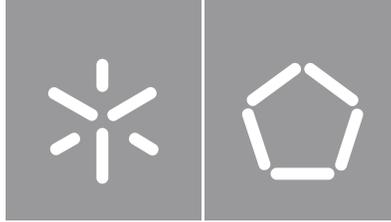




Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Inês Isabel Gonzaga de Nápoles

**Aplicação de conceitos Lean para melhoria
do desempenho de uma unidade de
produção de transformadores**



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Inês Isabel Gonzaga de Nápoles

**Aplicação de conceitos Lean para melhoria
do desempenho de uma unidade de
produção de transformadores**

Dissertação de Mestrado

Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação do

Professor Doutor José Dinis Carvalho

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição

CC BY

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

*“Estes anos são viagem
Entre a água e o acontecer
Ramo de astros sobre a margem
Barco ainda por haver*

*É no vento a nossa casa
Chão aberto a quem chegar
São mil asas numa asa
Da canção a partilhar*

*Novo tempo e já memória
Dias breves em devir
É o arder na própria história
Todo o destino é partir*

*Estes anos são passagem
Entre a água e o acontecer
Um amor de mar e margem
Na euforia de viver*

*É no vento a nossa casa
Chão aberto a quem chegar
São mil asas numa asa
Da canção a partilhar*

*Novo tempo e já memória
Dias breves em devir
É o arder na própria história
Todo o destino é partir”*

*- Hino da Universidade do Minho,
texto de José Manuel Mendes e composto pelo Maestro Fernando Lapa*

AGRADECIMENTOS

A presente dissertação de mestrado não poderia ter chegado ao fim sem a ajuda e o apoio de algumas pessoas e, por isso, o meu mais sincero agradecimento aos que de alguma forma contribuíram para a realização deste projeto.

À Efacec, em especial aos engenheiros António Andrade, Luís Rosas e Luís Gomes, pela oportunidade de poder realizar este projeto, pela confiança e pela disponibilidade demonstrada sempre que necessitava de ajuda.

Ao meu orientador académico, Professor Doutor José Dinis Carvalho, pela orientação na elaboração da dissertação. Agradeço as correções, as sugestões, a compreensão e a sinceridade que sempre demonstrou. Obrigada.

Ao João, por entender que precisava de ficar em casa para trabalhar, que estes tempos foram complicados e que não conseguia, por vezes, abstrair-me dos problemas. Agradeço-te pela força que sempre me deste, por nunca desistires de me motivar e, principalmente, por me acompanhares desde o início nesta transição que implicou o estágio.

À Maria João e ao Vasco, pelas discussões construtivas e por insistirem em trabalharmos juntos sempre que possível para que o apoio nunca faltasse a nenhum de nós. Foram vocês que me ajudaram a ultrapassar muitos obstáculos, principalmente durante este período de pandemia. Obrigada por estarem lá, obrigada pelas gargalhadas e pelas distrações quando mais precisava.

Tenho de agradecer, igualmente, a todos os amigos que fiz durante a minha estadia em Guimarães. Foi com vocês que cresci, eram vocês que estavam lá para alegrar os meus dias, quer fosse no café ou nas noites de estudo que se tornavam dias, foram a minha família numa cidade diferente, e estou-vos muito grata.

Por último, não posso deixar de agradecer a toda a minha família, mas em especial aos meus pais e aos meus irmãos, pela paciência e compreensão em momentos de grande stress durante a realização do projeto. Eles que ouviram os meus problemas ao jantar, que sentiram o meu suspirar de cansaço durante as longas noites de escrita e de pesquisa. Eles que me incentivavam a fazer pausas quando sentiam que eu precisava, mas que constantemente perguntavam “Quando entregas? Já há data?” se me vissem perdida e desmotivada, sem vontade de acabar. Obrigada pelo apoio incondicional que sempre me deram e que sei que vão continuar a dar.

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

RESUMO

Aplicação de conceitos *Lean* para melhoria do desempenho de uma unidade de produção de transformadores

A presente dissertação foi realizada no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial, do Departamento de Produção de Sistemas da Universidade do Minho, na empresa do setor de produção de transformadores de energia Efacec AMT – Aparelhagem de Alta e Média Tensão, SA. O objetivo deste projeto é o de analisar, diagnosticar e melhorar a produtividade e a utilização da mão-de-obra numa unidade de montagem de transformadores.

O projeto dividiu-se essencialmente em três partes: a incorporação da ferramenta Atlas com o desenvolvimento de matrizes de um supermercado e da unidade fabril, a introdução da metodologia 5S+1S na área da produção primária e o desenvolvimento de um método para o registo de tempos e controlo da produção.

Para a concretização dos trabalhos, utilizaram-se ferramentas como a realização de questionários aos operários, a Análise Multimomento, a técnica dos 5S e foi imprescindível as várias visitas ao *gemba* para recolha de dados visualmente. Além de se ter aplicado a ferramenta Atlas na sua totalidade na unidade fabril, foram apresentadas propostas de melhoria ao nível da gestão visual, de padronização de alguns processos, de eliminação ou redução de tarefas sem valor acrescentado e de gestão da produção.

Com a implementação do Atlas verificou-se se uma redução de 80% nos tempos de realização do *picking* por parte da equipa de logística e, com a efetivação das propostas prevê-se um aumento da produtividade de 91%.

PALAVRAS-CHAVE

Filosofia Lean, Análise Multimomento, 5S, Standard Work, Gestão de Armazéns

ABSTRACT

Application of Lean concepts to improve the performance of a switchgear production unit

The current dissertation was developed as the final project of the Integrated Master's in Engineering and Industrial Management, from the Systems Production Department of the University of Minho, in Efacec AMT – Aparelhagem de Alta e Média Tensão, SA., a company whose business sector is the production of energy switchgears. The purpose of this project is to analyze, diagnose and improve the productivity and the use of labor in a switchgear assembly unit.

The project was essentially divided into three parts: the incorporation of the Atlas tool with the development of matrices in a supermarket and factory, the introduction of the 5S+1S methodology in the line of primary switchgears and the development of a method for recording times and production control.

To carry out the work, the tools used were mainly the conduction of questionnaires to the workers, the Multimoment Analysis, the 5S technique, and several visits to the *gemba* were essential to collect data visually. In addition to having applied the Atlas tool in its totality throughout the plant, proposals were drafted having in mind improvements in terms of visual management, standardization of some processes, elimination or reduction of tasks with no added value to the final product and production management.

With the implementation of the Atlas, there was an 80% reduction in picking times by the logistics team and, with the implementation of the proposals, a 91% increase in productivity is expected.

KEYWORDS

Lean Philosophy, Multimoment Analysis, 5S, Standard Work, Warehouse Management

ÍNDICE

Agradecimentos	iv
Resumo	vi
Abstract	vii
Índice	viii
Índice de Figuras	xii
Índice de Tabelas.....	xvi
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	xvii
1. Introdução	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Objetivos.....	3
1.3 Metodologia de Investigação.....	3
1.4 Estrutura da Dissertação	4
2. Enquadramento teórico	6
2.1 Produção Lean.....	6
2.1.1 Origem e Enquadramento	6
2.1.2 Pilares do TPS	6
2.1.3 Princípios Lean Thinking	7
2.1.4 Formas de desperdícios	9
2.2 Ferramentas Lean e outras ferramentas usadas no contexto Lean.....	11
2.2.1 Kaizen	11
2.2.2 Ciclo PDCA	12
2.2.3 Padronização	13
2.2.4 Técnica 5S.....	14
2.2.5 Gestão Visual	15
2.2.6 Mizusumashi	16
2.2.7 Kanban.....	16
2.2.8 Métricas e Indicadores de Desempenho	17
2.3 Análise Multimomento.....	19
2.4 Envolvimento de colaboradores na melhoria continua	20

3.	Apresentação da Unidade de Produção em Estudo	21
3.1	Apresentação do Grupo Efacec	21
3.1.1	História do Grupo.....	21
3.1.2	Efacec AMT	22
3.2	Processo de distribuição primária	23
3.2.1	Quadros Normacel	24
3.2.2	Quadros QBN7	26
3.2.3	Características comuns de celas de Normacel e QBN7	28
3.3	Organização da unidade fabril AMT	28
4.	Descrição e análise crítica da situação atual da empresa	30
4.1	Planeamento.....	30
4.2	Preparação das Celas e Reunião de Material	34
4.3	Produção	35
4.3.1	Montagem	36
4.3.2	Eletrificação	39
4.4	Ensaios.....	39
4.5	Expedição	41
4.6	Gestão da Informação do Armazenamento e Abastecimento de Materiais.....	42
4.6.1	Gestão de informação e de armazenamento de materiais	42
4.6.2	Kanban.....	44
4.6.3	Meios de transporte de materiais	46
4.7	Gamas Operatórias e TrueTime	48
4.8	Registo de horas trabalhadas	51
4.9	Indicadores de Desempenho	53
4.10	Análise Multimomento.....	57
4.11	Síntese dos problemas identificados	62
5.	Melhorias e Propostas de Melhoria	64
5.1	Implementação do Atlas	64
5.2	Organização do Gemba	70

5.2.1	Primeira Etapa	70
5.2.2	Segunda Etapa	75
5.3	Registo de tempos e controlo da produção	81
5.4	Carrinhos de consumíveis	87
5.5	Auditorias	100
5.6	Produtividade esperada	106
6.	Considerações finais	108
6.1	Conclusões	108
6.2	Trabalho futuro	110
	Referências.....	111
	Apêndice A – Layout atual EFACEC AMT	114
	Apêndice B - Fluxogramas para compreensão de processos	115
	Apêndice C - Dados de produção registados em 2019	121
	Apêndice D – Questionário.....	124
	Apêndice E – Opção matriz localizações.....	128
	Apêndice F – Fotografias do resultado da implementação do Atlas.....	130
	Apêndice G – Lista de máquinas/ ferramentas presentes nos armários	136
	Apêndice H – Fotografias de exemplos de situações críticas e melhorias no <i>gemba</i>	137
	Apêndice I – Ficha de Preenchimento Ferramentas	144
	Apêndice J - Instruções para o preenchimento da ficha de levantamento de máquinas/ferramentas.	146
	Apêndice K – Norma para carrinhos de ferramentas.....	147
	Apêndice L – Documento informativo das localizações do Supermercado 1	148
	Apêndice M – Documento informativo das localizações da Primária.....	149
	Apêndice N – organização do local de trabalho.....	151
	Apêndice O– lista de materiais para o estudo	152
	Apêndice P – Identificação de carrinhos de consumíveis.....	159
	Apêndice Q – Norma Carrinhos Consumíveis	160
	Apêndice R – Auditoria 5S+1S	161
	Anexo A – FNC	166
	Anexo B - Ficha Acompanhamento da Cela.....	167
	Anexo C - Rotas mizusumashi	168

Anexo D - Quadro Operações TrueTime	169
Anexo E – TrueTime	171
Anexo F - Atlas	172

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Casa TPS (adaptado de Liker, 2004)	7
Figura 2 - Princípios do pensamento lean	8
Figura 3 - Muda, Mura, Muri – retirado de Lean Institute Brasil (2020)	9
Figura 4 - Casa da gestão do gemba (adaptado de Imai, 2012)	12
Figura 5 - Etapas da Implementação dos 5S (adaptado de Napoleão, 2012)	15
Figura 6 - Presença do grupo Efacec no mercado mundial.....	21
Figura 7 - Sistema de distribuição de energia	23
Figura 8 - Constituição geral de uma cela Normacel	25
Figura 9 - Constituição geral de uma cela QBN7.....	27
Figura 10 - Mapa da planta para simulação de entrada de projetos.....	31
Figura 11 – Aproximação do mapa da planta para simulação de entrada de projetos.....	31
Figura 12 - Tabela do planeamento com a lista de operações e o seu desenvolvimento.....	32
Figura 13 - Tabela do planeamento com a lista de não conformidade e o seu desenvolvimento	33
Figura 14 – Montagem em estaleiro.....	34
Figura 15 – Componentes dispostos para serem incorporados nas celas.....	34
Figura 16 – Obstrução do espaço de montagem com material não identificado.....	35
Figura 17 - Vista lateral do interior da cela.....	37
Figura 18 - Compartimentos de fases para a ligação do arame	40
Figura 19 - Ponto de recolha kanban.....	45
Figura 20 - Local para recolha de kanbans vazios.....	45
Figura 21 - Sequência de operações da plataforma TrueTime de uma GOP.....	49
Figura 22 – Tempos para as sequências de operações da plataforma TrueTime de uma GOP.....	50
Figura 23 - Horas registadas vs. Horas reais.....	51
Figura 24 - Parte da página “Real vs. Planeado” de um projeto	53
Figura 25 – Média do WIP semanal de 2019.....	56
Figura 26 – Esquema de localizações dos corredores do Supermercado 1.....	65
Figura 27 - Esquema das localizações nas estantes do Supermercado 1.....	66
Figura 28 – Expansão da matriz do supermercado 1	67
Figura 29 – Matriz para a área fabril da Distribuição Primária.....	68
Figura 30 – Matriz do Corredor 0 da área fabril da Distribuição Primária	68
Figura 31 – Proposta para rota mizusumashi	69

