



MELHORIA DA EFICIÊNCIA DE UMA LINHA DE PRODUÇÃO MULTIRREFERÊNCIAS

MANUEL TOMÉ REIS

outubro de 2022

MELHORIA DA EFICIÊNCIA DE UMA LINHA DE PRODUÇÃO MULTIRREFERÊNCIAS

Manuel Tomé Reis

1171526

2022

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

MELHORIA DA EFICIÊNCIA DE UMA LINHA DE PRODUÇÃO MULTIRREFERÊNCIAS

Manuel Tomé Reis

1171526

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, realizada sob a orientação do Professor Mestre/Especialista José Carlos Vieira de Sá e coorientação do Professor Doutor Francisco José Gomes da Silva.

2022

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

JÚRI

Presidente

Professor Doutor Hélio Cristiano Gomes Alves de Castro

Professor Adjunto, Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Orientador

Professor Mestre/Especialista José Carlos Vieira de Sá

Professor Adjunto, Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Coorientador

Professor Doutor Francisco José Gomes da Silva

Professor Coordenador com Agregação, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Arguente

Professor Doutor Gilberto Santos

Professor Adjunto com Agregação, Instituto Politécnico do Cávado e do Ave

AGRADECIMENTOS

Ao Professor José Carlos Sá, orientador do ISEP, pela atenção, orientação e disponibilidade demonstrada ao longo de todo o trabalho desenvolvido para esta dissertação.

À FicoCables, em especial ao Engenheiro Francisco Ferreira, como meu orientador na empresa, por me ter acompanhado ao longo de todo este projeto e por ter facultado todas as ferramentas necessárias à sua realização, assim como pelos conhecimentos transmitidos e pela disponibilidade constante. Também quero agradecer ao Engenheiro Carlos Duarte pelo companheirismo, apoio e motivação.

À minha família e amigos, por todo o apoio prestado.

PALAVRAS-CHAVE

Lean Six Sigma, Lean, Six Sigma, DMAIC, Modelo Shingo, Indústria

RESUMO

Atualmente, as empresas procuram melhorar os seus sistemas produtivos até ao mais ínfimo pormenor. Pequenos detalhes que resultam, por vezes, na obtenção de uma vantagem competitiva valiosa nesta competição em que se denomina como mercado global. Ao longo da história da industrialização, várias correntes filosóficas foram aplicadas para a melhoria da produtividade e eficiência dos processos produtivos. *Lean* e *Six Sigma* são as metodologias mais abrangentes e aplicadas neste contexto. Mais recentemente, a fusão destas originou o *Lean Six Sigma* do qual se espera um salto significativo na evolução da manufatura.

A presente dissertação, desenvolvida na empresa FicoCables Lda. (pertencente ao grupo espanhol Ficosa), empresa produtora de componentes para a indústria automóvel, teve como principal objetivo a análise do funcionamento de uma linha de produção multirreferências, para identificação de problemas existentes e posteriormente serem implementadas melhorias para eliminar a incidência dos mesmos. O processo de análise e identificação de propostas de melhoria teve por base ferramentas *Lean*, tais como o VSM, Diagrama de *Spaghetti* e *Yamazumi*. A metodologia DMAIC foi selecionada como ferramenta estratégica de suporte ao projeto e às ferramentas *lean* como via para o alcance dos resultados desejados. O foco foi a redução das ineficiências existentes e evolução positiva da produtividade da linha.

Após a identificação dos desperdícios e implementação de melhorias para os eliminar, foi vez de analisar os resultados. Nas referências 121912974 e 121913026, a posição da paleta foi alterada de forma a reduzir as distâncias percorridas pela operadora responsável pelo embalamento. Poupança de cerca de 9,1 Km por ano em movimentos. Além de que ainda ocorreu alterações ao nível das funções atribuídas a cada operadora. Permitindo aumentar o objetivo de produtividade de 480 peças por hora para 486 peças por hora. Nas referências 121912848 e 121912849, foi possível retirar um operador na linha e manter o mesmo nível de produtividade. A Padronização do Trabalho permitiu reforçar as alterações realizadas nos processos de uma forma standard para que os ganhos não desapareçam. Por fim, e fruto de todas as melhorias implementadas, o OEE que no início do projeto estava no patamar dos 72%, aumentou agora para o patamar dos 78%. As alterações realizadas permitem uma poupança de mão de obra de cerca de 22 000€ por ano.

KEYWORDS

Lean Six Sigma, Lean, Six Sigma, DMAIC, Shingo Model, Industry

ABSTRACT

Currently, companies seek to improve their production systems down to the smallest detail. Small details that result, sometimes, in obtaining a valuable competitive advantage in this competition in what is known as the global market. Throughout the history of industrialization, several philosophical currents have been applied to improve the productivity and efficiency of production processes. Lean and Six Sigma are the most comprehensive and applied methodologies in this context. More recently, their fusion gave rise to Lean Six Sigma, which is expected to make a significant leap forward in the evolution of manufacturing.

The present dissertation, developed at FicoCables Lda. (belonging to the Spanish group Ficosa), a company that produces components for the automotive industry, had as main objective the analysis of the functioning of a multi-reference production line, to identify existing problems and subsequently implement improvements to eliminate the incidence of same. The process of analysis and identification of improvement proposals was based on Lean tools, such as VSM, Spaghetti Diagram and Yamazumi. The DMAIC methodology was selected as a strategic tool to support the project and lean tools as a way to achieve the desired results. The focus was on reducing existing inefficiencies and improving the line's productivity.

After identifying the waste and implementing improvements to eliminate it, it was time to analyze the results. In references 121912974 and 121913026, the position of the pallet was changed in order to reduce the distances traveled by the operator responsible for the packaging. Saving about 9.1 Km per year in movements. In addition, there were still changes in terms of the functions assigned to each operator. Allowing to increase the productivity target from 480 pieces per hour to 486 pieces per hour. In references 121912848 and 121912849, it was possible to remove an operator from the line and maintain the same level of productivity. The Standardization of Work made it possible to reinforce the changes carried out in the processes in a standard way so that the gains do not disappear. Finally, and as a result of all the improvements implemented, the OEE, which at the beginning of the project was at the level of 72%, has now increased to the level of 78%. The changes made allow for labor savings of around €22 000 per year.

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

Lista de Abreviaturas

DMAIC	<i>Define, Measure, Analyze, Improve and Control</i>
DPMO	<i>Defects per million opportunities</i>
FMEA	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>
GL	<i>Green Lean</i>
GLSS	<i>Green Lean Six Sigma</i>
ISEP	<i>Instituto Superior de Engenharia do Porto</i>
KPI	<i>key performance indicator</i>
LM	<i>Lean Manufacturing</i>
LSS	<i>Lean Six Sigma</i>
MES	<i>Manufacturing Execution System</i>
OEE	<i>Overall equipment effectiveness</i>
OEEE	<i>Overall Environmental Equipment Effectiveness</i>
PDCA	<i>Plan, Do, Check, Act</i>
Ph	<i>Produção por Hora</i>
PHh	<i>Produção por Homem por Hora</i>
PME	<i>Pequenas e Médias Empresas</i>
SIPOC	<i>Supplier, Inputs, Process, Outputs, Customer</i>
SMED	<i>Single Minute Exchange of Die</i>
Sus-VSM	<i>Sustainable Value Stream Mapping</i>

TPS	<i>Toyota Production System</i>
TQC	<i>Total Quality Control</i>
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>
WoS	<i>Web of Science</i>
5S	<i>Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke</i>

Lista de Unidades

s	Segundo
km	Quilómetro
m	Metro
h	Hora

Lista de Símbolos

%	Porcentagem
€	Euro

GLOSSÁRIO DE TERMOS

5S	É uma das ferramentas da Qualidade, que tem como objetivo melhorar o ambiente de trabalho em que é aplicado, aumentando a produtividade. O mesmo é composto por 5 sentidos que lhe dão nome: <i>Seiri</i> (senso de utilização), <i>Seiton</i> (senso de organização), <i>Seiso</i> (senso de limpeza), <i>Seiketsu</i> (senso de padronização) e <i>Shitsuke</i> (senso de autodisciplina).
Gargalo (Bottleneck)	Ponto de estrangulamento que restringe a capacidade produtiva de um processo.
Cluster	Grupo de elementos iguais (ou parecidos) reunidos ou que ocorrem de forma conjunta.
Desenvolvimento Sustentável	O desenvolvimento capaz de satisfazer as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade de satisfazer as necessidades das gerações futuras. Comprometendo a harmonia de três domínios: o domínio social, o domínio económico e o domínio ambiental.
DMAIC	Sigla que significa <i>Define, Measure, Analyze, Improve and Control</i> e que se refere às cinco fases do método DMAIC, usado para dirigir projetos de melhoria de processo <i>six sigma</i> .
Economia Circular	Conceito estratégico que assenta na redução, reutilização, recuperação e reciclagem de materiais e energia. Substituindo o conceito de fim-de-vida da economia linear, por novos fluxos circulares de reutilização, restauração e renovação.
Green Lean	Trata-se de uma abordagem de cariz ecológico e que assenta nos princípios da filosofia lean.
Green Lean Six Sigma	Trata-se de uma abordagem de cariz ecológico que reduz a pegada carbónica e que produz produtos com elevadas especificações.

Indústria 4.0	Quarta Revolução Industrial representa um diversificado leque de sistemas de tecnologia como inteligência artificial, robótica, “internet das coisas” e computação em <i>cloud</i> que está a digitalizar as formas de produção e os modelos de negócios convencionais.
KPI	Indicadores de cariz financeiro e não financeiro que as organizações usam para avaliar o grau de sucesso alcançado na concretização de objetivos de longa duração.
Kaizen	Termo que significa “melhoria contínua”.
Layout	Forma como estão distribuídos os elementos numa dada área (<i>Gemba</i> , por exemplo).
Lead Time	Tempo que vai desde o pedido de encomenda por parte do cliente até que este a recebe.
Lean	Filosofia de produção que envolve toda a organização e se foca na eliminação de desperdícios, através da melhoria contínua.
Lean 4.0	Método que engloba um conjunto de práticas e ferramentas que possibilitam que se reduzam desperdícios em conjunto com conceitos da Indústria 4.0.
Lean Six Sigma	Lean Six Sigma é a união dos conceitos, ferramentas e técnicas de melhoria nos processos organizacionais através da redução da variabilidade e diminuição e eliminação de desperdícios.
Manufatura Inteligente	Sistema de produção com um determinado nível de independência do fator humano.
Manufatura Verde	Sistema de produção construído com a preocupação de promover o menor impacto ambiental possível.
Melhoria Contínua	Esforço contínuo para melhorar produtos, processos ou serviços, reduzindo o desperdício e aumentando a qualidade.
OEE (Overall Equipment Effectiveness ou	O OEE é um indicador que permite monitorizar o desempenho de equipamentos, ou linhas de produção completas. O mesmo é calculado segundo 3 parâmetros,

Eficiência Global dos Equipamentos)	sendo eles a disponibilidade (tempo real vs tempo esperado de produção), desempenho (velocidade de produção real vs esperada) e qualidade (produção conforme vs produção total).
PDCA	Metodologia que apoia os projetos lean (<i>Plan, Do, Check, Act</i>).
Poka-Yoke	Poka-Yoke, ou sistema anti-erro, é um tipo de ferramenta que visa prevenir ou detetar a ocorrência dos erros mais comuns que dão origem a defeitos.
Set-up	Estrangeirismo para “mudança de fabrico”.
Six Sigma	Filosofia que se foca na diminuição da variabilidade dos processos organizacionais de forma a garantir redução dos custos operacionais e, conseqüentemente, aumentar o lucro e eficiência dos processos.
Skills	Estrangeirismo que significa aptidões ou competências.
SMED	O “Single Minute Exchange of Die” (SMED), que traduzindo para português significa “Troca Rápida de Ferramenta”, é uma metodologia que tem como objetivo a redução do tempo necessário para realizar uma mudança de fabrico (<i>set-up</i>), que num caso ideal, tal tempo não deverá ultrapassar um dígito.
Software	Programa informático.
Standard	Estrangeirismo para “padrão”.
Takt Time	Quociente entre o tempo de produção disponível e a taxa de procura por parte do cliente.
Tempo de Ciclo	Tempo que é preciso para realizar um ciclo de uma determinada operação.
Toyota Production System	Sistema de produção desenvolvido pela Toyota que permite fornecer produtos com melhor qualidade, menor custo e o lead time mais curto por meio da eliminação do desperdício.

Variância

Medida de dispersão que é usada para descrever a distância média de um conjunto de variáveis face ao seu valor médio respetivo.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Ciclo DMAIC [100]	6
Figura 2- Presença do Grupo Ficosa pelo Mundo [140]	7
Figura 3- Símbolo do Programa FIT Ficosa.....	8
Figura 4- 5 Princípios Lean	12
Figura 5- Fatores Influenciadores da OEE [24].....	18
Figura 6- Passos do VSM [122]	22
Figura 7- Fases DMAIC [141]	38
Figura 8- Parâmetros do Modelo Shingo. Retirado de (Shingo Institute, 2022)	49
Figura 9- Dimensões do Modelo Shingo. Retirado de (Shingo Institute, 2022)	50
Figura 10- Áreas de Estudo mais importantes sobre Lean, Six Sigma, Lean Six Sigma e Modelo Shingo...59	
Figura 11- Representação esquemática de cabos aplicados num veículo	65
Figura 12- Hierarquia do UAP 3.....	69
Figura 13- Linha de Montagem Multirreferências 1	70
Figura 14- Layout da Linha Multi 1.....	71
Figura 15-Fluxo generalista das referências na Linha Multi 1	71
Figura 16- Referência 026.....	72
Figura 17- Referência 848.....	72
Figura 18- Project Charter (Parte 1)	75
Figura 19- Project Charter (Parte 2)	75
Figura 20- Árvore CTs	76
Figura 21- VSM simplificado	77
Figura 22- SIPOC da Linha Multi 1	79
Figura 23- Exemplo de Diagrama de Spaghetti da referência 974	85
Figura 24- Diagrama Spaghetti da referência 974	92
Figura 25- Diagrama Spaghetti da referência 026	93
Figura 26- Diagrama de Spaghetti da referência 848.....	96
Figura 27- Diagrama de Spaghetti da referência 849.....	96

Figura 28- Representação das melhorias propostas no Diagrama Spaghetti	105
Figura 29- Exemplo de um turno que cumpre com os objetivos de produtividade	108
Figura 30- Exemplo de um turno que não cumpre com os objetivos de produtividade	109
Figura 31- Representação das melhorias propostas no Diagrama Spaghetti	113
Figura 32- Representação das alterações sugeridas pelas operadoras no Diagrama Spaghetti	114
Figura 33- Demonstração dos resultados das melhorias implementadas no sistema Andon da linha multi 1.....	115
Figura 34- Exemplo de um turno que não cumpre com os objetivos de produtividade de forma contínua	116
Figura 35- Exemplo de um turno que não cumpre com os objetivos de produtividade	116
Figura 36- Posto Abraçadeiras (Operação 107)	117
Figura 37- Embalamento dos cabos das referências 848 e 849 na caixa	117
Figura 38- Gito acoplado ao terminal de cabo (1)	118
Figura 39- Gito acoplado ao terminal de cabo (2)	118
Figura 40- Gito acoplado ao terminal de cabo (3)	118
Figura 41- Paragens na produção por causa dos layoffs no mês de maio	123
Figura 42- Paragens na produção por causa de feriados e greve no mês de junho	123
Figura 43- Marcação original da posição da palete na linha	132
Figura 44- Marcação da posição da palete para as referências 974 e 026	132
Figura 45- Carrinho de transporte da palete	133

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Percentagem das atividades que acrescentam valor ao desperdício [34].....	14
Gráfico 2- Distribuição das Publicações por Ano	52
Gráfico 3- Distribuição das Publicações por Número de Citações.....	53
Gráfico 4- Distribuição das Publicações por Revistas Científicas.....	54
Gráfico 5- Categorização dos Artigos por Cada Tópico	54
Gráfico 6- Yamazumi da referência 026	84
Gráfico 7- Evolução da Velocidade da Linha Multi 1.....	86
Gráfico 8- Evolução da Qualidade da Linha Multi 1.....	87
Gráfico 9- Evolução da Disponibilidade da Linha Multi 1.....	88
Gráfico 10- Evolução da OEE da Linha Multi 1.....	89
Gráfico 11- Diagrama de Pareto das Referências da Linha Multi 1	91
Gráfico 12- Yamazumi da Referência 974.....	94
Gráfico 13- Yamazumi da Referência 026.....	94
Gráfico 14- Tempo Útil Utilizado na Referência 974.....	95
Gráfico 15- Tempo Útil Utilizado na Referência 026.....	95
Gráfico 16- Yamazumi da Referência 848.....	97
Gráfico 17- Yamazumi da Referência 849.....	97
Gráfico 18- Tempo Útil Utilizado na Referência 848.....	98
Gráfico 19- Tempo Útil Utilizado na Referência 849.....	98
Gráfico 20- Comparação do Custo Teórico e Custo Projetado na Fase Inicial da Linha Multi 1	104
Gráfico 21- Validação das Melhorias Implementadas por Yamazumi	106
Gráfico 22- Validação do Aumento de Produtividade por Yamazumi	108
Gráfico 23- Yamazumi da Fase Inicial da Referência 848	109
Gráfico 24- Yamazumi da Fase Inicial da Referência 849	110
Gráfico 25- Simulação 1 da Referência 849	110
Gráfico 26- Simulação 2 da Referência 849	110
Gráfico 27- Simulação 3 da Referência 849	111

Gráfico 28- Simulação 1 da Referência 848	111
Gráfico 29- Simulação 2 da Referência 848	111
Gráfico 30- Simulação 3 da Referência 848	112
Gráfico 31- Validação das Propostas de Melhoria por Yamazumi	114
Gráfico 32- Evolução da OEE da Referência 848.....	120
Gráfico 33- Evolução da OEE da Referência 026.....	120
Gráfico 34- Evolução da OEE da Referência 974.....	120
Gráfico 35- Evolução da OEE da Referência 849.....	121
Gráfico 36- Evolução da Velocidade da Linha Multi 1.....	124
Gráfico 37- Evolução da Qualidade da Linha Multi 1	125
Gráfico 38- Evolução da Disponibilidade da Linha Multi 1.....	126
Gráfico 39- Evolução da OEE da Linha Multi 1.....	127
Gráfico 40- Comparação do Custo Teórico, Custo Projetado na Fase Inicial e o Custo Projetado na Fase Improve da Linha Multi 1	134
Gráfico 41- Comparação do Custo Teórico, Custo Projetado na Fase Inicial e o Custo Projetado na Fase Improve das referências trabalhadas na Fase Improve	135

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1- Descrição dos Princípios Lean	13
Tabela 2- Desperdícios (MUDA)	14
Tabela 3- Exemplos Práticos da Ferramenta Trabalho Padronizado	16
Tabela 4- Exemplos Práticos da Ferramenta OEE	19
Tabela 5- Exemplos Práticos da Ferramenta VSM	23
Tabela 6- Exemplos Práticos e Novas Abordagens da Ferramenta VSM	25
Tabela 7- Exemplos Práticos da Aplicação do Diagrama de Spaghetti	29
Tabela 8- Casos Práticos da Ferramenta Yamazumi	32
Tabela 9- Exemplos Práticos da Filosofia Lean	34
Tabela 10- Simbiose entre as Fases do Ciclo DMAIC com Ferramentas Lean e Six Sigma. Elaborado de acordo com as referências de [114-119].	40
Tabela 11- Exemplos de Aplicação da Filosofia Lean Six Sigma	41
Tabela 12- Distribuição dos Princípios Orientadores nas Dimensões do Modelo Shingo [136]	51
Tabela 13- Categorização das Publicações Analisadas	55
Tabela 14- Matriz de Impacto das ferramentas nos pilares económico, ambiental e social	55
Tabela 15- Clusters mais importantes sobre Lean, Six Sigma, Lean Six Sigma e Modelo Shingo	60
Tabela 16- Áreas de Negócios dos UAP's	66
Tabela 17- Atividades internas dos UAP's	66
Tabela 18- Descrição dos Projetos dos quais as referências da linha estão associadas	73
Tabela 19- Dados Finais dos VSM's	78
Tabela 20- Exemplo de registo de tempos de uma operação	83
Tabela 21- Exemplo de registo de tempos de movimentos e funções secundárias	84
Tabela 22- Sumário dos resultados históricos da linha	89
Tabela 23- Análise ABC da linha	90
Tabela 24- Previsão da Procura Anual (2022) das referências da linha multi 1	101
Tabela 25- Descrição do PHh estipulado para cada referência	101
Tabela 26- PHh real das referências na fase inicial	103

Tabela 27- Comparação da média da OEE entre a fase inicial e a fase improve das referências trabalhadas	122
Tabela 28- Comparação do indicador Disponibilidade entre a fase inicial e a fase improve	127
Tabela 29- Comparação do indicador Velocidade entre a fase inicial e a fase improve	127
Tabela 30- Comparação do indicador Qualidade entre a fase inicial e a fase improve	128
Tabela 31- Comparação do OEE entre a fase inicial e a fase improve	128
Tabela 32- Set-ups realizados na linha entre o dia 2 de maio e o dia 6 de maio	129
Tabela 33- Set-ups realizados na linha entre o dia 6 de junho e 10 de junho	130
Tabela 34- Registo da OEE das várias referências da linha multi 1 na fase inicial e na fase improve	130
Tabela 35- Registo médio da OEE para as referências da linha na fase improve	133

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO.....	3
1.1	Contextualização	3
1.2	Objetivos	5
1.3	Metodologia	5
1.4	Estrutura do Relatório	6
1.5	Apresentação da Empresa	7
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1	A Filosofia Lean	11
2.1.1	Princípios da filosofia Lean	12
2.1.2	Desperdícios (MUDA).....	14
2.1.3	Ferramentas Lean	16
2.1.3.1	Trabalho Padronizado	16
2.1.3.2	Overall Equipment Effectiveness (OEE)	18
2.1.3.3	Value Stream Mapping (VSM)	22
2.1.3.3.1	Conceito.....	22
2.1.3.3.2	Casos de Estudo	23
2.1.3.3.3	Novas Abordagens	24
2.1.3.4	Diagrama de Spaghetti.....	28
2.1.3.5	Yamazumi	31
2.1.4	Casos Práticos Lean	33
2.2	Filosofia Six Sigma	37
2.2.1	Metodologias Six Sigma	37
2.2.2	Ciclo DMAIC	38
2.3	Lean Six Sigma	39

2.3.1	Porquê a fusão do lean com six sigma?	39
2.3.2	Metodologia DMAIC e ferramentas.....	39
2.3.3	Exemplos de Aplicação.....	40
2.4	Modelo Shingo	48
2.5	Análise Descritiva e Bibliométrica das publicações	52
2.5.1	Distribuição das Publicações	52
2.5.2	Efeitos das Ferramentas.....	55
2.5.3	Clusters Identificados.....	58
3	DESENVOLVIMENTO.....	65
3.1	FicoCables	65
3.1.1	Áreas de Negócio da Empresa	65
3.1.2	Unidades Autónomas de Produção (UAP's).....	66
3.1.3	Organização da Produção.....	67
3.2	Descrição do Foco do Projeto.....	69
3.2.1	Linha de Montagem Multirreferências 1 (Multi 1)	69
3.2.2	Layout.....	70
3.2.3	Descrição dos Produtos.....	72
3.2.4	Objetivos do Trabalho Prático	73
3.3	DMAIC	74
3.3.1	Fase Define	74
3.3.1.1	Fase de Seleção do Projeto de Melhoria	74
3.3.1.2	Descrição do Projeto de Melhoria	75
3.3.1.3	Calendarização do Projeto	76
3.3.1.4	Mapeamento da Cadeia de Processo	77
3.3.2	Fase Measure.....	79
3.3.2.1	Análise da OEE da Linha Multi 1	79
3.3.2.2	Conceito de Labour Effectiveness	80
3.3.2.2.1	Velocidade	80

3.3.2.2.2	Qualidade.....	81
3.3.2.2.3	Disponibilidade	81
3.3.2.3	Balanceamento da Linha	82
3.3.2.3.1	Yamazumi	83
3.3.2.3.2	Diagrama de Spaghetti	85
3.3.3	Fase Analyze	85
3.3.3.1	Análise da OEE da Linha Multi 1	85
3.3.3.1.1	Velocidade	86
3.3.3.1.2	Qualidade.....	86
3.3.3.1.3	Disponibilidade	87
3.3.3.1.4	Dados Históricos OEE	88
3.3.3.2	Diagrama de Pareto	90
3.3.3.3	Análise das Referências.....	92
3.3.3.3.1	Referências 121912974 e 121913026.....	92
3.3.3.3.2	Referências 121912848 e 121912849.....	96
3.3.3.4	Análise Geral da Linha.....	99
3.3.3.5	Custos Teóricos VS Custos Reais.....	100
3.3.4	Fase Improve	104
3.3.4.1	Melhorias nas referências 974 e 026.....	104
3.3.4.2	Melhorias nas referências 848 e 849.....	109
3.3.4.3	Evolução da OEE das referências trabalhadas na fase Improve	119
3.3.4.4	Evolução da OEE da Linha Multi 1	123
3.3.4.4.1	Velocidade	123
3.3.4.4.2	Qualidade.....	124
3.3.4.4.3	Disponibilidade	125
3.3.4.4.4	Dados OEE na Fase Improve	126
3.3.4.5	Análise Crítica da Estratégia de Produção da Linha Multi 1	129
3.3.5	Fase Control	131
3.3.5.1	Standardização das Melhorias Implementadas	131
3.3.5.2	Comunicação Interna sobre base com rodas, palete e novas posições	132

3.3.5.3	Impacto Financeiro	133
4	CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS	139
4.1	Conclusões	139
4.2	Propostas de trabalhos futuros	140
5	BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO	143
6	ANEXOS	157
6.1	Anexo 1- Matriz de Priorização	157
6.2	Anexo 2- Calendarização do Projeto	158
6.3	Anexo 3- VSM's	159
6.4	Anexo 4- Diagramas de Spaghetti das referências	160
6.5	Anexo 5- Yamazumis das referências	161
6.6	Anexo 6- Previsões de Vendas, Custos Teóricos e Custos Reais	162
6.7	Anexo 7- Fichas de Posto 974 e 026	163
6.8	Anexo 8- Fichas de Posto 848 e 849	164
6.9	Anexo 9- Layouts 974, 026, 848 e 849	165
6.10	Anexo 10- Comunicação Interna	166
6.11	Anexo 11- Impacto Financeiro das referências trabalhadas (custo teórico, fase inicial e fase improve)	167
6.12	Anexo 12- Impacto Financeiro de todas as referências (fase improve)	168

INTRODUÇÃO

- 1.1 Contextualização
- 1.2 Objetivos
- 1.3 Metodologia
- 1.4 Estrutura do Relatório
- 1.5 Apresentação da Empresa

1 INTRODUÇÃO

No presente capítulo, é realizada a contextualização ao tema em análise nesta dissertação, além de uma apresentação dos seus objetivos e da sua estrutura. É também feita uma apresentação breve da empresa de acolhimento, que possibilitou o desenvolvimento do projeto da dissertação.

1.1 Contextualização

A competição global tem levado a mudanças significativas, resultando na proliferação de produtos com ciclos de vida cada vez mais curtos e incertos. A evolução das tecnologias e exigências dos clientes tem proporcionado métodos inovadores que produzem, em simultâneo, uma resposta rápida e custos mais baixos em todo o mundo [1]. Na era atual da globalização, o problema atual dos fabricantes é como entregar seus produtos ou materiais rapidamente a baixo custo e boa qualidade [2]. A capacidade das organizações de ter sucesso num mercado global dependerá em grande medida das capacidades dos gestores em termos de conhecimento, *skills*, capacidade de resolução de problemas e trabalho de equipa [3].

Nos últimos anos, os programas de melhoria contínua desempenham um papel importante no sucesso e sobrevivência das organizações. Consequentemente, estas têm se esforçado para melhorar continuamente a qualidade, adotando estratégias competitivas [4]. Nas últimas duas décadas tem ocorrido uma explosão de pesquisas na área do *lean six sigma* e a sua aplicação em várias áreas, desde a manufatura até à saúde e educação [2]. O *Lean* e o *six sigma* são filosofias essenciais para garantir que uma empresa contemporânea adquira e mantenha uma vantagem competitiva. Sendo esta alcançada quando as empresas mantêm práticas consistentes com as estratégias de desenvolvimento sustentável e, como tal, controlar o desperdício, reduzir a variabilidade de produção e implementar práticas que sejam ambientalmente e socialmente responsáveis [5-6]. Recentemente, tem existido esforços para fundir *Lean* e *Six Sigma* como uma nova filosofia organizacional designada por *Lean Six Sigma* (LSS). As técnicas e ferramentas de LSS ajudam as empresas a melhorar a eficiência operacional, redução de custos e aumentar a eficácia, especialmente quando precisam de operar num mercado globalizado altamente competitivo [3]. A integração das duas filosofias possui como foco a melhoria contínua dos processos. Permitindo aumentar a velocidade de eliminação dos desperdícios e redução da variação dos processos, integrando o que há de melhor do mundo *Lean* e *Six Sigma* [2-6].

A tendência tecnológica tem provocado saltos de evolução no *Lean Six Sigma*. Manufatura Inteligente, que consiste num sistema de produção automatizado, digital e auto configurável, tem sido impulsionado pela revolução da Indústria 4.0. Como consequência, surgiu o *Lean 4.0*. A transição do Lean para um sistema de produção industrial 4.0, adaptável e inteligente, possibilitou desenvolver um sistema que formula decisões descentralizadas, comunicações e cooperação em tempo real. Desta forma, as ferramentas *lean 4.0* (como, por exemplo, *Poka-Yoke*) são mais dinâmicas, flexíveis e inteligentes. Permitindo alcançar os objetivos, eliminação de desperdício, aumento de produtividade e criação de valor para os clientes [7].

A preocupação ambiental também tem impulsionado grandes alterações na filosofia LSS. O aumento do consumo de recursos naturais e de combustíveis fósseis a nível mundial tem resultado num aumento dos níveis de emissão de carbono, o que leva a um impacto ambiental negativo [8]. As organizações industriais consomem recursos naturais de uma forma descontrolada, libertando uma proporção substancial de poluentes na atmosfera. Verifica-se que a indústria contribui com quase um quinto do total de Gases de Efeito Estufa a nível global [8].

A preocupação crescente com a sustentabilidade mudou a perceção da qualidade, e a procura por produtos sustentáveis forçou as indústrias a adotar práticas de negócios sustentáveis. É fundamental para as indústrias diminuir a sua carga atual de poluição. Para isso, as indústrias precisam mudar suas práticas tradicionais para práticas sustentáveis [9].

Novas abordagens como Manufatura Verde, *Lean Green* (LG) e *Lean Six Sigma Green* (LSSG) têm surgido para saciar esta procura crescente por estratégias sustentáveis que reduzem o impacto ambiental das empresas. Abordagens inclusivas que melhoram o desempenho geral da organização através da implementação de medidas ambientais, produção de produtos sustentáveis e fornecimento de produtos orientados para o cliente de elevada qualidade. Alguns fatores de resistência a estas práticas têm sido levantados, como por exemplo, o desconhecimento da lucratividade a longo prazo de operações sustentáveis, falta de compreensão das práticas relacionadas com tecnologia verde e dificuldade de transformar a voz sustentável do cliente em produtos ecológicos. Cerca de 40% dos projetos que adotam a abordagem *Green Lean Six Sigma* falham devido à falta de compreensão dos recursos GLSS e da estrutura de implementação [8-9]. Mostrando que existe um longo caminho a percorrer para que estas novas abordagens se tornem convencionais.

Lean Six Sigma promove a inovação dos processos e produtos e tem potencial para influenciar uma inovação radical na indústria a nível mundial. Para alcançar o sucesso no longo prazo, as organizações necessitam de se focar nas abordagens de melhoria contínua e resolução de problemas. Alterando a cultura organizacional é possível a adoção destas novas filosofias, incluindo a sustentabilidade, Indústria 4.0 e Economia Circular [9-10].

1.2 Objetivos

O presente trabalho teve como principal objetivo a análise e melhoria do funcionamento de uma linha de produção multirreferências. Para atingir tal meta, definiram-se os seguintes objetivos:

- Observar, identificar e mapear o estado atual da linha de produção;
- Identificar, analisar e priorizar os principais problemas;
- Construir propostas de melhoria fundamentadas e exequíveis;
- Identificação e análise dos resultados obtidos;
- Identificar oportunidades futuras.

O desenvolvimento do projeto terá como base os conceitos, ferramentas e metodologias ligadas ao *Lean Six Sigma*.

1.3 Metodologia

Adoção de uma metodologia de investigação foi necessária para a concretização do trabalho. Sendo assim, para atingir os resultados pretendidos, foi selecionado a metodologia DMAIC.

DMAIC é uma ferramenta de resolução de problemas que tem semelhanças com alguns dos seus predecessores como, por exemplo, o PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) e o método dos 7 passos de Juran e Gryna [11]. O ciclo DMAIC ajuda as organizações na identificação dos seus problemas ao nível dos processos, produtos ou serviços que, consequentemente, custam dinheiro, tempo, competitividade e clientes [12]. DMAIC é um método emergente que se desenvolveu na área *six sigma* mas que rapidamente tem surgido em outros campos como o *lean* e *lean six sigma*.

DMAIC é constituído por 5 fases que são: *Define, Measure, Analyze, Improve* e *Control*. Em seguida, é descrito o propósito e objetivos de cada fase [13-15]:

- *Define*: Primeira fase do projeto que consiste na identificação e definição dos problemas. De forma a desenvolver objetivos e metas a serem alcançadas. A correta identificação do problema é crucial para o sucesso do projeto de melhoria.
- *Measure*: Medição das variáveis que influenciam o desempenho e os problemas do processo, produto ou serviço identificados na primeira fase. A

correta recolha de dados para a compreensão do desempenho atual é o principal objetivo desta fase.

- *Analyze*: Com os dados obtidos na fase anterior é iniciada uma pesquisa sobre as causas-raiz dos problemas que prejudicam o desempenho da organização.
- *Improve*: Identificação e elaboração das melhores soluções possíveis que eliminam ou reduzem as causas-raiz do problema.
- *Control*: Monitorização e padronização da solução implementada de forma a assegurar que o problema é resolvido ou controlado. Adicionalmente, é importante para a obtenção de resultados finais e o impacto financeiro resultante na organização.

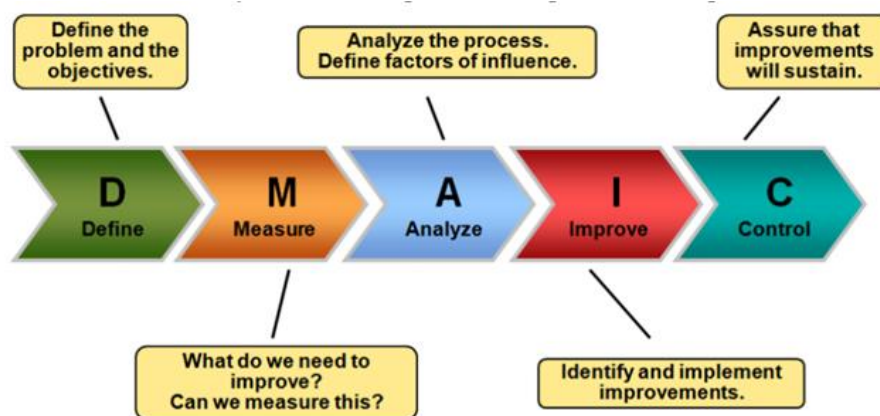


Figura 1- Ciclo DMAIC [100]

Uma metodologia sistemática focada na melhoria contínua e que permite identificar os problemas, compreender os processos e propor soluções para as insuficiências de acordo com as técnicas e ferramentas mais adequadas [12].

1.4 Estrutura do Relatório

O presente trabalho encontra-se organizado em 4 diferentes capítulos, sendo eles:

- Capítulo 1- “Introdução”: tem como propósito contextualizar o tema em análise, apresentar os objetivos estabelecidos e a sua relevância, assim como a estrutura do relatório e a empresa de acolhimento;
- Capítulo 2- “Revisão Bibliográfica”: é um capítulo de grande relevância pois apresenta o estado da arte referente aos assuntos que são abordados. É apresentado uma introdução, análise e resultados das aplicações das áreas

de estudo. Mostrando as suas valências e pontos negativos que as aplicações das mesmas têm;

- Capítulo 3- “Desenvolvimento”: neste capítulo é descrito o projeto selecionado em que primeiro é executado uma análise do estado inicial. Em seguida, são identificados os principais problemas e são propostas melhorias. É apresentado todo o trabalho realizado na empresa, mencionando todos os pontos de especial relevância para a obtenção dos resultados desejados;
- Capítulo 4-“Conclusões e Propostas de Trabalhos Futuros”: é apresentado uma análise final do que foi apresentado no capítulo 3. As principais ideias que resultam deste estudo, assim como perspetivar quais as áreas a serem focadas em trabalhos futuros.

No final dos 4 capítulos referidos, são apresentadas as Referências Bibliográficas e os Anexos.

1.5 Apresentação da Empresa

Em 1949, Josep Maria Pujol e Josep Maria Tarragó criaram uma oficina em Barcelona (Espanha), com o nome “*Pujol i Tarragó*”, dedicada a cabos mecânicos. A empresa dedicou-se à pesquisa, desenvolvimento, produção e comercialização de componentes e sistemas para o setor automóvel. Conta atualmente com centros de produção, centros de engenharia e escritórios comerciais em 19 países na Europa, América do Norte, América do Sul e Ásia.



Figura 2- Presença do Grupo Ficoso pelo Mundo [140]

A empresa afirma-se como fornecedor oficial e parceiro tecnológico de uma grande parte das empresas produtoras de veículos em todo o mundo. A empresa investe todos os anos em atividades de I&D (Investigação e Desenvolvimento), representando atualmente cerca de 6.5% da sua faturação.

Em Portugal, a atividade foi iniciada pela Teledinâmica, numa garagem em Vila Nova de Gaia, com três funcionários e gerida pelo Engenheiro Franco Dias. Em 1972, a Teledinâmica associou-se à firma Pujol e Tarragó, atual líder do grupo Ficosa Internacional, com sede em Barcelona. Mais tarde, em 1980, iniciou a exportação para a Fiat Itália e, logo depois, para outros construtores europeus, começando assim a venda para o mercado externo. Perante o movimento de integração europeia e tendo como pano de fundo o Mercado Único de 1993, a Assembleia Geral dos Sócios aprovou por unanimidade a integração total Grupo FICOSA, detentor de uma significativa quota no sector de componentes para automóvel da Comunidade Europeia, e ainda de uma notável experiência e *know-how* no domínio da fabricação de cabos de comando e transmissões de conta-quilómetros.

Em 1992, a empresa alterou o seu nome para FicoCables Lda. Atualmente, tem a seu cargo a produção de cabos de acionamento mecânico para aplicação em sistemas de elevadores de janela, travão de mão, acelerador, abertura de porta, capot e mala. Na mesma unidade fabril da Maia, produzem-se também grelhas para sistemas lombares de conforto. Da variedade de clientes da empresa, podem-se destacar a Volkswagen, Volvo, Renault, Faurecia, Opel, que simultaneamente com todos os outros, ajudam a empresa a criar volume de negócios.

Recentemente, o grupo desenvolveu um programa designado por *FIT FICOSA*. Um programa desenhado para a aplicação da melhoria contínua nos escritórios e unidades de produção espalhados pelo mundo. Conceitos *Six Sigma*, *Lean*, métodos Ágeis e ferramentas estatísticas avançadas são adotadas para o alcance das melhorias desejadas. Ajudando a empresa a potenciar a melhoria e a otimizar os seus processos. Este programa recebe a participação de todos, desde os operadores da produção até à gestão de topo. Os projetos e ideias de melhoria são submetidos num sistema informático de sugestões sendo, posteriormente, avaliados e aprovados caso haja comprovação de ganhos para a organização. Os ganhos podem ser de carácter financeiro, eficiência da produção ou melhoria das condições de trabalho. Os colaboradores que desenvolvem os melhores projetos são, posteriormente, premiados.



Figura 3- Símbolo do Programa FIT Ficosa

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

- 2.1 A Filosofia Lean
- 2.2 Filosofia Six Sigma
- 2.3 Lean Six Sigma
- 2.4 Modelo Shingo
- 2.5 Análise Descritiva e Bibliométrica das publicações

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A Filosofia Lean

Os sistemas de produção têm sofrido várias evoluções ao longo da história. Primeiro, ocorreu o aparecimento da produção artesanal. Em seguida, esta foi substituída pela produção em massa. Atualmente, as empresas procuram adotar a produção *lean* [16].

O termo *lean* é referido, pela primeira vez, por Womack no livro *“The Machine That Changed the World”*, quando a palavra foi utilizada para descrever o Sistema de Produção Toyota, mais conhecido como *Toyota Production System* (TPS). O livro é um dos mais amplamente citados na área de gestão de operações [17].

A empresa japonesa, Toyota, fundou o *Toyota Production System* (TPS), após a Segunda Guerra Mundial, com o objetivo de reduzir custos de produção e tornar a empresa competitiva no mercado global. A introdução do *lean* mudou significativamente o mercado e a estratégia no desenvolvimento da indústria automóvel. O sucesso do TPS mostrou que as técnicas *lean* são poderosas e significativas [18]. Desde o nascimento do TPS, muitas das ferramentas e técnicas *lean* têm sido amplamente utilizados como uma abordagem sistemática para melhoria contínua dos processos produtivos [19]. Como consequência, ocorreu a sua adoção pela maioria dos países em todo o mundo devido às suas vantagens comprovadas na melhoria da qualidade, redução de custos, flexibilidade e rapidez de resposta [20].

Muitos autores consideram a filosofia *Lean* uma filosofia de redução de desperdício. Na prática, a filosofia *Lean* maximiza o valor do produto através da minimização do desperdício [21]. Portanto, um paradigma de manufatura baseado na eliminação de desperdícios [22].

Taiichi Ohno, o pioneiro do TPS, descreve o seguinte: “Tudo o que estamos a fazer é olhar para a linha do tempo desde o momento em que um cliente nos dá um pedido, até ao ponto quando recebemos o dinheiro. E estamos reduzindo a linha do tempo através da redução de atividades de desperdício que não acrescentam valor” [22].

A abordagem filosofia *Lean* consiste em determinar o valor de cada atividade, distinguindo as atividades que acrescentam valor das atividades que não acrescentam valor. Trabalhando nestas últimas de modo a reduzi-las ou até mesmo eliminá-las [23].

Os objetivos da filosofia *Lean* são: reduzir o desperdício em esforço humano, *stock*, tempo de comercialização e espaço de produção para se tornar ágil à procura do cliente,

enquanto produz produtos de qualidade da maneira mais eficiente e económica que possível [24].

A filosofia *Lean* pode ser descrito como uma caixa cheia de métodos e ferramentas para redução ou eliminação de desperdícios. Ao nível estratégico, LM pode ser considerado uma filosofia; ao nível tático, LM é um conjunto de princípios; ao nível operacional, LM é um conjunto de práticas e ferramentas [25].

2.1.1 Princípios da filosofia Lean

O principal objetivo da filosofia *Lean* é reduzir ou eliminar o desperdício que é qualquer coisa que não agregue valor aos olhos dos clientes. Filosofia *Lean* é "uma forma de fazer mais com cada vez menos esforço humano, menos equipamento, menos tempo e menos espaço enquanto se aproxima mais perto de fornecer aos clientes o que estes desejam" [26].

A filosofia *Lean* é um conceito crítico em que a criação de valor e redução de desperdício estão inter-relacionados entre si. A criação de valor é definida como o cumprimento dos requisitos do cliente por meio da compreensão dos requisitos, mapeamento do processo, promovendo o fluxo de valor de e para as partes interessadas, extraindo valor do cliente e dirigindo em direção à perfeição [27].

No sentido de ocorrer a minimização do desperdício ou eliminação no sistema de produção, as organizações necessitam de cumprir 5 princípios chave que são [28]:

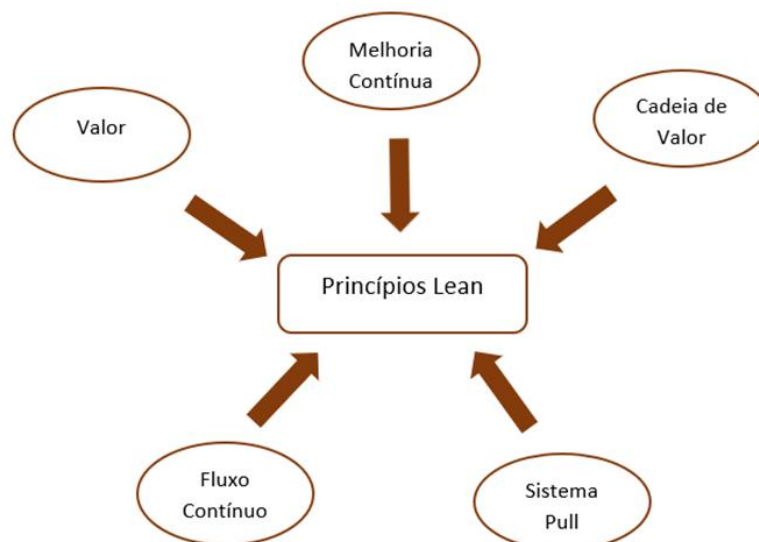


Figura 4- 5 Princípios Lean

Em seguida, encontra-se descrito o propósito de cada um dos princípios *lean* [29]:

Tabela 1- Descrição dos Princípios Lean

Princípios	Descrição
Valor	Valor de um produto específico deve ser determinado precisamente do ponto de vista do cliente que o utiliza.
Cadeia de Valor	Cadeia de valor para cada produto deve ser identificada, implicando tanto as atividades de valor agregado quanto as atividades que não tem valor agregado. Cadeia de Valor é a sequência de eventos que fluem desde o conceito até a entrega, agregando valor a expectativas do cliente. O objetivo geral do <i>lean</i> é eliminar atividades que não criam valor.
Fluxo Contínuo	O fluxo de valor ao longo do processo produtivo deve ser interrompido o menos possível. Na determinação das etapas para criação de valor é necessário estar atento à ordem restrita para que o produto flua suavemente em direção ao consumidor. Deve existir um esforço para diminuir paragens e desperdícios, pois estes como não acrescentam valor, acabam por quebrar o fluxo contínuo.
Sistema Pull	A procura do cliente dita a cadência de produção. Quando o cliente puxa pelo produto, cada processo de produção é acionado para produzir apenas o que deve ser produzido de modo que nenhum trabalho seja realizado caso não seja necessário a jusante do processo. Evitando deste modo a acumulação de <i>stocks</i> .
Melhoria Contínua	Perfeição da produção deve ser continuamente perseguida passo a passo. A melhoria contínua deve ser constante até que o processo não possua nenhum desperdício e seja transformado num valor perfeito.

2.1.2 Desperdícios (MUDA)

Filosofia *Lean* sugere que, de modo a criar capacidade no local de trabalho, é melhor identificar áreas de desperdício e trabalhar nestas ao eliminá-las dos processos [30]. Filosofia *Lean* identifica desperdícios como atividades que não acrescentam valor e que existem num processo, aumentando o tempo de produção [31]. Filosofia *Lean*, assim, procura melhorar fluxo de produção [32].

O desperdício na generalidade das organizações pode representar até 95% do seu tempo total, observando-se que, as organizações tendem a investir o seu esforço para tentar aumentar a produtividade nas zonas que já acrescentam valor aos produtos, em vez de eliminar as atividades que não o fazem [33].

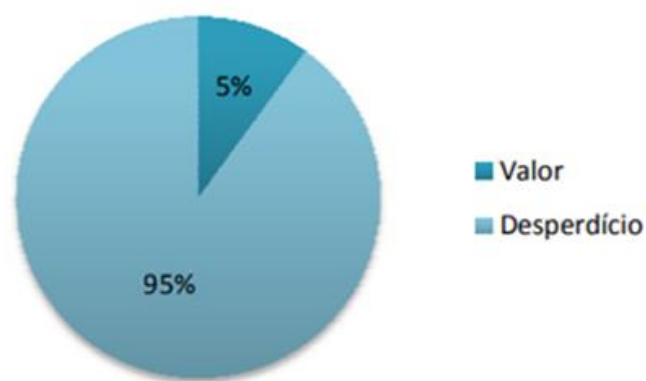


Gráfico 1- Percentagem das atividades que acrescentam valor ao desperdício [34]

Os praticantes de *Lean*, tradicionalmente, focam-se naquilo que se referem como as 7 formas de desperdício que são: Excesso de Produção, Tempo de Espera, Transporte, Processamento Inadequado, Inventário, Defeitos e Movimentações Desnecessárias. A Tabela 2 descreve os respetivos desperdícios [5,16,34].

Tabela 2- Desperdícios (MUDA)

Tipo de Desperdício	Descrição
Excesso de Produção	É supérfluo produzir mais do que o que o cliente exige. Aumenta o consumo de espaço, materiais, mão de obra e máquinas. Originando custos adicionais.
Tempo de Espera	Tempo inerte ou perdas de tempo para trabalhadores ou máquinas devido a gargalos ou desperdício no chão da fábrica. Incorpora pequenos adiamentos entre a preparação

Tipo de Desperdício	Descrição
	das unidades. Este desperdício ocorre em qualquer ponto em que os produtos estejam em espera para serem transformados. Caso este tempo não possa ser reduzido, os trabalhadores devem o utilizar para a preparação ou manutenção das máquinas ou limpeza dos postos de trabalho.
Transporte	Movimentação dos materiais, produtos ou semi-acabados entre postos de trabalho não adicionam valor ao produto. Consumindo energia e recursos que podem ser direcionados a atividades que produzem valor. Não é possível a sua eliminação total mas deve ser reduzido.
Processamento Inadequado	É inadvertidamente realizado mais trabalho de preparação do que o cliente exige. O trabalho excessivo ocorre em circunstâncias em que os sistemas de produção são excessivamente complexos e que podem ser simplificados.
Inventário	Implica ter níveis de <i>stocks</i> excessivos. Acarreta maiores custos financeiros e custos de capacidade. Além de que permite esconder problemas como, por exemplo, quebras de fluxo produtivo e qualidade que pode ter como origem as máquinas e trabalhadores. Sendo desta forma camuflado.
Defeitos	Defeitos não vão apenas desperdiçar material, mas também mão de obra e tempo. Provoca o retrabalho, o que faz aumentar os custos de produção e consequentemente a insatisfação do cliente. Resulta principalmente de problemas de qualidade que devem ser identificados e corrigidos o mais rápido que possível.
Movimentações Desnecessárias	Incorpora quaisquer movimentos físicos por parte dos trabalhadores que não acrescentam valor ao produto. Causado pela má organização dos postos de trabalho, pobre ergonomia e <i>layout</i> pouco eficiente. Movimentações desnecessárias podem ser corrigidas através de um fluxo contínuo de produção, padronização das operações e da experiência dos trabalhadores.

Recentemente, os autores sugerem mais dois tipos de desperdício que devem ser considerados que são: Subutilização da Criatividade das Pessoas e o Desperdício Ambiental [35]. A saída de indivíduos das empresas com um determinado conjunto de *skills* e a não utilização do talento resulta em perdas de competitividade e produtividade para as empresas [10].

2.1.3 Ferramentas Lean

Em seguida, é apresentado as ferramentas *lean* que vão ser aplicadas com mais ênfase no capítulo Desenvolvimento da dissertação.

2.1.3.1 Trabalho Padronizado

Trabalho Padronizado é um método construído numa iteração efetiva entre mão de obra, materiais, máquinas e métodos [19]. O Trabalho Padronizado estabelece a sequência de trabalhos para desenvolver procedimentos operacionais padrão e organiza os movimentos do operador. As fichas de instrução foram desenvolvidas para ajudar os operadores a compreender a sequência de etapas na resolução de problemas num curto espaço de tempo [26]. É um método muito solicitado nas indústrias de processo para eliminar processos sem valor agregado. Vários fatores de contingência estão associados a processos resultando em variações consideráveis. Estas podem ser minimizadas com a Padronização do Trabalho [36]. É seguro, fácil e a maneira mais eficaz de fazer o trabalho com o conhecimento adquirido até ao momento. O objetivo é fornecer uma base para melhoria do trabalho, permitindo a otimização de pessoas em vez de máquinas, porque a flexibilidade das pessoas oferece mais benefícios do que utilização da máquina [17].

Em seguida, na Tabela 3, é apresentado vários casos práticos da aplicação da ferramenta Trabalho Padronizado.

Tabela 3- Exemplos Práticos da Ferramenta Trabalho Padronizado

Autores	Descrição
[37]	Neste trabalho, o foco foi a implementação da ferramenta Padronização do Trabalho numa empresa de produção de módulos fotovoltaicos. A linha de produção apresentava baixa produtividade por causa da significativa variabilidade do sistema. A implementação da ferramenta resultou numa diminuição de 37,5% de trabalho numa

Autores	Descrição
	das estações de trabalho e aumentou em 304,7% o rendimento diário na estação de trabalho que é o gargalo da linha de produção.
[38]	Neste trabalho, o foco foi a implementação de várias ferramentas para o aumento da produtividade de uma empresa da indústria automóvel. A Padronização do Trabalho foi aplicado em várias operações da linha de produção. Resultando numa diminuição do tempo de ciclo em 350 segundos e reduzindo em 1500 segundos o tempo de <i>set-up</i> . Procedimentos de trabalho foram construídos e colocados em todas as máquinas da linha de modo a ser de fácil acesso a todos os operadores.
[39]	Neste trabalho, o foco foi a Padronização do Trabalho de uma empresa de manufatura na Índia. Primeiro, o estudo focou-se na identificação dos processos, sequência de atividades e registo das atividades que acrescentam valor e as que não acrescentam valor com os respetivos tempos. Em seguida, procedeu-se á abordagem dos 3 M's de forma a detetar as diferentes fontes de desperdício e desenvolver sugestões de melhoria. Por último, procedeu-se á Padronização do Trabalho de modo a evitar os desperdícios detetados e melhorar o sistema produtivo. Resultando numa diminuição de 31,6 segundos de tempo de ciclo do produto e um aumento de produção para 58 peças que, inicialmente, rondava as 45-50 peças num turno de 7 horas. De realçar que as melhorias de produção foram alcançadas sem a necessidade de investimento em máquinas ou ferramentas por parte da empresa.
[40]	Neste trabalho, o foco foi a otimização dos recursos numa pequena gráfica de forma a conseguir satisfazer os pedidos. Para tal, procedeu-se ao estudo dos tempos dos processos, dos movimentos dos operadores e ao respetivo <i>layout</i> do processo produtivo. Identificando fontes de desperdício e oportunidades de melhoria. Por fim, ocorreu a Padronização do Trabalho com a ajuda de Cartas de Processo e Ajuda visual da execução das operações. Permitindo reduzir em 66% os movimentos desnecessários e o tempo padrão na estação de trabalho passou dos 244 para 199 segundos por cada produto. Aumentando a taxa de produção em 63,2%.
[41]	Neste trabalho, o foco foi a melhoria da eficiência de processamento dos pacientes no departamento de emergência do hospital. De forma

Autores	Descrição
	a reduzir os tempos de espera dos pacientes foi desenvolvido duas ferramentas que permitiram a padronização dos processos de admissão dos pacientes no hospital. Após a implementação das ferramentas, o tempo de admissão passou dos 154 para 144 minutos. Apesar de não ter melhorado significativamente o tempo de admissão permitiu melhorar o tempo de transferência do paciente (de 30,5 para 21,7 minutos) e o tempo necessário para receber ou entregar relatórios médicos (de 3,8 para 2,8 minutos). Verificando-se, deste modo, uma melhoria significativa no fluxo dos pacientes.

2.1.3.2 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

OEE é uma métrica que avalia as melhores práticas, ou seja, identifica a percentagem do tempo planeado de produção que é verdadeiramente produtivo [42]. Uma pontuação OEE de 100% representa a produção perfeita: apenas produz peças boas, o mais rápido possível, sem tempo de inatividade [34]. OEE é útil como uma referência que pode ser usado para comparar o desempenho de um determinado ativo da produção com os padrões da indústria, para semelhantes ativos internos ou para resultados de diferentes turnos trabalhando no mesmo ativo. Como base, pode ser usado para avaliar o progresso ao longo do tempo na eliminação do desperdício de um determinado ativo da produção [42].

OEE é um importante KPI (*Key Performance Indicator*) que é construído com base em três elementos: Disponibilidade, Desempenho e Qualidade [34]. Disponibilidade avalia o tempo que as máquinas estão disponíveis para a produção programada em comparação com a quantidade de tempo que estas utilizam para a produção. O Desempenho compara a taxa teórica de produção da máquina com o número de itens realmente produzidos. Qualidade avalia a quantidade de itens que são rejeitados por não cumprir os requisitos [42].

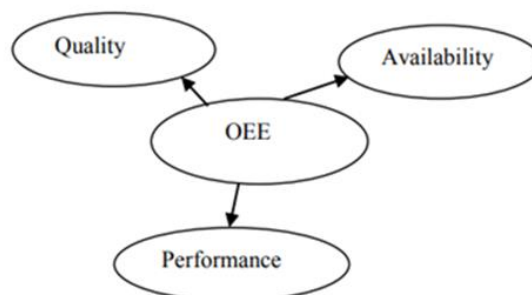


Figura 5- Fatores Influenciadores da OEE [24]

Em seguida, na Tabela 4, são apresentados casos práticos da aplicação da OEE.

Tabela 4- Exemplos Práticos da Ferramenta OEE

Autores	Descrição
[43]	Neste trabalho, o foco foi a implementação de uma metodologia desenvolvida pelo autor para micro e pequenas empresas e que permite melhorar o índice de OEE de uma operação. O método é iniciado com a observação dos tempos de controlo da produção e tempos de paragem da máquina. Em seguida, é verificado se o OEE é bem aplicado e se encontra estável. Após a monitorização e recolha dos dados, o OEE é analisado de modo a identificar quais as causas da ineficiência que varia consoante os domínios da OEE que são Qualidade, Disponibilidade e Velocidade. Após esta análise é recomendado um conjunto de ferramentas <i>lean</i> para corrigir as ineficiências. O caso prático apresentado demonstra que após a observação dos dados, concluiu-se que a Disponibilidade era a principal causa de perda de eficiência global. Ao aplicar o Diagrama de Pareto observou-se que a troca de ferramentas era o tempo de paragem mais acentuada. Foi sugerido a aplicação do SMED e que após a sua implementação aumentou significativamente a Disponibilidade da máquina. Aumentando a OEE de um intervalo entre 70% a 75% para um intervalo entre 81% a 85%.
[44]	Neste trabalho, o foco foi aumentar a eficiência de um processo de extrusão de uma empresa da indústria plástica. Após a recolha e análise dos dados do processo, constatou-se que a principal causa do baixo índice de OEE são os longos tempos de paragem sem produzir. Para tal, desenvolveu-se uma proposta inovadora que envolve a utilização do SMED e técnicas de manutenção preventiva. Para a validação deste modelo, procedeu-se á utilização do software de simulação Arena para analisar quais os resultados que este modelo poderá originar. Mostrando que as propostas poderão resultar numa redução dos tempos não produtivos em 36,67% e uma melhoria do OEE em 9,02%.
[45]	Neste trabalho, o autor desenvolveu um modelo inovador que permite uma abordagem sistemática na melhoria da OEE de um sistema. Uma estrutura que incorpora as vantagens da OEE com modelos convencionas de melhoria. Foi validado com um caso de estudo que teve a duração de 38 semanas numa empresa de semicondutores na

Autores	Descrição
	Malásia. O sistema de produção apresentava um baixo OEE de 73,4%, causado pelas perdas de disponibilidade (76,5%). A aplicação do modelo desenvolvido pelo autor resultou numa melhoria da OEE e disponibilidade para 76,5% e 80%, respetivamente. Em termos financeiros, originou poupanças de cerca de 565 000 (USD) por cada conversão da linha de produção. De realçar que este modelo foi sujeito a um único caso de estudo. Logo, é necessário que seja testado em diferentes cenários para comprovar a sua robustez.
[46]	Neste trabalho, o objetivo foi a melhoria do desempenho dos processos de enchimento numa empresa da indústria farmacêutica. Para tal, utilizou-se um programa de simulação em que se verificou que o OEE de determinados processos se encontrava abaixo do mínimo recomendado. Foram desenvolvidos 9 cenários na simulação em que são utilizados práticas <i>lean</i> e ágil de forma a melhorar o desempenho. Verificou-se que o cenário que consistia na alteração do design da máquina é a melhor alternativa e que previa uma melhoria significativa da OEE em 13,5%.
[47]	O autor desenvolveu um método capaz de combinar o SMED com sistemas de predefinição (antecipação de ferramentas ou ajustamentos dos aparelhos) de forma a melhorar a produtividade dos sistemas de produção. Foi validado com um caso de estudo na indústria que permitiu registar os seguintes resultados: redução de 87% dos tempos <i>set-up</i> do recurso <i>bottleneck</i> (máquina de rotulagem), aumento de 33,8% da OEE da máquina de rotulagem, aumento de 17% da OEE da linha de produção e redução de 45% no tamanho dos lotes.
[48]	Neste trabalho, o objetivo foi a melhoria da OEE das máquinas CNC de uma empresa da indústria dos moldes em Portugal. Inicialmente, apresentavam um valor de OEE de cerca 50%. Através da aplicação de ferramentas como 5S, SMED, Gestão Visual e Padronização do Trabalho foi possível melhorar o desempenho das máquinas. Na globalidade, a OEE foi melhorada em cerca de 20%.
[49]	Neste trabalho, o autor evidencia a importância de um novo indicador capaz de conjugar a OEE e Sustentabilidade. Este novo indicador é designado como Overall Environmental Equipment Effectiveness (OEEE). De forma a avaliar o seu impacto, o autor conduziu um caso de estudo numa empresa de fabricação de tubos. Através da análise da

Autores	Descrição
	aplicação deste indicador numa linha de produção, concluiu que a matéria-prima do produto analisado teria que ser substituído por outro de forma a cumprir com os requisitos da sustentabilidade. Outras modificações também foram realizadas como a eliminação de <i>stocks</i> excessivos de matérias primas e aumento da flexibilidade da linha de produção (passando de 2301 para 685 segundos o tempo de produção da primeira peça na linha) de forma a responder atempadamente às necessidades do cliente. Com estas alterações, o custo de produção diminuiu 6,2%. Realçando o aumento de competitividade da empresa em termos de preço, flexibilidade e sustentabilidade.
[50]	O autor desenvolveu um modelo integrado baseado no <i>Six Sigma</i> e TPM de modo a melhorar os indicadores de desempenho dos sistemas de produção. O modelo foi aplicado numa célula de fabrico constituída por duas máquinas de uma empresa da indústria da celulose. Os objetivos do estudo foram alcançados com a aplicação de múltiplas ferramentas como Sessões de <i>Brainstorming</i>, Diagrama de Pareto, Diagrama de Ishikawa, histogramas, FMEA, cartas de controlo, entre outros. No final do projeto, foi registado uma melhoria significativa da OEE que se encontrava num intervalo entre 50% e 54% para um intervalo entre 76% e 83%. Diminuindo também o retrabalho de 22% para 10% e a taxa de defeito de 24,82% para 5%. Originando uma poupança financeira na ordem dos 2 milhões de dólares por ano.
[51]	Neste trabalho, o foco foi a melhoria do desempenho das linhas de produção de uma fábrica de calças para homem. Primeiro, foi calculado a OEE das várias linhas de produção e foram selecionadas para melhoria aquelas que apresentam um valor inferior a 85%. Verificou-se que as principais perdas de produtividade estavam relacionadas com pequenas paragens, avarias das máquinas e tempos <i>set-up</i> elevados. Após a implementação de melhorias propostas pelo autor, a maioria das linhas de produção aumentou o valor OEE para cima dos 85%. Verificou-se uma diminuição do stock de WIP de 6630 para 4460 unidades e o <i>lead time</i> baixou dos 4762 para 2702 minutos.
[52]	Neste trabalho, o foco foi a integração do sistema de reunião das equipas de produção com o sistema de medição dos indicadores de desempenho das linhas de produção em tempo real. A validação deste sistema ocorreu numa fábrica da indústria automóvel em Espanha. O objetivo deste sistema consiste em focar a organização nas cadeias de

Autores	Descrição
	valor e melhorar o seu desempenho com base na OEE. O sistema fornece em tempo real, os valores de OEE das cadeias de valor e permite que as equipas de produção utilizem as reuniões para discutir e melhorar os indicadores fornecidos. Assim, é direcionado maior relevância aos pontos chave que têm um impacto crítico no volume de produção. A solução apresentada permitiu uma melhoria significativa dos valores OEE de forma geral entre 5% a 10% desde janeiro de 2009 até janeiro de 2012 no caso de estudo. De realçar que este modelo foi validado apenas com um caso prático. Sendo necessário ser testado em diferentes cenários para comprovar a sua veracidade.

2.1.3.3 Value Stream Mapping (VSM)

2.1.3.3.1 Conceito

VSM descreve todo o ciclo de vida do produto, desde a partida dos materiais e componentes dos fornecedores até a chegada do produto ao cliente [26]. VSM possibilita identificar atividades que não acrescentam valor no processo, ou seja, elimina o desperdício sendo importante na conceção de processos para uma melhoria do fluxo [36]. Para eliminar o desperdício, deve haver uma compreensão precisa e completa do fluxo de valor [26]. É uma técnica que, geralmente, resulta numa diminuição do tempo de ciclo, *lead time* e resolve problemas relacionados com os gargalos [20]. A adoção do VSM tem aumentado na generalidade da indústria por causa da importância *lean* [36].

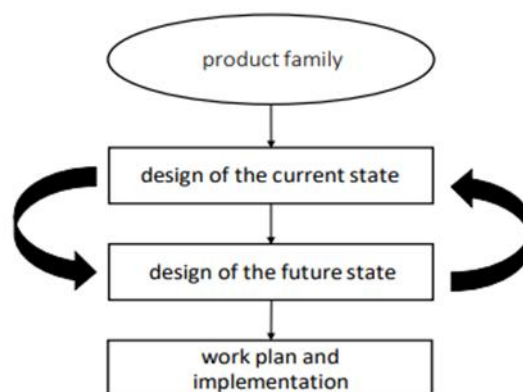


Figura 6- Passos do VSM [122]

Este processo começa, inicialmente, com a escolha de um produto ou família de produtos para a análise com a conceção do *current state map* que descreve o fluxo de material, informações e atividades realizadas durante a fabricação e, se necessário, entre fabricantes, fornecedores e distribuidores para entregar produtos aos clientes. Em seguida, é proposto um *future state map* que identifica as causas dos desperdícios e que desenvolve alterações no processo. Este pacote de alterações é aplicado na fase da implementação, sendo estas, posteriormente, avaliadas de modo a confirmar se os objetivos do projeto foram alcançados. Normalmente, traduz-se num impacto financeiro positivo e melhoria do fluxo do processo através dos conceitos *lean* [19-20].

2.1.3.3.2 Casos de Estudo

Neste capítulo, são apresentados casos práticos do VSM.

Tabela 5- Exemplos Práticos da Ferramenta VSM

Autores	Descrição
[53]	Neste trabalho, ocorreu uma implementação <i>lean</i> numa empresa do setor alimentar com a ajuda de duas ferramentas (SMED e VSM). Com a ajuda do VSM foi possível identificar os diferentes desperdícios associados á linha de produção do qual está associado 84% da produção total. Em seguida, com a ajuda do SMED foi possível reduzir os tempos de <i>set-up</i> em 34% e um aumento da produtividade da linha em 11%. Permitindo á empresa evitar a utilização de trabalhadores temporários em períodos de elevada procura.
[54]	Neste trabalho, ocorreu uma implementação <i>lean</i> num conjunto de empresas do setor dos vinhos. VSM foi utilizado como ferramenta principal para a deteção dos desperdícios e pontos de melhoria do processo produtivo. A partir das informações do VSM, selecionou-se as ferramentas capazes de resolver os problemas detetados. No final, foi possível reduzir o <i>lead time</i> entre 50% e 65%, e uma redução das matérias-primas entre 8% e 16%.
[55]	Neste trabalho, o foco foi a melhoria dos processos de logística de uma unidade militar. VSM e VSD (<i>Value Stream Design</i>) serviram como ferramentas base para a melhoria do processamento das ordens dos itens. Com o objetivo de eliminar ou reduzir atividades que não acrescentam valor e melhorar os procedimentos de

Autores	Descrição
	processamento de ordens. Os resultados obtidos em simulação mostram que o <i>future state map</i> vai permitir aumentar as atividades que acrescentam valor de 44% para 70% e uma redução do <i>lead time</i> de 69,6%.
[56]	Neste trabalho, o foco foi a melhoria da produtividade de uma linha de produção de uma empresa da indústria automóvel na Índia. Para tal, foi adotado a abordagem VSM e simulação para a validação das melhorias. Constatando-se que foi possível reduzir o tempo de ciclo em 87,59%, reduzir os inventários de WIP em 76,47%, reduzir o <i>lead time</i> em 95,41%, reduzir em 57,14% o número de operadores e reduzir os tempos <i>set-up</i> em 70,67%.
[57]	Neste trabalho, o foco foi a melhoria da eficiência dos serviços prestados por uma equipa de manutenção e reparações de edifícios de uma universidade pública. VSM foi utilizado como base para a identificação dos desperdícios e pontos de melhoria. Em seguida, foi utilizado a simulação para a validação das propostas. As alterações realizadas, com base na simulação, permitirão uma redução do <i>lead time</i> em 26,8% e uma redução dos tempos de espera em 33,6%. Um caso que evidencia as dificuldades acrescidas da implementação dos conceitos <i>lean</i> na área dos serviços mas que também pode providenciar bons resultados.
[58]	Neste trabalho, o foco foi a redução do tempo de ciclo num processo de produção de transformadores de potência industrial. VSM foi aplicado de forma a ser possível detetar desperdícios e oportunidades de otimização das atividades. Conseguindo obter uma redução do tempo de ciclo em 17,3% e uma diminuição das atividades sem valor acrescentado em 29,78%. Não sendo necessário recorrer a grandes alterações de carácter tecnológico ou de processos.

2.1.3.3.3 Novas Abordagens

Neste capítulo, é apresentado novos modelos VSM que tendem a adaptar-se aos desafios mais recentes das organizações.

Tabela 6- Exemplos Práticos e Novas Abordagens da Ferramenta VSM

Autores	Descrição
[59]	Neste trabalho, foi utilizado um modelo VSM focado na sustentabilidade. Designando este como Sus-VSM. Emergiu com o surgimento dos sistemas de manufatura sustentável. A particularidade deste modelo é que além de avaliar as métricas clássicas do VSM como o tempo de ciclo, <i>lead time</i> e custo dos materiais, também analisa um conjunto de métricas relacionadas com o ambiente e o meio social. Como por exemplo, analisa o consumo de produtos químicos, consumo de água, consumo de energia, nível de ruído e a ergonomia dos postos de trabalho. Deste modo, o <i>future state map</i> não tem apenas como objetivo melhorar o produto e o fluxo dos processos, mas também melhora o desempenho ambiental e as condições para os trabalhadores.
[60]	Neste trabalho, foi desenvolvido um modelo VSM focado na energia. O modelo do autor é designado como <i>Lean-Energy-Six Sigma Value Stream Mapping</i> (LESSVSM) e é baseado no <i>Energy Value Stream Mapping</i> (EVSM). Emergiu para combater o desperdício que existe na área da energia. Avalia o consumo ao longo da cadeia do sistema manufatura e identifica focos em que o consumo pode ser eliminado ou gerido de um modo mais eficiente. A conceção do <i>future state map</i> a partir deste modelo tende como meta atingir uma manufatura sustentável através da redução de custos na área da energia e de desperdício. Aumentando a eficiência nos respetivos postos de trabalho.
[16]	Neste trabalho, é proposto um modelo que integra a Matriz Eco-Função com o VSM. O processo é iniciado com a construção do <i>current state map</i> em que identifica e categoriza os desperdícios. As áreas classificadas como mais críticas são configuradas como requisitos na Matriz Eco-Função. Realizando-se, em seguida, sessões de <i>Brainstorming</i> de modo a construir propostas e melhorias que serão designadas como atributos. Depois o procedimento convencional do QFD (<i>Quality Function Deployment</i>) é iniciado tendo em conta a perspetiva ambiental na construção da matriz e suas inter-relações. Por fim, os desperdícios e propostas de melhorias estarão ordenadas de forma prioritária para que a construção do <i>future state map</i> se foque nos tópicos de maior relevo.

Autores	Descrição
[22]	Neste trabalho, é proposto um modelo designado como <i>Variability Source Mapping</i> (VSMII). Cujo foco é a identificação e redução da variabilidade ao longo do sistema de produção. Os passos de construção são semelhantes ao modelo clássico VSM. Porém acrescenta alguns detalhes, como por exemplo, calcula a média, desvio padrão e coeficiente de variação do tempo de ciclo para cada posto de trabalho. Avalia também a variabilidade do fluxo na chegada entre postos de trabalho ou fases. Desenvolvendo deste modo uma métrica de variabilidade do sistema que é capaz de identificar os locais ou postos de trabalho que apresentam níveis de variabilidade mais críticos. Com a ajuda de ferramentas <i>lean</i> e políticas de produção de controlo é possível construir um <i>future state map</i> que permita reduzir ou eliminar as fontes de variabilidade e, assim, diminuir o nível de variabilidade do sistema.
[61]	Neste trabalho, o autor providencia uma nova abordagem capaz de incorporar a metodologia PDCA (<i>Plan-Do-Check-Act</i>) com o <i>Environmental-VSM</i> (E-VSM). Uma proposta alternativa capaz de melhorar o desempenho ambiental das operações utilizando princípios, técnicas e ferramentas <i>lean</i>. Redução do consumo de energia e produção de lixo são alguns dos desperdícios ambientais que são analisados com maior foco no E-VSM. A abordagem PDCA permite uma metodologia sistemática na elaboração do <i>current state map</i> e <i>future state map</i> do VSM. Segundo o autor, o grande foco deste modelo são os industriais que pretendem alcançar operações ambientalmente sustentáveis.
[62]	Neste trabalho, o autor apresenta uma nova ferramenta designada por ErgoVSM. Baseada na metodologia VSM e que incorpora indicadores ergonómicos relacionados com fatores físicos e psicológicos dos trabalhadores. O objetivo é melhorar as condições ergonómicas dos trabalhadores sem comprometer os indicadores clássicos de produtividade. Inclusão de fatores relacionados com o ambiente físico dos trabalhadores como o ruído, temperatura e luminosidade podem afetar não só a saúde dos trabalhadores como também o seu próprio desempenho. Logo, esta ferramenta pode também ter um efeito positivo na produtividade.
[63]	Neste trabalho, o autor propõe um novo modelo baseado na integração do LCA (<i>Life Cycle Assessment</i>) e VSM, designado por LCA-

Autores	Descrição
	VSM. Uma ferramenta capaz de priorizar medidas que melhoram o desempenho económico e ambiental. Encorajando uma abordagem de melhoria contínua dos processos. O modelo foi validado numa empresa do setor da construção civil que produz materiais e ferramentas de pintura. Providenciando uma redução entre 5% e 15% do impacto ambiental (através de nove categorias ambientais), reduzindo o <i>lead time</i> de 103,26 dias para 24,01 dias e uma diminuição do tempo de ciclo de 35,7 segundos para 33,75 segundos.
[64]	Neste trabalho, o autor providencia um modelo capaz de modelar o VSM na perspetiva económica e ambiental. A metodologia é designada por E²VSM. É um modelo de simulação que considera o comportamento dinâmico de um sistema de produção de múltiplos produtos e que avalia o seu impacto ambiental como, por exemplo, o consumo de energia. Avalia o desempenho financeiro e ambiental de cada um dos produtos do sistema de produção. O objetivo é otimizar as máquinas, ordens de produção e parâmetros de produção que levam à melhor solução através da eficiência energética e de recursos para um sistema de produção.
[65]	Neste trabalho é evidenciado a praticidade de Sus-VSM. São apresentados três casos de estudos que demonstram a sua aplicabilidade em diferentes áreas da indústria. Permitiu uma melhoria do rácio de atividades com valor acrescentado (tal como o modelo clássico do VSM) como também a melhoria de indicadores ambientais e sociais. Ao nível ambiental, por exemplo, a redução do consumo de energia, redução do consumo de água e redução do consumo de matérias-primas. Ao nível social, por exemplo, redução da exposição dos trabalhadores aos perigos e riscos ergonómicos no local de trabalho.
[66]	Neste trabalho é analisado o esforço mais recente em incluir aspetos ambientais no VSM. Identificando as principais barreiras e fatores mobilizadores à integração dos conceitos <i>lean</i> e sustentabilidade no VSM. As principais barreiras são: dificuldade de incorporação das informações de diferentes produtos num único VSM, dificuldade de comparação entre Sus-VSM e sistemas de produção em diferentes contextos e a falta de informações críticas relacionadas com a sustentabilidade (consumo de água, consumo de eletricidade e produção de resíduos sólidos). Os principais fatores mobilizadores

Autores	Descrição
	são: importância de um método bem definido e metodologia de mapeamento dos processos que origina poupança de tempo para os utilizadores. De realçar que este estudo se encontra limitado por ser um tema muito recente e a amostra de empresas que participaram no estudo ser pequena.
[67]	Neste trabalho é apresentado uma nova metodologia designado por Socio-VSM. Cujo objetivo é incorporar indicadores ambientais e sociais de forma a acelerar a transição para uma manufatura sustentável. Para a validação desta metodologia, foi realizado um caso de estudo numa empresa da indústria eletrónica na Malásia. Do qual se avaliou indicadores como o nível de ruído, condições ergonómicas do posto de trabalho e indicadores clássicos de produtividade. Com base nestes indicadores foram feitas alterações de modo a reduzir o risco de lesão ou doença profissional por parte dos trabalhadores através de uma diminuição de exposição ao ruído e alterações ergonómicas dos postos de trabalho. Ao nível ambiental e económico não foram realizadas alterações no sistema de produção.
[68]	Neste trabalho é apresentado uma nova metodologia designada por <i>Scrap Value Stream Mapping</i> (S-VSM). Uma ferramenta que permite o mapeamento e identificação dos resíduos e respetivos custos ao longo da cadeia de processos. A partir do qual é possível atuar com ferramentas <i>lean</i> de modo a atenuar o volume de resíduos e gerar potenciais poupanças. A validação desta ferramenta foi alcançada com um caso de estudo numa empresa da indústria automóvel. Do qual foi possível uma poupança de 44 782€ nos anos seguintes, caso o volume de resíduos plásticos se mantenha no mesmo nível de 2015.

