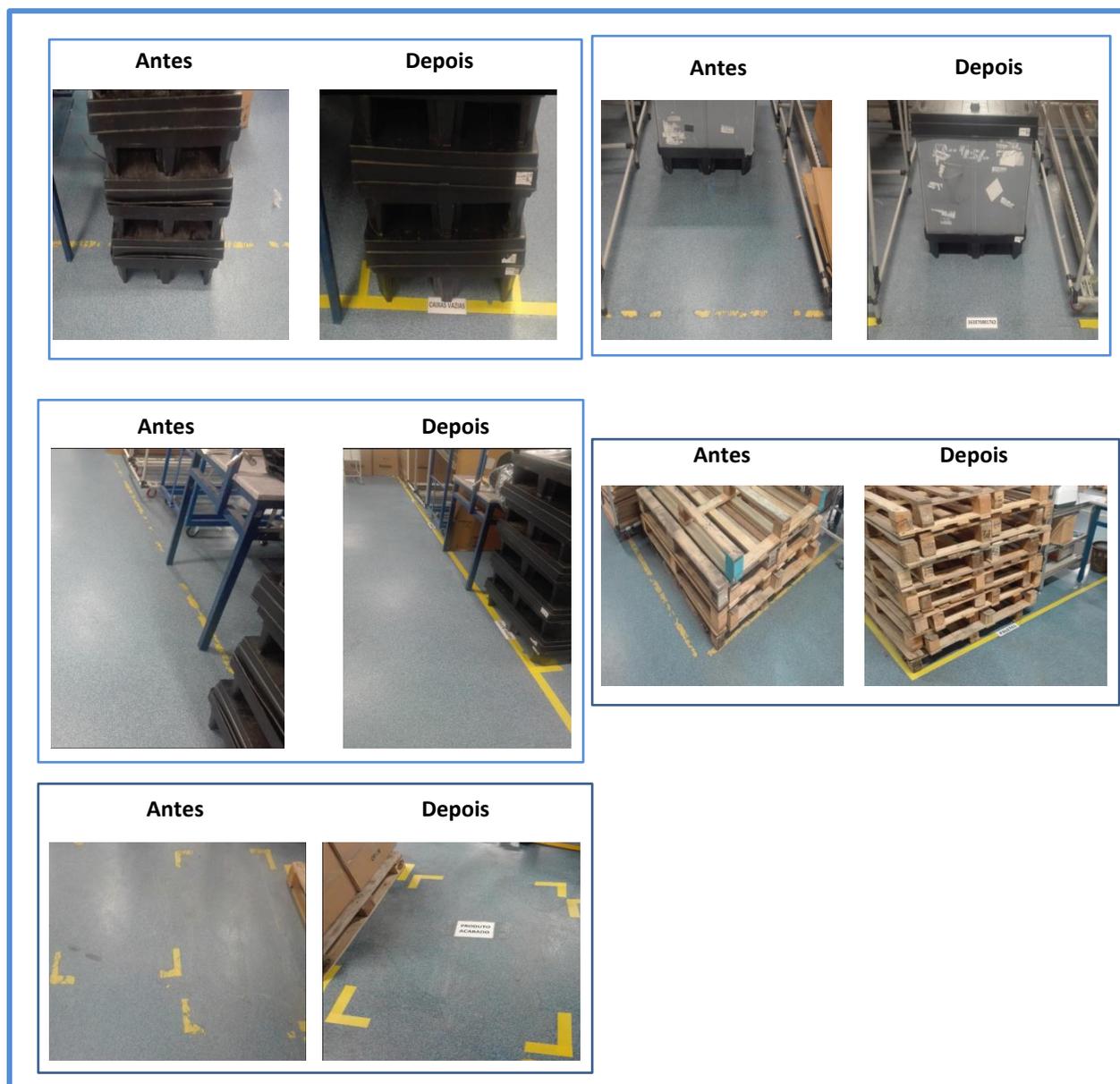


Figura 46 - Gestão Visual Implementada no Shoop-Flor

A observação e experimentação foi registada em foto, seguido de recolha de dados “in loco” para a elaboração do mapeamento do fluxo de valor do estado futuro (to be).

3.3.1.2. RECOLHA DE DADOS (ESTADO FUTURO)

A recolha de dados do estado futuro foi efetuada da mesma forma que no estado presente, ou seja, “in loco” através de cronometragem. O processo foi realizado num período de, aproximadamente, 4 semanas, onde foram recolhidos um total de 47 tempos para cada posto de trabalho. Os dados recolhidos estão apresentados na tabela 16.

Tabela 16 - Tempos Totais e Uptime (Estado Futuro)

FINAL_to be			
Postos de Trabalho	3ºquartil tempos produtivos [s]	3º Quartil tempos completos [s]	UPTIME
1 (2 Operários)	90	133	68%
2	76	131	58%
3	64	108	59%
4	54	85	64%
5 (2 Operários)	79	133	59%
6	63	132	48%
7	36	58	62%

No novo balanceamento foram, ainda, observados estrangulamentos, registados na tabela 17.

Tabela 17 - Tempo do produto estrangulado

	Tempo/unidades stock [s]
Stock intermédio	6
Posto 1 para 4	88
Posto 2 para 3	49
Posto 5 para 6	106
PALETE EMBALAGEM	0

Através dos dados recolhidos procedeu-se então à sua compressão e cálculo do tempo de ciclo, tempo total do produto na linha e balanceamento, podendo ser observado na tabela seguinte.

Tabela 18 - Apresentação dos resultados totais (Estado futuro)

Tempo total do produto na linha [s]	1026
Equivalente em minutos	00: 00: 17: 06
Tempo Total de ciclo [s]	779
Eficiência da Linha	81%
Tempo de ciclo [s]	133
tack time [s]	136
Tempo Operário [s]	28800
Peças Necessárias Produzir por dia	211
Line Balancing	5,70359375

Número de Operadores vizualizados	9
-----------------------------------	---

Neste novo balanceamento o produto está retido na linha de montagem durante 1026 segundos, cerca de 17 minutos. Apresenta um tempo de ciclo, ou seja, a frequência de saída da linha de montagem, com cerca de 133 segundos. A análise da compressão dos dados permite ainda, no futuro, uma nova abordagem visto ser possível uma redução dos postos de trabalho, neste caso de 7 para 6.

Na figura 47 é apresentado o mapeamento do fluxo de valor do estado futuro (to be).

3.3.1.3. MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR DO ESTADO FUTURO (TO BE)

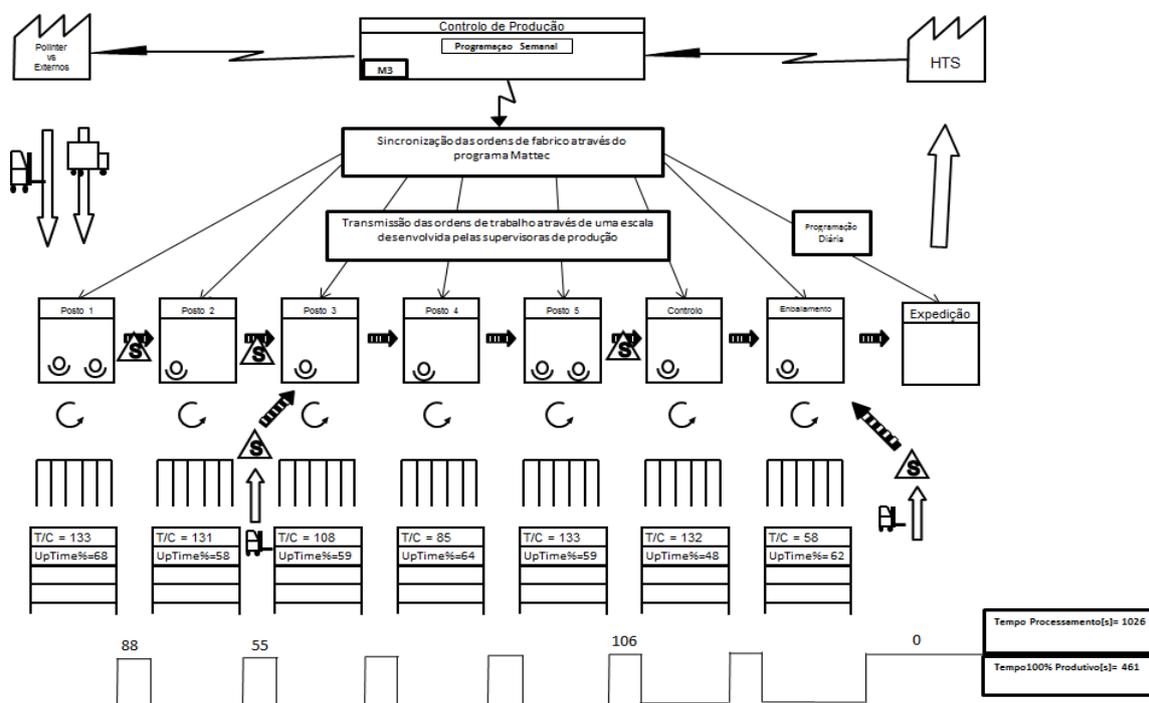


Figura 47 - Mapeamento do Fluxo de Valor do Estado Futuro

Observando o mapeamento de fluxo de valor, pode-se então analisar os 7 postos de trabalho, com 2 colaboradoras no posto 1 e 5 e os restantes com 1.