Figura 32 - Armário de máquinas / ferramentas pneumáticas extraíveis	71
Figura 33 - Armário de máquinas / ferramentas elétricas extraíveis	72
Figura 34 - Parte superior de trabalho do carrinho de ferramentas.....	73
Figura 35 - Exemplo de uma gaveta do carrinho de ferramentas	73
Figura 36 - Carrinho de ferramentas organizado	74
Figura 37 - Gaveta do carrinho de ferramentas organizada	74
Figura 38 - Armários de máquinas / ferramentas com normas implementadas.....	76
Figura 39 - Normas colocadas nos armários de máquinas/ferramentas.....	77
Figura 40 - Mapa do Posto 0.....	78
Figura 41 - Matriz de localizações do Supermercado 1	79
Figura 42 - Instruções para a utilização de carrinhos individuais	80
Figura 43 - Fluxograma do registo de tempos de cada operação.....	83
Figura 44 - Dimensões do carrinho disponível para consumíveis	88
Figura 45 - Carrinho de consumíveis do tipo 1	90
Figura 46 - Carrinho de consumíveis do tipo 1 (visão superior)	90
Figura 47 - Carrinho de consumíveis do tipo 2	92
Figura 48 - Carrinho de consumíveis do tipo 2 (visão superior)	92
Figura 49 - Carrinho de consumíveis do tipo 3	95
Figura 50 - Carrinho de consumíveis do tipo 3 (visão superior)	95
Figura 51 - Carro de picking.....	98
Figura 52 - Mapa do Posto 1.....	98
Figura 53 - Fluxograma do pedido de abastecimento dos carrinhos de consumíveis.....	100
Figura 54 - Legenda do plano de implementação de auditorias.....	103
Figura 55 - 2ª fase do plano de implementação de auditorias.....	103
Figura 56 - 3ª fase do plano de implementação de auditorias.....	105
Figura 57 - Identificação das principais áreas no layout atual da Efacec AMT	114
Figura 58 - Identificação das áreas logísticas no layout atual da Efacec AMT	114
Figura 59 - Fluxograma de processos de Planeamento	115
Figura 60 - Fluxograma de processos de preparação das celas.....	116
Figura 61 - Fluxograma de processos de montagem.....	117
Figura 62 - Fluxograma de processos de eletrificação	118
Figura 63 - Fluxograma de processos de ensaios.....	119

Figura 64 – Fluxograma de processos de expedição	120
Figura 65 – Questionário de avaliação das necessidades (1ª página)	124
Figura 66 – Questionário de avaliação das necessidades (2ª página)	125
Figura 67 – Resultados do questionário da secção “Ferramentas”	126
Figura 68 – Resultados do questionário da secção “Material para montagem”	127
Figura 69 – Resultados do questionário da secção “Organização fabril”	127
Figura 70 – Matriz de localizações opcional geral	128
Figura 71 – Matriz de localizações opcional sem o C2	128
Figura 72 – Matriz de localizações opcional do C2	128
Figura 73 – Rota do mizusumashi para matriz opcional.....	129
Figura 74 – Exemplo de uma localização definida	130
Figura 75 – Exemplo da informação de estante inventariada e localização dos corredores	130
Figura 76 – Exemplo de falta de organização no armazém	131
Figura 77 – Exemplo de falta de organização no supermercado.....	131
Figura 78 – Estante do C1 antes de estar inventariada	132
Figura 79 – Estantes para picking no C0 obstruídas por material não identificado.....	132
Figura 80 – Estante inventariada no supermercado com peças grandes	133
Figura 81 – Estante inventariada no supermercado com peças de pequenas dimensões.....	133
Figura 82 – Estante limpa e preparada para novos artigos.....	134
Figura 83 – Estantes no C1 inventariadas	134
Figura 84 – Estantes para picking no C0 depois da limpeza, identificação do material, e criação de localizações	135
Figura 85 – Lista de máquinas / ferramentas extraíveis	136
Figura 86 – Desorganização no gemba perto do local de trabalhos.....	137
Figura 87 – Gemba organizado depois da intervenção da equipa de engenharia industrial	137
Figura 88 – Estante com material obsoleto no local de montagem.....	138
Figura 89 – Estante arrumada depois de se ter identificado material obsoleto.....	138
Figura 90 – Local de montagem e de picking obstruído por material não identificado.....	139
Figura 91 – Local de montagem e de picking depois da limpeza, identificação do material, e criação de localizações	139
Figura 92 – Corredor de montagem obstruído por material não identificado.....	140
Figura 93 – Corredor de montagem apenas com material necessário para um projeto específico.....	140

Figura 94 – Estante de material suplente não identificado	141
Figura 95 – Estante de material suplente depois da limpeza, identificação do material, e criação de localizações	141
Figura 96 – Corredores de montagem obstruídos com material não identificado	142
Figura 97 – Corredores de montagem obstruídos por material aviado para projetos passados.....	142
Figura 98 – Corredor limpo e apenas com material específico para o projeto atual	143
Figura 99 – Ficha de preenchimento de levantamento de máquinas/ferramentas pneumáticas extraíveis	144
Figura 100 – Ficha de preenchimento de levantamento de máquinas/ferramentas elétricas extraíveis	145
Figura 101 – Instruções de preenchimento da ficha de levantamento de máquinas/ferramentas extraíveis	146
Figura 102 – Instruções para a utilização de carrinhos individuais	147
Figura 103 – Matriz do Supermercado 1 para afixar no gomba.....	148
Figura 104 – Matriz da Primária para afixar no gomba	149
Figura 105 – Rota mizusumashi para afixar no gomba	150
Figura 106 – Documento informativo dos 5S+1S	151
Figura 107 – Faixas de identificação de carrinhos de consumíveis.....	159
Figura 108 – Instruções para a utilização de carrinhos de consumíveis.....	160
Figura 109 – Checklist da auditoria 5S+1S	161
Figura 110 – Nível de maturidade da auditoria 5S+1S.....	162
Figura 111 – Níveis de maturidade das auditorias	163
Figura 112 - Resultados da 1ª auditoria dos 5S+1S.....	164
Figura 113 – Resultado no nível de maturidade da 1ª auditoria dos 5S+1S.....	165
Figura 114 – Página de registo de uma FNC	166
Figura 115 – Ficha de acompanhamento da cela	167
Figura 116 – Folheto informativo das rotas mizusumashi atualmente em vigor na Efacec AMT.....	168
Figura 117 – Visão da plataforma TrueTime de uma GOP.....	171
Figura 118 – Visão e explicação da plataforma Atlas antes de se iniciar o picking	172
Figura 119 – Visão e explicação da plataforma do Atlas aquando do picking.....	172

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Características de celas Normacel.....	24
Tabela 2 - Características de celas QBN7	26
Tabela 3 - Comparação Aquiles vs. Atlas	43
Tabela 4 - Necessidade de mercado 2019	54
Tabela 5 - Resultados throughput time 2019	55
Tabela 6 – Análise Multimomento inicial	58
Tabela 7 - Resultados da Análise Multimomento	59
Tabela 8 – Síntese dos problemas identificados	63
Tabela 9 – Resultados AMM de “Movimentar peças para a limpeza da área”	75
Tabela 10 – Resultados da AMM da procura de ferramentas e peças	79
Tabela 11 – Resultados AMM com o controlo de tempos.....	87
Tabela 12 – Tabela com referências para Carrinho 1	89
Tabela 13 – Tabela com referências para Carrinho 2	91
Tabela 14 – Tabela com referências para Carrinho 3	93
Tabela 15 – Resultados da AMM com a introdução dos carrinhos de consumíveis	96
Tabela 16 – Análise das semanas para cálculo dos dias de produção.....	121
Tabela 17 – Entrada e saída de celas para cálculo do WIP	122
Tabela 18 – Estudo de materiais consumíveis para montagem do QBN7	152
Tabela 19 – Estudo de materiais consumíveis para eletrificação do QBN7	154
Tabela 20 – Estudo de materiais consumíveis para montagem do Normacel	155
Tabela 21 – Legenda da descrição do código da família corporativa dos artigos consumíveis	158
Tabela 22 – Legenda da descrição do código do armazém dos artigos consumíveis.....	158
Tabela 23 – Quadro de operações TrueTime (1ª parte)	169
Tabela 24 – Quadro de operações TrueTime (2ª parte)	170

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

5S – Técnica dos Cinco S

AMM – Análise Multimomento

AMT – Alta e Média Tensão

FAT – *Factory Acceptance Teste*

FNC – Ficha de Não Conformidade

GOP – Gama Operatória

JIT – *Just in Time*

KPI – *Key Performance Indicator*

LMA – Lista de Material Anexo

LP – Lean Production

OF – Ordem de Fabrico

OTD – *On Time Delivery*

PCI – Plano Conjunto de Implantação

PDCA – *Plan Do Check Act*

PR1 – Área da Primária

QBN – Quadro Blindado Normacel

QDC – *Quality, Cost and Delivery*

QMT – Quadros de Média Tensão

SAK – *Standard Assembly Kit*

SDCA – *Standardize Do Check Act*

SM1 – Área do Supermercado 1

SMED – *Single Minute Exchange of Die*

TPS – *Toyota Production System*

TPT – *Throughput time*

TQM – *Total Quality Management*

VSM – *Value Stream Mapping*

WIP – *Work in Progress*

1. INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento

Neste século, a procura global de eletricidade duplica a cada 14,5 anos e todas as indicações são de que continuará a aumentar num futuro a médio prazo como se pode verificar através do estudo da International Energy Agency (2018), da US-Energy Information Administration (2016) e de E.E. Michaelides (2018) (Leonard, Michaelides, & Michaelides, 2020). Além disso, devido aos efeitos ambientais prejudiciais causados pela emissão de gases com efeito estufa, existem várias iniciativas internacionais para reduzir o uso de combustíveis fósseis, e principalmente de carvão, e substituí-los por fontes de energia renováveis e principalmente por energia eólica e solar (Leonard et al., 2020). Desta forma, entende-se que há a necessidade de construção de novas centrais de produção de energia tanto para satisfazer a crescente procura global de eletricidade e a procura por utilização de energias renováveis.

A unidade de negócio de Aparelhagens de Média e Alta Tensão, da empresa Efacec Energia, produz soluções para a produção, transmissão, distribuição e utilização de energia elétrica de média em alta e média tensão. O que distingue a Efacec dos seus concorrentes é o grau de customização e flexibilidade tanto dos produtos que oferece como do serviço personalizado desde a montagem ao serviço pós-venda e, portanto, não consegue apresentar soluções tão económicas comparando com os preços de produtos estandardizados de empresas concorrentes.

A fragmentação nos últimos anos, de um sistema anteriormente estável, em que os clientes exigem produtos e/ou serviços personalizados individualmente, levaram ao surgimento e à crescente popularidade da customização em massa (MC) através do uso de sistemas de manufatura flexíveis e altamente responsivos, Pine (1993) (citado em Stump & Badurdeen, 2012). Assim sendo, a Efacec tem uma grande responsabilidade em acompanhar o crescimento do mercado mantendo a característica que a distingue, a alta customização do produto.

A incorporação da produção *lean*, da mesma maneira que se dispersou pela indústria automóvel, veio mudar a maneira como quase todas as indústrias operam (Roos, Jones, & Womack, 1990). De modo a manterem-se competitivas (as empresas) devem adaptar-se ao desenvolvimento do mercado e ao clima de mudança de relações industriais.