2.1.3.4 Diagrama de Spaghetti

Diagrama de *Spaghetti* é, normalmente, aplicado na fase inicial do desenvolvimento dos projetos *lean* [69]. *American Society for Quality* (ASQ) afirma que o Diagrama de *Spaghetti* é “uma representação visual utilizando uma linha de fluxo contínuo para traçar o caminho de um item ou atividade através de um processo” [70]. O Diagrama de *Spaghetti* é uma ferramenta capaz de mapear e permite visualizar fluxos de recursos

(materiais, pessoas, documentos ou outros) que passam por um processo ou área física em estudo [69].

Diagramas de *Spaghetti* detetam *layouts* ineficientes e conseguem identificar o fluxo real entre pontos chave de materiais e/ou pessoas [71]. As distâncias percorridas por estes fluxos são calculados e permite identificar fontes de desperdício em que é consumido tempo e dinheiro [72]. Consciencialização destas distâncias percorridas permite reconfigurar o *layout* e otimizar os fluxos de modo a reduzir ou eliminar as atividades que não acrescentam valor [73].

Diagrama de *Spaghetti* demonstra grande versatilidade através do elevado espetro de áreas de aplicação que pode ter. Literatura demonstra a execução desta ferramenta em indústrias metalúrgicas, eletrónica, telecomunicações, hospitais, laboratórios e até mesmo no setor do turismo [69]. A força da ferramenta consiste na possibilidade de detetar o movimento de qualquer objeto (materiais, *Work in progress* (WIP), produtos semiacabados, transporte, documentos, pessoas etc.) e detetar áreas com movimentos desnecessários [72]. Descrevendo o fluxo, distâncias, velocidade e tempos de espera [70].

O Diagrama de *Spaghetti*, normalmente, é desenhado manualmente pelo indivíduo responsável por rastrear os fluxos de um determinado processo. Porém, o desenvolvimento tecnológico tem impulsionado evoluções na forma de conceber os diagramas. *Smart Spaghettis* são contruídos automaticamente por dispositivos inteligentes de rastreamento que permitem mapear os movimentos dos trabalhadores da empresa (operários ou motoristas de empilhadores por exemplo a partir de smartphones com este sistema de localização) ou materiais. Os mapas de fluxo são desenhados automaticamente a partir do qual é possível detetar *hot spots* do *layout* (as áreas mais críticas) como também os tempos de determinados percursos. Com base nos resultados obtidos é possível identificar potenciais melhorias para otimizar o *layout* e diminuir os tempos de transporte ou deslocações dos trabalhadores [74].

Em seguida, são apresentados casos práticos da aplicação da ferramenta Diagrama de *Spaghetti*.

Tabela 7- Exemplos Práticos da Aplicação do Diagrama de *Spaghetti*

Autores	Descrição
[75]	Neste trabalho, o foco foi a minimização das fontes de desperdício resultantes dos transportes de matérias primas numa unidade fabril da indústria automóvel na Índia. Com o Diagrama de <i>Spaghetti</i> identificou-se ineficiências ao nível do <i>layout</i> e transportes. Permitindo otimizar as distâncias percorridas das matérias primas

Autores	Descrição
	na fábrica de 152 kms para 117 kms por ano. Em termos de tempo consumido em transportes de materiais passou de 67 horas para 30,1 horas por ano.
[76]	Neste trabalho, o foco foi a melhoria da satisfação dos pacientes de um hospital através da padronização dos processos de logística dos medicamentos. Aplicando o Diagrama de <i>Spaghetti</i> foi possível otimizar as rotas do carrinho de medicamentos e assim diminuir os tempos de viagem pelo hospital. Cerca de 92% dos pacientes reportaram que após a intervenção nas rotas do carrinho que os medicamentos são fornecidos em menos tempo. Além de que aplicação dos 5S no carrinho permitiu diminuir o tempo gasto na procura do medicamento de 50,8 segundos para 30,2 segundos por unidade.
[77]	Neste trabalho, o foco foi a aplicação da filosofia <i>lean</i> numa fábrica da indústria alimentar. Diagrama de <i>Spaghetti</i> permitiu rastrear os movimentos do trabalhador e identificar movimentos desnecessários que podem ser eliminados. A partir do qual foi possível redesenhar o <i>layout</i> e verificou-se uma redução de 6 metros para 2 metros de distância percorrida pelo trabalhador por cada tempo de ciclo. Outras ferramentas como o VSM, OEE e Balanceamento dos Postos de Trabalho foram aplicados no projeto. Na globalidade, foi registado um aumento da produtividade de cerca de 40%.
[78]	Neste trabalho, o foco foi a aplicação do <i>Lean Six Sigma</i> no departamento de registos médicos de um hospital. Várias ferramentas foram utilizadas, entre as quais o Diagrama de <i>Spaghetti</i> . A partir do qual foi possível registar os padrões de movimento na área de trabalho em estudo e identificar movimentos desnecessários entre vários pontos do departamento. Novo <i>layout</i> foi concebido de forma a minimizar os movimentos e atrasos. O estudo resultou numa diminuição dos processos, em média, de 19 para 8 minutos. Na globalidade, o projeto permitiu ao hospital poupar cerca de 20 000 dólares americanos em recursos humanos e custos fixos relacionados com processos burocráticos do hospital.
[79]	Neste trabalho, o objetivo foi a melhoria da produtividade de uma fábrica de assentos da indústria automóvel através da metodologia

Autores	Descrição
	<i>lean</i>. Várias ferramentas foram utilizadas no projeto. O Diagrama de <i>Spaghetti</i> possibilitou o estudo do <i>layout</i>, tempos de ciclo e movimentos dos trabalhadores. A partir do qual foi possível delinear uma nova proposta de <i>layout</i> que permitiu reduzir de 6 para 5 o número de estações de trabalho, o tempo de ciclo de 807 para 697 segundos e os movimentos dos trabalhadores por cada assento produzido na linha de 15 metros para 9,6 metros.
[80]	Neste trabalho, o foco foi a melhoria da eficiência e qualidade na prestação de cuidados médicos no departamento de urologia de um hospital com a metodologia <i>lean</i>. Foram recolhidos dados como o volume de pacientes, tempos de espera, tempos de ciclo e movimentos dos médicos com a ajuda do Diagrama de <i>Spaghetti</i>. Pelo qual foi possível reduzir o tempo médio de ciclo por cada paciente de 46 para 41 minutos num período de 90 dias. Por outro lado, permitiu reduzir os tempos de espera e aumentar o tempo disponível de contacto entre o médico e o paciente de 7,5 para 10,6 minutos. O tempo de valor acrescentado nas visitas do paciente ao hospital aumentou, em proporção, de 30,6% para 66,3% no final do período de 90 dias.

2.1.3.5 Yamazumi

As linhas de montagem são definidas como sistemas de produção orientadas pelo fluxo de produção. São construídas a partir de uma sequência de postos de trabalho que executam um determinado conjunto específico de tarefas de forma repetida ao longo da linha de produção, mantendo uma velocidade constante. A ordem em que as tarefas podem ser executadas é restrita por um conjunto de relações de precedência entre as várias atividades que culminam no produto final [81].

Múltiplos desperdícios são facilmente identificados nas linhas de montagem. O principal desperdício associado às linhas de montagem são as diferenças de tempo entre as operações que provocam tempo ocioso entre os operadores e acumulação de WIP (*work in progress*). Como consequência, a utilização da linha de produção diminui [82]. Estas irregularidades afetam o custo de eficiência da produção que tem um relevo significativo na produção em massa de produtos padronizados [81].

O gráfico *Yamazumi* é uma ferramenta *lean* concebida para visualizar os dados relacionados com os tempos das várias atividades identificadas nos postos de trabalho do processo analisado [83]. *Yamazumi* permite observar os tempos de ciclo registados

em cada posto de trabalho e verificar se o limite de tempo imposto pelo *takt time* está a ser cumprido. Além de que também evidencia as diferenças de tempos entre os vários postos de trabalho e tempos associados a atividades com e sem valor acrescentado [84].

Yamazumi ajuda a reduzir a sobreprodução, níveis de *stock*, movimentos desnecessários, sucata e tempo ocioso dos operadores [82]. Facilita a divisão do trabalho e o equilíbrio de tempos entre as estações de trabalho, atingindo o balanceamento da linha [84]. A alocação de quantidades semelhantes de tempo entre os diferentes postos de trabalho permite que os fluxos de produção possam ser suaves e sem longos tempos de espera [81]. De forma a atribuir as tarefas corretamente a diferentes postos de trabalho, o envolvimento dos operadores é crucial para avaliar corretamente as relações de precedência e testar a viabilidade das melhorias propostas [84]. O objetivo do balanceamento de linha passa não só por equilibrar os tempos de ciclo entre os vários postos de trabalho, como também minimizar o número de postos de trabalho, número de trabalhadores e atividades que não acrescentam valor de forma a ter ganhos económicos, respeitando as restrições inerentes do processo como o tempo de ciclo pré-definido, *takt time* e as operações individuais com valor acrescentado da linha de montagem [85].

Em seguida, são apresentados casos práticos em que a ferramenta *Yamazumi* é aplicada.

Tabela 8- Casos Práticos da Ferramenta Yamazumi

Autores	Descrição
[85]	Neste trabalho, o foco foi a melhoria da eficiência de uma linha de montagem de uma fábrica da indústria automóvel. Através da ferramenta <i>Yamazumi</i> foi possível analisar 3 postos de trabalho e identificar fontes de desperdício. Foram aplicadas melhorias ao nível do design dos postos de trabalho e sequência das atividades dos operadores. A otimização destes postos de trabalho permitiu que passassem a cumprir o valor do <i>takt time</i> imposto para a linha de montagem. O que não se verificava antes das melhorias.
[82]	Neste trabalho, o objetivo foi a melhoria da eficiência de uma linha de montagem de uma fábrica de refrigeradores na Turquia. Com a ajuda do <i>Yamazumi</i> , a situação apresentada foi analisada. E pontos de melhoria foram identificados para o balanceamento da linha. Resultando uma melhoria da produtividade de 118 unidades para 155 unidades por turno. O número de operadores foi reduzido de 32 para 28. O tempo médio de ociosidade dos operadores passou dos 155 segundos para 70 segundos.

Autores	Descrição
[86]	Neste trabalho, o foco foi a melhoria da eficiência de uma linha de produção de uma fábrica da indústria têxtil. <i>Yamazumi</i> e 5S foram as ferramentas selecionadas para análise do processo. Propostas de melhoria foram concebidas e aplicadas resultando numa diminuição de 34% do tempo de ciclo da produção e 32% de tempo sem valor acrescentado. A aplicação dos 5S foi crucial para o aumento da organização e aumentou em 12,5% a eficiência da linha de forma que os recursos humanos sejam bem utilizados.
[81]	Neste trabalho foi apresentado dois casos práticos relativos a dois departamentos de uma gráfica. O primeiro caso foi realizado numa linha do departamento de produção. Padronização do Trabalho e <i>Yamazumi</i> foram as ferramentas escolhidas para aumentar a produtividade. O balanceamento da linha foi alcançado com uma redução da variação do desperdício ao longo dos processos. Permitindo diminuir o número de trabalhadores de 17 para 15. A operação <i>bottleneck</i> da linha de produção foi otimizada de forma a aumentar a produção de 16,3 cópias por hora para 21,3 cópias por hora. O segundo caso prático foi realizado no departamento de embalagem. As ferramentas selecionadas são as mesmas do primeiro caso prático. O balanceamento da linha foi alcançado com a redução dos tempos dos movimentos e a redução das distâncias dos fluxos de materiais através de alterações da organização do <i>layout</i>. Também foi otimizado o <i>bottleneck</i> da linha de produção e foram eliminadas algumas operações manuais. Resultando num aumento da produtividade de 22 caixas por hora para 25 caixas por hora.

2.1.4 Casos Práticos Lean

Neste capítulo é ilustrado casos de estudo da aplicação dos princípios, técnicas e ferramentas *lean*.

Tabela 9- Exemplos Práticos da Filosofia Lean

Autores	Descrição
[7]	Neste trabalho, o autor descreve a adaptação de um sistema de produção <i>lean</i> para a Indústria 4.0. O caso prático, que decorreu numa organização da indústria polimérica, consiste no desenvolvimento de uma ferramenta <i>Poka-Yoke</i> através de um sistema de sensores. Capaz de gerir as interações entre os componentes físicos e os correspondentes processos de manufatura, comunicando desta forma instruções e correções através de funções bloco. As ferramentas <i>lean 4.0</i> podem interagir com a base de dados da produção e serem atualizados consoante o cenário definido. Tornando as ferramentas <i>lean 4.0</i> dinâmicas, inteligentes e flexíveis. Assegurando o cumprimento dos princípios <i>lean</i>, dos objetivos da organização, eliminação de desperdício, aumento de produtividade e criação de valor para o cliente.
[5]	Neste trabalho, o autor estuda a integração das metodologias <i>Lean</i> e <i>Green</i> através da aplicação de técnicas de redução de desperdício. Os dois casos práticos descritos, que decorrem na área da indústria eletrónica (componentes), demonstram impacto positivo na integração das duas metodologias. O impacto do plano de minimização do desperdício pode ser duplicado. Evidenciando redução de custo de produção (menos material e energia utilizada), aumento de eficiência dos processos e permite maior envolvimento dos trabalhadores através das preocupações ambientais. Por outro lado, o autor sublinha a dificuldade na medição da compatibilidade entre estratégia <i>Lean</i> e Ambiental, e os seus efeitos.
[87]	Neste trabalho, o foco foi a implementação de ferramentas e técnicas <i>lean</i> numa linha de produção de uma empresa da indústria automóvel na Índia. Através da ferramenta Casa da Qualidade foi possível identificar os 4 principais defeitos e ordená-los pela ordem de importância. Com o VSM foi possível eliminar fontes de desperdício. Com o Diagrama de <i>Ishikawa</i> foi possível identificar eventuais causas e procedeu-se às devidas correções. Por fim, com a ajuda de folhas de monitorização de resultados e de qualidade foi possível analisar a evolução. Resultando numa diminuição do <i>lead time</i>, diminuição do retrabalho e aumentando a eficiência em 7%. Provocando também, uma diminuição da fadiga dos trabalhadores através da melhoria das condições de trabalho.

Autores	Descrição
[2]	Neste trabalho, o foco foi a aplicação dos conceitos de Produção <i>Lean</i> numa empresa da indústria aeroespacial. Primeiro, ocorreu a identificação do <i>layout</i> e a sequenciação das operações das linhas de produção. Através da observação foi possível reconfigurar o <i>layout</i> de modo a reduzir os tempos de transporte e tornar a produção fluída. Com a aplicação da ferramenta 5S constituiu-se um sistema mais organizado, reduzindo os movimentos, esperas, eliminando também inventário e materiais desnecessários na linha de produção. Um trabalhador foi adicionado numa das estações de modo a diminuir os tempos de espera. Padronização do trabalho foi também crucial para aumentar a eficiência além de promover um melhor ambiente de trabalho. Estas alterações resultaram no aumento de produtividade e diminuição dos tempos de ciclo das operações.
[23]	Neste trabalho, o foco foi a aplicação dos conceitos de Produção <i>Lean</i> numa empresa da indústria metalúrgica. Primeiro, ocorreu a identificação das operações e sequenciação com o devido estudo dos tempos. Através da análise dos tempos foi possível encontrar as causas que afetam os tempos nas operações e processos. Com a ajuda de <i>software</i> foi possível otimizar o <i>layout</i> e, em seguida, foi realizado alterações ao nível da sequenciação das operações e procedeu-se a nova análise dos tempos. Com a ajuda do FMEA foi também possível identificar os principais modos de falha e ordená-los pela sua ordem de importância. Atacando estes com um conjunto de medidas corretivas. Na globalidade, foi possível atingir aumento da produtividade através da redução dos tempos, eliminação de movimentos desnecessários e otimização da utilização do espaço e das máquinas.
[17]	Neste trabalho, o foco foi a aplicação de conceitos <i>lean</i> na indústria têxtil. Através de vários casos de estudo, os autores desenvolveram um modelo de implementação <i>lean</i> que se divide em seis níveis que são: Políticas de implementação, Gestão Visual, Melhoria Contínua, Trabalho Padronizado, <i>Just in time</i> e Satisfação do cliente. Um conjunto de ferramentas e metodologias estão associadas a cada um dos níveis. VSM é uma ferramenta que pode ser aplicado em qualquer nível. Através de casos de estudos é possível comprovar que este modelo provoca redução de inventários, redução de <i>lead time</i> e melhoria da qualidade. No entanto, constata-se nas organizações resistência á mudança,

Autores	Descrição
	desconexão entre departamentos e demora na chegada dos benefícios da metodologia.
[88]	Neste trabalho, é analisado a aplicação de técnicas <i>lean</i> em pequenas e médias empresas na Índia. Nove unidades de fabrico sujeitaram-se ao programa <i>lean</i> que durou cerca de 18 meses. Consoante o diagnóstico realizado em cada unidade de fabrico desenvolveu-se um projeto de melhoria utilizando ferramentas como o VSM, 5S, <i>Kaizen</i> e SMED. Na globalidade, estes projetos alcançaram poupanças na ordem dos 9 milhões de Rupia (moeda oficial da Índia), melhoria dos tempos <i>set-up</i> de 135 minutos para 45 minutos e mais de 300 medidas <i>Kaizen</i> foram implementadas. Resultando em poupanças de material, tempo e melhoria das condições de trabalho. As unidades de fabrico conseguiram criar novos postos de trabalho e competir com preços mais apelativos e com maior qualidade.
[89]	Neste trabalho, o autor realizou um estudo sobre as principais barreiras e fatores de motivação da implementação <i>lean</i> na setor grego da manufatura. Os principais fatores de motivação adotado pelas empresas para a adoção dos conceitos <i>lean</i> são o aumento de quota de mercado e o esforço pelo desenvolvimento das políticas de melhoria contínua. A constante necessidade de sobrevivência da empresa e a satisfação do cliente são outros fatores de motivação, embora com menor peso na manufatura grega. As principais barreiras identificadas foram a dificuldade de desenvolvimento de projetos <i>lean</i> , compromisso e entendimento dos conceitos <i>lean</i> por parte dos trabalhadores, falta de comprometimento da gestão de topo e a disponibilidade de recursos.
[90]	Neste trabalho, o autor realizou uma investigação sobre os principais fatores para uma efetiva implementação <i>lean</i> num conjunto de indústrias da Tanzânia. Compromisso da gestão, contínua formação dos trabalhadores no <i>lean</i> e desenvolvimento de mecanismos de redução de desperdício são os principais fatores. Evidenciando, também um forte peso do envolvimento dos clientes e trabalhadores no desenvolvimento de novos produtos e controlo da qualidade.
[91]	Neste trabalho, o autor avaliou o nível de implementação de <i>lean</i> por parte da indústria de máquinas-ferramentas na Índia. Concluindo que 31,6% das empresas avaliadas tem implementado ferramentas e técnicas <i>lean</i> no seu sistema de produção. Enquanto 68,4% das

Autores	Descrição
	empresas não possuem iniciativas <i>lean</i> . As principais razões para o baixo nível de implementação <i>lean</i> são a ansiedade na mudança do <i>mind-set</i> dos trabalhadores, falta de conhecimento e formação ao nível dos conceitos <i>lean</i> e, custo e tempo envolvido na implementação.

2.2 Filosofia Six Sigma

O conceito *Six Sigma* é aplicado pela primeira vez nos anos 80, na gestão de operações, por Bill Smith na Motorola e rapidamente foi adotado por diferentes áreas funcionais como marketing, engenharia, compras, manutenção e suporte administrativo [92]. O sucesso instantâneo propagou-se a outras organizações nos anos 90 como General Eletric, Allied Signal, Honeywell e Dow Chemical, resultando na poupança de milhares de milhões de Dólares na gestão das suas operações [93].

Six Sigma embarca metodologias organizadas e sistemáticas que não tem como único propósito a melhoria de um processo estratégico, mas também permite a conceção de novos produtos e serviços. Alcança reduções significativas nas taxas de defeitos e recorre de forma frequente a métodos estatísticos e científicos [94]. Essencialmente, uma abordagem que permite melhorar a produtividade, qualidade e reduz os custos operacionais. É, tradicionalmente, utilizado para medir e reduzir a variabilidade dos processos [95].

Uma filosofia de melhoria contínua vocacionada para o aumento da eficiência e satisfação do cliente, diminuindo os custos de funcionamento [94]. Procura ajudar a organização a atingir as metas esperadas ao reduzir até 3,4 defeitos por milhão de oportunidades (DPMO) numa organização [96].

Na generalidade é uma estratégia de melhoria dos negócios e focada em processos para melhorar a margem de lucro ao eliminar o desperdício, reduzir o custo da má qualidade e melhorar a eficácia e eficiência de todo o sistema, de modo a atingir ou mesmo superar as necessidades e expectativas das partes interessadas [97].

2.2.1 Metodologias Six Sigma

Six Sigma tem dois ramos metodológicos que são DMAIC e DMADV. O primeiro tem como foco produtos e processos existentes. O segundo tem como foco novos produtos e processos [98-99]. As principais diferenças entre DMAIC e DMADV estão nos objetivos e resultados do projeto. DMADV tem um resultado mais tangível, mas, ambos os

métodos têm como objetivo comum melhor qualidade, eficiência, mais produção, lucros, e maior satisfação do cliente [100].

2.2.2 Ciclo DMAIC

Metodologia DMAIC é capaz de oferecer uma estrutura rigorosa e disciplinada [59]. É utilizado para a melhoria de processos e mais recentemente para gestão de projetos. Possibilita encontrar soluções e oportunidades com base em decisões sustentadas por dados e padrões de gestão, como também fornecer procedimentos formais para a implementação das soluções [101-102].

DMAIC é composto pelas seguintes fases: Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar. Cada uma destas fases pretende responder a um conjunto de questões de forma a gerar progressos tal como está ilustrado na Figura 7.

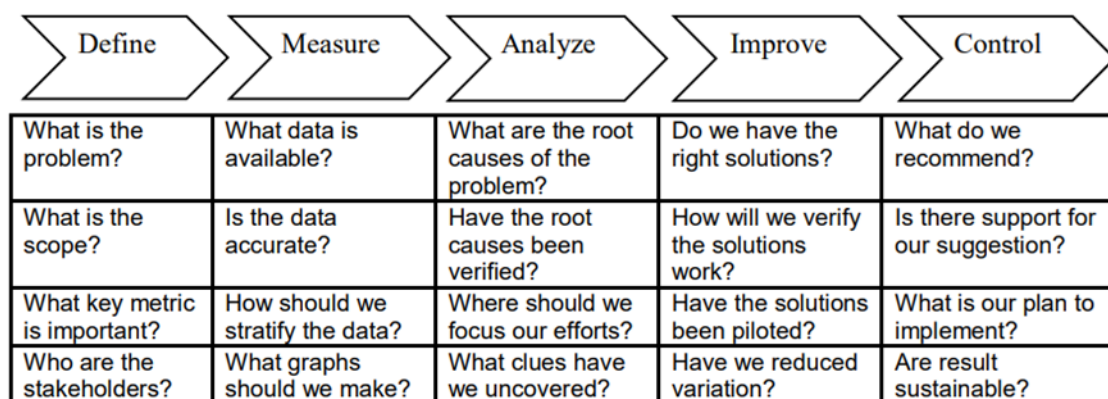


Figura 7- Fases DMAIC [141]

Cada fase tem como suporte um conjunto de ferramentas de cariz estatístico e qualidade para satisfazer os objetivos [103]. Em seguida, é descrito o caminho das diferentes fases de forma sucinta [11,104,105]:

- Definir: Identificação do problema, determinação dos objetivos e apropriação da relevância dos objetivos.
- Medir: Tradução do problema numa forma mensurável através da observação e pesquisa de conhecimento.
- Analisar: Realização de um diagnóstico ao identificar os fatores e causas de influência que determinam determinados comportamentos. Utilizando os dados agregados na fase da Medição.
- Melhorar: Implementação de medidas que foram desenhadas para melhorar o desempenho e atingir o estado desejável.

- Controlar: Ajustamentos da gestão do processo e controlo do sistema de forma que os resultados sejam sustentáveis.

2.3 Lean Six Sigma

A filosofia *Lean Six Sigma* (LSS) surgiu no início dos anos 2000. É uma filosofia híbrida construída a partir da combinação entre as filosofias *Lean* e *Six Sigma* [1,29]. Sendo considerado um método diferenciador de gestão e melhoria, a sua aceitação na generalidade da indústria tem crescido rapidamente provocando melhorias significativas na performance das organizações [106]. Melhorias que se baseiam na diminuição dos custos, do *lead time* e aumento da qualidade através da eliminação dos desperdícios e variação dos processos. Permitindo às organizações alcançar preços competitivos e, assim, assegurar a satisfação do cliente [107-109]. Prática consistente de filosofias como o LSS permite às empresas embarcar numa estratégia de desenvolvimento sustentável e serem responsáveis de forma social e ambiental pelas suas práticas. Alcançando um controlo desejável que as possibilita adquirir vantagem competitiva [110].

2.3.1 Porquê a fusão do lean com six sigma?

A combinação entre o *lean* e *six sigma* permite capitalizar o melhor dos dois mundos de modo a atingir a excelência operacional [6]. LSS “utiliza ferramentas de ambas caixas de ferramentas de forma a obter o melhor das duas metodologias, aumentando a velocidade enquanto aumenta precisão” [111]. O *Lean*, como já foi referido, aumenta a produtividade através da eliminação de desperdícios e atividades que não acrescentam valor. Com a meta de atingir o fluxo contínuo da produção de forma suave e ininterrupta, produzindo apenas o que o cliente requer. O *Six Sigma* aumenta a produtividade através da redução da variabilidade no produto e aumenta a qualidade dos processos de produção [112-113]. Além de que também fornece metodologias de resolução de problemas de forma estruturada, que permite uma direção estratégica para a melhoria [111].

2.3.2 Metodologia DMAIC e ferramentas

A simbiose entre o ciclo DMAIC e as ferramentas difere de caso para caso e de autor para autor. As características únicas do projeto e problema em mãos ditam quais as melhores ferramentas para cada fase do ciclo DMAIC. Cabe ao responsável pelo projeto fazer essa ponderação e adotar a melhor combinação possível. Em seguida, na Tabela

10, é possível observar possibilidades de ferramentas que podem ser adotadas em cada fase do ciclo DMAIC [114-119].

Tabela 10- Simbiose entre as Fases do Ciclo DMAIC com Ferramentas Lean e Six Sigma. Elaborado de acordo com as referências de [114-119].

DMAIC	Ferramentas
Definir	SIPOC; Histograma; Voz do Cliente (VOC); Fatores críticos de qualidade do processo (CTQ's); Mapeamento do processo; Carta do projeto; Relatório A3; Diagrama de <i>Ishikawa</i> ; 5 Porquês; Capabilidade do Processo
Medição	Visualização e recolha dos Dados; Análise dos objetivos; Nível Sigma; CTQ do ciclo manufatura; Mapeamento do processo; Matriz de Prioridades; Categorização dos Desperdícios; Categorização das Atividades
Analisar	Análise do Valor; Análise dos Desperdícios <i>Lean</i> ; <i>Value Stream Mapping</i> (VSM); Diagrama de <i>Ishikawa</i> ; Diagrama de Afinidades; <i>Brainstorming</i> de soluções; Mapeamento do Processo; <i>Boxplot</i> ; Análise de Pareto; FMEA
Melhorar	5W2H; SMED; <i>Poka-Yoke</i> ; Trabalho padronizado; Gestão Visual; Método 5S; <i>Kaizen</i> ; TPM; <i>Kanban</i> ; Criação de Novo <i>Layout</i>
Controlar	Auditorias 5S; Feedback do sistema; Manual de Procedimentos Operacionais; Processos de Controlo Estatístico

2.3.3 Exemplos de Aplicação

Neste capítulo são apresentados casos de estudo, princípios e técnicas de aplicação da metodologia *Lean Six Sigma*.

Tabela 11- Exemplos de Aplicação da Filosofia Lean Six Sigma

Autores	Descrição
[87]	Neste trabalho, o foco consistiu na aplicação de ferramentas <i>lean</i> através da metodologia DMAIC na linha produtiva de uma empresa na indústria automóvel. O objetivo de aumento da produtividade foi conseguido com a diminuição do <i>lead time</i>, diminuição de defeitos e diminuição da fadiga dos trabalhadores, resultando no aumento da eficiência em 7 %. Com o apoio de ferramentas como a Casa da Qualidade, Diagrama <i>Ishikawa</i>, representação gráfica dos dados e conceitos <i>kaizen</i>.
[120]	Neste trabalho, o foco foi a melhoria dos serviços públicos de uma instituição governamental através das ferramentas <i>Lean Six Sigma</i>. Foi utilizado o Diagrama de Pareto para perceber quais as principais causas das queixas dos clientes. O mapeamento do processo foi, em seguida, essencial para perceber o fluxo dos processos e da informação. FMEA e Diagrama de <i>Ishikawa</i>, foram aplicados para perceber as principais potenciais causas de falha. Outras ferramentas foram posteriormente utilizadas como a Análise da Capabilidade do Processo, Testes estatísticos e 5 Porquês. Construindo um pacote de melhorias que levou à redução dos atrasos de serviços de 32% para 6%. Aumentando a satisfação do cliente de 77% para 85%. Neste estudo ficou evidenciado uma elevada resistência á mudança (adoção de novas práticas) por parte dos trabalhadores.
[121]	Neste trabalho, o foco foi a redução de defeitos no processo de embalagem numa empresa da indústria alimentar. Ocorreu a utilização da metodologia DMAIC com ferramentas <i>lean</i> para a resolução do problema. Inicialmente, ocorreu a identificação do processo de embalagem utilizando as ferramentas <i>Operation Process Chart</i> e SIPOC. Em seguida, ocorreu a identificação dos requisitos do cliente através do <i>Critical Quality Tool</i>. O problema foi localizado na área de selagem e enchimento das embalagens. Ferramenta FMEA foi também aplicada para identificação de potenciais causas de falha e na fase de análise foi proposto um conjunto de melhorias. Resultando numa diminuição da taxa de defeito em 0,29% (deslocando-se de 0,49% para 0,20%), aumento do nível sigma em 5,4% e uma redução do custo de material em 59%.

Autores	Descrição
[122]	Neste trabalho, o foco foi a otimização do tempo despendido do produto nos processos de logística. Com a aplicação da metodologia DMAIC e VSM com a perspectiva do pensamento <i>lean</i> foi possível identificar focos de desperdício de modo a melhorar os processos. VSM permitiu compreender a lógica do <i>flow</i> na logística e otimizar os tempos dos vários processos identificados através da alteração do <i>current map state</i>. O desenvolvimento e aplicação do <i>future state map</i> permitiu alcançar redução no <i>lead time</i> e redução no tempo de processamento.
[123]	Neste trabalho, o foco foi o aumento da eficiência de um processo de laminação de painéis. Através da metodologia DMAIC e de um conjunto de ferramentas <i>lean</i> e <i>six sigma</i> foi possível identificar as causas de baixa produtividade e dos baixos valores da OEE. Neste projeto foi utilizado em simultâneo métodos de análise <i>Six Sigma</i> com conceitos de redução de desperdício ligados ao <i>Lean Production</i>. Resultando na melhoria dos indicadores OEE; redução dos movimentos dos trabalhadores, redução dos custos e melhoria das técnicas de comunicação. De realçar a dificuldade por parte do autor na recolha de dados em todo o processo devido á natureza do negócio recorrendo a valores médios em vez de valores absolutos.
[124]	Neste trabalho, o foco foi a implementação da metodologia <i>Lean Six Sigma</i> numa fábrica da indústria farmacêutica. Popularidade da marca, eficácia do produto e o contexto da Covid-19 levou a um aumento acentuado da procura dos clientes provocando problemas nos tempos de entrega. De forma a minimizar os atrasos, procedeu-se a uma análise profunda das fontes de perdas de produtividade e desperdício de forma a serem reduzidas ou eliminadas. Setor de embalamento foi identificado como ponto crítico e seguiu-se um estudo aprofundado, resultando na melhoria do <i>flow</i> produtivo, redução do desperdício, melhoria da experiência do cliente e redução da acumulação de inventário. Eliminação de atividades que não acrescentam valor levou á poupança de cerca meio milhão de dólares americanos.
[115]	Neste trabalho, o foco foi a implementação da metodologia <i>Lean Six Sigma</i> numa empresa de distribuição de garrafas de gás. Com o objetivo de reduzir os tempos de espera dos clientes e aumentar a margem de lucro. DMAIC permitiu estruturar o problema, utilizando para cada fase um conjunto de ferramentas estatísticas (Cartas de

Autores	Descrição
	controle, Análise da Capabilidade do Processo, Testes estatísticos), qualidade (Diagrama de <i>Ishikawa</i>, SIPOC, Matriz de Causa-efeito, 5 Porquês) e de gestão de projetos. Conseguindo melhorar a experiência do cliente e a eficiência dos processos. Resultando em ganhos financeiros de 67 000 Reais por ano com um investimento de apenas 350 Reais num projeto que durou 5 meses.
[35]	Neste trabalho, o foco foi a redução de defeitos numa fábrica de interruptores. A correta utilização dos recursos e das ferramentas <i>lean</i> e <i>six sigma</i> provocou melhoria dos indicadores de performance como o DPU (Defeitos por Unidade) que reduziu de 1,65% para 0,0275%, aumento da “capabilidade” do processo de 0,5 para 1,5, redução do <i>lead time</i> na manufatura de 410s para 180s e aumentou o OEE de 55% para 65%. Melhoria causada pela diminuição dos tempos <i>set-up</i> e eliminação das fontes de desperdício. Importante de realçar que neste projeto houve dificuldades a convencer a gestão de topo a adotar medidas para a melhoria da qualidade do produto como também os trabalhadores a adotar novas estratégias de trabalho.
[117]	Neste trabalho, o foco passou pela implementação da metodologia <i>Lean Six Sigma</i> numa fábrica de válvulas da indústria automóvel de forma a diminuir a taxa de rejeição das peças. Consoante as fases DMAIC, foi adotado diferentes ferramentas como o VSM, Análise Pareto, Diagrama de <i>Ishikawa</i>, Cartas de controlo e Identificação dos 13 desperdícios. Alcançou-se melhorias significativas em vários indicadores de performance como, por exemplo, DPU que reduziu em 50%, OEE que aumentou em 17,64% e tempos <i>set-up</i> que reduziram em 25%. A taxa de rejeição diminuiu de forma significativa ao ponto de poupar 28000 válvulas por mês de serem rejeitadas.
[118]	Neste trabalho, o foco foi a melhoria da eficiência operacional da fabricação de artesanato utilizando a metodologia <i>Lean Six Sigma</i>. Dificuldades acrescidas devido a ser um método de produção com pouco planeamento, de trabalho manual e com pouco controlo. Múltiplas ferramentas foram aplicadas para controlar o <i>stock</i>, planear a produção, padronizar o trabalho e desenvolvimento das <i>skills</i> apropriadas dos trabalhadores. Provocando a redução do <i>lead time</i>, do inventário e da taxa de defeito. Autor aconselha, para trabalhos futuros, aposta na monitorização dos métodos e balanceamento das linhas de forma a alcançar a sequenciação ótima das atividades.

Autores	Descrição
[59]	Neste trabalho, realizado na área industrial, foi aplicado a metodologia DMAIC juntamente com a abordagem <i>Sus-VSM</i> que procura atingir manufatura sustentável. Assim, não só foi possível fazer melhorias no conjunto de métricas clássicas da gestão de produção como também melhoria num conjunto de métricas ambientais e sociais. De realçar a redução significativa de consumo de energia e de produtos químicos no caso prático apresentado. Esta abordagem é pouco conhecida no mundo industrial e o autor aconselha a um maior estudo nesta área.
[114]	Neste trabalho, o foco foi a otimização de processos na área da educação. Mais concretamente, num jardim de infância, em que foi aplicado metodologia DMAIC com um conjunto de ferramentas <i>lean</i> como, por exemplo, Diagrama de <i>Ishikawa</i> , 5 Porquês, Metodologia A3, mapeamento de processos, Análise dos Desperdícios, 5S, entre outras. Tendo como consequência uma redução de 82,65% em movimentos, 75,49% em transportes e 60,66% em inventário. Existindo também uma redução de 45 minutos na preparação das atividades através da eliminação de atividades que não acrescentam valor. Limitação apresentada no estudo é que a metodologia é pouco estudada na área da educação.
[104]	Neste trabalho, realizado numa empresa portuguesa metalúrgica, o foco foi a redução de custos da produção. O projeto de melhoria foi proposto pelo cliente de modo a melhorar alguns parâmetros do processo e a abordagem <i>Lean Six Sigma</i> foi adotada para atingir os objetivos. Através do VOC (Voz do cliente) foi registado os requisitos e durante as várias fases DMAIC foi utilizado ferramentas como o VSM, FMEA e Fluxogramas dos processos. O projeto de melhoria originou uma redução de 50% dos níveis de <i>stock</i> entre postos de trabalho e um aumento de 10% da viabilidade das máquinas. Consequentemente, provocou melhoria da produtividade em 15%. A limitação apresentada pelo autor é, o modelo LSS proposto para ser validado necessita de ser testado em diferentes cenários.
[102]	Neste trabalho, o foco foi a implementação do LSS numa organização não governamental. Sendo as doações a única fonte de subsistência destas organizações, torna-se crucial uma gestão de recursos eficiente. A aplicação de ferramentas adequadas em cada uma das fases DMAIC permitiu reduções no tempo de ciclo da produção e nas distâncias percorridas por parte dos trabalhadores, aumentando a rapidez de

Autores	Descrição
	resposta dos pedidos dos clientes. Na generalidade foi alcançado uma redução dos processos que não acrescentam valor na ordem dos 70%.
[99]	Neste trabalho, o foco foi a implementação do LSS numa unidade de produção na área farmacêutica com o objetivo de reduzir o tempo de ciclo da produção. Ferramentas como o SIPOC, Mapeamento de Processos e Análise de Valor foram aplicados nas diferentes fases do projeto identificando que 54% do ciclo de produto era desperdício ou atividades que não acrescentam valor. As melhorias implementadas permitiram poupança financeira na ordem dos 141 480 MYR (moeda oficial da malásia) por ano, aumentando a produtividade e flexibilidade. Autor neste estudo realça as dificuldades que sentiu na recolha de dados e a investigação apenas se focou em 50% dos processos devido às restrições do tempo. Existindo neste caso de estudo uma elevada margem de progressão.
[8]	Neste trabalho, o foco foi a implementação de uma nova abordagem designada por <i>Green Lean Six Sigma</i> (GLSS). O estudo desenvolveu-se numa empresa da indústria automóvel na Índia. O produto analisado apresenta impacto ecológico negativo, sendo o objetivo por parte da gestão de alcançar um balanço entre desempenho financeiro e ecológico. Para tal, com a ajuda deste método, aplicou um conjunto de medidas que possibilitam harmonia entre o domínio económico, social e ambiental. Este estudo identifica um conjunto de fatores considerados chave para o sucesso desta metodologia que são: compromisso da gestão de topo com a melhoria do desempenho ecológico, competência para o desenvolvimento de produtos e processos “verdes” e integração do GLSS com os objetivos da organização. Autor sublinha que os resultados do caso de estudo provieram de um caso singular e que não deve ser generalizado para o resto da indústria.
[116]	Neste trabalho, o foco foi o estudo da abordagem GLSS e como esta pode ser adotada na área da manufatura. Autor reforça os principais desafios que a indústria enfrenta como, por exemplo, aumento das emissões, escassez de recursos, políticas ambientais severas e minimização de defeitos contribui para uma integração simbiótica entre o <i>Lean</i>, <i>Six Sigma</i> e sustentabilidade. Desenvolvendo uma estrutura com base na metodologia DMAIC e nas ferramentas <i>lean</i> e <i>six sigma</i> para alcançar soluções que mitiguem a pegada ambiental e

Autores	Descrição
	que melhora o desempenho das bases (económica, social e ambiental) do desenvolvimento sustentável. Através do qual, é possível cumprir um conjunto de métricas como a qualidade, lucro, satisfação do cliente e eficiência dos processos. Autor reforça que o modelo proposto não foi testado de forma empírica e cuja fase de implementação poderá consumir intervalo de tempo prolongado, não tendo resultados no imediato.
[125]	Neste trabalho, o autor desenvolveu um estudo com o objetivo de determinar quais os métodos mais eficientes (<i>lean</i>, <i>six sigma</i> e <i>lean six sigma</i>) a serem adotados pelas várias indústrias. Com base em três critérios que são: desempenho financeiro, desempenho operacional e desempenho na inovação. Evidenciando que as empresas que adotam <i>lean six sigma</i> conseguem alcançar melhores resultados em termos operacionais e financeiros. As empresas que adotam apenas conceitos <i>lean</i> ou <i>six sigma</i> alcançam resultados mais pobres. Indústria eletrónica, automóvel e serviços são as que mais apostam no <i>lean six sigma</i> e, conseqüentemente, são as que têm melhores resultados a nível operacional, financeiro e inovação. Transportes e saúde são as indústrias que menos adotam os métodos <i>lean</i>, <i>six sigma</i> e <i>lean six sigma</i>. Tendo piores resultados. O estudo encontra-se limitado à economia francesa.
[126]	Neste trabalho, o autor realizou uma investigação com base na literatura existente de forma a providenciar uma síntese de comportamentos-chave para o sucesso da implementação <i>lean six sigma</i>. Realçando os comportamentos de liderança que é considerado um dos fatores críticos na implementação do <i>lean six sigma</i>. Segundo a investigação, os aspetos-chave são: comunicação; cultura de melhoria contínua; formação e desenvolvimento dos trabalhadores; criação de uma visão e alinhamento de objetivos; motivação do trabalhador; empoderamento dos trabalhadores; apoio e compromisso de liderança. De salientar que este estudo sobre os comportamentos liderança capazes de influenciar na implementação do <i>lean six sigma</i> apresenta algumas limitações. Foi limitado à literatura inglesa, apenas foi utilizado duas bases de dados (Scopus e EBSCO), não foi diferenciado os diferentes setores e existem outros fatores críticos que influenciam a implementação do <i>lean six sigma</i> como a cultura.

Autores	Descrição
[127]	Neste trabalho, o autor realizou uma investigação de forma a determinar quais os fatores críticos de sucesso e fatores de impedimento para a implementação do <i>lean six sigma</i> em PME's nos Países Baixos. Concluiu que os principais fatores críticos de sucesso são: relação com o cliente; visão e estado do plano; comunicação e, envolvimento e participação da gestão. Além de que determinou três novos fatores críticos de sucesso que são: experiência pessoal da gestão de topo sobre <i>lean six sigma</i>, desenvolvimento de <i>soft skills</i> na liderança de projetos e foco na cadeia de distribuição. No caso de estudo foram identificados os seguintes fatores de impedimento: resistência interna, disponibilidade de recursos, fraca liderança e mudança do foco de negócio.
[128]	Neste trabalho, o autor realizou uma revisão literária de forma a realçar quais os fatores críticos de sucesso mais importantes na implementação do <i>lean six sigma</i> e <i>six sigma</i>. Inicialmente, o estudo concentrou-se em artigos de seis países (Reino Unido, Índia, Itália, Quênia, Países Baixos e Malásia) com o objetivo de estudar os fatores críticos de sucesso mais importantes nas PME's. Em seguida, comparou a importância dos fatores críticos de sucesso entre PME's e grandes empresas. Para tal, examinou, adicionalmente, outro conjunto de artigos provenientes da Europa, Índia e Brasil. Concluindo que os fatores críticos de sucesso mais relevantes são comprometimento da gestão de topo, ligação do <i>six sigma</i> à estratégia de negócio, ligação do <i>six sigma</i> aos clientes, mudança cultural, formação e desenvolvimento dos trabalhadores, capacidade de gestão de projetos, plano de comunicação e infraestruturas organizacionais. Tanto as PME's como as grandes empresas partilham, de uma forma geral, os mesmos fatores críticos de sucesso para a implementação do <i>lean six sigma</i> e <i>six sigma</i>.
[129]	Neste trabalho, o autor sugere um modelo para uma implementação de sucesso do <i>lean six sigma</i> numa PME. O modelo é designado por <i>Deficiency Overcoming Lean Anchorage Define Measure Analyse Improve Control Stabilise</i> (DOLADMAICS). É composto por 5 níveis e o autor apresenta um caso prático da implementação do primeiro nível do modelo numa empresa metalomecânica na Índia. Com o objetivo de diminuir a taxa de rejeição dos componentes e aumentar o nível sigma. Cerca de 70% das sugestões desenvolvidas com base neste modelo

Autores	Descrição
	foram implementadas no sistema de produção. Resultando numa diminuição do nível de desperdício em 40% e o nível sigma aumentou de 3,54 para 4,15. Evidenciando, desta forma, a propensão prática do primeiro nível deste modelo em PME's que se encontram na fase de inicialização da implementação do <i>lean six sigma</i> .

2.4 Modelo Shingo

A atual competitividade e a constante mutação dos mercados têm imposto grandes desafios às organizações, principalmente, na definição do foco estratégico, melhoria e adaptabilidade dos seus processos produtivos [130]. Os Modelos de Excelência Operacional começaram a surgir por volta do final dos anos 80 e início dos anos 90, com o objetivo de dar suporte às organizações para ultrapassar os desafios, melhorar o nível de desempenho e alcançar resultados que sejam sustentáveis no longo prazo [131].

Os Modelos de Excelência Operacional, nos dias de hoje, são identificados também como um potencial suporte para a sustentabilidade corporativa através da integração de critérios de desenvolvimento sustentável nos modelos tradicionais de negócio. Sustentabilidade Corporativa é um conceito que incorpora áreas como o foco a longo prazo, necessidades dos *stakeholders* e as bases do desenvolvimento sustentável (responsabilidade social, responsabilidade ambiental e responsabilidade económica) [132].

De forma a atingir a excelência operacional, existe uma panóplia de metodologias que podem ser aplicadas, como é o caso do Modelo *Shingo*. Foi concebido pelo engenheiro industrial japonês Shigeo Shingo que realça a importância da cultura organizacional e comportamental, juntamente com a integração da cultura *lean* para que a transformação e desenvolvimento possam ocorrer com os resultados ambicionados [133].

O Modelo *Shingo* permite a simbiose das múltiplas vertentes de um sistema de gestão *Lean*, numa vertente de Excelência Operacional, ou seja, não só focado no que diz respeito ao cliente (resultados) e ferramentas, mas também abrange sistemas, cultura e princípios orientadores [134]. As organizações projetam sistemas com a intenção de alcançar resultados específicos e selecionam ferramentas para apoiar esses sistemas, no entanto, as ferramentas não gerem um negócio. Os comportamentos das pessoas de uma organização podem influenciar a sustentabilidade dos resultados, e portanto, este modelo defende que a procura pela melhoria não se pode resumir apenas à aplicação de uma nova ferramenta ou método, mas também deve focar-se na cultura

organizacional [133]. A cultura organizacional é o sistema de princípios dos quais os membros da organização partilham, incluindo formas de trabalho, tradições, histórias e métodos capazes de atingir as metas [135]. A perspectiva cultural é importante nos modelos de excelência, uma vez que influencia as ações e comportamentos das pessoas. Na perspectiva de excelência empresarial, ajuda as organizações a encontrar contexto motivador para a mudança e alcançar níveis de desempenho superiores. É através da cultura que as organizações são capazes de construir sistemas e processos que sejam fortes e estáveis para o cumprimento das necessidades dos mercados [136].

O modelo de *Shingo* apresenta princípios orientadores e conecta-os com os sistemas, ferramentas, resultados e cultura, integrando estes cinco elementos em torno das relações ilustradas na Figura 8.

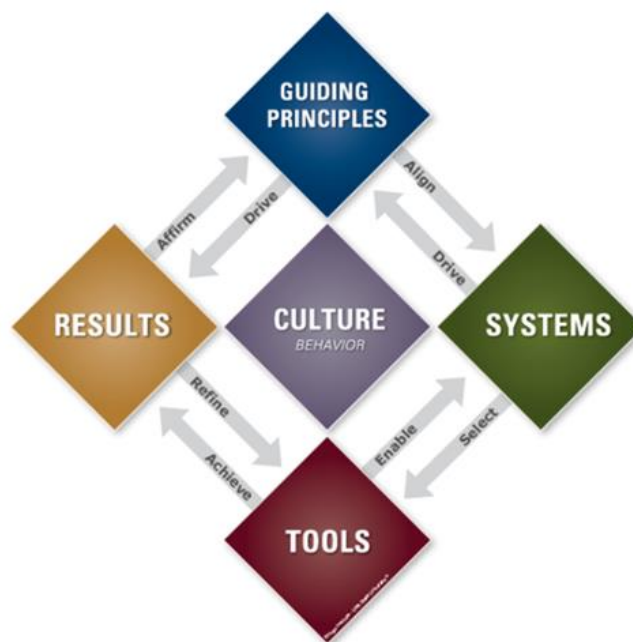


Figura 8- Parâmetros do Modelo Shingo. Retirado de (Shingo Institute, 2022)

Os parâmetros presentes na Figura 8 correspondem a [133]:

- *Guiding Principles* (Princípios): Os princípios orientadores shingo são a base para uma cultura organizacional sustentável de excelência. Indicam regras que possibilitam a compreensão das consequências dos comportamentos e, por isso, possibilitam que as tomadas de decisão sejam conscientes e que sejam ao encontro dos resultados ideais;
- *Tools* (Ferramentas): Instrumentos que permitem a execução operacional ser realizada de forma a atingir a finalidade do sistema. Logo, têm que ser selecionadas de forma criteriosa de forma que as ferramentas estejam alinhadas com o sistema;

- *Systems* (Sistemas): São conjuntos de processos, pessoas ou procedimentos que se interligam entre si e que permitem a concretização dos princípios orientadores;
- *Results* (Resultados): Consequência da capacidade de liderança, comportamentos e rotinas. Resultados ideais são todos aqueles que sejam sustentáveis a longo prazo e que requerem capacidade de liderança para a criação de culturas em que comportamentos e rotinas ideais são praticados;
- *Culture* (cultura): centro do Modelo *Shingo*, representando a manifestação de comportamentos e ações dos elementos da organização.

O Modelo *Shingo* apresenta 10 princípios orientadores que se encontram divididos em três dimensões que são: facilitadores culturais, melhoria contínua e alinhamento empresarial.

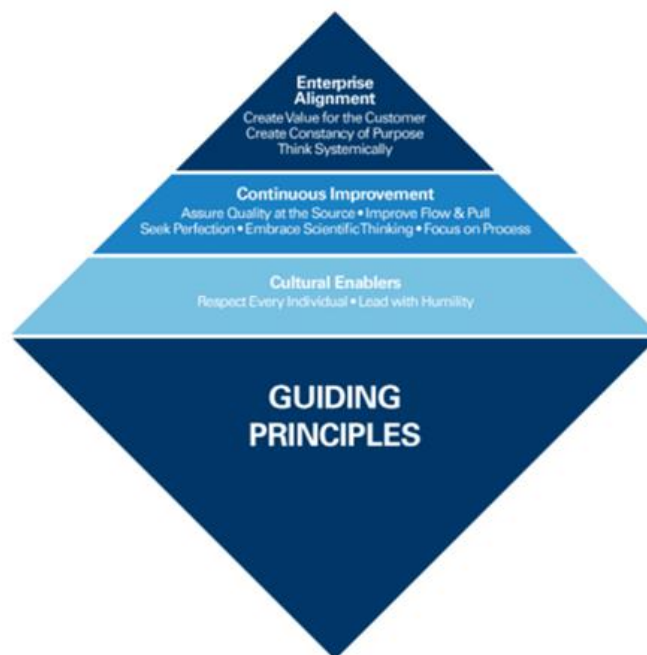


Figura 9- Dimensões do Modelo Shingo. Retirado de (Shingo Institute, 2022)

Os princípios orientadores são usados para alinhar sistemas, processo que é aprimorado através da seleção de ferramentas específicas usadas para alcançar resultados, onde os resultados, então, afirmam os princípios orientadores. No sentido contrário Modelo *Shingo* indica que os princípios orientadores podem gerar resultados na forma de indicadores de desempenho e impactos dos quais a empresa pode obter interpretações e previsões que ajudarão no refinamento das

ferramentas utilizadas para melhorar os sistemas que, por sua vez, direcionam princípios que estão ancorados nos valores centrais da empresa [137].

Os princípios do Modelo *Shingo* são universais e intemporais. Logo, são invariáveis nas diferentes culturas e eras, embora, possam se manifestar de forma diferente [137]. Em seguida, na Tabela 12, são apresentados os princípios orientadores que se encontram divididos pelas dimensões do Modelo *Shingo*.

Tabela 12- Distribuição dos Princípios Orientadores nas Dimensões do Modelo Shingo [136]

Dimensões	Princípios Orientadores
Facilitadores Culturais	Respeitar cada indivíduo
	Liderar com humildade
Melhoria Contínua	Procurar a perfeição
	Adotar o pensamento científico
	Foco nos processos
	Assegurar a qualidade na fonte
	Aperfeiçoar o <i>flow & pull</i>
Alinhamento Organizacional	Pensar sistematicamente
	Criar continuidade de propósitos
	Criar valor para o cliente

Como já foi referenciado, sabe-se que o Modelo *Shingo* pode ajudar as organizações a procurar por resultados ideais nas várias dimensões, desde que seja implementado de forma apropriada [137]. De forma resumida, o modelo defende que o envolvimento de todos os elementos da organização é essencial para uma melhoria significativa e sustentável e que é só possível quando os comportamentos das pessoas estão alinhados com os comportamentos ideais, baseados em princípios.

Com base no modelo proposto, foi criado um prêmio em 1988, que avalia o nível de transformação das organizações e que reconhece a excelência operacional das mesmas, denominado de *The Shingo Prize* [137].

2.5 Análise Descritiva e Bibliométrica das publicações

A análise bibliométrica aos artigos referenciados tem como objetivo avaliar a atividade científica de um campo de estudo, realizando uma avaliação meta-analítica da literatura. Fatores como a distribuição dos anos de publicação, citações, fontes e categorias dos artigos são estudados para uma maior compreensão do contexto apresentado.

Os dados recolhidos foram fornecidos através da ferramenta *Web of Science* (WoS). Foi efetuado durante o mês de Setembro de 2021 e Janeiro de 2022 com os tópicos “*Lean*”, “*Six Sigma*”, “*Lean Six Sigma*” e “*Modelo Shingo*”. Os artigos selecionados são redigidos em inglês e o período de pesquisa estipulado foi entre 2010 e 2021, de modo que os assuntos tratados sejam atuais e válidos.

2.5.1 Distribuição das Publicações

Com o suporte do WoS, efetuou-se a distribuição das publicações referenciadas pelos vários anos. Constatou-se que as publicações mais antigas são do ano 2011 enquanto as mais recentes pertencem ao ano de 2021. Os anos de 2017 e 2019 são os que têm mais publicações, tendo cada um, respetivamente, 17 e 21 publicações. Denota-se uma tendência crescente de publicações de anos mais distantes para os mais recentes.

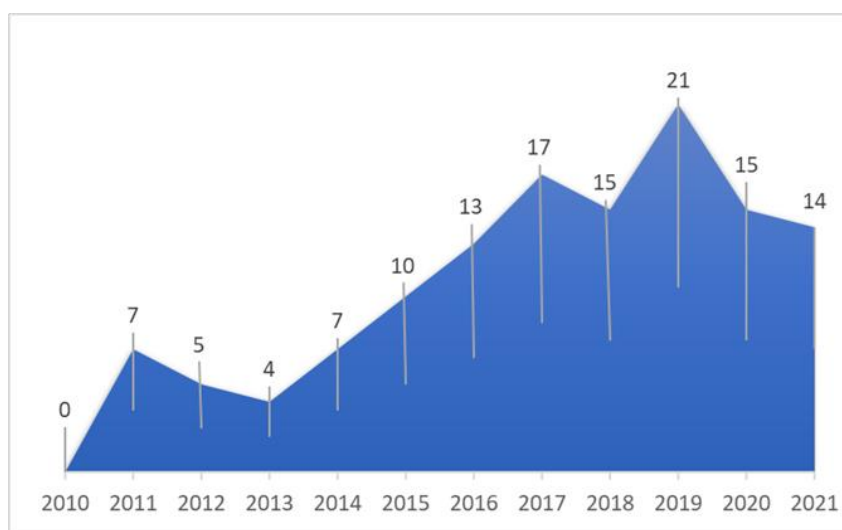


Gráfico 2- Distribuição das Publicações por Ano

Relativamente ao número de citações, verifica-se também uma tendência crescente que pode ser explicado por dois fatores. Por um lado, a referência de maior quantidade de publicações mais recentes traduz-se, conseqüentemente, em maior quantidade de citações em anos mais recentes. Por outro lado, demonstra a relevância de estudo dos conceitos *lean*, *six sigma* e *lean six sigma* e modelo *shingo* em anos mais recentes. Os anos de 2020 e 2021 são os mais citados, ultrapassando cada um a barreira das 500 citações.

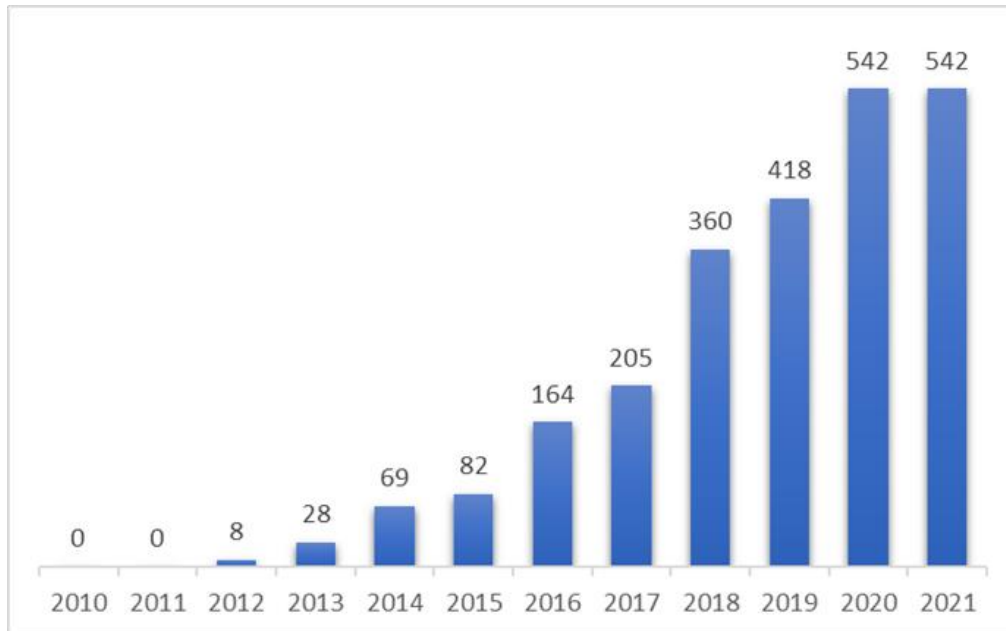


Gráfico 3- Distribuição das Publicações por Número de Citações

Em relação às revistas que foram utilizadas como fontes de informação, verifica-se que o *Production Planning & Control* e *Materials Today: Proceedings* foram os mais utilizados com um total de 10 e 7 publicações, respetivamente. Segue-se o *Total Quality Management & Business Excellence* com um total de 5 publicações. *International Journal of Production Research*, *International Journal of Productivity and Performance Management*, *Journal of Cleaner Production* e *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* têm, cada um, 4 publicações associadas. Quanto ao eixo identificado como “Outros” representa as revistas que tiveram menos de 4 publicações associadas ao trabalho. Deste grupo estão incluídas revistas como *Central European Journal of Operations Research*, *International Journal of Lean Six Sigma*, *International Journal of Sustainable Engineering*, *Quality Engineering*, *Trends in Food Science & Technology*, entre outras.



Gráfico 4- Distribuição das Publicações por Revistas Científicas

As publicações encontram-se divididas em quatro grandes temas. Conforme apresentado no Gráfico 5, *Lean* é o tema que alberga a maioria das publicações, cerca de 54%. Seguindo o *Lean Six Sigma* com 32% das publicações, o *Six Sigma* com 9% das publicações e, por último, o Modelo *Shingo* com 5% das publicações. Estes dados revelam que o *Lean* tem maior destaque e importância nos estudos na área da indústria e cuja tendência é aumentar a relevância do *Lean Six Sigma* por conseguir adotar conceitos e metodologias de ambas as áreas *Lean* e *Six Sigma*.

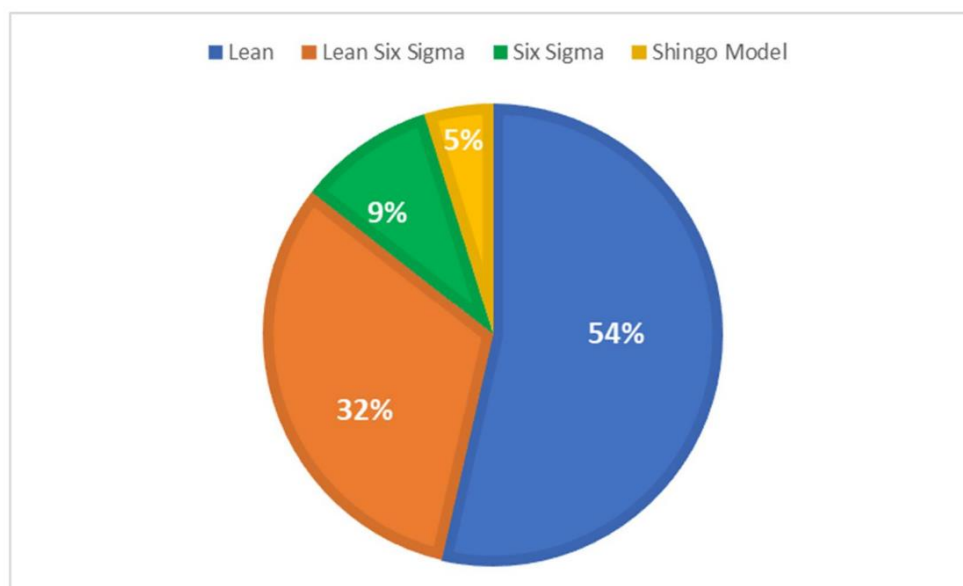


Gráfico 5- Categorização dos Artigos por Cada Tópico

A Tabela 13 mostra a categorização dos artigos analisados, tendo em conta o tópico e a quantificação do número de artigos consultados por cada tópico.

Tabela 13- Categorização das Publicações Analisadas

Tópico	Publicações	Total
Lean	[2,5,7,16-25,28,30-31,34,36-45,47-50,52-57,61-80,82-91]	67 (54%)
Six Sigma	[4,11,92-98,100,105,141]	12 (9%)
Lean Six Sigma	[1,3,6,8-10,26-27,29,32,35,59-60,99,101-102,104,106-115,117-129]	40 (32%)
Modelo Shingo	[131-132,134-137]	6 (5%)

2.5.2 Efeitos das Ferramentas

Com base nas publicações analisadas, foi construído uma matriz de impacto (Tabela 14) que avalia os efeitos das ferramentas a nível económico, social e ambiental. O sinal “+” indica um impacto positivo da ferramenta, enquanto o sinal “-” indica um impacto negativo numa determinada dimensão (económica, social e ambiental). O número de repetições de cada sinal (“+” ou “-”) representa a relevância do efeito reportado na literatura.

Tabela 14- Matriz de Impacto das ferramentas nos pilares económico, ambiental e social

Ferramenta	Efeito(s)	Dimensão de Impacto		
		Económico	Ambiental	Social
Trabalho Padronizado	Redução da força de trabalho;	++		++

Ferramenta	Efeito(s)	Dimensão de Impacto		
		Económico	Ambiental	Social
	Melhoria da produtividade dos processos; Redução dos tempos não produtivos; Redução dos movimentos dos trabalhadores;			
SMED	Melhoria da eficiência dos processos; Aumento do consumo de energia;	+	-	
5S	Melhoria da organização e segurança; Redução do consumo de material, movimentos, energia e resíduos;	++++	+++	++
Gestão Visual	Melhoria da eficiência dos processos; Controlo dos processos;	++		
TPM	Melhoria da gestão dos processos; Redução dos tempos não produtivos, retrabalho e consumo de energia; Prevenção de problemas mecânicos;	+++++	+	
VSM	Melhoria da eficiência dos processos; Identificação e redução de desperdícios como: utilização excessiva de matérias primas, energia, resíduos, tempos não produtivos, stocks e redução da força de trabalho;	+++++	+++	+
Sus-VSM	Redução do impacto ambiental e social dos processos; Redução do consumo de produtos químicos, água, energia e ruído;	+++	++++	+++

Ferramenta	Efeito(s)	Dimensão de Impacto		
		Económico	Ambiental	Social
	Avaliação das condições ergonómicas;			
Socio-VSM	Avaliação dos fatores de risco para a saúde e segurança dos trabalhadores;	+		+
S-VSM	Identificação e redução dos resíduos e sucatas ao longo da cadeia de processos;	++	++	
Diagrama de Spaghetti	Redução dos movimentos, transportes e trabalho;	+++		++
	Balanceamento dos postos de trabalho;			
	Cumprimento do takt time;			
Yamazumi	Melhoria da produtividade dos processos;	++++		
	Redução da força de trabalho;			
Poka-Yoke	Redução das ineficiências do processo;	+	+	
	Redução do consumo de energia;			
Kaizen	Redução do consumo de energia, resíduos e material;	+++	+++	
Kanban	Melhoria da eficiência operacional dos processos;	++	+	
	Redução do consumo de material;			
LESSVSM	Redução do desperdício relacionado com o consumo de energia;	+	+	
VSM II	Identificação e redução da variabilidade do sistema de produção;	+	+	

Ferramenta	Efeito(s)	Dimensão de Impacto		
		Económico	Ambiental	Social
E-VSM	Identificação e redução das fontes de desperdício de energia;	+	+	
Ergo-VSM	Avaliação das condições ergonómicas relacionadas com fatores físicos e psicológicos dos trabalhadores;			++

2.5.3 Clusters Identificados

Através da aplicação do software *VOSviewer* (versão 1.6.17), foi possível obter um mapa de visualização de rede, do qual se observou a presença de onze *clusters*. A construção dos *clusters* foi com base na interseção de artigos com base nos temas “*lean*”, “*six sigma*”, “*lean six sigma*” e “*modelo shingo*”. O primeiro *cluster* é composto por 17 termos. O segundo *cluster* é composto por 14 termos. O terceiro e quarto *cluster* são compostos por 11 termos. O quinto *cluster* é composto por 10 termos. O sexto e sétimo *cluster* são compostos por 8 termos. O oitavo *cluster* é composto por 7 termos. O nono *cluster* é composto por 6 termos. O décimo e décimo primeiro *cluster* são compostos por 4 termos. Somando um conjunto de 100 tópicos de estudo.

Entre os 10 tópicos mais mencionados encontram-se: “manufatura, tecnologia, manufatura *lean*, produtividade, gestão, *lean*, eficiência, trabalho, DMAIC e sustentabilidade”. Quanto aos 10 tópicos menos mencionados encontram-se: “responsabilidade, liderança, SMED, estação de trabalho, retrabalho, variação, automação, energia, VSM e fluxo”.

Analisando a Figura 10, é possível constatar que as áreas mais dispersas englobam tópicos como: “cadeia de valor, taxa de produção, movimentos, gargalo, projeto sigma, capacidade, cadeia de logística, Sus-VSM e OEEE”. Posteriormente, alguns destes tópicos vão ser estudados em maior pormenor.

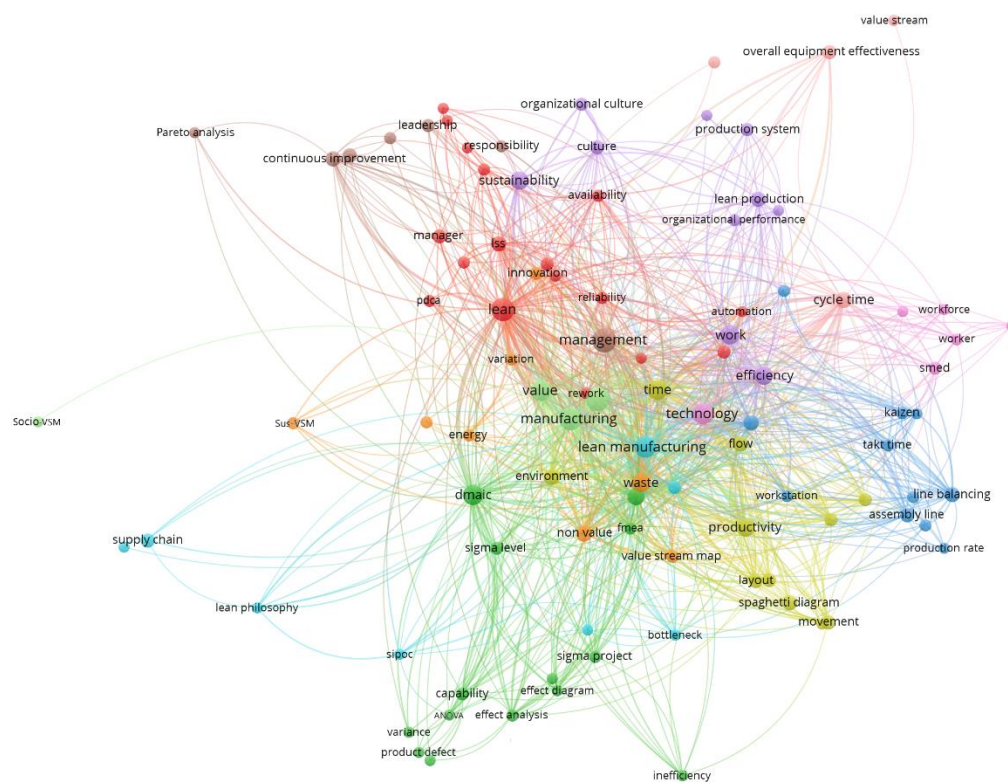
 VOSviewer

Figura 10- Áreas de Estudo mais importantes sobre Lean, Six Sigma, Lean Six Sigma e Modelo Shingo

No seguimento do mapa de visualização de rede (Figura 10), é apresentada a constituição de cada um dos onze *clusters*.

Tabela 15- Clusters mais importantes sobre Lean, Six Sigma, Lean Six Sigma e Modelo Shingo

Cluster	Itens
Cluster 1 (17 itens)	Automação, disponibilidade, vantagem competitiva, <i>green lean</i> , infraestrutura, <i>lean</i> , <i>lean six sigma</i> , manutenção, gestor, PME's, excelência operacional, PDCA, custo de produção, fiabilidade, retrabalho, comprometimento da gestão de topo, formação;
Cluster 2 (14 itens)	Anova, "Capabilidade", custo, DMAIC, análise de efeito, diagrama de efeito, FMEA, ineficiências, defeito de produto, controlo de qualidade de produto, nível sigma, método sigma, projeto sigma, variância;
Cluster 3 (11 itens)	Linha de produção, <i>kaizen</i> , <i>kanban</i> , <i>lead time</i> , balanceamento de linha, taxa de produção, <i>takt time</i> , técnicas de redução de desperdício, padronização do trabalho, estação de trabalho, <i>yamazumi</i> ;
Cluster 4 (11 itens)	Ambiente, fluxo, inventário, <i>layout</i> , princípio <i>lean</i> , pensamento <i>lean</i> , movimentos, produtividade, <i>spaghetti</i> , <i>staff</i> , tempo;
Cluster 5 (10 itens)	Cultura, eficiência, gestão ambiental, produção <i>lean</i> , sistema de produção <i>lean</i> , cultura organizacional, desempenho organizacional, sistema de produção, sustentabilidade, trabalho;
Cluster 6 (8 itens)	Gargalo, satisfação do cliente, gestão do inventário, manufatura <i>lean</i> , filosofia <i>lean</i> , OEE, SIPOC, cadeia logística;
Cluster 7 (8 itens)	Energia, inovação, não-valor, Sus-VSM, manufatura sustentável, VSM, variação, desperdício;
Cluster 8 (7 itens)	Excelência empresarial, melhoria contínua, liderança, gestão, análise de pareto, gestão da qualidade, responsabilidade;

Cluster	Itens
Cluster 9 (6 itens)	Tempo <i>set-up</i> , fator humano, SMED, tecnologia, trabalhador, força de trabalho;
Cluster 10 (4 itens)	Tempo de ciclo, OEEE, gestão de projeto, cadeia de valor;
Cluster 11 (4 itens)	Indústria, manufatura, Socio-VSM, valor;

Como demonstra a Tabela 15, é possível identificar 11 clusters em relação à interseção de conceitos entre *lean*, *six sigma*, *lean six sigma* e modelo *shingo*. No *cluster 1*, evidencia a correlação entre diferentes filosofias, metodologias estratégicas e fatores críticos de sucesso para a melhoria de indicadores chave. O *cluster 2* foca-se na ponderância de determinadas ferramentas e metodologias no controlo de desperdício e defeitos. O *cluster 3* evidencia ferramentas capazes de melhorar de forma generalizada o funcionamento das linhas de produção. O *cluster 4* retrata a ligação de alguns desperdícios clássicos do pensamento *lean* e ferramentas capazes de diminuir os seus efeitos nas organizações e suas eventuais ligações ao ambiente. O *cluster 5* relaciona conceitos como sustentabilidade, *lean* e a relevância da cultura para o sucesso destes conceitos. O *cluster 6* descreve ferramentas ligadas à produtividade e fluxo capazes de ajudar ao cumprimento das necessidades do cliente. O *cluster 7* descreve a necessidade de redução do impacto ambiental das organizações, áreas mais críticas relacionadas com a sustentabilidade e algumas ferramentas capazes de ajudar nesse sentido. O *cluster 8* indica alguns fatores críticos de sucesso e áreas de suporte para atingir a excelência. O *cluster 9* alberga fatores e técnicas capazes de reduzir os tempos não produtivos das organizações. O *cluster 10* evidencia indicadores clássicos de produção e ferramentas capazes de aumentar a eficiência dos sistemas produtivos. O *cluster 11* resume-se à importância que os fatores sociais devem ter na generalidade das organizações para a produção de valor.

DESENVOLVIMENTO

- 3.1 FicoCables
- 3.2 Descrição do Foco do Projeto
- 3.3 DMAIC

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 FicoCables

3.1.1 Áreas de Negócio da Empresa

FicoCables atua em duas principais áreas de negócio que são: sistemas de conforto (coxins, grelhas de encosto traseiro, grelhas de apoio lombar e lateral) e sistemas de porta e assentos (cabos para porta, cabos para capôs, cabos para tampo de combustível e cabos para assento). Sistemas de conforto são incorporados em assentos, permitindo a regulação na zona lombar e na zona do assento. Sistemas de porta e assentos baseiam-se em cabos para transmissão de força mecânica, como cabos para elevação de janela, regulação lombar do assento, travão de mão, acelerador, abertura de porta, capô, mala, entre outros.

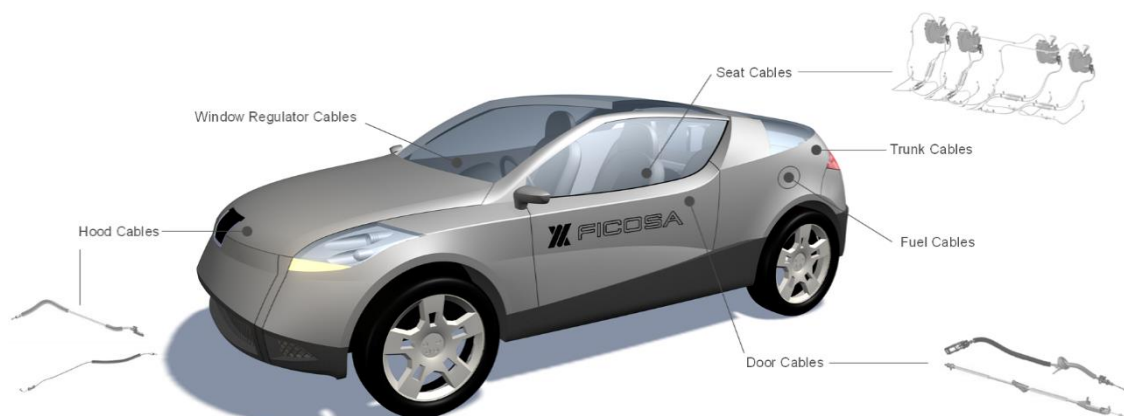


Figura 11- Representação esquemática de cabos aplicados num veículo

Os principais clientes são construtores automóveis ou fabricantes de componentes ligados à indústria automóvel. Atualmente, a empresa possui mais de 900 trabalhadores e os maiores clientes com quem trabalha são a Volkswagen, Volvo, Renault, Faurecia, Opel, Adient, Brose, Johnson Controls e Kiekert.