Em relação ao balanceamento do estado presente, existe um aumento na eficiência de 10%.

O balanceamento é apresentado no gráfico 8.

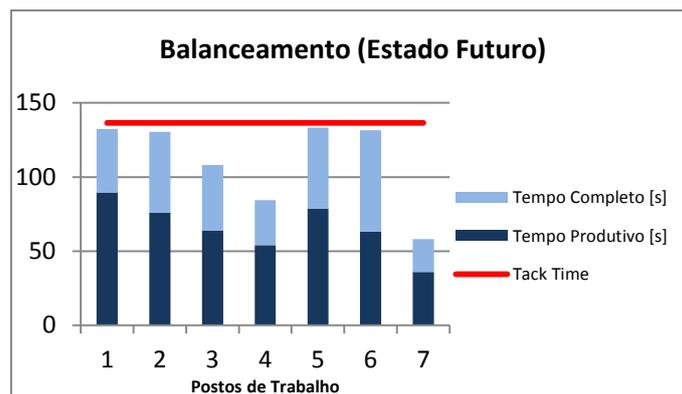


Gráfico 8 - Balanceamento do estado futuro

Pode-se observar os tempos de ciclo de cada posto abaixo do *tack time*. Contudo, evidenciam-se postos (3,4 e 7) com cadência, o que possibilita melhorias no futuro.

3.4. CHECK (Verificar)

A etapa *Check* permite uma análise do que correu mal e do que correu bem. Possibilita enfrentar os factos (os objetivos alcançados e retorno financeiro) e comparar resultados.

3.4.1. COMPARAÇÃO E OBJECTIVO ALCANÇADO (NA REALIDADE)

Este balanceamento é conseguido devido à maior fluidez do produto na linha, havendo menos paragens, uma comunicação mais consistente e sobretudo a uma melhor flexibilidade entre as colaboradoras (menos confusão, devido a menos colaboradoras na linha).

Neste capítulo, apresenta-se uma comparação do antes e depois, no que diz respeito ao balanceamento e estrangulamentos, assim como os objetivos alcançados e o máximo atingido com a implementação da nova metodologia.

3.4.1.1. Comparação dos Balanceamentos

Evidencia-se, na figura 48, uma melhoria significativa na metodologia adotada, constatando todos os postos abaixo do *tack time*, assim como 4 postos com pouca cadência (com tempos de ciclo próximos do valor de *tack time*). Como balanceamento ideal, esperava-se os postos, de 1 a 6, com um valor igual ao *tack time*, e o posto 7 com alguma cadência possibilitando melhorias. Ao contrário do balanceamento do estado presente (evidenciando grande cadência em 4 postos e 2 deles acima do *tack time*), o balanceamento do estado futuro apresenta somente 2 postos que necessitam de alguma atenção (3 e 4).

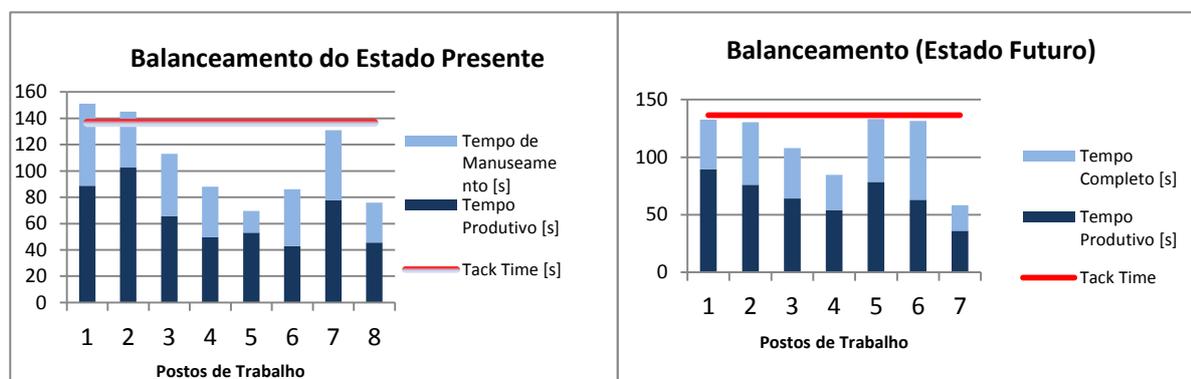


Figura 48- Comparação de Balanceamentos (Estado Presente Vs Estado Futuro)

3.4.1.2. Comparação dos tempos de estrangulamentos

Como se pode observar pela figura 49, existe uma redução significativa dos estrangulamentos existentes, nomeadamente no primeiro e segundo estrangulamento. De notar que, apesar da nomenclatura utilizada para o antes e depois, o produto estrangulado permanece o mesmo que anteriormente. Existe um aumento do tempo estrangulado, de acordo com o *stock* intermédio, porque os colaboradores têm de esperar por ajuda durante mais tempo, mesmo assim, pelos dados recolhidos, não é muito significativo.

Antes	Tempo/unidades stock [s]	Depois	Tempo/unidades stock [s]
Stock intermédio	5	Stock intermédio	6
Posto 1 para 3	138	Posto 1 para 4	88
Posto 2 para 3	110	Posto 2 para 3	49
Posto 6 para 7	106	Posto 5 para 6	106
PALETE EMBALAGEM	0	PALETE EMBALAGEM	0

Figura 49 - Comparação dos Tempos de Estrangulamento (Estado Presente Vs Estado Futuro)

3.4.1.3. Comparação dos Resultados Finais

A figura 50 apresenta os resultados finais das situações estudadas (Estado Presente Vs Estado Futuro). Pode-se observar um aumento da eficiência em cerca de 10%, uma diminuição do tempo de ciclo, o que possibilita um aumento da produtividade (cerca de 13%), assim como uma diminuição do tempo total do produto na linha devido à maior fluidez da linha de montagem (31%), principalmente devido à diminuição do tempo do produto estrangulado.

Antes		Depois	
Tempo total do produto na linha [s]	1218	Tempo total do produto na linha [s]	1026
Equivalente em minutos	00:00:20:18	Equivalente em minutos	00:00:17:06
Tempo Total de ciclo [s]	860	Tempo Total de ciclo [s]	779
Eficiência da Linha	71%	Eficiência da Linha	81%
Tempo de ciclo [s]	151	Tempo de ciclo [s]	133
tack time [s]	136	tack time [s]	136
Tempo Operário [s]	28800	Tempo Operário [s]	28800
Peças Necessárias Produzir por dia	211	Peças Necessárias Produzir por dia	211
Line Balancing	6,319852941	Line Balancing	5,70359375
Número de Operadores visualizados	11	Número de Operadores visualizados	9

Figura 50 - Comparação dos Resultados Finais

3.4.1.4. Objectivo alcançado (na realidade)

Devido ao dados recolhidos se apresentarem como análises estatísticas, é importante apresentar o que acontece realmente. A figura 51 comprova o observado na realidade na linha de produção.

No dia 17/04/2019 foi alcançado o objetivo do estudo que consiste no aumento da eficiência da linha, garantindo a sua produtividade com a redução dos colaboradores da linha (através do novo balanceamento). A produtividade para 11 colaboradores assentavam nas 211 cadeiras diárias, assim como podemos visualizar na figura 51 o estudo comprova que para 9 pessoas, e com uma eficiência de 123%, conseguia-se produzir as 211 cadeiras ($172 \times 1,23 = 211,56$). De notar que esta produtividade foi conseguida devido à presença de duas controladoras na linha que têm como hábito ser chefes de equipa, garantindo assim uma maior eficiência no processo de controlo de qualidade, com a diminuição de

movimentações por parte dos colaboradores mais distantes do posto de controlo (devido ao posicionamento de uma das colaboradoras no posto 3).