A produção *lean* (LP) foi adotada pela primeira vez pelo Toyota Production System (TPS); foi então desenvolvida como uma nova maneira de pensar que defende a redução ou eliminação desperdícios,

além de melhorar a produtividade e a qualidade do produto enquanto se pensa na melhoria contínua (Womack & Jones, 2006). A metodologia *lean* assenta em dois pilares: o Jidoka e o just-in-time (JIT) e tem na sua base os sete desperdícios: transporte, inventário, movimentações, esperas, sobreprocessamento, sobreprodução e defeitos. Algumas ferramentas *lean* e técnicas incluem o JIT, Kaizen, Kanban, gestão da cadeia de abastecimento, VSM (mapeamento do fluxo de valor), 5Ss, gestão visual, trabalho padronizado, Single Minute Exchange of Die (SMED) e ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Act) (Gupta & Jain, 2013). De forma geral, entende-se como desperdício qualquer atividade que não acrescente valor ao produto, do ponto de vista do cliente.

Lean define-se como um processo que engloba cinco grandes passos: definir o valor para o cliente, definir a cadeia de valor, criar um fluxo da cadeia de valor, estabelecer uma produção puxada e a busca da perfeição. O ponto de partida para o pensamento *lean* é o valor que apenas pode ser definido pelo cliente final. Este valor é criado pelo produtor e é de ter em atenção que o produto tem de ir ao encontro das necessidades dos clientes, a um preço específico e numa altura específica em que os clientes apenas pagam pelo valor dos serviços que recebem e não pagam pelos desperdícios ou erros. É de acreditar que maior parte das empresas saiba que tem muitos desperdícios escondidos e outros mais visíveis nos seus sistemas, e é necessário identificá-los e eliminá-los, através da implementação de filosofias *lean* (Womack & Jones, 2006).

O trabalho padronizado é uma metodologia muito genérica, e as indústrias usam esta ferramenta maioritariamente ao implementar qualquer ferramenta *lean*. Esta ferramenta documenta a sequência de trabalho do operador, o movimento do operador e o trabalho da máquina, que é um procedimento operacional padronizado e otimizado, necessário para produzir uma unidade de produto dentro do seu tempo de ciclo. O trabalho padronizado reduz a variabilidade nos processos produtivos e permite que engenheiros, gerentes, supervisores e operadores trabalhem juntos, seguindo o mesmo procedimento operacional (Lu & Yang, 2015).

A unidade de negócio Efacec AMT encontra-se num período de mudança, visando o progresso e a melhoria nos processos da fábrica de modo a satisfazerem a crescente e rápida necessidade de produto e material para a implementação de novas centrais de produção de energia. Procuram, agora, métodos mais eficazes do que aqueles que utilizaram até ao momento e querem integrar metodologias que permitam uma maior organização tanto a nível do fabrico como entre departamentos. Neste âmbito, a aplicação do trabalho padronizado no chão de fábrica faz todo o sentido de modo a ir ao encontro das necessidades da empresa.

1.2 Objetivos

O principal objetivo é melhorar o desempenho da unidade de montagem de transformadores na Efacec, em especial a produtividade relacionada com a utilização da mão-de-obra.

Além desses indicadores de desempenho é também esperado melhorar os prazos de entrega, o nível de *work in progress* (WIP), diminuir desperdícios e a variabilidade nos processos. Os principais desperdícios a serem foco de redução são as esperas, as movimentações e os transportes.

Com este projeto também se pretende:

1. Reconfigurar o modo de abastecimento da área de produção de modo a diminuir desperdícios como movimentos e manuseamentos de materiais desnecessários, esperas, operações desnecessárias e quantidades de WIP;
2. Obter um método para monitorização dos tempos de passagem das operações em *real-time*;
3. Normalizar os procedimentos em todo o processo produtivo da área com gestão visual;
4. Organizar a zona de armazenamento de componentes.

1.3 Metodologia de Investigação

De modo a desenvolver-se uma dissertação estruturada e organizada, o primeiro passo será realizar uma pesquisa criteriosa de várias fontes bibliográficas de artigos científicos, livros, teses e relatórios, entre outros, sobre LP, os seus princípios e as técnicas e ferramentas que mais se adequam para o caso específico de uma linha com grande grau de customização e de variabilidade. Depois da pesquisa é feito, então, um levantamento das informações consideradas importantes para ampliar o conhecimento no tema e para que seja possível que seja explorado mais detalhadamente durante o projeto.

Em simultâneo, será usada a metodologia *Action Research*, devido ao facto de parte dos objetivos serem passíveis de se concretizarem no tempo estabelecido. Nesta metodologia a pesquisa preocupa-se com a resolução de problemas organizacionais, como as implicações da mudança, ao lado daqueles que as experimentam diretamente. É ideal para quando existe o envolvimento de profissionais na pesquisa e, em particular, a uma parceria democrática colaborativa entre profissionais e investigadores (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2009). Estes investigadores dividem a metodologia *Action Research* em 4 partes: definir o contexto e o propósito, fazer diagnóstico da situação atual, apresentar propostas e planear ações, ação, e avaliação e discussão de resultados.

Deste modo, inicia-se na empresa a fase do diagnóstico e análise crítica do ponto de situação atual da empresa. É presumido que se obtenha uma lista de problemas verificados superficialmente que, colmatando com informações recolhidas na empresa, se possa decidir em quais incidir e os possíveis de resolver no tempo proposto. As informações passam pela identificação das gamas operatórias, de processos e fluxos produtivos, de documentos com informações históricas para calcular o *takt time*, a produtividade, o *throughput time (TPT)* e o WIP, e pela utilização de ferramentas como a Análise Multimomento (AMM).

A AMM será o ponto de partida para a eliminação de desperdícios. Isto é, com a cronometragem aleatória de tempos que cada operador passa realizar cada atividade, será possível avaliar a quantidade de tempo que os colaboradores desperdiçam com atividades que não acrescentam valor ao produto. Além da identificação dos desperdícios permitirá que seja feita uma relação entre as propostas de melhoria com a situação inicial.

A fase seguinte, de apresentação de propostas de melhoria e planeamento das ações, passa por encontrar alternativas e sugerir melhorias para os problemas que se definiram. É de esperar as sugestões se baseiem na aplicação de *Standard Work* com base em ferramentas *lean* e, as mudanças que exijam menos mudanças físicas no sistema terão, à partida, prioridade na implementação. Faz-se, então, um plano de ações para cada proposta.

Após a aprovação das propostas pode passar-se à implementação das mesmas. À medida que as implementações fiquem concluídas far-se-ão medições e análises para avaliar o desempenho do sistema com as mudanças implementadas.

Na fase final da *Action Research* discutem-se os resultados obtidos. Analisa-se a situação inicial e a situação proposta e debate-se os benefícios das mudanças sugeridas e implementadas. Além disso, com vista a uma melhoria contínua, é de esperar outras sugestões e propostas de melhoria que não foram implementadas, tanto pelo tempo disponível, como por questões de orçamento atual ou outras situações.

1.4 Estrutura da Dissertação

Esta dissertação encontra-se dividida em seis capítulos, tendo este primeiro capítulo o propósito de mostrar a pertinência deste projeto e os objetivos a seguir, explicando as razões da necessidade do projeto, quais os seus objetivos e que metodologia foi utilizada para o seu desenvolvimento.

No segundo, é feita uma breve revisão bibliográfica dos temas e conceitos que suportaram a realização da presente dissertação.

No terceiro capítulo, fez-se uma apresentação geral da empresa onde este projeto foi realizado e apresentam-se os produtos estudados.

No quarto, fez-se uma descrição e análise mais pormenorizada do sistema geral de planeamento e produção atualmente existente para os produtos produzidos no sistema em questão e uma análise crítica do método existente para determinar as gamas operatórias, assim como das métricas e indicadores do estado atual.

Para as situações destacadas na análise crítica, foram sugeridas propostas de melhoria conforme as necessidades, expostas no capítulo 5.

No sexto e último capítulo, apresenta-se uma conclusão do trabalho e sugestões de trabalho futuro.

2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

2.1 Produção Lean

A filosofia e os conceitos que estão associados ao pensamento *lean* refletem a abordagem japonesa à gestão empresarial e lança enormes desafios aos gestores de operações. Com excelentes resultados demonstrados através de inúmeras aplicações, o *lean thinking* é a consequência da evolução do TPS, o TQM (*total quality management*) e o JIT aos quais foram associados novos conceitos como a cadeia de valor e o serviço ao cliente (Woods, 2005).

2.1.1 Origem e Enquadramento

Após a 1ª Guerra Mundial, Henry Ford e Alfred Sloan da *General Motors* transformaram a produção artesanal vigorante na altura numa forma de produção em massa. A indústria automóvel foi revolucionada, sendo desenvolvido assim, o modelo Ford T. Como resultado, os Estados Unidos rapidamente dominaram a economia global. Com esta abordagem, conseguiu reduzir o tempo de ciclos de 2,3 para 1,9 minutos. Este sistema de produção em massa teve durante décadas em prosperidade, pois revolucionou o mercado automóvel, reduzindo para menos de metade o custo de um automóvel bem como o tempo de espera do mesmo (Roos et al., 1990).

Depois da 2ª Guerra Mundial, o Japão encontrava-se numa situação crítica, uma vez que tinha perdido a guerra. A Toyota não estava a acompanhar as empresas europeias e norte-americanas que lideravam os mercados e que possuíam produtos que a Toyota não possuía (Roos et al., 1990).

Na necessidade de uma resposta a mercados mais pequenos e com uma necessidade bastante variada surgiu o TPS. Este sistema foi a base para a filosofia LP que é baseada na eliminação do desperdício, na redução de excessivos fluxos de produção, na importância dos colaboradores como os ativos mais valiosos da organização, no constante controlo de defeitos e finalmente no compromisso de um produto de qualidade (Pettersen, 2009). Segundo Ohno (1988) o foco do TPS é analisar e reduzir os desperdícios desde que o cliente realiza uma encomenda até ao momento de expedição da mesma, visando altos níveis de produtividade e qualidade.

2.1.2 Pilares do TPS

Durantes algumas décadas a Toyota foi melhorando o TPS. Alguns conceitos não nasceram na Toyota, mas o sistema ia sendo desenvolvido sem a documentação destas melhorias. Desta forma, Taiichi Ohno, desenvolveu uma casa para representar de forma simples o TPS. Esta casa é um diagrama que resume

os ideais da Toyota, como é visível na Figura 1. Foi escolhido este modelo uma vez que é um sistema estrutural, em que a casa é robusta apenas se o teto, os pilares e a base forem fortes o suficiente (Liker, 2004).

De acordo com Ohno (1988) os dois grandes pilares do TPS são a produção JIT e a *Autonomation* (*Jidoka* em japonês). Segundo Monden (1988), o termo *Just-In-Time* concentra-se na produção do necessário, na quantidade necessária e no período necessário. Relativamente ao termo *Autonomation*, este é constituído por várias ferramentas que funcionam como mecanismos de prevenção de erros no sistema produtivo. Estes dois pilares assentam em ferramentas que procuram sempre a melhoria contínua de processos e na redução de custos através da eliminação de desperdícios (Monden, 1988).