3.1.2 Unidades Autônomas de Produção (UAP's)

A empresa é constituída por 5 módulos de produção. Cada módulo de produção, internamente, é designado como Unidade Autônoma de Produção (UAP). Do qual é associado um conjunto de atividades específicas. O UAP 1 funciona como fornecedor interno dos restantes UAP's. O UAP 2 e o UAP 3 estão associados aos sistemas de portas e assentos. O UAP 4 está associado á produção de sistemas de conforto. O UAP 5 é utilizado para referências em fim de vida ou protótipos de novas referências que eventualmente serão deslocados para outros UAP's.

Tabela 16- Áreas de Negócios dos UAP's

Áreas de Negócio	UAP's
Fornecedor interno	1
Sistemas de portas e assentos	2
	3
Sistemas de conforto	4
Referências em fase de fim de vida ou protótipos	5

Na Tabela 17 seguinte, é ilustrado as atividades inerentes a cada uma das Unidades Autônomas de Produção.

Tabela 17-Atividades internas dos UAP's

UAP'S	Atividades
1	Produção de bobines de espiral; Revestimento de cabo e arame.
2	Linhas de Montagem de cabos de portas e assentos; Postos de preparação de subconjuntos para as linhas; Área de corte de cabo; Corte de tubo;

UAP'S	Atividades
	Injeção de plástico; Injeção do primeiro terminal Zamak.
3	Linhas de montagem cabos de portas e assentos; Corte de cabo; Corte de tubo; Corte de espiral; Injeção do primeiro terminal Zamak.
4	Injeção de plástico; Corte de arame; Conformação de arame; Linhas de montagem de sistemas de conforto.
5	Linhas de montagem de referências em fase fim de vida ou protótipos.

Além das Unidades Autônomas de Produção existe o armazém de matérias-primas, armazém de componentes e embalagem e o armazém de expedição.

3.1.3 Organização da Produção

A cada um dos módulos de produção está associado uma hierarquia. O projeto tem como base uma linha de montagem no UAP 3. Logo, a descrição da organização da produção vai ser concentrado no UAP 3.

No topo da hierarquia do UAP 3, encontra-se o Responsável do UAP (UAP Manager). Papel que é desempenhado por um engenheiro de produção e que tem a responsabilidade de executar as seguintes funções: planeamento de produção (auxiliado por um planificador), monitorização e elaboração de planos de ação para cumprimento dos requisitos da qualidade, gestão de equipas, gestão do *layout* do UAP e melhoria dos indicadores de eficiência das linhas de produção. O desempenho de algumas destas funções são realizadas em colaboração com departamentos independentes como o Departamento de Melhoria Contínua, Engenharia de Processos, Departamento de Manutenção, Logística e Departamento de Higiene e Segurança no Trabalho.

Após o cargo de UAP Manager, existe um cargo de chefia intermédio designado por GAP (supervisora geral). É um cargo que é, normalmente, ocupado por uma ex-operadora e que possui conhecimento aprofundado do Gemba. A sua constante presença no terreno é essencial para a gestão de equipas, linhas de produção, avarias e situações complexas que ocorrem no UAP. Desempenha a função de elo de comunicação entre o UAP Manager e os trabalhadores. Tendo a obrigação de manter o UAP Manager informado da situação geral no chão de fábrica quando este se ausenta.

Sob a tutela da GAP estão as respetivas CAP's (*team leaders*). São responsáveis por pequenas áreas da Unidade Autónoma de Produção. No UAP 3 a cada área encontra-se associado um determinado conjunto de linhas de montagem e respetivas máquinas. Tal como a GAP, as CAP's são ex-operadoras que foram promovidas a um cargo de responsabilidade. Estando estas ao cargo das seguintes funções: limpeza e organização das linhas de montagem e máquinas, gestão dos inventários, gestão dos materiais, gestão da alocação dos trabalhadores às linhas e monitorização constante da produção e comunicação dos respetivos problemas aos superiores, ou seja, á GAP ou UAP Manager.

Nas linhas de produção encontram-se as equipas de operadores. Para cada linha de produção é designado um chefe de linha que é, normalmente, a operadora com mais experiência. Da qual tem a responsabilidade de preencher a documentação da produção, requerer os abastecimentos da linha de materiais e comunicar eventuais problemas que surgem durante a produção.

Por último, existe os operadores especializados e afinadores que tendem a deslocar-se por todo o UAP e são colocados nas diferentes áreas consoante as necessidades do momento. Os operadores especializados desempenham funções em máquinas com grau de complexidade significativo. Os afinadores têm como função resolver pequenas avarias, realização dos *set-ups* e afinação das máquinas.

Na Figura 12 é apresentado a hierarquia do UAP 3.

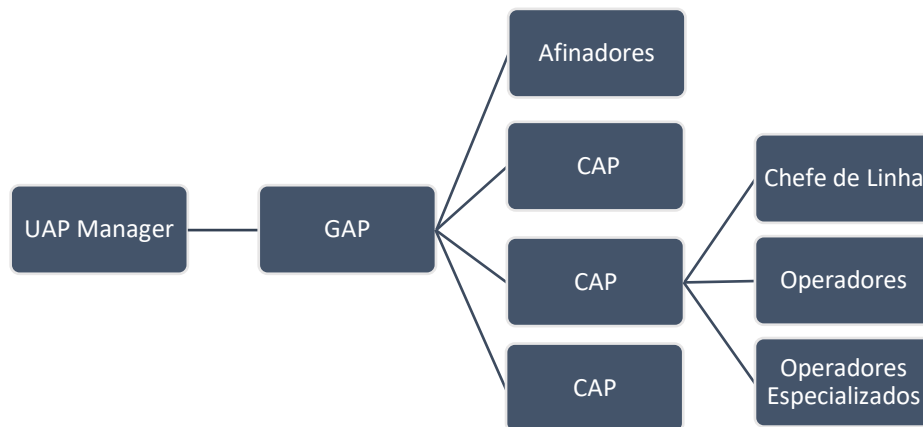


Figura 12- Hierarquia do UAP 3

3.2 Descrição do Foco do Projeto

Este capítulo tem como objetivo fazer uma descrição geral do projeto. Evidenciando as características da linha de montagem, do sistema produtivo associado, os produtos que dela resultam e os objetivos do trabalho prático. Permitindo uma contextualização da importância do projeto e direcionamento que é assumido.

3.2.1 Linha de Montagem Multirreferências 1 (Multi 1)

O trabalho foi desenvolvido numa linha de montagem do UAP 3 designado por linha de montagem Multirreferências 1 (abreviado Multi1). A linha de montagem em estudo produz referências de cabos de assento e portas.

As linhas de montagem multirreferências 1 e 2 foram criadas por parte da gestão de topo com a seguinte visão estratégica: albergar elevado número referências de baixo volume com características semelhantes de modo a eliminar número excessivo de linhas de montagem que existiam no Gemba. De forma a libertar espaço para novos projetos e novas referências.

A agregação de um elevado número de referências nestas linhas traduz-se numa elevada versatilidade. O que, por si só, pode surgir problemas relacionados com a eficiência. A configuração destas linhas não pode ser otimizada para a produção de uma determinada referência. Em termos de *layout*, transportes fixos (como tapetes) e configuração de

máquinas o funcionamento da linha tem que ser compatível para as diferentes referências. Portanto, as melhorias direcionadas para uma determinada referência terão sempre de ser avaliadas no impacto global que terá em todas as referências de modo a não prejudicar a eficiência geral.

Na Figura 13, é possível visualizar a linha de montagem Multi1.



Figura 13- Linha de Montagem Multirreferências 1

3.2.2 Layout

A Multi1 é composta por 8 postos de trabalho e um Muro de Qualidade estando organizada em formato “U”. No Muro de Qualidade é executado as operações de inspeção adicionais. É uma atividade que não acrescenta valor e apenas é utilizado na fase inicial de novas referências que são inseridas na linha ou em situações de reclamação por parte do cliente. A utilização dos postos de trabalho apresenta uma grande variabilidade. Existindo referências, por exemplo, que apenas utilizam 3 postos de trabalho enquanto outras utilizam a totalidade dos postos de trabalho da linha. Porém, apesar desta variação, a organização dos postos de trabalho é mantida sem alterações de referência para referência.

Na Figura 14, é possível observar o *layout* da Multi1.

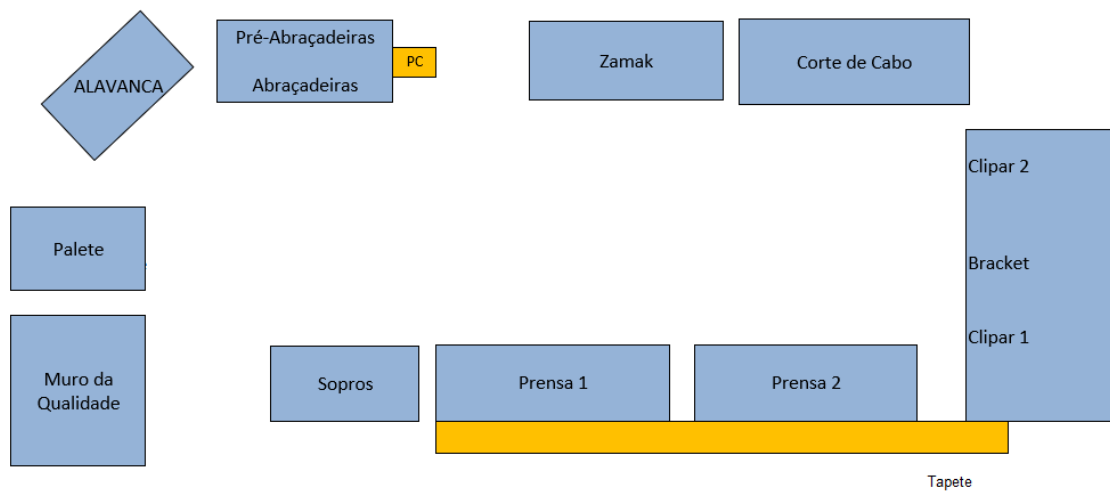


Figura 14- Layout da Linha Multi 1

O fluxo de produção na linha de montagem, tendencialmente, inicia-se no posto “Sopros” ou “Prensa 1” e acaba no posto “Zamak”, “Abraçadeiras” ou “Alavanca”. Dependendo de referência para referência.

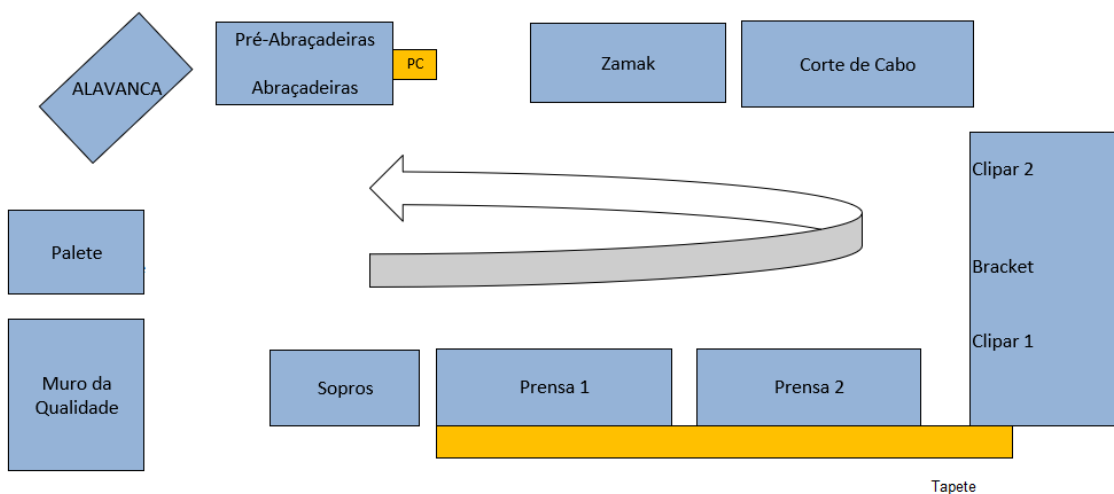


Figura 15-Fluxo generalista das referências na Linha Multi 1

3.2.3 Descrição dos Produtos

A linha possui 11 referências de cabos. Os componentes de base entre as várias referências são semelhantes e são constituídos, basicamente, por: tubos em espiral, terminais de espiral, cabos de aço, terminais zamak, tubos exteriores, abraçadeiras, entre outros. Alguns componentes como o bracket, compensador e batente são componentes específicos de algumas referências.



Figura 16- Referência 026



Figura 17- Referência 848

As referências presentes nesta linha estão associadas a um determinado projeto. As referências que pertencem ao mesmo projeto são “referências gêmeas”. Isto é, são construídas com o mesmo tipo de componentes e operações, mas são simétricas. Por exemplo, uma determinada referência é respeito a um cabo para o assento esquerdo para um determinado automóvel e a outra referência é respeito a um cabo para o assento direito do mesmo automóvel. Pertencendo, assim, ao mesmo projeto. Ao nível da produção não existem diferenças significativas para as referências gêmeas. Apenas pequenas trocas de ferramentas nas máquinas devido á simetria de encaixe de algumas peças.

Tabela 18- Descrição dos Projetos dos quais as referências da linha estão associadas

Referência	Projeto	Cliente
121 912 848 C01C04	MHS3	Adient Poland
121 912 849 C01C04	MHS3	Adient Poland
121 913 200 C01A01	SUBARU	Adient Japan
121 913 344 C01B01	IBK2 (Clips)	Adient Seating Poland
121 913 345 C01A00	IBK2 (Clips)	Adient Seating Poland
121 913 175 C01F05	MAN	Adient Poland
121 912 885 C01A02	SK326	HMM K.
121 913 182 C01A01	IBK2	Adient Hungary Kft.
121 913 052 C01B02	IBK2	Adient Hungary Kft.
121 913 026 C01A00	Volvo	Brose Sweden/Volvo
121 912 974 C03A00	Volvo	Brose Sweden/Volvo

3.2.4 Objetivos do Trabalho Prático

O presente trabalho tem como objetivo a otimização de processos na linha de montagem, visando o aumento da produtividade.

Os constantes registos de eficiência abaixo dos objetivos para as várias referências tem provocado resultados inferiores aos orçamentados. O que compromete o prazo de entrega ao cliente, aumenta os custos de produção e, conseqüentemente, o lucro, ou seja, resultando em prejuízos avultados para a empresa. Neste sentido, com vista a aumentar a eficiência, a empresa traçou um plano com a envolvimento de vários elementos que atuam conforme as responsabilidades atribuídas e com foco na melhoria da eficiência.

O desenvolvimento deste trabalho visou responder às solicitações colocadas à equipa responsável por atuar, cujos principais objetivos foram:

- Melhorar a eficiência dos processos;

- Reduzir o tempo para realização das operações (cumprimento do *takt time*);
- Aumentar o PHh, identificando e eliminando desperdícios;
- Nivelar os processos e padronizar métodos.

3.3 DMAIC

O caso de estudo aborda a aplicação da metodologia DMAIC na melhoria dos processos. Neste capítulo são apresentadas as várias etapas deste ciclo, aplicado ao projeto de melhoria.

3.3.1 Fase Define

Na primeira fase do ciclo DMAIC, é realizado uma definição completa do projeto. Para tal, foi preciso selecionar o projeto e, posteriormente, estabelecer quais as metas e objetivos a atingir. É apresentado a Matriz de Priorização, CTs, Project Charter, Calendarização do Projeto, VSM's e SIPOC.

3.3.1.1 Fase de Seleção do Projeto de Melhoria

Inicialmente, ao abrigo do programa FIT (*Ficosa Improvement Transformation*), foram identificados vários projetos de melhoria pelas diferentes equipas que constituem a área operacional da empresa (Eng. Processos e Industrialização, Manutenção, Produção, Melhoria Contínua e Logística). A partir da listagem destes projetos é constituída uma Matriz de Priorização. Cujos critérios de priorização são os seguintes:

- Probabilidade de Sucesso;
- Impacto no cliente;
- Previsão de Poupança;
- Potencialidade de transversalização.

No anexo 1, é apresentado a matriz de priorização de projetos de melhoria.

Com base na matriz de priorização, os projetos de melhoria foram distribuídos para diferentes elementos da empresa. Em que os mais importantes são entregues, normalmente, a elementos com maior nível de responsabilidade na empresa. E os menos importantes são entregues a elementos com menor responsabilidade na empresa. Foi decido, por parte da gestão, que o projeto a ser selecionado para este trabalho fosse o número 7, ou seja, Melhoria da produtividade (PHH - Produção/hora/homem) da Linha Montagem Multireferências 1_CT_240.452.01.

3.3.1.2 Descrição do Projeto de Melhoria

Após a seleção do projeto, realizou-se um documento que define o projeto, o Project Charter, onde se explicou o caso de estudo, os objetivos do projeto e descreveu-se o planeamento das várias fases do projeto. Este projeto tem como objetivo a melhoria da eficiência da linha multirreferências 1.

Project Title		Efficiency Improvement
6 Sigma Black Belt	N.A	Melhoria da produtividade (PHH - Produção/hora/homem) da Linha Montagem Multireferências 1_CT_240.452.01.
Beginning of Project	15.10.2021	
Business Case	Melhoria da OEE da linha multirreferências 1 (cabos de assento e cabos de porta). Com potencial poupança de 4000 euros.	
Problem Statement	Historicamente, esta linha apresenta desde 2021 e início de 2022 uma eficiência abaixo do orçamentado.	
Project Scope	Melhoria da eficiência da linha multirreferências 1 na produção de cabos de assento e cabos de porta.	
Objective Statement	Melhoria da eficiência da linha até finais de julho de 2022 em 6%-7%.	

Figura 18- Project Charter (Parte 1)

Indicator Y	OEE	Forecasted Savings						
Baseline	72.64%	Cycle Time	Material	Inventory Reduction	Customer Cost Avoidance	Sorting/QW avoidance	Urgent Transports Cost Avoidance	Capex Avoidance
Target	76.64% ≤ X ≤ 79.64%	4000						
Savings (k€/year)	4 000 €							
Project Selection Criteria	59,2%	Success Probability	Resources Needs	Speed/Scope	Customer Impact	Transversalization Potential	Data Collection / Measurement System	Changes Forecasted?
		High (70% of success)	Low (3-4 Team)	> 6 months	Customer may notice	Only one Production Line	Data available with MSA	No changes forecasted
								Savings
								8.15.01
Team Members								
NAME	ENTERPRISE FUNCTION				PROJECT VALIDATION			
Nuno Baptista	Plant Manager				6 Sigma Black Belt	N.A		
Francisco Ferreira	Responsável do Departamento Melhoria Contínua				MBB Coach	N.A		
Carlos Duarte	Engenheiro de Melhoria Contínua				Process Owner	Daniel Monteiro		
Daniel Monteiro	UAP 3 Manager				Finance	José Faria		
Paula Costa	GAP Leader (Turno Manhã)				Plant Manager	Nuno Baptista		
Susana Silva	GAP Leader (Turno Tarde)							

Figura 19- Project Charter (Parte 2)

Concluído o Project Charter, desenvolveu-se o CTS com o objetivo de clarificar os pontos críticos de satisfação do cliente.

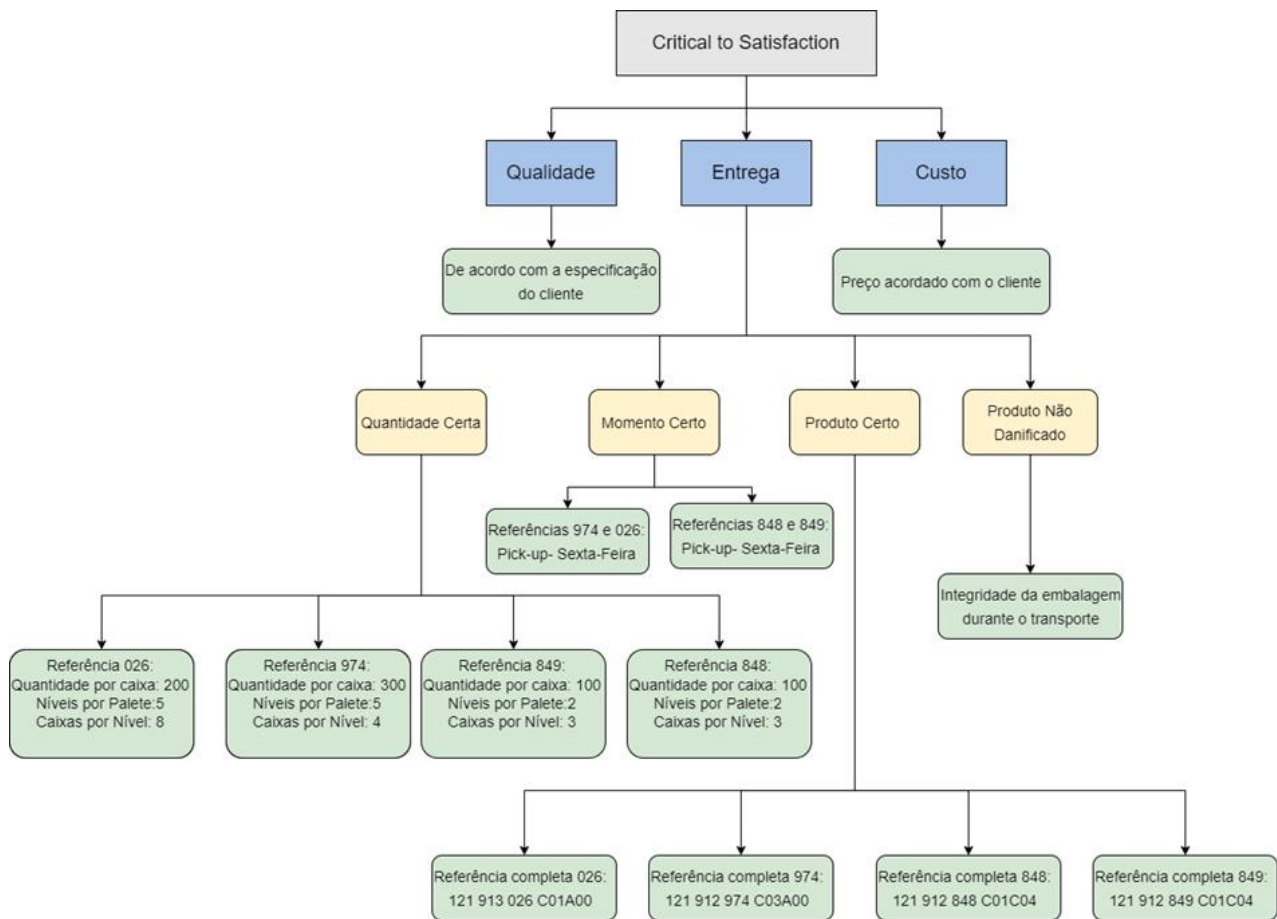


Figura 20- Árvore CTs

3.3.1.3 Calendarização do Projeto

Após a construção do Project Charter, prosseguiu-se para a calendarização do projeto que é apresentado no anexo 2.

3.3.1.4 Mapeamento da Cadeia de Processo

Na fase define, é apresentado o estado geral em que a linha de produção foi encontrada. Primeiro, foi realizado o mapeamento de toda a cadeia de processo desde os fornecedores de matéria-prima até ao cliente final com a ajuda da ferramenta VSM. Na Figura 21, está representado um VSM simplificado do processo de produção e montagem das referências da Linha Multi 1. A cadeia de processo é semelhante entre as 11 referências analisadas. A partir dos VSM's, que se encontram no anexo 3, é possível observar que a linha multirreferências 1 (o foco do projeto) é o último conjunto de processos que acrescenta valor e que resulta no produto final.

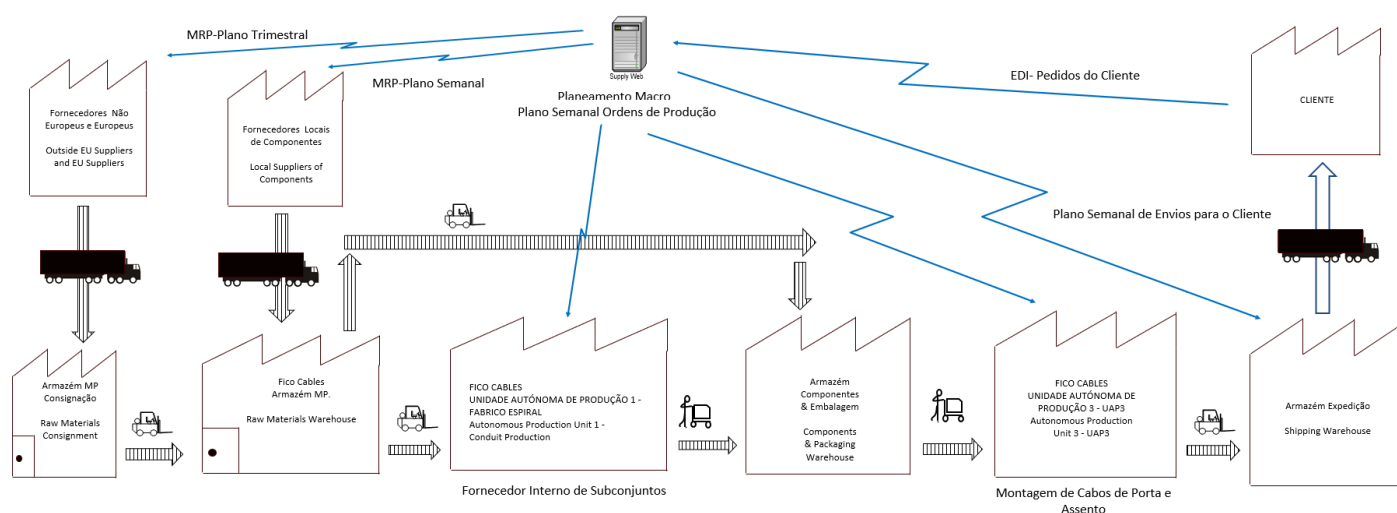


Figura 21- VSM simplificado

O processo é iniciado com a receção dos componentes e matérias-primas de fornecedores (europeus e não-europeus) ao armazém de consignação. Posteriormente, são enviados para o armazém de matérias-primas. Com a ajuda dos sistemas de informação da empresa é possível analisar os registos de entrada, saída e volumes presentes de matérias-primas e componentes num determinado instante no armazém como em diferentes localizações da fábrica como se encontra explícito nos VSM's das diferentes referências.

No UAP1 é realizado o primeiro conjunto de processos de transformação em que é utilizado, essencialmente, arame. Determinadas referências como, por exemplo, 121 912 849 sofrem o processo de laminagem do arame, fabrico de espiral e extrusão espiral. Determinadas referências como, por exemplo, 121 913 026 sofrem apenas o processo de fabrico de espiral.

No UAP3, antes da conceção do produto final na linha multirreferências 1, é realizado um conjunto de processos que vão produzir subconjuntos necessários para a montagem

final. Em determinadas referências como, por exemplo, 121 913 052 o subconjunto terminal cabo é feito por Injeção Manual Zamak. Outras referências, como o 121 913 026 o subconjunto terminal cabo é feito por uma máquina automática designada por Robocop. Todas as referências da linha multirreferências estão sujeitas ao processo corte de espiral. O processo Corte Tubo Estrela apenas é realizado em algumas referências como, por exemplo, o 121 912 849.

Com base na conceção dos VSM's para as 11 referências (que podem ser consultados nos anexo 3) é apresentado a Tabela 19 com o *Lead Time* e Tempo que é utilizado para o acréscimo de valor no produto final.

Tabela 19- Dados Finais dos VSM's

<i>Referências</i>	<i>Value added Time (hours)</i>	<i>Production Lead Time (days)</i>
121 912 974	1,52	65,7
121 913 026	3,6	65,3
121 912 848	19,8	359,9
121 912 849	19,3	74,6
121 912 885	19,7	12
121 913 344	3,0	24,5
121 913 345	3,0	23,1
121 913 200	3,0	50,9
121 913 182	8,80	198,1
121 913 052	8,80	167
121 913 175	22,5	2,5

Além dos VSM's, foi elaborado um diagrama SIPOC de forma a perceber, com um elevado nível de abstração, o contexto envolvente do processo de montagem de cabos na linha Multi 1.

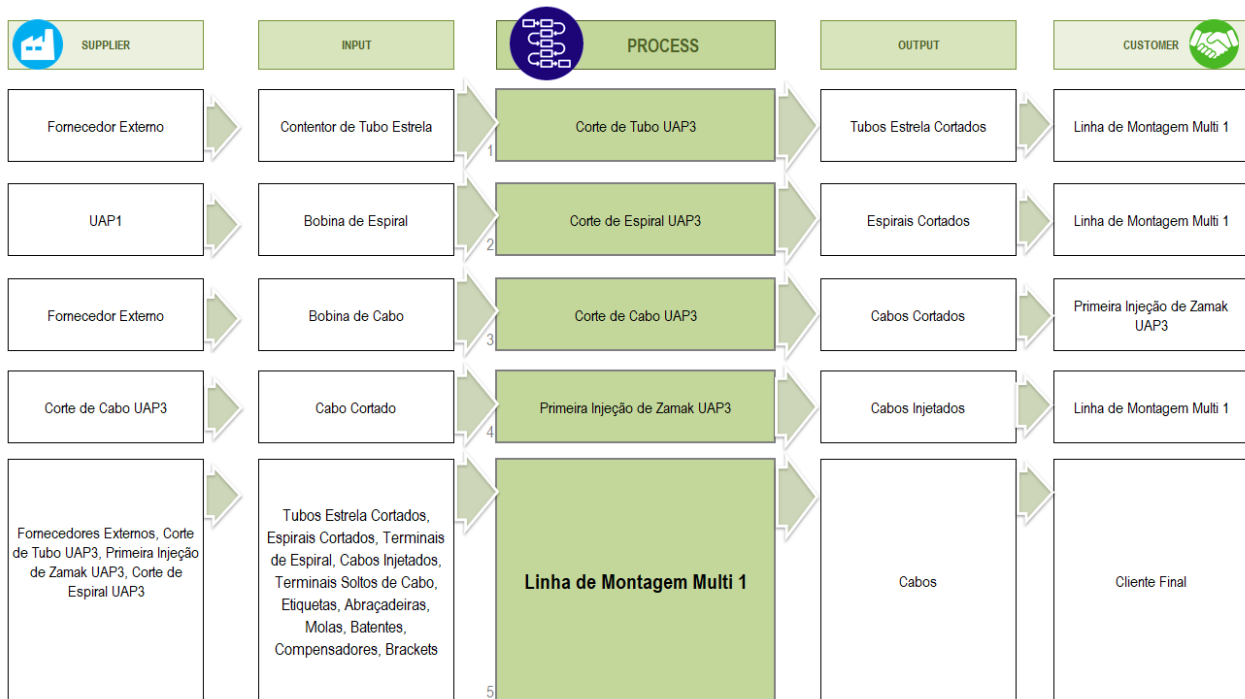


Figura 22- SIPOC da Linha Multi 1

3.3.2 Fase Measure

Na segunda fase do ciclo DMAIC, é explicado quais os principais indicadores e ferramentas utilizadas para a recolha de dados que vão ser utilizados para posterior análise do desempenho da linha Multi 1.

3.3.2.1 Análise da OEE da Linha Multi 1

Após o mapeamento de toda a cadeia de processo das referências em questão, prosseguiu-se para uma análise mais focada na linha Multi 1. A empresa utiliza o indicador OEE como KPI (*Key Performance Indicator*) das linhas de produção.

Em seguida, é apresentado o método de obtenção de dados dos vários indicadores OEE pelo sistema da empresa.

3.3.2.2 Conceito de Labour Effectiveness

Empresas industriais, como a FicoCables, cuja produtividade das linhas está fundamentalmente dependente do trabalho humano e muito menos da eficiência das máquinas, transformam o OEE, por conceito um indicador da eficiência global dos equipamentos, num indicador da eficiência global do trabalho realizado pela mão de obra direta. Isto é, os operários que executam as atividades de transformação, montagem, etc, distinguindo-se dos operários com funções indiretas (mão de obra indireta), de apoio à atividade de transformação, montagem, etc.

Nestes sistemas de produção, a otimização da mão de obra tem maior relevância do que a otimização das máquinas para atingir o máximo aproveitamento das linhas. Uma vez que é a mão de obra que apresenta maior variação nestes processos produtivos. Os indicadores da OEE que são a velocidade, qualidade e disponibilidade, com base no conceito labour effectiveness, são calculados de forma distinta do método tradicional do OEE.

$$OEE = Velocidade * Qualidade * Disponibilidade \quad (1)$$

3.3.2.2.1 Velocidade

Quando a empresa introduz nas suas linhas de produção uma nova referência é estabelecido uma taxa de produção. Sendo esta calculada com base na previsão de custos e objetivos. Com isto, é determinado uma meta de produtividade por pessoa (PHh ou produção por hora-homem). Por exemplo, se uma determinada referência tem um PHh de 20 peças por pessoa por hora e foi estipulado a linha funcionar com 4 operadores, então o objetivo é a linha produzir 80 peças por hora. Normalmente, existe um sensor no último posto da linha de produção capaz de registar o output da linha em tempo real e que é registado pelo sistema informático responsável pela gestão da produção designado por MES (*Manufacturing Execution System*). A velocidade é calculada pela empresa da seguinte forma:

$$Velocidade = \frac{Output\ real}{PPH * N^o\ Operadores\ na\ Linha} \quad (2)$$

De forma alternativa, o indicador velocidade também pode ser calculado apenas com variáveis temporais da seguinte forma:

$$Velocidade = \frac{Tempo\ teórico\ para\ produzir\ Z\ unidades}{Tempo\ utilizado\ na\ produção\ real\ de\ Z\ unidades} = \frac{T_s}{T_{real}} \quad (3)$$

3.3.2.2.2 Qualidade

Durante a produção, nas linhas quando é detetado peças não conformes, isto é, peças defeituosas são imediatamente rejeitadas. Os operadores colocam as peças num contentor vermelho de forma as segregar das peças sem defeitos e registam no sistema informático as peças que foram descartadas. O registo consiste na explicação da causa de rejeição e a linha em específico que ocorreu.

O indicador qualidade, tradicionalmente, é calculado pela indústria da seguinte forma:

$$Qualidade = \frac{Peças\ OK}{Peças\ OK + Peças\ NOK} = \frac{Peças\ OK}{Total\ de\ Peças\ Produzidas} \quad (4)$$

De forma alternativa, na FicoCables, o indicador qualidade é calculado com variáveis temporais da seguinte forma:

$$Qualidade = \frac{Tempo\ Teórico\ para\ produzir\ o\ total\ de\ unidades\ sem\ defeito}{Tempo\ utilizado\ na\ produção\ real\ (unidades\ com\ e\ sem\ defeito)} \quad (5)$$

3.3.2.2.3 Disponibilidade

O indicador disponibilidade é quantificado pelo sistema MES através do seguinte raciocínio. Primeiro, é multiplicado o número de trabalhadoras que se encontram alocadas pelo tempo despendido na linha. Resultando no número total de horas-homem trabalhadas. Em seguida, é determinado o tempo não produtivo em horas-homem através da multiplicação do número de trabalhadoras alocadas pelo tempo de paragem que a linha teve. Por último, é subtraído o tempo de paragem ao tempo total trabalhado, e dividindo pelo tempo total trabalhado, é quantificado o indicador disponibilidade.

A fórmula é a seguinte:

$$Disponibilidade = \frac{T_{real}}{T_{av}} \quad (6)$$

$$T_{av} = Tempo\ de\ Produção\ Disponível \quad (7)$$

$$T_{real} = Tempo\ de\ Produção\ Disponível - Tempo\ de\ Paragem \quad (8)$$

$$\text{Tempo de Paragem} = \text{Tempo Paragens Planeadas} + \text{Tempo Paragens Não Planeadas} \quad (9)$$

3.3.2.3 Balanceamento da Linha

A linha Multi 1 é essencialmente constituída por uma série de postos manuais, embora possam incluir algumas máquinas-ferramentas simples e equipamento automatizado de transporte entre postos. Em cada posto trabalha apenas um operador. Neste tipo de linhas, geralmente, há necessidade de fazer ajustamentos nas ferramentas ou na disposição dos postos de trabalho quando se passa de uma referência para outra. Os tempos de preparação dependem da sequência das referências. É natural também que o rendimento dos operários seja inferior no início de cada lote. Por outro lado, como a produção das diferentes referências é intermitente, haverá necessidade de constituir *stocks*.

O balanceamento dos postos da linha é feita, estabelecendo um compromisso entre as várias referências. Mas deve ter-se em atenção a quantidade a produzir de cada referência, isto é, a linha deve ficar mais equilibrada para os modelos dominantes.

O balanceamento da linha consiste na identificação das tarefas produtivas e improdutivas. Estas últimas, referentes a preparação, manipulação e transporte de ferramentas e materiais, deverão ser reduzidas ao mínimo. Através deste estudo resultará a definição de todas as operações elementares e respectivos tempos de execução bem como os modos de execução, as ferramentas e as precedências que restringem a sequência no processamento das operações.

O objetivo principal do balanceamento da linha é que a soma dos tempos das tarefas alocadas a um determinado posto, isto é, a um operador, não ultrapasse o tempo ideal que é designado por *Takt Time*.

Takt time é definido quando a empresa estipula com o cliente a taxa de produção de uma determinada referência.

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Tempo Disponível}}{\text{Procura do Cliente}} \quad (10)$$

Na FicoCables, o *takt time* é determinado pela seguinte fórmula:

$$\text{Takt Time} = \frac{1 \text{ Hora de Trabalho}}{PHH * N^{\circ} \text{ Trabalhadores na Linha}} \quad (11)$$

Por exemplo, para as referências 121912848 e 121912849 o *takt time* definido é 16,7 segundos. Ou seja, a soma das tarefas alocadas a um posto de trabalho não pode

ultrapassar os 16,7 segundos. Por cada 16,7 segundos está a ser produzido uma unidade das referências 848 ou 849. Assim, a linha consegue produzir a um ritmo capaz de satisfazer a procura do cliente.

$$Takt\ Time = \frac{3600}{36 \times 6} = 16,7\ s \quad (12)$$

No processo de balanceamento, é conveniente fazer o estudo ergonómico desses postos, aplicando os princípios da economia de movimentos, escolhendo as ferramentas apropriadas e os processos adequados de movimentação dos materiais. Os métodos de execução das operações poderão ser revistos, periodicamente, determinando novos tempos. Especialmente, quando as alterações na linha são significativas. Podendo sendo necessário realizar um novo balanceamento da linha.

3.3.2.3.1 Yamazumi

Yamazumi foi uma das ferramentas utilizadas no balanceamento da linha. Para cada referência procedeu-se á observação e registo das tarefas alocadas a cada posto de trabalho. Depois procedeu-se á cronometragem das operações em cada posto de trabalho. No processo de cronometragem foi realizado 10 medições para cada operação. A partir desta amostra é retirado a média, tempo mínimo e tempo máximo.

Tabela 20- Exemplo de registo de tempos de uma operação

OPERATIONS		Operator	Time (sec)			Machine	Movements
#	Description		MIN	AVG	MAX		mts
100	Esmirilar/Esclarear espiral; Montar e punçonar term. Espiral	A	5,04	5,57	6,58	ASSY	
	Apanha Mão Direita e esmerila espiral (2 lados)						
	Apanha T. espiral com mão esq. depois com mão direita						
	Coloca espiral no Gabarit.						
	Prensa Terminais de Espiral e extrai						

Em determinados postos de trabalho, os operadores além de realizar as operações produtivas também executam outras funções como transporte de materiais, etiquetagem e embalagem das caixas, entre outras funções. Os tempos dos movimentos e funções secundárias também são registadas. O tempo despendido nos movimentos foi calculado baseado no trabalho de Barnes. O andamento de operadores que percorrem um espaço de 15 metros em linha reta, num solo plano e em bom estado, segundo Barnes, corresponde a um tempo de 0,187 minutos para a marcha a pé [138]. Ou seja, por cada metro percorrido pelo operador é gasto 0,748 segundos.

Tabela 21- Exemplo de registo de tempos de movimentos e funções secundárias

101	Montar cabo, aparar cabo; termografar	B	3,31	3,87	4,1	ASSY	
	Enfia cabo no subconjunto T. Espiral						
	Coloca espiral no Gabarit e corta cabo						
	Desloca-se ao tapete Posto 1,						2,6
	retira subconjunto do tapete			1,00	sec		1,94
	Retira sub-conjunto e coloca na caixa.						
	Desloca-se ao posto 2a						2,5
					sec		1,87
	Retira molho de cabo do posto 2a			2,00			
	Regressa ao posto 2						0,50
					sec		0,37
		T	7,29				

Após a finalização dos registos dos tempos de todas as tarefas acopladas aos diferentes postos de trabalho é contruído o gráfico *Yamazumi*. A partir do qual, é possível verificar se os postos de trabalho estão a cumprir com o valor *takt time* estipulado para a referência que está a ser analisada.

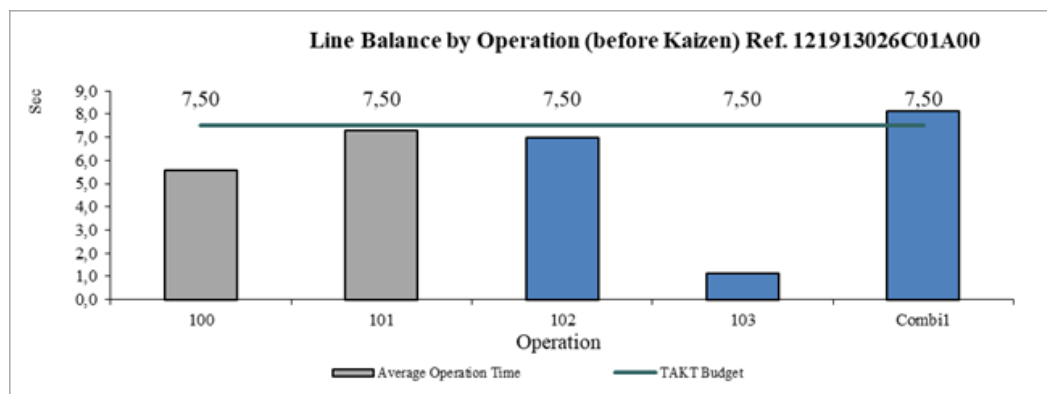


Gráfico 6- Yamazumi da referência 026

3.3.2.3.2 Diagrama de Spaghetti

Diagrama de *Spaghetti* foi utilizado no estudo dos movimentos quer dos operadores quer dos materiais. O registo destes dados juntamente com o *layout* da linha permite compreender o nível de eficiência da disposição dos diferentes postos de trabalho pelo respetivo *layout* e detetar fontes de desperdício que podem ser reduzidas ou até mesmo eliminadas. As fontes de desperdício que o Diagrama de *Spaghetti* permite trabalhar são, essencialmente, ao nível dos movimentos, transportes e sequenciação dos postos de trabalho.

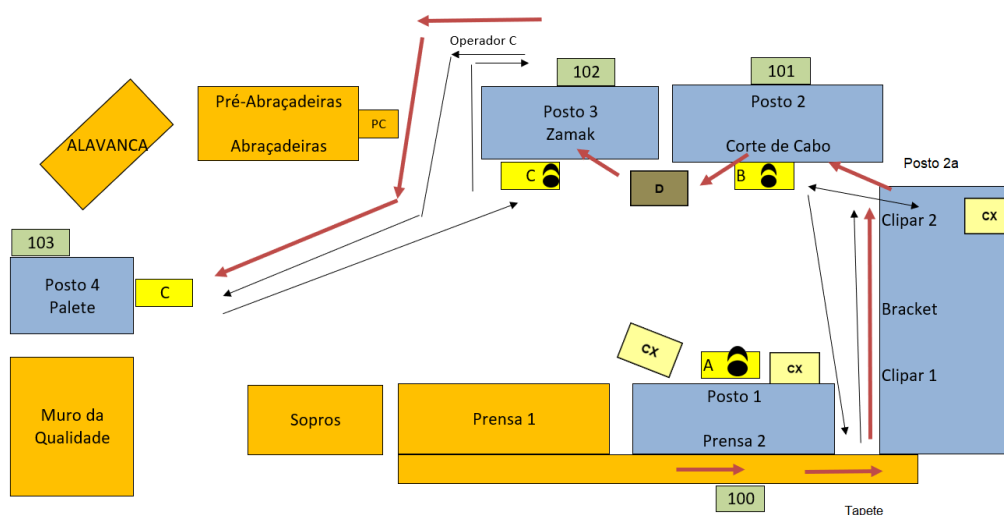


Figura 23- Exemplo de Diagrama de Spaghetti da referência 974

3.3.3 Fase Analyze

Nesta fase do ciclo DMAIC, analisou-se o histórico OEE da linha Multi 1 e os respetivos indicadores com o objetivo de determinar qual o indicador que está a piorar a eficiência geral. Em seguida, com a ajuda do Diagrama de Pareto, determinou-se quais as referências têm maior representatividade na produtividade da linha. Por fim, prosseguiu-se uma análise dos processos das referências mais importantes com a ajuda do Diagrama *Spaghetti* e *Yamazumi*. De forma a identificar as principais falhas, desperdícios e pontos de melhoria no funcionamento da linha Multi 1.

3.3.3.1 Análise da OEE da Linha Multi 1

Foi realizado um levantamento dos dados históricos, desde janeiro de 2021 até fevereiro de 2022, da OEE de forma a desenhar uma perceção do desempenho geral da linha de produção. Aquando do levantamento dos dados, realçou-se de forma significativa que a componente velocidade da OEE é o que apresenta maior oscilação de valores ao longo

do tempo. Apesar da componente qualidade e disponibilidade também apresentarem oscilações esporádicas acentuadas. Logo, o projeto incidirá sobre a melhoria da componente velocidade da OEE.

Em seguida, é apresentado e analisado os dados obtidos dos indicadores velocidade, qualidade e disponibilidade, como também o histórico da OEE da linha Multi 1.

3.3.3.1.1 Velocidade

Através da análise dos dados históricos da velocidade é possível constatar que os valores variam entre 74,94% (do mês de junho) e 95,01% (do mês de setembro). A velocidade da linha em média é 80,76% (excluindo o valor do mês de setembro por ser um *outlier*). Encontrando-se abaixo do valor que é considerado referência mundial que é 95%. Portanto, existe uma margem significativa neste indicador para melhoria.

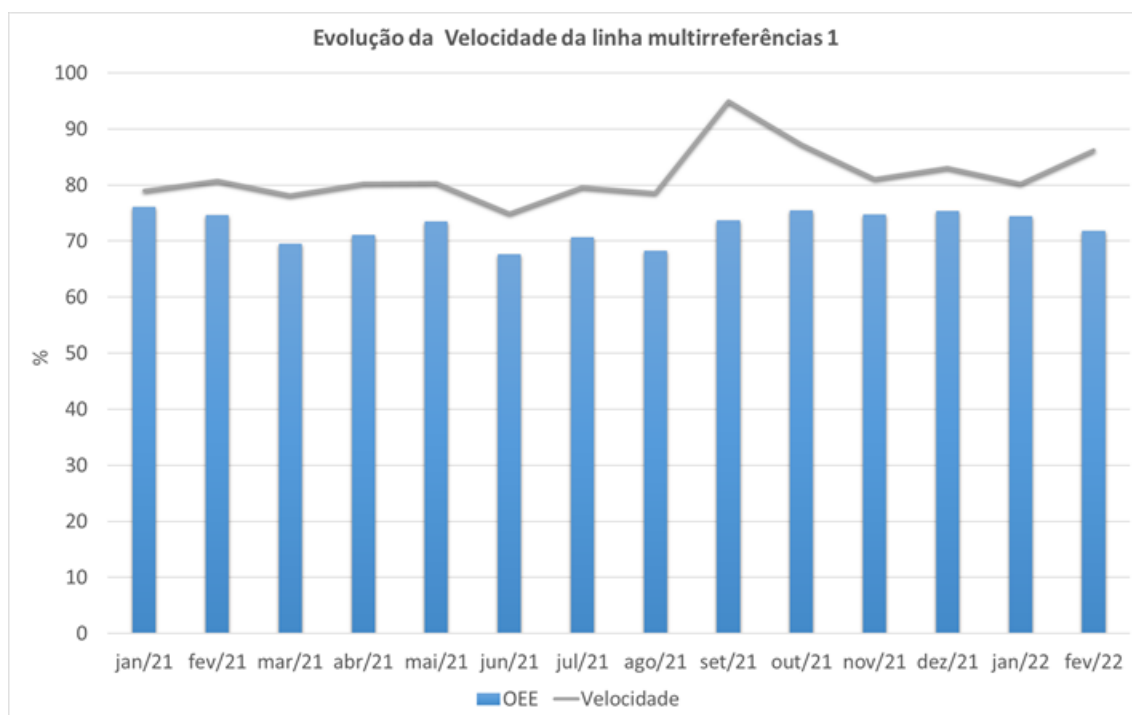


Gráfico 7- Evolução da Velocidade da Linha Multi 1

3.3.3.1.2 Qualidade

Através da análise dos dados históricos da qualidade é possível constatar que os valores variam entre 86,28% (do mês de setembro) e 98,88% (do mês de julho). A qualidade da linha em média é 98,10% (excluindo o valor do mês de setembro por ser um *outlier*). Encontrando-se próximo do valor que é considerado referência mundial que é 99%.

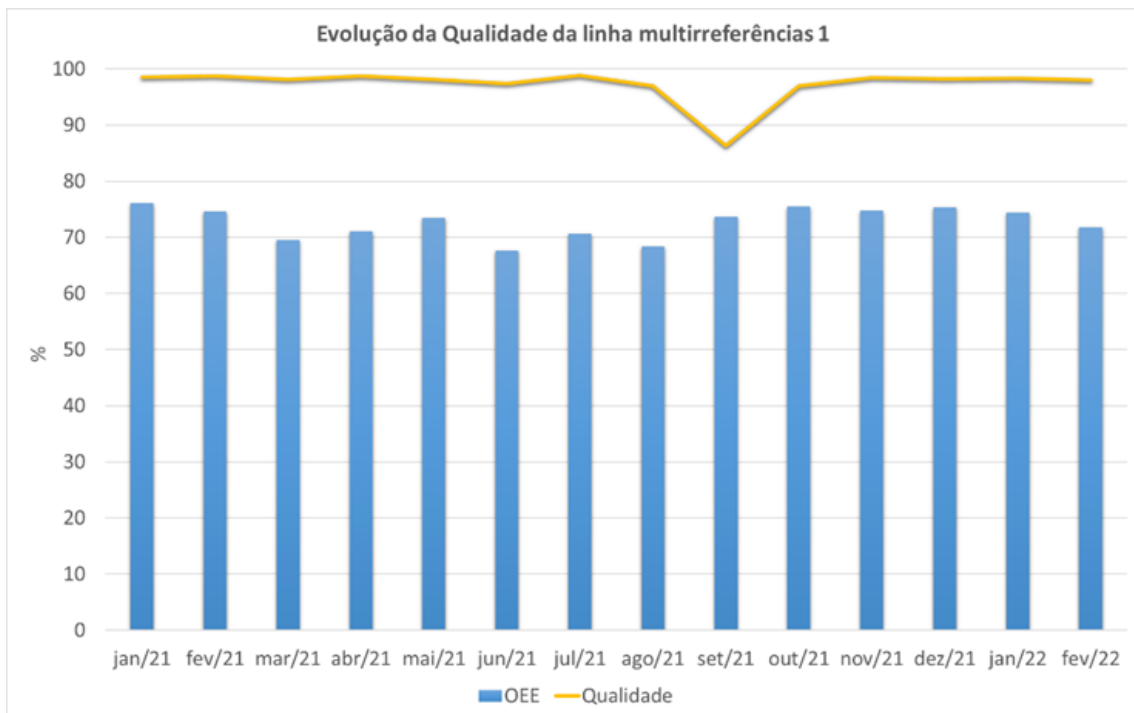


Gráfico 8- Evolução da Qualidade da Linha Multi 1

3.3.3.1.3 Disponibilidade

Através da análise dos dados históricos da disponibilidade é possível constatar que os valores variam entre 85,05% (do mês de fevereiro 2022) e 97,75% (do mês de janeiro 2021). A disponibilidade da linha em média é 91,51%. Comparando com o valor que é considerado referência mundial (90%), conclui-se que não existe margem de melhoria para este indicador.

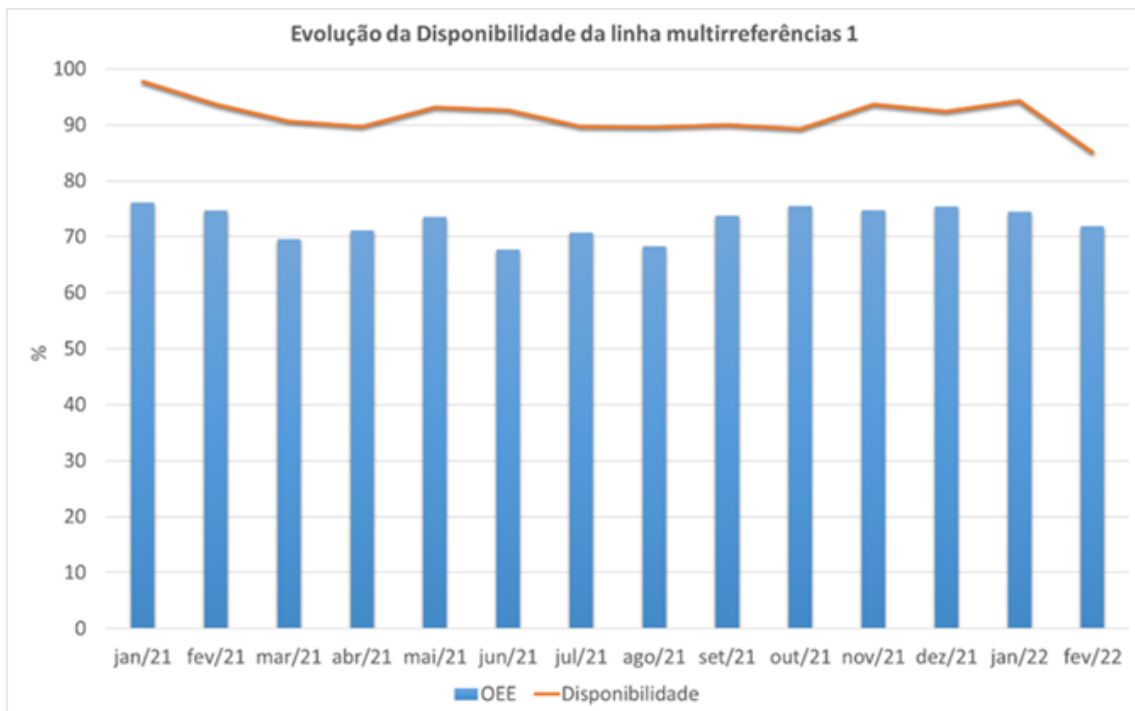


Gráfico 9- Evolução da Disponibilidade da Linha Multi 1

3.3.3.1.4 Dados Históricos OEE

Com base nos dados históricos da OEE, apresentado no Gráfico 10, verifica-se que os valores variam entre 67,63% (do mês de junho) e 76,07% (do mês de janeiro 2021). OEE da linha em média é 72,64%. Comparando com o valor que é considerado referência mundial (85%), realça-se uma grande margem para melhoria.

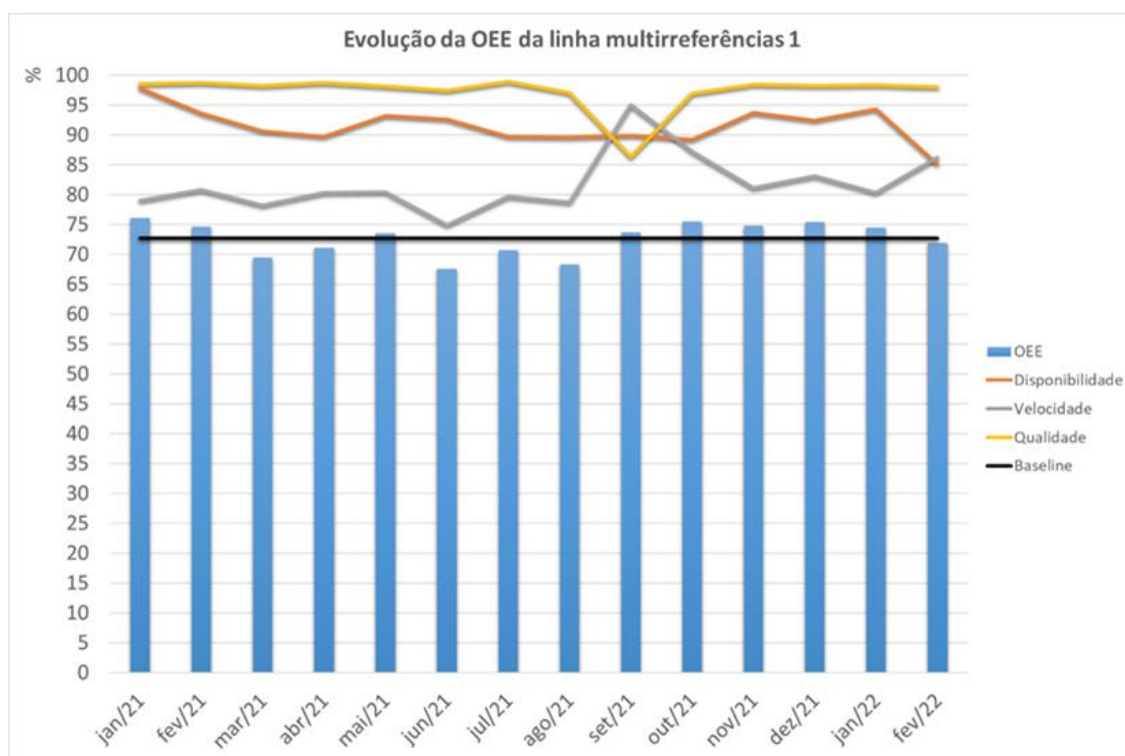


Gráfico 10- Evolução da OEE da Linha Multi 1

A Tabela 22 apresenta um sumário dos resultados no intervalo de tempo compreendido entre o mês de janeiro de 2021 e o mês de fevereiro de 2022.

Tabela 22- Sumário dos resultados históricos da linha

	Disponibilidade	Velocidade	Qualidade	OEE
Média (%)	91,51%	81,77%	92,25%	72,64%
Máximo (%)	97,75%	95,01%	98,88%	76,07%
Mínimo (%)	85,09%	74,94%	86,28%	67,63%

Os valores relativos à Qualidade e Disponibilidade, conforme o Gráfico 10, apresentam estabilidade ao longo dos meses analisados. De realçar que a Qualidade apresenta uma diminuição da sua percentagem de forma acentuada no mês de setembro. Porém, mantém-se constante nos restantes meses.

Os valores relativos á Velocidade são os que apresentam maior instabilidade. Apresentam o maior intervalo de variação, cujo máximo e mínimo é, respetivamente, 95,01% e 74,94%. Ou seja, uma variação de cerca 20%. E também é o indicador que apresenta a menor média (81,77%).

A partir dos dados apresentados é possível concluir que o maior contribuidor para a diminuição dos valores OEE na linha multirreferências 1 é o indicador velocidade.

3.3.3.2 Diagrama de Pareto

A existência de um elevado número de referências na linha Multi 1 impossibilitou o estudo e a aplicação de melhorias em todas até á data limite do projeto. Logo, o foco foi as referências de maior volume de modo que as melhorias tenham um maior impacto no rendimento geral da linha. Para tal, foi realizado um Diagrama de Pareto relativamente ás referências produzidas na linha Multi 1, com base nos dados de previsão de procura para o ano 2022.

Tabela 23- Análise ABC da linha

Referência	Abreviatura Referência	Previsão Procura Anual (2022)	Percentagem da Procura Total	Percentagem da Procura Total (por referências gêmeas)	Percentagem Cumulativa	Classificação (ABC)
121 912 974 C03A00	974	498494	50,90%	65,04%	65%	A
121 913 026 C01A00	026	138405	14,13%			
121 912 848 C01C04	848	39749	4,06%	8,12%	73%	A
121 912 849 C01C04	849	39749	4,06%			
121 912 885 C01A02	885	79498	8,12%	8,12%	81%	A
121 913 344 C01B01	344	32246	3,29%	6,59%	88%	B
121 913 345 C01A00	345	32246	3,29%			

Referência	Abreviatura Referência	Previsão Procura Anual (2022)	Percentagem da Procura Total	Percentagem da Procura Total (por referências gêmeas)	Percentagem Cumulativa	Classificação (ABC)
121 913 200 C01A01	200	59548	6,08%	6,08%	94%	B
121 913 182 C01A01	182	16339	1,67%	3,34%	97%	C
121 913 052 C01B02	052	16339	1,67%			
121 913 175 C01F05	175	26657	2,72%	2,72%	100%	C

O Gráfico 11 demonstra os dados apresentados na Tabela 23 de forma a facilitar a percepção dos volumes de produção das diferentes referências.

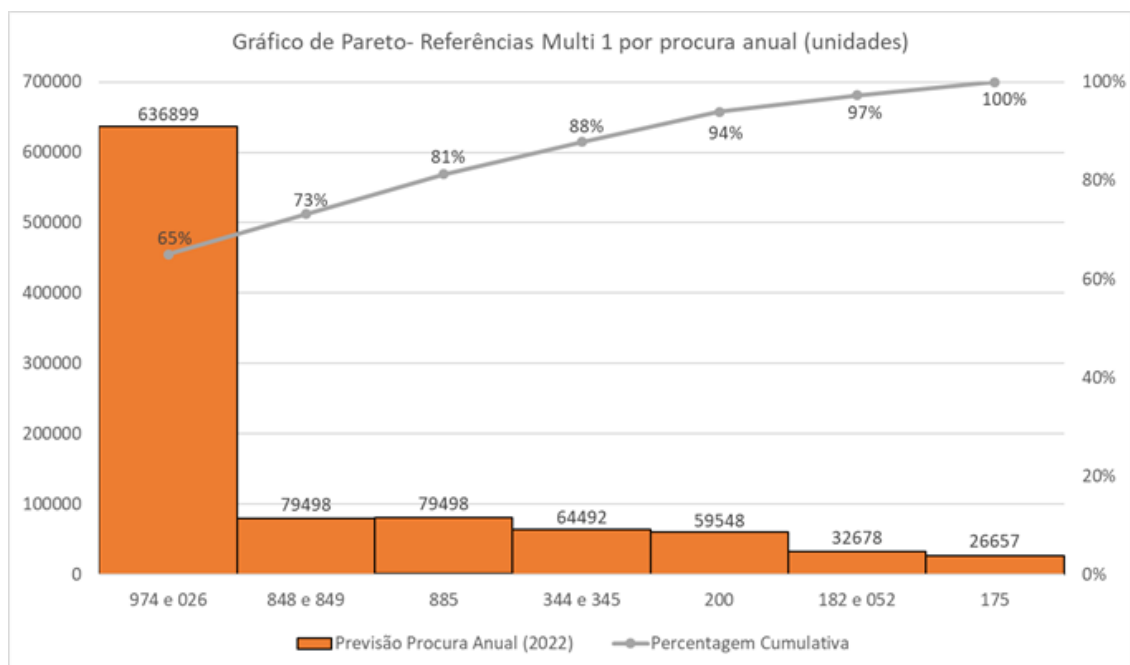


Gráfico 11- Diagrama de Pareto das Referências da Linha Multi 1

Com base nos dados apresentados na Tabela 23, a referência 974 e a sua referência simétrica 026 são as que apresentam maior previsão de volume de vendas, sendo que juntas correspondem a 65% do output da linha. Em seguida, a referência 848 e a sua

referência simétrica 849 correspondem a 8% do output da linha. Estas quatro referências, no total, correspondem a 73% do output da linha. O foco do projeto passou por desenvolver melhorias para estas quatro referências.

3.3.3.3 Análise das Referências

Durante o período de análise da linha Multi 1 procedeu-se á construção dos Diagramas de *Spaghetti* e *Yamazumis* para as 11 referências. Com a ajuda do Diagrama de Pareto foi possível determinar quais as referências mais importantes da linha Multi 1. Devido á limitação temporal do projeto, as melhorias concentraram-se nas 4 referências mais importantes. Nos anexos 4 e 5 encontram-se os Diagramas *Spaghetti* e *Yamazumis* de todas as referências da linha Multi 1.

3.3.3.3.1 Referências 121912974 e 121913026

Diagrama de Spaghetti

O Diagrama de *Spaghetti* permite constatar que para a produção das referências 974 e 026 são utilizados três postos de trabalho da linha em que cada um está associado 1 operadora. Os postos de trabalho utilizados são: Prensa 2 (Operação 100), Corte de Cabo (Operação 101) e Máquina Zamak (Operação 102).

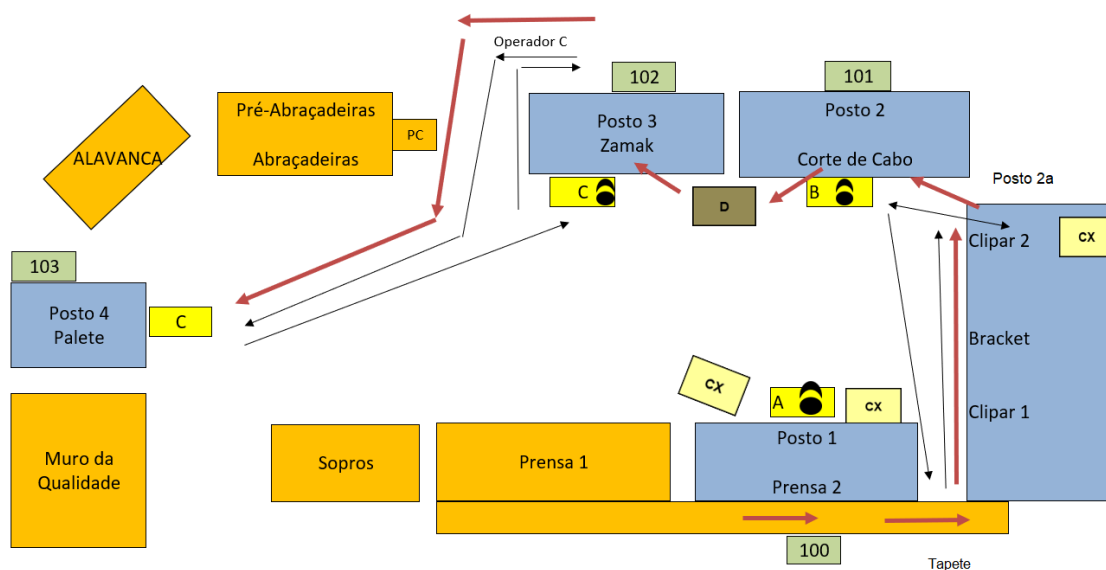


Figura 24- Diagrama Spaghetti da referência 974

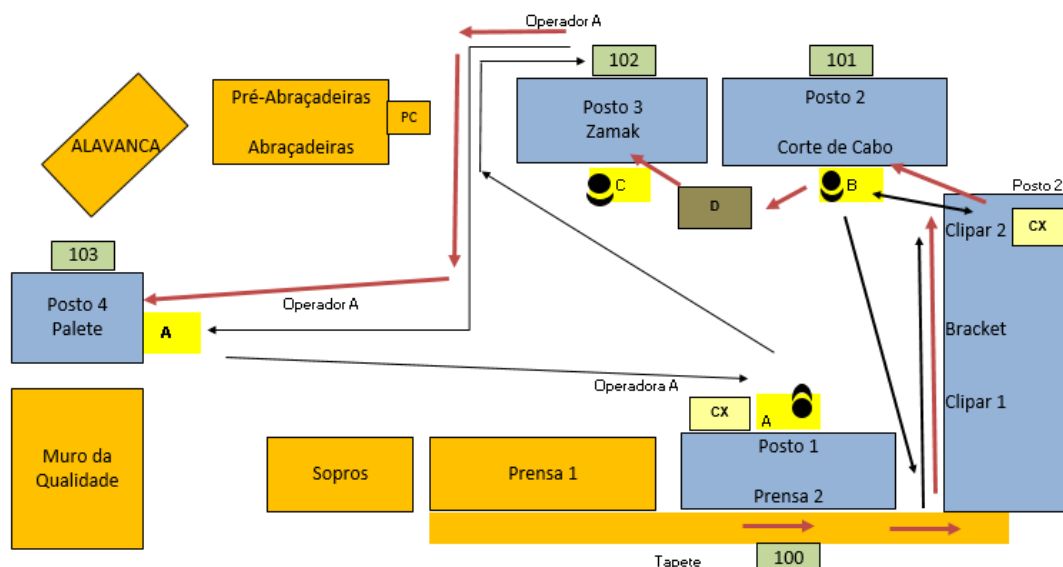


Figura 25- Diagrama Spaghetti da referência 026

As tarefas associadas a cada posto de trabalho são iguais para as duas referências. Ou seja, as fichas de posto são iguais. No entanto, comparando os dois Diagramas *Spaghetti* nota-se que nem sempre as operadoras do mesmo posto de trabalho executam as mesmas funções. A ficha de posto da máquina Zamak (Operação 102) ordena que seja a operadora deste posto a realizar a função de embalagem e etiquetagem. Mas, por vezes, como se verifica no Diagrama *Spaghetti* da referência 026, é a operadora da Prensa 2 (Operação 100) que realiza a função de embalagem e etiquetagem. Questionando a operadora da Prensa 2 (Operação 100) o porquê de realizar uma função do qual não está associada ao seu posto de trabalho, justificou afirmando que o tempo de ciclo do seu posto é inferior ao do posto da máquina Zamak (Operação 102). Por essa razão, tem uma maior margem de tempo para realizar tarefas secundárias como o embalagem e etiquetagem. Através do gráfico *Yamazumi* (que vai ser apresentado no capítulo seguinte) é provado que a afirmação da operadora é verdadeira.

Durante o turno da tarde foi possível observar que existe uma acumulação excessiva de peças entre o Posto da Prensa 2 (Operação 100) e o Posto Corte de Cabo (Operação 101). Por coincidência, no turno da tarde a operadora do Posto da Prensa 2 (Operação 100) não tende a desempenhar a função de embalagem e etiquetagem. A operadora deste posto no turno da manhã é que desempenha essas funções de forma voluntária, uma vez que observa que a operadora do Posto da Máquina Zamak (Operação 102) possui um tempo de ciclo superior e que tem maiores dificuldades em ter margem de tempo para desempenhar funções secundárias.

Yamazumi

Com os registos dos tempos de operações, tarefas e movimentos dos operadores contruiu-se o gráfico *Yamazumi*. O *Takt Time* das referências 974 e 026 é 7,50 segundos.

$$Takt\ Time = \frac{3600}{160 \cdot 3} = 7,5\ s \quad (13)$$

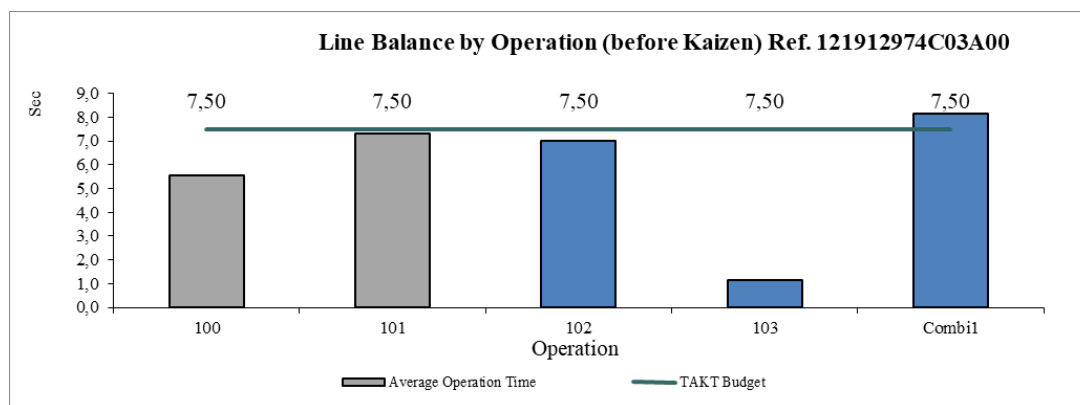


Gráfico 12- Yamazumi da Referência 974

Observando o gráfico do *Yamazumi* da referência 974 verifica-se que a operadora do posto Máquina Zamak (Operação 102) ultrapassa o *Takt Time* em 0,6 segundos. O posto Prensa 2 (Operação 100) cumpre o limite do *Takt Time* com um valor de 5,6 segundos. O posto Corte de Cabo (Operação 101) também cumpre o limite do *Takt Time* com um valor de 7,3 segundos.

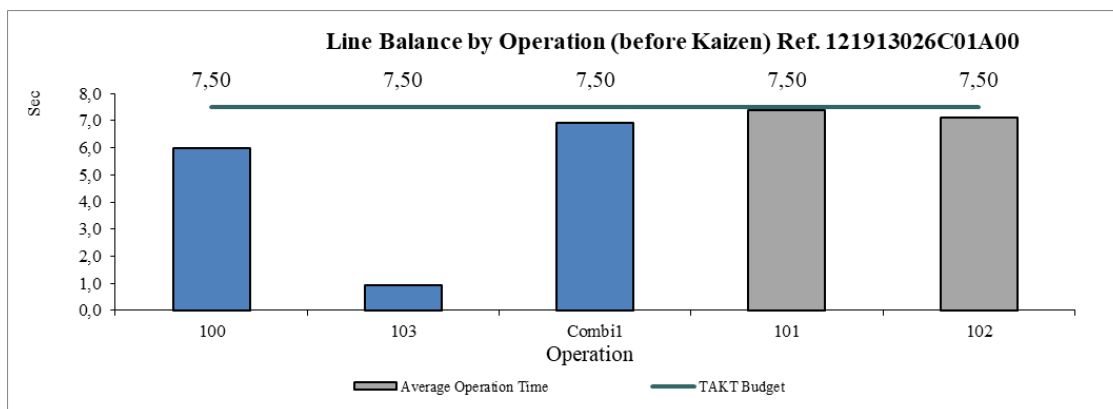


Gráfico 13- Yamazumi da Referência 026

Observando o gráfico do *Yamazumi* da referência 026 verifica-se que todas as operadoras cumprem com o limite do *Takt Time*. A operadora do posto Prensa 2, que neste caso executa não só as funções do posto como também a função de embalagem e etiquetagem, possui um tempo de ciclo total de 6,9 segundos. O posto Corte de Cabo (Operação 101) cumpre com um valor de 7,4 segundos. O posto Máquina Zamak cumpre com um valor de 7,1 segundos.

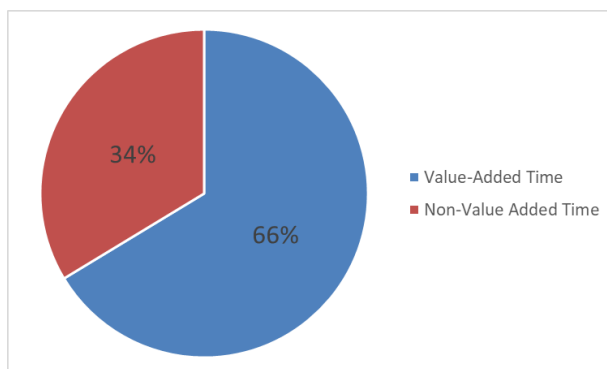


Gráfico 14- Tempo Útil Utilizado na Referência 974

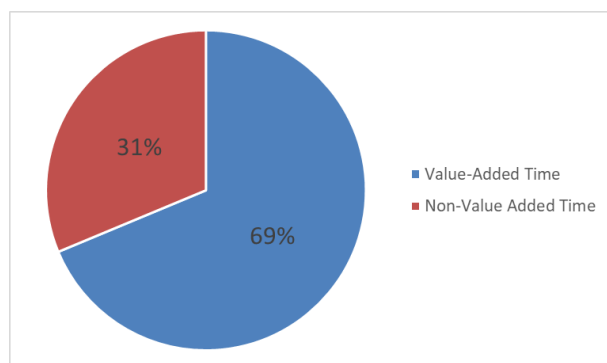


Gráfico 15- Tempo Útil Utilizado na Referência 026

Analisando com maior detalhe os dados, é possível distinguir o tempo que é utilizado para acrescentar valor, isto é, as operações produtivas e o tempo que é utilizado para atividades que não acrescentam valor como movimentos, transportes, embalagem e etiquetagem, entre outros. O Gráfico 14 e o Gráfico 15 mostram que mais de 30% do tempo é utilizado para atividades que não acrescentam valor. O embalagem e etiquetagem é uma atividade que não acrescenta valor mas é imprescindível para a execução da produção. Porém existe atividades neste campo que podem ser reduzidas ou até mesmo eliminadas.

3.3.3.3.2 Referências 121912848 e 121912849

Diagrama de Spaghetti

O Diagrama de *Spaghetti* permite constatar que para a produção das referências 848 e 849 são utilizados oito postos de trabalho e 6 operadores. Alguns dos operadores executam funções em mais do que 1 posto. Os postos de trabalho utilizados são: Sopros (Operação 100), Prensa 1 (Operação 101), Prensa 2 (Operação 102), Clipar 1 (Operação 103), Clipar 2 (Operação 104), Corte de Cabo (Operação 105), Máquina Zamak (Operação 106) e Abraçadeiras (Operação 107).