Concluindo, através da observação da linha de produção, a eficiência da linha aumenta quando é garantido que o controlo da qualidade não assente numa só colaboradora.



Figura 51 - Objectivo Atingido

3.4.1.5. Máximo atingido

No dia 31/05/2019 observou-se o máximo atingido (figura 52), com valor de 128%, concluindo um total aproximado de 220 cadeiras diárias ($172 \times 1.28 = 220,16$).

Através da observação “in loco”, este máximo é atingido com a ajuda da supervisora de produção que se encontrava no posto 4, ou seja, a meio da linha de montagem, assim como foi visualizado pela presença da colaboradora (responsável também pela qualidade) quando atingido o objetivo. Contudo, este máximo é atingido com 10 pessoas, havendo a possibilidade dos colaboradores fecharem caixas destinadas a lixo e para retorno, assim como pausas para necessidades básicas sem prejudicar a fluidez do produto na linha.



Figura 52 - Máximo Atingido

3.4.2. RETORNO FINANCEIRO

A figura 53 apresenta o retorno financeiro, meramente especulativo (nomeadamente sobre o custo de mão de obra), que se pode atingir com a implementação desta nova metodologia.

Retorno	
Custo Mão de Obra (1 Colaborador)	600,00 €
Mês	20 dias

Antes		Depois	
Cadeiras (dia)	211	Cadeiras (dia)	217
Mês	4220	Mês	4331
Custo mão de Obra (11)	6 600,00 €	Custo mão de Obra (9)	5 400,00 €
Custo Mão de obra/cadeira	1,56 €	Custo Mão de obra/cadeira	1,25 €
Ganho (Unitário)	0,32 €		
Retorno (Mês)	1 385,92 €		

Figura 53 - Retorno Financeiro

O estudo concluiu que o retorno financeiro, admitindo um custo de mão-de-obra de 600€/mês, tem um valor de 1385,92€/mês, conseguindo-se um total de 217 cadeiras/dia.

Por cadeira, o ganho é de 0,32€.

3.5. ACT (Ajustar)

Esta etapa possibilita aos gestores observar e definir novos objetivos rumo a uma situação ideal (ou seja, um UPTIME de 100%). Apesar dos objetivos do trabalho terem sido atingidos, a melhoria deve ser contínua. A **diminuição do *DownTime*** (*setups* mais rápidos), assim como o **redesenho da cadeia logística** (eliminando o material embalado nas linhas) e a continua diminuição dos estrangulamentos, movimentações e trabalhos desnecessários, através do **redesenho da linha de montagem**, são oportunidades que devem ser estudados pelos gestores da organização, assim como, a continuação do estudo do **balanceamento**, pois como foi observado durante este estudo, o balanceamento ainda pode ser melhorado.

Como ficou evidenciado, a **formação**, designadamente a formação em qualidade e inspeção, por parte da organização aos seus colaboradores, mostrou ter impacto na fluidez da linha de montagem, aumentando a sua eficiência. O trabalho efetuado permite, assim, uma reflexão e, quiçá, um estudo mais aprofundado sobre o tema.

4. CONCLUSÃO

Este projeto procurou identificar falhas e/ou oportunidades na linha de montagem de cadeiras auto de bebés da empresa Polisport Plásticos e propor melhorias dos processos produtivos, que conduzissem à redução de custos, pelo aumento da eficiência e pela eliminação de desperdícios, tornando-os mais eficazes.

Das várias falhas e oportunidades detetadas, este estudo apenas se focou na ferramenta Balanceamento e na organização dos postos de trabalho e *shoop-floor*. As falhas detetaram-se ao nível das movimentações dos operadores e tempos de espera.

No processo de melhoria, foram aplicadas as metodologias *Lean*, na identificação e eliminação de desperdícios, o PDCA, no planeamento do processo e o 5S, para mobilizar, motivar e consciencializar os colaboradores através da organização e da disciplina no local de trabalho. Recorreu-se, ainda, ao “Método Toyota” para correção das falhas do balanceamento da linha de montagem.

Após a aplicação do novo balanceamento proposto pelo “Método Toyota” (observação “*in loco*” das operações e registos de tempos), verificou-se uma melhor organização das tarefas pelos postos de trabalho e uma diminuição dos tempos de produto estrangulado na linha de montagem, que se refletiu na maior fluidez do produto na linha.

Os resultados de sucesso refletiram-se num retorno financeiro com um ganho de 0,32€ no custo por cadeira. Este ganho deveu-se à redução de 2 (de 11 para 9) colaboradores na linha de produção, que resultou da redistribuição das tarefas. Esta medida permitiu, ainda, a diminuição dos tempos de ciclo e conseqüentemente o aumento da produtividade em 13%. A eficiência da linha foi melhorada em 10%. Todos estes resultados contribuíram para a redução do custo da peça.

Conclui-se que o balanço da implementação do balanceamento e das ferramentas *Lean* foi positivo, mas com margem para melhoria. O projeto revela que há muito potencial a desenvolver, no âmbito da filosofia *lean*, na implementação de medidas de melhoria nesta e noutras linhas de produção da empresa.

A diminuição do *DownTime* (*setups* mais rápidos), assim como o redesenho da cadeia logística (eliminando o material embalado nas linhas) e a contínua diminuição dos estrangulamentos, movimentações e trabalhos desnecessários através do redesenho da linha

de montagem são oportunidades que devem ser estudados pelos gestores da organização, assim como, a continuação do estudo do balanceamento, pois como foi observado durante este estudo o balanceamento ainda pode ser melhorado.

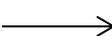
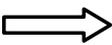
A formação em contexto, designadamente a formação em qualidade e inspeção, por parte da organização aos seus colaboradores revela-se uma necessidade para a melhoria da organização.

O trabalho desenvolvido permite, assim, uma reflexão e a possibilidade de um estudo mais aprofundado sobre o tema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BABICH, P. (2006). *The hoshin handbook*. Total Quality Engineering, Inc.
- COURTOIS, A., PILLET, M. E MARTIN-BONNEFOUS, C. (2011). *Gestão da Produção*. 7ª edição, Lidel-Edições Técnicas. Lisboa.
- Exertus, Lda, (2003), Métodos e Tempos, Manual Pedagógico PRONACI, Associação Empresarial Portugal, 8-17; 21-29, <https://docplayer.com.br/1181713-Manual-pedagogico-pronaci-metodos-e-tempos-elaboracao-exertus-lda.html>, acessado em 17/12/2018.
- LIKER, J. K. E MEIER, D, (2004). *The Toyota Way – 14 management principles the world’s greatest manufacturer*. McGraw-Hill.
- OHNO, T. (1988). *The Toyota Poduction System: beyond large scale-producttion*. Productivity Press.
- PINTO, J. (2014). *Pensamento LEAN*. 6ª edição, Lidel-Edições Técnicas, Lda. Lisboa
- ROTHER, M. E SHOOK, J., (1999). *Learning to see: value stream mapping to create value and eliminate muda*. Lean Enterprise Institute.
- SUZAKI, K. (2010). *Gestão de Operações LEAN*. 1ª edição, LeanOp Press. Mansores.
- VIEIRA, R., et al, (2015), “Estudo de tempos e métodos no processo produtivo de uma panificadora localizada em mossoró/rn”, *Revista Eletrónica Gestão & Sociedade*, v.9, n.23, p. 977-999, <https://www.gestaoesociedade.org/gestaoesociedade/article/view/2029/1117>, acessado em 14/12/2018.
- WHITNEY, D.E., (1990). *Manufacturing by desing*. Harvard Bussiness Review.
- WOLMACK, J.P., JONES D. T. 1996 (2003). *Lean Thinking*. Simon & Schuster.

ANEXO A – SIMBOLOGIA DO MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR UTILIZADO

	Empresa Externa
	Caixa do Processo
	Transporte por empilhador
	Transporte por camião
	Stock estrangulado
	Processo de Recolha
	Seta “Push”
	Supermercado
	Informação entregue Manualmente
	Informação entregue Informaticamente
	Fluxo Produto Acabado
	Caixa de Dados
	Operários
	Cronograma/Informação adicional

ANEXO B – 5 PORQUÊS?