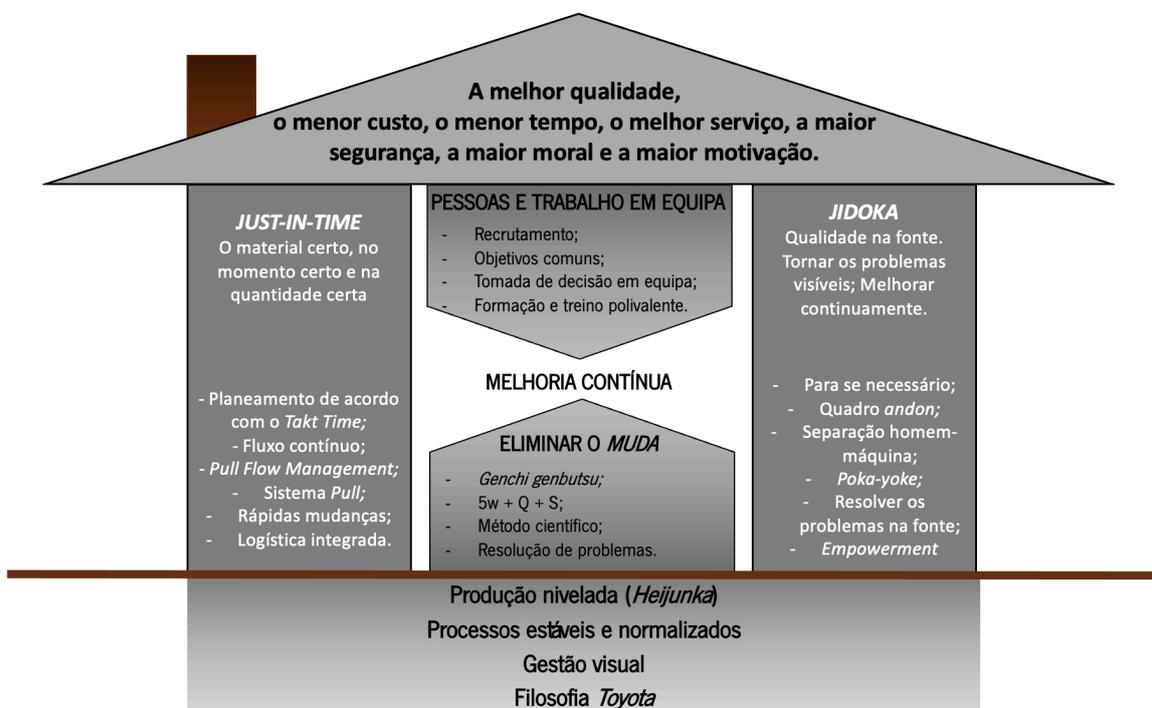


Figura 1 - Casa TPS (adaptado de Liker, 2004)

O TPS tem como principal objetivo adaptar a produção ao conceito de valor do produto na perspetiva dos clientes conseguindo diminuir os desperdícios associados à produção (Roos et al., 1990).

2.1.3 Princípios Lean Thinking

Womack e Jones definiram como objetivo *lean* a eliminação de todas as atividades que não acrescentem valor ao produto – reduzindo perdas e custos. Para atingir este objetivo delinearam cinco princípios *lean* que expuseram no livro “*Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*”. Todos os princípios devem se tidos em conta e são necessários para o funcionamento da produção e da organização, de acordo com esta filosofia. Estes permitem o entendimento do pensamento envolvido

assim como a consequente redução dos desperdícios evidenciados pelo *lean* (Womack & Jones, 2006). A constante procura de eliminação do desperdício está na base da melhoria contínua ou *Kaizen* e na busca da perfeição. Os princípios são apresentados como os passos a seguir para a implementação de *lean* e estão resumidos na Figura 2.

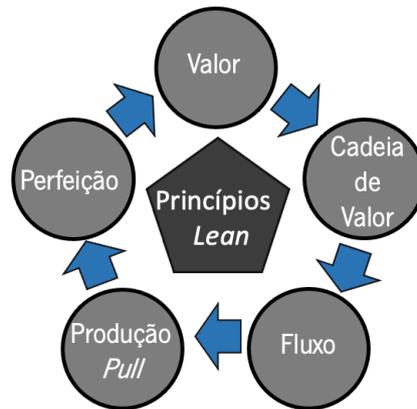


Figura 2 - Princípios do pensamento lean

Essencialmente, primeiro começa-se por definir o valor do produto, em seguida define-se a cadeia de valor, em terceiro lugar cria-se um fluxo de produção contínua, segue-se a introdução da produção como puxada e por último a procura da perfeição constante. Estes princípios são descritos sucintamente de seguida:

- **Valor:** identificar o que cria valor para o consumidor, sendo que tudo o que não está a acrescentar valor para os requisitos do cliente deve ser eliminado;
- **Cadeia de valor:** analisar todo o fluxo produtivo, identificar as atividades que contribuem, ou não, para a criação de valor, e eliminar aquelas consideradas desnecessárias;
- **Fluxo:** garantir uma produção fluída e sincronizada em toda a extensão da cadeia de valor, de forma ininterrupta, sem *stocks* nem desperdícios;
- **Sistema de produção puxada:** implementar um sistema onde a produção é desencadeada por uma encomenda do cliente, produzindo a quantidade certa no momento certo, eliminando a acumulação de *stocks* intermédios e de produtos finais.
- **Busca da perfeição:** suscitar a procura sistemática pela melhoria (*Kaizen*), visando a continua eliminação de fontes de desperdício e a criação constante de valor.

2.1.4 Formas de desperdícios

Womack e Jones, no seu livro “*Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*”, identificam 3 tipos principais de desperdícios: *Muda* (inutilidade ou desperdício), *Muri* (irracional) e *Mura* (variabilidade, desnivelamento, irregularidades). Isto é, *muda* refere-se a qualquer atividade que gere desperdício, não adiciona valor ou que não é produtivo, *Muri* representa a sobrecarga causada na organização, *Mura* representa a falta de balanceamento do trabalho do homem ou máquina. A Figura 3 é uma representação visual destes desperdícios.

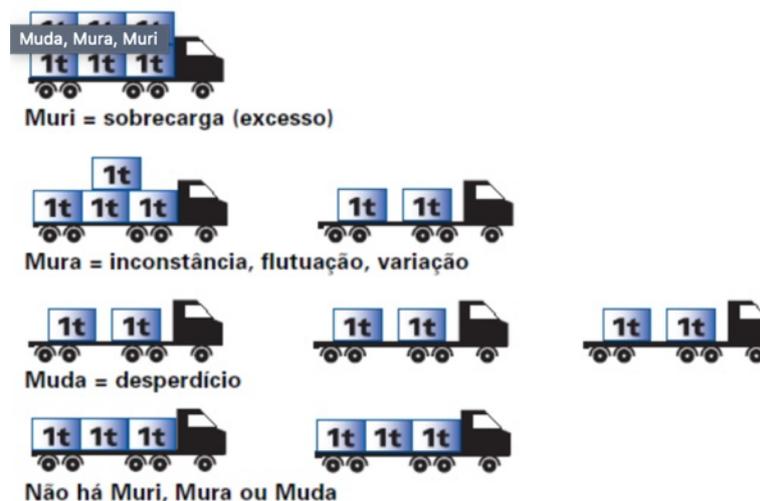


Figura 3 - Muda, Mura, Muri – retirado de Lean Institute Brasil (2020)

Em todas as atividades os desperdícios estão presentes, o objetivo é identificar os desperdícios e depois eliminá-los ou reduzi-los. Liker (2004), divide, então, as atividades em três categorias: atividades com valor acrescentado, atividades necessárias sem valor acrescentado (estas são indispensáveis, mas constituem um *muda*: podem ser minimizadas ou automatizadas) e atividades que não são necessárias e não têm valor acrescentado (devem ser totalmente eliminadas).

Na bibliografia define-se *muda*, ou desperdício, como qualquer atividade que não acrescenta valor ao produto, mas que mesmo assim consome recursos (Womack & Jones, 2006). O principal esforço da empresa, pelo menos num momento inicial, deverá ser eliminar ou reduzir ao máximo todas as atividades sem valor acrescentado. De forma a ser mais fácil a identificação dos *mudas*, e após um extenso estudo, Ohno (1988) identifica 7 tipos de desperdícios, sendo estes: sobreprodução, esperas, transportes, sobre processamento, inventário (*stock*), movimentações desnecessárias e defeitos.

Esmiuçando cada um dos desperdícios tem-se:

- **Sobreprodução:** Quando a quantidade produzida é superior à quantidade encomendada ou quando não há ordem de encomenda por parte do cliente (Liker, 2004). Este desperdício é, possivelmente, o que tem maior impacto negativo num sistema produtivo, dado que tem influência nos restantes (Melton, 2005). Representa a produção excessiva, ou seja, quando se produz mais do que o necessário ou se produz antes do momento em que são necessários os artigos.
- **Esperas:** Tempo em que um recurso, máquina ou operador está parado por falta de trabalho. As esperas podem ser originadas por diversos fatores, como por exemplo: avarias de equipamentos, *bottlenecks*, falta de material e de tempos de *setup* elevados. Liker (2004) atribui as esperas a um planeamento inadequado da produção, podendo causar estrangulamentos, ineficiência do *layout*, falta de material ou mão-de-obra, entregas atrasadas, avarias de equipamentos, inspeções desnecessárias e procura de informações ou instruções de trabalho.
- **Transportes:** Os transportes constituem movimentos desnecessários de materiais, peças ou produtos acabados e informação. Mesmo que esse transporte seja necessário ao processo atual, devem-se procurar formas de o diminuir e, até eliminar pois não agregam valor ao produto final (Hicks, 2007).
- **Sobre processamento:** Operações extras como repetição de operações, reprocessamento, manuseio ou armazenamento que ocorrem por causa de defeitos, sobreprodução ou excesso de *stock* (Hicks, 2007).
- **Inventário:** Todo o *stock* que não é diretamente necessário para responder aos pedidos atuais dos clientes. O inventário inclui matérias-primas, produtos em andamento (WIP) e produtos acabados. Todo o inventário requer manuseio e espaço adicionais e a sua presença pode aumentar significativamente o sobre processamento (Hicks, 2007).
- **Movimentações desnecessárias:** Refere-se a ações extras executadas por funcionários e equipamentos de forma a adequarem-se a um *layout* ineficiente, defeitos, reprocessamento, sobre produção ou excesso de inventário. O movimento leva tempo e não agrega valor ao produto ou serviço (Hicks, 2007).
- **Defeitos:** Bens ou serviços acabados que não estão em conformidade com a especificação ou expectativa do cliente, causando assim a insatisfação do cliente (Hicks, 2007). Portanto, este

terá de ser retrabalhado ou será mesmo considerado como lixo. De forma a serem compreendidos e eliminados, os defeitos têm de ser identificados. Esse processo deve acontecer na origem, pois de outra forma perde a ligação entre o defeito e a sua causa.

Hicks (2007) identifica uma oitava categoria relacionada com a subutilização das pessoas e, em particular, das suas ideias e contribuições criativas para melhorar os processos e práticas. Para evitar este tipo de perda é necessário treinar e motivar os funcionários e, incentivar e premiar os grupos de melhoria contínua.

2.2 Ferramentas Lean e outras ferramentas usadas no contexto Lean

Esta secção apresenta ferramentas *Lean* importantes para o desenvolvimento do projeto em questão.

2.2.1 Kaizen

Em japonês, *Kaizen* significa "melhoria contínua". A palavra implica melhoria que envolve todos gerentes e trabalhadores - e envolve relativamente poucas despesas. A filosofia *Kaizen* pressupõe que nosso modo de vida - seja na nossa vida profissional, na nossa vida social ou na nossa vida doméstica – se deve concentrar em esforços constantes de melhoria. Embora as melhorias no *Kaizen* sejam pequenas e incrementais, este processo traz resultados dramáticos ao longo do tempo. *Kaizen* costuma ser subtil, uma abordagem de baixo risco (Imai, 2012).

Imai (1986) explicita que o *Kaizen* implica uma mudança na cultura organizacional e uma procura sistemática de melhorias quer de processos quer de produtos e desta forma é de extrema importância que a gestão de topo tenha total comprometimento nestas mudanças. Todos os colaboradores têm de estar envolvidos na melhoria contínua para que o *Kaizen* seja implementado com sucesso e seja eficaz a longo prazo, sendo que será a gestão de topo a assegurar que esse é o rumo que a organização quer tomar – melhoria contínua através do *Kaizen* como estratégia competitiva.

Em japonês, *gemba* significa "lugar real" - o lugar onde a ação real ocorre. No *gemba* ocorrem, diariamente, duas atividades principais com relação à gestão de recursos - manutenção e *Kaizen*. O primeiro está relacionado com cumprimento dos padrões existentes e à manutenção do *status quo*, e o último está relacionado com o aprimoramento desses padrões. Os gerentes do *gemba* envolvem-se numa ou noutra dessas duas funções, e a qualidade, o custo e a entrega (QCD) são o resultado final. São três as atividades *Kaizen* que contribuem para o QDC – a padronização, os 5S e a eliminação dos *muda*

(Imai, 2012). Estas atividades não requerem conhecimento sofisticado nem tecnologia, envolvem conceitos comuns e práticas também elas comuns.