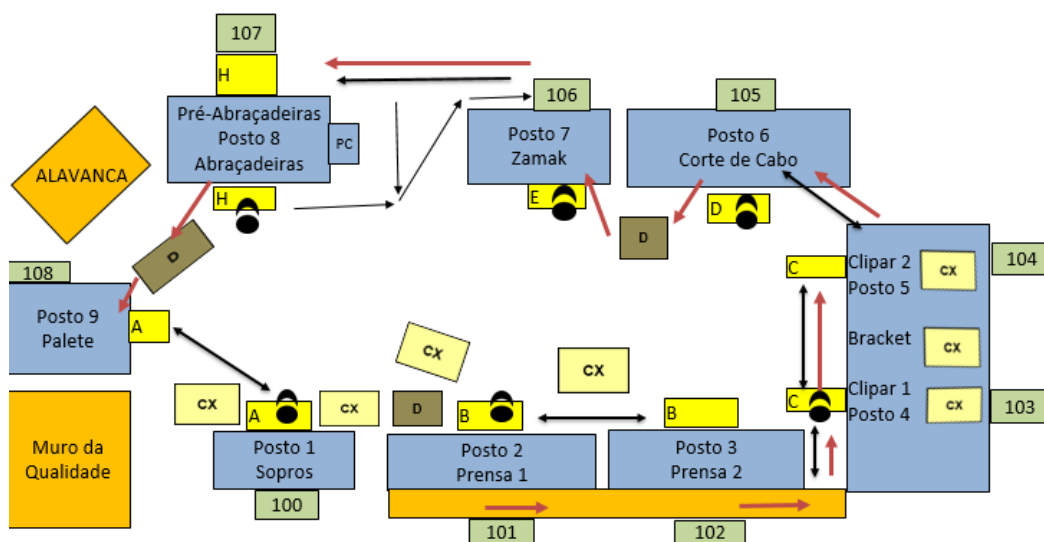


Figura 26- Diagrama de Spaghetti da referência 848

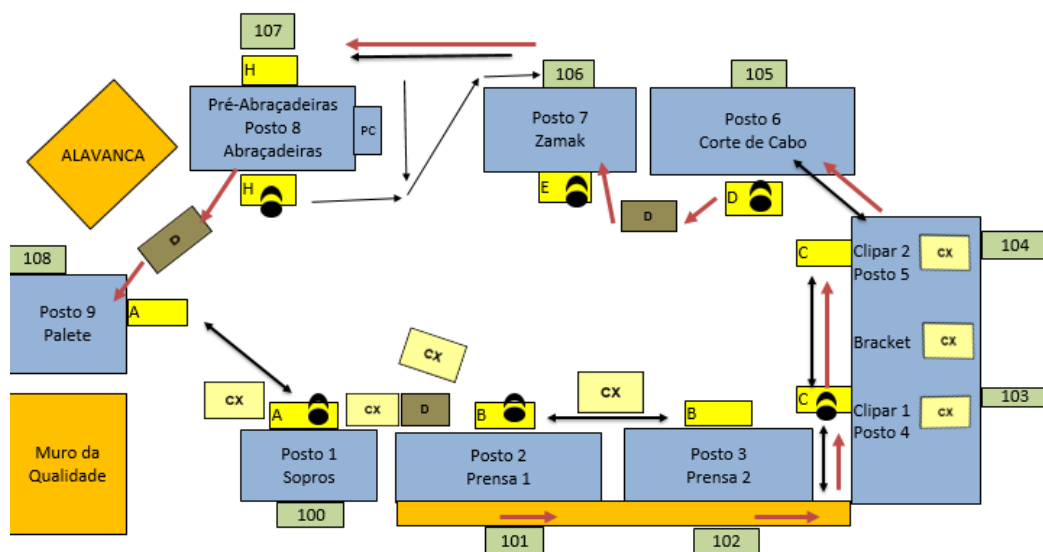


Figura 27- Diagrama de Spaghetti da referência 849

As tarefas associadas a cada posto de trabalho são iguais para as duas referências. Ou seja, as fichas de posto são iguais. A produção é iniciada no posto Sopros (Operação 100) e finaliza no posto Abraçadeiras (Operação 107).

Yamazumi

Com os registos dos tempos de operações, tarefas e movimentos dos operadores contruiu-se o gráfico *Yamazumi*. O *Takt Time* das referências 848 e 849 é 16,7 segundos.

$$Takt\ Time = \frac{3600}{36 \times 6} = 16,7\ s \quad (14)$$

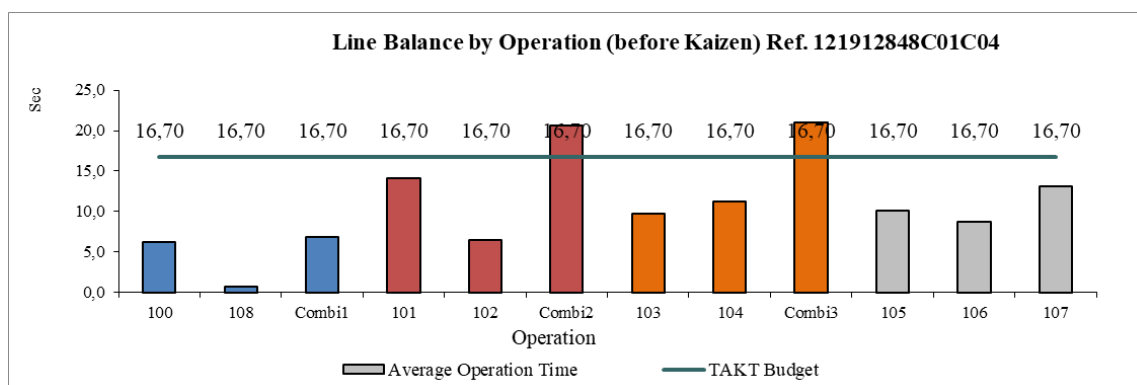


Gráfico 16- Yamazumi da Referência 848

Observando o gráfico do *Yamazumi* da referência 848 verifica-se que a operadora responsável pelos postos Prensa 1 (Operação 101) e Prensa 2 (Operação 102) ultrapassa o valor do *Takt Time*. A operadora responsável pelos postos Clipar 1 (Operação 103) e Clipar 2 (Operação 104) também ultrapassa o valor do *Takt Time*. As operadoras responsáveis pelos restantes postos conseguem cumprir com o valor do *Takt Time*.

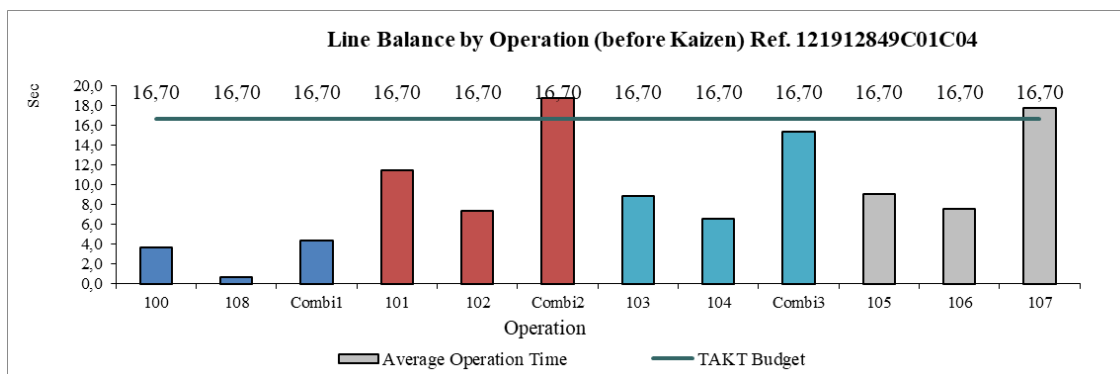


Gráfico 17- Yamazumi da Referência 849

Observando o gráfico do *Yamazumi* da referência 849 verifica-se que a operadora responsável pelos postos Prensa 1 (Operação 101) e Prensa 2 (Operação 102) volta a ultrapassar o valor do *Takt Time* tal como na referência 848. Porém a operadora responsável pelos postos Clipar 1 (Operação 103) e Clipar 2 (Operação 104) já consegue cumprir com o valor limite do *Takt Time*. A operadora responsável pelo posto Abraçadeiras (Operação 107) não consegue cumprir com o valor *Takt Time*. O que não se verifica na referência 848.

Apesar das referências 848 e 849 serem gêmeas, isto é, terem as mesmas operações, serem produzidas com o mesmo número de operadores e terem os mesmos procedimentos, possuem diferenças significativas nos tempos registados nalguns postos. Como se pode verificar pelos respetivos gráficos *Yamazumi*. E que pode ser justificado pelas constantes variações de equipa. A inexistência de uma equipa fixa na linha Multi 1 promove as constantes entradas e saídas de operadores da linha todos os dias. Logo, o registo de tempos das duas referências foi efetuado com operadores diferentes. O que motiva a uma variação significativa de registo de tempos para o mesmo posto com referências gêmeas.

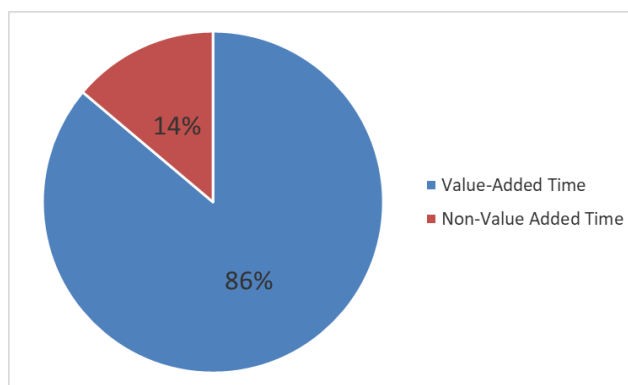


Gráfico 18- Tempo Útil Utilizado na Referência 848

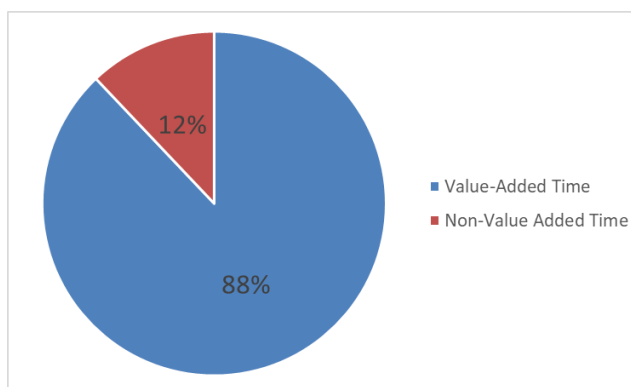


Gráfico 19- Tempo Útil Utilizado na Referência 849

O Gráfico 18 e o Gráfico 19 demonstram o peso das atividades que acrescentam valor e que não acrescentam valor. O tempo utilizado para atividades que não acrescentam valor encontra-se no intervalo entre 10% e 15%. Evidenciando menor margem de manobra para trabalhar sobre as atividades que não acrescentam valor.

3.3.3.4 *Análise Geral da Linha*

No decorrer do período de observação do funcionamento da linha Multi 1, deparou-se com alguns detalhes sobre a política de gestão da produção e comportamentos relacionados com a cultura organizacional que prejudicam a eficiência e rentabilidade geral das linhas. De forma a ser possível atingir a excelência operacional, a empresa não se deve focar apenas nos resultados ou ferramentas. Mas também na cultura, princípios e sistemas para que todos os elementos da organização rumem no mesmo sentido. É através da cultura que a empresa é capaz de construir processos estáveis a longo prazo e que sejam capazes de satisfazer os requisitos do mercado.

Em seguida, são enumerados os pontos negativos detetados sobre a política de gestão da produção e cultura comportamental da empresa:

- Variabilidade da Equipa: De forma frequente ocorre mudanças de equipa na linha Multi1. Provocando falta de entrosamento entre os operadores e compromisso de equipa. Prejudicando a produtividade da linha.
- Planos de Produção: É frequente, a linha Multi 1 não trabalhar o turno completo. Por exemplo, a linha trabalha durante 3 horas e, em seguida, a equipa é mobilizada para outras linhas. Ao fim de 3 horas regressam à linha para produzir outra referência. Estas constantes trocas de funções não promove a estabilidade necessária para os operadores adquirirem ritmo capaz de satisfazer os objetivos de produção. Prejudicando a produtividade da linha e aumenta a exigência física dos operadores.
- Paragens de Produção: Um dos motivos pelo qual a linha, por vezes, interrompe a produção é por falta de componentes. Demonstrando pouca coordenação e falhas de comunicação entre o departamento de logística e departamento de produção.
- Paragens de Produção: Outro motivo das paragens de produção são a retirada e entrada constante de operadores da linha a meio do turno. Motivado pelo arranque de outras linhas que iniciam a produção mais tarde e que provoca mudanças nos elementos da equipa das linhas que começaram a produção mais cedo.
- Falta de Liderança: Chefe de linha do turno da tarde possui dificuldades em motivar os elementos da equipa no cumprimento dos objetivos.

- Falta de Liderança: Cap do turno da tarde não monitoriza a produtividade da linha Multi 1. Mostrando pouca motivação em averiguar quais as causas da baixa produtividade e na apresentação de soluções.
- Falta de Liderança: UAP Manager, isto é, o diretor de produção não monitoriza a produtividade das linhas com o nível de atenção requerido. É responsável pela gestão de um elevado número de linhas, o que provoca dispersão da sua atenção e demonstra dificuldades em acompanhar todos os problemas existentes no UAP.
- Organização Estrutural do UAP: O UAP3 é composto por uma Gap (supervisora geral) e três Cap's (*team leaders*). O rácio de número de operadores e linhas de produção que uma Cap é responsável é elevado. Em média, cada turno neste UAP possui 75 trabalhadores. Ou seja, cada Cap é responsável (em valores médios) por 25 trabalhadores. Idealmente, na indústria uma *team leader* deve ser responsável no máximo por uma equipa de 15 operadores. Isto, provoca dificuldades de gestão e monitorização mais rigorosa das linhas. Diminuindo a disponibilidade das *team leaders* no auxílio de resolução de problemas das linhas.
- Inexperiência dos Operadores: A elevada variabilidade da equipa promove a entrada constante de operadores sem experiência na linha. Chefe de Equipa de forma frequente tem que dar formação e auxílio a estes operadores no início da produção. Além de que estes operadores têm dificuldades em adquirir o ritmo desejado de produção. Prejudicando a produtividade da linha.

3.3.3.5 Custos Teóricos VS Custos Reais

O cálculo dos custos tem como objetivo clarificar o rendimento financeiro da linha de produção. A comparação entre os custos idealizados no projeto e os custos reais é um método de perceção do quanto a baixa produtividade pode afetar a rentabilidade da linha.

Com base nos dados fornecidos pela empresa foi construído a Tabela 24 que mostra a previsão da procura anual para as diferentes referências da linha Multi 1.

Tabela 24- Previsão da Procura Anual (2022) das referências da linha multi 1

Referência	Previsão Procura Anual (2022)
121 912 974 C03A00	498494
121 913 026 C01A00	138405
121 912 848 C01C04	39749
121 912 849 C01C04	39749
121 912 885 C01A02	79498
121 913 344 C01B01	32246
121 913 345 C01A00	32246
121 913 200 C01A01	59548
121 913 182 C01A01	16339
121 913 052 C01B02	16339
121 913 175 C01F05	26657

Os projetos de cada referência possuem diversos parâmetros definidos, entre os quais o PHh e OEE. Na Tabela 25, é possível verificar a definição do PHh e OEE para as diferentes referências.

Tabela 25- Descrição do PHh estipulado para cada referência

Referências	PHh	OEE
121 912 974 C03A00	160	100%
121 913 026 C01A00	160	100%
121 912 848 C01C04	36	100%
121 912 849 C01C04	36	100%

Referências	PHh	OEE
121 912 885 C01A02	63	100%
121 913 344 C01B01	46	100%
121 913 345 C01A00	46	100%
121 913 200 C01A01	54	100%
121 913 182 C01A01	60	100%
121 913 052 C01B02	60	100%
121 913 175 C01F05	46	100%

Para determinar os custos teóricos, primeiro, procede-se ao cálculo do número de horas totais necessárias para a produção das quantidades previstas. Dividindo a previsão de venda pelo resultado da multiplicação entre PHh e número de pessoas, ou seja, o Ph (produção por hora).

$$\frac{\text{Previsão Venda}}{\text{PHH} * \text{N}^{\circ} \text{ Pessoas}} = \text{N}^{\circ} \text{ Horas de Produção na Linha} \quad (15)$$

Em seguida, é determinado o número de horas por homem, isto é, a multiplicação do número de horas de produção na linha pelo número de operadores que estão estipulados estarem alocados á linha para a produção.

$$\text{N}^{\circ} \text{ Pessoas} * \text{N}^{\circ} \text{ Horas de Produção na Linha} = \text{N}^{\circ} \text{ Horas por Homen} \quad (16)$$

Por último, é calculado o custo Mão de Obra multiplicando o Número Horas por Homem e o custo de um operador por hora. Empresa estipulou, para efeitos de cálculo, que um operador tem um custo de 10,45€/hora.

$$\text{N}^{\circ} \text{ Horas por Homem} * (10,45\text{€}) = \text{Custo Mão de Obra} \quad (17)$$

Para o ano 2022, a linha Multi 1 tem um custo teórico de 158 517,59€. Os cálculos numéricos podem ser consultados no respetivo anexo 6.

O cálculo do custo real prossegue a mesma lógica do custo teórico. No entanto, os valores OEE utilizados são reais. A OEE para cada uma das referências foi calculada com base na média dos últimos 4 meses (Novembro, Dezembro, Janeiro, Fevereiro). Através do valor OEE real determina-se o PHh (OEE) [eq. (18)], ou seja, a produção por hora por homem real.

$$PHh * OEE = PHh (OEE) \quad (18)$$

Tabela 26- PHh real das referências na fase inicial

Referência	PHh	OEE	PHh (OEE)
121 912 848 C01C04	36	72%	26
121 912 849 C01C04	36	72%	26
121 913 200 C01A12	54	82%	44
121 913 344 C01B01	46	54%	25
121 913 345 C01A00	46	54%	25
121 913 175 C01F05	46	56%	26
121 912 885 C01A02	63	72%	45
121 913 182 C01A01	60	54%	32
121 913 052 C01B02	60	54%	32
121 913 026 C01A00	160	79%	126
121 912 974 C03A00	160	80%	128

Para o ano 2022, com base nos valores OEE dos últimos quatro meses, a linha Multi 1 tem um custo projetado para 219 290,36€. Os cálculos numéricos podem ser consultados no respetivo anexo 6.

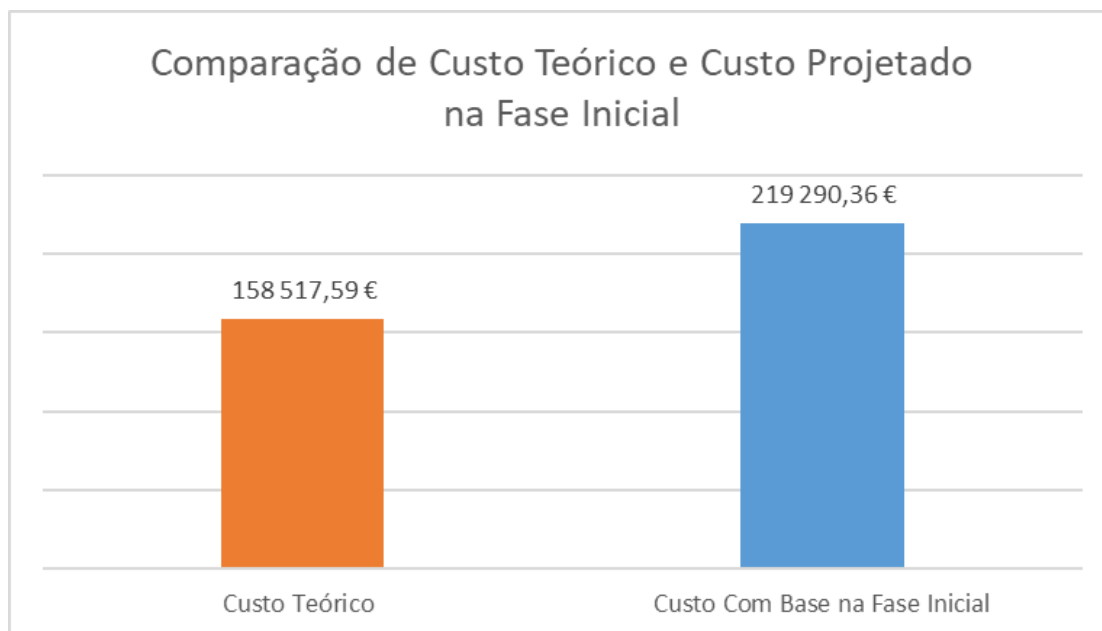


Gráfico 20- Comparação do Custo Teórico e Custo Projetado na Fase Inicial da Linha Multi 1

Conclui-se que, caso os valores OEE registados nos últimos quatro meses (Novembro, Dezembro, Janeiro e Fevereiro) se mantenham constantes ao longo do ano, a linha apresentará um custo adicional de 60 772,77€. Evidenciando a baixa produtividade e rentabilidade financeira de uma forma geral da linha Multi 1.

3.3.4 Fase Improve

Nesta fase foram identificadas, discutidas e seleccionadas as ações de melhoria a realizar, tendo em consideração os dados analisados na fase anterior. De modo a aumentar a eficiência geral da linha em estudo.

As melhorias desenvolvidas foram direccionadas para as referências de maior volume. Adicionalmente, é proposto um conjunto de medidas ao nível da política de gestão de produção.

3.3.4.1 Melhorias nas referências 974 e 026

A análise dos gráficos *Yamazumi* e dos Diagramas *Spaghetti* na fase *Analyze* permitiu desenvolver as seguintes melhorias:

- Alteração de funções: A operadora do Posto 1 passa a ficar responsável pela realização da embalagem e etiquetagem para ambas as referências.

As operadoras do Posto 2 e Posto 3 passam, exclusivamente, a desempenhar as funções dos respectivos postos.

- Alteração de *Layout*: Aproximação da posição da paleta da operadora do Posto 1 com o objetivo de diminuir as distâncias percorridas durante a realização da embalagem e etiquetagem.

Em seguida, na Figura 28, é apresentado um Diagrama Spaghetti no qual se encontra representado as melhorias propostas.

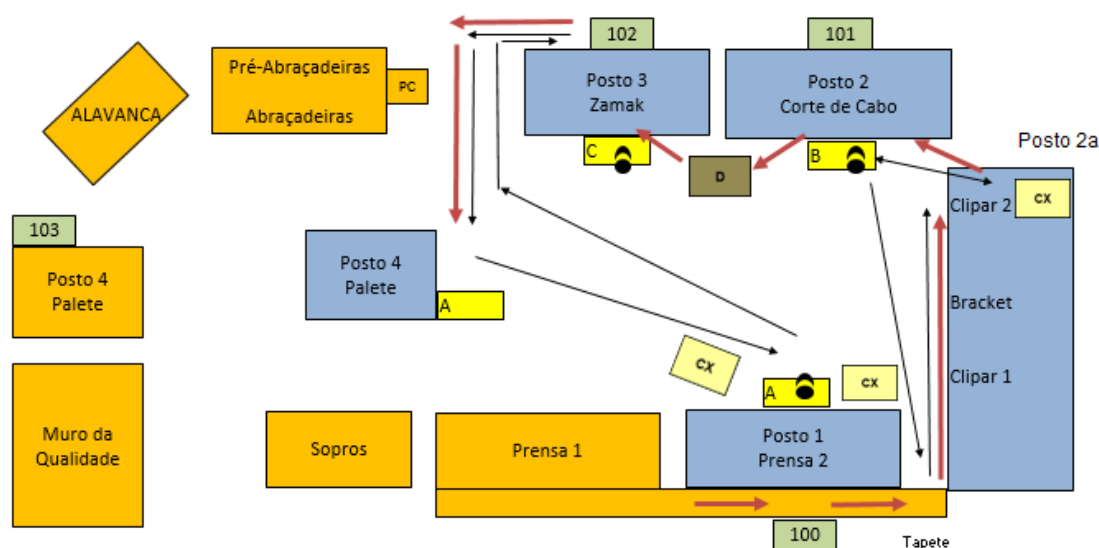


Figura 28- Representação das melhorias propostas no Diagrama Spaghetti

Após a conceção das melhorias, procedeu-se para a validação das melhorias. O *Yamazumi* apresentado no Gráfico 21, resulta da implementação das melhorias. Evidenciando que todas as operadoras passam a cumprir com o *takt time* que é 7,5 segundos. A operadora do Posto 1 tem um tempo médio de 7,0 segundos. A operadora do Posto 2 tem um tempo médio de 7,3 segundos. A operadora do Posto 3 tem um tempo médio de 7,0 segundos.

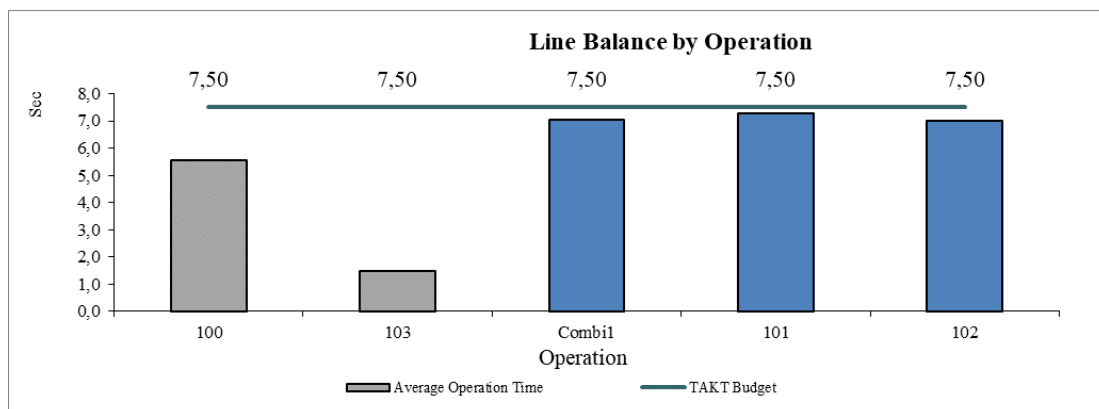


Gráfico 21- Validação das Melhorias Implementadas por Yamazumi

A alteração da posição da paleta para este conjunto de referências permitiu economizar os movimentos por parte da operadora que realiza a embalagem e etiquetagem. As referências 974 e 026 têm uma previsão de vendas para o ano 2022 de 498494 e 138405 unidades, respetivamente. Para a referência 026, cada caixa é constituída por 200 unidades. Para a referência 974, cada caixa é constituída por 300 unidades. A partir destes valores, é possível determinar o número de caixas necessárias para cada referência para o ano 2022.

$$N^{\circ} \text{ caixas (referência 026)} = \frac{138405}{200} \approx 692 \quad (19)$$

$$N^{\circ} \text{ caixas (referência 974)} = \frac{498494}{300} \approx 1661 \quad (20)$$

$$N^{\circ} \text{ Caixas Total} = 692 + 1661 = 2353 \quad (21)$$

Para as referências 026 e 974, é necessário 692 e 1661 caixas, respetivamente. Perfazendo um total de 2353 caixas.

Inicialmente, a operadora deste posto teria que percorrer 8,4 metros para realizar a embalagem e regressar ao posto. Com a alteração da posição da paleta, a operadora percorre apenas 4,5 metros para realizar a embalagem e regressar ao posto. Ou seja, por cada caixa que a operadora embala, poupa 3,9 metros de distância percorrida.

$$\text{Poupança de movimentos por caixa} = 8,4 - 4,5 = 3,9 \text{ metros} \quad (22)$$

O valor de poupança de movimentos por caixa a multiplicar pelo número de caixas total indica a poupança de distâncias percorridas pela operadora durante o ano 2022. Caso a alteração fosse efetivada no início do ano 2022, a operadora para este conjunto de referências teria percorrido menos 9,1 km (9176,7 m).

$$\text{Poupança de movimentos (2022)} = 3,9 * 2353 = 9176,7 \text{ metros} \quad (23)$$

Como esta alteração foi implementada apenas no mês de junho, a poupança de movimentos para o ano 2022 foi inferior ao valor apresentada na equação anterior. Com base nas previsões entre junho e dezembro, a poupança de movimentos pela operadora até ao final do ano é 5,1 km (5109 m).

Com a estabilização dos processos com as alterações implementadas, avançou-se para alteração do objetivo de produtividade. O PHh estipulado para estas referências é 160. Resultando num objetivo de produtividade de 480 peças por hora.

$$PH = PHH * N^o \text{ Operadores} = 160 * 3 = 480 \text{ peças/hora} \quad (24)$$

De forma arrojada, foi proposto alteração do PHh para 162. Resultando num aumento de objetivo de produtividade para 486 peças por hora.

$$PH = 162 * 3 = 486 \text{ peças/hora} \quad (25)$$

Aumentando o objetivo de produtividade, consequentemente, o *takt time* é alterado. O novo *takt time* para estas referências é 7,4 segundos.

$$\text{Takt Time} = \frac{3600}{162*3} = 7,4 \text{ segundos} \quad (26)$$

Tal como é demonstrado no Gráfico 22, não é necessário realizar novas alterações uma vez que as melhorias implementadas inicialmente permitem que as operadoras consigam cumprir o novo *takt time*. No entanto, a margem de folga que as operadores têm é inferior, logo, é crucial que a equipa mantenha um ritmo de produção estável ao longo do turno.

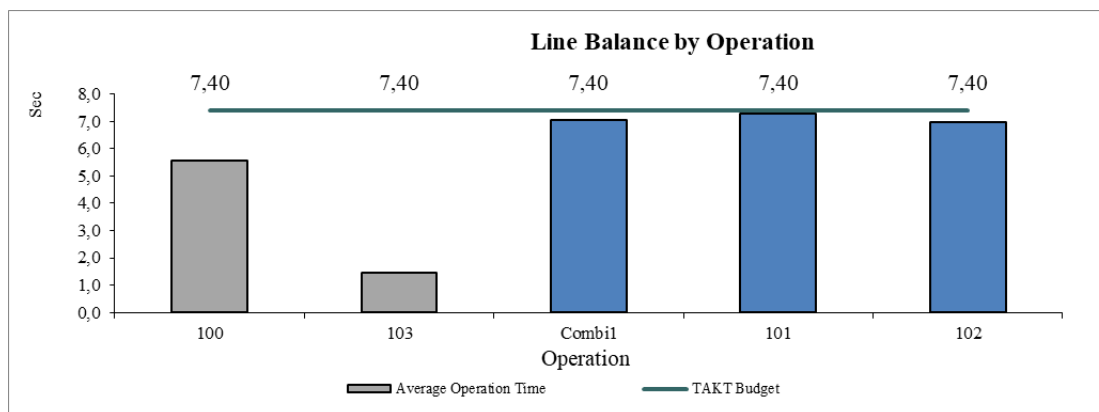


Gráfico 22- Validação do Aumento de Produtividade por Yamazumi

Os dados sobre a produção são retirados do sistema de informação da empresa designado por MAPEX. O sistema permite o registo de vários indicadores de produtividade das linhas de produção e serve como ferramenta para a gestão da produção. Na Figura 29, é provado que é possível a equipa cumprir com o novo objetivo de produtividade. Os dados apresentados são referentes ao dia 1 de junho. Porém, também se registou dias de produção em que a equipa não conseguiu atingir os objetivos. A Figura 30 mostra um exemplo em que o turno não conseguiu atingir os objetivos. Os dados apresentados são referentes ao dia 3 junho.

A oscilação de produção é justificado pelas razões que foram apresentadas na fase Analyze (no capítulo Análise Geral da Linha). Grande variabilidade dos elementos da equipa e inexperiência de alguns operadores que são inseridos na linha são alguns dos motivos que potenciam a oscilação dos níveis de produtividade.

Shift type: 1 - 1st Shift		3 555	3 595
6 a 7	351	351	351
7 a 8	486	837	486
8 a 9	486	1 314	477
9 a 10	406	1 746	432
10 a 11	401	2 149	403
11 a 12	453	2 604	455
12 a 13	486	3 090	486
13 a 14	486	3 595	505

Figura 29- Exemplo de um turno que cumpre com os objetivos de produtividade

Shift type: 1 - 1st Shift		3 589	2 877
6 a 7	330	292	292
7 a 8	486	707	415
8 a 9	486	1 163	456
9 a 10	432	1 368	205
10 a 11	432	1 797	429
11 a 12	451	2 160	363
12 a 13	486	2 548	388
13 a 14	486	2 877	329

Figura 30- Exemplo de um turno que não cumpre com os objetivos de produtividade

3.3.4.2 Melhorias nas referências 848 e 849

A análise dos gráficos *Yamazumi* na fase *Analyze* permitiu detetar que existe operações cujo tempo de ciclo médio é muito inferior ao valor do *takt time* (16,7 segundos). Algumas operações mesmo sendo combinadas, isto é, serem realizadas pelo mesmo operador, o tempo de ciclo médio das combinações continua a ser muito inferior ao valor do *takt time*. Por exemplo, a combinação das operações 100 e 108 tem um tempo de ciclo médio de 4,4 e 6,9 segundos para as referências 849 e 848, respetivamente. As operações 105 e 106 também apresentam tempos de ciclo médio baixos em relação ao *takt time* para ambas as referências. Existindo potencial para estas operações se combinarem com outras.

Verificando-se uma margem de folga significativa entre os tempos de ciclo médio das operações e combinações com o *takt time*, procedeu-se á realização de um conjunto de simulações com diferentes combinações das operações. Com o objetivo de formar um melhor balanceamento das operações e aproximar o tempo de ciclo médio das combinações do *takt time*.

No Gráfico 23 e no Gráfico 24, são apresentados os *Yamazumis* da situação inicial das referências 848 e 849.

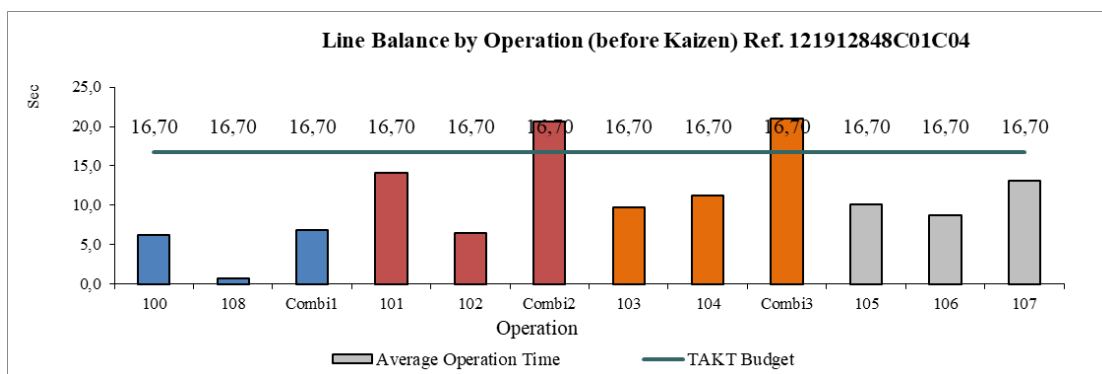


Gráfico 23- Yamazumi da Fase Inicial da Referência 848

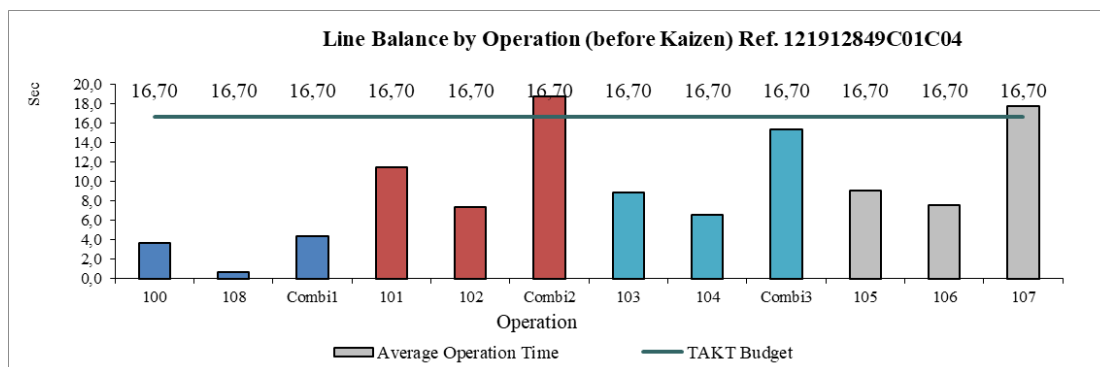


Gráfico 24- Yamazumi da Fase Inicial da Referência 849

Em seguida, são apresentados diferentes gráficos *Yamazumi* que correspondem a simulações de diferentes combinações de operações para a referência 849.

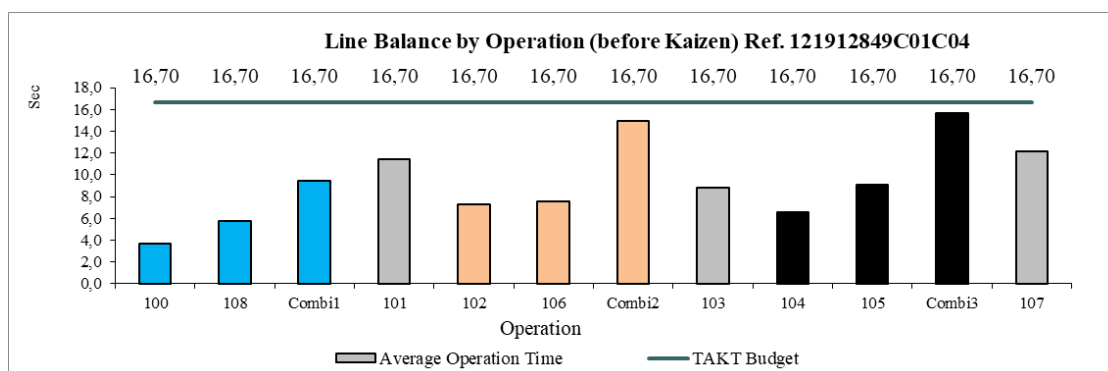


Gráfico 25- Simulação 1 da Referência 849

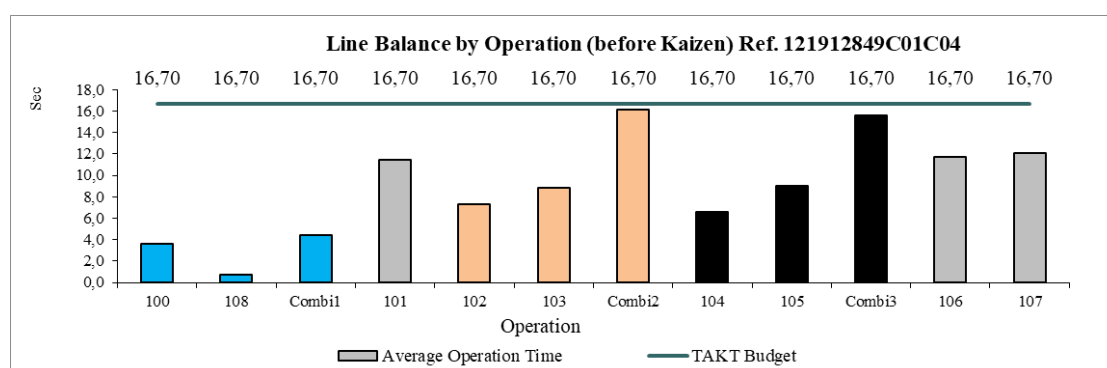


Gráfico 26- Simulação 2 da Referência 849

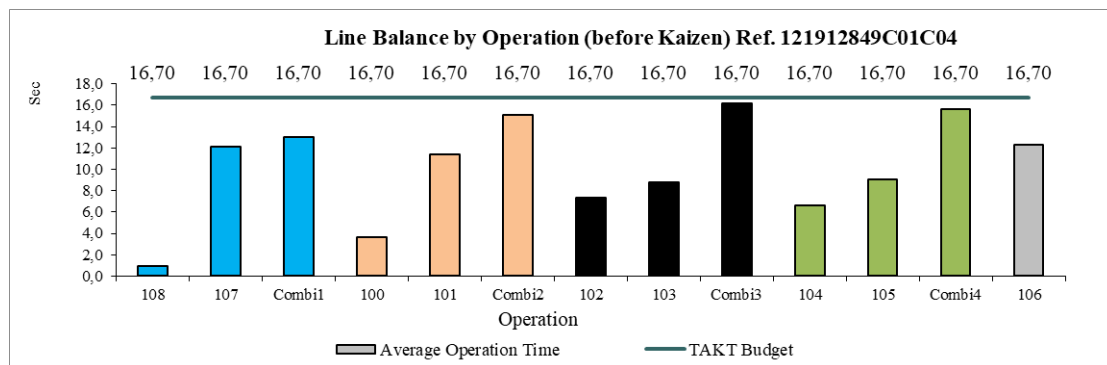


Gráfico 27- Simulação 3 da Referência 849

Observando as diferentes simulações, concluiu-se que a simulação 3 é a que permite melhor balanceamento das combinações de operações. Além de que esta simulação permite reduzir a mão de obra, ou seja, necessita de 5 operadores em vez de 6 operadores como está estipulado.

Os seguintes gráficos *Yamazumi* correspondem a simulações de diferentes combinações de operações para a referência 848.

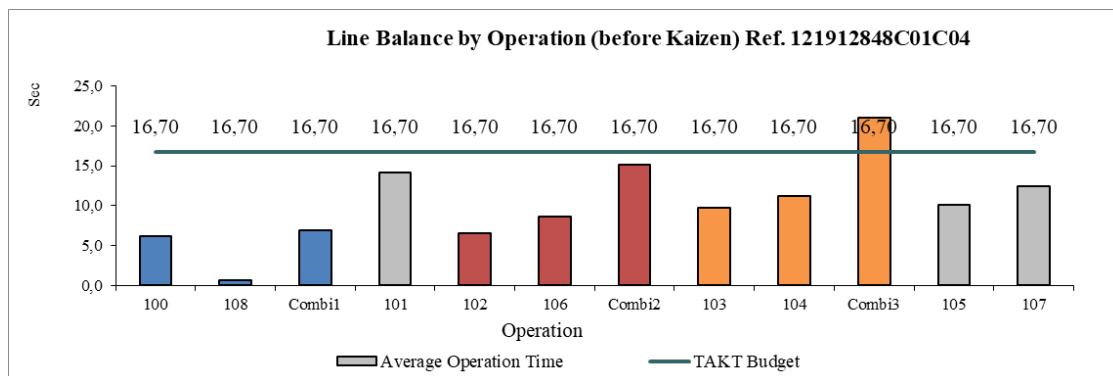


Gráfico 28- Simulação 1 da Referência 848

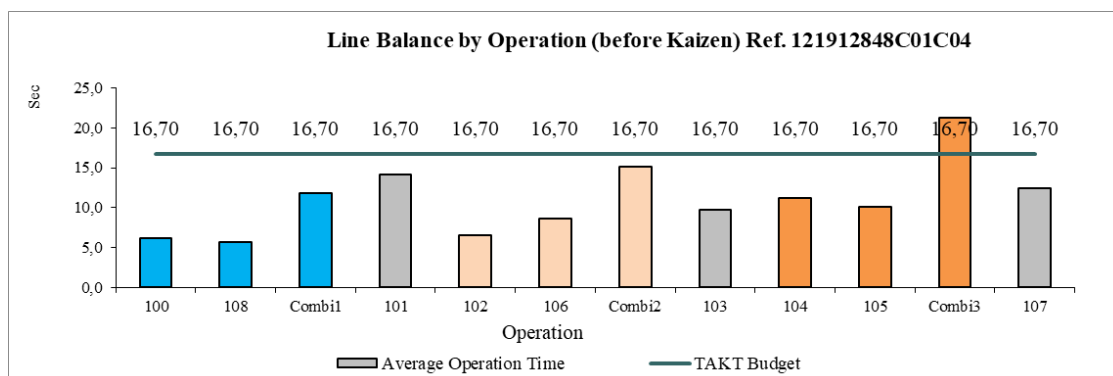


Gráfico 29- Simulação 2 da Referência 848

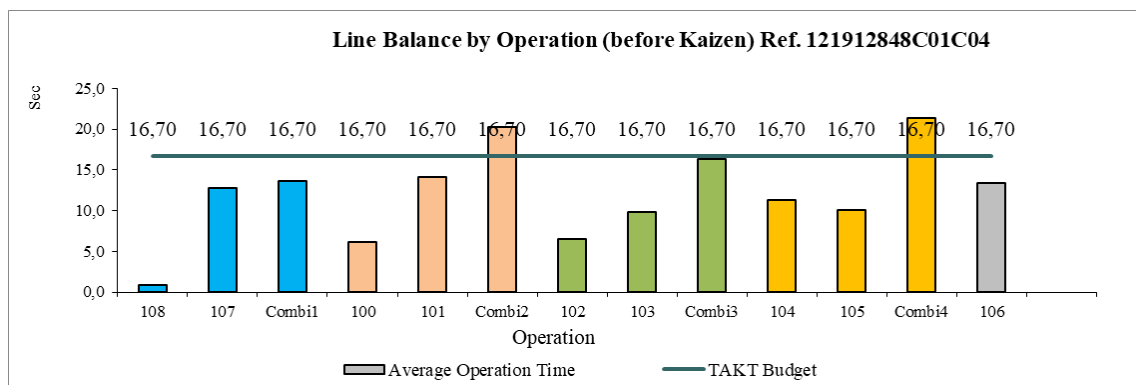


Gráfico 30- Simulação 3 da Referência 848

Observando as diferentes simulações, verifica-se que na simulação 3 (igual à simulação 3 da referência 849) existe combinações de operações cujo tempo de ciclo médio ultrapassa o *takt time*. Como já explicado na fase *Analyze*, deve-se à variabilidade da equipa e in experiência de alguns operadores na linha no momento em que estes tempos foram registados. Resultando em divergência no registo dos tempos para referências gêmeas.

A simulação 3 da referência 849 e a simulação 3 da referência 848 permitiram diferir que é possível retirar 1 operador da linha e, com o devido treino, cumprir com o *takt time*. Nestas simulações, a margem de folga que as operadoras têm para desempenhar as tarefas é muito curta. Sendo crucial que não haja variabilidade nos elementos da equipa e entrada de operadores inexperientes na linha para a execução destas referências.

Depois de se determinar um conjunto diferente de combinações de operações para estas referências, construiu-se um Diagrama *Spaghetti* com as alterações propostas de forma ser possível visualizar os novos movimentos das operadoras.

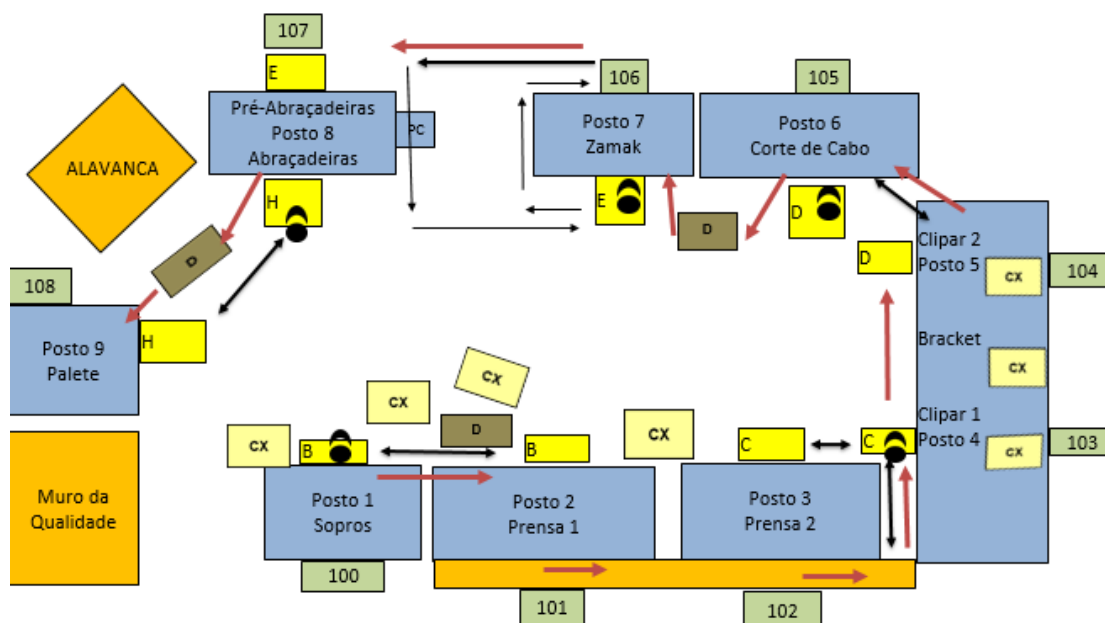


Figura 31- Representação das melhorias propostas no Diagrama Spaghetti

Após a conceção das melhorias, seguiu-se para a validação das melhorias. Durante a fase de experimentação, a operadora que desempenha as operações 102 e 103 manifestou cansaço e que o ritmo necessário para cumprir com o objetivo de produção era elevado. Por sugestão da equipa de operadoras ocorreu uma alteração na distribuição de funções. As operações 103 e 104 passaram a serem desempenhadas por uma operadora. As operações 102 e 105 passaram a serem desempenhadas por outra operadora. A operadora que realiza a operação 106, por vezes, auxilia na operação 102 uma vez que tem margem de folga suficiente do *takt time*.

Na Figura 32, é apresentado o Diagrama *Spaghetti* que representa a sugestão de alteração de distribuição de funções proposta pelas operadoras sobre o plano de melhorias em fase de validação.

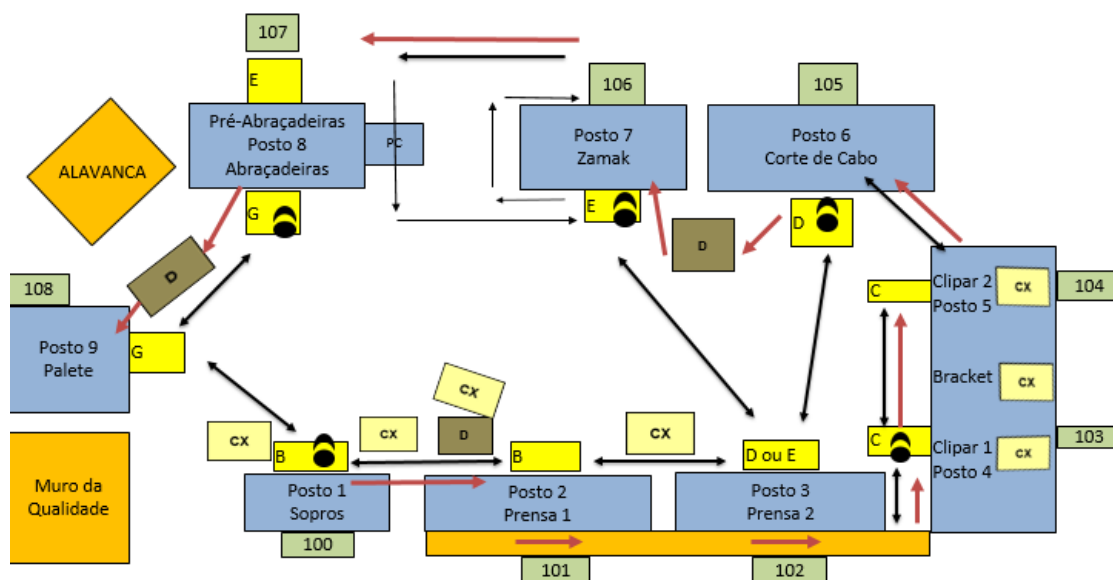


Figura 32- Representação das alterações sugeridas pelas operadoras no Diagrama Spaghetti

A fase de experimentação com base nas alterações representadas na Figura 32 permitiu produzir um *Yamazumi* (Gráfico 31). Evidenciando que todas as operadoras conseguem cumprir com o *takt time* que é 16,7 segundos. A operadora que realiza a combinação das operações 108 e 107 tem um tempo de ciclo médio de 16,0 segundos. A operadora que realiza a combinação das operações 100 e 101 tem um tempo de ciclo médio de 13,3 segundos. A operadora que realiza a combinação das operações 102 e 105 tem um tempo de ciclo médio de 13,7 segundos. A operadora que realiza a combinação das operações 103 e 104 tem um tempo de ciclo médio de 16,5 segundos. A operadora que realiza a operação 106 tem um tempo de ciclo médio de 9,1 segundos. Por vezes, esta última operadora auxilia na operação 102.

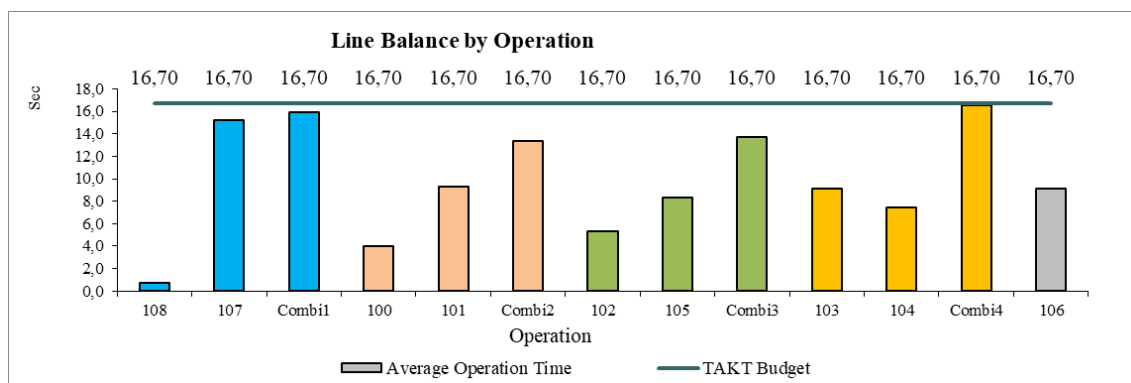


Gráfico 31- Validação das Propostas de Melhoria por Yamazumi

Na Figura 33, é possível visualizar que a equipa consegue cumprir com o objetivo de produtividade (180 peças por hora) com 5 operadores.

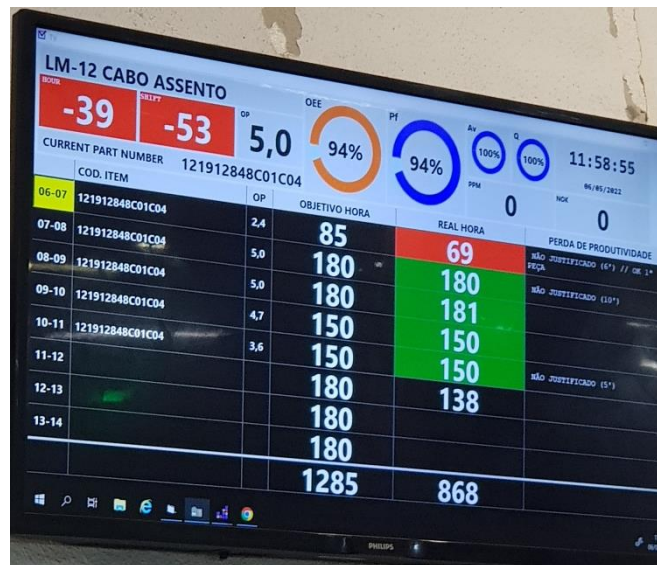


Figura 33- Demonstração dos resultados das melhorias implementadas no sistema Andon da linha multi 1

Com a estabilização dos processos com as alterações implementadas, avançou-se para alteração do objetivo de produtividade. O PHh estipulado para estas referências é 36. Resultando num objetivo de produtividade de 180 peças por hora.

$$Ph = PHh * N^{\circ} \text{ Operadores} = 36 * 5 = 180 \text{ peças/hora} \quad (27)$$

Foi proposto alteração do PHh para 38. Resultando num aumento de objetivo de produtividade para 190 peças por hora.

$$PH = 38 * 5 = 190 \text{ peças/hora} \quad (28)$$

Aumentando o objetivo de produtividade, consequentemente, o *takt time* é alterado. O novo *takt time* para estas referências é 18,9 segundos.

$$Takt \text{ Time} = \frac{3600}{38*5} = 18,9 \text{ segundos} \quad (29)$$

Importante realçar que o novo *takt time* é superior ao inicial pois este foi calculado na situação inicial de 6 operadores com PHh de 36.

$$Takt\ Time = \frac{3600}{36 \times 6} = 16,7\ segundos \quad (30)$$

A meta do aumento do objetivo de produtividade não foi efetivado na linha. Como se verifica, na Figura 34, a linha não consegue produzir 190 peças por hora de forma contínua. Os dados são referentes ao dia 8 de junho. O objetivo inicial (180 peças por hora), por vezes, também não é cumprido como se verifica na Figura 35. Os dados são referentes ao dia 23 de junho. A continuidade da variabilidade da equipa e entrada de operadores inexperientes na linha são as principais razões pela continuidade da baixa produtividade na linha.

Shift type: 1 - 1st Shift		1 328	1 234
6 a 7	92	105	105
7 a 8	171	276	171
8 a 9	190	466	190
9 a 10	158	594	128
10 a 11	155	727	133
11 a 12	182	883	156
12 a 13	190	1 073	190
13 a 14	190	1 234	161

Figura 34- Exemplo de um turno que não cumpre com os objetivos de produtividade de forma contínua

Shift type: 1 - 1st Shift		1 371	956
6 a 7	104	30	30
7 a 8	190	119	89
8 a 9	190	251	132
9 a 10	158	405	154
10 a 11	158	531	126
11 a 12	190	686	155
12 a 13	190	839	153
13 a 14	190	956	117

Figura 35- Exemplo de um turno que não cumpre com os objetivos de produtividade

Ao nível dos processos foi identificado uma potencial melhoria que poderia ajudar a aumentar a produtividade.

O processo de embalamento nas referências 848 e 849 é realizado pela operadora do posto Abraçadeiras (Operação 107). Neste posto, a operadora monta o subconjunto no sistema de posicionamento, monta as abraçadeiras e apara as abraçadeiras (como

demonstra a ficha de posto no anexo 8). Após a finalização do processo, a operadora aciona o botão verde e o sistema de posicionamento através dos seus sensores confere se o produto está OK. Após confirmar que o produto está Ok, abre o rasgo do posto e o operador larga o produto, acumulando num carrinho de transporte que se encontra por baixo do posto de trabalho (Figura 36). Quando o carrinho de transporte estiver cheio, a operadora retira o carrinho do posto e inicia o processo de embalagem.



Figura 36- Posto Abraçadeiras (Operação 107)

O embalagem é realizado em conjuntos de 10 de forma cruzada na caixa (Figura 37). O objetivo seria deixar de ser necessário o embalagem em conjuntos de 10 de forma cruzada. Isto é, a caixa seria colocada por baixo do posto de trabalho e, assim, no momento em que abre o rasgo, o operador larga o cabo, caindo diretamente na caixa. Desta forma, deixaria de consumir tempo na organização dos conjuntos nas caixas.



Figura 37- Embalamento dos cabos das referências 848 e 849 na caixa

No entanto, esta proposta de melhoria foi rejeitada. Pois durante o processo de embalagem, a operadora realiza ações de controlo. À medida que agrupa os cabos em conjuntos de 10, verifica se o gito está presente no lugar do terminal de cabo e se o tubo exterior está na posição correta no cabo. Defeitos que originaram queixas por parte do

cliente. E, conseqüentemente, originou planos de ações de controle sobre estas referências.

O posto anterior, máquina Zamak, não é robusta o suficiente para produzir terminais Zamak sem defeitos. Por vezes, o gito vem acoplado ao terminal de cabo. Processo não é *six sigma*, ou seja, não cumpre com o parâmetro 3,4 DPMO. O que tem originado queixas por parte do cliente e problemas na qualidade do produto.



Figura 38- Gito acoplado ao terminal de cabo (1)



Figura 39- Gito acoplado ao terminal de cabo (2)



Figura 40- Gito acoplado ao terminal de cabo (3)

Com a alteração proposta, a operadora deixaria de agrupar os produtos em conjuntos de 10 e, conseqüentemente, deixaria de realizar as ações de controlo. Devido á falta de fiabilidade por parte da máquina Zamak, as ações de controlo terão que permanecer. Logo, a proposta de alteração no processo de embalamento foi rejeitada.

Além do problema apresentado sobre as ações de controlo, posteriormente, também foi detetado outra barreira á alteração do processo de embalamento que contribuiu para a rejeição. Segundo os procedimentos da empresa, quando ocorre alterações no embalamento de produto é necessário enviar a informação das alterações ao cliente. E este terá que autorizar as alterações propostas. E em seguida é executado testes de transporte para validar de forma definitiva as alterações. Todo este processo é demoroso podendo levar mais de 3 meses até ser concluído. Ultrapassando o tempo útil do projeto. Logo, esta alteração não foi efetuada. Porém, é uma proposta com potencial de ser aplicada pela empresa a longo prazo.

A implementação da filosofia *lean* sem o *six sigma* impossibilita alcançar todo o potencial de melhoria nos processos. Enquanto a adoção do *six sigma* sem a filosofia *lean* não produz uma direção estratégica na aplicação a um sistema [139]. Na indústria existe uma expressão muito conhecida que é: “Não há *lean* sem *six sigma*”. O que vai ao encontro sobre o problema apresentado. Sem a existência do *six sigma* nos processos, é muito difícil avançar para a melhoria *lean* e no combate ao desperdício.

Em conclusão, para a linha Multi1 conseguir produzir 190 peças por hora para as referências 121912848 e 121912849, as principais medidas a ter em conta num futuro próximo são a definição de uma equipa de operadores fixa e evitar constantes trocas de operadores. Desta forma, as operadoras encontram-se adaptadas ao ritmo de produção e permite um maior entrosamento entre os elementos da equipa. Aumentando o espírito de equipa e de entre ajuda. Como já foi provado nas referências 974 e 026, estas medidas, por si só, já melhoram de forma significativa a produtividade da linha.

3.3.4.3 Evolução da OEE das referências trabalhadas na fase Improve

A implementação das alterações propostas para as referências de maior volume (974, 026, 848 e 849) ocorreram durante os meses de Março, Abril, Maio e Junho. Durante os meses de Março e Abril ocorreram alterações nestas referências ao nível do *layout*, número de operadoras e distribuição de funções pela equipa. Durante o mês de Maio e Junho as alterações realizadas consistiram na mudança dos objetivos de produtividade.

Em seguida, são apresentados o Gráfico 32, Gráfico 33, Gráfico 34 e o Gráfico 35 que mostram a evolução da OEE das referências 848, 026, 974 e 849 desde de Novembro de 2021 até Junho de 2022.

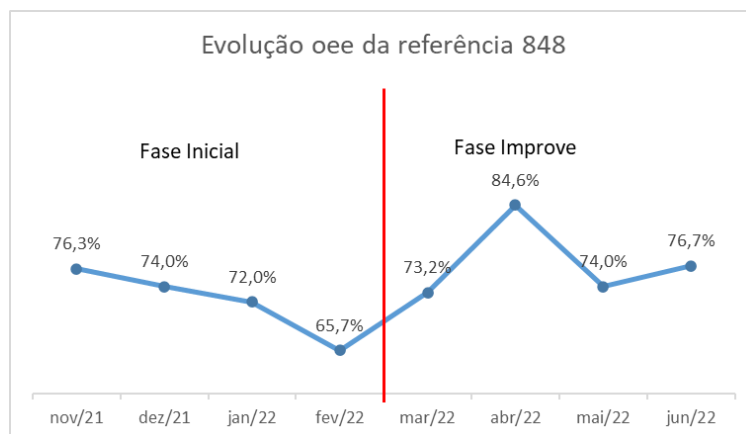


Gráfico 32- Evolução da OEE da Referência 848

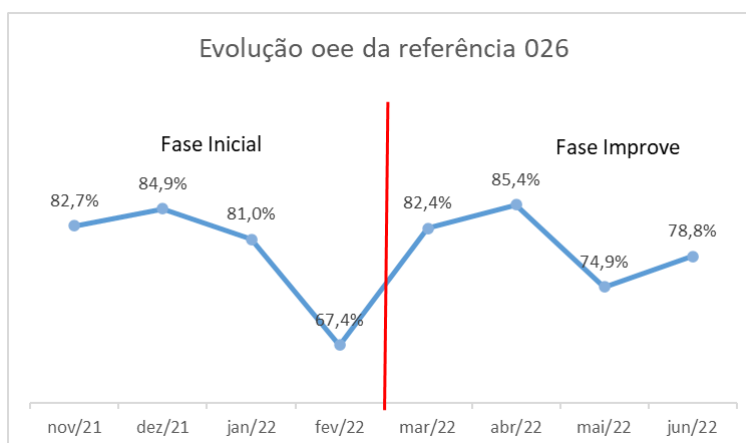


Gráfico 33- Evolução da OEE da Referência 026

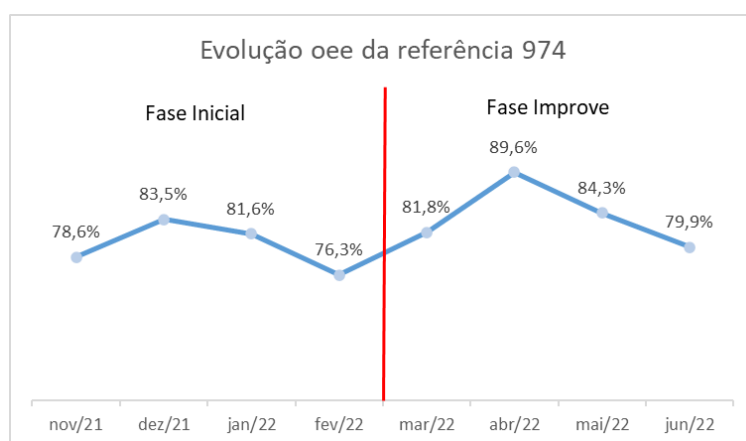


Gráfico 34- Evolução da OEE da Referência 974

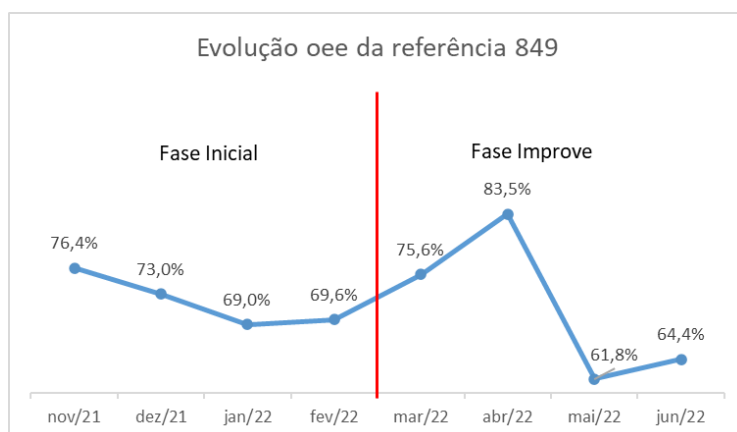


Gráfico 35- Evolução da OEE da Referência 849

Analisando os dados do Gráfico 32, constata-se que a referência 848, inicialmente, apresentava um intervalo de valores de OEE entre 65,7% (fevereiro) e 76,3% (Novembro). O valor médio da OEE na fase inicial é de 72%. Na fase Improve, ocorreu uma evolução inicial positiva entre os meses de Março e Abril, cujo pico foi 84,6%. Nos meses de Maio e Junho a OEE manteve-se constante entre 74% e 76,7%, respetivamente. Resultando no valor médio da OEE na fase improve de 77,1%.

Analisando os dados do Gráfico 33, constata-se que a referência 026, inicialmente, apresentava um intervalo de valores de OEE entre 67,4% (fevereiro) e 84,9% (dezembro). O valor médio da OEE na fase inicial é de 79%. Durante a fase Improve, sofreu uma evolução inicial positiva da OEE entre os meses de Março e Abril, cujo pico foi 85,4%. No mês de Maio teve uma descida acentuada da OEE (74,9%). No mês de Junho recuperou de forma pouco significativa a OEE para 78,8%. Resultando no valor médio da OEE na fase improve de 80,4%.

Analisando os dados do Gráfico 34, constata-se que a referência 974, inicialmente, apresentava um intervalo de valores de OEE entre 76,3% (fevereiro) e 83,5% (dezembro). O valor médio da OEE na fase inicial é de 80%. No decorrer da fase Improve, sofreu uma evolução inicial positiva da OEE entre os meses de Março e Abril, cujo pico foi 89,6%. Entre os meses de Maio e Junho sofreu uma evolução negativa, cujo mínimo foi 79,9%. Resultando no valor médio da OEE na fase improve de 83,9%.

Analisando os dados do Gráfico 35, constata-se que a referência 849, inicialmente, apresentava um intervalo de valores de OEE entre 69% (Janeiro) e 76,4% (Novembro). O valor médio da OEE na fase inicial é de 72%. Na fase Improve, ocorreu uma evolução inicial positiva entre os meses de Março e Abril, cujo pico foi 83,5%. Nos meses de Maio e Junho foi registado uma queda acentuada dos valores da OEE para 61,8% e 64,4%, respetivamente. Resultando no valor médio da OEE na fase improve de 71,3%.

Na Tabela 27, é comparado a média da OEE das referências trabalhadas na fase Improve entre os meses de Novembro, Dezembro, Janeiro e Fevereiro (fase inicial) com os meses de Março, Abril, Maio e Junho (dados recolhidos durante a fase Improve).

Tabela 27- Comparação da média da OEE entre a fase inicial e a fase improve das referências trabalhadas

Referências	Média OEE (Fase Inicial)	Média OEE (Fase Improve)
974	80%	83,9%
026	79%	80,4%
848	72%	77,1%
849	72%	71,3%

De uma forma geral, é possível detetar uma tendência comum entre todas as referências que foram trabalhadas na fase Improve. Como se pode observar no Gráfico 32, Gráfico 33, Gráfico 34 e no Gráfico 35, em todas as referências ocorreu uma evolução positiva da OEE entre os meses de Março e Abril. Porém, no mês de Maio todas as referências tiveram quedas significativas, exceto a referência 974 cuja queda foi apenas de cerca 5%. Durante o mês de junho ocorreu uma recuperação ligeira da OEE em todas as referências, exceto a referência 974 que prolongou a tendência de queda para 79,9%.

Maio e Junho foram os meses com o pior desempenho na fase Improve em relação às referências trabalhadas. Tal pode ser justificado por terem sido meses atípicos por causa do elevado número de dias de *layoff*, feriados, greves e início do período de férias no mês de junho. Provocando paragens na linha e alterações constantes dos elementos da equipa. Afetando a estabilidade da equipa e, assim, também, o ritmo de produção desejado.

MAIO 2022						
Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb
1	2	3	4	5	Layoff	7
8	9	10	11	12	Layoff	14
15	16	Layoff	18	19	20	21
22	Layoff	24	25	26	27	28
29	30	31				

Figura 41- Paragens na produção por causa dos layoffs no mês de maio

JUNHO 2022						
Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	Feriado	11
12	13	14	15	Feriado	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

Figura 42- Paragens na produção por causa de feriados e greve no mês de junho

3.3.4.4 Evolução da OEE da Linha Multi 1

Neste capítulo, é comparado e discutido os dados obtidos dos indicadores velocidade, qualidade e disponibilidade, como também da OEE da linha Multi 1 entre a fase inicial e a fase improve.

3.3.4.4.1 Velocidade

Através da análise dos dados da velocidade na fase improve é possível constatar que os valores variam entre 78,69% (do mês de maio) e 89,92% (do mês de abril). A velocidade da linha em média é 84,11%. Continuando a estar abaixo do valor que é considerado

referência mundial que é 95%. Portanto, continua a existir margem significativa neste indicador para melhoria a longo prazo.

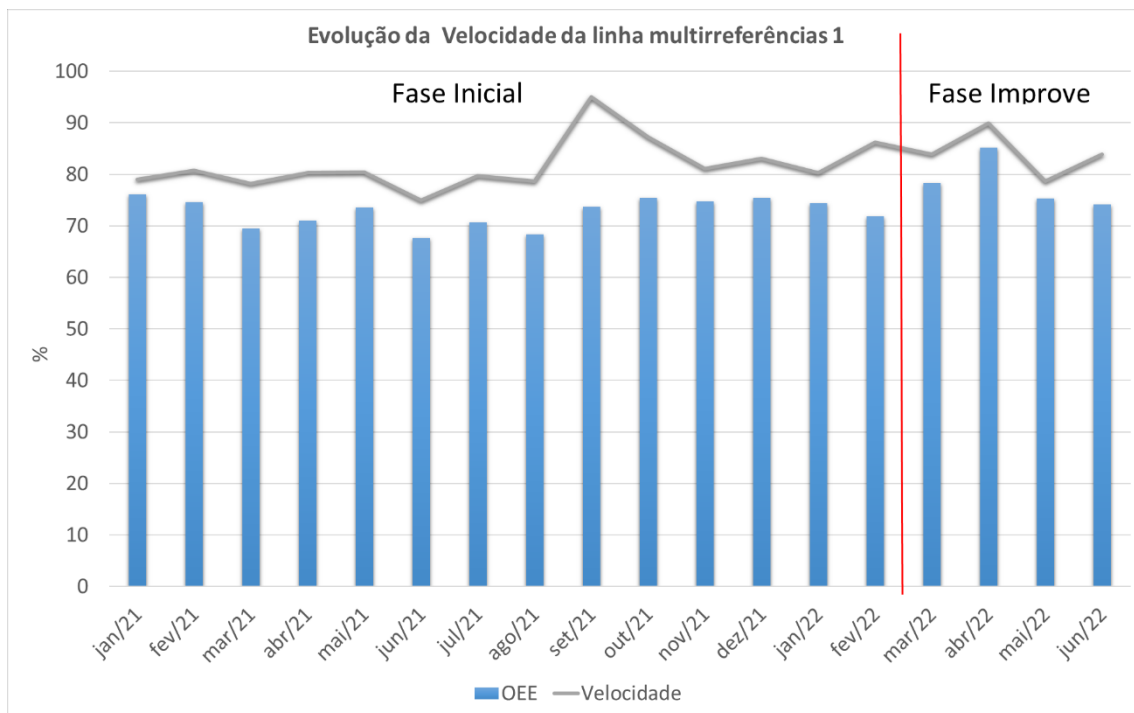


Gráfico 36- Evolução da Velocidade da Linha Multi 1

3.3.4.4.2 Qualidade

Através da análise dos dados da qualidade na fase improve é possível constatar que os valores variam entre 97,76% (do mês de maio) e 98,45% (do mês de abril). A qualidade da linha em média é 98,21%. Continuando a estar próximo do valor que é considerado referência mundial que é 99%.

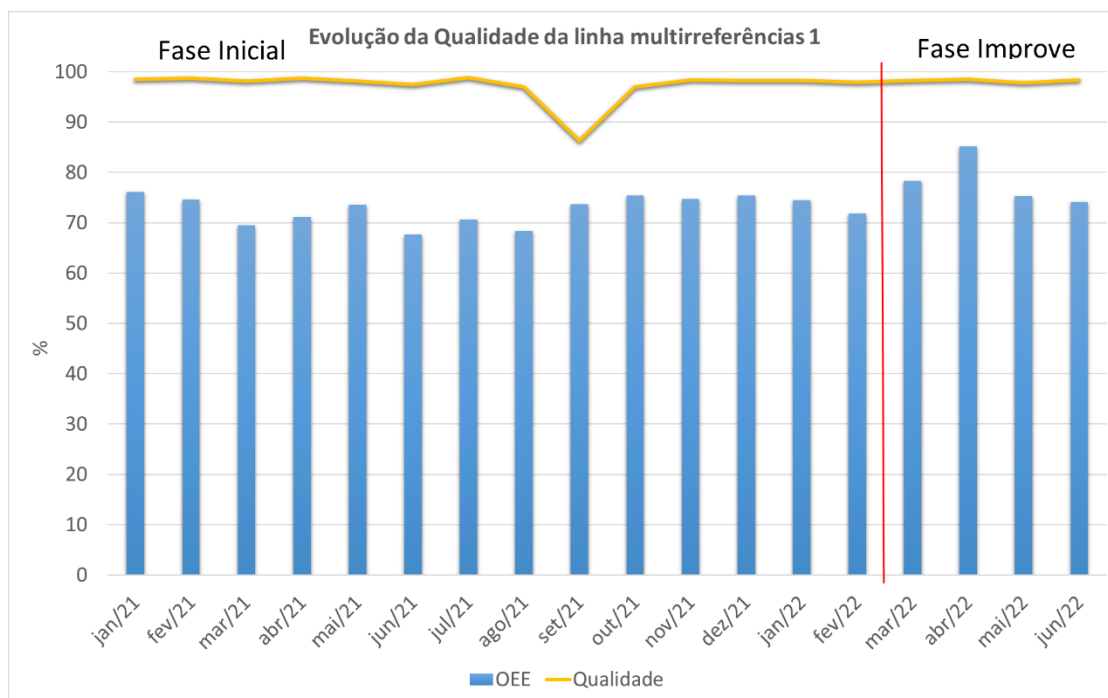


Gráfico 37- Evolução da Qualidade da Linha Multi 1

3.3.4.4.3 Disponibilidade

Através da análise dos dados da disponibilidade na fase improve é possível constatar que os valores variam entre 89,78% (do mês de junho) e 97,83% (do mês de maio). A disponibilidade da linha em média é 94,69%. Comparando com o valor que é considerado referência mundial (90%), conclui-se que apresenta valores ótimos.