	Falhas Identificadas	Exercício 5W	Resposta	Possíveis Soluções
1	Caixas de papel introduzidas no bordo de linha	Porque aconteceu?	Porque o operador logístico colocou as caixas no bordo de linha	Redesenhar o embalamento com o fornecedor
		Porque aconteceu?	Porque as caixas são transportadas no carro logístico	
		Porque aconteceu?	Porque as caixas são armazenadas da seguinte forma no armazém	
		Porque aconteceu?	Porque o Picking é efectuado com o produto dentro das caixas de papel	
		Porque aconteceu?	Porque é o embalamento que está definido com o fornecedor	
2	Os colaboradores perdem tempo na remoção das caixas aquando vazias, desmanchando-as e introduzindo novamente no bordo de linha	Porque aconteceu?	Porque é necessário remover as caixas aquando vazias	Redesenhar o embalamento com o fornecedor
		Porque aconteceu?	Porque foram introduzidas pelo operador logístico no bordo de linha	
		Porque aconteceu?	Porque as caixas são armazenadas da seguinte forma no armazém	
		Porque aconteceu?	Porque o Picking é efectuado com o produto dentro das caixas de papel	
		Porque aconteceu?	Porque é o embalamento que está definido com o fornecedor	
3	Material semi acabado dentro de plasticos	Porque aconteceu?	Porque o material encontra-se dentro das caixas de papel	Redesenhar o embalamento com o fornecedor
		Porque aconteceu?	Porque foram introduzidas pelo operador logístico no bordo de linha	
		Porque aconteceu?	Porque as caixas são armazenadas da seguinte forma no armazém	
		Porque aconteceu?	Porque o Picking é efectuado com o produto dentro das caixas de papel	
		Porque aconteceu?	Porque é o embalamento que está definido com o fornecedor	
4	Existe Flexibilidade entre postos	Porque aconteceu?	Porque não quebra o ritmo de trabalho	Desenvolver, pelos métodos Heurísticos ou pelo modelo Toyota, um melhor balanceamento
		Porque aconteceu?	Porque os colaboradores têm ordens para se movimentarem pela linha	
		Porque aconteceu?	Porque os colaboradores não têm trabalho no seu posto	
		Porque aconteceu?	Porque os postos de trabalho têm tempos de ciclo muito distintos	
		Porque aconteceu?	Porque existe um fraco balanceamento da linha	
5	Falta de Comunicação entre operador logístico e chefe de linha	Porque aconteceu?	Porque os colaboradores informam a chefe de linha de alguma irregularidade	Implementação do Andon
		Porque aconteceu?	Porque a chefe de linha é a unia responsável para alertar operadores logísticos	
		Porque aconteceu?	Porque falta componentes no bordo de linha	
		Porque aconteceu?	Porque o operador logístico está ocupado com outro trabalho, distraído-se	
		Porque aconteceu?	Porque existe uma fraca gestão visual (andon, por exemplo) no bordo de linha	
6	Movimentação entre postos	Porque aconteceu?	Porque o material não se encontra na distância das mão	Implementação da metodologia 5S
		Porque aconteceu?	Porque os postos de trabalho estão desalinhados	
		Porque aconteceu?	Porque a formatação da linha foi desenhada assim	
		Porque aconteceu?	Porque não existe espaço suficiente no genba	
		Porque aconteceu?	Falta de organização no Genba	
7	Desorganização dos postos de Trabalho	Porque aconteceu?	Porque os componentes são inseridos nos postos de trabalho dentro de caixas	Implementação da metodologia 5S e Gestão Visual (etiquetagem)
		Porque aconteceu?	Porque não existe pontos onde colocar os componentes	
		Porque aconteceu?	Porque os colaboradores mantem-se comodios	
		Porque aconteceu?	Porque não existe supervisão	
		Porque aconteceu?	Falta de formação 5S e de gestão visual	
8	Fraco Balanceamento da linha	Porque aconteceu?	Porque a linha foi desenhada assim	Estudo de um melhor método de Trabalho
		Porque aconteceu?	Porque o estudo foi efectuado segundo tempos pré-definidos	
		Porque aconteceu?	Porque não foi necessário fazer um estudo mais aprofundado	
		Porque aconteceu?	Porque foi apresentada ao cliente, aceitando-a	
		Porque aconteceu?	Porque o cliente acarreta com o investimento de 11 colaboradores na linha	

Figura 54 - Elaboração dos 5 Porquês.

APÊNDICE A- TEMPOS RECOLHIDOS (ESTADO PRESENTE)

Tabela 19 - Tempos Produtivos (Estado Presente)

Tempos Produtivos

Posto 1	Posto 2	Posto 3	Posto 4	Posto 5	Posto 6	Posto 7	Posto 8
167	85	98	59	117	35	81	78
170	106	93	69	110	39	71	89
173	109	107	71	114	35	80	82
163	95	97	74	110	41	65	89
151	104	117	57	115	40	70	78
159	105	110	41	96	38	50	76
144	93	117	46	82	42	58	78
164	87	119	48	93	44	77	71
173	88	118	45	106	39	79	95
163	73	140	58	97	42	63	82
233	82	97	38	100	44	75	76
203	83	117	49	97	35	86	73
222	85	139	54	117	35	82	82
235	83	126	55	110	48	55	91
225	88	128	57	98	50	61	78
225	89	108	48	86	57	78	86
230	65	105	42	81	50	80	75
217	77	123	42	98	50	71	97
245	93	142	39	75	55	82	102
218	66	115	61	110	41	62	79
195	104	144	44	95	43	92	63
223	126	128	48	84	45	73	71
229	104	155	41	76	37	76	80
170	121	148	43	81	43	68	75
158	101	107	31	81	51	50	74
160	114	125	37	84	44	58	77
177	87	119	39	103	32	61	77
158	93	115	42	99	37	74	72
161	117	132	42	82	31	68	76
161	115	113	56	75	41	64	66
150	105	129	45	70	30	74	91
149	111	136	37	79	31	76	85
150	98	130	48	84	28	75	76
155	103	133	43	77	29	90	79
177	85	121	47	70	36	101	83
141	79	132	43	77	39	64	77
148	83	135	46	84	28	66	73
134	88	137	46	82	32	71	89
150	65	121	54	95	30	79	93
159	74	117	55	106	32	74	106
138	72	108	38	108	33	75	97
148	76	119	42	85	28	81	101
170	90	126	43	112	39	83	117
178	77	103	45	130	65	63	124
161	77	117	42	119	43	61	110
171	79	113	40	117	41	66	108
158	74	121	39	76	37	74	81
174	70	129	40	87	34	66	84
167	92	104	46	76	29	69	79
149	87	116	48	81	30	67	83
174	82	132	37	78	36	63	92
175	77	132	35	85	38	67	90
177	81	122	50	83	43	63	87
174	84	120	37	85	40	68	92

Média	175,9074074	89,75925926	121,3888889	46,7037037	92,92592593	39,16666667	71,22222222	84,90740741
Desvio padrão	29,38056637	14,83358655	13,54714572	9,042102005	15,17675961	7,880594748	10,10261813	12,51153207
3º Quartil	177,75	102,5	131,5	49,75	106	43	77,75	91

Tabela 20 - Tempos Completos (Estado Presente)

Tempos Completos

Posto 1	Posto 2	Posto 3	Posto 4	Posto 5	Posto 6	Posto 7	Posto 8
250	101	151	58	130	62	169	158
287	136	140	75	133	57	100	103
289	104	166	88	116	43	78	128
352	181	160	61	110	50	90	138
290	129	144	61	139	47	205	123
265	114	155	72	149	43	274	110
352	100	197	57	143	103	158	106
383	101	207	90	126	98	100	112
302	120	200	83	141	86	99	111
291	85	187	111	127	43	79	115
299	101	148	47	121	60	144	104
240	107	246	48	200	105	102	102
180	90	203	116	138	67	290	117
229	162	180	81	121	71	101	119
300	108	206	195	109	125	368	122
257	145	248	76	104	72	107	109
232	156	222	64	118	86	338	104
307	140	316	95	111	87	131	120
265	238	226	76	113	66	90	158
246	276	168	61	205	94	111	187
230	143	169	88	113	74	121	105
479	207	310	71	110	58	80	135
388	151	232	72	100	51	90	112
377	129	168	73	105	45	92	105
256	157	278	59	84	52	91	139
325	145	181	100	111	48	114	156
351	197	173	64	100	58	84	159
239	152	248	72	107	49	72	133
196	120	195	82	125	36	89	130
287	120	157	59	94	39	105	155
228	129	182	201	106	112	140	111
247	102	278	92	96	86	97	137
236	84	190	88	145	41	95	135
210	96	240	87	113	78	97	159
223	143	197	88	152	73	131	137
199	144	214	90	117	58	135	115
252	193	144	95	152	79	263	138
413	94	176	63	135	93	96	147
482	88	164	108	197	85	82	160
224	90	162	81	178	93	91	155
217	101	138	86	160	58	101	143
242	100	234	62	91	39	94	152
243	105	193	58	117	52	88	118
265	116	212	87	96	86	85	160
262	131	196	82	101	68	89	151
238	113	229	68	185	47	280	138
392	109	212	193	115	108	121	116
232	116	303	74	126	108	87	156
186	114	213	66	130	63	93	161