A Padronização e os 5S colmatam com a eliminação de *muda*. Aliás, de uma perspectiva *Kaizen*, todas as atividades e todos os colaboradores devem estar envolvidos para a eliminação de desperdícios dentro da empresa. A Figura 4 representa a cultura *kaizen*.



Figura 4 - Casa da gestão do gembu (adaptado de Imai, 2012)

2.2.2 Ciclo PDCA

A primeira etapa no processo de *Kaizen* é estabelecer o ciclo *Plan-Do-Check-Act* (PDCA) – Planejar-Fazer-Verificar-Agir – como um veículo que garante a continuidade do *Kaizen* na busca de uma política de manutenção e melhoria dos padrões. É um dos conceitos mais importantes do processo. No início, qualquer novo processo de trabalho é instável. Antes de começar a trabalhar no PDCA, qualquer processo atual deve estar estável num processo muitas vezes referido como o ciclo *Standardize-Do-Check-Act* (SDCA) - Padronizar-Fazer-Verificar-Agir. Assim, o ciclo SDCA padroniza e estabiliza os processos atuais, enquanto o ciclo PDCA os melhora (Imai, 2012).

Na primeira fase do ciclo, *Plan* (planejar), fixa-se uma meta de melhoria e esboça-se um plano que permita alcançar essa meta. Na segunda fase do ciclo, *Do* (fazer), iniciam-se as atividades delineadas no plano formulado. Na terceira fase do ciclo, *Check* (verificar), verifica-se o desempenho do plano colocado em prática, comparando-o com as metas estabelecidas anteriormente. Por último, na fase *Act* (atuar), padroniza-se o processo melhorado e definem-se metas para novos ciclos de melhoria (Smadi, 2009).

2.2.3 Padronização

A normalização das operações é a identificação da melhor sequência de trabalho para que todos os colaboradores a possam ver e seguir. A uniformização de operações é um método que impede que as mesmas sejam realizadas de forma aleatória, permitindo, por isso, reduzir as variações nos tempos de ciclo, uma vez que estão definidas de acordo com o *takt time*, respondendo às necessidades da procura (Monden, 1988).

Uma gestão diária eficiente de recursos requer padrões. Cada vez que surgem problemas ou irregularidades, o gerente deve investigar, identificar a causa e rever os padrões existentes ou implementar novos para evitar a recorrência. Os padrões se tornam parte integrante do *gemba kaizen* e fornecem a base para a melhoria diária (Imai, 2012). Deste modo torna-se muito importante que os padrões dentro da organização estejam bem definidos.

Segundo Monden (1988), existem três elementos essenciais do trabalho normalizado:

- **Tempo de ciclo normalizado:** tempo padrão para a produção total de um produto. O cumprimento deste elemento é importante, uma vez que se a produção for mais rápida do que é suposto origina-se excesso de inventário, caso contrário se a produção for mais lenta o processo seguinte é atrasado e a procura não é satisfeita no momento exato;
- **Sequência de trabalho normalizada:** conjunto de atividades sequenciais que representam a melhor forma de executar o trabalho. O cumprimento desta sequência por parte dos operadores permite reduzir variações nos tempos de ciclo;
- **Inventário WIP normalizado:** quantidade mínima de *stock* que permite ao operador executar as suas operações sem ocorrer interrupção do fluxo de produção.

Ohno (1988) defende que onde não existem *standards* não poderá existir melhoria. Míkva et al. (2016) confirma que os *standards* devem ser de fácil compreensão e, para isso devem apresentar as seguintes características: brevidade máxima (apenas conter instruções estritamente necessárias para os operadores); simplicidade e visualização (o trabalhador deve encontrar e perceber de imediato as instruções necessárias); possibilidade de mudanças rápidas nos parâmetros dos processos; clareza (garantir que todos os trabalhadores tenham todas as atividades relevantes no processo); habilidade para monitorizar a implementação dos *standards* e os seus impactos nos processos.

2.2.4 Técnica 5S

Imai (2012) explicita que o princípio *Kaizen* dos 5S significa cinco palavras japonesas que constituem uma boa organização no local de trabalho. São estas *Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke*. Estes cinco sentidos de limpeza representam um ponto de partida para qualquer empresa que procure ser reconhecida como um fabricante responsável.

- **Seiri**: Em português designa-se por **Utilização**. Deve-se distinguir os artigos necessários e desnecessários no *gemba* e descartam-se os últimos. Ou seja, separa-se tudo o que for desnecessário e elimina-se.
- **Seiton**: Em português designa-se por **Organização**. Nesta fase deve-se organizar todos os artigos restantes após o *Seiri* de maneira clara. Isto é, colocam-se as coisas essenciais em ordem para que possam ser encontradas facilmente. Neste ponto, é importante ter em conta que cada coisa tem o seu lugar e cada lugar apenas é utilizado para uma coisa.
- **Seiso**: Em português designa-se por **Limpeza**. Manter as máquinas e o todo o ambiente de trabalho limpos. Por outras palavras, as ferramentas e locais de trabalho têm de ser constantemente limpos, removendo manchas, detritos e aprendendo-se a erradicar as fontes de sujidade.
- **Seiketsu**: Em português designa-se por **Padronização**. Estende-se o conceito de limpeza para cada um, exigindo que se pratique continuamente as três etapas anteriores. Consegue-se ao padronizar as quatro etapas anteriores para tornar o processo único que nunca termina e pode ser aperfeiçoado.
- **Shitsuke**: Em português designa-se por **Disciplina**. Construir a autodisciplina e criar o hábito de se envolver nos 5S, estabelecendo padrões e garantindo a manutenção da metodologia.

A falta de 5S no *gemba* deve ser considerada um indicador visual de ineficiência, *muda*, autodisciplina insuficiente, moral baixo, baixa qualidade, custos altos e incapacidade de cumprir os prazos de entrega (Imai, 2012). Este também definiu cinco maneiras de avaliar o nível de 5S em cada fase:

1. Autoavaliação;
2. Avaliação por um consultor especialista;
3. Avaliação por um superior;
4. Uma combinação das anteriores;

5. Competição entre grupos de *gemba*.

Implantar os 5S numa organização não é uma tarefa simples. A sua adoção envolve a mudança de pensamento e comportamento por parte de todos, o que exige foco e determinação. Assim, de forma prática, pode-se dizer que a implantação do 5S pode ser dividida nas duas etapas representadas na figura seguinte (Napoleão, 2018):

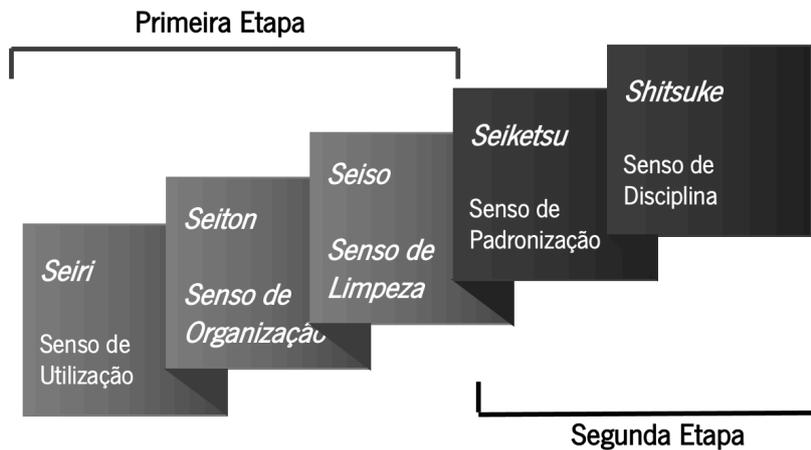


Figura 5 - Etapas da Implementação dos 5S (adaptado de Napoleão, 2012)

2.2.5 Gestão Visual

O conceito dos 5S e a gestão visual de uma fábrica estão interligados. Quando nos envolvemos nos 5S, descobrimos que seu resultado é uma melhor gestão visual (Imai, 2012).

A gestão visual é um sistema de melhoria organizacional que pode ser usado em quase qualquer tipo de organização para focar a atenção no que é importante e melhorar o desempenho em todo o quadro. Este método acrescenta uma nova dimensão ao processo, sistemas e estruturas que compõem a organização existente, usando fortes técnicas de visualização gráfica para aumentar seu foco no desempenho (Liff & Posey, 2004).

A gestão visual é um parâmetro que se enquadra na Padronização das operações. Formas desta gestão é a exibição dos padrões de trabalho nos postos de trabalho, quando aplicável, ou em toda a área fabril. Estes padrões não vão apenas lembrar o trabalhador da maneira correta de fazer o trabalho, mas, mais importante, permitem que a gestão ou os responsáveis por esta verificação determinem se o trabalho está a ser realizado de acordo com os estes mesmos (Imai, 2012).

A metodologia de implementação da gestão visual poderá ser através do trabalho normalizado, da identificação dos espaços, da delimitação de áreas, de quadros informativos e aplicação de sistemas específicos nos locais de trabalho (Natario, 2017).

2.2.6 Mizusumashi

O *mizusumashi* pode ser comparado a um comboio que é conduzido segundo um planeamento definido: para em determinadas estações, é carregado com alguns passageiros enquanto outros são descarregados (Tanchoco, 1994). Assim, o *mizusumashi* é um operador logístico que faz o transporte interno dos materiais, numa rota pré-definida e num ciclo de tempo fixo (Coimbra, 2013). Além dos ciclos pré-definidos, este sistema permite que o material seja transferido para a linha de produção apenas quando necessário, iniciando o seu processo com um pedido de aviamento de material ao armazém (Ramos, Lopes, & Ávila, 2013).

Brar & Saini (2011) defendem que ao usar este sistema JIT, o planeamento e a programação de todas as partes significativas da produção devem ser feitos de forma eficaz e eficiente. A aquisição de material é uma das partes mais importantes do sistema de produção e deve ser planeada e programada para atender às necessidades da área de produção. É possível verificar-se algumas vantagens com a adoção deste sistema de abastecimento:

1. Redução nos custos de transporte;
2. Melhoria da montagem na área de produção e diminuição de faltas de material;
3. Diminuição da distância total percorrida na entrega de materiais pois o *mizusumashi* consegue entregar vários artigos a diferentes postos de trabalho e pontos de entrega de material, aumentando a eficiência do sistema;
4. Redução do risco de qualidade dos artigos.

2.2.7 Kanban

Kanban é um sistema simples de movimentação de peças em que a movimentação de materiais entre estações de trabalho numa linha de produção é baseada em cartões. Um fornecedor só deve entregar os artigos na linha de produção quando e como forem necessários, de forma que não haja armazenamento de peças na área de produção, que é a necessidade básica do sistema *kanban* (Gupta & Jain, 2013).

Segundo Pinto (2014), a base do *kanban* está na transmissão da informação de uma forma simples e visual para manter em funcionamento um sistema de produção puxado. Após satisfazer esta condição, o um sistema *kanban* pode adquirir várias formas diferentes, dependendo das características das operações do local onde será implementado. Algumas das principais formas de *kanban* são as seguintes:

- **Sistema de duas caixas:** são colocados pelo menos dois contentores para cada material necessário no bordo de linha, tendo fixado, em cada um deles, um *kanban* do tipo cartão. O contentor é recolhido quando fica vazio e devolvido ao bordo de linha com o mesmo material, na quantidade indicada na etiqueta;
- **Kanban eletrónico:** o sinal é transmitido através do sistema de informação da empresa;
- **Indicação luminosa:** o operador aciona um comando luminoso no seu posto de trabalho cada vez que consome o produto. O sinal é transmitido até a estação de produção desse material, onde será acesa uma luz para cada unidade a ser produzida. Posteriormente, o operador da estação de trabalho fornecedora aperta um botão por cada unidade produzida, para que as luzes se vão apagando.

2.2.8 Métricas e Indicadores de Desempenho

Os KPIs (*Key Performance Indicators*) são indicadores que focam os aspetos de performance organizacional que são mais críticos para o atual e futuro sucesso da organização. Raramente estes KPIs são uma novidade para a organização, ou ainda não foram reconhecidos ou acabaram por ser esquecidos e atualizados (Parmenter, 2015).