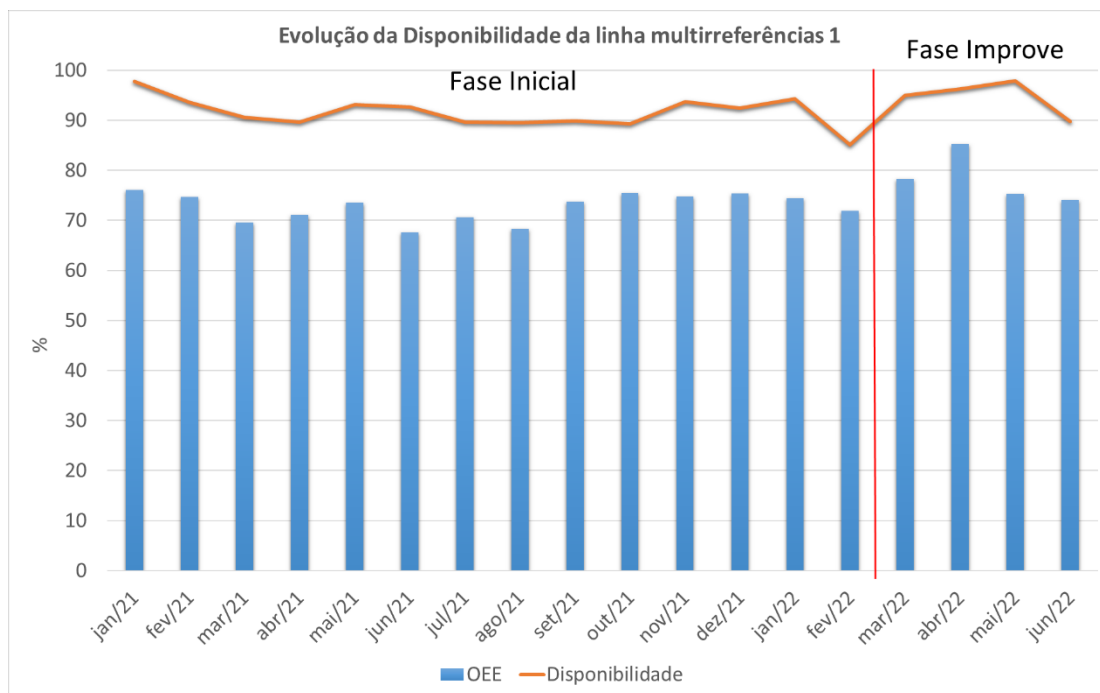


Gráfico 38- Evolução da Disponibilidade da Linha Multi 1

3.3.4.4.4 Dados OEE na Fase Improve

Com base nos dados da OEE da fase improve, apresentado no Gráfico 39, verifica-se que os valores variam entre 74,12% (do mês de junho) e 85,19% (do mês de abril). OEE da linha, na fase improve, em média é 78,21%. Apesar da melhoria em relação aos dados da fase inicial, comparando com o valor que é considerado referência mundial (85%), realça-se uma margem não desprezável para melhoria a longo prazo.

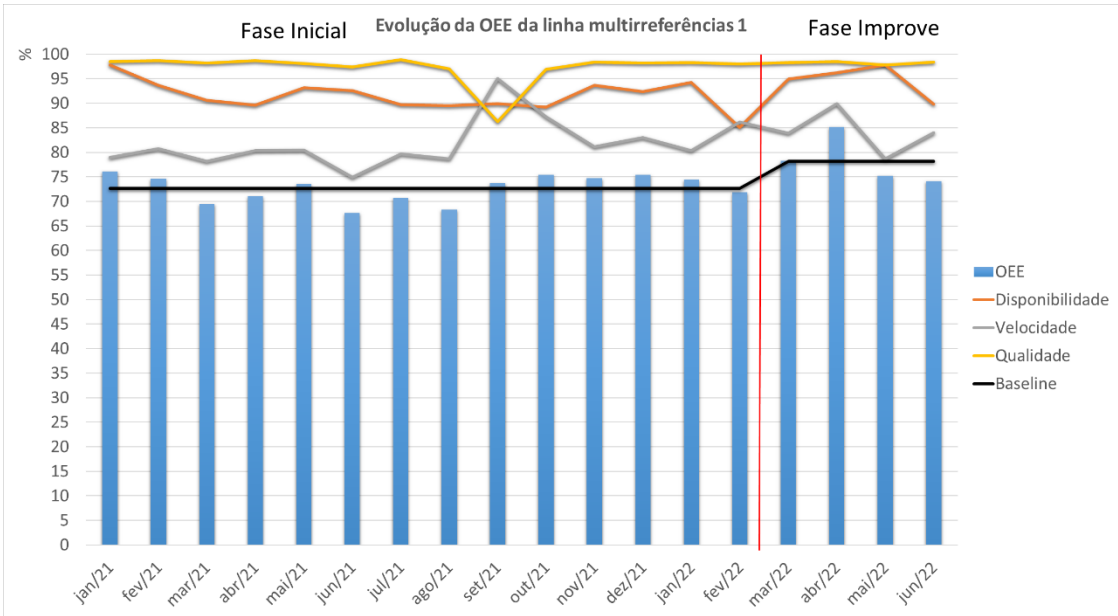


Gráfico 39- Evolução da OEE da Linha Multi 1

Na Tabela 28, Tabela 29, Tabela 30 e Tabela 31 são apresentadas comparações dos vários indicadores entre a fase inicial e a fase improve.

Tabela 28- Comparação do indicador Disponibilidade entre a fase inicial e a fase improve

Disponibilidade	Mínimo (%)	Máximo (%)	Média (%)
Fase Inicial	85,09%	97,75%	91,51%
Fase Improve	89,78%	97,83%	94,69%

Tabela 29- Comparação do indicador Velocidade entre a fase inicial e a fase improve

Velocidade	Mínimo (%)	Máximo (%)	Média (%)
Fase Inicial	74,94%	95,01%	81,77%
Fase Improve	78,69%	89,92%	84,11%

Tabela 30- Comparação do indicador Qualidade entre a fase inicial e a fase improve

Qualidade	Mínimo (%)	Máximo (%)	Média (%)
Fase Inicial	86,28%	98,88%	92,25%
Fase Improve	97,76%	98,45%	98,21%

Tabela 31- Comparação do OEE entre a fase inicial e a fase improve

OEE	Mínimo (%)	Máximo (%)	Média (%)
Fase Inicial	67,63%	76,07%	72,64%
Fase Improve	74,12%	85,19%	78,21%

Os valores relativos à Disponibilidade apresentam uma evolução positiva ao nível da média com uma subida de cerca 3% em relação á média da fase inicial. Em relação á variabilidade também apresenta melhorias uma vez que o intervalo de variação na fase improve é apenas de 8% quando na fase inicial é de 12%.

Os valores relativos à Qualidade também apresentam uma evolução positiva ao nível da média com uma subida de cerca 6% em relação á média da fase inicial. Em relação á variabilidade também apresenta melhorias uma vez que o intervalo de variação na fase improve é menos de 1% quando na fase inicial é de 12%.

No início do trabalho foi constatado que o indicador velocidade é o maior contribuidor para os baixos valores OEE da linha. Em relação á média, na fase improve é registado uma subida que não atinge os 3% em relação á fase inicial. Em relação á variabilidade regista melhorias na fase improve cujo intervalo de variação é cerca de 11% quando na fase inicial é de 20%.

A partir dos dados apresentados é possível concluir que a melhoria do indicador velocidade (que é o que apresenta piores resultados na fase inicial) ficou aquém das expectativas. Continuando a ser o indicador que penaliza mais os valores OEE na linha Multi 1 e o que apresenta maior diferença em relação ao valor que é considerado referência mundial. Deverá continuar a ser, portanto, o indicador com maior foco nos futuros planos de melhoria da eficiência da linha Multi 1.

3.3.4.5 Análise Crítica da Estratégia de Produção da Linha Multi 1

Atualmente, a estratégia de produção em vigor na Linha Multi 1 é designada como “*Make to Demand*”. Isto é, o planeamento de produção é baseado na procura imediata dos clientes. É uma estratégia de produção *lean* que tem como principal objetivo manter os custos de inventário baixos e o custo dos componentes necessários para o fabrico dos produtos ao mínimo e por um curto espaço de tempo. Normalmente, esta estratégia é adotada por indústrias que possuem pouca liquidez financeira ou que não querem correr riscos de perda, roubo ou acumulação de produtos não vendidos.

A estratégia aplicada condiciona a eficiência da linha uma vez que obriga a um elevado número de *set-ups*, produz pequenos lotes e o espaço temporal da repetição de produção de algumas referências é muito prolongado. Provocando perdas de disponibilidade da linha, perdas de conhecimento sobre os mecanismos de produção das referências de menor volume por parte das operadoras e dificuldade em atingir o ritmo de produção desejado.

Na Tabela 32 e Tabela 33, é exemplificado o elevado número de *set-ups* que a linha é sujeita em algumas semanas de produção. Por exemplo, na Tabela 32, na semana de 2 de Maio até 6 de Maio a linha foi sujeita a 5 *set-ups* uma vez que produziu 5 referências. Na semana de 7 de Junho até 10 de Junho (Tabela 33) a linha foi sujeita a 6 *set-ups* uma vez que produziu 6 referências. Elevado número de *set-ups* que, consequentemente, leva à produção de pequenos lotes. Estes são uma barreira à melhoria da eficiência pois não permite à equipa um período de adaptação suficientemente aceitável de forma a conseguir alcançar os objetivos de produtividade.

Tabela 32- Set-ups realizados na linha entre o dia 2 de maio e o dia 6 de maio

Referência	2 Maio (segunda)	3 Maio (terça)	4 Maio (quarta)	5 Maio (quinta)	6 Maio (sexta)
200	X				
974	X	X	X		
026			X		
849			X	X	
848				X	X

Tabela 33- Set-ups realizados na linha entre o dia 6 de junho e 10 de junho

Referência	6 Junho (segunda)	7 Junho (terça)	8 Junho (quarta)	9 Junho (quinta)	10 Junho (sexta)
974	X	X			
026		X			
849			X		
848			X	X	
344				X	
175				X	

Feriado

Na Tabela 34, é demonstrado os meses em que ocorreu produção de todas as referências da linha desde Novembro de 2021 até Junho de 2022 com o respectivo valor de OEE. “N.P” indica que determinada referência não foi produzida durante o mês indicado, logo, não apresenta valor de OEE. A referência 200 não foi produzida na linha entre o dia 28 Janeiro e 29 de Abril. A referência 344 não foi produzida na linha entre o dia 15 Março e 9 de Junho. A referência 345 não é produzida na linha desde o dia 15 Março. A referência 885 não é produzida na linha desde o dia 24 Março. A referência 182 e 052 não são produzidas na linha desde o dia 19 e 20 Abril, respetivamente. Evidenciando que muitas das referências alocadas á linha são produzidas em espaços temporais muito distantes. Este tipo de planeamento leva á perda de rotinas e conhecimentos sobre as atividades inerentes á produção destas referências. Dificultando as operadoras a cumprir com os objetivos de produtividade.

Tabela 34- Registo da OEE das várias referências da linha multi 1 na fase inicial e na fase improve

Referência	nov/21	dez/21	jan/21	fev/22	mar/22	abr/22	mai/22	jun/22
848	76,3%	74,0%	72,0%	65,7%	73,2%	84,6%	74,0%	76,7%
849	76,4%	73,0%	69,0%	69,6%	75,6%	83,5%	61,8%	64,4%
200	85,0%	90,3%	70,7%	N.P	N.P	69,0%	67,5%	85,7%

Referência	nov/21	dez/21	jan/21	fev/22	mar/22	abr/22	mai/22	jun/22
344	54,6%	N.P	60,4%	47,0%	90,3%	N.P	N.P	41,4%
345	64,1%	N.P	51,9%	46,0%	73,7%	N.P	N.P	N.P
175	68,4%	71,7%	50,1%	33,8%	53,8%	N.P	42,5%	58,5%
885	N.P	68,1%	75,9%	N.P	79,0%	N.P	N.P	N.P
182	79,9%	50,1%	47,6%	38,4%	56,2%	67,6%	N.P	N.P
052	50,7%	62,0%	N.P	49,3%	67,6%	62,7%	N.P	N.P
026	82,7%	84,9%	81,0%	67,4%	82,4%	85,4%	74,9%	78,8%
974	78,6%	83,5%	81,6%	76,3%	81,8%	89,6%	84,3%	79,9%

Uma das soluções a aplicar na linha Multi 1 no futuro de forma a melhorar a eficiência poderá passar por alterar a estratégia de produção. Uma alternativa que seja capaz de diminuir a quantidade de *set-ups* e produzir lotes maiores, o que por si só, ajuda a equipa a ter maior período de adaptação no ritmo de produção desejado.

3.3.5 Fase Control

Na última fase do ciclo DMAIC, é implementado medidas de controlo das sugestões de melhoria implementadas na fase anterior, de modo a garantir que não exista alterações indevidas nos processos.

3.3.5.1 Standardização das Melhorias Implementadas

Nas referências 121912974 e 121913026 ocorreu mudanças ao nível de distribuição de funções por parte das operadoras. Relativamente às referências 848 e 849 também ocorreu mudanças na distribuição de funções por parte das operadoras. Portanto, foi necessário atualizar as fichas de posto de cada um dos postos associados a estas referências. As fichas de posto podem ser consultadas nos respetivos anexos 7 e 8.

Além das fichas de posto, foi necessário atualizar os documentos *layout* da linha para as referências em causa. Estes documentos podem ser consultados no respetivo anexo 9.

3.3.5.2 Comunicação Interna sobre base com rodas, palete e novas posições

Nas referências 974 e 026, uma das melhorias implementadas foi a colocação da paleta numa nova posição de forma a reduzir as deslocações das operadoras que realizam a função de embalagem e etiquetagem. Para tal, foi requerido ao Departamento de Manutenção a marcação da nova posição da paleta no chão. Para as restantes referências, a posição da paleta continua a ser a que estava estipulada, anteriormente.



Figura 43- Marcação original da posição da paleta na linha



Figura 44- Marcação da posição da paleta para as referências 974 e 026

A deslocação da paleta na linha passará a ser realizada com a ajuda de um carrinho de transporte de paletes. Com o objetivo de diminuir o esforço físico dos operadores no transporte da paleta entre as diferentes posições na linha e ajudar os elementos do Departamento de Logística na carga e descarga de paletes.



Figura 45- Carrinho de transporte da paleta

A efetivação destas alterações foi alcançada com uma comunicação interna sobre a utilização de uma base com rodas para a paleta na linha multi 1. Esta passagem de informação destinou-se à equipa de produção UAP3 e à equipa logística interna. No qual é explicado os motivos da alteração para que todos os elementos que estejam envolvidos no funcionamento da linha tomem conhecimento. O documento da comunicação interna pode ser consultado no anexo 10.

3.3.5.3 Impacto Financeiro

As alterações de valores da OEE das diferentes referências na fase improve resultou, consequentemente, num novo desempenho financeiro da linha Multi 1. Na Tabela 35, é apresentado o valor médio da OEE para todas as referências baseado nos meses de Março, Abril, Maio e Junho.

Tabela 35- Registo médio da OEE para as referências da linha na fase improve

Referência	OEE
848	76%
849	71%
200	72%
344	65%
345	74%

Referência	OEE
175	55%
885	79%
182	61%
052	54%
026	78%
974	82%

A partir destes valores OEE estimou-se o custo da linha para o ano 2022 caso esta eficiência fosse constante ao longo de todo o ano. O cálculo efetuado para determinar o custo é semelhante ao que é apresentado no capítulo (Custos Teóricos VS Custos Reais) e pode ser consultado no respetivo anexo 12.

Para o ano 2022, com base nos valores OEE dos quatro meses da fase improve, a linha Multi 1 teria um custo de 178 519,12€.

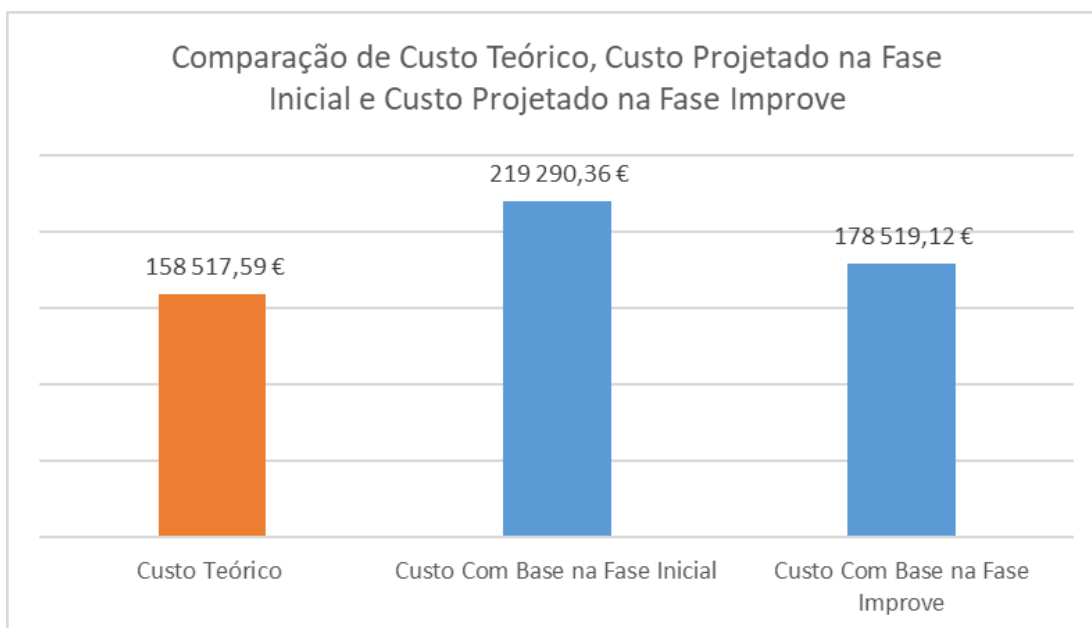


Gráfico 40- Comparação do Custo Teórico, Custo Projetado na Fase Inicial e o Custo Projetado na Fase Improve da Linha Multi 1

Importante realçar que na fase Improve apenas foram trabalhadas quatro referências da linha. Por isso, a melhoria no desempenho financeiro global apresentado no Gráfico 40 não é exclusivo das melhorias executadas na linha. De forma a evidenciar o peso das melhorias implementadas, é apresentado no Gráfico 41 a evolução do desempenho financeiro das referências trabalhadas.

Como apresentado no Gráfico 41, as referências trabalhadas (974, 026, 848 e 849) apresentam um custo teórico de 106 271,39€. Caso as eficiências registadas na fase inicial se mantivessem durante o ano 2022, estas referências apresentariam um custo de 136 330,36€. Caso as eficiências registadas na fase improve se mantivessem ao longo de todo o ano 2022, estas referências apresentariam um custo de 114 317,52€. Ou seja, as melhorias implementadas permitem uma poupança de cerca de 22 000€ por ano. Os cálculos podem ser consultados no anexo 11.

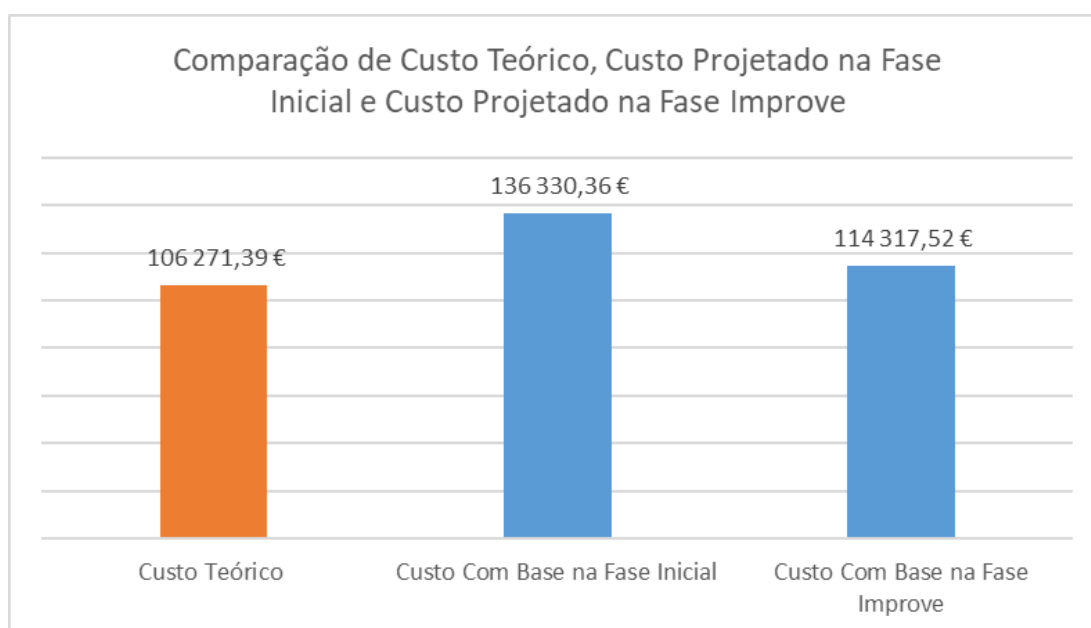


Gráfico 41- Comparação do Custo Teórico, Custo Projetado na Fase Inicial e o Custo Projetado na Fase Improve das referências trabalhadas na Fase Improve

Em conclusão, a linha Multi 1 continua a ter custos de mão de obra superiores ao previsto. Que é justificado pela continuação das baixas eficiências de todas as referências em vigor. Quando é comparado o custo da linha projetado na fase inicial e o custo da linha projetado na fase improve denota-se uma diminuição de custos de cerca de 40 000€ por ano a nível global e de cerca de 22 000€ quando apenas é focado as referências trabalhadas. Superando o objetivo estipulado no project charter que é alcançar uma poupança de 4000€ por ano.

CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

- 4.1 Conclusões
- 4.2 Propostas de trabalhos futuros

4 CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

4.1 Conclusões

O projeto desta dissertação nasceu pela necessidade da organização em melhorar o desempenho de uma das linhas que fazem parte do seu sistema produtivo. Em concreto, a Linha Multirreferências 1 através da melhoria da OEE e da redução de custos através da eliminação de desperdícios. Este tipo de linhas (Linha Multi 1 e Multi 2) foram concebidas com o objetivo de albergar um elevado número de referências de baixo volume de forma a libertar espaço no chão de fábrica.

No início do projeto foi constatado que o indicador velocidade era o maior contribuidor para o histórico de baixos valores OEE. Logo, o foco foi a melhoria deste indicador. Em seguida, determinou-se que as referências 974 e 026 correspondem a 65% da produção da linha e as referências 848 e 849 correspondem a 8% da produção da linha. Com base nestes dados, o desenvolvimento de melhorias foi direcionado para estas quatro referências que correspondem a 73% da produção da linha.

O Diagrama de *Spaghetti* e *Yamazumi* permitiram analisar em pormenor as características de produção das referências em causa. A partir das quais foi possível desenvolver ações de melhoria que geraram os seguintes resultados para as referências 974 e 026:

- Poupança de 9,1 Km em movimentos por ano;
- Aumento do objetivo de produtividade de 480 peças/hora para 486 peças/hora;
- Cumprimento do *Takt Time* (7,4 segundos).

Para as referências 848 e 849 foi possível gerar os seguintes resultados:

- Eliminação de um operador da linha;
- Cumprimento do *Takt Time* inicial (16,7 segundos).

Nas referências 848 e 849 ainda foi proposto um aumento do objetivo de produtividade de 180 peças/hora para 190 peças/hora. Porém este aumento não foi efetivado na linha.

Realçou-se que a cultura organizacional e as políticas de gestão de produção tem impacto na rentabilidade geral das linhas. Variabilidade elevada da equipa, paragens na produção por diferentes motivos e falta de liderança por parte dos responsáveis do

UAP3 são algumas das razões que afetam a eficiência das linhas e a estabilidade necessária para os processos decorrerem sem percalços.

Aquando do início do projeto, a OEE da linha encontrava-se no patamar dos 72% e com a aplicação das melhorias aumentou para os 78%. Em termos financeiros, com base nas eficiências registadas na fase improve foi possível alcançar uma poupança de 22 000€ por ano, em mão de obra, com base nas referências trabalhadas.

4.2 Propostas de trabalhos futuros

A realização do projeto permitiu melhorar, substancialmente, a eficiência da linha. Porém, existe ainda margem para melhorias significativas. O indicador velocidade, que foi o foco de melhoria, continua a apresentar a maior diferença em relação ao valor que é considerado referência mundial quando comparado com os outros indicadores. Portanto, deverá continuar a ser o foco nos futuros planos de melhoria da eficiência da Linha Multi 1.

Em relação às referências, o próximo passo deverá ser na conceção de melhorias naquelas que ainda não sofreram alterações. Segundo o Diagrama de Pareto (Gráfico 11), as referências 885 (8% da produção da linha), 344 e 345 (6% da produção da linha) e 200 (6% da produção da linha) são as mais importantes, após as que foram trabalhadas no projeto.

No decorrer do trabalho constatou-se a existência de alguns problemas ao nível da política de gestão da produção. Variabilidade da equipa na linha foi constante ao longo do estágio o que provocou grandes variações ao nível da produtividade. A fixação de uma equipa poderá ser uma ação a implementar no futuro para estabilizar os operadores e adquirirem o ritmo de produção desejado.

Por último, é sugerido que os responsáveis pela gestão de produção realizem uma análise á estratégia de produção em vigor na Linha Multi 1. A estratégia atual origina um elevado número de *set-ups*, produção de pequenos lotes e o espaço temporal da repetição de produção de algumas referências é muito prolongado. Originando dificuldades por parte dos operadores em cumprir com os objetivos de produtividade. Podendo ser necessário encontrar uma alternativa que seja capaz de diminuir a quantidade de *set-ups* e produzir lotes maiores, o que por si só, ajuda a equipa a ter maior período de adaptação no ritmo de produção desejado.

BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

5 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

- [1] N. Nandakumar, P. G. Saleeshya, and P. Harikumar, "Bottleneck Identification and Process Improvement by Lean Six Sigma DMAIC Methodology," *Mater. Today Proc.*, vol. 24, pp. 1217–1224, 2020, doi: 10.1016/j.matpr.2020.04.436.
- [2] P. Garre, V. V. S. Nikhil Bharadwaj, P. Shiva Shashank, M. Harish, and M. Sai Dheeraj, "Applying lean in aerospace manufacturing," *Mater. Today Proc.*, vol. 4, no. 8, pp. 8439–8446, 2017, doi: 10.1016/j.matpr.2017.07.189.
- [3] V. Raja Sreedharan, R. Raju, R. Rajkanth, and M. Nagaraj, "An empirical assessment of Lean Six Sigma Awareness in manufacturing industries: construct development and validation," *Total Qual. Manag. Bus. Excell.*, vol. 29, no. 5–6, pp. 686–703, 2018, doi: 10.1080/14783363.2016.1230470.
- [4] K. Srinivasan, S. Muthu, S. R. Devadasan, and C. Sugumaran, "Enhancement of sigma level in the manufacturing of furnace nozzle through DMAIC approach of Six Sigma: a case study," *Prod. Plan. Control*, vol. 27, no. 10, pp. 810–822, 2016, doi: 10.1080/09537287.2016.1143130.
- [5] A. Fercoq, S. Lamouri, and V. Carbone, "Lean/Green integration focused on waste reduction techniques," *J. Clean. Prod.*, vol. 137, pp. 567–578, 2016, doi: 10.1016/j.jclepro.2016.07.107.
- [6] R. Ben Ruben, S. Vinodh, and P. Asokan, "Lean Six Sigma with environmental focus: review and framework," *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 94, no. 9–12, pp. 4023–4037, 2018, doi: 10.1007/s00170-017-1148-6.
- [7] I. R. Dănuț-Sorin, C. G. Opran, and G. Lamanna, "Lean 4.0 Dynamic Tools for Polymeric Products Manufacturing in Industry 4.0," *Macromol. Symp.*, vol. 396, no. 1, pp. 3–5, 2021, doi: 10.1002/masy.202000316.
- [8] M. S. Kaswan and R. Rath, "Investigating the enablers associated with implementation of Green Lean Six Sigma in manufacturing sector using Best Worst Method," *Clean Technol. Environ. Policy*, vol. 22, no. 4, pp. 865–876, 2020, doi: 10.1007/s10098-020-01827-w.
- [9] V. Yadav, P. Gahlot, R. Rath, G. Yadav, A. Kumar, and M. S. Kaswan, "Integral measures and framework for green lean six sigma implementation in manufacturing environment," *Int. J. Sustain. Eng.*, vol. 00, no. 00, pp. 1–13, 2021, doi: 10.1080/19397038.2021.1970855.
- [10] E. Jordan, J. Kusar, L. Rihar, and T. Berlec, "Portfolio analysis of a Lean Six Sigma production process," *Cent. Eur. J. Oper. Res.*, vol. 27, no. 3, pp. 797–813, 2019, doi: 10.1007/s10100-019-00613-4.
- [11] J. De Mast and J. Lokkerbol, "An analysis of the Six Sigma DMAIC method from the perspective of problem solving," *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 139, no. 2, pp. 604–614, 2012, doi: 10.1016/j.ijpe.2012.05.035.
- [12] E. Nedeliaková, V. Štefancová, and M. P. Hranický, "Implementation of Six Sigma methodology using DMAIC to achieve processes improvement in railway transport," *Prod. Eng. Arch.*, vol. 23, no. 23, pp. 18–21, 2019, doi: 10.30657/pea.2019.23.03.

- [13] A. Trimarjoko, H. H. Purba, and A. Nindiani, "Consistency of dmaic phases implementation on six sigma method in manufacturing and service industry: A literature review," *Manag. Prod. Eng. Rev.*, vol. 11, no. 4, pp. 34–45, 2020, doi: 10.24425/mper.2020.136118.
- [14] M. H. Sajjad *et al.*, "Waste reduction of polypropylene bag manufacturing process using Six Sigma DMAIC approach: A case study," *Cogent Eng.*, vol. 8, no. 1, 2021, doi: 10.1080/23311916.2021.1896419.
- [15] S. H. Li, C. C. Wu, D. C. Yen, and M. C. Lee, "Improving the efficiency of IT help-desk service by Six Sigma management methodology (DMAIC) - A case study of C company," *Prod. Plan. Control*, vol. 22, no. 7, pp. 612–627, 2011, doi: 10.1080/09537287.2010.503321.
- [16] S. Vinodh, K. R. Arvind, and M. Somanaathan, "Tools and techniques for enabling sustainability through lean initiatives," *Clean Technol. Environ. Policy*, vol. 13, no. 3, pp. 469–479, 2011, doi: 10.1007/s10098-010-0329-x.
- [17] G. L. Hodge, K. Goforth Ross, J. A. Joines, and K. Thoney, "Adapting lean manufacturing principles to the textile industry," *Prod. Plan. Control*, vol. 22, no. 3, pp. 237–247, 2011, doi: 10.1080/09537287.2010.498577.
- [18] A. N. A. Wahab, M. Mukhtar, and R. Sulaiman, "A Conceptual Model of Lean Manufacturing Dimensions," *4TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON ELECTRICAL ENGINEERING AND INFORMATICS (ICEEI 2013)*, vol. 11, no. 4th International Conference on Electrical Engineering and Informatics (ICEEI). pp. 1292–1298, 2013, doi: 10.1016/j.protcy.2013.12.327.
- [19] A. R. Rahani and M. Al-Ashraf, "Production flow analysis through Value Stream Mapping: A lean manufacturing process case study," *Procedia Eng.*, vol. 41, no. Iris, pp. 1727–1734, 2012, doi: 10.1016/j.proeng.2012.07.375.
- [20] A. Palange and P. Dhatrak, "Lean manufacturing a vital tool to enhance productivity in manufacturing," *Mater. Today Proc.*, vol. 46, pp. 729–736, 2021, doi: 10.1016/j.matpr.2020.12.193.
- [21] D. Sabadka, V. Molnar, and G. Fedorko, "THE USE OF LEAN MANUFACTURING TECHNIQUES - SMED ANALYSIS TO OPTIMIZATION OF THE PRODUCTION PROCESS," *Adv. Sci. Technol. J.*, vol. 11, no. 3, pp. 187–195, 2017, doi: 10.12913/22998624/76067.
- [22] A. Deif, "Assessing lean systems using variability mapping," *Procedia CIRP*, vol. 3, no. 1, pp. 2–7, 2012, doi: 10.1016/j.procir.2012.07.002.
- [23] R. Balamurugan, R. Kirubagharan, and C. Ramesh, "Implementation of lean tools and techniques in a connecting rod manufacturing industry," *MATERIALS TODAY-PROCEEDINGS*, vol. 33, no. International Conference on NanoTechnology-Ideas, Innovation and Industries. pp. 3108–3113, 2020, doi: 10.1016/j.matpr.2020.03.702.
- [24] P. Arunagiri and A. Gnanavelbabu, "Identification of High Impact Lean Production Tools in Automobile Industries using Weighted Average Method," *12TH GLOBAL CONGRESS ON MANUFACTURING AND MANAGEMENT (GCMM - 2014)*, vol. 97, no. 12th Global Congress on Manufacturing and Management (GCMM). pp. 2072–2080, 2014, doi: 10.1016/j.proeng.2014.12.450.
- [25] I. Leksic, N. Stefanic, and I. Veza, "The impact of using different lean manufacturing tools on waste reduction," *Adv. Prod. Eng. Manag.*, vol. 15, no. 1, pp. 81–92, 2020, doi: 10.14743/APEM2020.1.351.
- [26] B. Byrne, O. McDermott, and J. Noonan, "Applying Lean Six Sigma Methodology to a Pharmaceutical Manufacturing Facility: A Case Study," *PROCESSES*, vol. 9, no.

- 3, 2021, doi: 10.3390/pr9030550.
- [27] A. Shokri, "Quantitative analysis of Six Sigma, Lean and Lean Six Sigma research publications in last two decades," *Int. J. Qual. Reliab. Manag.*, vol. 34, no. 5, pp. 598–625, 2017, doi: 10.1108/IJQRM-07-2015-0096.
 - [28] E. G. Satolo, L. E. de Souza Hiraga, G. A. Goes, and W. L. Lourenzani, "Lean production in agribusiness organizations: multiple case studies in a developing country," *Int. J. LEAN SIX SIGMA*, vol. 8, no. 3, pp. 335–358, 2017, doi: 10.1108/IJLSS-03-2016-0012.
 - [29] L. B. Message Costa, M. G. Filho, L. D. Fredendall, and F. J. Gomez Paredes, "Lean, six sigma and lean six sigma in the food industry: A systematic literature review," *TRENDS FOOD Sci. Technol.*, vol. 82, pp. 122–133, 2018, doi: 10.1016/j.tifs.2018.10.002.
 - [30] P. Senna, A. Gomes, A. Monteiro, and D. Pinha, "Study on Techniques and Tools Used in Lean Healthcare Implementation: a Literature Review," *Brazilian J. Oper. Prod. Manag.*, vol. 13, no. 4, p. 406, 2016, doi: 10.14488/bjopm.2016.v13.n4.a1.
 - [31] R. Salem, F. Musharavati, A. M. Hamouda, and K. N. Al-Khalifa, "An empirical study on lean awareness and potential for lean implementations in Qatar industries," *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 82, no. 9–12, pp. 1607–1625, 2016, doi: 10.1007/s00170-015-7421-7.
 - [32] A. Chiarini and E. Bracci, "Implementing Lean Six Sigma in healthcare: Issues from Italy," *Public Money Manag.*, vol. 33, no. 5, pp. 361–368, 2013, doi: 10.1080/09540962.2013.817126.
 - [33] J. P. D. Domingues, "Aplicação de ferramentas lean e seis sigma numa indústria de sistemas de fixação," p. 159, 2013.
 - [34] P. Sivaraman, T. Nithyanandhan, S. Lakshminarasimhan, S. Manikandan, and M. Saifudheen, "Productivity enhancement in engine assembly using lean tools and techniques," *Mater. Today Proc.*, vol. 33, pp. 201–207, 2020, doi: 10.1016/j.matpr.2020.04.010.
 - [35] S. Vinodh, S. V. Kumar, and K. E. K. Vimal, "Implementing lean sigma in an Indian rotary switches manufacturing organisation," *Prod. Plan. Control*, vol. 25, no. 4, pp. 288–302, 2014, doi: 10.1080/09537287.2012.684726.
 - [36] A. Panwar, B. P. Nepal, R. Jain, and A. P. S. Rathore, "On the adoption of lean manufacturing principles in process industries," *Prod. Plan. Control*, vol. 26, no. 7, pp. 564–587, 2015, doi: 10.1080/09537287.2014.936532.
 - [37] J. C. Lu and T. Yang, "Implementing lean standard work to solve a low work-in-process buffer problem in a highly automated manufacturing environment," *Int. J. Prod. Res.*, vol. 53, no. 8, pp. 2285–2305, 2015, doi: 10.1080/00207543.2014.937009.
 - [38] S. Nallusamy and V. Saravanan, "Enhancement of overall output in a small scale industry through VSM, line balancing and work standardization," *Int. J. Eng. Res. Africa*, vol. 26, pp. 176–183, 2016, doi: 10.4028/www.scientific.net/JERA.26.176.
 - [39] R. S. Mor, A. Bhardwaj, S. Singh, and A. Sachdeva, "Productivity gains through standardization-of-work in a manufacturing company," *J. Manuf. Technol. Manag.*, vol. 30, no. 6, pp. 899–919, 2019, doi: 10.1108/JMTM-07-2017-0151.
 - [40] A. Realyvásquez-Vargas, F. J. Flor-Moltalvo, J. Blanco-Fernández, J. D. Sandoval-Quintanilla, E. Jiménez-Macías, and J. L. García-Alcaraz, "Implementation of Production Process Standardization—A Case Study of a Publishing Company from the SMEs Sector," *Processes*, vol. 7, no. 10, 2019.

- [41] E. Wolak, C. Jones, J. Leeman, and C. Madigan, "Improving Throughput for Patients Admitted from the Emergency Department: Implementation of a Standardized Report Process," *J. Nurs. Care Qual.*, vol. 35, no. 4, pp. 380–385, 2020, doi: 10.1097/NCQ.0000000000000462.
- [42] P. Arunagiri and A. Gnanavelbabu, "Identification of high impact lean production tools in automobile industries using weighted average method," *Procedia Eng.*, vol. 97, pp. 2072–2080, 2014, doi: 10.1016/j.proeng.2014.12.450.
- [43] A. Dresch, D. R. Veit, P. N. de Lima, D. P. Lacerda, and D. C. Collatto, "Inducing Brazilian manufacturing SMEs productivity with Lean tools," *Int. J. Product. Perform. Manag.*, vol. 68, no. 1, pp. 69–87, 2019, doi: 10.1108/IJPPM-10-2017-0248.
- [44] I. G. Poves-Calderno, J. A. Ramirez-Mendoza, V. H. Nunez-Ponce, and J. C. Alvarez-Merino, "Application of Lean Manufacturing Techniques in a Peruvian Plastic Company," *IEEE Int. Conf. Ind. Eng. Eng. Manag.*, pp. 546–550, 2019, doi: 10.1109/IEEM44572.2019.8978813.
- [45] C. K. Cheah, J. Prakash, and K. S. Ong, "An integrated OEE framework for structured productivity improvement in a semiconductor manufacturing facility," *Int. J. Product. Perform. Manag.*, vol. 69, no. 5, pp. 1081–1105, 2020, doi: 10.1108/IJPPM-04-2019-0176.
- [46] A. Al-Refaie, G. Abbasi, and H. Al-shalaldeh, "Lean and agile practices to improve the performance of filling process via simulation and data envelopment analysis," *SN Appl. Sci.*, vol. 1, no. 9, pp. 1–13, 2019, doi: 10.1007/s42452-019-1199-4.
- [47] D. A. de J. Pacheco and G. D. G. Heidrich, "Revitalising the setup reduction activities in Operations Management," *Prod. Plan. Control*, vol. 0, no. 0, pp. 1–21, 2021, doi: 10.1080/09537287.2021.1964881.
- [48] A. M. H. Pereira, M. R. Silva, M. A. G. Domingues, and J. C. Sá, "Lean six sigma approach to improve the production process in the mould industry: A case study," *Qual. Innov. Prosper.*, vol. 23, no. 3, pp. 103–121, 2019, doi: 10.12776/QIP.V23I3.1334.
- [49] R. Domingo and S. Aguado, "Overall environmental equipment effectiveness as a metric of a lean and green manufacturing system," *Sustain.*, vol. 7, no. 7, pp. 9031–9047, 2015, doi: 10.3390/su7079031.
- [50] R. Kumar Sharma and R. Gopal Sharma, "Integrating six sigma culture and TPM framework to improve manufacturing performance in SMEs," *Qual. Reliab. Eng. Int.*, vol. 30, no. 5, pp. 745–765, 2014, doi: 10.1002/qre.1525.
- [51] D. S. Kansul and G. Karabay, "Increasing the process cycle efficiency of men's trousers assembly line," *Tekst. ve Konfeksiyon*, vol. 29, no. 3, pp. 253–261, 2020, doi: 10.32710/tekstilvekonfeksiyon.498921.
- [52] J. O. R. Gregorio, "A case study of an integrated manufacturing performance measurement and meeting system," *J. Manuf. Technol. Manag.*, vol. 26, no. 4, pp. 515–535, 2015.
- [53] M. M. Maalouf and M. Zaduminska, "A case study of vsm and smed in the food processing industry," *Manag. Prod. Eng. Rev.*, vol. 10, no. 2, pp. 60–68, 2019, doi: 10.24425/mper.2019.129569.
- [54] E. Jiménez, A. Tejeda, M. Pérez, J. Blanco, and E. Martínez, "Applicability of lean production with VSM to the Rioja wine sector," *Int. J. Prod. Res.*, vol. 50, no. 7, pp. 1890–1904, 2012, doi: 10.1080/00207543.2011.561370.
- [55] R. Acero, M. Torralba, R. Pérez-Moya, and J. A. Pozo, "Value stream analysis in

- military logistics: The improvement in order processing procedure," *Appl. Sci.*, vol. 10, no. 1, 2020, doi: 10.3390/app10010106.
- [56] J. Singh and H. Singh, "Application of lean manufacturing in automotive manufacturing unit," *Int. J. Lean Six Sigma*, vol. 11, no. 1, pp. 171–210, 2020, doi: 10.1108/IJLSS-06-2018-0060.
- [57] F. Cavdur, B. Yagmahan, E. Oguzcan, N. Arslan, and N. Sahan, "Lean service system design: a simulation-based VSM case study," *Bus. Process Manag. J.*, vol. 25, no. 7, pp. 1802–1821, 2019, doi: 10.1108/BPMJ-02-2018-0057.
- [58] D. Seth, N. Seth, and P. Dhariwal, "Application of value stream mapping (VSM) for lean and cycle time reduction in complex production environments: a case study," *Prod. Plan. Control*, vol. 28, no. 5, pp. 398–419, 2017, doi: 10.1080/09537287.2017.1300352.
- [59] N. Jamil, H. Gholami, M. Z. M. Saman, D. Streimikiene, S. Sharif, and N. Zakuan, "DMAIC-based approach to sustainable value stream mapping: towards a sustainable manufacturing system," *Econ. Res. Istraz.*, vol. 33, no. 1, pp. 331–360, 2020, doi: 10.1080/1331677X.2020.1715236.
- [60] N. Verma, V. Sharma, and M. A. Badar, "Entropy-Based Lean, Energy and Six Sigma Approach to Achieve Sustainability in Manufacturing System," *Arab. J. Sci. Eng.*, vol. 46, no. 8, pp. 8105–8117, 2021, doi: 10.1007/s13369-021-05826-x.
- [61] J. A. Garza-Reyes, J. Torres Romero, K. Govindan, A. Cherrafi, and U. Ramanathan, "A PDCA-based approach to Environmental Value Stream Mapping (E-VSM)," *J. Clean. Prod.*, vol. 180, pp. 335–348, 2018, doi: 10.1016/j.jclepro.2018.01.121.
- [62] D. Dominguez-Alfaro, I. Mendoza-Muñoz, M. I. Montoya-Reyes, C. R. Navarro-González, S. E. Cruz-Sotelo, and O. Y. Vargas-Bernal, "Ergovsm: A new tool that integrates ergonomics and productivity," *J. Ind. Eng. Manag.*, vol. 14, no. 3, pp. 552–569, 2021, doi: 10.3926/jiem.3507.
- [63] R. Salvador, M. V. Barros, G. E. T. dos Santos, K. G. van Mierlo, C. M. Piekarski, and A. C. de Francisco, "Towards a green and fast production system: Integrating life cycle assessment and value stream mapping for decision making," *Environ. Impact Assess. Rev.*, vol. 87, no. May 2020, p. 106519, 2021, doi: 10.1016/j.eiar.2020.106519.
- [64] S. Alvandi, W. Li, M. Schönemann, S. Kara, and C. Herrmann, "Economic and environmental value stream map (E2VSM) simulation for multi-product manufacturing systems," *Int. J. Sustain. Eng.*, vol. 9, no. 6, pp. 354–362, 2016, doi: 10.1080/19397038.2016.1161095.
- [65] A. Brown, J. Amundson, and F. Badurdeen, "Sustainable value stream mapping (Sus-VSM) in different manufacturing system configurations: Application case studies," *J. Clean. Prod.*, vol. 85, pp. 164–179, 2014, doi: 10.1016/j.jclepro.2014.05.101.
- [66] D. Lorenzon dos Santos, R. Giglio, A. L. Helleno, and L. M. S. Campos, "Environmental aspects in VSM: a study about barriers and drivers," *Prod. Plan. Control*, vol. 30, no. 15, pp. 1239–1249, 2019, doi: 10.1080/09537287.2019.1605627.
- [67] H. Gholami *et al.*, "Social Value Stream Mapping (Socio-VSM): Methodology to Societal Sustainability Visualization and Assessment in the Manufacturing System," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 131638–131648, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2940957.
- [68] G. Carmignani, "Scrap value stream mapping (S-VSM): a new approach to improve the supply scrap management process," *Int. J. Prod. Res.*, vol. 55, no. 12, pp.

- 3559–3576, 2017, doi: 10.1080/00207543.2017.1308574.
- [69] A. Cantini, F. De Carlo, and M. Tucci, “Towards forklift safety in a warehouse: An approach based on the automatic analysis of resource flows,” *Sustain.*, vol. 12, no. 21, pp. 1–17, 2020, doi: 10.3390/su12218949.
 - [70] B. Gladysz, K. Santarek, and C. Lysiak, “Dynamic spaghetti diagrams. A case study of pilot RTLS implementation,” *Adv. Intell. Syst. Comput.*, vol. 637, pp. 238–248, 2018, doi: 10.1007/978-3-319-64465-3_24.
 - [71] F. Frosini *et al.*, “Lean thinking in hospital: Case study at the pathology laboratory,” *IFMBE Proc.*, vol. 45, pp. 613–616, 2015, doi: 10.1007/978-3-319-11128-5_153.
 - [72] B. Luca *et al.*, “Lean approach to improving performance and efficiency in a nuclear medicine department,” *Clin. Transl. Imaging*, vol. 9, no. 2, pp. 129–139, 2021, doi: 10.1007/s40336-021-00418-z.
 - [73] R. Jessome, “Improving patient flow in diagnostic imaging: a case report,” *J. Med. Imaging Radiat. Sci.*, vol. 51, no. 4, pp. 678–688, 2020, doi: 10.1016/j.jmir.2020.08.014.
 - [74] R. Pitapurapu, A. Gupta, K. Maly, and T. Nadeem, “Dead Reckoning with Smartphone Sensors,” vol. 1, pp. 206–217, 2015, doi: 10.1007/978-3-319-19312-0.
 - [75] M. Mahajan, K. B. Chistopher, Harshan, and H. C. Shiva Prasad, “Implementation of lean techniques for sustainable workflow process in Indian motor manufacturing unit,” *Procedia Manuf.*, vol. 35, pp. 1196–1204, 2019, doi: 10.1016/j.promfg.2019.06.077.
 - [76] J. X. Yang, T. D. Hunt, H. H. Ting, D. Henderson, J. Finkelstein, and K. W. Davidson, “Improving Value-Add work and satisfaction in medical residents training: A Resident-Led quality improvement project employing the lean method to improve hospital supply usage,” *Postgrad. Med. J.*, vol. 93, no. 1098, pp. 193–197, 2017, doi: 10.1136/postgradmedj-2016-134163.
 - [77] M. Tanco, J. Santos, J. L. Rodriguez, and J. Reich, “Applying lean techniques to nougat fabrication: A seasonal case study,” *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 68, no. 5–8, pp. 1639–1654, 2013, doi: 10.1007/s00170-013-4960-7.
 - [78] M. M. Alfraih, “Productivity and performance improvement in the medical records department of a hospital An application of Lean Six Sigma,” *Eletronic Libr.*, vol. 34, no. 1, pp. 1–5, 2016.
 - [79] R. S. Rekha, P. Periyasamy, and S. Nallusamy, “An optimized model for reduction of cycle time using value stream mapping in a small scale industry,” *Int. J. Eng. Res. Africa*, vol. 27, pp. 179–189, 2016, doi: 10.4028/www.scientific.net/JERA.27.179.
 - [80] S. C. Skeldon *et al.*, “Lean methodology improves efficiency in outpatient academic uro-oncology clinics,” *Urology*, vol. 83, no. 5, pp. 992–998, 2014, doi: 10.1016/j.urology.2013.11.048.
 - [81] C. O. Chan and H. L. Tay, “Combining lean tools application in kaizen: a field study on the printing industry,” *Int. J. Product. Perform. Manag.*, vol. 67, no. 1, pp. 45–65, 2018, doi: 10.1108/IJPPM-09-2016-0197.
 - [82] F. Yilmaz, F. Demirel, S. Zaim, and S. Sevim, “Assembly line balancing by using axiomatic design principles: An application from cooler manufacturing industry,” *Int. J. Prod. Manag. Eng.*, vol. 8, no. 1, p. 3143, 2020, doi: 10.4995/ijpme.2020.11953.

- [83] G. Czifra, P. Szabó, M. Míkva, and J. Vaňová, "Lean principles application in the automotive industry," *Acta Polytech. Hungarica*, vol. 16, no. 5, pp. 43–62, 2019, doi: 10.12700/APH.16.5.2019.5.3.
- [84] V. G. Cannas, M. Pero, R. Pozzi, and T. Rossi, "Complexity reduction and kaizen events to balance manual assembly lines: an application in the field," *Int. J. Prod. Res.*, vol. 56, no. 11, pp. 3914–3931, 2018, doi: 10.1080/00207543.2018.1427898.
- [85] D. Sabadka, V. Molnar, G. Fedorko, and T. Jachowicz, "Optimization of Production Processes Using the Yamazumi Method," *Adv. Sci. Technol. Res. J.*, vol. 11, no. 4, pp. 175–182, 2017, doi: 10.12913/22998624/80921.
- [86] D. V. Kumar, G. M. Mohan, and K. M. Mohanasundaram, "Lean tool implementation in the garment industry," *Fibres Text. East. Eur.*, vol. 27, no. 2, pp. 19–23, 2019, doi: 10.5604/01.3001.0012.9982.
- [87] P. Sivaraman, T. Nithyanandhan, S. Lakshminarasimhan, S. Manikandan, and M. Saifudheen, "Productivity enhancement in engine assembly using lean tools and techniques," *MATERIALS TODAY-PROCEEDINGS*, vol. 33, no. International Conference on Future Generation Functional Materials and Research (ICFMR). pp. 201–207, 2020, doi: 10.1016/j.matpr.2020.04.010.
- [88] V. Ramakrishnan, J. Jayaprakash, C. Elanchezhian, and B. Vijaya Ramnath, "Implementation of lean manufacturing in Indian SMEs-A case study," *Mater. Today Proc.*, vol. 16, pp. 1244–1250, 2019, doi: 10.1016/j.matpr.2019.05.221.
- [89] K. Salonitis and C. Tsinopoulos, "Drivers and Barriers of Lean Implementation in the Greek Manufacturing Sector," *Procedia CIRP*, vol. 57, pp. 189–194, 2016, doi: 10.1016/j.procir.2016.11.033.
- [90] J. M. Kafuku, "Factors for effective implementation of lean manufacturing practice in selected industries in Tanzania," *Procedia Manuf.*, vol. 33, pp. 351–358, 2019, doi: 10.1016/j.promfg.2019.04.043.
- [91] M. Eswaramoorthi, G. R. Kathiresan, P. S. S. Prasad, and P. V. Mohanram, "A survey on lean practices in Indian machine tool industries," *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 52, no. 9–12, pp. 1091–1101, 2011, doi: 10.1007/s00170-010-2788-Y.
- [92] A. Gupta, P. Sharma, S. C. Malik, N. Agarwal, and P. C. Jha, "Productivity Improvement in the Chassis Preparation Stage of the Amplifier Production Process: A DMAIC Six Sigma Methodology," *Int. J. Reliab. Qual. Saf. Eng.*, vol. 23, no. 6, pp. 1–14, 2016, doi: 10.1142/S021853931640012X.
- [93] W. C. Lucato, M. Vieira, and J. C. Da Silva Santos, "Eco-Six Sigma: Integration of environmental variables into the Six Sigma technique," *Prod. Plan. Control*, vol. 26, no. 8, pp. 605–616, 2015, doi: 10.1080/09537287.2014.949896.
- [94] R. S. Peruchi, P. Rotela Junior, T. G. Brito, A. P. Paiva, P. P. Balestrassi, and L. M. Mendes Araujo, "Integrating Multivariate Statistical Analysis into Six Sigma DMAIC Projects: A Case Study on AISI 52100 Hardened Steel Turning," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 34246–34255, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2973172.
- [95] A. Rahman *et al.*, "A CASE STUDY OF SIX SIGMA DEFINE-MEASURE-ANALYZE-IMPROVE-CONTROL (DMAIC) METHODOLOGY IN GARMENT SECTOR," *Indep. J. Manag. Prod.*, vol. 8, no. 4, pp. 1309–1323, 2017, doi: 10.14807/ijmp.v8i4.650.
- [96] S. K. Gandhi, A. Sachdeva, and A. Gupta, "Reduction of rejection of cylinder blocks in a casting unit: A six sigma DMAIC perspective," *J. Proj. Manag.*, vol. 4, pp. 81–96, 2019, doi: 10.5267/j.jpm.2019.1.002.
- [97] K. T. Yu and R. G. Ueng, "Enhancing teaching effectiveness by using the Six-Sigma

- DMAIC model,” *Assess. Eval. High. Educ.*, vol. 37, no. 8, pp. 949–961, 2012, doi: 10.1080/02602938.2011.592933.
- [98] J. Malek and D. Desai, “Reducing rejection/rework in pressure die casting process by application of dmaic methodology of six sigma,” *Int. J. Qual. Res.*, vol. 9, no. 4, pp. 577–604, 2015.
- [99] A. Ismail, J. A. Ghani, M. N. Ab Rahman, B. M. Deros, and C. H. C. Haron, “Application of Lean Six Sigma Tools for Cycle Time Reduction in Manufacturing: Case Study in Biopharmaceutical Industry,” *Arab. J. Sci. Eng.*, vol. 39, no. 2, pp. 1449–1463, 2014, doi: 10.1007/s13369-013-0678-y.
- [100] T. Stanivuk, T. Gvozdenovic, J. Z. Mikulicic, and V. Lukovac, “Application of Six Sigma Model on Efficient Use of Vehicle Fleet,” *SYMMETRY-BASEL*, vol. 12, no. 5, 2020, doi: 10.3390/sym12050857.
- [101] A. Tenera and L. C. Pinto, “A Lean Six Sigma (LSS) project management improvement model,” *SELECTED PAPERS FROM THE 27TH IPMA (INTERNATIONAL PROJECT MANAGEMENT ASSOCIATION)*, vol. 119, no. 27th World Congress of the International-Project-Management-Association (IPMA). pp. 912–920, 2014, doi: 10.1016/j.sbspro.2014.03.102.
- [102] C. Y. Cheng and P. Y. Chang, “Implementation of the Lean Six Sigma framework in non-profit organisations: A case study,” *Total Qual. Manag. Bus. Excell.*, vol. 23, no. 3–4, pp. 431–447, 2012, doi: 10.1080/14783363.2012.663880.
- [103] S. Deeb, H. B. El Haouzi, A. Aubry, and M. Dassisti, “A generic framework to support the implementation of six sigma approach in SMEs,” *IFAC-PapersOnLine*, vol. 51, no. 11, pp. 921–926, 2018, doi: 10.1016/j.ifacol.2018.08.490.
- [104] M. Do Rosário Cabrita, J. P. Domingues, and J. Requeijo, “Application of lean six-sigma methodology to reducing production costs: Case study of a Portuguese bolts manufacturer,” *Int. J. Manag. Sci. Eng. Manag.*, vol. 11, no. 4, pp. 221–230, 2015, doi: 10.1080/17509653.2015.1094755.
- [105] L. Girmanova, M. Solc, J. Kliment, A. Divokova, and V. Miklos, “APPLICATION OF SIX SIGMA USING DMAIC METHODOLOGY IN THE PROCESS OF PRODUCT QUALITY CONTROL IN METALLURGICAL OPERATION,” *ACTA Technol. Agric.*, vol. 20, no. 4, pp. 104–109, 2017, doi: 10.1515/ata-2017-0020.
- [106] S. Indrawati and M. Ridwansyah, “Manufacturing Continuous Improvement Using Lean Six Sigma: An Iron Ores Industry Case Application,” *Procedia Manuf.*, vol. 4, no. less, pp. 528–534, 2015, doi: 10.1016/j.promfg.2015.11.072.
- [107] V. Swarnakar, A. R. Singh, and A. K. Tiwari, “Evaluating importance of critical success factors in successful implementation of Lean Six Sigma framework,” *AIP Conf. Proc.*, vol. 2148, no. September, 2019, doi: 10.1063/1.5123970.
- [108] O. R. da Silva, A. M. Rosini, A. J. H. Guevara, A. Palmisano, and D. Venanzi, “LEAN SIX SIGMA: MULTIPLE CASE STUDY,” *RISUS-JOURNAL Innov. Sustain.*, vol. 9, no. 1, pp. 74–84, 2018, doi: 10.24212/2179-3565.2018v9i1p74-84.
- [109] P. Alexander, J. Antony, and E. Cudney, “A novel and practical conceptual framework to support Lean Six Sigma deployment in manufacturing SMEs,” *Total Qual. Manag. Bus. Excell.*, vol. 0, no. 0, pp. 1–31, 2021, doi: 10.1080/14783363.2021.1945434.
- [110] I. Alhuraish, C. Robledo, and A. Kobi, “A comparative exploration of lean manufacturing and six sigma in terms of their critical success factors,” *J. Clean. Prod.*, vol. 164, pp. 325–337, 2017, doi: 10.1016/j.jclepro.2017.06.146.
- [111] D. Venanzi, D. L. Faustino, O. R. da Silva, and H. L. Hasegawa, “LEAN SIX SIGMA -

- MULTIPLE CASE STUDY," *Rev. GEINTEC-GESTAO Inov. E Tecnol.*, vol. 7, no. 4, pp. 4059–4073, 2017, doi: 10.7198/geintec.v7.i4.1105.
- [112] F. Gleeson, P. Coughlan, L. Goodman, A. Newell, and V. Hargaden, "Improving manufacturing productivity by combining cognitive engineering and lean-six sigma methods," *52ND CIRP CONFERENCE ON MANUFACTURING SYSTEMS (CMS)*, vol. 81, no. 52nd CIRP Conference on Manufacturing Systems (CMS). pp. 641–646, 2019, doi: 10.1016/j.procir.2019.03.169.
- [113] P. Kumar, M. Singh, and G. S. Phull, "Production lessening analysis of manufacturing unit in India: Lean Six Sigma perspective," *J. Proj. Manag.*, vol. 4, pp. 281–290, 2019, doi: 10.5267/j.jpmp.2019.5.001.
- [114] J. Antony, T. Scheumann, V. Sunder M, E. Cudney, B. Rodgers, and N. P. Grigg, "Using Six Sigma DMAIC for Lean project management in education: a case study in a German kindergarten," *Total Qual. Manag. Bus. Excell.*, vol. 0, no. 0, pp. 1–21, 2021, doi: 10.1080/14783363.2021.1973891.
- [115] D. G. Leite, R. A. Estombelo Montesco, and C. S. Sakuraba, "Increasing a gas distributor net profit through Lean Six Sigma," *Qual. Eng.*, vol. 30, no. 3, pp. 359–370, 2018, doi: 10.1080/08982112.2017.1386787.
- [116] V. Yadav, P. Gahlot, R. Rath, G. Yadav, A. Kumar, and M. S. Kaswan, "Integral measures and framework for green lean six sigma implementation in manufacturing environment," *Int. J. Sustain. Eng.*, doi: 10.1080/19397038.2021.1970855.
- [117] S. Vinodh, S. G. Gautham, and A. Ramiya R., "Implementing lean sigma framework in an Indian automotive valves manufacturing organisation: A case study," *Prod. Plan. Control*, vol. 22, no. 7, pp. 708–722, 2011, doi: 10.1080/09537287.2010.546980.
- [118] T.-A. Tran, K. Luu-Nhan, R. Ghabour, and M. Daroczi, "The use of Lean Six-Sigma tools in the improvement of a manufacturing company - case study," *Prod. Eng. Arch.*, vol. 26, no. 1, pp. 30–35, 2020, doi: 10.30657/pea.2020.26.07.
- [119] A. Nedra, S. Nejib, C. Yassine, and C. Morched, "A new Lean Six Sigma hybrid method based on the combination of PDCA and the DMAIC to improve process performance: Application to clothing SME," *Ind. TEXTILA*, vol. 70, no. 5, pp. 447–456, 2019, doi: 10.35530/IT.070.05.1595.
- [120] J. Kansal and S. Singhal, "Application and validation of DMAIC six sigma tool for enhancing customer satisfaction in a government R & D organization," *Int. J. Qual. Res.*, vol. 11, no. 4, pp. 931–944, 2017, doi: 10.18421/IJQR11.04-13.
- [121] Yadrifil, A. A. Septyanti, and A. M. M. Rus, "Implementation of Lean-DMAIC Method for Reducing Packing defect in a Flour Company," *RECENT PROGRESS ON: MECHANICAL, INFRASTRUCTURE AND INDUSTRIAL ENGINEERING*, vol. 2227, no. 16th International Conference on Quality in Research (QiR) / International Symposium on Advances in Mechanical Engineering (ISAME). 2020, doi: 10.1063/5.0004212.
- [122] J. de S. Pinto, L. A. Schuwarten, G. C. de Oliveira Junior, and O. Novaski, "PROPOSAL THE APPLICATION OF DMAIC TOOLS AND VALUE STREAM MAPPING UNDER THE PERSPECTIVE OF THE LEAN PHILOSOPHY FOR PROCESS IMPROVEMENT: A CASE STUDY," *BRAZILIAN J. Oper. Prod. Manag.*, vol. 14, no. 4, pp. 556–566, 2017, doi: 10.14488/BJOPM.2017.v14.n4.a11.
- [123] D. L. Hardy, S. Kundu, and M. Latif, "Productivity and process performance in a manual trimming cell exploiting Lean Six Sigma (LSS) DMAIC - a case study in laminated panel production," *Int. J. Qual. Reliab. Manag.*, vol. 38, no. 9, pp. 1861–

- 1879, 2021, doi: 10.1108/IJQRM-07-2020-0242.
- [124] B. Byrne, O. McDermott, and J. Noonan, "Applying lean six sigma methodology to a pharmaceutical manufacturing facility: A case study," *Processes*, vol. 9, no. 3, 2021, doi: 10.3390/pr9030550.
- [125] I. Alhuraish, C. Robledo, and A. Kobi, "Assessment of Lean Manufacturing and Six Sigma operation with Decision Making Based on the Analytic Hierarchy Process," *IFAC-PapersOnLine*, vol. 49, no. 12, pp. 59–64, 2016, doi: 10.1016/j.ifacol.2016.07.550.
- [126] M. Alnadi and P. McLaughlin, "Critical success factors of Lean Six Sigma from leaders' perspective," *Int. J. Lean Six Sigma*, no. February, 2021, doi: 10.1108/IJLSS-06-2020-0079.
- [127] W. Timans, J. Antony, K. Ahaus, and R. Van Solingen, "Implementation of Lean Six Sigma in small- and medium-sized manufacturing enterprises in the Netherlands," *J. Oper. Res. Soc.*, vol. 63, no. 3, pp. 339–353, 2012, doi: 10.1057/jors.2011.47.
- [128] R. Stankalla, O. Koval, and F. Chromjakova, "A review of critical success factors for the successful implementation of Lean Six Sigma and Six Sigma in manufacturing small and medium sized enterprises," *Qual. Eng.*, vol. 30, no. 3, pp. 453–468, 2018, doi: 10.1080/08982112.2018.1448933.
- [129] S. M. Gnanaraj, S. R. Devadasan, R. Murugesh, and C. G. Sreenivasa, "Sensitisation of SMEs towards the implementation of Lean Six Sigma-an initialisation in a cylinder frames manufacturing Indian SME," *Prod. Plan. Control*, vol. 23, no. 8, pp. 599–608, 2012, doi: 10.1080/09537287.2011.572091.
- [130] L. Sofia and B. Farinha, "Lean manufacturing-Uma História de Sucesso em Portugal Dissertação de Mestrado," 2015.
- [131] S.-G. Toma and P. Marinescu, "Business excellence models: a comparison," *Proc. Int. Conf. Bus. Excell.*, vol. 12, no. 1, pp. 966–974, 2018, doi: 10.2478/picbe-2018-0086.
- [132] R. Wolniak, "The level of maturity of quality management systems in Poland-Results of empirical research," *Sustain.*, vol. 11, no. 15, pp. 1–17, 2019, doi: 10.3390/su11154239.
- [133] "The Shingo Model - Shingo Institute - Home of the Shingo Prize." <https://shingo.org/shingo-model/> (accessed May 01, 2022).
- [134] S. Kelly and P. Hines, "Discreetly embedding the Shingo principles of enterprise excellence at Abbott Diagnostics manufacturing facility in Longford Ireland," *Total Qual. Manag. Bus. Excell.*, vol. 30, no. 11–12, pp. 1235–1256, 2019, doi: 10.1080/14783363.2017.1363645.
- [135] (2015) Fatma Pakdil Karen Moustafa Leonard, "The effect of organizational culture on implementing and sustaining lean processes," *J. Manuf. Technol. Manag.*, vol. 26, no. 5, pp. 725–743, 2015.
- [136] R. Edgeman, "Routinizing peak performance and impacts via virtuous cycles," *Meas. Bus. Excell.*, vol. 21, no. 3, pp. 261–271, 2017, doi: 10.1108/MBE-03-2017-0003.
- [137] R. Edgeman, "Excellence models as complex management systems: An examination of the Shingo operational excellence model," *Bus. Process Manag. J.*, vol. 24, no. 6, pp. 1321–1338, 2018, doi: 10.1108/BPMJ-02-2018-0049.
- [138] F. Serrador and J. Martins, "Organização e Gestão da Produção Manual Formando," p. 201, 2005, [Online]. Available: <http://www.giagi.pt/data/fileBIB2010115143958.pdf>.

-
- [139] M. P. J. Pepper and T. A. Spedding, "The evolution of lean Six Sigma," *Int. J. Qual. Reliab. Manag.*, vol. 27, no. 2, pp. 138–155, 2010, doi: 10.1108/02656711011014276.
- [140] "Ficosa." <https://www.ficosa.com/company/global-presence/> (accessed Sep. 16, 2022).
- [141] A. Rahman, S. U. C. Shaju, and S. K. Sarkar, "APPLICATION OF SIX SIGMA USING DEFINE MEASURE ANALYZE IMPROVE CONTROL (DMAIC) METHODOLOGY IN GARMENT SECTOR," *Indep. J. Manag. Prod.*, vol. 9, no. 3, pp. 810–826, 2018, doi: 10.14807/ijmp.v9i3.732.