Média	280,3061224	130,2653061	201,183673	84,1632653	126,836735	69,4285714	129,326531	131,918367
Desvio padrão	70,42584874	39,84228047	44,6008564	32,877517	28,5148696	22,9201513	71,1399407	21,2591517
3º Quartil	302	145	226	88	139,5	86	131	152

Tabela 21 - Tempos do stock estrangulado (Estado Presente)

Stock estrangulamento	Stock intermédio		Posto 1 para 3		POSTO 2 para 3		POSTO 7		PALETE EMBALAGEM	
	Unidades	Tempo	Unidades	Tempo	Unidades	Tempo	Unidades	Tempo	Unidades	Tempo
	10	48	0	0	2	78	2	120	120	0
	10	54	0	0	3	105	4	325	120	0
	10	51	3	224	1	68	3	219	120	0
	10	49	1	30	1	68	3	193	120	0
	10	52	1	50	1	50	1	96	120	0
	10	42	1	163	1	70	3	360	120	58
	10	78	1	38	1	58	5	980	120	0
	10	58	1	35	1	124	2	210	120	0
	10	56	2	125	2	166	7	1002	120	0
	10	62	1	70	1	150	1	33	120	0
	10	53	1	0	1	32	3	295	120	0
	10	36	1	0	1	230	1	29	120	0
	10	48	1	40	1	79	1	75	120	0
	10	45	1	213	1	103	1	154	120	0
	10	51	1	65	1	53	3	327	120	0
	10	50	1	34	1	57	5	492	120	0
	10	47	2	150	1	94	4	315	120	0
	10	43	1	137	2	160	1	77	120	0
	10	55	1	91	1	76	1	95	120	0
	10	51		152	1	63	1	89	120	0
	10	45	1	40	1	35	1	55	120	0
	10	35	1	139	1	184	1	77	120	362
	10	39	1	87	1	67	1	200	120	0
	10	40	1	110	1	0	1	90	120	0
Média	10	49,5	1,1	83,04166667	1,208333333	90,417	2,3	246,1666667	120	17,5
Tempo/Unidade	4,95		76,4		74,82758621		105,5		0,145833333	
3º Quadril	10	53,25	1	137,5	1	109,75	3	317,5	120	0
Tempo/Unidade	5,325		137,5		109,75		105,8333333		0	

APÊNDICE B – TEMPO DE DESEMBALAMENTO E MOVIMENTAÇÕES

Tabela 22 - Tempo de Desembalamento

Tempos de desembalamento no bordo de linha								
Posto	1	2	3	4	5	6	7	8
Tempos [s]	57	20	24	0	48	6	0	0
	45	0	26	0	50	9	0	0
	25	12	8	0	0	11	0	0
	24	20	41	0	5	11	0	0
	27	23	12	0	7	7	0	0
	134	21	11	0	45	8	0	0
	22	22	12	0	7	9	0	0
	19	15	12	130	6	5	0	0
	26	18	15	0	8	6	0	0
	21	15	8	0	4	13	0	0
	20	18	8	0	6	9	0	0
	103	17	20	0	10	8	0	0
	25	12	12	0	10	8	0	0
	28	11	15	0	11	7	0	0
	27	18	11	0	7	8	0	0
	43	46	12	0	8	6	0	0
	25	19	10	0	12	6	0	0
	54	3	13	0	35	11	0	0
	57	40	13	154	7	6	0	0
	37	20	15	0	8	7	0	0
44	32	34	0	7	5	0	0	
74	19	16	0	9	7	0	0	
3ºQuartil [s]	25,875	20,75	7,875	0	5,375	9	0	0
Percentagem	17%	14%	7%	0	8%	10%	0	0
Total [s]	68,875							
	1 min 8,9 seg							
Percentagem	5,66%							

Tabela 23 - Tempo de Movimentações

Movimentações

	Posto 1	Posto 3	Posto 4	Posto 6
	5	5	6	10
	6	6	7	8
	4	9	6	8
	4	5	8	6
	7	9	6	7
	9	8	8	10
	7	9	5	7
	5	6	7	9
	6	8	7	11
	6	7	7	9
	7	11	5	6
	8	8	5	12
	4	4	8	11
	5	5	6	9
	4	16	8	12
	7	5	8	11
3º Quartil [s]	3,5	4,5	4	11
Percentagem	2%	3,98%	4,55%	12,79%

APÊNDICE C – TEMPOS RECOLHIDOS PARA O DIAGRAMA DE PRECEDÊNCIAS

Tabela 24 – Tempos Diagrama de Precedência

Postos	Operações	Tempos															3º Quartil [s]	2 Operadores	
		1	21	31	33	19	21	20	20	15	24	19	17	19	20	15	18	19	21
1	1	21	31	33	19	21	20	20	15	24	19	17	19	20	15	18	19	21	10,5
	2	33	24	29	27	27	17	14	19	34	19	21	20	19	25	23	24	27	13,5
	3	21	23	50	56	19	17	13	17	21	14	14	27	13	16	12	19	21,5	10,75
	4	49	66	72	74	55	65	52	61	68	52	65	61	55	53	61	61	65,25	32,625
	5	29	12	18	36	43	30	30	21	8	25	14	12	20	10	13	18	29,25	14,625
	6	59	60	41	49	44	41	41	54	43	39	52	31	44	63	43	33	52,5	26,25
	7	47	59	28	21	25	30	27	39	28	26	40	17	24	22	27	27	32,25	16,125
	8	2	2	2	3	2	1	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3	2	1
	9	3	4	5	7	5	5	4	4	5	5	6	4	6	5	4	5	5	2,5
109,75																			
2	10	19	21	26	15	46	26	15	13	14	19	14	13	14	16	15	20	20,25	
	11	53	46	14	18	11	15	18	21	16	17	14	12	33	39	17	14	24	
	12	62	44	26	27	90	41	27	21	27	23	20	21	22	20	19	26	30,5	
	13	7	11	63	40	60	51	37	41	41	33	29	36	36	38	31	36	41	
	14	2	2	1	2	7	19	13	19	16	25	11	19	22	16	13	11	19	
137,5																			
3	15																	0	
	16	12	15	20	42	13	12	16	16	16	19	16	17	18	14	18	17	18	9
	17	27	23	25	26	26	29	20	27	28	21	23	11	20	29	19	29	27,25	13,625
	18	50	56	61	65	48	62	49	50	37	53	58	41	58	43	46	56	58	29
	19	6	3	14	10	12	8	11	23	16	8	12	9	7	9	5	8	12	6
	20	66	105	23	13	27	17	8	8	8	30	26	26	18	11	12	15	26,25	13,125
	21	6	8	49	46	41	41	48	52	60	69	52	48	64	51	52	52	52	26
22	5	4	3	4	4	2	4	3	4	5	5	5	5	3	5	4	5	2,5	
4	23	33	20	28	38	20	29	29	27	28	28	25	25	23	20	26	25	28,25	
	24	6	7	10	11	7	4	5	9	7	4	7	7	7	6	7	5	7	
	25	7	5	4	5	5	6	10	8	8	6	10	18	9	7	7	11	9,25	
	26	7	6	8	7	10	6	9	7	8	6	7	11	15	7	6	9	9	
	27	3	3	5	4	7	7	6	7	6	4	8	12	6	7	11	6	7	
	28	14	10	13	12	15	10	19	12	12	12	11	19	10	16	12	13	14,25	
	29																	0	
5	30	19	21	24	24	26	20	18	30	26	50	36	24	42	32	25	25	30,5	15,25
	31	22	2	18	33	19	29	22	28	29	27	25	20	30	22	23	19	28,25	14,125
	32	31	32	39	36	39	43	33	40	35	45	38	48	39	65	34	441	43,5	21,75
	33	12	14	12	18	16	15	10	14	21	20	18	23	23	19	16	15	19,25	9,625
	34	1	2	2	1	3	3	2	1	4	2	2	2	3	2	3	1	3	1,5
6	35	27	39	23	23	23	30	25	23	29	19	26	22	23	32	25	27	27,5	
	36	10	9	9	10	9	11	8	10	10	7	7	7	11	13	10	10	10	
	37	15	10	10	8	10	13	10	19	17	13	8	13	9	12	11	8	13	
105,8333																			
7	38																	0	
	39	4	7	7	4	7	8	8	7	8	10	8	5	8	12	8	10	8	
	40	15	17	12	22	17	14	18	16	15	22	15	11	20	11	15	18	18	
	41	8	15	9	11	8	12	10	11	12	14	11	13	11	14	16	10	13,25	
	42	3	3	7	8	5	4	6	12	4	4	10	4	6	3	3	7	7	
	43	6	4	5	7	7	5	6	5	5	4	7	8	8	4	5	5	7	
	44	9	10	12	14	13	12	14	15	13	18	16	13	15	16	20	10	15,25	
	45	5	17	13	6	6	7	8	5	5	5	7	8	7	4	6	6	7,25	
	46	15	6	9	16	15	13	11	10	11	16	13	13	14	15	13	15	15	
47	10	7	5	12	8	6	8	11	10	9	11	6	5	6	7	9	10		
8	48	15	13	10	13	26	20	28	24	20	30	32	28	31	25	22	26	28	
	49	27	16	38	25	31	28	36	23	24	37	34	6	7	31	38	34	34,5	
	50	8	10	12	10	6	6	6	6	8	8	6	33	33	9	6	6	20	
	51	28	19	31	34	34	26	33	21	24	22	22	34	30	26	20	26	31,5	
	52	15	17	21	19	20	23	15	19	15	14	14	12	19	20	18	15	19,25	
	53	13	8	16	16	13	11	11	8	8	7	3	8	10	12	10	8	12,25	