As métricas lean são indicadores que permitem aferir o desempenho de um sistema produtivo (Jorge & Teixeira, 2017). Estas medições de performance devem ajudar a organização a alinhar as atividades diárias, semanais ou mensais, aos objetivos estratégicos da empresa (Parmenter, 2015).

- **Takt time**

A procura é frequentemente representada em termos de *takt time*, que mais precisamente nos diz de quanto em quanto tempo o mercado pede, em média, uma unidade do produto em causa (Carvalho, 2006). Isto é, o *takt time* define o tempo máximo que os processos têm para fazer uma peça e satisfazer o cliente (Lander & Liker, 2007). Assim, define o ritmo de produção para igualar a procura do cliente e torna-se o “batimento cardíaco” de qualquer sistema *lean* (Womack & Jones, 2006).

Esta métrica pode ser calculada com a seguinte fórmula, expressando-se em unidades de tempo:

$$Takt\ Time\ (TT) = \frac{Tempo\ disponível\ líquido}{Procura} \quad (2.1)$$

Onde o tempo disponível líquido não inclui o tempo de paragens programadas ao longo do período de trabalho.

Em casos onde há grande variabilidade da procura ao longo do tempo e onde vários produtos diferentes com tempos de ciclo bastante diferentes são feitos na mesma linha, o *takt time* torna-se uma métrica com pouco sentido para a produção diária, pois este vai ser também bastante variável (Lander & Liker, 2007).

- **Produtividade**

A produtividade é uma medida de eficiência e, como tal, é uma razão entre o que se obtém e o que é necessário fornecer para se obter. A produtividade pode ser definida como sendo a razão entre o valor ou a quantidade de produtos que conseguimos obter e a quantidade de os recursos que são usados para isso (Carvalho, 2006).

$$Produtividade = \frac{Quantidade\ ou\ valor\ dos\ produtos}{horas\ de\ mão-de-obra} \quad (2.2)$$

Muitos fatores contribuem para influenciar esta medida de desempenho: as máquinas podem avariar, pode haver problemas de qualidade nas peças, pode haver falta de material, um operário pode precisar de se ausentar por alguns minutos, etc. (Carvalho, 2006).

- ***Throughput time***

O TPT (ou tempo de percurso) de uma peça diz respeito ao tempo que essa peça demora a atravessar o sistema produtivo em causa (Carvalho, 2006). Pode ser calculado de conceito a lançamento do produto, da encomenda até entrega, de matéria-prima até às mãos do cliente. Inclui tanto o tempo de processamento como tempo de esperas ((Womack & Jones, 2006).

- **WIP**

O WIP (*work in progress*), é termo bastante popular na literatura em língua inglesa sobre produção - representa a quantidade de artigos que se encontram em curso de fabrico. Diz respeito ao número de produtos que já deram entrada no sistema produtivo, mas sobre os quais ainda não estão concluídas todas as operações (Carvalho, 2006).

- **Lei de Little**

A determinação do tempo de percurso pode ser uma tarefa bastante complicada numa grande parte dos sistemas produtivos. A inexistência de registos sobre os detalhes de todas as ordens de produção impossibilita a determinação dos valores para tempos de percurso. A lei de Little pode ser uma ferramenta bastante eficaz para a determinação do tempo de percurso médio, bastando para isso a contagem do WIP e o conhecimento da taxa de produção do sistema (Carvalho, 2006). Há uma relação

matemática entre o *takt time*, o *throughput time* e a quantidade de *stock* de trabalho em processo (WIP) (Black, 2007). Essa relação é dada pela equação seguinte:

$$WIP (2019) = Takt Time \text{ Médio} \times Throughput Time \text{ Médio} \quad (2.3)$$

2.3 Análise Multimomento

- Método de análise

A AMM é uma técnica que permite obter dados e informações sobre a empresa e procedimentos de trabalho, estatisticamente (Planje, 2015). Isto é, a cronometragem cíclica, mas aleatória de tempos que cada operador passa realizar cada atividade.

A técnica inicia-se com a definição das operações que cada colaborador poderá estar a realizar durante o período de trabalho e, cria-se uma lista com estas para se levar para o *gemba* aquando da análise. Esta passa por controlo aleatório das operações que estão a ser realizadas por cada operário.

Tendo em conta o tamanho das instalações e que os operários trabalham maioritariamente a pares, define-se um par de cada vez para realizar o controlo, sendo que as observações a cada par deve ser feita em diferentes alturas do dia e dias diferentes para garantir uma maior aleatoriedade de operações. Para tal, define-se um período de observações entre cada par.

Para o registo das observações, deve-se levar a lista de operações para o *gemba*, e verificar-se que operação está a ser realizada por cada operário. São necessárias bastantes medições de modo a ser possível obterem-se dados estatisticamente viáveis.

Visto que as operações medidas estão pré-definidas, e tendo em conta o estudo sobre atividades de valor acrescentado, é possível analisar qual é a percentagem de tempo despendida pelos operários que efetivamente são necessárias e que acrescentam valor ao produto e quais devem ser eliminadas ou reduzidas.

Este estudo permite que seja feita uma comparação precisa relativamente a mudanças que possam ser feitas na empresa e o estado anterior da mesma.

- Número de observações

De modo a obter-se dados estatisticamente viáveis, as observações deviam ser feitas em momentos pontuais e aleatórios ao longo do dia de trabalho e, para esta análise ser fiável, é necessário calcular o número de observações utilizando a equação seguinte:

$$n = \frac{Z^2 \times p \times (1-p)}{\varepsilon^2} \quad (2.4)$$

Sendo:

n : Número de observações

p : Probabilidade de ocorrência da atividade na população

Z : Nível de confiança de acordo com a tabela da distribuição normal

ε : Margem de erro máximo tolerado

Quando não se tem conhecimento prévio ou alguma estimativa da proporção da população, deve-se usar $p=0,5$ para determinar o tamanho da amostra. Isto criará o maior tamanho de amostra possível e resulta no maior custo de amostragem possível. Caso se tenha informações anteriores ou experiência relevantes que fornecem uma estimativa fundamentada de p é possível utilizar este valor (Berenson, Krehbiel, Levine, & Stephan, 2008).

2.4 Envolvimento de colaboradores na melhoria contínua

“O sistema de sugestões funciona como parte integrante do *kaizen* orientado para o indivíduo e enfatiza os benefícios que aumentam a moral da participação positiva dos funcionários. (...) Os gerentes japoneses consideram que a melhor maneira de despertar o interesse dos funcionários pelo *Kaizen* é incentivando-os a fornecer muitas sugestões, por menores que sejam (...) O principal objetivo será desenvolver a mentalidade dos funcionários direcionada para o *Kaizen* e a autodisciplina” (Imai, 2012).

3. APRESENTAÇÃO DA UNIDADE DE PRODUÇÃO EM ESTUDO

3.1 Apresentação do Grupo Efacec

O grupo Efacec destaca-se por oferecer um portefólio compreensivo, por oferecer soluções customizadas de acordo com as especificações de cada cliente e mercado («Intranet», sem data).

3.1.1 História do Grupo

O grupo Efacec surgiu em 1948 como um projeto da empresa EFME- Empresa Fabril de Máquinas Elétricas, SARL. Tal empresa que havia surgido em 1905 como “A Moderna”, Sociedade de Serração Mecânica, instituindo uma história com mais de 100 anos à Efacec.

Em 1921 “A Moderna” dá origem à Electro-Moderna, Lda., empresa que se dedica à produção de motores, geradores, transformadores e acessórios elétricos, criando-se assim competências para mais tarde surgir a Efacec como a conhecemos («Quem Somos», sem data).

Saltando para o século XXI, a empresa sentiu necessidade de um redimensionamento da estrutura internacional e da simplificação do portefólio. Além de outras mudanças em alguns ativos e negócios, a empresa passou a chamar-se Efacec Power Solutions, SA. (EPS).

No final de 2014 a Efacec *Power Solutions* passou a constituir, ela própria, um grupo de empresas que reúne todos os meios de produção, tecnologias e competências técnicas e humanas para o desenvolvimento de atividades nos domínios das soluções de Energia, Engenharia, Ambiente, Transportes e Mobilidade Elétrica, abrangendo ainda uma vasta rede de filiais, sucursais e agentes espalhados por quatro continentes («Quem Somos», sem data), como mostra a figura seguinte.



Figura 6 - Presença do grupo Efacec no mercado mundial
(Magalhães & Branco, 2018)

3.1.2 Efacec AMT

Empresa líder em Portugal e de referência mundial, no desenvolvimento de soluções para a Produção, Transmissão, Distribuição e Utilização de Energia Elétrica em Alta e Média Tensão.

Com um vasto e completo portefólio de produtos para Alta e Média Tensão (AMT), a Efacec Aparelhagem é uma unidade de negócios da Efacec, reconhecida pelas competências em termos de flexibilidade e qualidade das suas soluções e produtos, na capacidade de entender os requisitos e propor as soluções adequadas a cada projeto. Estas competências distintivas são traduzidas através dos serviços de valor acrescentado das equipas de Engenharia de Produto e de Operações bem como na relação comercial de proximidade estabelecida entre a Efacec Aparelhagem e o cliente.

O seu principal objetivo é ser o fornecedor preferido devido ao menor custo total de aquisição (preço, prazo de entrega, cumprimento do prazo e qualidade) dos seus produtos e serviços.

A Efacec Aparelhagem oferece um serviço integral e “chave-na-mão” que vai desde o fabrico da solução proposta até à sua montagem e assistência pós-venda. Este serviço é realizado por técnicos competentes e de acordo com indicações provenientes da equipa de engenharia da Efacec Aparelhagem. O serviço de instalações elétricas permite, entre outros, um maior benefício económico para o cliente, uma rápida colocação ao serviço, a integração de trabalhos de engenharia específicos e a customização total.

A unidade fabril EFACEC Aparelhagem - AMT oferece, para a gama de distribuição primária, soluções de quadros isolados a ar, equipados com disjuntores extraíveis e ainda soluções de exterior. Todas as soluções apresentadas são personalizáveis ao desejo de cada cliente, no entanto, a gama de soluções apresenta as seguintes características:

- Capacidade de curto-circuito até 50 kA, correntes nominais até 4000A;
- Construção modular e compartimentada;
- Disjuntor de corte no vácuo de manutenção reduzida e extraível;
- A segurança do operador e da instalação é garantida pelo ensaio de arco interno, classes de acessibilidade AFLR com duração até 1s;
- A continuidade de serviço está presente no desenho do equipamento com várias hipóteses de supervisão do estado;
- A gama Normacel e QBN7 utilizam disjuntores de corte no vácuo e isolamento de ar;
- As soluções podem ser customizadas de acordo com normas e regulamentos particulares de cada cliente bem como de acordo com especificidades de cada mercado geográfico.

(«Intranet», sem data)

3.2 Processo de distribuição primária

Um sistema de energia contém todo o equipamento elétrico necessário para fornecer energia elétrica aos consumidores. Este equipamento inclui geradores, transformadores, linhas de transmissão, linhas de subtransmissão e aparelhagens. O sistema está, essencialmente, dividido em três partes, como se pode verificar na Figura 7. A primeira parte consiste no sistema de geração de energia, onde a energia é produzida em plantas próprias para a mesma (*Power Plant*). Essa energia encontra-se no nível da voltagem gerada e é aumentada em transformadores de potência (*Step-up Transformer*) de modo a que seja possível enviar a energia a longas distâncias com o menor custo possível. A segunda parte consiste no sistema de transmissão que é responsável pela entrega de energia a centros de carga através de cabos e linhas aéreas de transmissão, onde a voltagem é alta, rede de subtransmissão (*HV-Subtransmissão network*) ou extra alta, rede de transmissão (*EHV-Transmission network*). A terceira parte compreende o sistema de distribuição onde a voltagem é reduzida nas subestações para uma voltagem média (*Step-down Transformer*). A energia é transmitida através de linhas ou cabos de distribuição para os transformadores (subestações locais) onde a voltagem é mais uma vez reduzida, num novo transformador de redução de voltagem, para o nível do consumidor e as linhas de energia das utilidades locais ou da companhia de distribuição levam a eletricidade até ao consumidor final (Abdelhay A. Sallam & Om P. Malik, 2011).