ANEXOS

- 6.1 Anexo 1- Matriz de Priorização
- 6.2 Anexo 2- Calendarização do Projeto
- 6.3 Anexo 3- VSM's
- 6.4 Anexo 4- Diagramas de Spaghetti das referências
- 6.5 Anexo 5- Yamazumis das referências
- 6.6 Anexo 6- Previsões de Vendas, Custos Teóricos e Custos Reais
- 6.7 Anexo 7- Fichas de Posto 974 e 026
- 6.8 Anexo 8- Fichas de Posto 848 e 849
- 6.9 Anexo 9- Layouts 974, 026, 848 e 849
- 6.10 Anexo 10- Comunicação Interna
- 6.11 Anexo 11- Impacto Financeiro das referências trabalhadas (custo teórico, fase inicial e fase improve)
- 6.12 Anexo 12- Impacto Financeiro de todas as referências (fase improve)

6 ANEXOS

6.1 Anexo 1- Matriz de Priorização

			Pontuação de cada Critério						Avaliação global do projeto
			Valor do investimento €	Poupança estimada/Ano €	5	7	9	3	
#	Título do Projeto	Comentário			Probabilidade de sucesso	Impacto no cliente	Poupança estimada	Potencial de transversalização	
1	Melhoria da eficiência (%OEE) da Linha de Montagem de Cabos de porta CT_240.340.01	Melhoria do % OEE	2 000	78 000	3	9	7	3	150
2	Desenvolver sistema semiautomático para inserção do terminal plástico no terminal de Zamak, na Linha de Montagem de Cabos de porta CT_240.340.01	Permite eliminar uma operação não orçamentada.	2 000	17 000	4	7	5	3	123
3	Desenvolver sistema semiautomático para inserção do terminal plástico no terminal de Zamak, na Linha de Montagem de Cabos de porta CT_240.364.01	Permite eliminar uma operação não orçamentada.	2 000	17 000	4	7	5	3	123
4	Produzir lingotes a partir de Gitos da liga ZK5 e aplicá-los nas Linhas de Montagem cuja geometria do terminal de cabo é uma esfera	Redução do desperdício de gitos.	8 000	30 000	3	3	5	3	87
5	Melhoria da produtividade (PHH - Produção/hora/homem) da Linha Montagem CT_240.455.01	Balanceamento da linha; Eliminação desperdícios; melhoria do "Layout".	2 500	22 000	3	3	4	2	78
6	Aplicar pinças duplas na Linha de Montagem de cabos Capots Duplos.	Redução do desperdício no corte elétrico do cabo	3 000	5 250	3	2	4	4	77
7	Melhoria da produtividade (PHH - Produção/hora/homem) da Linha Montagem Multireferências 1_CT_240.452.01	Balanceamento da linha; Eliminação desperdícios; melhoria do "Layout".	3 000	4 000	1	2	4	2	61
8	Melhoria da produtividade (PHH - Produção/hora/homem) da Linha Montagem Multireferências 2_CT_240.461.01	Balanceamento da linha; Eliminação desperdícios; melhoria do "Layout".	1 500	7 500	1	2	4	2	61
9	Implementação de Robots autónomos para recolha de produto final e abastecimento das Linhas da UAP4	Eliminação de atividades sem valor acrescentado	70 000	34 000	3	1	3	4	61
10	Melhoria da produtividade (PHH - Produção/hora/homem) da Linha Montagem BX726.	Balanceamento da linha; Eliminação desperdícios; melhoria do "Layout".	2 000	7 500	2	1	3	5	59
11	Desenvolver um mecanismo de controlo do comprimento final do cabo para o projeto X83	Permite eliminar uma operação não orçamentada.	850	4 050	5	1	2	2	56
12	Implementação de Robots autónomos para transporte de paletes entre edifícios.	Eliminação de atividades sem valor acrescentado. Tecnologia em desenvolvimento	120 000	51 000	2	1	3	2	50

6.2 Anexo 2- Calendarização do Projeto

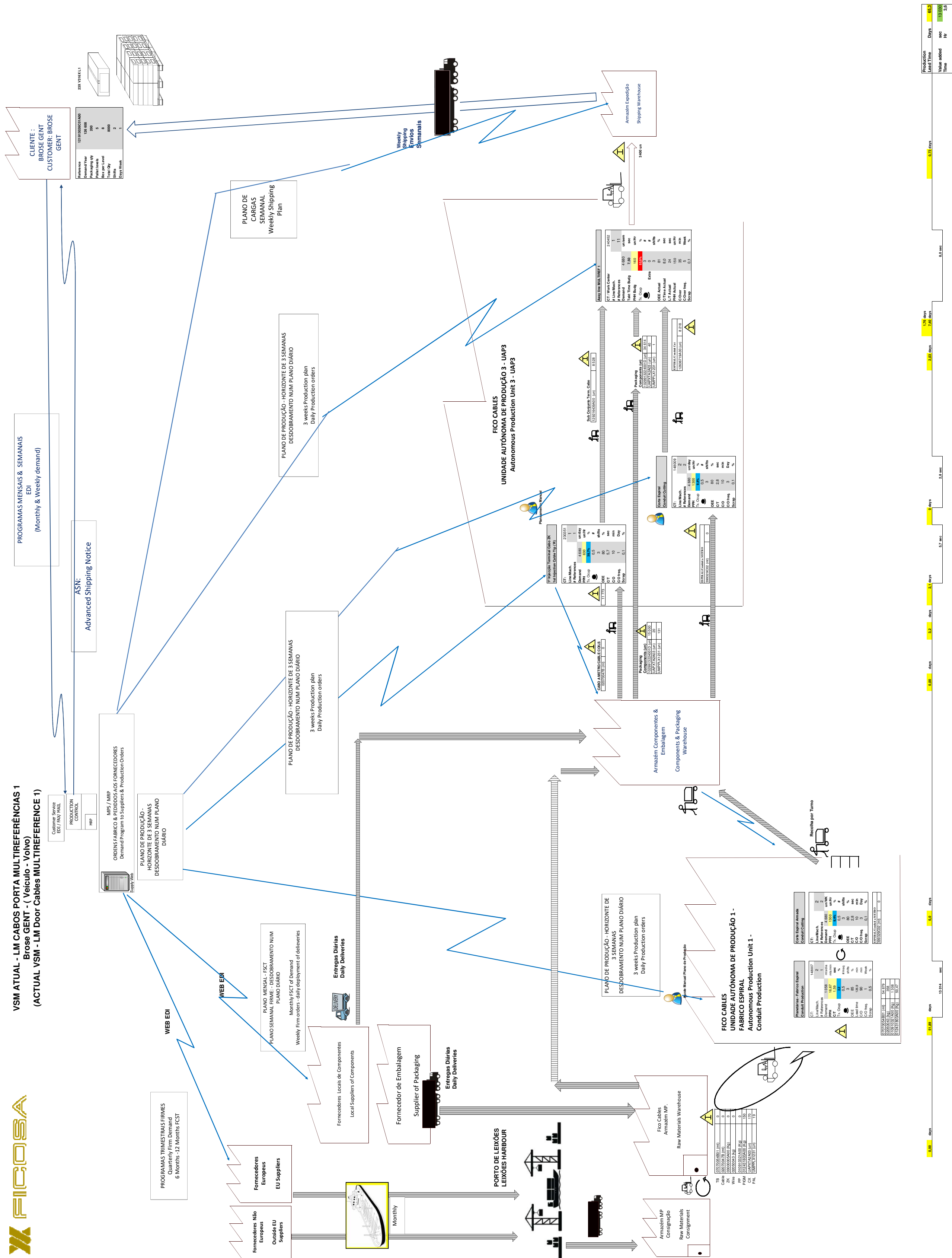
Project Time line

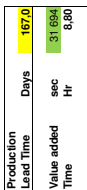
Melhoria da Produtividade da Linha Montagem
Multirreferências 1

Current week			18/out/21	1/nov/21	15/nov/21	29/nov/21	13/dez/21	27/dez/21	10/jan/22	24/jan/22	7/fev/22	21/fev/22	7/mar/22	21/mar/22	4/abr/22	18/abr/22	2/mai/22	16/mai/22	30/mai/22	13/jun/22	27/jun/22	11/jul/22	25/jul/22
DEFINE	1	Create Project Definition	a	a	a	c																	
	1	Team Created	a	a	a	a	c																
	2	Define Defect and Performance Standard		a	a	a	a	a	a	a	a	c											
MEASURE	3	Validate Measurement Systems (OEE)						a	a	a	a	a	c										
	4	Establish Baseline									a	a	c										
	5	Define Performance Objectives										a	c										
ANALYSE	6	Identify Variation Sources										a	a	c									
												a	a	c									
IMPROVE	7	Screen PotentialCauses											a	c									
	8	Establish Operating Tolerances											a	a	a	a	a	a	c				
CONTROL	9	OEE for Improved Process											a	a	a	a	a	a	a	c			
	10	Implement ProcessControls													a	a	a	a	a	c			
	11	Monitor Performance during 3 Months															a	a	a	a	a	a	c

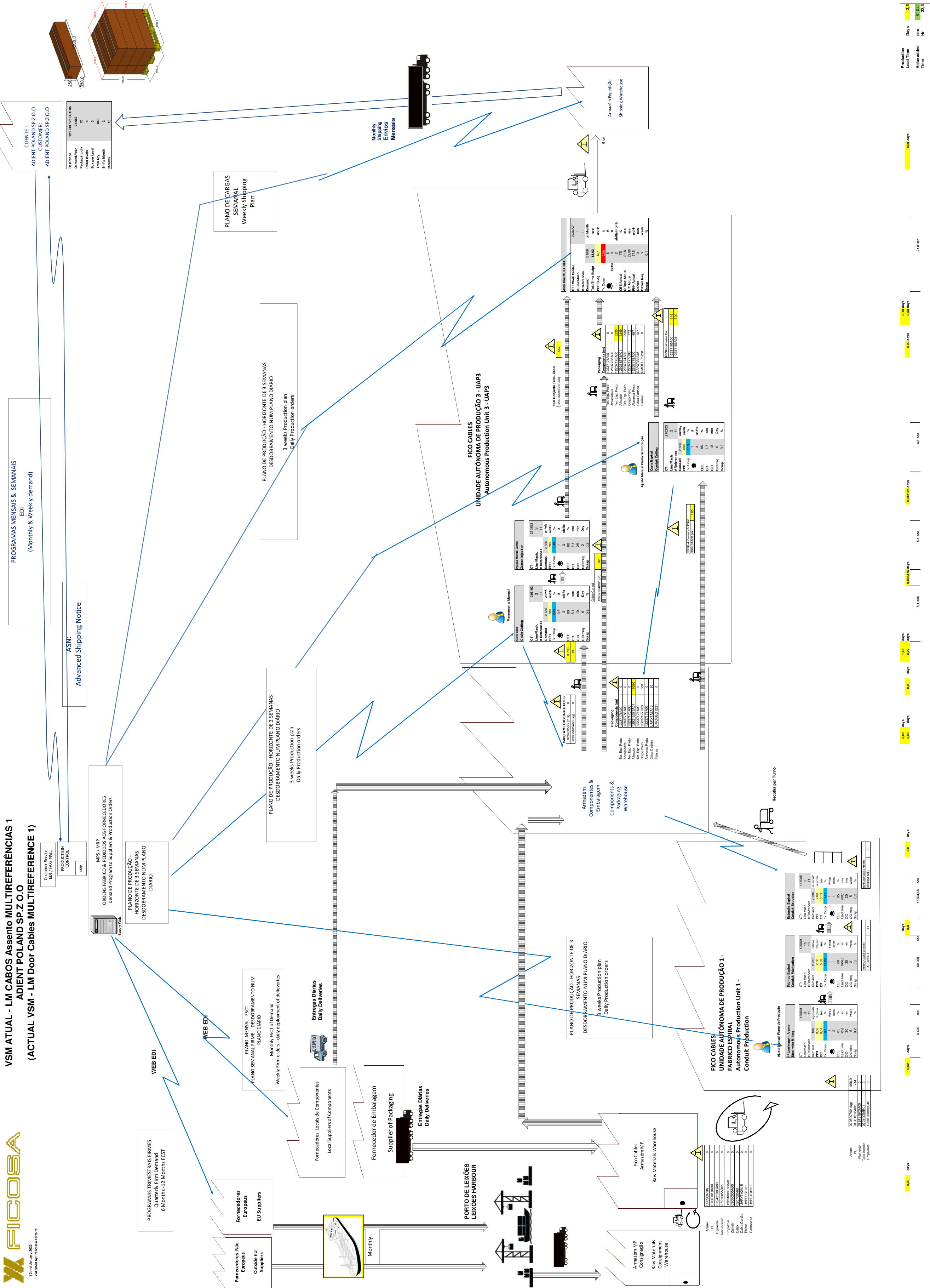
Elapsed time
 Original Estimate a
 Modified/Actual Estimate b
 Completed c

6.3 Anexo 3- VSM's

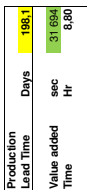


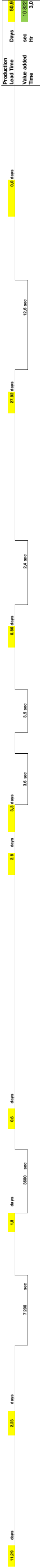


VSM ATUAL - LM CABOS Assento MULTIREFERÊNCIAS 1
ADIENT POLAND SP.Z O.O
(ACTUAL VSM - LM Door Cables MULTIREFERENCE 1)

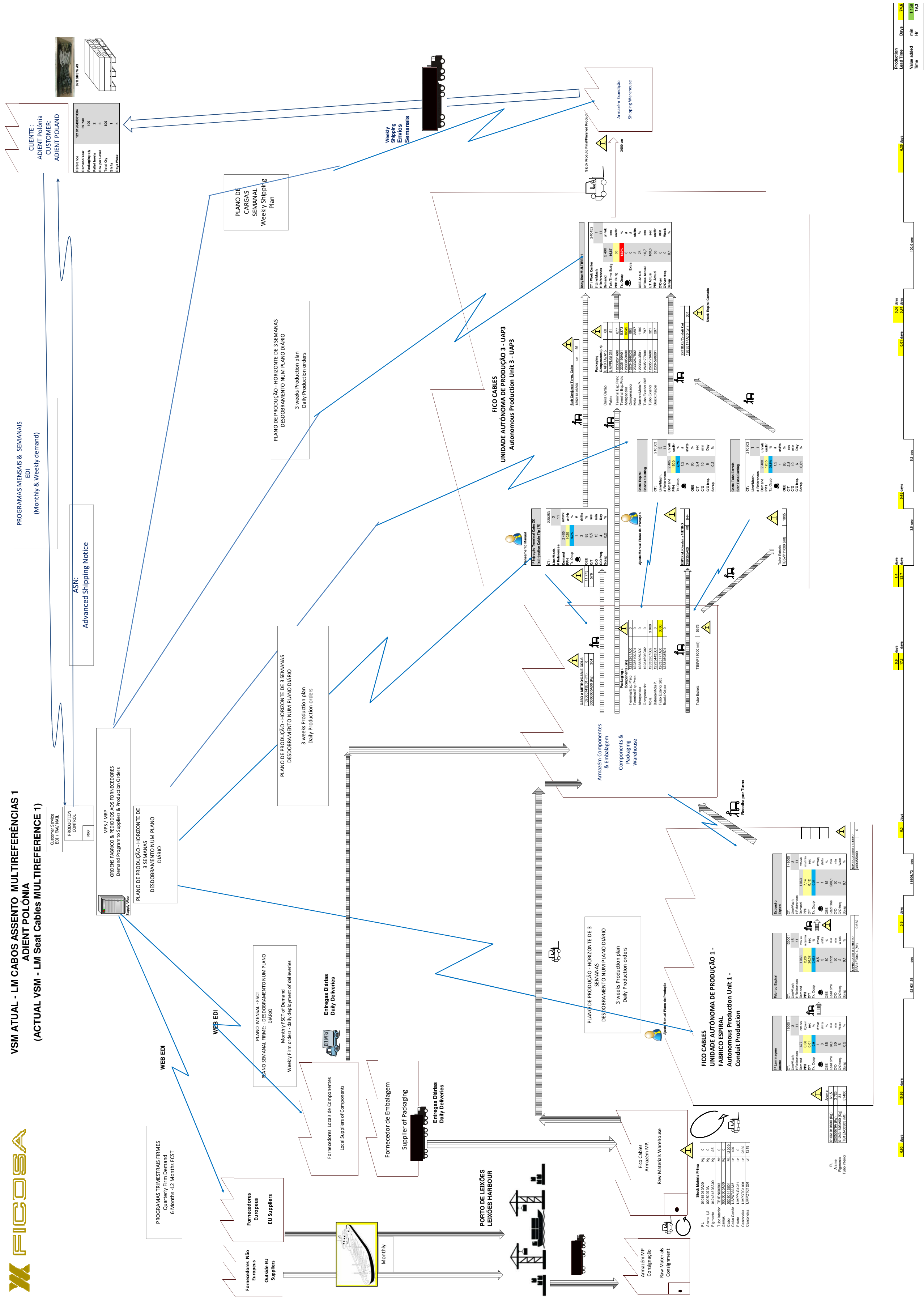


Production	Lead Time	Days	sec
Value added	Time	sec	22.5



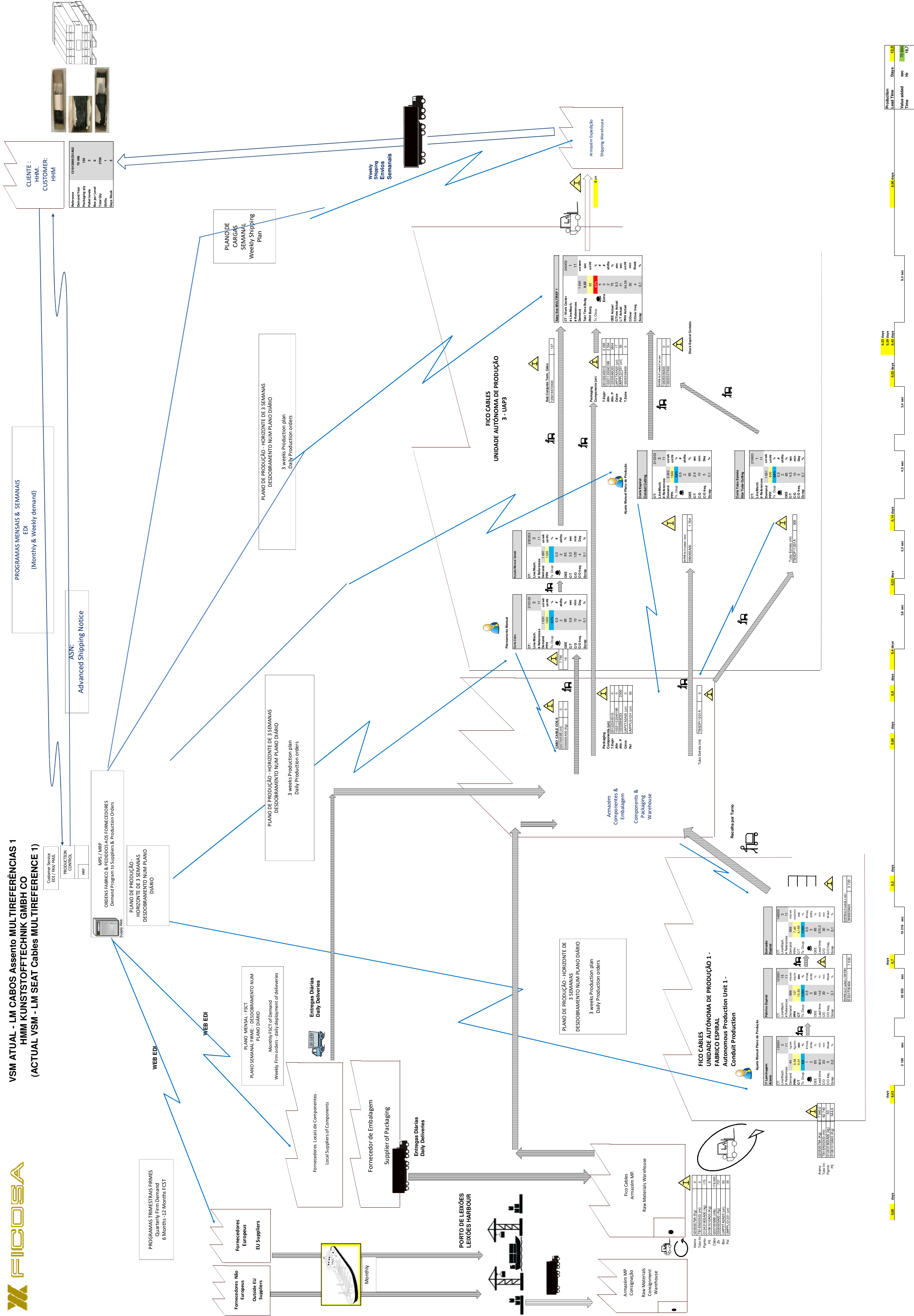








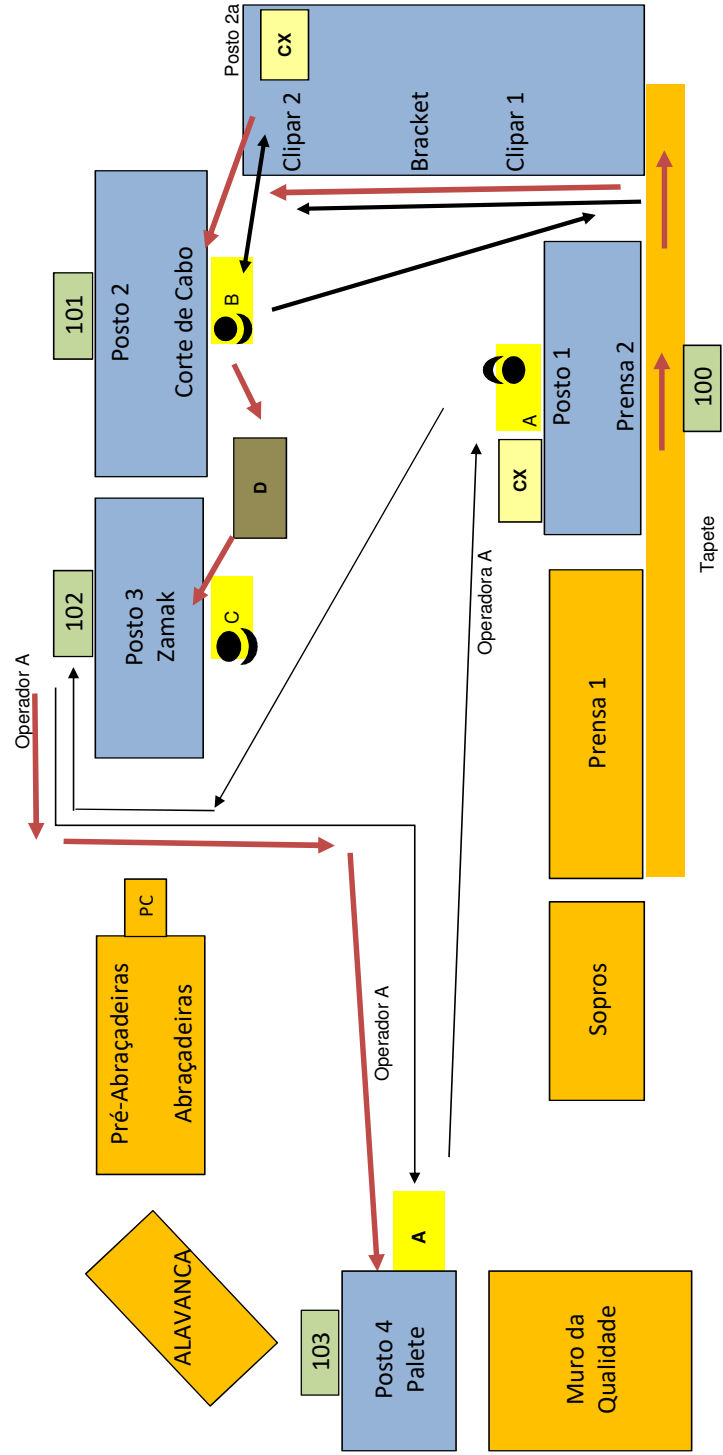
VSM ATUAL - LM CABOS Assento MULTIREFERÊNCIAS 1
HMM KUNSTSTOFFTECHNIK GMBH CO
(ACTUAL VSM - LM SEAT Cables MULTIREFERENCE 1)





6.4 Anexo 4- Diagramas de Spaghetti das referências

OPERATIONS						
#	Description	Operator	Time (sec)			Movement
			MIN	AVG	MAX	
100	Esmilrar/Escarar espiral; Montar e punçonar term. Espiral	A	5,12	5,97	7,16	ASSY mts
	Apanha Mão Direita e esmerla espiral (2 lados)					
	Apanha T.espiral com mão eq. depois com mão direita					
	Coloca espiral no Gabarit.					
	Prensa Terminais de Espiral e extrai					
101	Montar cabo, aparar cabo; termograrvar	B	5,17	5,93	7,57	ASSY
	Enfia cabo no subconjunto T. Espiral					
	Coloca espiral no Gabarit e corta cabo					
	Desloca-se ao tapete Posto 1,					2,6
	retira subconjunto do tapete		1,00			1,94
	Retira sub-conjunto e coloca na caixa.					
	Desloca-se ao posto 2a					2,5
						1,87
	Retira molho de cabo do posto 2a		2,00			1,20
	Regressa ao posto 2					0,90
						sec
						Total 4,71
			T	7,40		
102	Retira da OX, molho subconjunto	C	6,47	7,12	7,79	ASSY
	Coloca na caixa					
	Apanha subconjunto					
	Faz Flor					
	Coloca no Gabrit+Pressiona botão					
	Máquina Inj. Zamak Extrai					
103	Embalagem/Etiquetagem	A		0,46		
	Operador A. desloca-se do Posto 1 ao Posto 3					4,5
	Operador A. desloca-se do Posto 3 ao Posto 4					5,4
	Operador A. desloca-se do Posto 4 ao Posto 1					3
						T sec 9,65
			T	0,94		



NOTA: O processo de embalagem
pode ser feito pelo operador C.
Essa alternativa foi efectuada na ref.
121 912 974 C03A00

Legenda

Fluxo Pessoas

Fluxo Material

Operator

CX

D	Depósito de WIP
---	-----------------

	Total Time	Cycle Time	Operator movements	# Operator
OBSERVATIONS: Possui diferenças de movimentos entre a parte da manhã e tarde. Problema na máquina Zamack-está a partir os terminais ao realizar a injeção. Em análise -indefinido! O problema de qualidade implica a necessidade de um 4º operador para efectuar triagem. Verifica-se o não cumprimento das ordens de embalamento estipulados na ficha de posto.	sec	sec	19,20 mts	3
	21,43	7,40	14,36 sec	



Ref. 121913052C01B02

UAP 3

WORK BALANCE STUDY & SPAGHETTI

Performed by: Manuel Tomé

Date: 20-21 JAN 2022

Model/Customer: Adient Hungary Kft.

Checked by: C.I Manager Francisco Ferreira

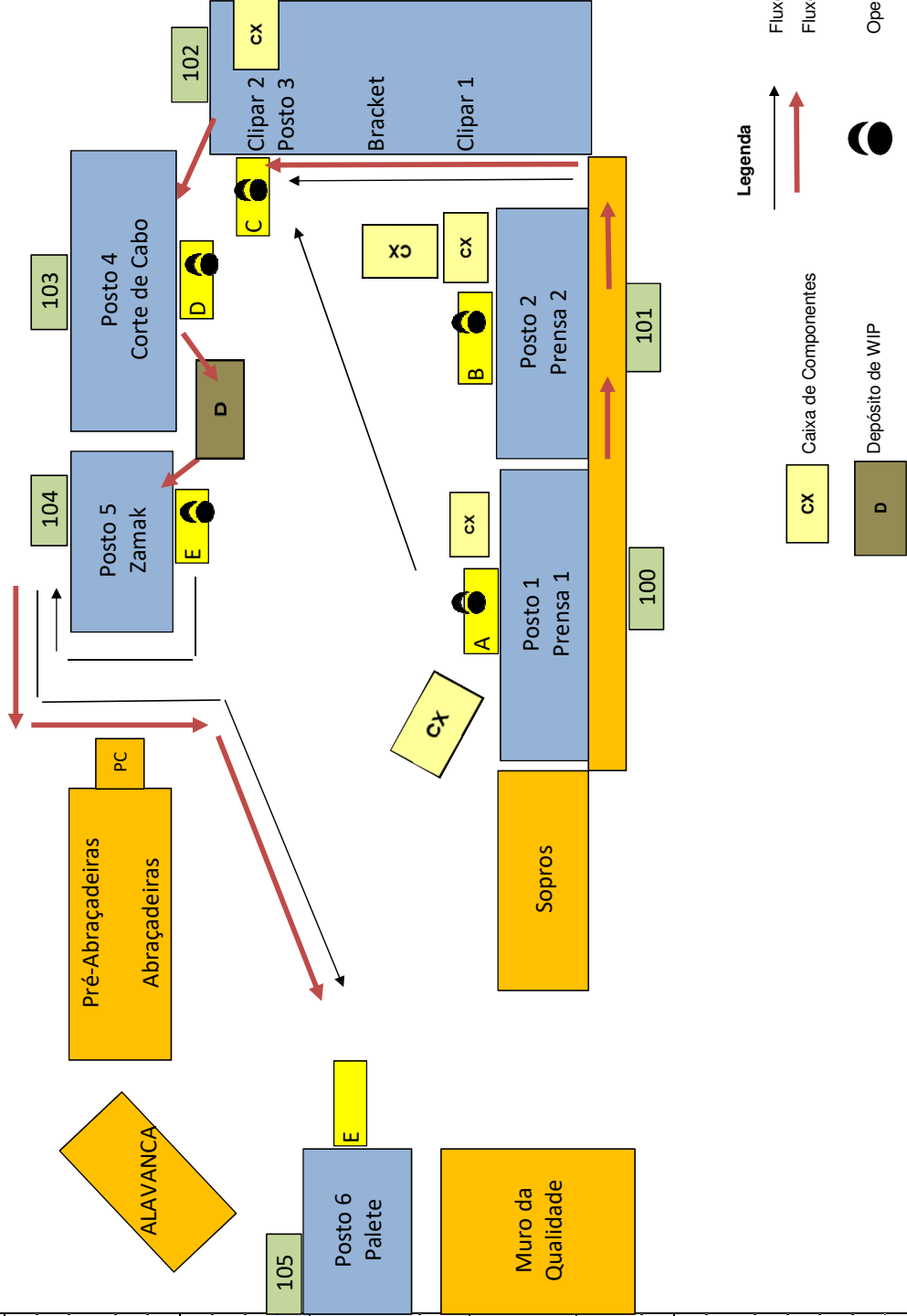
Date: 24/01/2022

Operations	Operator	Time (sec)			Assy	Movements
		MIN	AVG	MAX	ASSY	mts
100 Esmerilar e escarear Espiral Montar e punçonar terminais e introdução de massa (tramo grande)	A	10,27	11,80	13,15		
101 Esmerilar e escarear Espiral; Montar e punçonar terminais de espiral (tramo pequeno)	B	10,05	12,44	13,76	ASSY	
102 Montar mola/terminal de espiral e clipar afinador Desloca-se para apanhar sub conjuntos e regressa	C	6,43	7,55	8,94	ASSY	3
103 Montar cabo na espiral e aparar; termogravar	D	13,16	16,48	19,08	ASSY	
104 Fazer Flor: injetar 2º terminal cabo; Valida comprimento afinador; ensaio á tração; mede cota de saída	E	9,44	9,81	10,95	ASSY	
105 Embalagem	E		0,45			
Operador E, desloca-se do Posto 5 à parte de trás do posto 5			5,00		sec	3,5
Apanha Produto Final						2,62
Operador E, desloca-se do posto 5 ao posto 6						5,4
Regressa ao posto 5					sec	4,04
						5,40
					sec	4,04

OBSERVATIONS

Linha não tem equipa. Só existe uma operadora que é a responsável pela linha e esta encontra-se sucessivamente a dar ordens, formação, organizar os materiais, as tarefas, etc devido ao desconhecimento que as outras operadoras têm da linha. O que diminui significativamente o rendimento da linha.

Neste momento, não existe uma equipa afetada à linha. A sugestão seria construir uma equipa de forma a estarem aptas á linha, terem conhecimento da linha e assim aumentar o rendimento da produção.



Total Time	Cycle Time	Operator movement	# Operators
sec	sec	mt	5
58,54	16,48	17,30	
		12,94	sec



Operations		Operator	Time (sec)			Assy	Movements
			MIN	AVG	MAX	ASSY	mts
100	Esmerilar e escarear Espiral Montar e punçonar terminais e introdução de massa (tramo grande)	A	10,27	11,80	13,15	ASSY	
101	Esmerilar e escarear Espiral; Montar e punçonar terminais de espiral (tramo pequeno)	B	10,05	12,44	13,76	ASSY	
102	Montar mola/terminal de espiral e clipar afinador Desloca-se para apanhar sub.conjuntos no fim do tapete Desloca-se ao posto 3, operação 102	C	6,43	7,55	8,94	ASSY	3.85 2.88 3.00
	Regressa ao Posto 1, operação 100					sec	2.24
103	Montar cabo na espiral e aparar; termografar	D	13,16	16,48	19,08	ASSY	
104	Fazer Flor; injetar 2º terminal cabo; Valida comprimento afinador; ensaio á tração; mede cota de saída	E	9,44	9,81	10,95	ASSY	
105	Embalagem Operador E, desloca-se do Posto 5 à parte de trás do posto 5 Apanha Produto Final Operador E, desloca-se do posto 5 ao posto 6 Regressa ao posto 5	E		0,45		sec sec sec sec	3.50 2.62 5.40 4.04 4.04

OBSERVATIONS				Total Time	Cycle Time	Operator movement	# Operators
				sec	sec	mt	
				58,54	16,48	26,40	5

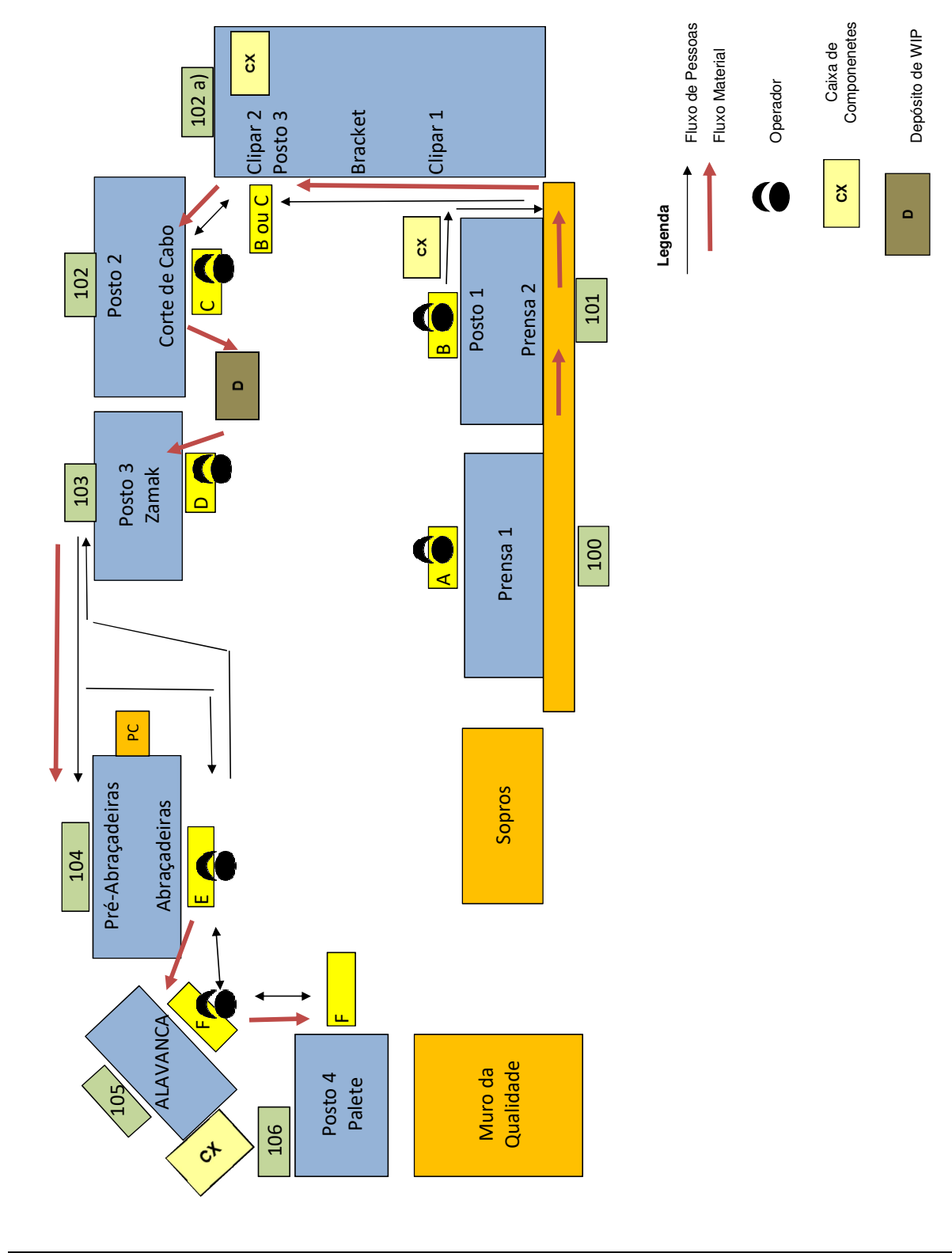
Linha não tem equipa. Só existe uma operadora que é a responsável pela linha e esta encontra-se sucessivamente a dar ordens, formação, organizar os materiais, as tarefas, etc devido ao desconhecimento que as outras operadoras têm da linha. O que diminui significativamente o rendimento da linha.

Neste momento, não existe uma equipa afetada à linha. A sugestão seria construir uma equipa de forma a estarem aptas á linha, terem conhecimento da linha e assim aumentar o rendimento da produção.

WORK BALANCE STUDY & SPAGHETTI

Model/Customer: Adient Poland

Operations		Operator	Time (sec)			Assy	Movements
			MIN	AVG	MAX	ASSY	mt
100	Esmerilar/escarear Espiral	A	11,48	12,19	12,98	ASSY	
	Montar e punçonar terminais de espiran e introdução de massa (tramo grande)						
101	Esmerilar/escarear Espiral	B	6	6,6	7,06	ASSY	
	Montar e punçonar terminais de espiran e introdução de massa (tramo grande)						
102 a	Clipar tramos	B ou C	4,29	4,85	5,84	ASSY	
	Desloca-se para apanhar sub conjuntos no fim do tapete					sec	1,25
	Desloca-se ao posto 3, operação 102 a)						0,935
							3
						sec	2,244
	Regressa ao posto 2						2,9
						sec	2,1692
102	Montar e aparar subconjunto de cabo; Termogravar	C	6	6,537	7,92	ASSY	
	Apanha cabo da caixa do posto 102 a) e leva para posto 102						
							1
						sec	0,748
103	Fazer flor; Lançar abraçadeira; injetar 2º terminal; Ensaio - Medição cota saída: Marca	D	16,24	17,426	18,28	ASSY	
104	Pré preparação das abraçadeiras Posicionar e aparar abraçadeiras Desloca-se às traseiras do posto 5 e vai para as traseiras do posto 6 Regressa ao posto 6, frente (o tempo contempla todas as operações e deslocamentos)	E	20,32	21,808	25,44	ASSY	
							3
						sec	2,244
							2
						sec	1,496
105	Montar alavancas no corpo; Montar corpo no subconjunto de cabo	F	17,05	17,97	19,96	ASSY	
	Desloca-se ao posto 106 e regressa					sec	1,5
							1,122
106	Embalagem/Etiquetagem	F		0,61			
	Regressa ao posto 105 para fazer operação 105					sec	1,5
							1,122



OBSERVATIONS:

A operadora mais experiente, esteve a formar as outras operadoras no início do do turno, porque algumas operadoras nunca tinham trabalhado nesta linha.

Total Time	Cycle Time	Operator Movements	# Operator
sec 88	sec 21,81	16,15 mt 12,08 sec	6

OBSERVATIONS:	Total Time	Cycle Time	Operator Movements	# Operator
	A operadora mais experiente, esteve a formar as outras operadoras no início do turno, porque algumas operadoras nunca tinham trabalhado nesta linha.	sec 88	sec 21,81	16,15 mt 12,08 sec



Model/Customer: Adient Poland		Ref. 121913175C01F05		UAP	WORK BALANCE STUDY & SPAGHETTI		Performed by: Manuel Tomé	Date: 24-25 Jan 2022
				Multi 1			Checked by: C.I Manager Francisco Ferreira	Date: 26/01/2022
Operations		Operator	Time (sec)			Assy	Movements	
#	Description		MIN	AVG	MAX	ASSY	mts	
100	Esmerilar/escarear Espiral	A	11.48	12.19	12.98	ASSY		
	Montar e punçonar terminais de espiran e introdução de massa (tramo grande)					ASSY		
101	Esmerilar/escarear Espiral	B	6	6.6	7.06	ASSY		
	Montar e punçonar terminais de espiran e introdução de massa (tramo grande)							
102 a)	Clipar tramos	B ou C	4.29	4.85	5.84	ASSY		
	Desloca-se para apanhar sub.conjuntos no fim do tapete e regressa ao posto 102 a)					sec	4.488	
102	Montar e aparar subconjunto de cabo; Termogravar	C	6	6.537	7.92	ASSY		
	Apanha cabo da caixa do posto 102 a) e leva para posto 102					sec	0.748	
103	Fazer flor; Lançar abraçadeira; injetar 2º terminal; Ensaio - Medição cota saída; Marca	D	16.24	17.426	18.28	ASSY		
104	Pré preparação das abraçadeiras	E	20.32	21.808	25.44	ASSY		
	Posicionar e aparar abraçadeiras					sec	2.244	
	Desloca-se às traseiras do posto 5 e vai para as traseiras do posto 6					sec	1.496	
	Regressa ao posto 6, frente					sec	2	
	(o tempo contempla todas as operações e deslocamentos)							
105	Montar alavancas no corpo;	F	17.05	17.97	19.96	ASSY		
	Montar corpo no subconjunto de cabo							
	Desloca-se ao posto 106					sec	1.5	
	e regressa					sec	1.122	
106	Embalagem/Etiquetagem	F		0.61				
	Regressa ao posto 105 para fazer operação 105					sec	1.5	
							1.122	

Legend

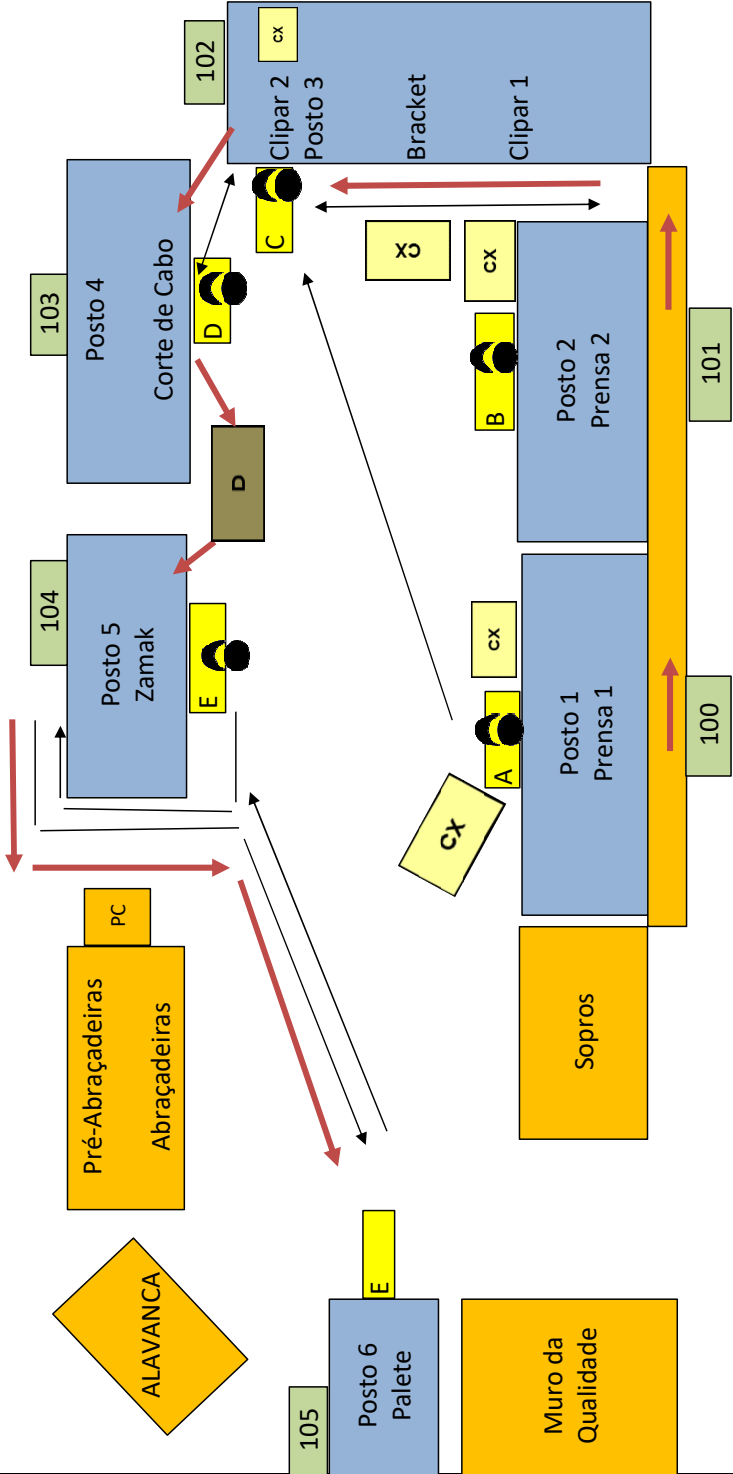
- Fluxo Pessoas
- Fluxo Material
- Operador
- Depósito de WIP
- Caixa de Componentes

OBSERVATIONS:
A operadora mais experiente, esteve a formar as outras operadoras no início do do turno, porque algumas operadoras nunca tinham trabalhado nesta linha.

Operations	Operator	Time (sec)			Assy	Movements
		MIN	AVG	MAX	ASSY	mts
100 Esmerilar e escarear Espiral	A	7,68	8,27	9,21		
Montar e punçonar terminais e introdução de massa (tramo grande)						
Desloca-se para posto 4 e regressa						10
		T	8,644		sec	7,48
101 Esmerilar e escarear Espiral:	B	7,04	8,23	10,24	ASSY	
Montar e punçonar terminais de espiral (tramo pequeno)						
102 Montar mola/terminal de espiral e clipar afinador	C	4,36	5,08	6,48	ASSY	
Preparação do sub-xonjunto antes da operação			6,00			
						3
Desloca-se para apanhar sub.conjuntos e regressa					sec	2,24
		T	11,192			
103 Montar cabo na espiral e aparar; termogravar	D	5,49	6,55	7,53	ASSY	
Desloca-se para apanhar cabo e regressa					sec	1
Preparação do Cabo			2,00			0,748
		T	8,6248			
104 Fazer Flor; injetar 2º terminal cabo;	E	7,13	8,31	9,92	ASSY	
Valida comprimento afinador; ensaio á tração; mede cota de saída						
105 Embalagem	E		0,45			
Operador E, desloca-se do Posto 5 à parte de trás do posto 5						3,5
Apanha Produto Final			0,50		sec	2,62
Operador E, desloca-se do posto 5 ao posto 6					sec	5,4
Regressa ao posto 5					sec	4,04
		T	1,48		sec	4,04

OBSERVATIONS

Colocar na ficha de posto do posto 1 que a operadora deve ajudar o posto 3 (neste momento só ajuda por vontade própria e não por estar definido)

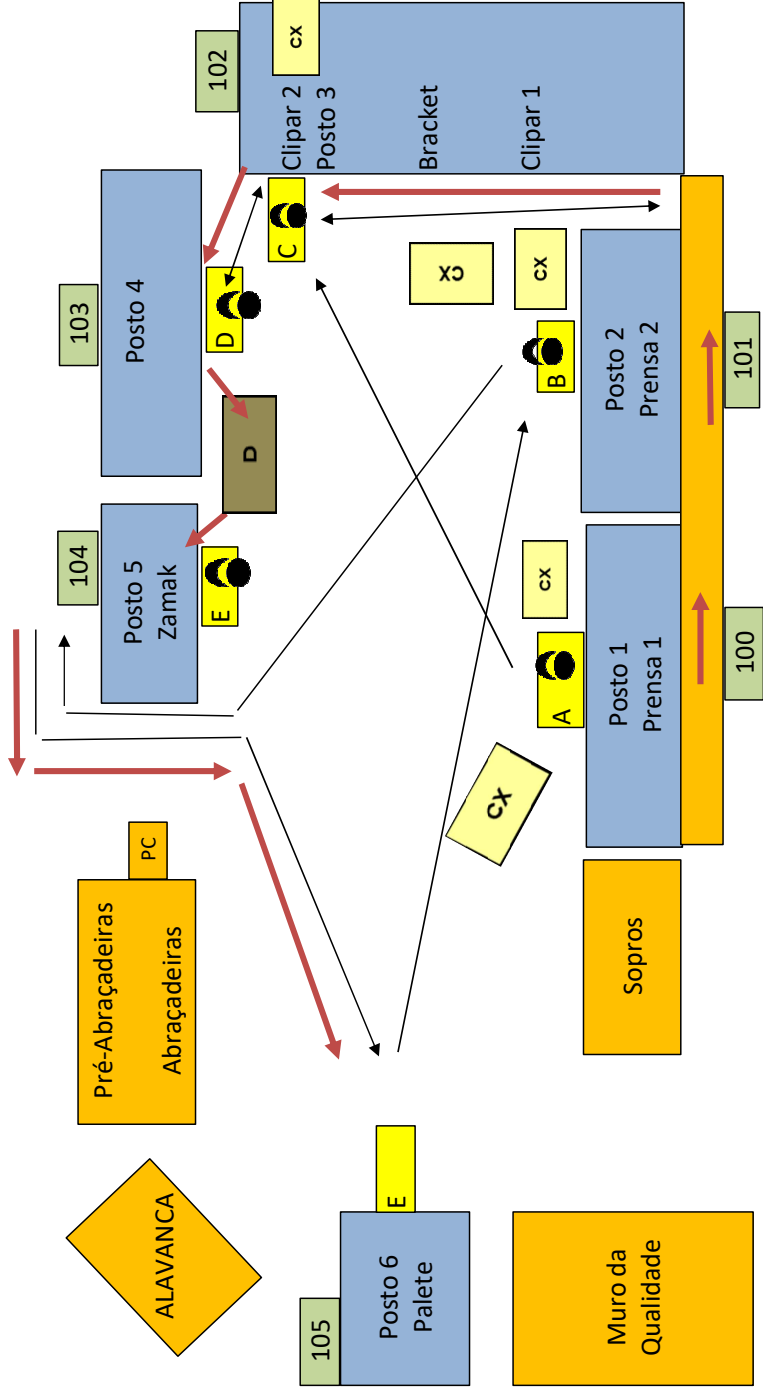


Total Time	Cycle Time	Operator movement	# Operators
sec 46,49	sec 11,19	28,30 mt 24,17 sec	5

Model/Customer: Adient Hungary Kft.

Operations	Operator	Time (sec)			Assy	Movements
		MIN	AVG	MAX	ASSY	mts
100 Esmerilar e escarear Espiral	A	7.68	8.27	9.21		
Montar e punçonar terminais e introdução de massa (tramo grande)						
Desloca-se para posto 4 e regressa						10
	T		8.644		sec	7.48
101 Esmerilar e escarear Espiral:	B	7.04	8.23	10.24	ASSY	
Montar e punçonar terminais de espiral (tramo pequeno)						
102 Montar mola/terminal de espiral e clipar afinador	C	4.36	5.08	6.48	ASSY	
Prepação do sub-vonjunto antes da operação			6.00			
						3
Desloca-se para apanhar sub conjuntos e regressa					sec	2.24
	T		11.1922			
103 Montar cabo na espiral e aparar; termogravar	D	5.49	6.55	7.53	ASSY	
Desloca-se para apanhar cabo e regressa						1
					sec	0.748
Preparação do Cabo			2.00			
	T		8.6248			
104 Fazer Flor; injetar 2º terminal cabo:	E	7.13	8.31	9.92	ASSY	
Valida comprimento afinador; ensaio á tração; mede cota de saída						
105 Embalagem	E		0.45			
Operador B, desloca-se do Posto 2 à parte de trás do posto 5						6.5
Apanha Produto Final			0.50		sec	4.86
Operador B, desloca-se do posto 5 ao posto 6						5.4
					sec	4.04
Regressa ao posto 2					sec	6.50
						4.86
	T		1.64			
OBSERVATIONS						

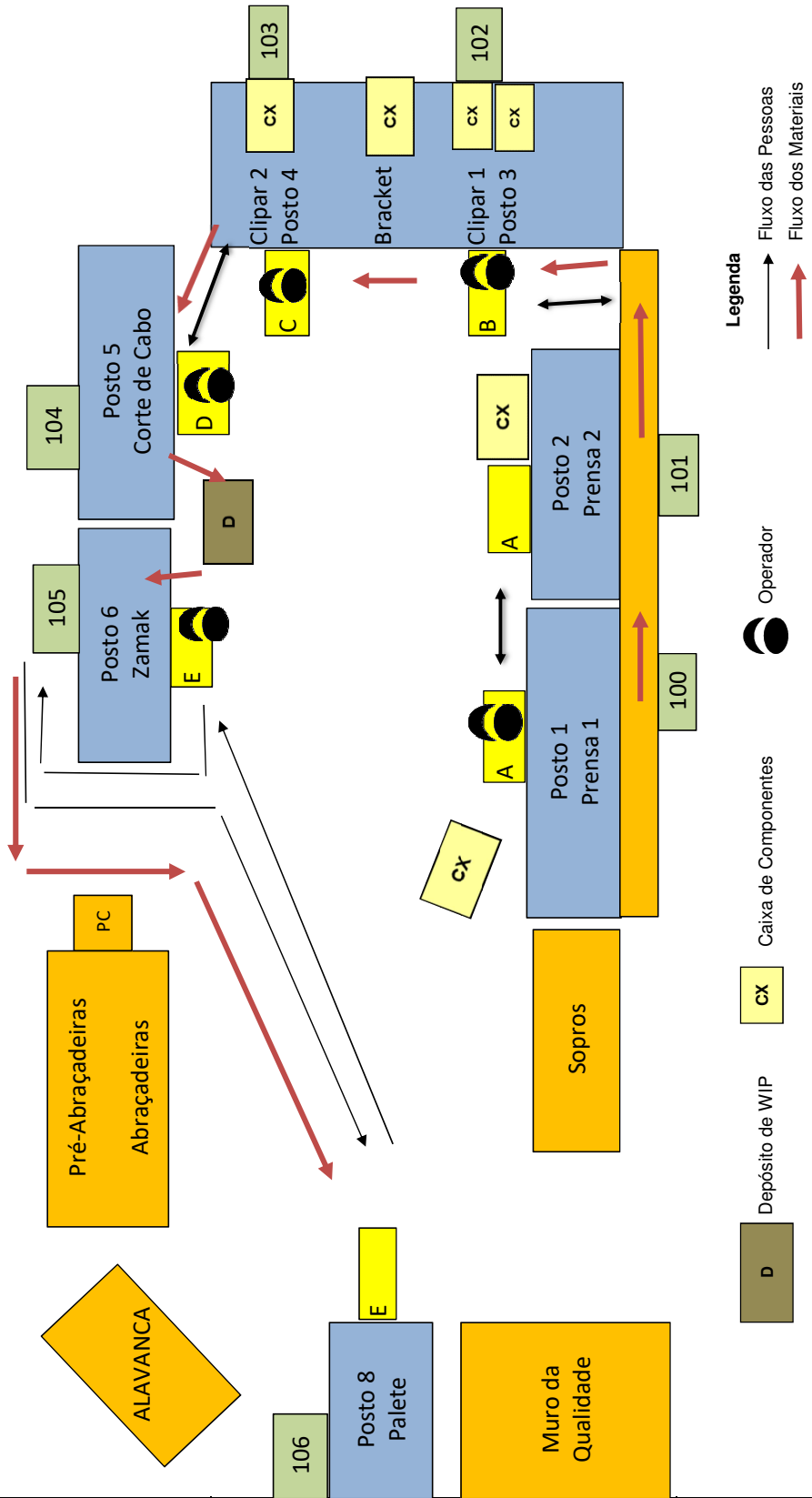
Colocar na ficha de posto do posto 1 que a operadora deve ajudar o posto 3 (neste momento só ajuda por vontade própria e não por estar definido)



Total Time	Cycle Time	Operator movement	# Operators
sec 46,64	sec 11,19	mt 31,40	5
		sec 24,24	

Model/Customer: **Adient Japão**

OPERATIONS		Operator	Time(sec)		Machine	Movements
#	Description		MIN	AVG	MAX	mts
100	Esmerilar/Escarear espiral:	A	9,79	11,81	13,02	
	Montar/Punçonar terminais de espiral- Tramo Grande					
	Desloca-se para posto 2, operação 101					1,5
			Total	11,885		1,122
101	Esmerilar/Escarear espiral:	A	7,05	7,63	9,36	ASSY
	Montar/Punçonar terminal de espiral- Tramo pequeno					
	Regressa posto 1, operação 100					1,5
			Total	7,7048		1,122
102	Clipar mola e batente no compensador	B	7,64	9,37	11,02	ASSY
	Desloca-se para apanhar subconjuntos e regressa					0,5
			Total	9,4448		0,374
103	Montar chapa no compensador + clipar tramo pequeno no compensador	C	7,39	8,6	9,66	ASSY
104	Montar cabo na espiral e aparar, termogravar	D	6,96	8,35	11,7	ASSY
	Desloca-se ao posto 4 para apanhar cabo e regressa					0,5
			Total	8,4248		0,374
105	Fazer Flor e Injetar 2º terminal de zamal: Ensaio tração: mede cota de saída: marcação	E	6,79	8,33	11,99	ASSY
	Desloca-se às traseiras do Posto 6.					1,5
	Apanha cabos, coloca na caixa			1		
	Desloca-se do Posto 6 ao Posto 8					5,2
	Regressa ao posto 6					5,2
			Total	9,4572		8,90
106	Inspeção/Embalagem/Etiquetagem	E		0,64		



OBSERVATIONS: Esta referência encontra-se ainda com muro da qualidade, ocorre antes da embalagem, sendo uma grande fonte de desperdício. O muro está previsto ser eliminado a 04 Dezembro 2021.	Total Time	Cycle Time	Operator movements	# Operator 5
	sec	sec	15,9 mt	
	56,16	11,88	11,89 sec	

Segundo o layout, esta operadora deveria estar alocada a um dos postos de produção. Posto 2.

Falta de peças atrasou o início da produção. Enquanto não chegava as peças, apenas duas operadoras estavam na linha a produzir com a pouca quantidade que tinham naquele momento. Só a partir das 10:40h é que chegou peças á linha e a equipa de 6 elementos reuniu-se a partir desse momento para iniciar a produção no modo normal.

Analisar se é possível retirar a operadora do posto da inspeção de modo a evitar este desperdício pois acaba por ser uma atividade que não acrescenta valor ao produto. Apenas deve ser realizado em caso de requisito por parte do cliente ou quando não existe confiança suficiente na qualidade da linha de produção. Caso não seja possível retirar esta operadora do posto de controlo, o layout deve ser atualizado pois não se encontra conforme o que se evidenciou no terreno.



Ref. 121913344C01B01

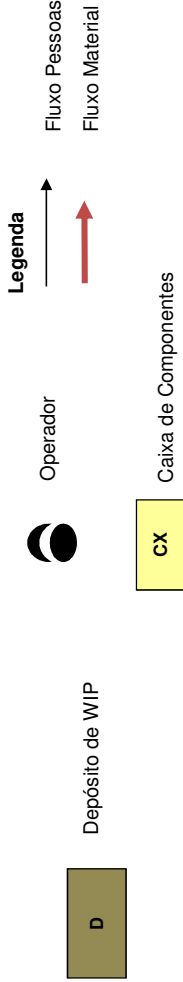
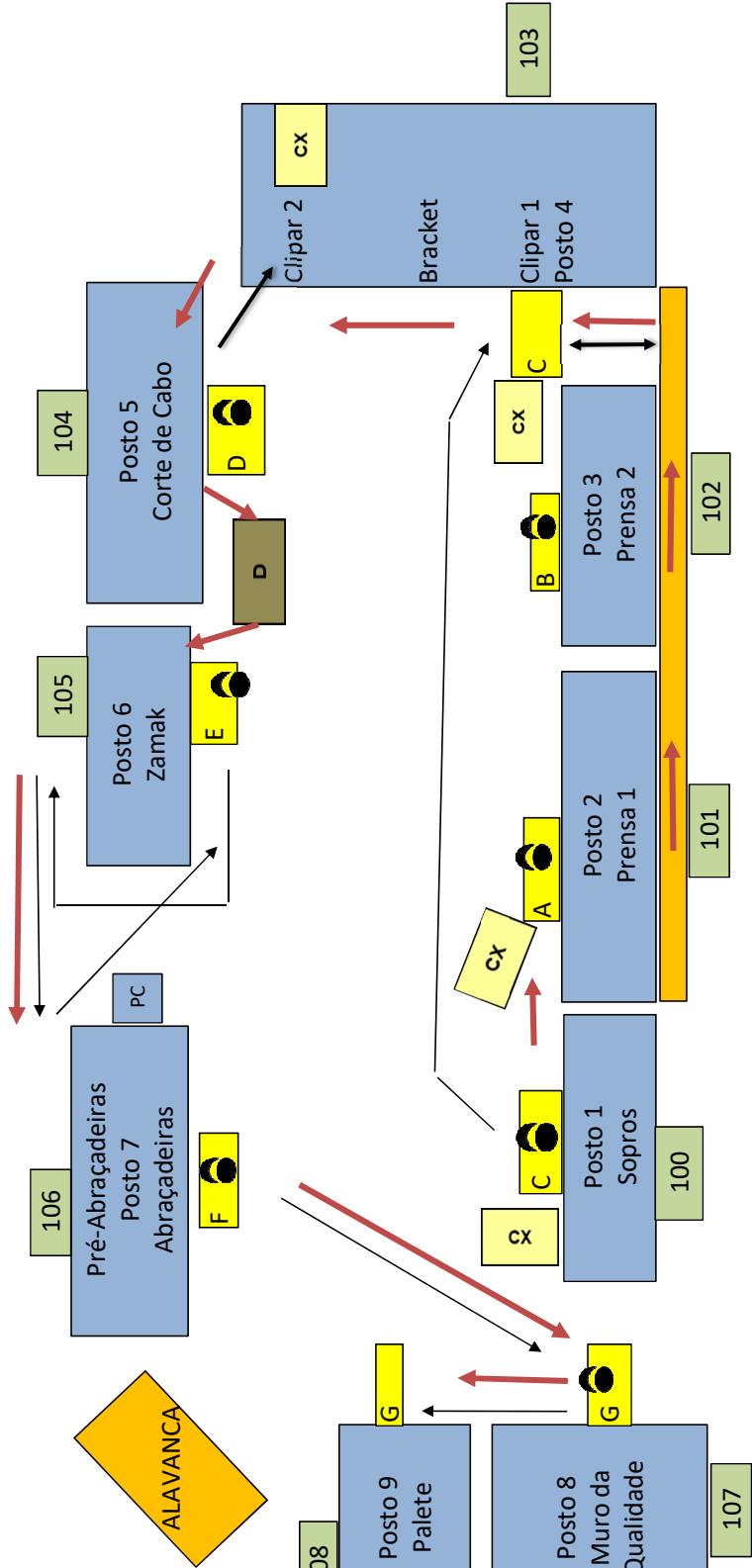
UAP 3
Multi 1

WORK BALANCE STUDY & SPAGHETTI

Performed by: Manuel Tomé Date: 31 Jan - 01 Feb 2022
Check by: C.I. Manager Francisco Ferreira Date: 01/01/2022

Model/Customer: Adient Seating Poland

OPERATIONS		Operator	Time (sec)		Machine	Movements
#	Description		MIN	AVG	MAX	mts
100	Montar tubo estrela na espiral grande	C	3,45	3,86	4,81	
	Desloca-se para posto 4, operação 103					6
						4,49
101	Escarear/Esmerilar espiral	A	10,28	11,69	12,58	
	Montar e punçonar terminais de espiral (tramo grande)					
102	Escarear/Esmerilar espiral; Montar clip;	B	12,03	13,32	14,43	
	Montar e punçonar terminais (tramo pequeno)					
103	Montar mola e clipar afinador	C	8,78	10,05	11,1	
	Desloca-se para apanhar sub-conjuntos e regressa					0,5
						0,374
						6
						4,49
104	Montar cabo e aparar: termogravar espiral	D	8,12	9,16	10,94	
	Desloca-se para apanhar cabo e regressa					1
						0,748
105	Fazer flor: injetar 2º terminal de cabo zamak	E	10,22	10,98	11,69	
	Ensaio: medição: marcação					
	Desloca-se às traseiras do posto 105					1,5
						1,122
	Apanha material nas traseiras do Posto 105			0,5		
	Desloca-se às traseiras do Posto 106					1,5
						1,122
	Prepara subconjuntos com abraçadeira (pré-montagem)			4		
	Regressa posto 6 para fazer operação 105					3
			Total	15,704		2,244
106	Montar abraçadeira, posicionar e aparar;	F	12,79	13,55	14,49	
	Punçonar clip					
	Desloca-se ao posto 8, transportando sub-conjuntos e regressa					7,5
			Total	13,831		5,61
107	Executa a inspeção Operação 107 (OCR em vigor)	G		5		
	Desloca-se ao posto 9					1,5
						1,122
			Total	5,06		
108	Embalagem/Etiquetagem	G		0,64		
	Regressa ao posto 8					1,5
						1,122
			Total	0,6961		



OBSERVAÇÕES

Esta referência tem uma data prevista de eliminação para 31/05/2021.
Esta referência ainda está com muro de qualidade associado por ser uma referência recente. Está estipulado 6 operadoras no layout. Por vezes, devido ao Muro adicional, estão 7 operadoras na linha.
A data de encerramento do QCR É 08/08/2021!!

Início da produção, a operadora responsável pela linha deu instruções e indicações às outras operadoras que desconhecem os procedimentos de vários postos.

Por vezes, a operadora do posto 1 ajuda a operadora do posto 5 a realizar a preparação de inserção de cabo no espiral, antes desta efetuar a operação do posto 5.

A operação 104 não é executada peça a peça, inserem varios cabos no espiral, colocam na bancada e depois colocam no jig para corta cabo.



Ref. 121913345C01B01

UAP 3

WORK BALANCE STUDY & SPAGHETTI

Performed by: Manuel Tomé

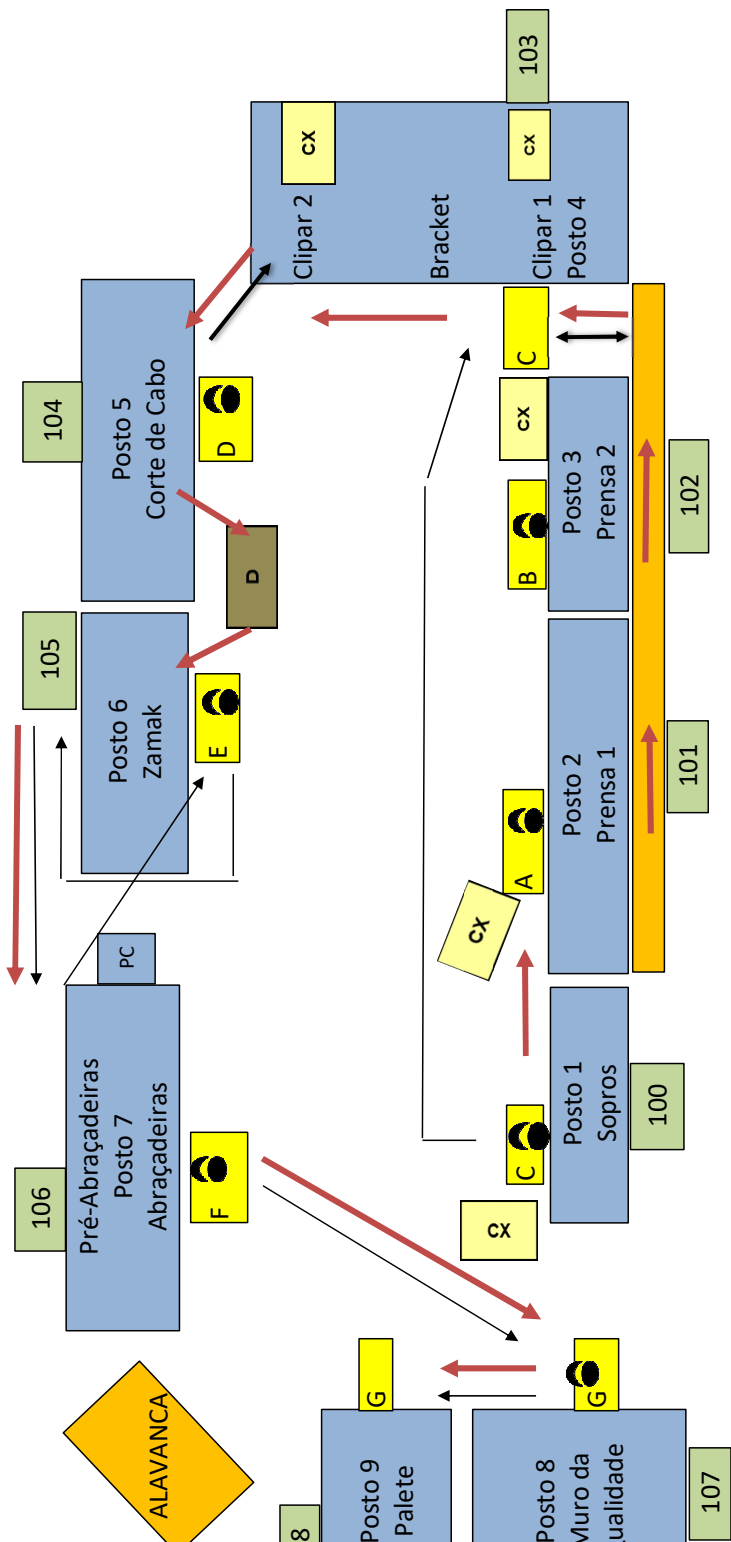
Date: 31 Jan - 01 Feb 2022

Model/Customer: Adient Seating Poland

Check by: C.I. Manager Francisco Ferreira

Date: 01/01/2022

OPERATIONS		Operator	Time (sec)		Machine	Movements
#	Description		MIN	AVG	MAX	mts
100	Montar tubo estrela na espiral grande	C	3.58	4.36	5.42	
	Desloca-se para posto 4, operação 103					6
						4.49
101	Escarear/Esmerilar espiral	A	10.8	11.92	13.05	
	Montar e punçonar terminais de espiral (tramo grande)					
102	Escarear/Esmerilar espiral; Montar clip;	B	11.51	12.52	13.71	
	Montar e punçonar terminais (tramo pequeno)					
103	Montar mola e clipar afinador	C	6.15	7	7.91	
	Desloca-se para apanhar sub-conjuntos e regressa					0.5
						0.374
	Regressa ao posto 1					6
						4.49
104	Montar cabo e aparar; termograrvar espiral	D	6.62	7.45	8.95	
	Desloca-se para apanhar cabo e regressa					1
						0.748
105	Fazer flor; injetar 2º terminal de cabo zamak.	E	9	10.27	11.1	
	Ensaio: medição; marcação					
	Desloca-se às traseiras do posto 105					1.5
						1.122
	Apanha material nas traseiras do Posto 105			0.5		
	Desloca-se às traseiras do Posto 106					1.5
						1.122
	(Não existe pré-preparação)					
	Regressa posto 6 para fazer operação 105					3
						2.244
			Total	10.994		
106	Montar abraçadeira, posicionar e aparar;	F	17.15	19.89	24.51	
	Punçonar clip					
	Desloca-se ao posto 8, transportando sub-conjuntos e regressa					7.5
			Total	20.171		5.61
107	Executa a inspeção Operação 107 (OCR em vigor)	G		5		
	Desloca-se ao posto 9					1.5
						1.122
			Total	5.06		
108	Embalagem/Etiquetagem	G		0.64		
	Regressa ao posto 8					1.5
						1.122
			Total	0.6961		



OBSERVAÇÕES

O muro desta referência tem uma data prevista de eliminação para 31/05/2021. Esta referência ainda está com muro de qualidade associado por ser uma referência recente. Está estipulado 6 operadores no layout. Por vezes, devido ao Muro adicional, estão 7 operadores na linha. A data de encerramento do QCR É 08/08/2021!!

Início da produção, a operadora responsável pela linha deu instruções e indicações às outras operadoras que desconhecem os procedimentos de vários postos.

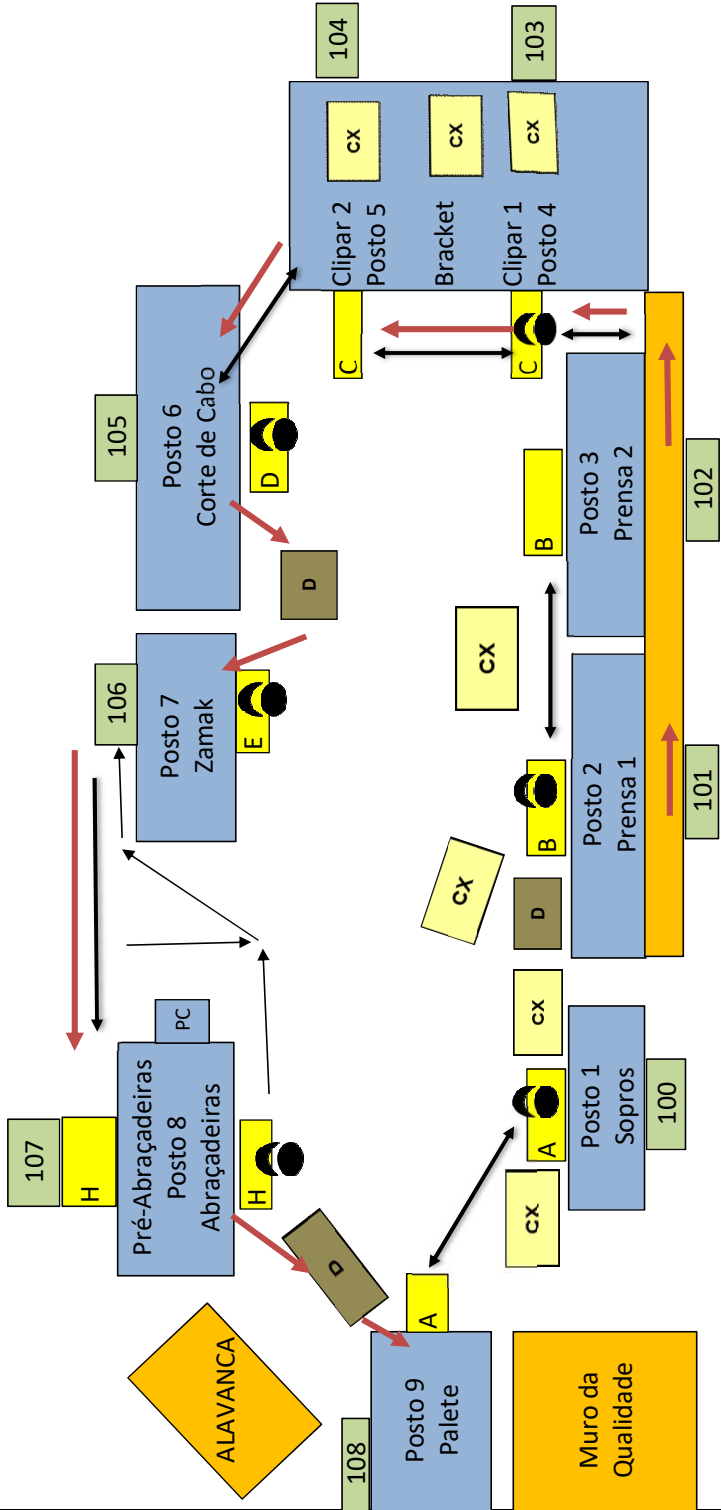
Por vezes, a operadora do posto 1 ajuda a operadora do posto 5 a realizar a preparação de inserção de cabo no espiral, antes desta efetuar a operação do posto 5.

A operação 104 não é executada peça a peça, inserem vários cabos no espiral, colocam na bancada e depois colocam no Jig para corta cabo.

Verificação de acumulação de peças defeituosas no muro da qualidade devido a problemas técnicos (peça de encaixe com tendência a partir).

Total Time	Cycle Time	Operator movements	# Operators
sec 74,05	sec 19,89	mt 27	6

OPERATIONS		Operator	Time (sec)		Machine	Movements
#	Description		MIN	AVG	MAX	<i>mts</i>
100	Montar tubo exterior estrela; Montar tubo esponja (tramo grande)	A	5,06	6,18	7,81	
	Desloca-se ao posto 108 para fazer a embalagem					1,5
						1,12
101	Esmerilar/Esclarear;	B	11,81	14,122	15,82	ASSY
	Montar Tubo Estrela					
	Montar e Punçonar Ter. Espiral - Tramo Grande					
	Desloca-se ao posto 102 para fazer a operação 102					1,5
						1,12
102	Esmerilar/Esclarear;	B	6,09	6,49	6,91	ASSY
	Montar Tubo Estrela					
	Montar e Punçonar Ter. Espiral - Tramo Pequeno					
	Desloca-se ao posto 101 para fazer a operação 101 -> regressa					1,5
						1,12
103	Clipar Mola e batente no compensador	C	8	9,78	11,98	ASSY
	Desloca-se para apanhar subconjuntos					0,25
						sec
	Desloca-se ao posto 104 para fazer operação 104					0,187
						1,2
						sec
104	Montar chapa no compensador	C	9,03	11,239	14,23	ASSY
	Clipar tramo pequeno no compensador					
	Desloca-se ao posto 103 para fazer a operação 103 -> regressa					1,2
						0,90
105	Apanha cabo da caixa do posto 104	D	8,03	10,07	11,98	ASSY
	Montar cabo na espiral e aparar; Termogravar					
106	Fazer Flor; Injetar 2º terminal de cabo zamak;	E	7,42	8,68	10,2	ASSY
	Ensaio á tração;					
	Medição de cota saída- Marcação					
107	Desloca-se às traseiras do posto 106 e vai para posto 107 (traseira) a cada 10 peças (Não há Pré-preparação das abraçadeiras, só colocação na bancada).	H				ASSY
	Desloca-se ao posto 107					sec
						1,5
						1,122
	Montar Abraçadeiras; Posicionar e aparar abraçadeiras		11,42	12,44	14,53	
	Troca de contentor (colocado por debaixo da mesa)			10		
			Total	13,11		
108	Embalagem	A		0,68		
	Desloca-se ao posto 100. regressa para fazer operação 100					1,5
						1,12



Legenda



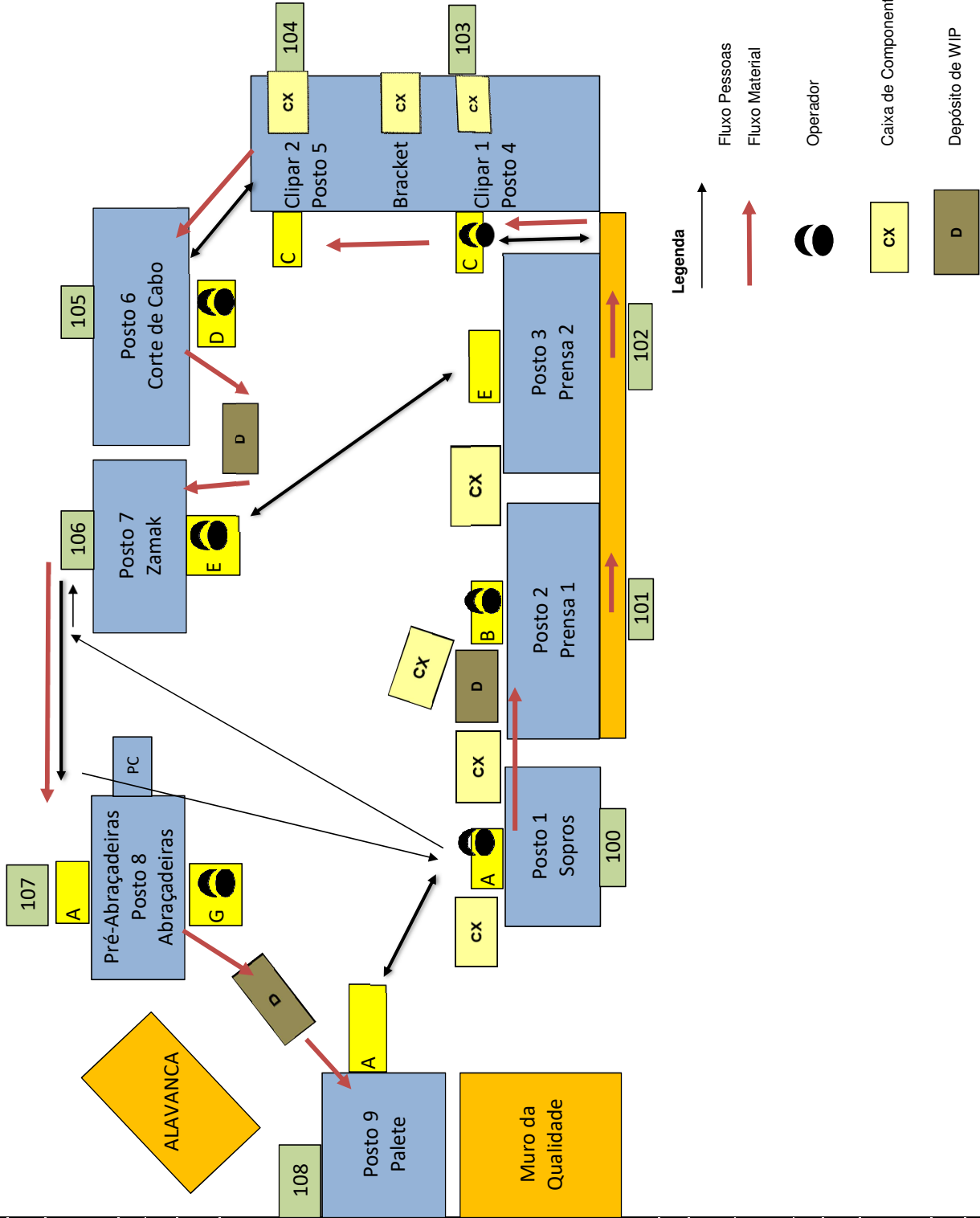
Total Time	Cycle Time	Operator movements	# Operator
sec	sec	mts	
80,35	14,122	9,84	6

OBSERVATIONS: Possui diferenças de movimentos entre a parte da manhã e tarde.

Esta equipa apresenta muita instabilidade nos tempos de ciclo das operações devido á maioria das operadoras ter falta de experiência na multi 1.

Estas observações foram feitas dia 6 Dezembro, na parte da manhã. Ás 11 horas ocorreu mudança de equipa. A equipa que esteve das 9h até ás 11h foi transferida para a linha que pertencia e a equipa habitual voltou á linha. Referenciando a responsável que estas trocas de equipa são decorrentes a meio da produção, o que provoca paragens desnecessárias e grandes quebras de produtividade por se tatar de equipas grandes com 6 elemnetos. O aconselhável seria evitar estas trocas de equipa para evitar quebras de produtividade e por outro lado, evitar integração de equipas na multi1 sem experiêcia, o que provoca também grandes quebras de produtividade.

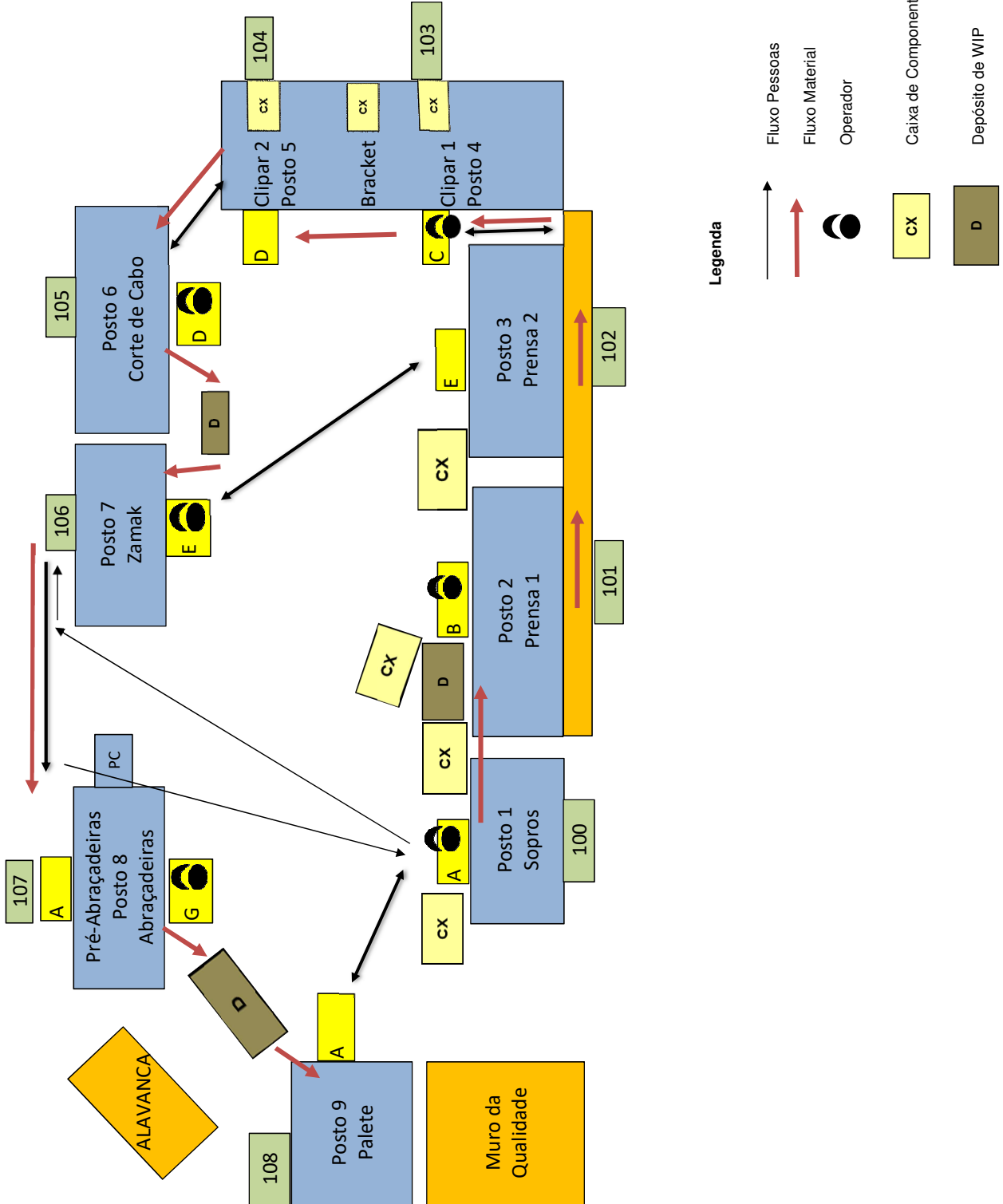
OPERATIONS		Operator	Time (sec)			Machine	Movements
#	Description		MIN	AVG	MAX	ASSY	mts
100	Montar tubo exterior estrela; Montar tubo esponja (tramo grande)	A	5,06	6,18	7,81	ASSY	
	Desloca-se ao posto 9 para fazer a embalagem						1,5
						sec	1,122
101	Esmerilar/Escaear;	B	11,81	14,122	15,82	ASSY	
	Montar Tubo Estrela						
	Montar e Punçonar Ter. Espiral - Tramo Grande						
102	Esmerilar/Escaear;	E	6,09	6,49	6,91	ASSY	
	Montar Tubo Estrela						
	Montar e Punçonar Ter. Espiral - Tramo Pequeno						
	Desloca-se ao posto 102 para fazer a operação 102 e regressa					sec	7,5
							5,61
103	Clipar Mola e batente no compensador	C	8	9,78	11,98	ASSY	
	Desloca-se para apanhar subconjuntos						0,25
	Desloca-se ao posto 104 para fazer operação 104					sec	0,187
						sec	1,2
							0,8976
104	Montar chapa no compensador	C	9,03	11,239	14,23	ASSY	
	Clipar tramo pequeno no compensador						
	Regressa ao posto 103 para fazer a operação 103					sec	1,2
						sec	0,8976
105	Regressa ao posto 105 para fazer operação 105	D	8,03	10,07	11,98	ASSY	
	Apanha cabo da caixa do posto 104 e leva para posto 105					sec	1
	Montar cabo na espiral e aparar; Ternograr						0,748
106	Fazer Flor; Injetar 2º terminal de cabo zamak;	E	7,42	8,68	10,2	ASSY	
	Ensaio á tração;						
	Medição de cota saída- Marcação						
107	Montar Abraçadeiras; Posicionar e aparar abraçadeiras	G	11,42	12,44	14,53	ASSY	
108	Embalagem	A		0,68			
	Regressa do posto 108 para fazer operação 100					sec	1,5
							1,122
	Desloca-se ao posto 106					sec	4,5
	Apanha material e desloca-se ao posto 107						3,366
	Prepara subconjuntos com abraçadeira					sec	1,5
	Regressa posto 100 para fazer operação 100					sec	1,122
						sec	4,5
							3,366



OBSERVATIONS: Possui diferenças de movimentos entre a parte da manhã e tarde.