APÊNDICE D – MÉTODOS HEURÍSTICOS

Tabela 25 – Resolução do Método do Maior Tempo de Processamento

Tack Time 136,49

Posto	Tarefa	Duração [s]	T.Restante [s]	S/Prec.	Possível	Escolha
1	48	28	108,49	1;10;49	1;10	10
	10	20,25	88,24	1;11;49	1;12	11
	11	24	64,24	1;12;49	1;13	12
	12	30,5	33,74	1;13;49	-	13
2	13	41	95,49	1;14;49	14	14
	14	19	76,49	1;15;49	1	1
	1	10,5	65,99	2;15;49	2	2
	2	13,5	52,49	3;15;49	3	3
	3	10,75	41,74	4;15;49	4	4
4	32,625	9,115	5;15;49	-	5	
3	5	14,625	121,865	6;15;49	6	6
	6	26,25	95,615	7;15;49	7	7
	7	16,125	79,49	7;15;49	8	8
	8	1	78,49	8;15;49	9	9
	9	2,5	75,99	15;49	15	15
	15	0	75,99	16;49	16	16
	16	9	66,99	17;49	17	17
	17	13,625	53,365	18;49	18	18
	18	29	24,365	19;49	19	19
	19	6	18,365	20;49	20	20
20	13,125	5,24	21;49	-	21	
4	21	26	110,49	22;49	22	22
	22	2,5	107,99	23;49	23	23
	23	28,25	79,74	24;49	24	24
	24	7	72,74	25;49	25	25
	25	9,25	63,49	26;49	26	26
	26	9	54,49	27;49	27	27
	27	7	47,49	28;49	28	28
	28	14,25	33,24	29;49	29	29
	29	0	33,24	30;49	30	30
	30	15,25	17,99	31;49	31	31
	31	14,125	3,865	32;49	-	32
5	32	21,75	114,74	33;49	33	33
	33	9,625	105,115	34;49	34	34
	34	1,5	103,615	35;49	35	35
	35	27,5	76,115	36;49	36	36
	36	10	66,115	37;49	37	37
	37	13	53,115	38;49	38	38
	38	0	53,115	39;49	39	39
	39	8	45,115	40;49	40	40
	40	18	27,115	41;49	41	41
	41	13,25	13,865	42;49	42	42
42	7	6,865	43;49	-	43	
6	43	7	129,49	44;49	44	44
	44	15,25	114,24	45;49	45	45
	45	7,25	106,99	46;49	46	46
	46	15	91,99	47;49	47	47
	47	10	81,99	49	49	49
	49	34,5	47,49	50	-	50
50	20	27,49	51	-	51	
7	51	31,5	104,99	52	52	52
	52	19,25	104,99	53	53	53
	53	12,25	92,74	-	-	-

Tabela 26 – Resolução dos Pesos associados ao método dos Pesos Posicionais

Posto	Tarefa	Duração	Precedência	Peso
1	1	10,5	-	632,875
	2	13,5	1	622,375
	3	10,75	2	608,875
	4	32,625	3	598,125
	5	14,625	4	565,5
	6	26,25	5	550,875
	7	16,125	6	524,625
	8	1	7	508,5
	9	2,5	8	507,5
2	10	20,25	-	639,75
	11	24	10	619,5
	12	30,5	11	595,5
	13	41	12	565
	14	19	13	524
3	15	0	9;14	505
	16	9	15	505
	17	13,625	16	496
	18	29	17	482,375
	19	6	18	453,375
	20	13,125	19	447,375
	21	26	20	434,25
	22	2,5	21	408,25
4	23	28,25	22	405,75
	24	7	23	377,5
	25	9,25	24	370,5
	26	9	25	361,25
	27	7	26	352,25
	28	14,25	27	345,25
	29	0	28	331
5	30	15,25	29	331
	31	14,125	30	315,75
	32	21,75	31	301,625
	33	9,625	32	279,875
	34	1,5	33	270,25
6	35	27,5	34	268,75
	36	10	35	241,25
	37	13	36	231,25
7	38	0	37	218,25
	39	8	38	218,25
	40	18	39	210,25
	41	13,25	40	192,25
	42	7	41	179
	43	7	42	172
	44	15,25	43	165
	45	7,25	44	149,75
	46	15	45	142,5
	47	10	46	127,5
8	48	28	-	145,5
	49	34,5	48;47	117,5
	50	20	49	83
	51	31,5	50	63
	52	19,25	51	31,5
	53	12,25	52	12,25

Tabela 27 - Resolução do Método do Pesos Posicionais

Posto	Tarefa	Duração [s]	T.Restante [s]	S/Prec.	Possível	Escolha
Tack Time		136,4929				
1	10	20,25	116,242891	1;11;48	1;11;48	1
	1	10,5	105,742891	2;11;48	2;11;48	2
	2	13,5	92,242891	3;11;48	3;11;48	11
	11	24	68,242891	3;12;48	3;12;48	3
	3	10,75	57,492891	4;12;48	4;12;48	4
	4	32,625	24,867891	5;12;48	5	5
2	5	14,625	10,242891	6;12;48	-	12
	12	30,5	105,992891	6;13;48	6;13;48	13
	13	41	64,992891	6;14;48	6;14;48	6
	6	26,25	38,742891	7;14;48	7;14;48	7
	7	16,125	22,617891	8;14;48	8;48	8
	8	1	21,617891	9;14;48	9	9
3	9	2,5	19,117891	15;14;48	14	14
	14	19	0,117890995	15;48	15	15
	15	0	0,117890995	16;48	-	16
	16	9	127,492891	17;48	17;48	17
	17	13,625	113,867891	18;48	18;48	18
	18	29	84,867891	19;48	19;48	19
4	19	6	78,867891	20;48	20;48	20
	20	13,125	65,742891	21;48	21;48	21
	21	26	39,742891	22;48	22	22
	22	2,5	37,242891	23;48	23	23
	23	28,25	8,992890995	24;48	24;48	24
	24	7	1,992890995	25;49	-	25
5	25	9,25	127,242891	26;48	26;48	26
	26	9	118,242891	27;48	27;48	27
	27	7	111,242891	28;48	28;48	28
	28	14,25	96,992891	29;48	29;48	29
	29	0	96,992891	30;48	30;48	30
	30	15,25	81,742891	31;48	31;48	31
6	31	14,125	67,617891	32;48	32	32
	32	21,75	45,867891	33;48	33	33
	33	9,625	36,242891	34;48	34;48	34
	34	1,5	34,742891	35;48	35;48	35
	35	27,5	7,242890995	35;48	-	36
	36	10	126,492891	36;48	36;48	37
7	37	13	113,492891	37;48	37;48	38
	38	0	113,492891	38;48	38;48	39
	39	8	105,492891	39;48	39;48	40
	40	18	87,492891	40;48	40;48	41
	41	13,25	74,242891	41;48	41;48	42
	42	7	67,242891	42;48	42;48	43
8	43	7	60,242891	43;48	44	44
	44	15,25	44,992891	44;48	44;48	45
	45	7,25	37,742891	46;48	46;48	48
	48	28	9,742890995	46	-	46
	46	15	121,492891	47	47	47
	48	28	93,492891	49	49	49
9	49	34,5	58,992891	50	50	50
	50	20	38,992891	51	51	51
	51	31,5	7,492890995	52	-	52
10	52	19,25	117,242891	53	53	53
	53	12,25	104,992891	-	-	-