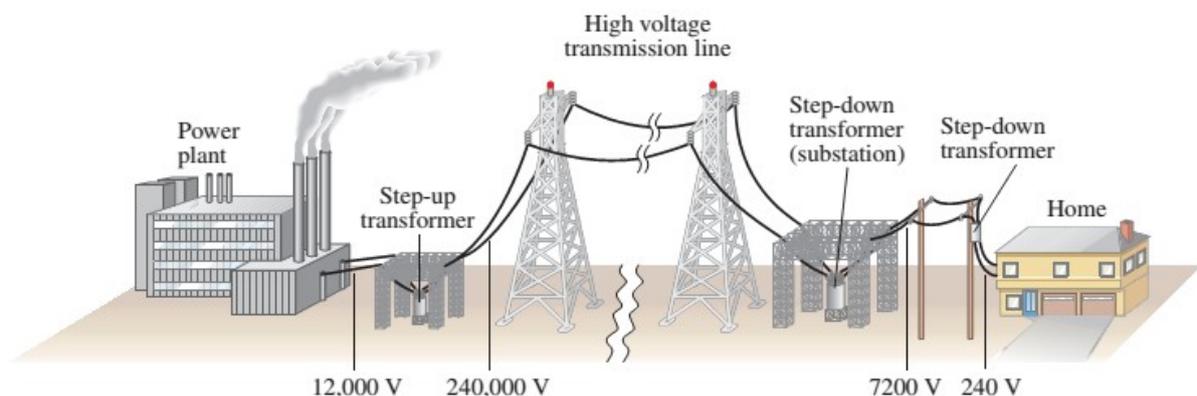


Figura 7 - Sistema de distribuição de energia

A distribuição primária, numa central de produção de energia, atua na fase de produção e distribuição de energia. As aparelhagens elétricas, ou *switchgears*, são dispositivos de distribuição de energia que juntam disjuntores, seccionadores, interruptores de carga, transformadores de corrente, transformadores de tensão, para-raios, barramentos, buchas, terminais de cabo e outros componentes em um ou vários compartimentos de metal, de acordo com os requisitos das principais instalações elétricas.

Normalmente, o invólucro e a placa de partição são revestidos com chapa de aço alumínio-zinco, todo o compartimento possui alta resistência mecânica, é anticorrosivo e não oxida; o corpo do compartimento é uma estrutura montada, com porcas de rebitar e parafusos de alta resistência para que a estrutura do interruptor montado possa manter a uniformidade em tamanho. O painel de distribuição possui espaço interno limitado e, por isso, é necessário que os componentes estejam bem dispostos para facilitar algum caso de avaria. Tem a função de trancamento interligado mecânico de 'cinco provas' e adota o modo de alívio de pressão superior (Dong et al., 2018).

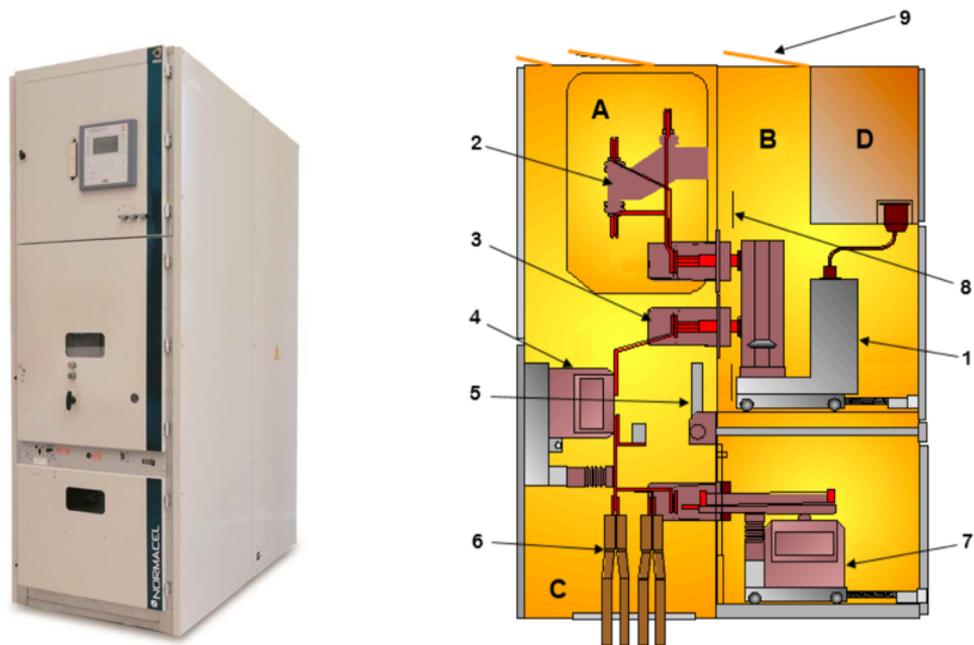
3.2.1 Quadros Normacel

Os quadros de média tensão (QMT) da gama Normacel são blindados e compartimentados, de isolamento no ar, de construção modular e facilmente extensíveis. A área de instalação ocupada é bastante reduzida, sem comprometer a simplicidade da exploração, assim como a acessibilidade para a manutenção. A operação dos equipamentos é feita exclusivamente pela parte frontal, o que permite que os QMTs Normacel possam ser instalados contra a parede, reduzindo ainda mais a área necessária. As celas estão equipadas com disjuntores extraíveis de corte no vácuo do tipo DIVAC, de elevadas prestações elétricas e mecânicas segundo IEC 62271-200, classes E3 e M2. O desenvolvimento contínuo desta gama de produtos permite atingir elevadas prestações, com correntes nominais até 4000A e capacidades de curto-circuito até 50 kA (Efacec, 2016).

Os quadros Normacel estão divididos essencialmente em dois tipos, com barramento simples ou barramento duplo, com as características descritas na Tabela 1.

Tabela 1 - Características de celas Normacel

Características Eléctricas			
Tensão nominal	12 kV	17.5 kV	24 kV
Nível de isolamento			
Ao choque (1,2 / 50 µs)	75 kVp ou 95 kVp	95 kVp	125 kVp
Frequência Industrial	28 kV / 1min	38 kV / 1min	50 Kv / 1min
Frequência	50 Hz / 60 Hz		
Corrente nominal	630 A até 4000 A		
Poder de fecho	630 A - 2500 A	até 100 kAp ou 125 k-ap	até 63 kAp
Corrente nominal de curta duração	até 25 kA (3s)	até 40 kA (3s) ou 50 kA (1s)	até 25 kA (3s)
Características Mecânicas			
Grau de proteção	IP3X até IP41		
Cor standard	RAL 7035		
Condições normais de serviço			
Temperatura ambiente	Básico: -5°C / +40°C		Opção: -10°C / +55°C
Dimensões (mm)			
Altura	2175	2175	2500
Profundidade	1570	1750	1730
Largura	600 ou 750	700 a 1000	800 ou 900



Legenda:

A - Compartimento do Barramento	4 - Transformador de Corrente
B - Compartimento do Disjuntor	5 - Seccionador de Terra
C - Compartimento de Cabos	6 - Terminais de Cabos
D - Compartimento de BT	7 - Transformador de Tensão Extraível
1 - Disjuntor	8 - Cortina
2 - Isolador Suporte do Barramento	9 - Dispositivo de Escape de Sobrepressões
3 - Travessias	

Figura 8 - Constituição geral de uma cela Normacel

(Garrido, 2017)

Na Figura 8 é possível verificar-se a constituição geral de uma cela Normacel, no entanto, existem diferentes tipos de celas Normacel:

- Cela de Chegada/Saída
- Cela de Chegada / Saída Direta
- Cela tipo Dupla Saída
- Cela tipo Chegada
- Cela de Seccionamento de Barras
- Cela tipo Subida de Barras
- Cela tipo Serviço Barramento Geral

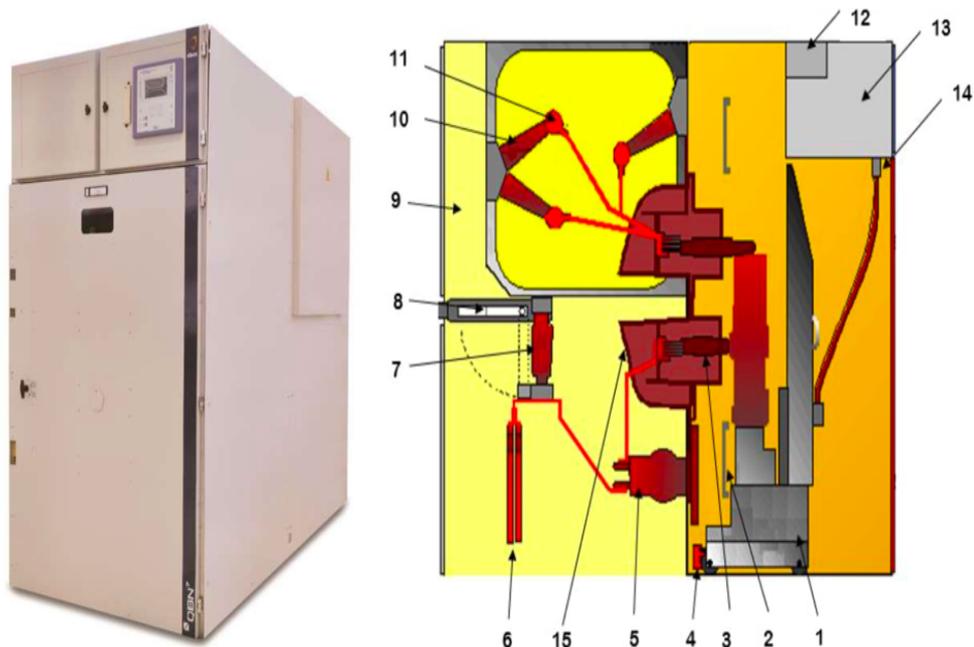
3.2.2 Quadros QBN7

Os quadros QBN (Quadros Blindados Normacel), da gama QBN7 são de isolamento no ar, de construção modular, compartimentada e facilmente extensível. A área de instalação ocupada é bastante reduzida, sem comprometer a simplicidade da exploração, assim como a acessibilidade para a manutenção. A operação normal dos equipamentos é feita exclusivamente pela parte frontal, sendo apenas necessário o acesso traseiro para montagem dos cabos MT. A construção dos QBN7 é resistente ao arco interno conforme IEC 62271-200, tipo PM, acessibilidade A FLR, para a proteção de pessoas e restantes equipamentos. As celas estão equipadas com disjuntores extraíveis de corte no vácuo do tipo Divac, de elevadas prestações elétricas e mecânicas segundo IEC 62271-200, classes E3 e M2. Sempre na vanguarda das prestações mais exigentes, a gama QBN7 atinge os 31.5 kA.

Na Tabela 2 é possível ver-se as Características de celas QBN7.