Esta equipa apresenta muita instabilidade nos tempos de ciclo das operações devido á maioria das operadoras ter falta de experiência na multi 1. Estas observações foram feitas dia 6 Dezembro, na parte da manhã. As 11 horas ocorreu mudança de equipa. A equipa que esteve das 9h até ás 11h foi transferida para a linha que pertencia e a equipa habitual voltou á linha. Referenciando a responsável que estas trocas de equipa são decorrentes a meio da produção, o que provoca paragens desnecessárias e grandes quebras de produtividade por se tatar de equipas grandes com 6 elemnetos. O aconselhável seria evitar estas trocas de equipa para evitar quebras de produtividade e por outro lado, evitar integração de equipas na multi1 sem experiêcia, o que provoca também grandes quebras de produtividade.

OPERATIONS		Operator	Time (sec)			Machine	Movements
#	Description		MIN	AVG	MAX	ASSY	mts
100	Montar tubo exterior estrela; Montar tubo esponja (tramo grande)	A	5,06	6,18	7,81	ASSY	
101	Esmerilar/Escarear; Montar Tubo Estrela	B	11,81	14,122	15,82	ASSY	
102	Esmerilar/Escarear; Montar Tubo Estrela	E	6,09	6,49	6,91	ASSY	
	Montar e Punçonar Ter. Espiral - Tramo Grande						
							7,5
						sec	5,61
103	Clipar Mola e batente no compensador	C	8	9,78	11,98	ASSY	
	Desloca-se para apanhar subconjuntos						0,25
						sec	0,187
104	Montar chapa no compensador	D	9,03	11,239	14,23	ASSY	
	Clipar tramo pequeno no compensador						
	Desloca-se ao posto 6 para fazer a operação 105					sec	1
							0,748
105	Apanha cabo da caixa do posto 104 e leva para posto 105	D	8,03	10,07	11,98	ASSY	
	Montar cabo na espiral e aparar; Termograr						
	Regressa ao posto 5 para fazer operação 104						1
						sec	0,748
106	Fazer Flor; Injetar 2º terminal de cabo zamak;	E	7,42	8,68	10,2	ASSY	
	Ensaio à tração;						
	Medição de cota saída- Marcação						
107	Montar Abraçadeiras; Posicionar e aparar abraçadeiras (Há pré-preparação)	G	11,42	12,44	14,53	ASSY	
	Troca de contentor (colocado por debaixo da mesa)		Total	12,773			
108	Embalagem, molhos de 10 cruzados	A	0,68				
	Desloca-se ao posto 9 para fazer a embalagem						2
						sec	1,496
	Desloca-se ao posto 7						5,2
						sec	3,8896
	Apanha material nas traseiras do Posto 7		0,5				
	Desloca-se ao posto 8					sec	1,5
							1,122
	Prepara subconjuntos com abraçadeira		4				
	Regressa posto 100 para fazer operação 100					sec	4,5
			Total	5,6737			3,366



Esta equipa apresenta muita instabilidade nos tempos de ciclo das operações devido á maioria das operadoras ter falta de experiência na multi 1.

Estas observações foram feitas dia 6 Dezembro, na parte da manhã. Ás 11 horas ocorreu mudança de equipa. A equipa que esteve das 9h até às 11h foi transferida para a linha que pertencia e a equipa habitual voltou á linha. Referenciando a responsável que estas trocas de equipa são decorrentes a meio da produção, o que provoca paragens desnecessárias e grandes quebras de produtividade por se tatar de equipas grandes com 6 elemnetos. O aconselhável seria evitar estas trocas de equipa para evitar quebras de produtividade e por outro lado, evitar integração de equipas na multi1 sem experiêcia, o que provoca também grandes quebras de produtividade.

OPERATIONS				Operator	Time (sec)			Machine	Movements	
#	Description		MIN	AVG	MAX			ASSY	mts	
100	Montar tubo exterior estrela; Montar tubo esponja (tramo grande)	B	5,06	6,18	7,81			ASSY		
	Desloca-se ao posto 101 para fazer a operação 101.							sec	1,5	
101	Esmerilar/Esclarear; Montar Tubo Estrela	B	11,81	14,122	15,82			ASSY		
	Montar e Punçonar Ter. Espiral - Tramo Grande									
	Regressa ao posto 100 para fazer a operação 100							sec	1,5	
								sec	1,122	
102	Esmerilar/Esclarear; Montar Tubo Estrela	C	6,09	6,49	6,91			ASSY		
	Montar e Punçonar Ter. Espiral - Tramo Pequeno									
	Desloca-se para apanhar subconjuntos								0,5	
								sec	0,374	
	Desloca-se ao posto 103 para fazer a operação 103								0,25	
103	Clipar Mola e batente no compensador	C	8	9,78	11,98			ASSY		
	Regressa ao posto 102 para fazer operação 102							sec	0,5	
								sec	0,374	
104	Montar chapa no compensador	D	9,03	11,239	14,23			ASSY		
	Clipar tramo pequeno no compensador									
	Desloca-se ao posto 105 para fazer a operação 105							sec	0,5	
105	Apanha cabo da caixa do posto 104	D	8,03	10,07	11,98			ASSY		
	Montar cabo na espiral e aparar; Termogravar									
	Regressa ao posto 104 para fazer operação 104								0,5	
								sec	0,374	
106	Fazer Flor; Injetar 2º terminal de cabo zamak;	E	7,42	8,68	10,2			ASSY		
	Ensaio á tração;									
	Medição de cota saída- Marcação									
	Desloca-se às traseiras do posto 106							sec	1,5	
	Apanha material nas traseiras do Posto 106			0,5					1,122	
	Desloca-se às traseiras do Posto 107							sec	1,5	
	Prepara subconjuntos com abraçadeira (pré-montagem)			4				sec	1,122	
	Regressa posto 107 para fazer operação 107							sec	3	
			Total	13,404					2,244	
107	Montar Abraçadeiras; Posicionar e aparar abraçadeiras (Há pré-preparação)	G	11,42	12,44	14,53			ASSY		
	Troca de contentor (colocado por debaixo da mesa)			10						
			Total	12,773						
108	Embalagem, molhos de 10 cruzados	G		0,68						
	Desloca-se ao posto 108 para fazer a operação 108							sec	3	
	Regressa posto 100 para fazer operação 100							sec	2,244	
			Total	0,9044						

Legenda

Fluxo das Pessoas

Fluxo de Materiais

Operator

CX Caixa de Componentes

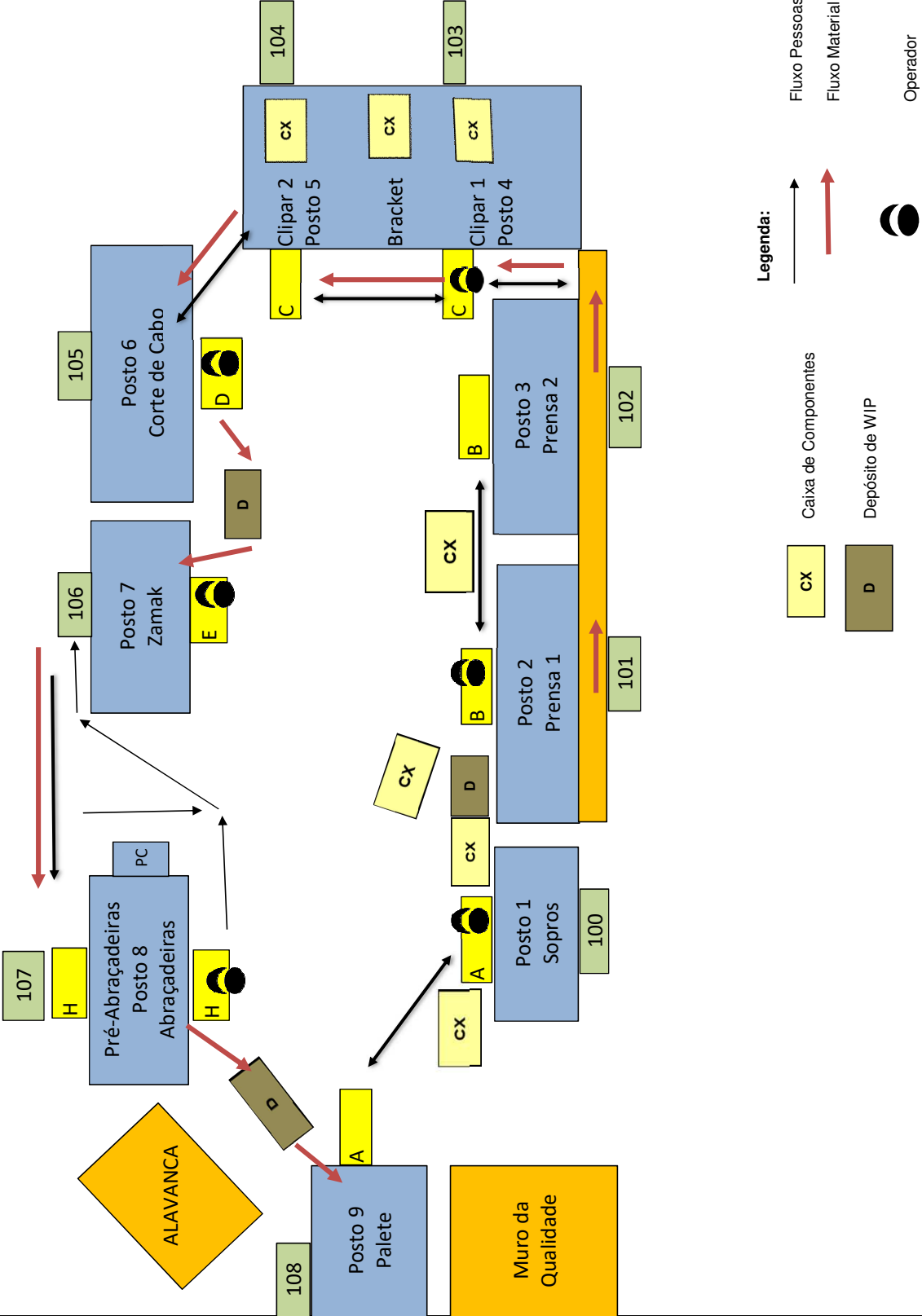
D Depósito de WIP

OBSERVATIONS: Possui diferenças de movimentos entre a parte da manhã e tarde.

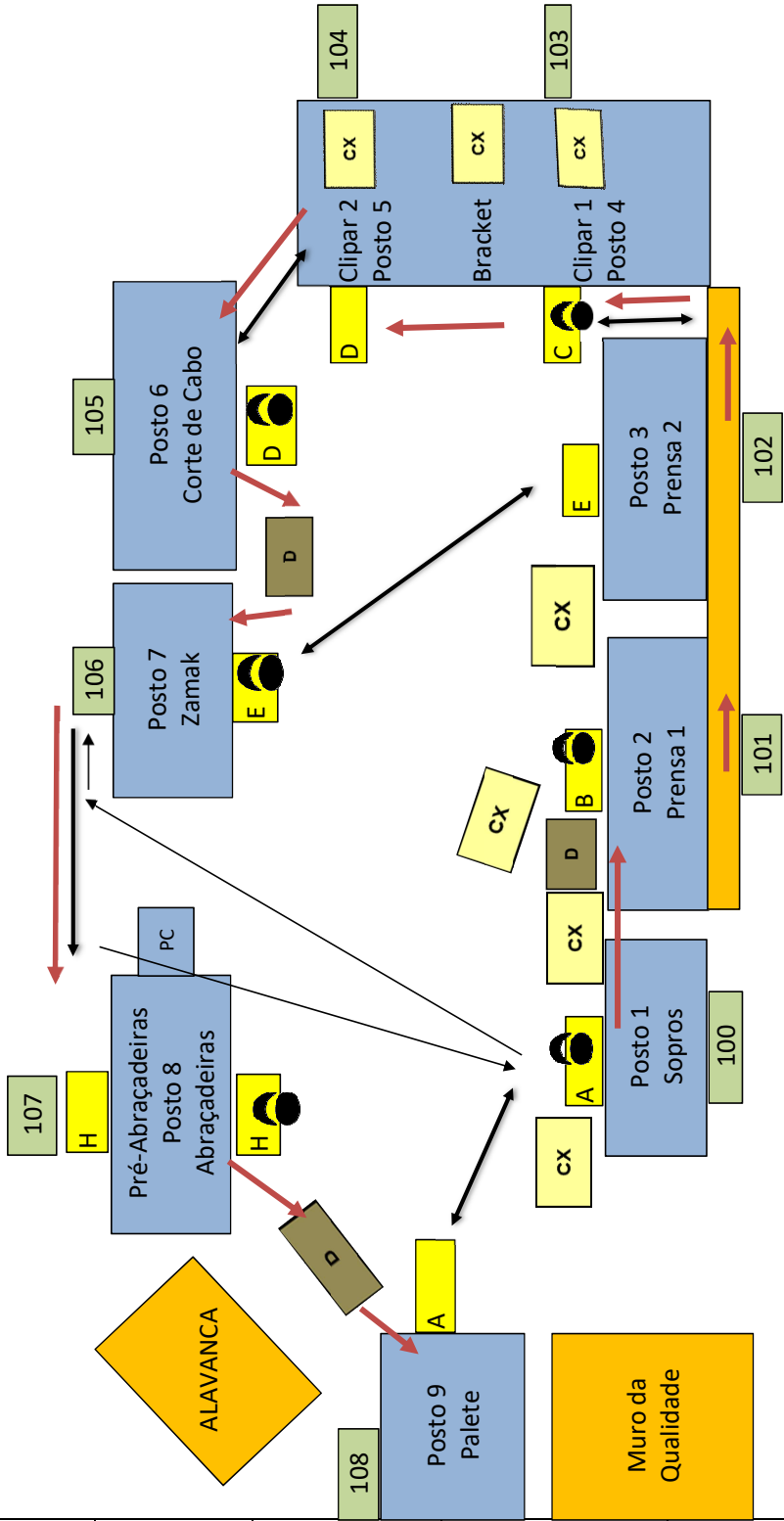
Esta equipa apresenta muita instabilidade nos tempos de ciclo das operações devido á maioria das operadoras ter falta de experiência na multi 1.

Estas observações foram feitas dia 6 Dezembro, na parte da manhã. Ás 11 horas ocorreu mudança de equipa. A equipa que esteve das 9h até às 11h foi transferida para a linha que pertencia e a equipa habitual voltou á linha. Referenciando a responsável que estas trocas de equipa são decorrentes a meio da produção, o que provoca paragens desnecessárias e grandes quebras de produtividade por se tatar de equipas grandes com 6 elemneos. O aconselhável seria evitar estas trocas de equipa para evitar quebras de produtividade e por outro lado, evitar integração de equipas na multi1 sem experiência, o que provoca também grandes quebras de produtividade.

OPERATIONS		Operator	Time (sec)			Machine	Movements
#	Description		MIN	AVG	MAX	ASSY	mts
100	Montar tubo exterior estrela; Montar tubo esponja (tramo grande)	A	2,93	3,649	4,39	ASSY	
	Desloca-se ao posto 108 para fazer a embalagem						2
						sec	1,496
101	Esmerilar/Escarear;	B	9,6	11,426	12,67	ASSY	
	Montar e Punçonar Ter. Espiral - Tramo Grande						
	Desloca-se ao posto 102 para fazer a operação 102					sec	1,5 1,122
102	Esmerilar/Escarear espiral;	B	5,77	7,332	9,19	ASSY	
	Montar e punçonar Ter. Espiral - Tramo Pequeno						
	Desloca-se ao posto 101 para fazer operação 101 -> regressa					sec	1,5 1,122
103	Clipar mola e batente no compensador	C	12,44	8,814	7,71		
	Desloca-se para apanhar subconjuntos					sec	0,25 0,187
	Desloca-se ao posto 104 para fazer operação 104					sec	1,2 0,8976
104	Montar chapa no compensador;	C	4,73	6,582	8,04		
	Clipar tramo pequeno no compensador						
	Desloca-se ao posto 103 para fazer operação 103 -> regressa					sec	1,2 0,8976
105	Apanha Cabo da caixa do posto 104	D	6,96	9,056	11	ASSY	
	Montar cabo na espiral e aparar; Termogravar						
106	Fazer Flor; Injetar 2º terminal de cabo zamak;	E	6,82	7,576	8,98		
	Ensaio á tração						
	Medição de cota saída- Marcação						
107	Desloca-se às traseiras do posto 106 e vai para posto 107 (traseira) a cada 10 peças	H				ASSY	3
	(Não há Pré-preparação das abraçadeiras, só colocação na bancada).					sec	2,244
	Desloca-se ao posto 107					sec	1,5 1,122
	Montar Abraçadeiras; Posicionar e aparar abraçadeiras		16,38	17,74	18,76		
	Troca de contentor (colocado por debaixo da mesa)			10			
			Total	18,41			
108	Embalagem	A		0,7			
	Desloca-se ao posto 100, regressa para fazer operação 100						2
						sec	1,496



OPERATIONS		Operator	Time (sec)			Machine	Movements
#	Description		MIN	AVG	MAX	ASSY	mts
100	Montar tubo exterior estrela; Montar tubo esponja (tramo grande)	A	2,93	3,649	4,39	ASSY	
	Desloca-se ao posto 108 para fazer a embalagem					sec	2
							1,496
101	Esmerilar/Esclarear;	B	9,6	11,426	12,67	ASSY	
	Montar e Punçonar Ter. Espiral - Tramo Grande						
102	Esmerilar/Esclarear espiral;	E	5,77	7,332	9,19	ASSY	
	Montar e punçonar Ter. Espiral - Tramo Pequeno						
	Desloca-se ao posto 102 para fazer operação 102 e						7,5
	Regressa posto 106 para fazer operação 106					sec	5,61
103	Clipar mola e batente no compensador	C	12,44	8,814	7,71		
	Desloca-se para apanhar subconjuntos					sec	0,25
							0,187
104	Montar chapa no compensador;	D	4,73	6,582	8,04		
	Clipar tramo pequeno no compensador						
	Desloca-se ao posto 104 para fazer operação 104					sec	1
							0,748
105	Apanha Cabo da caixa do posto 104	D	6,96	9,056	11	ASSY	
	Montar cabo na espiral e aparar; Termogravar						
	Regressa ao posto 105 para fazer a operação 105						1
						sec	0,748
106	Fazer Flor; Injetar 2º terminal de cabo zamak;	E	6,82	7,576	8,98		
	Ensaio á tração						
	Medição de cota saída- Marcação						
107	Montar Abraçadeiras; Posicionar e aparar abraçadeiras	H	11,02	11,78	12,4	ASSY	3
	(Há pré-preparação)						
	Troca de contentor (colocado por debaixo da mesa)			10			
		Total		12,113			
108	Embalagem, molhos de 10, cruzados	A		0,7			
	Desloca-se ao posto 108, regressa para fazer operação 108						2
						sec	1,496
	Desloca-se ao posto 106					sec	5,2
							3,8896
	Apanha material nas traseiras do Posto 106			0,5			
	Desloca-se às traseiras do Posto 107					sec	1,5
							1,122
	Prepara subconjuntos com abraçadeira			4			
	Regressa posto 100 para fazer operação 100					sec	5,2
		Total			5,7199		3,8896



OBSERVATIONS:

A meio da produção faltou componentes no posto 4/Operação 103.
Houve uma paragem neste posto até que houvesse novamente componentes.

No Posto 1, Operação 100 o colaborador da logística transfere material da caixa cheia para a vazia que está nesse posto em vez de apenas substituir a caixa cheia pela caixa vazia.
Quando a operadora A ajuda o posto 8 - Pré-Montagem de abraçadeiras, o tempo de ciclo deste posto consegue baixar para os 12 segundos.
O "Extrator" no Zamak é insuficiente para retirar as peças. Devido á peça ser muito pesada, no lado direito, na outra ponta a peça não sai. Levando a um desperdício de tempo ao obrigar os operadores a parar para retirar as peças da máquina de zamak, algo que o extrator por si só deveria fazer sozinho. A solução passa por adicionar um extrator no outro lado de modo que as duas pontas da peça consigam sair da máquina sem o auxílio do operador.

Por vezes, a operadora do posto 6 (operação 105) sai para fazer peças no posto 5 (operação 104) por não haver peças para alimentar o posto 6 e 7.
Uma possível solução passa por obrigar ao mínimo as operadoras do posto 6 e 7 saírem para outros postos. Tem que ser melhor estudado esta sugestão pois provavelmente a única solução seria adicionar outro operador para que a produção tivesse um fluxo contínuo em vez de ser feito aos "soluços".

Se é necessário fazer o embalamento das peças de forma cruzada de 10 em 10. Se não for requisito do cliente, deixava-se de fazer isto de forma a poupar tempo no embalamento.

Dispersão de Gito da máquina Zamak pelo chão, sujando este que vai ser utilizado noutros processos. Criar um sistema para reter o gito num depósito em vez de ficar disperso no chão.



Total		cycle	Operator	#	
Time	Time	Time	movement		Operator
72,27	12,1133	28,65	mt		6
		19,186	sec		

OPERATIONS		Operator	Time (sec)			Machine	Movements
#	Description		MIN	AVG	MAX	ASSY	mts
100	Montar tubo exterior estrela; Montar tubo esponja (tramo grande)	A	2,93	3,649	4,39	ASSY	
	Desloca-se ao posto 108 para fazer a embalagem					sec	2
101	Esmerilar/Escarear;	B	9,6	11,426	12,67	ASSY	1,496
	Montar e Punçonar Ter. Espiral - Tramo Grande						
102	Esmerilar/Escarear espiral;	C	5,77	7,332	9,19	ASSY	
	Montar e punçonar Ter. Espiral - Tramo Pequeno						
	Desloca-se ao posto 102 para fazer operação 102 e						7,5
	Regressa posto 106 para fazer operação 106					sec	5,61
103	Clipar mola e batente no compensador	C	12,44	8,814	7,71		
	Desloca-se para apanhar subconjuntos					sec	0,25
							0,187
104	Montar chapa no compensador;	D	4,73	6,582	8,04		
	Clipar tramo pequeno no compensador						
	Desloca-se ao posto 104 para fazer operação 104					sec	1
105	Apanha Cabo da caixa do posto 104	D	6,96	9,056	11	ASSY	0,748
	Montar cabo na espiral e aparar; Termogravar						
	Regressa ao posto 105 para fazer a operação 105						1
106	Fazer Flor; Injetar 2º terminal de cabo zamak;	E	6,82	7,576	8,98		
	Ensaio á tração						
	Medição de cota saída- Marcação						
107	Montar Abraçadeiras; Posicionar e aparar abraçadeiras	H	11,02	11,78	12,4	ASSY	
	(Há pré-preparação)						
	Troca de contentor (colocado por debaixo da mesa)			10			
			Total	12,113			
108	Embalagem, molhos de 10, cruzados	A		0,7			
	Desloca-se ao posto 108, regressa para fazer operação 108					sec	2
							1,496
	Desloca-se ao posto 106					sec	5,2
	Apanha material nas traseiras do Posto 106			0,5			3,8896
	Desloca-se ás traseiras do Posto 107					sec	1,5
	Prepara subconjuntos com abraçadeira			4			1,122
	Regressa posto 100 para fazer operação 100					sec	5,2
			Total	5,7199			3,8896

OBSERVATIONS:

A meio da produção faltou componentes no posto 4/Operação 103.
Houve uma paragem neste posto até que houvesse novamente componentes.

No Posto 1, Operação 100 o colaborador da logística transfere material da caixa cheia para a vazia que está nesse posto em vez de apenas substituir a caixa cheia pela caixa vazia.

Quando a operadora A ajuda o posto 8 - Pré-Montagem de abraçadeiras, o tempo de ciclo deste posto consegue baixar para os 12 segundos.

O "Extrator" no Zamak é insuficiente para retirar as peças. Devido á peça ser muito pesada, no lado direito, na outra ponta a peça não sai. Levando a um desperdício de tempo ao obrigar os operadores a parar para retirar as peças da máquina de zamak, algo que o extrator por si só deveria fazer sozinho. A solução passa por adicionar um extrator no outro lado de modo que as duas pontas da peça consigam sair da máquina sem o auxílio do operador.

Por vezes, a operadora do posto 6 (operação 105) sai para fazer peças no posto 5 (operação 104) por não haver peças para alimentar o posto 6 e 7.
Uma possível solução passa por obrigar ao mínimo as operadoras do posto 6 e 7 saírem para outros postos. Tem que ser melhor estudado esta sugestão pois provavelmente a única solução seria adicionar outro operador para que a produção tivesse um fluxo contínuo em vez de ser feito aos "soluços".

Se é necessário fazer o embalagem das peças de forma cruzada de 10 em 10. Se não for requisito do cliente, deixava-se de fazer isto de forma a poupar tempo no embalagem.

Dispersão de Gito da máquina Zamak pelo chão, sujando este que vai ser utilizado noutros processos. Criar um sistema para reter o gito num depósito em vez de ficar disperso no chão.

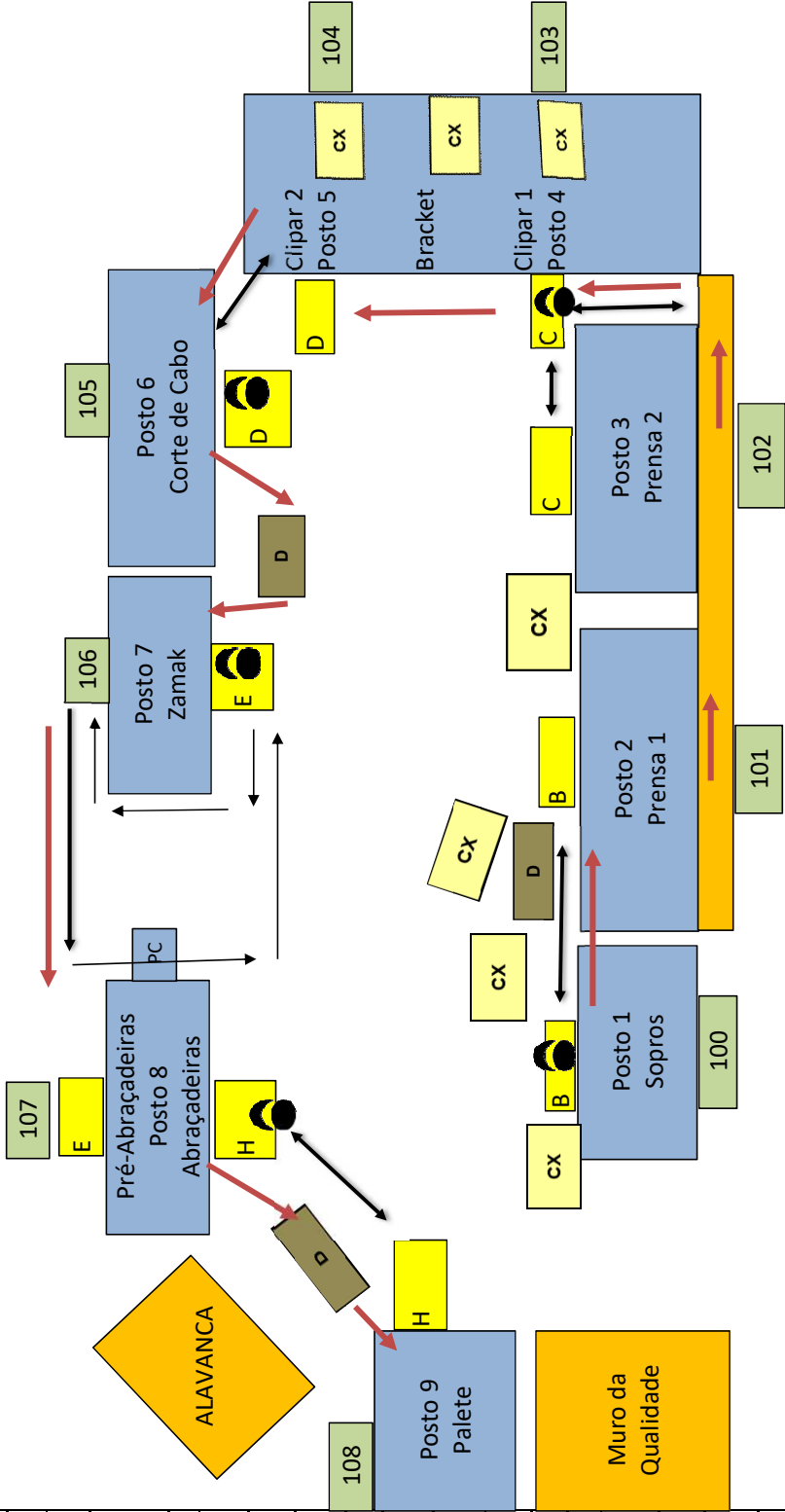
Legenda

Depósito de WIP (D) Caixa de Componentes (CX) Operador (Person Icon)

Fluxo Pessoas (Black Arrow) Fluxo Material (Red Arrow)

Total	cycle	Operator	#
Time	Time	movement	Operator
72,27	12,113	25,65 mt	6
		19,186 sec	

OPERATIONS		Operator	Time (sec)			Machine	Movements
#	Description		MIN	AVG	MAX	ASSY	mts
100	Montar tubo exterior estrela; Montar tubo esponja (tramo grande)	B	2,93	3,649	4,39	ASSY	
	Desloca-se ao posto 101 para fazer a operação 101.					sec	1,5
							1,122
101	Esmerilar/Escarear;	B	9,6	11,426	12,67	ASSY	
	Montar e Punçonar Ter. Espiral - Tramo Grande						
	Regressa ao posto 100 para fazer a operação 100					sec	1,5
							1,122
102	Esmerilar/Escarear espiral;	C	5,77	7,332	9,19	ASSY	
	Montar e punçonar Ter. Espiral - Tramo Pequeno						
	Desloca-se para apanhar subconjuntos						0,5
						sec	0,374
	Desloca-se ao posto 103 para fazer a operação 103						0,25
						sec	0,187
103	Clipar mola e batente no compensador	C	12,44	8,814	7,71		
	Regressa ao posto 102 para fazer operação 102					sec	0,5
							0,374
104	Montar chapa no compensador;	D	4,73	6,582	8,04		
	Clipar tramo pequeno no compensador						
	Desloca-se ao posto 105 para fazer operação 105					sec	0,5
							0,374
105	Apanha Cabo da caixa do posto 104	D	6,96	9,056	11	ASSY	
	Montar cabo na espiral e aparar; Termogravar						
	Regressa ao posto 104 para fazer a operação 104						0,5
						sec	0,374
106	Fazer Flor; Injetar 2º terminal de cabo zamak;	E	6,82	7,576	8,98		
	Ensaio á tração						
	Medição de cota saída- Marcação						
	Desloca-se ás traseiras do posto 106					sec	1,5
							1,122
	Apanha material nas traseiras do Posto 106			0,5			
	Desloca-se ás traseiras do Posto 107						1,5
						sec	1,122
	Prepara subconjuntos com abraçadeira (pré-montagem)			4			3
	Regressa posto 107 para fazer operação 107					sec	2,244
			Total	12,3			
107	Montar Abraçadeiras; Posicionar e aparar abraçadeiras (Há pré-preparação)	H	11,02	11,78	12,4	ASSY	3
	Troca de contentor (colocado por debaixo da mesa)			10			
			Total	12,113			
108	Embalagem, molhos de 10, cruzados	H		0,7			
	Desloca-se ao posto 108 para fazer operação 108					sec	3
							2,244
	Regressa posto 100 para fazer operação 100					sec	3
			Total	0,9244			2,244



OBSERVATIONS:

A meio da produção faltou componentes no posto 4/Operação 103.
Houve uma paragem neste posto até que houvesse novamente componentes.

No Posto 1, Operação 100 o colaborador da logística transfere material da caixa cheia para a vazia que está nesse posto em vez de apenas substituir a caixa cheia pela caixa vazia.

Quando a operadora A ajuda o posto 8 - Pré-Montagem de abraçadeiras, o tempo de ciclo deste posto consegue baixar para os 12 segundos.

O "Extrator" no Zamak é insuficiente para retirar as peças. Devido á peça ser muito pesada, no lado direito, na outra ponta a peça não sai. Levando a um desperdício de tempo ao obrigar os operadores a parar para retirar as peças da máquina de zamak, algo que o extrator por si só deveria fazer sozinho. A solução passa por adicionar um extrator no outro lado de modo que as duas pontas da peça consigam sair da máquina sem o auxílio do operador.

Por vezes, a operadora do posto 6 (operação 105) sai para fazer peças no posto 5 (operação 104) por não haver peças para alimentar o posto 6 e 7.
Uma possível solução passa por obrigar ao mínimo as operadores do posto 6 e 7 saírem para outros postos. Tem que ser melhor estudado esta sugestão pois provavelmente a única solução seria adicionar outro operador para que a produção tivesse um fluxo contínuo em vez de ser feito aos "soluços".

Se é necessário fazer o embalamento das peças de forma cruzada de 10 em 10. Se não for requisito do cliente, deixava-se de fazer isto de forma a poupar tempo no embalamento.

Dispersão de Gito da máquina Zamak pelo chão, sujando este que vai ser utilizado noutros processos. Criar um sistema para reter o gito num depósito em vez de ficar disperso no chão.



Total		Operator	#	
Time	cycle	movement		Operator
72,20	12,3	20,25 mt		5
		12,903 sec		



Ref. 121912885C01A02

UAP 3

WORK BALANCE STUDY & SPAGHETTI

Performed by: Manuel Tomé

Date: 17-18 Jan. 2022

Model/Customer: HHM K.

Multi 1

Checked by: C.I Manager Francisco Ferreira

Date: 19/01/2022

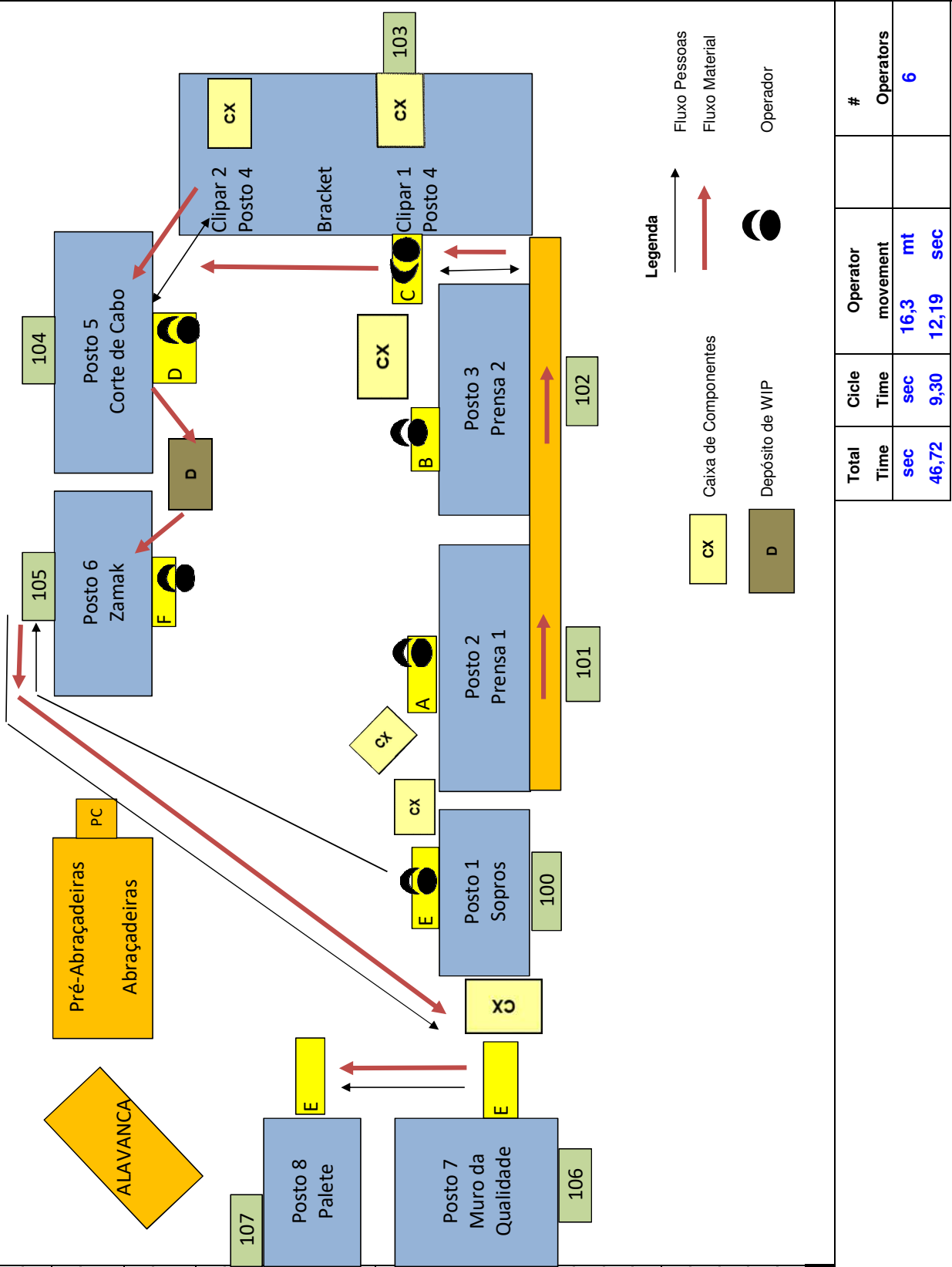
Operations		Operator	Time (sec)			ASSY	Movements
#	Description		MIN	AVG	MAX	ASSY	mts
100	Montar tubo exterior estrela (tramo grande)	E	3.09	3.57	4.31	ASSY	
101	Esmerilar/Escarear espiral: Montar e punçonar terminais de espiral (tramo grande)	A	7.15	7.95	8.80	ASSY	
102	Esmerilar/Escarear espiral. Montar e punçonar terminais de espiral (tramo pequeno)	B	6.28	7.04	8.00	ASSY	
103	Montar mola e clipar afinador	C	7.17	7.80	8.47	ASSY	
104	Montar cabo na espiral e aparar: termogravar Desloca-se ao posto de clipar 2 para apanhar cabo Regressa ao posto 104	D	4.59	5.36	6.36	ASSY	1
105	Fazer Flor; Injetar 2º terminal de cabo zamak; Ensaio à tração: Medição de cota- Marcação	F	8.75	9.30	9.87	ASSY	
106	Desloca-se ao posto 6 Apanha material e desloca-se ao posto 7 Executa a inspeção Operação 106 (QCR em vigor)	E				sec	5.2 3.89 6.2 4.6376
107	Embalagem 150 un/caixa Desloca-se ao posto 8, para executar embalagem. Regressa ao posto 1	E		0.45		sec	1.9 1.42 2
			Total	0.60259		sec	1.50
			Total	5.1137		sec	11.44

OBSERVATIONS:

Operadora do Posto 4 por vezes ajuda a operadora do posto 5 na preparação dos cabos. Apesar da operação do posto 5 ser rápido relativamente aos outros postos, antes de ocorrer a operação é realizado a preparação dos molhos. Demorando cerca de 2 segundos na preparação de cada cabo.

Mais uma vez, verifica-se rotatividade das operadoras entre as várias referências. Podendo ser um fator importante a considerar para a produtividade da multi1.

Operadora responsável pelo embalamento, antes de embalar faz uma marcação das peças no Muro da Qualidade antes de colocar as peças na caixa, em seguida, coloca a caixa na paleta. Tal ocorre devido a um QCR no dia 11/05/2021, reportando-se ao aparecimento de gitos nos terminais de Zamak. A marcação serve como garantia para o cliente de que as peças foram verificadas a 100% e estão OK. A data de fecho do procedimento de inspeção é 11/06/2021.



Model/Customer: Adient Poland							
OPERATIONS		Operator	Time (sec)		Machine	Movements	
#	Description		MIN	AVG	MAX		mts
100	Montar tubo exterior estrela; Montar tubo esponja (tramo grande) Desloca-se ao posto 101 para fazer a operação 101.	B	3,15	3,89	4,72	ASSY	
			T	4,00		sec	1,5 1,122
101	Esmerilar/Esclarear; Montar Tubo Estrela Montar e Punçonar Ter. Espiral - Tramo Grande Regressa ao posto 100 para fazer a operação 100	B	7,91	9,22	10,38	ASSY	
			T	9,33		sec	1,5 1,122
102	Esmerilar/Esclarear; Montar Tubo Estrela Montar e Punçonar Ter. Espiral - Tramo Pequeno Desloca-se ao posto 105 para fazer a operação 105	D ou E	4,07	5,2	6,79	ASSY	
			T	5,35		sec	2 1,496
103	Clipar Mola e batente no compensador Desloca-se ao posto 104 para fazer operação 104 Desloca-se para apanhar subconjuntos Apanha os Subconjuntos	C	6,34	7,97	10,11	ASSY	
			T	9,12		sec	0,5 0,5 0,748
104	Montar chapa no compensador Clipar tramo pequeno no compensador Preparação do Subconjunto Regressa ao posto 103 para fazer a operação 103	C	3,83	5,35	6,17	ASSY	
			T	8,35		sec	1,496
105	Montar cabo na espiral e aparar; Termogravar Apanha cabo da caixa do posto 104 e prepara subconjunto Regressa ao posto 102 para fazer operação 102	D	4,91	6,2	8,63	ASSY	
			T	8,35		sec	2 1,496
106	Fazer Flor; Injetar 2º terminal de cabo zamak; Ensaio à tração; Medição de cota saída- Marcação Desloca-se às traseiras do posto 106 Apanha material nas traseiras do Posto 106 Desloca-se às traseiras do Posto 107	E	7,24	7,69	8,27	ASSY	
			T	9,14		sec	1,5 1,122
			T	15,15		sec	1,5 1,122
			T	15,21		sec	3 2,244
107	Montar Abraçadeiras; Posicionar e aparar abraçadeiras (Tempo com pré-preparação) Troca de contentor (colocado por debaixo da mesa)	G	13,92	15,15	16,01	ASSY	
			T	0,68		sec	1 0,748
108	Embalagem; molhos de 10 cruzados Desloca-se ao posto 108 para fazer a operação 108 Regressa posto 107 para fazer operação 107	G		0,75		sec	1 0,748

OBSERVATIONS:

A opradora da máquina Zamak ajuda na operação 102 quando tem folga.

Legenda

Fluxo das Pessoas →
Fluxo de Materiais →

Operator

CX Caixa de Componentes
D Depósito de W/P

Total Time	Cycle Time	Operator movements	# Operator
sec 68,68	sec 15,21	mts 16,248	5



Ref. 121912974C03A0
121913026C01A00

UAP 3

Model/Customer: Brose Sweden / Volvo

WORK BALANCE STUDY & SPAGHETTI

Performed by: Manuel Tomé

Date: 05-17 Mai. 2022

Checked by: C.I Manager Francisco Ferreira

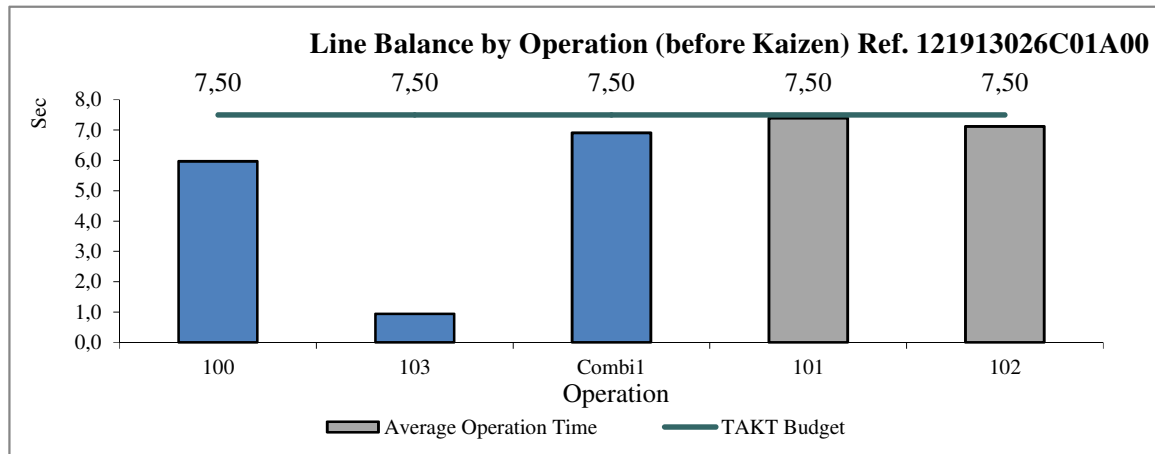
Date: 18/05/2022

OPERATIONS		Operator	Time (sec)			Machine	Movements
#	Description		MIN	AVG	MAX	ASSY	mts
100	Esmilrar/Escarrear espiral; Montar e punçonar term. Espiral	A	5,04	5,57	6,58	ASSY	
	Apanha Mão Direita e esmerila espiral (2 lados)						
	Apanha T. espiral com mão esq. depois com mão direita						
	Coloca espiral no Gabarit.						
	Prensa Terminais de Espiral e extrai						
101	Montar cabo. aparar cabo: termogravar	B	3,31	3,87	4,1	ASSY	
	Enfia cabo no subconjunto T. Espiral						
	Coloca espiral no Gabarit e corta cabo						2,6
	Desloca-se ao tapete Posto 1,			1,00		sec	1,94
	retira subconjunto do tapete						
	Desloca-se ao posto 2a					sec	2,5
							1,87
	Retira molho de cabo do posto 2a			2,00			
	Regressa ao posto 2					sec	0,50
			T	7,29			0,37
102	Faz Flor	C	6,15	6,98	8,42	ASSY	
	Coloca no Gabarit+Pressiona botão						
	Máquina Inj. Zamak Extrai						
	Medição da cota e marcação						
103	Embalagem/Etiquetagem	A		0,64			
	Operador A. desloca-se à parte de trás do posto 3					sec	4,5
	Apanha Produto Final			5			3,37
	Desloca-se do Posto 3 para a Palette						3
	Regressa ao Posto 3					sec	2,24
			T	1,477		sec	1,5
							1,12

OBSERVATIONS:				Total Time	Cycle Time	Operator movements	#
				sec	sec		Operator
				21,32	7,29	14,60	3
				mt	sec	10,92	
						sec	

6.5 Anexo 5- Yamazumis das referências

Opção: Considerar o PHH de orçamento Takt = $\frac{1 \text{ hora de trabalho} = 3600 \text{ sec}}{\text{Demand por HORA}}$
160 / 3pax
 $= 3600 / (160 * 3) = 7,5$

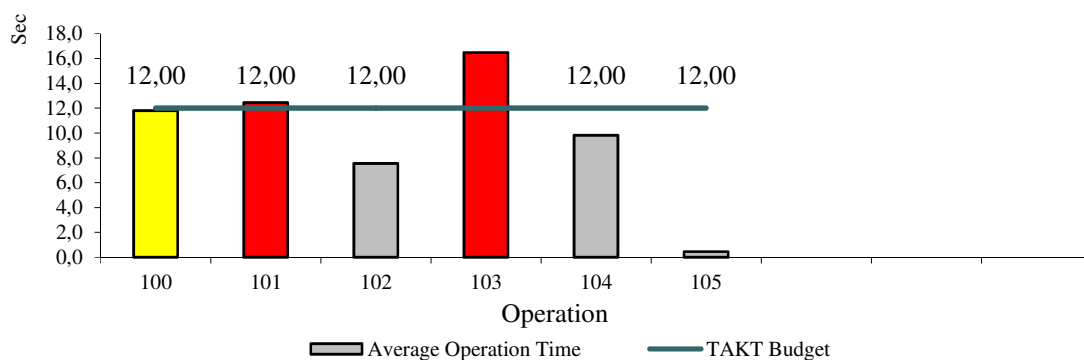


**Opção: Considerar o PHH de orçamento
60 / 5pax**

$$\text{Takt} = \frac{\text{1 hora de trabalho} = 3600 \text{ sec}}{\text{Demand por HORA}}$$

$$= 3600 / (60 * 5) = 12$$

Line Balance by Operation (before Kaizen) Ref. 121913052C01B02

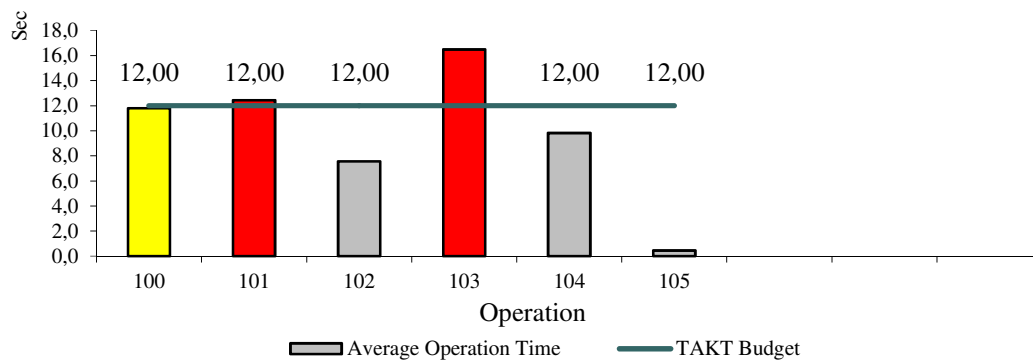


Opção: Considerar o PHH de orçamento
60 / 5pax

$$\text{Takt} = \frac{\text{lhora de trabalho} = 3600 \text{ sec}}{\text{Demand por HORA}}$$

$$= 3600 / (60 * 5) = 12$$

Line Balance by Operation (before Kaizen) Ref. 121913052C01B02

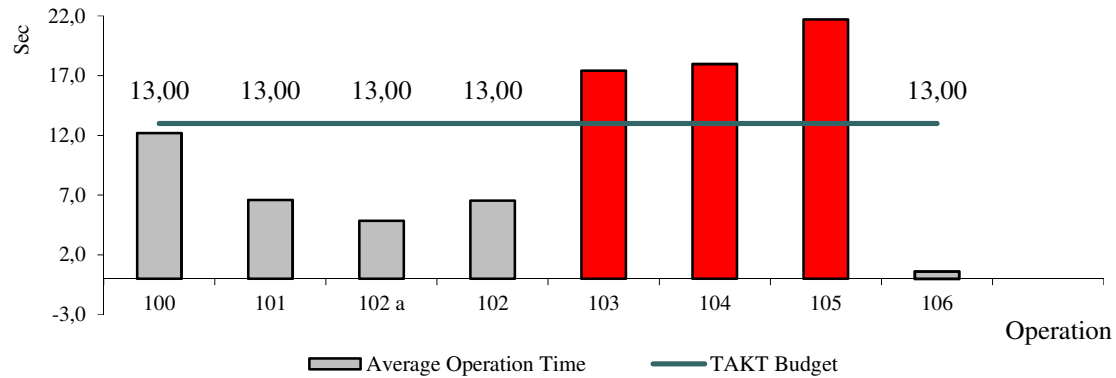


Opção: Considerar o PHH de orçamento
46 / 6pax

$$\text{Takt} = \frac{\text{1 hora de trabalho} = 3600 \text{ sec}}{\text{Demand por HORA}}$$

$$= 3600 / (46 * 6) = 13$$

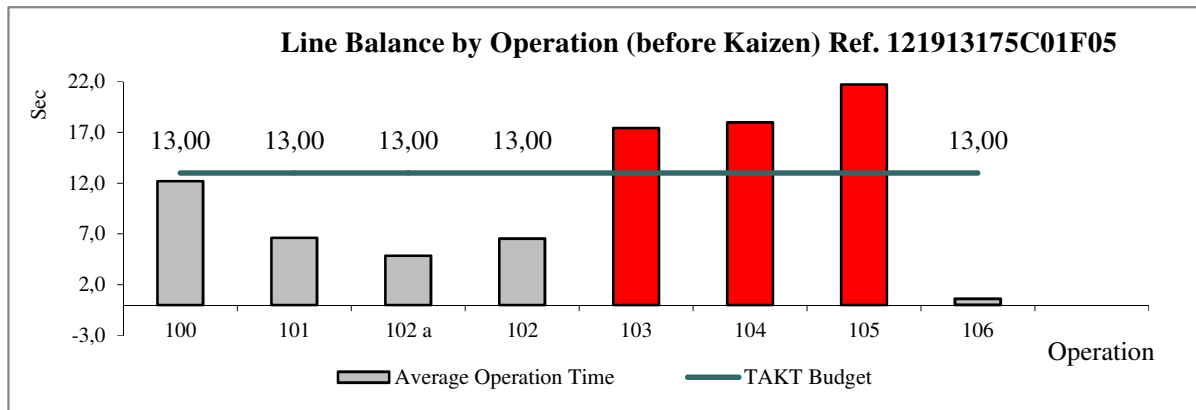
Line Balance by Operation (before Kaizen) Ref. 121913175C01F05



Opção: Considerar o PHH de orçamento
46 / 6pax

$$\text{Takt} = \frac{\text{1 hora de trabalho} = 3600 \text{ sec}}{\text{Demand por HORA}}$$

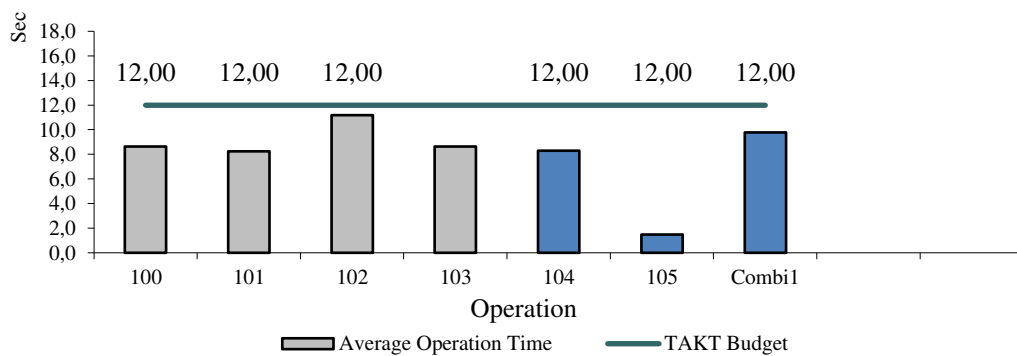
$$= 3600/(46 \cdot 6) = 13$$



**Opção: Considerar o PHH de orçamento
60 / 5pax**

$$\text{Takt} = \frac{\text{1 hora de trabalho} = 3600 \text{ sec}}{\text{Demand por HORA}}$$
$$= 3600 / (60 * 5) = 12$$

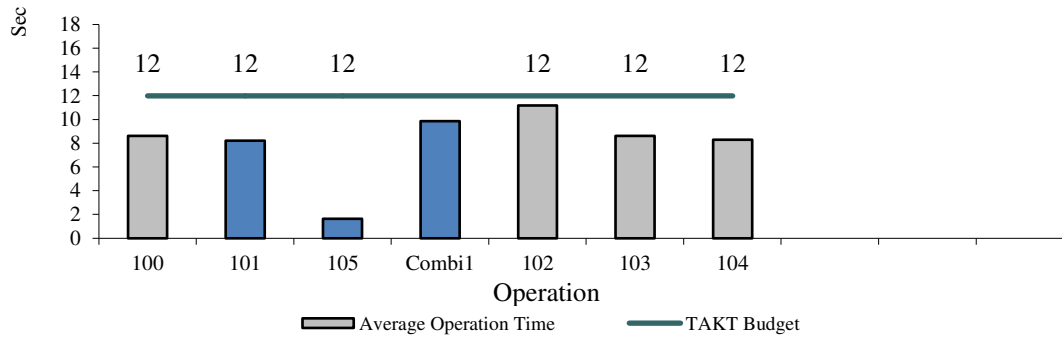
Line Balance by Operation (before Kaizen) Ref. 121913182C01B02



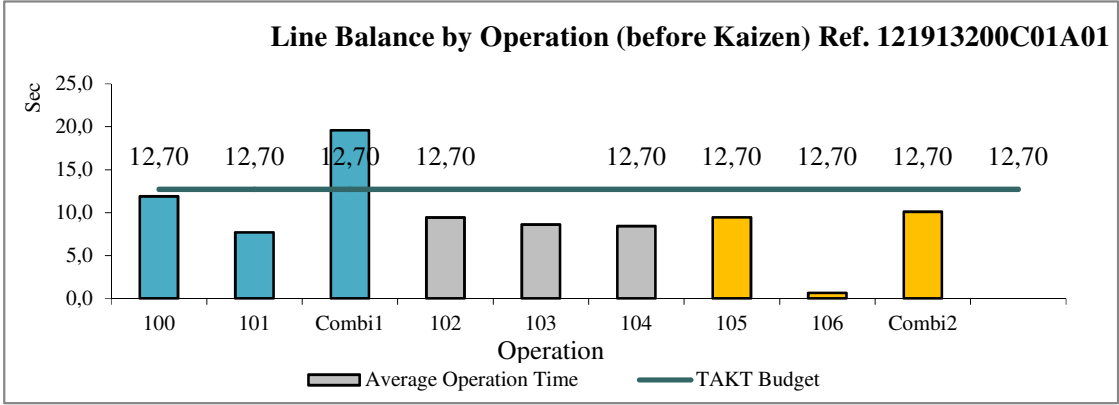
**Opção: Considerar o PHH de orçamento
60 / 5pax**

$$\text{Takt} = \frac{\text{1 hora de trabalho} = 3600 \text{ sec}}{\text{Demand por HORA}}$$
$$= 3600 / (60 * 5) = 12$$

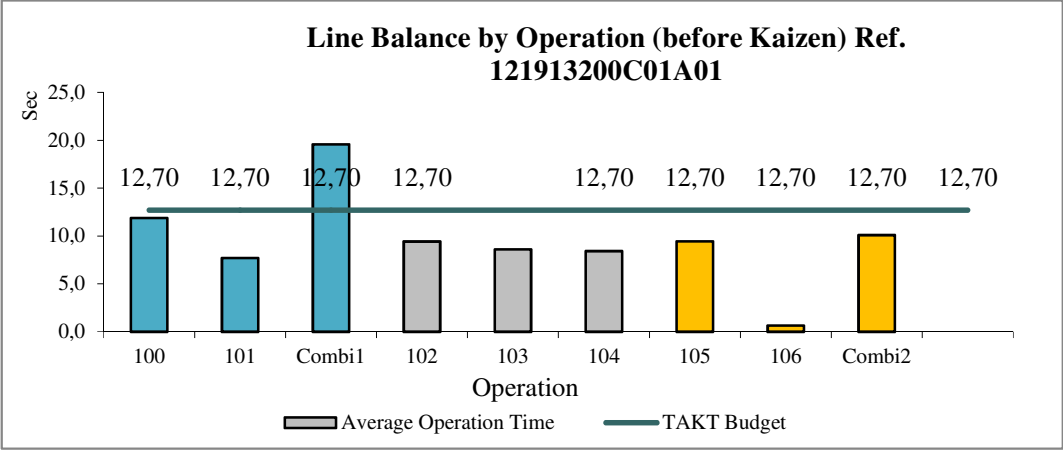
Line Balance by Operation (before Kaizen) Ref. 121913182C01B02



Ao reduzir de 6 para 5 operadores, o takt time passa a ser 12,7s
Pois $PHH=56,5$, LOGO, $PH=56,5 \cdot 5=282$
Takt time= $3600/282=12,7s$



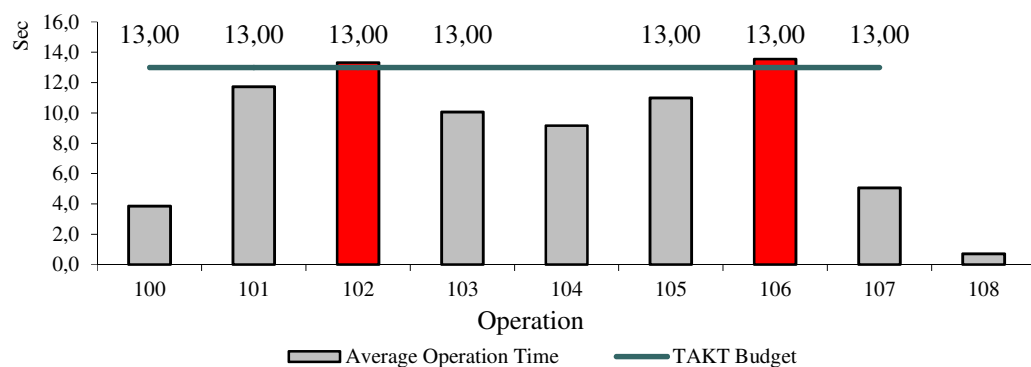
Ao reduzir de 6 para 5 operadores, o takt time passa a ser 12,7s
Pois $PHH=56,5$, LOGO, $PH=56,5 \cdot 5=282$
 $Takt\ time=3600/282=12,7s$



Opção: Considerar o PHH de orçamento
46 / 6pax

$$\text{Takt} = \frac{1 \text{ hora de trabalho} = 3600 \text{ sec}}{\text{Demand por HORA}}$$
$$= 3600 / (46 * 6) = 13$$

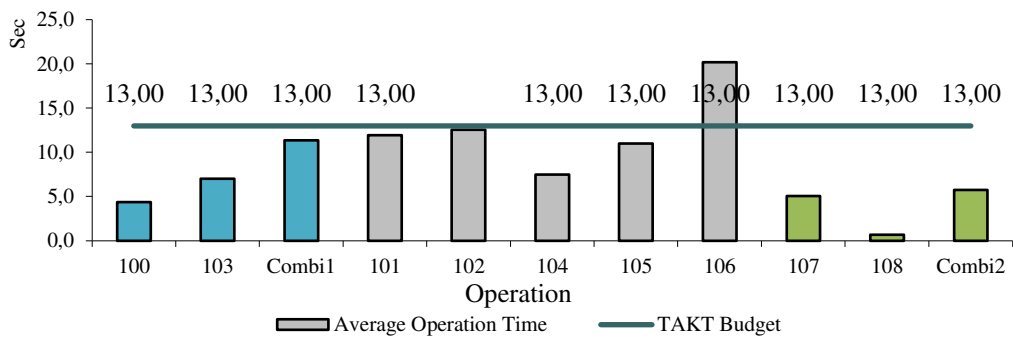
Line Balance by Operation (before Kaizen) Ref. 121913344C01B01



Opção: Considerar o PHH de orçamento
46 / 6pax

$$\text{Takt} = \frac{\text{1 hora de trabalho} = 3600 \text{ sec}}{\text{Demand por HORA}}$$
$$= 3600 / (46 * 6) = 13$$

Line Balance by Operation (before Kaizen) Ref. 121913345C01B01

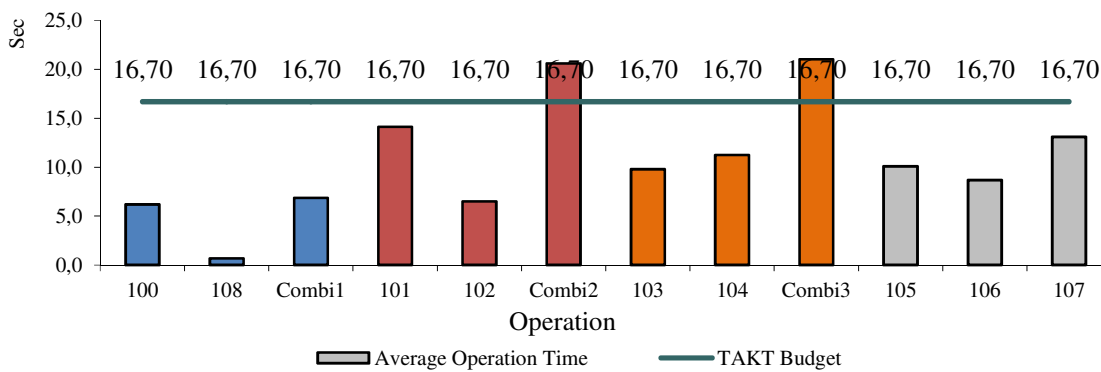


Opção: Considerar o PHH de orçamento

36 / 6pax

$$\text{Takt} = \frac{\text{lhora de trabalho} = 3600 \text{ sec}}{\text{Demand por HORA}}$$
$$= 3600 / (36 \div 6) = 16,7$$

Line Balance by Operation (before Kaizen) Ref. 121912848C01C04



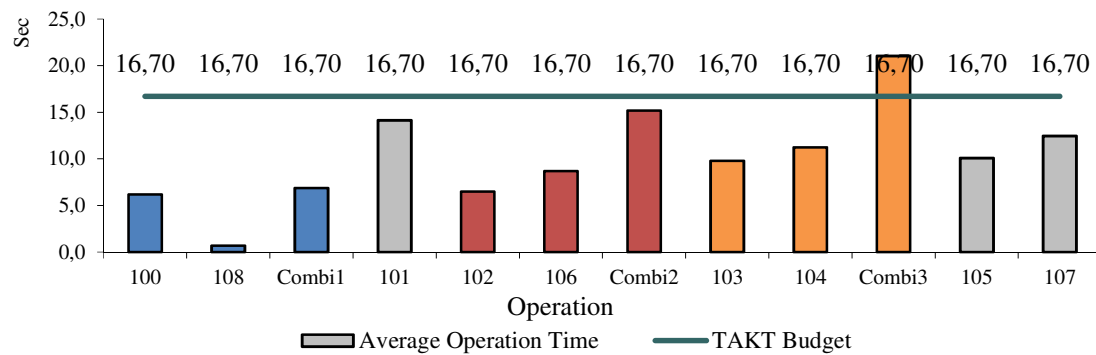
Opção: Considerar o PHH de orçamento

36 / 6pax

$$\text{Takt} = \frac{\text{lhora de trabalho} = 3600 \text{ sec}}{\text{Demand por HORA}}$$

$$= 3600 / (36 \times 6) = 16,7$$

Line Balance by Operation (before Kaizen) Ref. 121912848C01C04

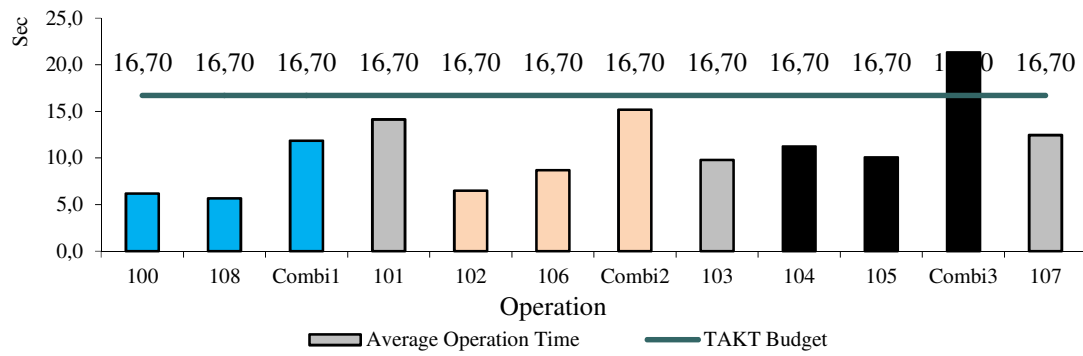


Opção: Considerar o PHH de orçamento

36 / 6pax

$$\text{Takt} = \frac{\text{lhora de trabalho} = 3600 \text{ sec}}{\text{Demand por HORA}}$$
$$= 3600 / (36 \div 6) = 16,7$$

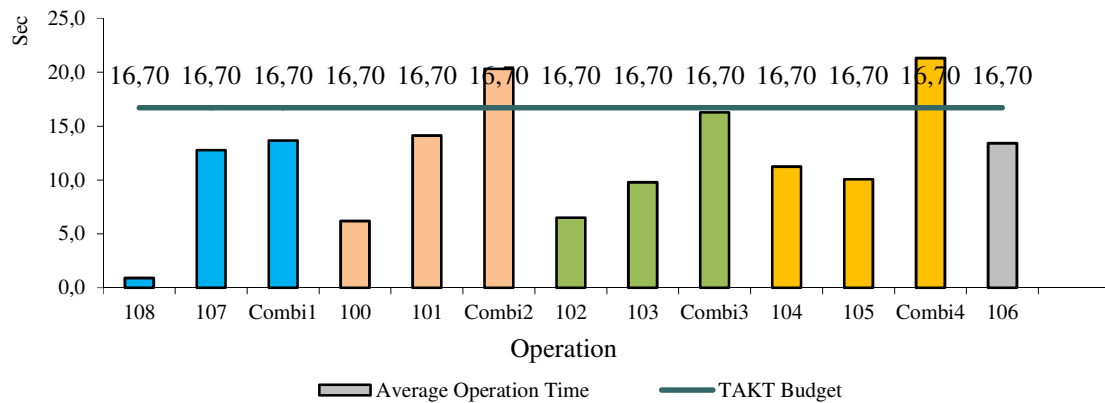
Line Balance by Operation (before Kaizen) Ref. 121912848C01C04



Opção: Considerar o PHH de orçamento
36 / 6pax

$$\text{Takt} = \frac{\text{lhora de trabalho} = 3600 \text{ sec}}{\text{Demand por HORA}} \\ = 3600/(36*6)=16,7$$

Line Balance by Operation (before Kaizen) Ref. 121912848C01C04

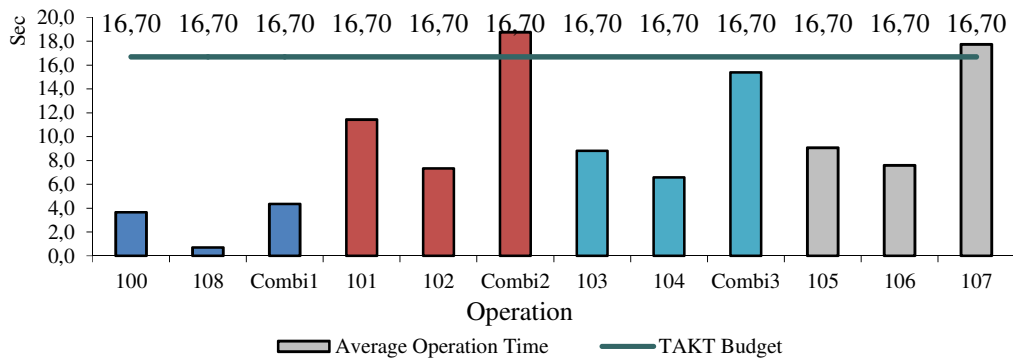


Opção: Considerar o PHH de orçamento

36 / 6pax

$$\begin{aligned}\text{Takt} &= \frac{\text{lhora de trabalho} = 3600 \text{ sec}}{\text{Demand por HORA}} \\ &= 3600/(36 \div 6) = 16,7\end{aligned}$$

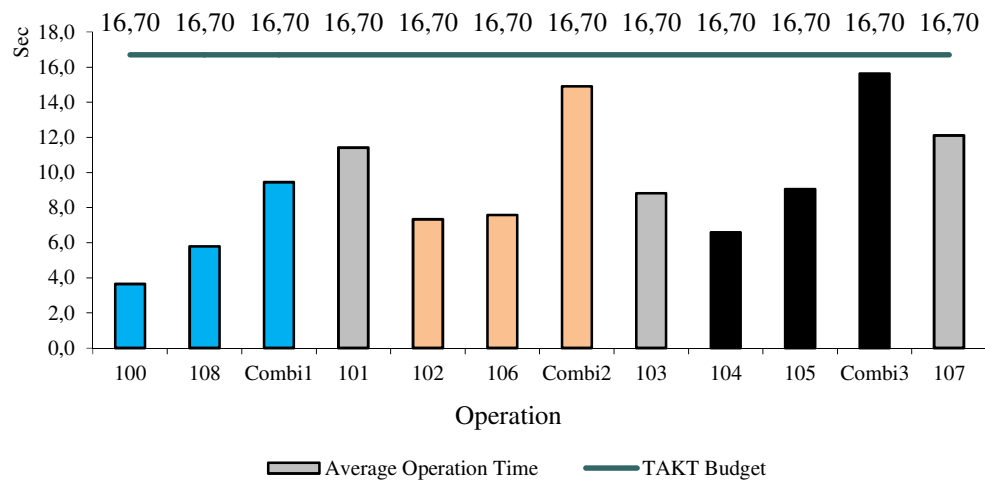
Line Balance by Operation (before Kaizen) Ref. 121912849C01C04



Opção: Considerar o PHH de orçamento
36 / 6pax

$$\text{Takt} = \frac{\text{lhora de trabalho} = 3600 \text{ sec}}{\text{Demand por HORA}} \\ = 3600 / (36 * 6) = 16,7$$

**Line Balance by Operation (before Kaizen) Ref.
121912849C01C04**

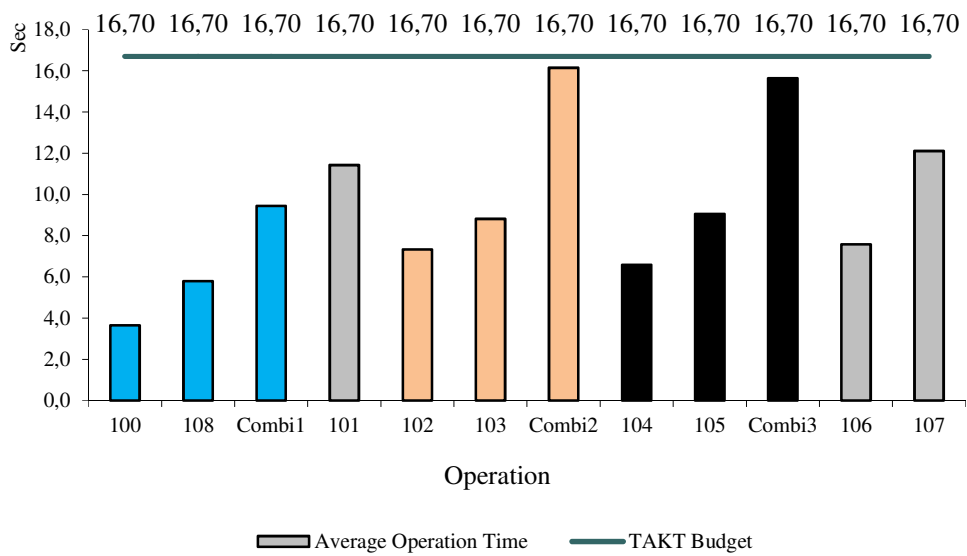


Opção: Considerar o PHH de orçamento

36 / 6pax

$$\text{Takt} = \frac{\text{1 hora de trabalho} = 3600 \text{ sec}}{\text{Demand por HORA}}$$
$$= 3600 / (36 \times 6) = 16,7$$

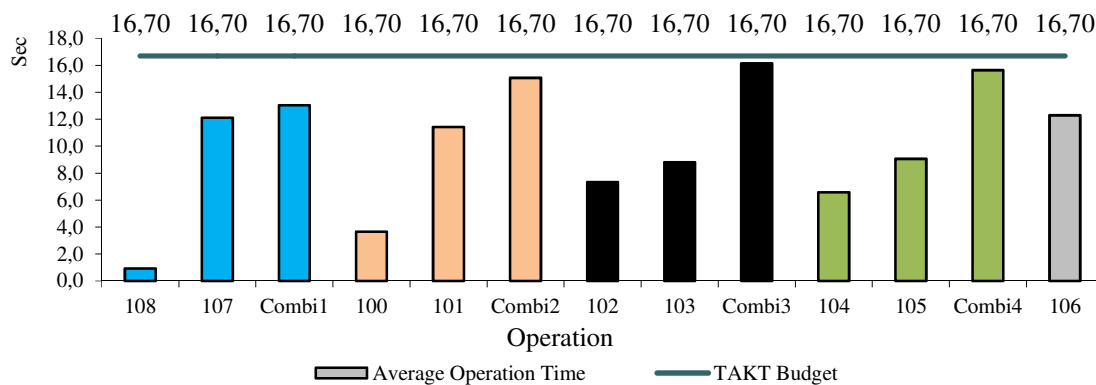
**Line Balance by Operation (before Kaizen) Ref.
121912849C01C04**



Opção: Considerar o PHH de orçamento
36 / 6pax

$$\text{Takt} = \frac{\text{lhora de trabalho} = 3600 \text{ sec}}{\text{Demand por HORA}} \\ = 3600/(36*6)=16,7$$