Tabela 28 - Resolução dos sucessores associados ao método do Número Maior de Sucessores

Posto	Tarefa	Duração	Sucessores
1	1	10,5	2;3;4;5;6;7;8;9;15;16;17;18;19;20;21;22;23;24;25;26;27;28;29;30;31;32;33;34;35;36;37;38;39;40;41;42;43;44;45;46;47;49;50;51;52;53
	2	13,5	3;4;5;6;7;8;9;15;16;17;18;19;20;21;22;23;24;25;26;27;28;29;30;31;32;33;34;35;36;37;38;39;40;41;42;43;44;45;46;47;49;50;51;52;53
	3	10,75	4;5;6;7;8;9;15;16;17;18;19;20;21;22;23;24;25;26;27;28;29;30;31;32;33;34;35;36;37;38;39;40;41;42;43;44;45;46;47;49;50;51;52;53
	4	32,625	5;6;7;8;9;15;16;17;18;19;20;21;22;23;24;25;26;27;28;29;30;31;32;33;34;35;36;37;38;39;40;41;42;43;44;45;46;47;49;50;51;52;53
	5	14,625	6;7;8;9;15;16;17;18;19;20;21;22;23;24;25;26;27;28;29;30;31;32;33;34;35;36;37;38;39;40;41;42;43;44;45;46;47;49;50;51;52;53
	6	26,25	7;8;9;15;16;17;18;19;20;21;22;23;24;25;26;27;28;29;30;31;32;33;34;35;36;37;38;39;40;41;42;43;44;45;46;47;49;50;51;52;53
	7	16,125	8;9;15;16;17;18;19;20;21;22;23;24;25;26;27;28;29;30;31;32;33;34;35;36;37;38;39;40;41;42;43;44;45;46;47;49;50;51;52;53
	8	1	9;15;16;17;18;19;20;21;22;23;24;25;26;27;28;29;30;31;32;33;34;35;36;37;38;39;40;41;42;43;44;45;46;47;49;50;51;52;53
	9	2,5	15;16;17;18;19;20;21;22;23;24;25;26;27;28;29;30;31;32;33;34;35;36;37;38;39;40;41;42;43;44;45;46;47;49;50;51;52;53
	10	20,25	11;12;13;14;15;16;17;18;19;20;21;22;23;24;25;26;27;28;29;30;31;32;33;34;35;36;37;38;39;40;41;42;43;44;45;46;47;49;50;51;52;53
2	11	24	12;13;14;15;16;17;18;19;20;21;22;23;24;25;26;27;28;29;30;31;32;33;34;35;36;37;38;39;40;41;42;43;44;45;46;47;49;50;51;52;53
	12	30,5	13;14;15;16;17;18;19;20;21;22;23;24;25;26;27;28;29;30;31;32;33;34;35;36;37;38;39;40;41;42;43;44;45;46;47;49;50;51;52;53
	13	41	14;15;16;17;18;19;20;21;22;23;24;25;26;27;28;29;30;31;32;33;34;35;36;37;38;39;40;41;42;43;44;45;46;47;49;50;51;52;53
	14	19	15;16;17;18;19;20;21;22;23;24;25;26;27;28;29;30;31;32;33;34;35;36;37;38;39;40;41;42;43;44;45;46;47;49;50;51;52;53
3	15	0	16;17;18;19;20;21;22;23;24;25;26;27;28;29;30;31;32;33;34;35;36;37;38;39;40;41;42;43;44;45;46;47;49;50;51;52;53
	16	9	17;18;19;20;21;22;23;24;25;26;27;28;29;30;31;32;33;34;35;36;37;38;39;40;41;42;43;44;45;46;47;49;50;51;52;53
	17	13,625	18;19;20;21;22;23;24;25;26;27;28;29;30;31;32;33;34;35;36;37;38;39;40;41;42;43;44;45;46;47;49;50;51;52;53
	18	29	19;20;21;22;23;24;25;26;27;28;29;30;31;32;33;34;35;36;37;38;39;40;41;42;43;44;45;46;47;49;50;51;52;53
	19	6	20;21;22;23;24;25;26;27;28;29;30;31;32;33;34;35;36;37;38;39;40;41;42;43;44;45;46;47;49;50;51;52;53
	20	13,125	21;22;23;24;25;26;27;28;29;30;31;32;33;34;35;36;37;38;39;40;41;42;43;44;45;46;47;49;50;51;52;53
	21	26	22;23;24;25;26;27;28;29;30;31;32;33;34;35;36;37;38;39;40;41;42;43;44;45;46;47;49;50;51;52;53
4	22	2,5	23;24;25;26;27;28;29;30;31;32;33;34;35;36;37;38;39;40;41;42;43;44;45;46;47;49;50;51;52;53
	23	28,25	24;25;26;27;28;29;30;31;32;33;34;35;36;37;38;39;40;41;42;43;44;45;46;47;49;50;51;52;53
	24	7	25;26;27;28;29;30;31;32;33;34;35;36;37;38;39;40;41;42;43;44;45;46;47;49;50;51;52;53
	25	9,25	27;28;29;30;31;32;33;34;35;36;37;38;39;40;41;42;43;44;45;46;47;49;50;51;52;53
	26	9	27;28;29;30;31;32;33;34;35;36;37;38;39;40;41;42;43;44;45;46;47;49;50;51;52;53
	27	7	28;29;30;31;32;33;34;35;36;37;38;39;40;41;42;43;44;45;46;47;49;50;51;52;53
	28	14,25	29;30;31;32;33;34;35;36;37;38;39;40;41;42;43;44;45;46;47;49;50;51;52;53
	29	0	30;31;32;33;34;35;36;37;38;39;40;41;42;43;44;45;46;47;49;50;51;52;53
5	30	15,25	31;32;33;34;35;36;37;38;39;40;41;42;43;44;45;46;47;49;50;51;52;53
	31	14,125	32;33;34;35;36;37;38;39;40;41;42;43;44;45;46;47;49;50;51;52;53
	32	21,75	33;34;35;36;37;38;39;40;41;42;43;44;45;46;47;49;50;51;52;53
	33	9,625	34;35;36;37;38;39;40;41;42;43;44;45;46;47;49;50;51;52;53
6	34	1,5	35;36;37;38;39;40;41;42;43;44;45;46;47;49;50;51;52;53
	35	27,5	36;37;38;39;40;41;42;43;44;45;46;47;49;50;51;52;53
	36	10	37;38;39;40;41;42;43;44;45;46;47;49;50;51;52;53
	37	13	38;39;40;41;42;43;44;45;46;47;49;50;51;52;53
7	38	0	39;40;41;42;43;44;45;46;47;49;50;51;52;53
	39	8	40;41;42;43;44;45;46;47;49;50;51;52;53
	40	18	41;42;43;44;45;46;47;49;50;51;52;53
	41	13,25	42;43;44;45;46;47;49;50;51;52;53
	42	7	43;44;45;46;47;49;50;51;52;53
	43	7	44;45;46;47;49;50;51;52;53
	44	15,25	45;46;47;49;50;51;52;53
	45	7,25	46;47;49;50;51;52;53
8	46	15	47;49;50;51;52;53
	47	10	49;50;51;52;53
	48	28	49;50;51;52;53
	49	34,5	50;51;52;53
	50	20	51;52;53
	51	31,5	52;53
	52	19,25	53
	53	12,25	-