Line Balance by Operation (before Kaizen) Ref. 121912849C01C04

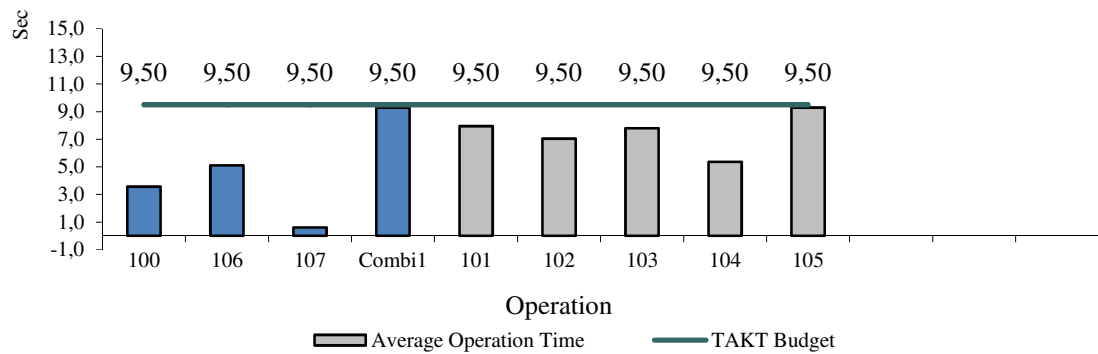


**Opção: Considerar o PHH de orçamento
63 / 6pax**

$$\text{Takt} = \frac{1 \text{ hora de trabalho} = 3600 \text{ sec}}{\text{Demand por HORA}}$$

$$= 3600 / (63 \times 6) = 9,5$$

Line Balance by Operation (before Kaizen) Ref. 121912885C01A02

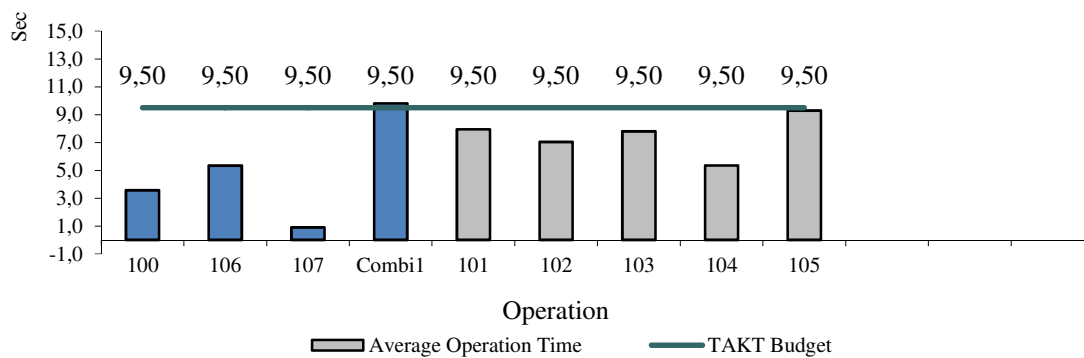


**Opção: Considerar o PHH de orçamento
63 / 6pax**

$$\text{Takt} = \frac{\text{1 hora de trabalho} = 3600 \text{ sec}}{\text{Demand por HORA}}$$

$$= 3600 / (63 \times 6) = 9,5$$

Line Balance by Operation (before Kaizen) Ref. 121912885C01A02



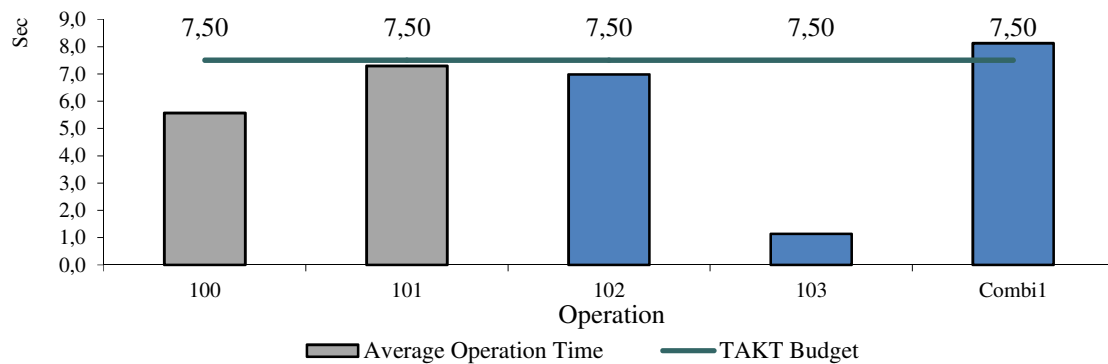
Opção: Considerar o PHH de orçamento
160 / 3pax

Takt =

1hora de trabalho = 3600 sec
Demand por HORA

$$= 3600 / (160 * 3) = 7,5$$

Line Balance by Operation (before Kaizen) Ref. 121912974C03A00

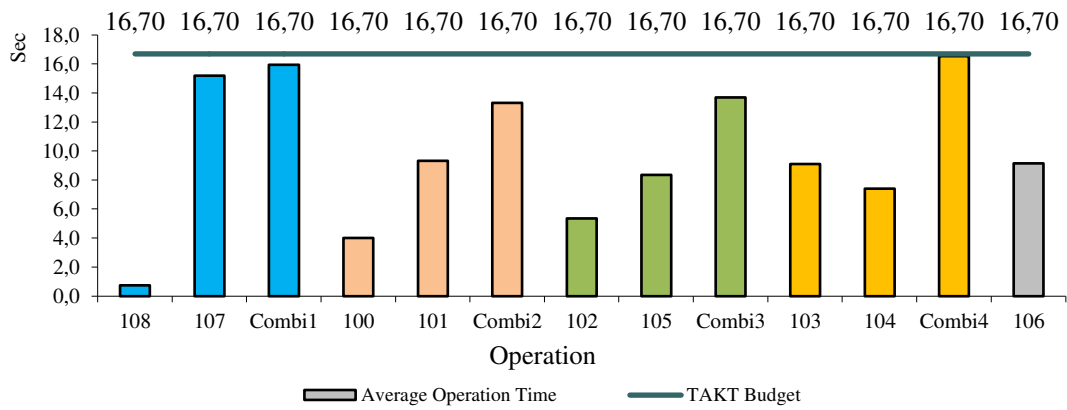


Opção: Considerar o PHH de orçamento

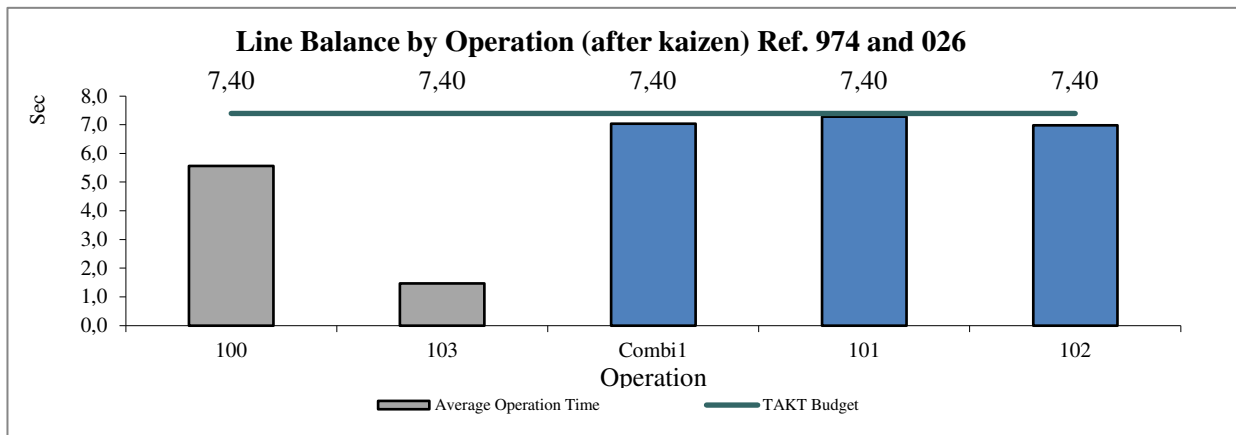
36 / 6pax

$$\text{Takt} = \frac{\text{lhora de trabalho} = 3600 \text{ sec}}{\text{Demand por HORA}}$$
$$= 3600/(36*6)=16,7$$

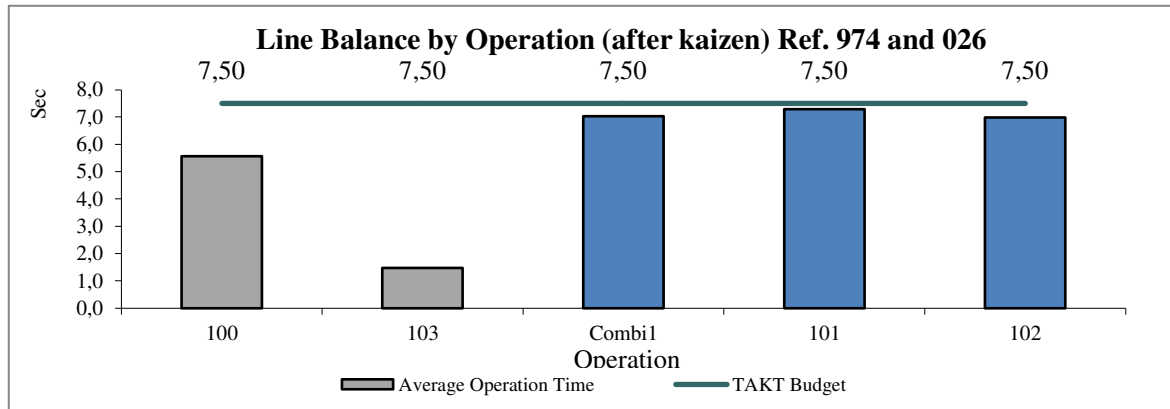
Line Balance by Operation (after Kaizen) Ref. 848 and 849



Opção: Considerar o PHH de orçamento **Takt =** $\frac{\text{1 hora de trabalho} = 3600 \text{ sec}}{\text{Demand por HORA}}$
160 / 3pax
= 3600 / (162 * 3) = 7,4



Opção: Considerar o PHH de orçamento **Takt =** $\frac{\text{1 hora de trabalho} = 3600 \text{ sec}}{\text{Demand por HORA}}$
160 / 3pax
= 3600 / (160 * 3) = 7,5



6.6 Anexo 6- Previsões de Vendas, Custos Teóricos e Custos Reais

Referência	Projeto	Cliente	Nº Pessoas Linha	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	
121 912 848 C01C04	MHS3	Adient Poland	6	3557	3403	3712	3093	3712	3403	2629	2939	3867	3403	3557	2475	39749
121 912 849 C01C04	MHS3	Adient Poland	6	3557	3403	3712	3093	3712	3403	2629	2939	3867	3403	3557	2475	39749
121 913 200 C01A12	SUBARU	Adient Japão	6	4962	4962	4962	4962	4962	4962	4962	4962	4962	4962	4962	4962	59548
121 913 344 C01B01	IBK2 (Clips)	Adient Seating Poland	6	2914	2787	3041	2534	3041	2724	2091	2344	3104	2787	2914	1964	32246
121 913 345 C01A00	IBK2 (Clips)	Adient Seating Poland	6	2914	2787	3041	2534	3041	2724	2091	2344	3104	2787	2914	1964	32246
121 913 175 C01F05	MAN	Adient Poland	6	2409	2304	2514	2095	2514	2252	1728	1938	2566	2304	2409	1623	26657
121 912 885 C01A02	SK326	HHM K.	6	7115	6805	7424	6187	7424	6805	5259	5877	7733	6805	7115	4949	79498
121 913 182 C01A01	IBK2	Adient Hungary Kft.	5	1477	1412	1541	1284	1541	1380	1059	1188	1573	1412	1477	995	16339
121 913 052 C01B02	IBK2	Adient Hungary Kft.	5	1477	1412	1541	1284	1541	1380	1059	1188	1573	1412	1477	995	16339
121 913 026 C01A00	Linha Volvo	Brose Sweden /Volvo	3	12397	11858	12936	10780	12936	11835	9140	10218	13452	11858	12397	8601	138405
121 912 974 C03A00	Linha Volvo	Brose Sweden / Volvo	3	45051	43092	47009	39174	47009	42112	32319	36236	47989	43092	45051	30360	498494
				87829	84226	91432	77021	91432	82981	64966	72172	93789	84226	87829	61363	Total

Referências	PHH	OEE
121 912 848 C01C04	36	100%
121 912 849 C01C04	36	100%
121 913 200 C01A12	54	100%
121 913 344 C01B01	46	100%
121 913 345 C01A00	46	100%
121 913 175 C01F05	46	100%
121 912 885 C01A02	63	100%
121 913 182 C01A01	60	100%
121 913 052 C01B02	60	100%
121 913 026 C01A00	160	100%
121 912 974 C03A00	160	100%

Número de Horas Totais LM (Linha Multirreferências)

Referência	Projeto	Cliente	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
121 912 848 C01C04	MHS3	Adient Poland	16,469	15,75294	17,19	14,321	17,185	15,75	12,173	13,605	17,90106	15,7529	16,468981	11,456681
121 912 849 C01C04	MHS3	Adient Poland	16,469	15,75294	17,19	14,321	17,185	15,75	12,173	13,605	17,90106	15,7529	16,468981	11,456681
121 913 200 C01A12	SUBARU	Adient Japão	15,316	15,3158	15,32	15,316	15,316	15,32	15,316	15,316	15,3158	15,3158	15,315802	15,315802
121 913 344 C01B01	IBK2 (Clips)	Adient Seating Poland	10,558	10,0994	11,02	9,1813	11,018	9,87	7,5746	8,4927	11,24706	10,0994	10,558464	7,1154855
121 913 345 C01A00	IBK2 (Clips)	Adient Seating Poland	10,558	10,0994	11,02	9,1813	11,018	9,87	7,5746	8,4927	11,24706	10,0994	10,558464	7,1154855
121 913 175 C01F05	MAN	Adient Poland	8,7284	8,348935	9,108	7,5899	9,1079	8,159	6,2617	7,0207	9,297678	8,34893	8,7284312	5,8822029
121 912 885 C01A02	SK326	HHM K.	18,822	18,00336	19,64	16,367	19,64	18	13,912	15,548	20,45836	18,0034	18,821693	13,093352
121 913 182 C01A01	IBK2	Adient Hungary Kft.	4,922	4,707993	5,136	4,28	5,136	4,601	3,531	3,959	5,242993	4,70799	4,9219933	3,3169933
121 913 052 C01B02	IBK2	Adient Hungary Kft.	4,922	4,707993	5,136	4,28	5,136	4,601	3,531	3,959	5,242993	4,70799	4,9219933	3,3169933
121 913 026 C01A00	Linha Volvo	Brose Sweden /Volvo	25,827	24,70383	26,95	22,458	26,95	24,66	19,041	21,287	28,02424	24,7038	25,826727	17,918133
121 912 974 C03A00	Linha Volvo	Brose Sweden / Volvo	93,855	89,77455	97,94	81,613	97,936	87,73	67,331	75,492	99,97621	89,7746	93,855213	63,25025
Total			226,45	217,2671	235,6	198,91	235,63	214,3	168,42	186,78	241,8545	217,267	226,44674	159,23806

Número de horas/homem

Referência	Projeto	Cliente	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
121 912 848 C01C04	MHS3	Adient Poland	98,814	94,51764	103,1	85,925	103,11	94,52	73,036	81,629	107,4064	94,5176	98,813889	68,740083
121 912 849 C01C04	MHS3	Adient Poland	98,814	94,51764	103,1	85,925	103,11	94,52	73,036	81,629	107,4064	94,5176	98,813889	68,740083
121 913 200 C01A12	SUBARU	Adient Japão	91,895	91,89481	91,89	91,895	91,895	91,89	91,895	91,895	91,89481	91,8948	91,894815	91,894815
121 913 344 C01B01	IBK2 (Clips)	Adient Seating Poland	63,351	60,59639	66,11	55,088	66,105	59,22	45,447	50,956	67,48235	60,5964	63,350783	42,692913
121 913 345 C01A00	IBK2 (Clips)	Adient Seating Poland	63,351	60,59639	66,11	55,088	66,105	59,22	45,447	50,956	67,48235	60,5964	63,350783	42,692913
121 913 175 C01F05	MAN	Adient Poland	52,371	50,09361	54,65	45,54	54,648	48,96	37,57	42,124	55,78607	50,0936	52,370587	35,293217
121 912 885 C01A02	SK326	HHM K.	112,93	108,0202	117,8	98,2	117,84	108	83,47	93,29	122,7502	108,02	112,93016	78,560111
121 913 182 C01A01	IBK2	Adient Hungary Kft.	29,532	28,24796	30,82	25,68	30,816	27,61	21,186	23,754	31,45796	28,248	29,53196	19,90196
121 913 052 C01B02	IBK2	Adient Hungary Kft.	29,532	28,24796	30,82	25,68	30,816	27,61	21,186	23,754	31,45796	28,248	29,53196	19,90196
121 913 026 C01A00	Linha Volvo	Brose Sweden /Volvo	154,96	148,223	161,7	134,75	161,7	147,9	114,25	127,72	168,1455	148,223	154,96036	107,5088
121 912 974 C03A00	Linha Volvo	Brose Sweden / Volvo	563,13	538,6473	587,6	489,68	587,62	526,4	403,99	452,95	599,8572	538,647	563,13128	379,5015

Número de Turnos

Referência	Projeto	Cliente	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
121 912 848 C01C04	MHS3	Adient Poland	2,147	2,054	2,241	1,867	2,241	2,054	1,587	1,774	2,334	2,054	2,147	1,494
121 912 849 C01C04	MHS3	Adient Poland	2,147	2,054	2,241	1,867	2,241	2,054	1,587	1,774	2,334	2,054	2,147	1,494
121 913 200 C01A12	SUBARU	Adient Japão	1,997	1,997	1,997	1,997	1,997	1,997	1,997	1,997	1,997	1,997	1,997	1,997
121 913 344 C01B01	IBK2 (Clips)	Adient Seating Poland	1,377	1,317	1,436	1,197	1,436	1,287	0,988	1,107	1,466	1,317	1,377	0,928
121 913 345 C01A00	IBK2 (Clips)	Adient Seating Poland	1,377	1,317	1,436	1,197	1,436	1,287	0,988	1,107	1,466	1,317	1,377	0,928
121 913 175 C01F05	MAN	Adient Poland	1,138	1,089	1,187	0,990	1,187	1,064	0,816	0,915	1,212	1,089	1,138	0,767
121 912 885 C01A02	SK326	HHM K.	2,454	2,347	2,561	2,134	2,561	2,347	1,814	2,027	2,667	2,347	2,454	1,707
121 913 182 C01A01	IBK2	Adient Hungary Kft.	0,642	0,614	0,670	0,558	0,670	0,600	0,460	0,516	0,684	0,614	0,642	0,432
121 913 052 C01B02	IBK2	Adient Hungary Kft.	0,642	0,614	0,670	0,558	0,670	0,600	0,460	0,516	0,684	0,614	0,642	0,432
121 913 026 C01A00	Linha Volvo	Brose Sweden /Volvo	3,367	3,221	3,514	2,928	3,514	3,215	2,483	2,775	3,654	3,221	3,367	2,336
121 912 974 C03A00	Linha Volvo	Brose Sweden / Volvo	12,237	11,705	12,769	10,641	12,769	11,439	8,778	9,843	13,035	11,705	12,237	8,246
Total			29,524	28,327	30,721	25,933	30,721	27,942	21,958	24,352	31,533	28,327	29,524	20,761

Custos Mão de Obra (€)

Referência	Projeto	Cliente	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
121 912 848 C01C04	MHS3	Adient Poland	1 032,61 €	987,71 €	1 077,50 €	897,92 €	1 077,50 €	987,71 €	763,23 €	853,02 €	1 122,40 €	987,71 €	1 032,61 €	718,33 €
121 912 849 C01C04	MHS3	Adient Poland	1 032,61 €	987,71 €	1 077,50 €	897,92 €	1 077,50 €	987,71 €	763,23 €	853,02 €	1 122,40 €	987,71 €	1 032,61 €	718,33 €
121 913 200 C01A12	SUBARU	Adient Japão	960,30 €	960,30 €	960,30 €	960,30 €	960,30 €	960,30 €	960,30 €	960,30 €	960,30 €	960,30 €	960,30 €	960,30 €
121 913 344 C01B01	IBK2 (Clips)	Adient Seating Poland	662,02 €	633,23 €	690,80 €	575,67 €	690,80 €	618,84 €	474,92 €	532,49 €	705,19 €	633,23 €	662,02 €	446,14 €
121 913 345 C01A00	IBK2 (Clips)	Adient Seating Poland	662,02 €	633,23 €	690,80 €	575,67 €	690,80 €	618,84 €	474,92 €	532,49 €	705,19 €	633,23 €	662,02 €	446,14 €
121 913 175 C01F05	MAN	Adient Poland	547,27 €	523,48 €	571,07 €	475,89 €	571,07 €	511,58 €	392,61 €	440,20 €	582,96 €	523,48 €	547,27 €	368,81 €
121 912 885 C01A02	SK326	HMM K.	1 180,12 €	1 128,81 €	1 231,43 €	1 026,19 €	1 231,43 €	1 128,81 €	872,26 €	974,88 €	1 282,74 €	1 128,81 €	1 180,12 €	820,95 €
121 913 182 C01A01	IBK2	Adient Hungary Kft.	308,61 €	295,19 €	322,03 €	268,36 €	322,03 €	221,39 €	248,23 €	248,23 €	328,74 €	295,19 €	308,61 €	207,98 €
121 913 052 C01B02	IBK2	Adient Hungary Kft.	308,61 €	295,19 €	322,03 €	268,36 €	322,03 €	221,39 €	248,23 €	248,23 €	328,74 €	295,19 €	308,61 €	207,98 €
121 913 026 C01A00	Linha Volvo	Brose Sweden /Volvo	1 619,34 €	1 548,93 €	1 689,74 €	1 408,12 €	1 689,74 €	1 545,90 €	1 193,87 €	1 334,68 €	1 757,12 €	1 548,93 €	1 619,34 €	1 123,47 €
121 912 974 C03A00	Linha Volvo	Brose Sweden / Volvo	5 884,72 €	5 628,86 €	6 140,58 €	5 117,15 €	6 140,58 €	5 500,94 €	4 221,65 €	6 233,36 €	6 268,51 €	5 628,86 €	5 884,72 €	3 965,79 €
Total			14 198,21 €	13 622,65 €	14 773,77 €	12 471,53 €	14 773,77 €	13 437,60 €	10 559,79 €	11 710,91 €	15 164,28 €	13 622,65 €	14 198,21 €	9 984,23 €
Custo mão de obra (€/h)			10,45		Total 2022									
					158 517,59 €									

Referências	PHH	OEE	PHH (OEE)
121 912 848 C01C04	36	72%	26
121 912 849 C01C04	36	72%	26
121 913 200 C01A12	54	82%	44
121 913 344 C01B01	46	54%	25
121 913 345 C01A00	46	54%	25
121 913 175 C01F05	46	56%	26
121 912 885 C01A02	63	72%	45
121 913 182 C01A01	60	54%	32
121 913 052 C01B02	60	54%	32
121 913 026 C01A00	160	79%	126
121 912 974 C03A00	160	80%	128

Nota: A OEE para cada uma das referências foi calculada com base na média dos últimos 4 meses (Novembro, Dezembro, Janeiro e Fevereiro).

Número de Horas Totais LM (Linha Multirreferências)

Referência	Projeto	Cliente	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
121 912 848 C01C04	MHS3	Adient Poland	22,874	21,87908	23,86809	19,89	23,868	21,8791	16,907	18,896	24,86259	21,8791	22,873585	15,912056
121 912 849 C01C04	MHS3	Adient Poland	22,874	21,87908	23,86809	19,89	23,868	21,8791	16,907	18,896	24,86259	21,8791	22,873585	15,912056
121 913 200 C01A12	SUBARU	Adient Japão	18,678	18,67781	18,67781	18,678	18,678	18,6778	18,678	18,678	18,67781	18,6778	18,677808	18,677808
121 913 344 C01B01	IBK2 (Clips)	Adient Seating Poland	19,553	18,70259	20,40283	17,002	20,403	18,2775	14,027	15,727	20,82789	18,7026	19,552711	13,176825
121 913 345 C01A00	IBK2 (Clips)	Adient Seating Poland	19,553	18,70259	20,40283	17,002	20,403	18,2775	14,027	15,727	20,82789	18,7026	19,552711	13,176825
121 913 175 C01F05	MAN	Adient Poland	15,586	14,90881	16,26416	13,553	16,264	14,57	11,182	12,537	16,603	14,9088	15,586484	10,503934
121 912 885 C01A02	SK326	HHM K.	26,141	25,00467	27,27782	22,732	27,278	25,0047	19,322	21,595	28,41439	25,0047	26,14124	18,185211
121 913 182 C01A01	IBK2	Adient Hungary Kft.	9,1148	8,718506	9,511099	7,9259	9,5111	8,52036	6,5389	7,3315	9,709247	8,71851	9,1148025	6,1425802
121 913 052 C01B02	IBK2	Adient Hungary Kft.	9,1148	8,718506	9,511099	7,9259	9,5111	8,52036	6,5389	7,3315	9,709247	8,71851	9,1148025	6,1425802
121 913 026 C01A00	Linha Volvo	Brose Sweden /Volvo	32,692	31,27066	34,11345	28,428	34,113	31,2095	24,103	26,945	35,47373	31,2707	32,69206	22,681181
121 912 974 C03A00	Linha Volvo	Brose Sweden / Volvo	117,32	112,2182	122,4198	102,02	122,42	109,668	84,164	94,365	124,9703	112,218	117,31902	79,062813
Total			313,5	300,6805	326,3171	275,04	326,32	296,484	232,39	258,03	334,9386	300,68	313,4988	219,57387

Número de horas/homem

Referência	Projeto	Cliente	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
121 912 848 C01C04	MHS3	Adient Poland	137,24	131,2745	143,2085	119,34	143,21	131,274	101,44	113,37	149,1755	131,274	137,24151	95,472338
121 912 849 C01C04	MHS3	Adient Poland	137,24	131,2745	143,2085	119,34	143,21	131,274	101,44	113,37	149,1755	131,274	137,24151	95,472338
121 913 200 C01A12	SUBARU	Adient Japão	112,07	112,0668	112,0668	112,07	112,07	112,067	112,07	112,07	112,0668	112,067	112,06685	112,06685
121 913 344 C01B01	IBK2 (Clips)	Adient Seating Poland	117,32	112,2155	122,417	102,01	122,42	109,665	84,162	94,363	124,9673	112,216	117,31626	79,06095
121 913 345 C01A00	IBK2 (Clips)	Adient Seating Poland	117,32	112,2155	122,417	102,01	122,42	109,665	84,162	94,363	124,9673	112,216	117,31626	79,06095
121 913 175 C01F05	MAN	Adient Poland	93,519	89,45287	97,58494	81,321	97,585	87,4198	67,09	75,222	99,61797	89,4529	93,518905	63,023602
121 912 885 C01A02	SK326	HHM K.	156,85	150,028	163,6669	136,39	163,67	150,028	115,93	129,57	170,4864	150,028	156,84744	109,11127
121 913 182 C01A01	IBK2	Adient Hungary Kft.	54,689	52,31104	57,06659	47,555	57,067	51,1221	39,233	43,989	58,25548	52,311	54,688815	36,855481
121 913 052 C01B02	IBK2	Adient Hungary Kft.	54,689	52,31104	57,06659	47,555	57,067	51,1221	39,233	43,989	58,25548	52,311	54,688815	36,855481
121 913 026 C01A00	Linha Volvo	Brose Sweden /Volvo	196,15	187,624	204,6807	170,57	204,68	187,257	144,62	161,67	212,8424	187,624	196,15236	136,08709
121 912 974 C03A00	Linha Volvo	Brose Sweden / Volvo	703,91	673,3091	734,5191	612,1	734,52	658,007	504,98	566,19	749,8215	673,309	703,91409	474,37688

Número de Turnos

Referência	Projeto	Cliente	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
121 912 848 C01C04	MHS3	Adient Poland	2,982	2,853	3,112	2,593	3,112	2,853	2,204	2,464	3,242	2,853	2,982	2,075
121 912 849 C01C04	MHS3	Adient Poland	2,982	2,853	3,112	2,593	3,112	2,853	2,204	2,464	3,242	2,853	2,982	2,075
121 913 200 C01A12	SUBARU	Adient Japão	2,435	2,435	2,435	2,435	2,435	2,435	2,435	2,435	2,435	2,435	2,435	2,435
121 913 344 C01B01	IBK2 (Clips)	Adient Seating Poland	2,549	2,438	2,660	2,217	2,660	2,383	1,829	2,050	2,716	2,438	2,549	1,718
121 913 345 C01A00	IBK2 (Clips)	Adient Seating Poland	2,549	2,438	2,660	2,217	2,660	2,383	1,829	2,050	2,716	2,438	2,549	1,718
121 913 175 C01F05	MAN	Adient Poland	2,032	1,944	2,120	1,767	2,120	1,900	1,458	1,635	2,165	1,944	2,032	1,369
121 912 885 C01A02	SK326	HHM K.	3,408	3,260	3,556	2,964	3,556	3,260	2,519	2,816	3,705	3,260	3,408	2,371
121 913 182 C01A01	IBK2	Adient Hungary Kft.	1,188	1,137	1,240	1,033	1,240	1,111	0,853	0,956	1,266	1,137	1,188	0,801
121 913 052 C01B02	IBK2	Adient Hungary Kft.	1,188	1,137	1,240	1,033	1,240	1,111	0,853	0,956	1,266	1,137	1,188	0,801
121 913 026 C01A00	Linha Volvo	Brose Sweden /Volvo	4,262	4,077	4,448	3,706	4,448	4,069	3,142	3,513	4,625	4,077	4,262	2,957
121 912 974 C03A00	Linha Volvo	Brose Sweden / Volvo	15,296	14,631	15,961	13,301	15,961	14,298	10,973	12,303	16,293	14,631	15,296	10,308
Total			40,873	39,202	42,545	35,860	42,545	38,655	30,299	33,641	43,669	39,202	40,873	28,628

Custos Mão de Obra (€)

Referência	Projeto	Cliente	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maiο	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	
121 912 848 C01C04	MHS3	Adient Poland	1 434,17 €	1 371,82 €	1 496,53 €	1 247,11 €	1 496,53 €	1 371,82 €	1 060,04 €	1 184,75 €	1 558,88 €	1 371,82 €	1 434,17 €	997,69 €	
121 912 849 C01C04	MHS3	Adient Poland	1 434,17 €	1 371,82 €	1 496,53 €	1 247,11 €	1 496,53 €	1 371,82 €	1 060,04 €	1 184,75 €	1 558,88 €	1 371,82 €	1 434,17 €	997,69 €	
121 913 200 C01A12	SUBARU	Adient Japão	1 171,10 €	1 171,10 €	1 171,10 €	1 171,10 €	1 171,10 €	1 171,10 €	1 171,10 €	1 171,10 €	1 171,10 €	1 171,10 €	1 171,10 €	1 171,10 €	
121 913 344 C01B01	IBK2 (Clips)	Adient Seating Poland	1 225,95 €	1 172,65 €	1 279,26 €	1 066,05 €	1 279,26 €	1 146,00 €	879,49 €	986,09 €	1 305,91 €	1 172,65 €	1 225,95 €	826,19 €	
121 913 345 C01A00	IBK2 (Clips)	Adient Seating Poland	1 225,95 €	1 172,65 €	1 279,26 €	1 066,05 €	1 279,26 €	1 146,00 €	879,49 €	986,09 €	1 305,91 €	1 172,65 €	1 225,95 €	826,19 €	
121 913 175 C01F05	MAN	Adient Poland	977,27 €	934,78 €	1 019,76 €	849,80 €	1 019,76 €	913,54 €	701,09 €	786,07 €	1 041,01 €	934,78 €	977,27 €	658,60 €	
121 912 885 C01A02	SK326	HHM K.	1 639,06 €	1 567,79 €	1 710,32 €	1 425,27 €	1 710,32 €	1 567,79 €	1 211,48 €	1 354,00 €	1 781,58 €	1 567,79 €	1 639,06 €	1 140,21 €	
121 913 182 C01A01	IBK2	Adient Hungary Kft.	571,50 €	546,65 €	596,35 €	496,95 €	596,35 €	534,23 €	409,99 €	459,68 €	608,77 €	546,65 €	571,50 €	385,14 €	
121 913 052 C01B02	IBK2	Adient Hungary Kft.	571,50 €	546,65 €	596,35 €	496,95 €	596,35 €	534,23 €	409,99 €	459,68 €	608,77 €	546,65 €	571,50 €	385,14 €	
121 913 026 C01A00	Linha Volvo	Brose Sweden /Volvo	2 049,79 €	1 960,67 €	2 138,91 €	1 782,43 €	2 138,91 €	1 956,84 €	1 511,23 €	1 689,47 €	2 224,20 €	1 960,67 €	2 049,79 €	1 422,11 €	
121 912 974 C03A00	Linha Volvo	Brose Sweden / Volvo	7 355,90 €	7 036,08 €	7 675,72 €	6 396,44 €	7 675,72 €	6 876,17 €	5 277,06 €	5 916,70 €	7 835,64 €	7 036,08 €	7 355,90 €	4 957,24 €	Total 2022
		Total	19 656,38 €	18 852,67 €	20 460,08 €	17 245,25 €	20 460,08 €	18 589,53 €	14 570,99 €	16 178,41 €	21 000,65 €	18 852,67 €	19 656,38 €	13 767,28 €	219 290,36 €

Custo mão de obra (€/h)	10,45
-------------------------	-------

6.7 Anexo 7- Fichas de Posto 974 e 026

FICOSA International Fico Cables Maia		Linha Volvo 121912974_121913026 (Multiferências)						Revisão: 002/2019 Data: 2021-03-29 Criador: F32LP01 Alterado por: F32LP01			
Instrução do Posto de Trabalho: 101 Montar cabo; Aparar cabo; Termografar											
Tempo op. Ind.: 7.5"		Aprovado digitalmente por: Liliana Pinheiro		Regras de Reação: Se algum componente/subconjunto apresentar características NOK, colocá-lo em caixa para recusados.							
Ind. Poliv.: L		Data: 2021-03-29		Quando ultrapassar o nível máximo de defeitos indicado para actividade, parar a operação e chamar a team leader, que deve verificar se o defeito encontrado está a ser produzido na linha/máquina de origem.							
Stock: 15				O material não conforme colocado nas caixas de sucata, só pode ser recuperado no local definido para o mesmo e de acordo com as recuperação de peças definidas que se encontram nos postos de recuperação							
Lim. defeitos: Ver etiqueta											
1				2				3			
1º terminal de espiral sem todas as marcas dos pinos, partido entre pinos, danificado ou com deformacoes		Pegar num subconjunto de espiral do tapete. Pegar num subconjunto de cabo e introduzir cabo na espiral.		Subconjunto terminal de cabo com rebarbas, deformado, injeccao incompleta, cabo acavalado ou trilhado		Posicionar subconjunto no gabarit de aparar e termografar, tendo em atenção o seu correcto guiamento.		Premir botão verde para accionar operação.			
4				5				6			
7				8				9			

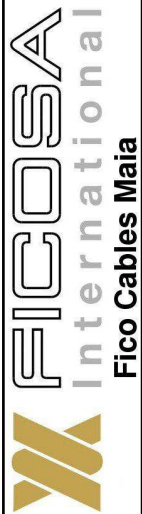
Fico Cables Maia		Linha Volvo 121912974_121913026 (Multiferências)			Revisão: 002/2019 Data: 2019-12-19 Criador: F32LP01 Alterado por: F32LP01	
Inst. do P. de Trab.: 102 Fazer Flor; Injectar 2º terminal de cabo; Ensaio à tracção; Medição de cota - Marcação						
Tempo op. Ind.: 7.5"		Aprovado digitalmente por: Liliana Pinheiro		Regras de Reacção: Se algum componente/subconjunto apresentar características NOK, colocá-lo em caixa para recusados. Quando ultrapassar o nível máximo de defeitos indicado para actividade, parar a operação e chamar a team leader, que deve verificar se o defeito encontrado está a ser produzido na linha/máquina de origem. O material não conforme colocado nas caixas de sucata, só pode ser recuperado no local definido para o mesmo e de acordo com as recuperação de peças definidas que se encontram nos postos de recuperação		
Ind. Poliv.: U		Data: 2019-12-19				
Stock: 20						
Lim. defeitos: Ver etiqueta						
1	Sequência de operações (Flor)	Pegar num superconjunto com cabo aparado e posicionar extremidade no dispositivo de fazer flor, empurrando ligeiramente.	2º terminal de espiral sem todas as marcas dos pinos, partido entre pinos, danificado ou com deformacoes	Posicionar subconjunto, junto ao molde	Corte de cabo com filamentos soltos e com rebarbas no corte / Flor mal formada ou com filamentos soltos	Posicionar subconjunto do lado oposto ao molde, tendo em atenção o correcto posicionamento do termina de cabo (manivela para baixo)
4	S01: 67.2+/-0.5; S02: >900N; SC: diam. 5.9-0.1	Ensaio à tracção; Medição de cota de saída.	5	Posicionar subconjunto, junto ao molde	6	
Flor não centrada no molde	Premir botão verde duas vezes consecutivas (uma para fixar o subconjunto, outra para realizar op. de injeção, ensaio e medição)	8	2º terminal de espiral sem todas as marcas dos pinos, partido entre pinos, danificado ou com deformacoes	Posicionar subconjunto, junto ao molde	Corte de cabo com filamentos soltos e com rebarbas no corte / Flor mal formada ou com filamentos soltos	
7	Premir botão verde duas vezes consecutivas (uma para fixar o subconjunto, outra para realizar op. de injeção, ensaio e medição)	8	2º terminal de espiral sem todas as marcas dos pinos, partido entre pinos, danificado ou com deformacoes	Posicionar subconjunto, junto ao molde	Corte de cabo com filamentos soltos e com rebarbas no corte / Flor mal formada ou com filamentos soltos	

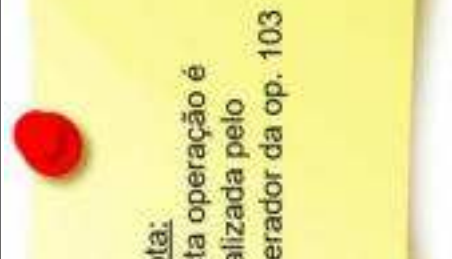
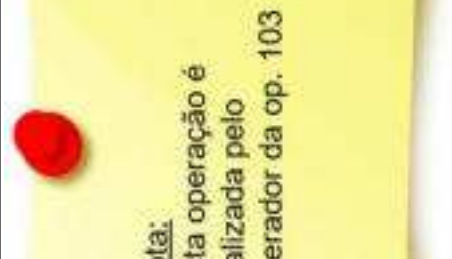
6.8 Anexo 8- Fichas de Posto 848 e 849

FICOSA International Fico Cables Maia		MHS3 121912848_ 121912849							Revisão: 001/2022 Data: 2022-05-26 Criador: F32LP01 Alterado por: F32LP01		
					Instrução do Posto de Trabalho: 100 Montar tubo exterior estrela; Montar tubo esponja (tramo grande)						
Tempo op. Ind.: 11 seg		Aprovado digitalmente por: Liliana Pinheiro		Regras de Reacção: Se algum componente/subconjunto apresentar características NOK, colocá-lo em caixa para recusados. Quando ultrapassar o nível máximo de defeitos indicado para actividade, parar a operação e chamar a team leader, que deve verificar se o defeito encontrado está a ser produzido na linha/máquina de origem. O material não conforme colocado nas caixas de sucata, só pode ser recuperado no local definido para o mesmo e de acordo com as recuperação de peças definidas que se encontram nos postos de recuperação							
Ind. Poliv.: L		Data: 2022-05-26									
Stock: 50											
Lim. defeitos: Ver etiqueta											
1						3					
Espiral com alhetas, rebarbas, cortes ou revestimento danificado.		Pegar numa espiral e num tubo exterior. Efectuar pre-montagem do tubo exterior na extremidade da espiral		Posicionar subcj no dispositivo de introdução de tubo. Empurrar espiral até atingir batente. Imagem representativa				Pegar num tubo esponja e montá-lo na espiral e armazenar			
4						6					
				Nota: Este operador, deverá realizar as atividades da op. 101							
7						9					

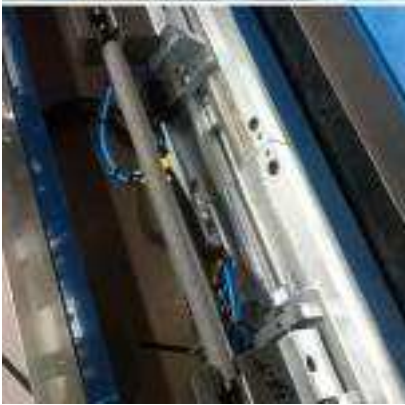
FICOSA International Fico Cables Maia			MHS3 121912848_121912849			Instrução do Posto de Trabalho: 101 Esmerilar/Escarear; Montar e punçonar term. espiral (tramo grd)					Revisão: 001/2022 Data: 2022-05-26 Criador: F32LP01 Alterado por: F32LP01									
Tempo op. Ind.: 11 seg Ind. Poliv.: L Stock: 25 Lim. defeitos: Ver etiqueta			Aprovado digitalmente por: Liliana Pinheiro Data: 2022-05-26			Regras de Reacção: Se algum componente/subconjunto apresentar características NOK, colocá-lo em caixa para recusados. Quando ultrapassar o nível máximo de defeitos indicado para actividade, parar a operação e chamar a team leader, que deve verificar se o defeito encontrado está a ser produzido na linha/máquina de origem. O material não conforme colocado nas caixas de sucata, só pode ser recuperado no local definido para o mesmo e de acordo com as recuperação de peças definidas que se encontram nos postos de recuperação														
1 Sequência de operações						2 Sequência de operações						3						Pegar num terminal de espiral e efectuar pré-montagem na extremidade de espiral do lado esquerdo.		
4						5						6 SC02: > 8daN Correcto comprimento de espiral; Existência de tubos montados; Correcto comprimento de tubos.						Premir botão, para accionar operação de punçonagem		
7						8						9								
Se algum componente/subconjunto apresentar características NOK, colocá-lo em caixa para recusador						Nota: este operador deverá realizar a operação 100														

FICOSA International Fico Cables Maia			MHS3 121912848_121912849			Inst. do P. de Trab.: 102 Esmerilar/Escapear espiral; Montar e punçonar terminais de espiral (tramo pq)									Revisão: 001/2022 Data: 2022-05-26 Criador: F32LP01 Alterado por: F32LP01														
Tempo op. Ind.: 11 seg Ind. Poliv.: L Stock: 10 Lim. defeitos: Ver etiqueta			Aprovado digitalmente por: Liliana Pinheiro Data: 2022-05-26			Regras de Reacção: Se algum componente/subconjunto apresentar características NOK, colocá-lo em caixa para recusados. Quando ultrapassar o nível máximo de defeitos indicado para actividade, parar a operação e chamar a team leader, que deve verificar se o defeito encontrado está a ser produzido na linha/máquina de origem. O material não conforme colocado nas caixas de sucata, só pode ser recuperado no local definido para o mesmo e de acordo com as recuperação de peças definidas que se encontram nos postos de recuperação																							
1			Sequência de operações						2						3														
						Pegar numa espiral introduzir no dispositivo, encostando totalmente a espiral até sentir o batente máx 1 segundo por espiral.									Espiral com alhetas, rebarbas, cortes ou revestimento danificado.			Pegar num terminal de espiral e montá-lo na extremidade de espiral, do lado esquerdo.											
4									5						6			SC02: > 8daN			Sequência de operações Comprimento de espiral						Premir botão, para accionar operação de punçonagem.		
						Pegar num terminal de espiral e montá-lo na outra extremidade da espiral						Posicionar subconjunto no gabarit de punçonagem																	
7									8						9														
						Se algum componente / Subconjunto apresentar características NOK, colocá-lo em caixa para recusados.						Nota: Esta operação é realizada pelos operadores das op.105 e 106.																	

		MHS3 121912848_121912849						Revisão: 001/2022 Data: 2022-05-26 Criador: F32LP01 Alterado por: F32LP01			
				Instrução do Posto de Trabalho: 103 Clipar Mola e batente no compensador							
Tempo op. Ind.: 11 seg Ind. Poliv.: L Stock: 10 Lim. defeitos: Ver etiqueta		Aprovado digitalmente por: Liliana Pinheiro Data: 2022-05-26		Regras de Reação: Se algum componente/subconjunto apresentar características NOK, colocá-lo em caixa para recusados. Quando ultrapassar o nível máximo de defeitos indicado para actividade, parar a operação e chamar a team leader, que deve verificar se o defeito encontrado está a ser produzido na linha/máquina de origem. O material não conforme colocado nas caixas de sucata, só pode ser recuperado no local definido para o mesmo e de acordo com as recuperação de peças definidas que se encontram nos postos de recuperação							
1				2		 Existência de mola e batente montados;		3			
Terminais de espiral do tramo grande danificados ou partidos entre puncees.		Pegar numa mola e montá-la no terminal de espiral (caixa)				Pegar num batente e montá-lo sobre a mola		Posicionar subconjunto sobre o dispositivo			
4				5				6			
		Premir botões em simultâneo, para accionar operação de clipagem, mantendo-os premidos até conclusão de clipagem Terminada, colocar no suporte				Se algum componente / Subconjunto apresentar características NOK, colocá-lo em caixa para recusados		Nota: este operador deverá realizar a operação 104			
7				8				9			

		MHS3 121912848_121912849								Revisão: 001/2022 Data: 2022-05-26 Criador: F32LP01 Alterado por: F32LP01	
		Instrução do Posto de Trabalho: 104 Montar chapa no compensador; Clipar tramo pequeno no compensador									
Tempo op. Ind.: 11 seg Ind. Poliv.: L Stock: 10 Lim. defeitos: Ver etiqueta		Aprovado digitalmente por: Liliana Pinheiro Data: 2022-05-26		Regras de Reacção: Se algum componente/subconjunto apresentar características NOK, colocá-lo em caixa para recusados. Quando ultrapassar o nível máximo de defeitos indicado para actividade, parar a operação e chamar a team leader, que deve verificar se o defeito encontrado está a ser produzido na linha/máquina de origem. O material não conforme colocado nas caixas de sucata, só pode ser recuperado no local definido para o mesmo e de acordo com as recuperação de peças definidas que se encontram nos postos de recuperação							
1					2			3			
	Pegar num subconjunto de espiral (Com mola e batente clipados)		Pegar numa chapa			Patilhas do compensador partidas.			Montar chapa no compensador		
4					5			6			
	Existência de chapa montada; Correcta chapa montada										
	Posicionar subconjunto no dispositivo de clipagem		Pegar num subconjunto de espiral tramo pequeno			Terminais de espiral do tramo pequeno danificados ou partidos entre punções.			Posicionar subconjunto de espiral pequeno, no dispositivo de clipagem		
7					8			9			
	Premir botão para accionar operação de clipagem		Se algum componente / Subconjunto apresentar características NOK, colocá-lo em caixa para recusados						Nota: Esta operação é realizada pelo operador da op. 103		

FICOSA International Fico Cables Maia			MHS3 121912848_121912849			Instrução do Posto de Trabalho: 105 Montar cabo na espiral e aparar; Termografar			Revisão: 001/2022 Data: 2022-05-26 Criador: F32LP01 Alterado por: F32LP01														
Tempo op. Ind.: 11 seg Ind. Poliv.: L Stock: 10 Lim. defeitos: Ver etiqueta			Aprovado digitalmente por: Liliana Pinheiro Data: 2022-05-26			Regras de Reacção: Se algum componente/subconjunto apresentar características NOK, colocá-lo em caixa para recusados. Quando ultrapassar o nível máximo de defeitos indicado para actividade, parar a operação e chamar a team leader, que deve verificar se o defeito encontrado está a ser produzido na linha/máquina de origem. O material não conforme colocado nas caixas de sucata, só pode ser recuperado no local definido para o mesmo e de acordo com as recuperação de peças definidas que se encontram nos postos de recuperação																	
1						2						3											
Subconj. term cabo c. rebarbas, deformado, inj. incompleta cabo acavalado ou trilhado. Montado lado correto			Pegar num subconjunto de cabo do suporte. Montar subconjunto de cabo no subconjunto de espiral.			Tramos correctamente clipados e sem deformações.			Posicionar subconjunto de espiral / Terminal de espiral, do lado esquerdo						Posicionar subconjunto na outra extremidade. Empurrar para accionar operação de aparar cabo e termogravação.								
4						5						6											
			Se algum componente / Subconjunto apresentar características NOK, colocá-lo em caixa para recusados			Nota: este operador deverá realizar a operação 102			Nota: este operador deverá realizar a operação 102														
7						8						9											

FICOSA International Fico Cables Maia		MHS3 121912848_ 121912849		Instrução do Posto de Trabalho: 107 Montar Abraçadeiras; Posicionar e aparar abraçadeiras		Revisão: 001/2022 Data: 2022-05-26 Criador: F32LP01 Alterado por: F32LP01					
Tempo op. Ind.: 11 seg		Aprovado digitalmente por: Liliana Pinheiro		Regras de Reacção: Se algum componente/subconjunto apresentar características NOK, colocá-lo em caixa para recusados. Quando ultrapassar o nível máximo de defeitos indicado para actividade, parar a operação e chamar a team leader, que deve verificar se o defeito encontrado está a ser produzido na linha/máquina de origem. O material não conforme colocado nas caixas de sucata, só pode ser recuperado no local definido para o mesmo e de acordo com as recuperação de peças definidas que se encontram nos postos de recuperação		3		 		Posicionar abraçadeiras nos respectivos gabarits (conforme imagem)	
Ind. Poliv.: L											
Stock: 10											
Lim. defeitos: Ver etiqueta											
TEspiral danificado, derretido TCabo com rebarbas, deformado, cabo acavalado ou trilhado.		Pegar num subconjunto e posicioná-lo (terminal de espiral) no dispositivo de ajuda a montagem a abraçadeira, do lado esquerdo		Deslizamento do cabo com atrito ou a arranhar.		5		 		Completar posicionamento do subconjunto. Efectuar pre-montagem das abraçadeiras junto as extremidades do tubo esponja.	
4		 		SC03:>20N				6		Se algum componente/subconjunto apresentar características NOK, colocá-lo em caixa para recusados.	
Esforço deslizamento de abraçadeiras; Existência e correcto ângulo abraçadeiras; Correcta chapa											
Abraçadeiras com corte rente, soltas ou partidas											
Pegar numa pistola de aparar fivela. Aparar excesso de fivela das abraçadeiras montadas, segurando a fivela com a outra mão. Colocar sobras na caixa vermelha		Pegar numa pistola de aparar fivela. Aparar excesso de fivela das abraçadeiras montadas, segurando a fivela com a outra mão. Colocar sobras na caixa vermelha		Premir botão para accionar operação de teste deslizamento de abraçadeiras.							
7		Nota: Este operador é responsável pela realização da operação de embalagem de produto acabado (conforme instrução).		8				9			
Nota: Este(a) operador(a) deverá realizar a embalagem de produto acabado e etiquetagem, caixa-caixa, conforme instrução		Nota: Este(a) operador(a) deverá realizar a embalagem de produto acabado e etiquetagem, caixa-caixa, conforme instrução									

Tempo op. Ind.: 11 seg		Aprovado digitalmente por: Liliana Pinheiro Data: 2022-05-26	Regras de Reação: Se algum componente/subconjunto apresentar características NOK, colocá-lo em caixa para recusados. Quando ultrapassar o nível máximo de defeitos indicado para actividade, parar a operação e chamar a team leader, que deve verificar se o defeito encontrado está a ser produzido na linha/máquina de origem. O material não conforme colocado nas caixas de sucata, só pode ser recuperado no local definido para o mesmo e de acordo com as recuperação de peças definidas que se encontram nos postos de recuperação											
Ind. Poliv.: L	caixa		2				3							
Stock:	Ver etiqueta													
Lim. defeitos:														
Existência de gito														
4		108 - Embalar conforme instrução de embalagem. Etiquetar caixa-a-caixa, conforme instrução de embalagem	5				6							
7			8				9							

6.9 Anexo 9- Layouts 974, 026, 848 e 849

6.10 Anexo 10- Comunicação Interna

Fico Cables Maia

Comunicação Interna sobre
utilização de
uma base com rodas para a
paleta na Linha Multi 1

Objectivo

A quem se destina esta comunicação?

Equipa Produção UAP3
Equipa Logística Interna

Porquê utilizar uma base com rodas para a palete?

Redução de deslocações das operadoras que fazem a embalagem
(eliminação de 8 metros por Caixa).

Facilitação da movimentação da palete para as diferentes
posições na linha consoante a referência.

Onde vai ser usado?

UAP3

Em que Linha de Montagem?

Multi1.

Quando se inicia?

1 Junho de 2022.

Utilização da base com rodas no UAP3 – LM Multi 1

Base com rodas



Utilização da base com rodas no UAP3 – LM Multi 1

Diferentes posições da paleta na Linha Multi 1 consoante a referência



Marcação da posição da paleta nº 1



Marcação da posição da paleta nº 2 (para as referências 974 e 026)

Nº colaborador	Nome	Departamento	Data	Tomei conhecimento (S/N)

Nº colaborador	Nome	Departamento	Data	Tomei conhecimento (S/N)

Nº colaborador	Nome	Departamento	Data	Tomei conhecimento (S/N)

6.11 Anexo 11- Impacto Financeiro das referências trabalhadas (custo teórico, fase inicial e fase improve)

Referências	PHH	OEE
121 912 848 C01C04	36	100%
121 912 849 C01C04	36	100%
121 913 200 C01A12	0	100%
121 913 344 C01B01	0	100%
121 913 345 C01A00	0	100%
121 913 175 C01F05	0	100%
121 912 885 C01A02	0	100%
121 913 182 C01A01	0	100%
121 913 052 C01B02	0	100%
121 913 026 C01A00	160	100%
121 912 974 C03A00	160	100%

Número de Horas Totais LM (Linha Multirreferências)

Referência	Projeto	Cliente	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
121 912 848 C01C04	MHS3	Adient Poland	16,469	15,75294	17,19	14,321	17,185	15,75	12,173	13,605	17,90106	15,7529	16,468981	11,456681
121 912 849 C01C04	MHS3	Adient Poland	16,469	15,75294	17,19	14,321	17,185	15,75	12,173	13,605	17,90106	15,7529	16,468981	11,456681
121 913 026 C01A00	Linha Volvo	Brose Sweden /Volvo	25,827	24,70383	26,95	22,458	26,95	24,66	19,041	21,287	28,02424	24,7038	25,826727	17,918133
121 912 974 C03A00	Linha Volvo	Brose Sweden / Volvo	93,855	89,77455	97,94	81,613	97,936	87,73	67,331	75,492	99,97621	89,7746	93,855213	63,25025
Total			152,62	145,9843	159,3	132,71	159,26	143,9	110,72	123,99	163,8026	145,984	152,6199	104,08174

Número de horas/homem

Referência	Projeto	Cliente	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
121 912 848 C01C04	MHS3	Adient Poland	98,814	94,51764	103,1	85,925	103,11	94,52	73,036	81,629	107,4064	94,5176	98,813889	68,740083
121 912 849 C01C04	MHS3	Adient Poland	98,814	94,51764	103,1	85,925	103,11	94,52	73,036	81,629	107,4064	94,5176	98,813889	68,740083
121 913 026 C01A00	Linha Volvo	Brose Sweden /Volvo	154,96	148,223	161,7	134,75	161,7	147,9	114,25	127,72	168,1455	148,223	154,96036	107,5088
121 912 974 C03A00	Linha Volvo	Brose Sweden / Volvo	563,13	538,6473	587,6	489,68	587,62	526,4	403,99	452,95	599,8572	538,647	563,13128	379,5015

Número de Turnos

Referência	Projeto	Cliente	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
121 912 848 C01C04	MHS3	Adient Poland	2,147	2,054	2,241	1,867	2,241	2,054	1,587	1,774	2,334	2,054	2,147	1,494
121 912 849 C01C04	MHS3	Adient Poland	2,147	2,054	2,241	1,867	2,241	2,054	1,587	1,774	2,334	2,054	2,147	1,494
121 913 026 C01A00	Linha Volvo	Brose Sweden /Volvo	3,367	3,221	3,514	2,928	3,514	3,215	2,483	2,775	3,654	3,221	3,367	2,336
121 912 974 C03A00	Linha Volvo	Brose Sweden / Volvo	12,237	11,705	12,769	10,641	12,769	11,439	8,778	9,843	13,035	11,705	12,237	8,246
Total			19,898	19,033	20,763	17,303	20,763	18,761	14,435	16,165	21,356	19,033	19,898	13,570

Custos Mão de Obra (€)

Referência	Projeto	Cliente	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maiο	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
121 912 848 C01C04	MHS3	Adient Poland	1 032,61 €	987,71 €	1 077,50 €	897,92 €	1 077,50 €	987,71 €	763,23 €	853,02 €	1 122,40 €	987,71 €	1 032,61 €	718,33 €
121 912 849 C01C04	MHS3	Adient Poland	1 032,61 €	987,71 €	1 077,50 €	897,92 €	1 077,50 €	987,71 €	763,23 €	853,02 €	1 122,40 €	987,71 €	1 032,61 €	718,33 €
121 913 026 C01A00	Linha Volvo	Brose Sweden /Volvo	1 619,34 €	1 548,93 €	1 689,74 €	1 408,12 €	1 689,74 €	1 545,90 €	1 193,87 €	1 334,68 €	1 757,12 €	1 548,93 €	1 619,34 €	1 123,47 €
121 912 974 C03A00	Linha Volvo	Brose Sweden / Volvo	5 884,72 €	5 628,86 €	6 140,58 €	5 117,15 €	6 140,58 €	5 500,94 €	4 221,65 €	4 733,36 €	6 268,51 €	5 628,86 €	5 884,72 €	3 965,79 €
Total			9 569,27 €	9 153,21 €	9 985,32 €	8 321,10 €	9 985,32 €	9 022,26 €	6 941,98 €	7 774,09 €	10 270,42 €	9 153,21 €	9 569,27 €	6 525,93 €
														Total 2022
														106 271,39

Custo mão de obra (€/h)	10,45
-------------------------	-------

Referências	PHH	OEE	PHH (OEE)
121 912 848 C01C04	36	72%	26
121 912 849 C01C04	36	72%	26
121 913 200 C01A12	0	82%	0
121 913 344 C01B01	0	54%	0
121 913 345 C01A00	0	54%	0
121 913 175 C01F05	0	56%	0
121 912 885 C01A02	0	72%	0
121 913 182 C01A01	0	54%	0
121 913 052 C01B02	0	54%	0
121 913 026 C01A00	160	79%	126
121 912 974 C03A00	160	80%	128

Nota: A OEE para cada uma das referências foi calculada com base na média dos últimos 4 meses (Novembro, Dezembro, Janeiro e Fevereiro).

Número de Horas Totais LM (Linha Multirreferências)

Referência	Projeto	Cliente	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
121 912 848 C01C04	MHS3	Adient Poland	22,874	21,87908	23,86809	19,89	23,868	21,8791	16,907	18,896	24,86259	21,8791	22,873585	15,912056
121 912 849 C01C04	MHS3	Adient Poland	22,874	21,87908	23,86809	19,89	23,868	21,8791	16,907	18,896	24,86259	21,8791	22,873585	15,912056
121 913 026 C01A00	Linha Volvo	Brose Sweden /Volvo	32,692	31,27066	34,11345	28,428	34,113	31,2095	24,103	26,945	35,47373	31,2707	32,69206	22,681181
121 912 974 C03A00	Linha Volvo	Brose Sweden / Volvo	117,32	112,2182	122,4198	102,02	122,42	109,668	84,164	94,365	124,9703	112,218	117,31902	79,062813
		Total	195,76	187,247	204,2695	170,22	204,27	184,635	142,08	159,1	210,1692	187,247	195,75825	133,56811

Número de horas/homem

Referência	Projeto	Cliente	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
121 912 848 C01C04	MHS3	Adient Poland	137,24	131,2745	143,2085	119,34	143,21	131,274	101,44	113,37	149,1755	131,274	137,24151	95,472338
121 912 849 C01C04	MHS3	Adient Poland	137,24	131,2745	143,2085	119,34	143,21	131,274	101,44	113,37	149,1755	131,274	137,24151	95,472338
121 913 026 C01A00	Linha Volvo	Brose Sweden /Volvo	196,15	187,624	204,6807	170,57	204,68	187,257	144,62	161,67	212,8424	187,624	196,15236	136,08709
121 912 974 C03A00	Linha Volvo	Brose Sweden / Volvo	703,91	673,3091	734,5191	612,1	734,52	658,007	504,98	566,19	749,8215	673,309	703,91409	474,37688

Número de Turnos

Referência	Projeto	Cliente	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
121 912 848 C01C04	MHS3	Adient Poland	2,982	2,853	3,112	2,593	3,112	2,853	2,204	2,464	3,242	2,853	2,982	2,075
121 912 849 C01C04	MHS3	Adient Poland	2,982	2,853	3,112	2,593	3,112	2,853	2,204	2,464	3,242	2,853	2,982	2,075
121 913 026 C01A00	Linha Volvo	Brose Sweden /Volvo	4,262	4,077	4,448	3,706	4,448	4,069	3,142	3,513	4,625	4,077	4,262	2,957
121 912 974 C03A00	Linha Volvo	Brose Sweden / Volvo	15,296	14,631	15,961	13,301	15,961	14,298	10,973	12,303	16,293	14,631	15,296	10,308
		Total	25,523	24,413	26,632	22,194	26,632	24,072	18,524	20,743	27,401	24,413	25,523	17,414

Custos Mão de Obra (€)

Referência	Projeto	Cliente	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
121 912 848 C01C04	MHS3	Adient Poland	1 434,17 €	1 371,82 €	1 496,53 €	1 247,11 €	1 496,53 €	1 371,82 €	1 060,04 €	1 184,75 €	1 558,88 €	1 371,82 €	1 434,17 €	997,69 €
121 912 849 C01C04	MHS3	Adient Poland	1 434,17 €	1 371,82 €	1 496,53 €	1 247,11 €	1 496,53 €	1 371,82 €	1 060,04 €	1 184,75 €	1 558,88 €	1 371,82 €	1 434,17 €	997,69 €
121 913 026 C01A00	Linha Volvo	Brose Sweden /Volvo	2 049,79 €	1 960,67 €	2 138,91 €	1 782,43 €	2 138,91 €	1 956,84 €	1 511,23 €	1 689,47 €	2 224,20 €	1 960,67 €	2 049,79 €	1 422,11 €
121 912 974 C03A00	Linha Volvo	Brose Sweden / Volvo	7 355,90 €	7 036,08 €	7 675,72 €	6 396,44 €	7 675,72 €	6 876,17 €	5 277,06 €	5 916,70 €	7 835,64 €	7 036,08 €	7 355,90 €	4 957,24 €
		Total	12 274,04 €	11 740,39 €	12 807,70 €	10 673,08 €	12 807,70 €	11 576,64 €	8 908,37 €	9 975,68 €	13 177,61 €	11 740,39 €	12 274,04 €	8 374,72 €

Total 2022

136 330,36 €

Custo mão de obra (€/h)	10,45
-------------------------	-------

Referências	PHH	OEE	PHH (OEE)
121 912 848 C01C04	38	76%	29
121 912 849 C01C04	38	71%	27
121 913 200 C01A12	0	72%	0
121 913 344 C01B01	0	65%	0
121 913 345 C01A00	0	74%	0
121 913 175 C01F05	0	55%	0
121 912 885 C01A02	0	79%	0
121 913 182 C01A01	0	61%	0
121 913 052 C01B02	0	54%	0
121 913 026 C01A00	162	78%	127
121 912 974 C03A00	162	82%	132

Nota: A OEE para cada uma das referências foi calculada com base na média dos últimos 4 meses (Março, Abril, Maio e Junho).

Número de Horas Totais LM (Linha Multirreferências)

Referência	Projeto	Cliente	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
121 912 848 C01C04	MHS3	Adient Poland	24,506	23,44058	25,57154	21,31	25,572	23,4406	18,113	20,244	26,63702	23,4406	24,506062	17,047692
121 912 849 C01C04	MHS3	Adient Poland	26,296	25,15254	27,43913	22,866	27,439	25,1525	19,436	21,723	28,58242	25,1525	26,295831	18,292748
121 913 026 C01A00	Linha Volvo	Brose Sweden /Volvo	32,536	31,12097	33,95015	28,292	33,95	31,0601	23,987	26,816	35,30391	31,121	32,535559	22,572604
121 912 974 C03A00	Linha Volvo	Brose Sweden / Volvo	113,6	108,6596	118,5377	98,781	118,54	106,19	81,495	91,373	121,0073	108,66	113,59866	76,555616
		Total	196,94	188,3737	205,4986	171,25	205,5	185,843	143,03	160,16	211,5306	188,374	196,93611	134,46866

Número de horas/homem

Referência	Projeto	Cliente	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
121 912 848 C01C04	MHS3	Adient Poland	122,53	117,2029	127,8577	106,55	127,86	117,203	90,566	101,22	133,1851	117,203	122,53031	85,238461
121 912 849 C01C04	MHS3	Adient Poland	131,48	125,7627	137,1956	114,33	137,2	125,763	97,18	108,61	142,9121	125,763	131,47915	91,463742
121 913 026 C01A00	Linha Volvo	Brose Sweden /Volvo	162,68	155,6048	169,7508	141,46	169,75	155,301	119,94	134,08	176,5195	155,605	162,6778	112,86302
121 912 974 C03A00	Linha Volvo	Brose Sweden / Volvo	567,99	543,2979	592,6887	493,91	592,69	530,95	407,47	456,86	605,0363	543,298	567,9933	382,77808

Número de Turnos

Referência	Projeto	Cliente	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
121 912 848 C01C04	MHS3	Adient Poland	3,195	3,056	3,334	2,778	3,334	3,056	2,362	2,639	3,473	3,056	3,195	2,223
121 912 849 C01C04	MHS3	Adient Poland	3,428	3,279	3,577	2,981	3,577	3,279	2,534	2,832	3,727	3,279	3,428	2,385
121 913 026 C01A00	Linha Volvo	Brose Sweden /Volvo	4,242	4,057	4,426	3,689	4,426	4,050	3,127	3,496	4,603	4,057	4,242	2,943
121 912 974 C03A00	Linha Volvo	Brose Sweden / Volvo	14,811	14,167	15,455	12,879	15,455	13,845	10,625	11,913	15,777	14,167	14,811	9,981
		Total	25,676	24,560	26,793	22,327	26,793	24,230	18,648	20,881	27,579	24,560	25,676	17,532

Custos Mão de Obra (€)

Referência	Projeto	Cliente	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	
121 912 848 C01C04	MHS3	Adient Poland	1 280,44 €	1 224,77 €	1 336,11 €	1 113,43 €	1 336,11 €	1 224,77 €	946,41 €	1 057,76 €	1 391,78 €	1 224,77 €	1 280,44 €	890,74 €	
121 912 849 C01C04	MHS3	Adient Poland	1 373,96 €	1 314,22 €	1 433,69 €	1 194,75 €	1 433,69 €	1 314,22 €	1 015,53 €	1 135,01 €	1 493,43 €	1 314,22 €	1 373,96 €	955,80 €	
121 913 026 C01A00	Linha Volvo	Brose Sweden / Volvo	1 699,98 €	1 626,07 €	1 773,90 €	1 478,25 €	1 773,90 €	1 622,89 €	1 253,33 €	1 401,16 €	1 844,63 €	1 626,07 €	1 699,98 €	1 179,42 €	
121 912 974 C03A00	Linha Volvo	Brose Sweden / Volvo	5 935,53 €	5 677,46 €	6 193,60 €	5 161,33 €	6 193,60 €	5 548,43 €	4 258,10 €	4 774,23 €	6 322,63 €	5 677,46 €	5 935,53 €	4 000,03 €	Total 2022
		Total	10 289,91 €	9 842,52 €	10 737,30 €	8 947,75 €	10 737,30 €	9 710,31 €	7 473,37 €	8 368,15 €	11 052,48 €	9 842,52 €	10 289,91 €	7 025,99 €	114 317,52 €

Custo mão de obra (€/h)	10,45
-------------------------	-------

6.12 Anexo 12- Impacto Financeiro de todas as referências (fase improve)

Referências	PHH	OEE	PHH (OEE)
121 912 848 C01C04	38	76%	29
121 912 849 C01C04	38	71%	27
121 913 200 C01A12	54	72%	39
121 913 344 C01B01	46	65%	30
121 913 345 C01A00	46	74%	34
121 913 175 C01F05	46	55%	25
121 912 885 C01A02	63	79%	50
121 913 182 C01A01	60	61%	36
121 913 052 C01B02	60	54%	32
121 913 026 C01A00	162	78%	127
121 912 974 C03A00	162	82%	132

Nota: A OEE para cada uma das referências foi calculada com base na média dos últimos 4 meses (Março, Abril, Maio e Junho).

Número de Horas Totais LM (Linha Multirreferências)

Referência	Projeto	Cliente	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
121 912 848 C01C04	MHS3	Adient Poland	24,506	23,44058	25,57154	21,31	25,572	23,4406	18,113	20,244	26,63702	23,4406	24,506062	17,047692
121 912 849 C01C04	MHS3	Adient Poland	26,296	25,15254	27,43913	22,866	27,439	25,1525	19,436	21,723	28,58242	25,1525	26,295831	18,292748
121 913 200 C01A12	SUBARU	Adient Japão	21,421	21,4207	21,4207	21,421	21,421	21,4207	21,421	21,421	21,4207	21,4207	21,420703	21,420703
121 913 344 C01B01	IBK2 (Clips)	Adient Seating Poland	16,294	15,58549	17,00236	14,169	17,002	15,2313	11,689	13,106	17,35657	15,5855	16,293926	10,980688
121 913 345 C01A00	IBK2 (Clips)	Adient Seating Poland	14,326	13,70339	14,94916	12,458	14,949	13,392	10,278	11,523	15,26059	13,7034	14,326274	9,6546615
121 913 175 C01F05	MAN	Adient Poland	15,899	15,20753	16,59003	13,825	16,59	14,8619	11,406	12,788	16,93566	15,2075	15,898782	10,714395
121 912 885 C01A02	SK326	HHM K.	23,825	22,78906	24,8608	20,717	24,861	22,7891	17,61	19,681	25,89666	22,7891	23,824928	16,573863
121 913 182 C01A01	IBK2	Adient Hungary Kft.	8,1221	7,768966	8,475237	7,0627	8,4752	7,5924	5,8267	6,533	8,651804	7,76897	8,1221012	5,4735864
121 913 052 C01B02	IBK2	Adient Hungary Kft.	9,1148	8,718506	9,511099	7,9259	9,5111	8,52036	6,5389	7,3315	9,709247	8,71851	9,1148025	6,1425802
121 913 026 C01A00	Linha Volvo	Brose Sweden /Volvo	32,536	31,12097	33,95015	28,292	33,95	31,0601	23,987	26,816	35,30391	31,121	32,535559	22,572604
121 912 974 C03A00	Linha Volvo	Brose Sweden / Volvo	113,6	108,6596	118,5377	98,781	118,54	106,19	81,495	91,373	121,0073	108,66	113,59866	76,555616
Total			305,94	293,5673	318,3079	268,83	318,31	289,651	227,8	252,54	326,7619	293,567	305,93763	215,42914

Número de horas/homem

Referência	Projeto	Cliente	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
121 912 848 C01C04	MHS3	Adient Poland	122,53	117,2029	127,8577	106,55	127,86	117,203	90,566	101,22	133,1851	117,203	122,53031	85,238461
121 912 849 C01C04	MHS3	Adient Poland	131,48	125,7627	137,1956	114,33	137,2	125,763	97,18	108,61	142,9121	125,763	131,47915	91,463742
121 913 200 C01A12	SUBARU	Adient Japão	107,1	107,1035	107,1035	107,1	107,1	107,104	107,1	107,1	107,1035	107,104	107,10351	107,10351
121 913 344 C01B01	IBK2 (Clips)	Adient Seating Poland	81,47	77,92746	85,0118	70,843	85,012	76,1564	58,446	65,53	86,78285	77,9275	81,469628	54,903438
121 913 345 C01A00	IBK2 (Clips)	Adient Seating Poland	71,631	68,51695	74,74579	62,288	74,746	66,9598	51,388	57,617	76,30297	68,517	71,631369	48,273307
121 913 175 C01F05	MAN	Adient Poland	79,494	76,03766	82,95016	69,125	82,95	74,3095	57,028	63,941	84,6783	76,0377	79,493909	53,571975
121 912 885 C01A02	SK326	HHM K.	119,12	113,9453	124,304	103,59	124,3	113,945	88,049	98,407	129,4833	113,945	119,12464	82,869316
121 913 182 C01A01	IBK2	Adient Hungary Kft.	40,611	38,84483	42,37618	35,313	42,376	37,962	29,134	32,665	43,25902	38,8448	40,610506	27,367932
121 913 052 C01B02	IBK2	Adient Hungary Kft.	45,574	43,59253	47,55549	39,63	47,555	42,6018	32,694	36,657	48,54623	43,5925	45,574012	30,712901
121 913 026 C01A00	Linha Volvo	Brose Sweden /Volvo	162,68	155,6048	169,7508	141,46	169,75	155,301	119,94	134,08	176,5195	155,605	162,6778	112,86302
121 912 974 C03A00	Linha Volvo	Brose Sweden / Volvo	567,99	543,2979	592,6887	493,91	592,69	530,95	407,47	456,86	605,0363	543,298	567,9933	382,77808

Número de Turnos

Referência	Projeto	Cliente	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
121 912 848 C01C04	MHS3	Adient Poland	3,195	3,056	3,334	2,778	3,334	3,056	2,362	2,639	3,473	3,056	3,195	2,223
121 912 849 C01C04	MHS3	Adient Poland	3,428	3,279	3,577	2,981	3,577	3,279	2,534	2,832	3,727	3,279	3,428	2,385
121 913 200 C01A12	SUBARU	Adient Japão	2,793	2,793	2,793	2,793	2,793	2,793	2,793	2,793	2,793	2,793	2,793	2,793
121 913 344 C01B01	IBK2 (Clips)	Adient Seating Poland	2,124	2,032	2,217	1,847	2,217	1,986	1,524	1,709	2,263	2,032	2,124	1,432
121 913 345 C01A00	IBK2 (Clips)	Adient Seating Poland	1,868	1,787	1,949	1,624	1,949	1,746	1,340	1,502	1,990	1,787	1,868	1,259
121 913 175 C01F05	MAN	Adient Poland	2,073	1,983	2,163	1,802	2,163	1,938	1,487	1,667	2,208	1,983	2,073	1,397
121 912 885 C01A02	SK326	HHM K.	3,106	2,971	3,241	2,701	3,241	2,971	2,296	2,566	3,376	2,971	3,106	2,161
121 913 182 C01A01	IBK2	Adient Hungary Kft.	1,059	1,013	1,105	0,921	1,105	0,990	0,760	0,852	1,128	1,013	1,059	0,714
121 913 052 C01B02	IBK2	Adient Hungary Kft.	1,188	1,137	1,240	1,033	1,240	1,111	0,853	0,956	1,266	1,137	1,188	0,801
121 913 026 C01A00	Linha Volvo	Brose Sweden /Volvo	4,242	4,057	4,426	3,689	4,426	4,050	3,127	3,496	4,603	4,057	4,242	2,943
121 912 974 C03A00	Linha Volvo	Brose Sweden / Volvo	14,811	14,167	15,455	12,879	15,455	13,845	10,625	11,913	15,777	14,167	14,811	9,981
Total			39,888	38,275	41,500	35,049	41,500	37,764	29,700	32,926	42,603	38,275	39,888	28,087

Custos Mão de Obra (€)

Projeto	Cliente	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maiο	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
MHS3	Adient Poland	1 280,44 €	1 224,77 €	1 336,11 €	1 113,43 €	1 336,11 €	1 224,77 €	946,41 €	1 057,76 €	1 391,78 €	1 224,77 €	1 280,44 €	890,74 €
MHS3	Adient Poland	1 373,96 €	1 314,22 €	1 433,69 €	1 194,75 €	1 433,69 €	1 314,22 €	1 015,53 €	1 135,01 €	1 493,43 €	1 314,22 €	1 373,96 €	955,80 €
SUBARU	Adient Japão	1 119,23 €	1 119,23 €	1 119,23 €	1 119,23 €	1 119,23 €	1 119,23 €	1 119,23 €	1 119,23 €	1 119,23 €	1 119,23 €	1 119,23 €	1 119,23 €
IBK2 (Clips)	Adient Seating Poland	851,36 €	814,34 €	888,37 €	740,31 €	888,37 €	795,83 €	610,76 €	684,79 €	906,88 €	814,34 €	851,36 €	573,74 €
IBK2 (Clips)	Adient Seating Poland	748,55 €	716,00 €	781,09 €	650,91 €	781,09 €	699,73 €	537,00 €	602,09 €	797,37 €	716,00 €	748,55 €	504,46 €
MAN	Adient Poland	830,71 €	794,59 €	866,83 €	722,36 €	866,83 €	776,53 €	595,94 €	668,18 €	884,89 €	794,59 €	830,71 €	559,83 €
SK326	HHM K.	1 244,85 €	1 190,73 €	1 298,98 €	1 082,48 €	1 298,98 €	1 190,73 €	920,11 €	1 028,36 €	1 353,10 €	1 190,73 €	1 244,85 €	865,98 €
IBK2	Adient Hungary Kft.	424,38 €	405,93 €	442,83 €	369,03 €	442,83 €	396,70 €	304,45 €	341,35 €	452,06 €	405,93 €	424,38 €	285,99 €
IBK2	Adient Hungary Kft.	476,25 €	455,54 €	496,95 €	414,13 €	496,95 €	445,19 €	341,66 €	383,07 €	507,31 €	455,54 €	476,25 €	320,95 €
Linha Volvo	Brose Sweden /Volvo	1 699,98 €	1 626,07 €	1 773,90 €	1 478,25 €	1 773,90 €	1 622,89 €	1 253,33 €	1 401,16 €	1 844,63 €	1 626,07 €	1 699,98 €	1 179,42 €
Linha Volvo	Brose Sweden / Volvo	5 935,53 €	5 677,46 €	6 193,60 €	5 161,33 €	6 193,60 €	5 548,43 €	4 258,10 €	4 774,23 €	6 322,63 €	5 677,46 €	5 935,53 €	4 000,03 €
Total		15 985,24 €	15 338,89 €	16 631,59 €	14 046,20 €	16 631,59 €	15 134,26 €	11 902,52 €	13 195,22 €	17 073,31 €	15 338,89 €	15 985,24 €	11 256,17 €

Total 2022

178 519,12 €

Custo mão de obra (€/h)	10,45
-------------------------	-------