Tabela 29 - Resolução do Método do Maior Número de Sucessores

Tack Time		136,4929				
Posto	Tarefa	Duração [s]	T.Restante [s]	S/Prec.	Possível	Escolha
1	1	10,5	125,992891	2	2	2
	2	13,5	112,492891	3	3	3
	3	10,75	101,742891	4	4	4
	4	32,625	69,117891	5;10	5;10	10
	10	20,25	48,867891	5	5	5
	5	14,625	34,242891	6;11	11	11
	11	24	10,242891	6	-	6
2	6	26,25	110,242891	7;12	7;12	12
	12	30,5	79,742891	7	7	7
	7	16,125	63,617891	8;13	8;13	13
	13	41	22,617891	8	8	8
	8	1	21,617891	9;14	14	14
	14	19	2,617890995	9	9	9
	9	2,5	0,117890995	15	15	15
3	15	0	0,117890995	16	-	16
	16	9	127,492891	17	17	17
	17	13,625	113,867891	18	18	18
	18	29	84,867891	19	19	19
	19	6	78,867891	20	20	20
	20	13,125	65,742891	21	21	21
	21	26	39,742891	22	22	22
	22	2,5	37,242891	23	23	23
4	23	28,25	8,992890995	24	24	24
	24	7	1,992890995	25	-	25
	25	9,25	127,242891	26	26	26
	26	9	118,242891	27	27	27
	27	7	111,242891	28	28	28
	28	14,25	96,992891	29	29	29
	29	0	96,992891	30	30	30
	30	15,25	81,742891	31	31	31
	31	14,125	67,617891	32	32	32
	32	21,75	45,867891	33	33	33
5	33	9,625	36,242891	34	34	34
	34	1,5	34,742891	35	35	35
	35	27,5	7,242890995	36	-	36
	36	10	126,492891	37	37	37
	37	13	113,492891	38	38	38
	38	0	113,492891	39	39	39
	39	8	105,492891	40	40	40
	40	18	87,492891	41	41	41
	41	13,25	74,242891	42	42	42
	42	7	67,242891	43	43	43
6	43	7	60,242891	44	44	44
	44	15,25	44,992891	45	45	45
	45	7,25	37,742891	46	46	46
	46	15	22,742891	47;48	-	48
	48	28	108,492891	47	47	47
	47	10	98,492891	49	49	49
7	49	34,5	63,992891	50	50	50
	50	20	43,992891	51	51	51
	51	31,5	12,492891	52	-	52
	52	19,25	117,242891	53	53	53
	53	12,25	104,992891	-	-	-

APÊNDICE E – DADOS RECOLHIDOS (ESTADO FUTURO)

Tabela 30 - Tempos Produtivos (Estado Futuro)

Tempos Produtivos							
Posto 1	Posto 2	Posto 3	Posto 4	Posto 5	Posto 6	Posto 7	
136	59	52	47	139	60	52	
146	56	62	51	144	55	55	
144	63	64	41	133	58	59	
134	71	57	50	140	61	60	
127	83	66	48	135	59	72	
112	71	63	41	138	64	71	
124	59	58	44	149	63	72	
130	65	55	44	141	65	68	
136	62	56	41	136	55	72	
117	68	62	39	148	62	69	
166	72	64	56	135	60	73	
171	69	60	58	156	59	72	
153	79	65	52	149	62	70	
162	77	66	53	152	63	68	
141	76	53	47	162	60	72	
145	77	51	54	142	63	68	
188	76	63	53	159	54	71	
180	66	51	54	172	63	74	
162	78	62	51	158	70	78	
163	75	64	50	157	69	77	
178	74	53	57	155	72	75	
179	79	58	55	146	55	70	
152	66	60	53	143	53	68	
150	68	61	48	148	79	67	
182	75	56	45	152	65	62	
197	68	69	55	148	58	68	
192	58	58	58	165	55	67	
193	74	67	53	159	62	68	
187	67	58	52	162	57	73	
Média	156,7931	70,03448	59,7931	50	149,069	61,41379	68,65517
Desvio padrão	24,60891	7,138841	5,038277	5,437962	10,13456	5,815725	6,031322
3º Quartil	89,5	76	64	54	78,5	63	72

Tabela 31 - Tempos Completos (Estado Futuro)

Tempos Completos							
Posto 1	Posto 2	Posto 3	Posto 4	Posto 5	Posto 6	Posto 7	
214	107	81	72	233	171	141	
216	104	78	66	261	97	112	
249	83	86	73	251	271	147	
181	104	78	71	232	106	124	
238	142	108	75	253	86	105	
191	174	111	65	265	154	155	
253	90	96	72	258	107	106	
271	99	151	66	254	129	112	
187	118	115	72	224	164	108	
237	101	83	66	234	81	112	
213	111	99	87	240	92	95	
210	99	92	77	253	117	105	
190	91	81	68	199	101	129	
335	111	85	70	255	81	132	
269	123	93	79	246	78	117	
279	108	94	78	243	105	119	
262	107	107	74	281	90	129	
245	90	98	83	276	128	131	
290	122	80	97	220	135	110	
263	116	82	100	261	95	127	
259	117	85	91	231	78	109	
247	116	76	78	251	96	109	
280	112	114	144	234	90	113	
272	164	88	82	291	88	116	
201	120	82	86	319	148	82	
222	126	111	92	329	155	88	
382	134	88	77	268	85	114	
310	163	85	81	163	74	84	
254	102	108	101	206	95	112	
276	106	90	107	249	70	90	
216	139	81	84	248	71	88	
224	129	79	71	257	86	80	
251	115	92	68	262	91	93	
230	130	113	84	300	150	129	
233	135	118	74	335	227	92	
190	134	93	83	246	101	78	
197	155	106	84	265	76	95	
321	221	105	67	265	77	97	
198	126	87	65	321	69	96	
225	105	121	64	227	77	103	
214	129	90	87	288	64	108	
231	110	80	75	157	125	106	
218	131	182	85	294	159	96	
267	114	125	82	248	183	103	
223	134	85	89	280	82	104	
180	100	118	75	240	94	110	
198	98	103	77	232	134	113	
Média	240,6809	120,5319	97,93617	80,08511	254,1489	111,3404	109,0213
Desvio padrão	42,54364	24,91189	20,19406	13,96553	35,83657	42,77051	17,2078
3º Quartil	265	130,5	108	84,5	266,5	131,5	116,5

Tabela 32 - Stock estrangulado (Estado Futuro)

Stock estrangulamento	Stock intermédio		Posto 1 para 4		POSTO 2 para 3		Posto 5 para 6		PALETE EMBALAGEM	
	Unidades	Tempo [s]	Unidades	Tempo [s]	Unidades	Tempo [s]	Unidades	Tempo [s]	Unidades	Tempo [s]
	10	47	1	61	1	50	1	96	120	0
	10	52	1	60	1	33	1	66	120	0
	10	62	1	166	1	50	1	106	120	0
	10	55	1	111	1	33	1	77	120	0
	10	57	1	67	1	0	1	107	120	0
	10	55	1	70	1	0	1	48	120	0
	10	42	1	98	1	60	1	106	120	0
	10	40	1	86	1	62	1	103	120	0
	10	44	1	88	1	84	1	78	120	0
	10	37	1	87	1	75	1	102	120	0
	10	55	1	89	1	0	1	94	120	0
	10	44	1	0	1	0	1	99	120	0
	10	56	1	0	1	46	1	85	120	0
	10	43	1	0	1	30	1	110	120	0
	10	55	1	0	1	48	1	109	120	0
	10	48	1	0	1	120	1	101	120	0
	10	35	1	0	1	88	1	99	120	0
	10	44	1	0	1	0	1	37	120	0
	10	75	1	139	1	0	1	35	120	0
	10	59	1	0	1	0	1	45	120	0
	10	72	1	123	1	0	1	61	120	0
	10	42	1	114	1	0	1	0	120	0
	10	68	1	68	1	14	1	157	120	0
	10	55	1	0	1	0	1	105	120	0
	10	48	1	76		0	1	54	120	0
	10	51	1	61		0	1	0	120	0
	10	43	1	51	1	0	1	229	120	0
	10	76	1	0	1	30	1	102	120	0
	10	58	1	0	1	0	1	108	120	0
	10	41	1	0	1	0	1	0	120	0
	10	58	1	0	1	0	1	0	120	0
Média	10	52,2	1,0	52,096774	1	26,548	1,0	81,258065	120	0,0
Tempo/Unidade	5,216129032		52,1		26,5483871		81,3		0	
3º Quadril	10	57,5	1	87,5	1	49	1	105,5	120	0
Tempo/Unidade	5,75		87,5		49		105,5		0	

APÊNDICE F – GESTÃO VISUAL



Figura 55 - Exemplo da Gestão Visual implementada no bordo de linha

Polisport

Programa 5S

Trabalho de Equipa!

Mantenha a criatividade

Não se acomode!

Selecione

Selecione o que precisa para concretizar com sucesso o seu trabalho e elimine o desnecessário.

Organize

Organize todas as ferramentas de maneira a facilitar o seu trabalho.

Limpe

Mantenha o posto de trabalho limpo, eliminando qualquer tipo de sujidade.

Mantenha

Mantenha uma mentalidade pró-activa, com capacidade constante para a melhoria.

Habitua-se

Faça deste processo um hábito, uma rotina constante.

Figura 56 – Consciencialização do Programa 5S