Tabela 2 - Características de celas QBN7

Características Eléctricas		
Tensão nominal	36 kV	
Nível de isolamento Ao choque (1,2 / 50 µs) Frequência Industrial	Básico 170 kVp 70 kV / 1min	Opção 200 kVp 80 kV / 1min
Frequência	50 Hz / 60 Hz	
Corrente nominal do barramento	630 A - 3150 A	
Corrente nominal das derivações	630 A - 2500 A	
Poder de fecho	40 kAp / 80 kAp	
Corrente nominal de curta duração	16 kA (3s)	25 kA (3s) 31.5 kA (3s)
Características Mecânicas		
Grau de proteção	IP3X (IP41 sob pedido)	
Cor standard	RAL 7035	
Condições normais de serviço		
Temperatura ambiente	Básico: -5°C / +40°C	Opção: -10°C / +55°C
Dimensões (mm)		
Altura	2250	
Profundidade	2570 a 2770	
Largura	1000 a 1300	



Legenda:

1 - Disjuntor	9 - Compartimento de Escape de Gases
2 - Cortinas Metálicas	10 - Isolador Suporte do Barramento
3 - Travessias	11 - Barramento Geral
4 - Coletor Geral de Terra	12 - Condução de Cabos BT
5 - Transformador de Corrente	13 - Compartimento BT
6 - Cabos Média Tensão	14 - Tomada de BT
7 - Isolador Divisor Capacitivo	15 - Travessias Monopolares
8 - Seccionador de Terra	

Figura 9 - Constituição geral de uma cela QBN7

(Garrido, 2017)

Na Figura 9 é possível verificar-se a constituição geral de uma cela QBN7, no entanto tal como acontece com as celas Normacel, existem diferentes tipos de celas QBN7:

- Cella de Chegada/Saída
- Cella de Subida de Barras
- Cella de seccionamento de Barras
- Cella de Chegada / Saída com TT's no Barramento ou nos Cabos
- Cella de Seccionamento de Barras com ST no Barramento
- Cella de Subida de Barras com ST no Barramento

3.2.3 Características comuns de celas de Normacel e QBN7

Apesar das diferenças em ambos os tipos de celas, existem algumas características comuns nos dois tipos:

- Construção modular;
- Extensível;
- Área de instalação reduzida;
- Simplicidade de operação;
- Operado exclusivamente pela zona frontal;
- Resistente ao arco interno;
- Equipado com disjuntor de corte no vácuo (classe E3 M2), ou disjuntor de corte SF6 com vida elétrica e mecânica acrescidas;
- Possibilidade de instalação contra parede;
- Manutenção reduzida e fiável;
- Introdução / extração do disjuntor com a porta de segurança fechada;
- Diversos equipamentos opcionais disponíveis conforma as especificações dos clientes.

3.3 Organização da unidade fabril AMT

A fábrica AMT possui 9735 metros quadrados e encontra-se dividida em essencialmente quatro partes, como se pode verificar no Apêndice A:

1. Escritórios;
2. Produção da distribuição secundária;
3. Produção da distribuição primária;
4. Armazéns.

Estas instalações fabris apresentam um desnível que separa os dois grandes setores de produção, sendo que o segundo, dedicado à produção da distribuição primária, tem também uma área reservada à produção de cablagens e de disjuntores, e um supermercado que armazena materiais para serem consumidos em toda a unidade fabril. Existe ainda uma unidade anexa a este armazém com uma linha *One Piece Flow* que, apesar da sua produção ser associada à produção de peças de distribuição primária, é apenas utilizada, neste momento e num futuro longo, para um projeto muito específico.

Relativamente à área logística disponível, pode verificar-se que cada setor de produção tem a sua área dedicada à expedição e existe apenas uma zona de receção de materiais com ligação direta ao armazém central, onde são colocados materiais de grandes dimensões que são posteriormente distribuídos para toda a fábrica. Existe ainda um segundo armazém, denominado Armazém nº 2, que possui quatro entrepisos e quatro torres automáticas que funcionam com um sistema mecânico do tipo carrossel onde são armazenados materiais de menor dimensão e com maior valor.

4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE CRÍTICA DA SITUAÇÃO ATUAL DA EMPRESA

Neste capítulo descreve-se o estado atual da área de produção da distribuição primária, a secção selecionada para ser estudada na dissertação. O ponto de partida foi encontrar um projeto que fosse ao encontro das necessidades da empresa, visando o espaço temporal disponível para a realização da investigação.

A Efacec AMT, no momento inicial do projeto, encontrava-se em mudanças. Estas mudanças passavam pela alteração de sistemas informáticos relativos a localizações e *stocks* de materiais e, conseqüentemente, uma alteração em armazéns e criação de supermercados para colmatar as mudanças feitas no sistema informático. Naturalmente, de modo a acompanhar algumas melhorias implementadas recentemente outras ainda a implementar, fez sentido analisar os processos atuais inerentes à produção de celas, o produto representado nas Figuras 8 e 9 e os métodos de registo e análise dos dados.

Essencialmente, a produção pode ser dividida em duas fases: a Montagem e Eletrificação. Além destas fases existem também as fases de Preparação das Celas, de Ensaios e Expedição, que são também realizadas na área de produção. Naturalmente, todo o processo inicia-se com um planeamento e, portanto, é importante explorá-lo para entender alguns passos e trocas de informação que ocorrem ao longo do fabrico de cada projeto, apesar de não estar diretamente envolvido no processo de produção

4.1 Planeamento

O processo de produção só se inicia após ordem de uma equipa de planeamento. Semanalmente ocorre uma reunião de planeamento de projetos, com a equipa de planeamento, a equipa de produção, a equipa de logística e a equipa de ensaios onde são discutidos quais os próximos projetos a entrar para a fábrica, consoante prioridades. Para uma mais fácil compreensão deste processo fez-se um fluxograma, disponível no Apêndice B, Figura 58, e explicou-se mais a fundo, em seguida, este mesmo processo.

Inicialmente, analisam-se os projetos que estão atualmente no *gemba*. Para tal, existe uma folha com um mapa de uma planta, à escala, para simular a entrada de novos projetos na área de produção e verificar onde este se poderá localizar dentro da área fabril. Como se pode observar nas Figuras 10 e 11, há um local para inserir os próximos quadros a formar e os quadros a expedir e consegue ver-se quais os quadros na área de produção. Cada quadro no mapa tem uma ligação direta à folha específica do projeto, para que seja mais fácil acedê-la.



Figura 10 - Mapa da planta para simulação de entrada de projetos

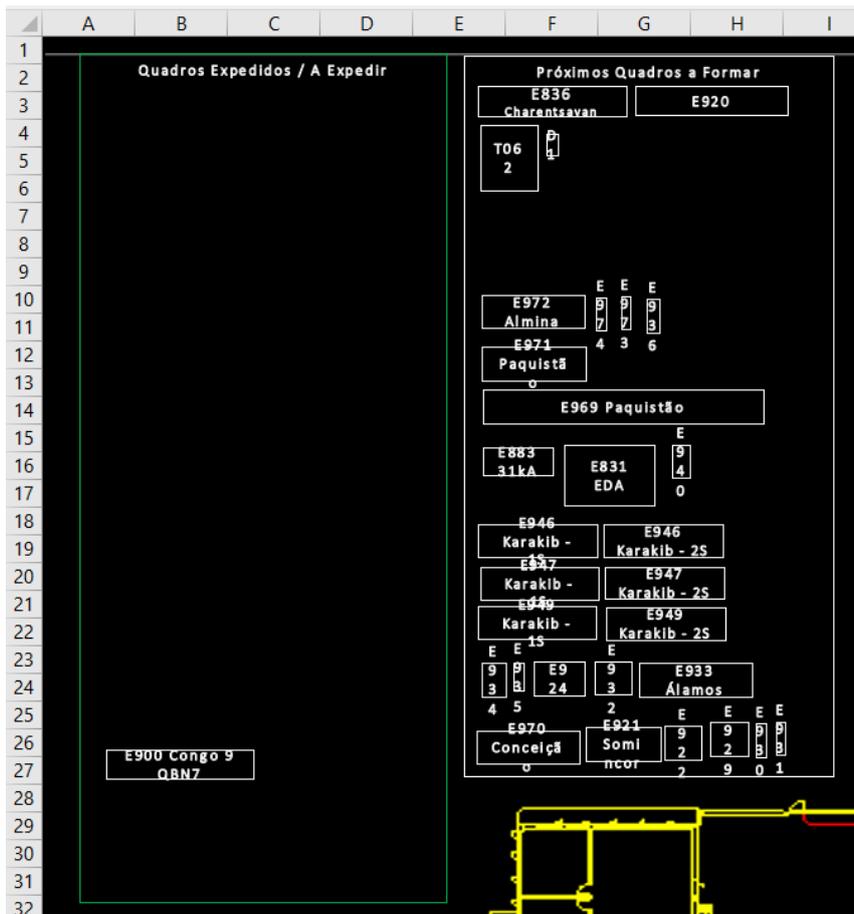


Figura 11 - Aproximação do mapa da planta para simulação de entrada de projetos

Discute-se o estado atual de cada projeto, as suas não-conformidades, antigas e novas, e atualiza-se o ficheiro Excel com as novas informações. Em cada folha dedicada a cada projeto específico, estão as informações do desenvolvimento do projeto. Por um lado, existe uma tabela com a lista de operações, mais ou menos por ordem, onde se preenche o número de celas onde as operações já foram realizadas (Figura 12).

Projecto	Quadro - Tipo	Qtd. Celas	Status
E18100953	QBN 7	9	75%
Operação	Descrição	Evolução	Concluído
1	Reunião de Materiais	9	100%
2	Formação Quadro	9	100%
3	Preparação do Quadro para Montagem	9	100%
4	Montar Tis nos suportes	9	100%
5	Elevar Alveolos Frontais para Electrificar Tis	9	100%
6	Montagem Cloches e Derivações	9	100%
7	Preparar Isoladores e Montar Alveolo Traseiro	9	100%
8	Baixar Alveolos Frontais	9	100%
9	Montar Sinalizadores e Placas Função	9	100%
10	Montar Suporte Ficha Harting	9	100%
11	União Alveolos	9	100%
12	Montagem ST e Electrificação	9	100%
13	Montagem Barramento Tis e Cabos	9	100%
14	Electrificação Parte Fixa	9	100%
15	Montagem Compartmento BT	9	100%
16	Montagem de Encravamentos	9	100%
17	Electrificação Interligações	0	0%
18	Montagem de Aventais + Kit Fechaduras	9	100%
19	Montagem Caixa Potencial	9	100%
20	Montagem Carrinhos TT	9	100%
21	Electrificação Compart. TT + Carrinho	9	100%
22	Montagem Parte Móvel - DMT	9	100%
23	Etiquetagem e Ajustes Finais	7	78%
24	Ensaio	0	0%
25	Montagem Caixa Barramento Geral	9	100%
26	Reunião Materiais LMA	0	0%
27	Preparar para Expedir	0	0%
28			#N/A
29			#N/A
30			#N/A
31			#N/A
32			#N/A
33			#N/A
Qtd. Celas Pendentes não Expedidas			

Figura 12 - Tabela do planeamento com a lista de operações e o seu desenvolvimento

Por outro lado, existe também uma tabela para preencher com não conformidades, como faltas de materiais, para ser tratado na reunião seguinte (Figura 13).

H	I	J	K	L
Estado	Data Estimada de Início de Produção:	04/10/2019		
Activo	Data Estimada de Conclusão de Produção:	#N/A	Dias Restantes:	#N/A
Item	Pendentes - Reunião de Planeamento	Data Emissão	Responsável	Estado
1	s/ informação quanto data expedição	02/10/2019	Cristina Almeida	Novo
2	Cablagens : Faltam 24 T's e 3 toros	21/10/2019		Novo
3	CM1807001/10 - CMTC98284-01 Isoladores x9	21/10/2019	Sérgio Silva	tratado
4	314160785-01 Defletores alumínio esq. x20	21/10/2019	Sérgio Silva	tratado
5	314160784-01 Defletores alumínio dir. x20	21/10/2019	Sérgio Silva	tratado
6	Q18006957 - 18 x MTOC00349-01 - OBTURADOR DE FECHADURA	28/10/2019	José C. Fernandes	Novo
7	faltam PCIS'S (não conseguimos executar ensaios)	06/10/2019	Sérgio Silva	Novo
8	5 x DI2301511-01 - BLINDAGEM RESISTENCIA	29/11/2019	José C. Fernandes	Novo
9	17 x 31407109-01 - SUPORTE RESISTÊNCIA	29/11/2019	José C. Fernandes	Novo
10	28 x 33103067-11 - PCI MONTADA - NORMACEL 17.5	29/11/2019	José C. Fernandes	Novo
11	2 x 399180263-01 - PORTA CBT MONTADA	29/11/2019	José C. Fernandes	Novo
12	16 x H8280AA001 - CAIXA ENSAIO T - ENTRELEC	29/11/2019	Sérgio Silva	Novo
13				
14				
15				

Figura 13 - Tabela do planeamento com a lista de não conformidade e o seu desenvolvimento

Depois de se atualizarem os projetos já definidos, passa-se à análise dos novos e, de acordo com prioridades e espaço no chão de fábrica, definem-se novas entradas de projetos na produção. Em seguida, é preenchida a folha do projeto no ficheiro Excel dedicado ao planeamento do novo projeto.

Problemas identificados:

- Processo é moroso dada a quantidade de dados que são necessários relativos ao elevado número de projetos na área de produção e ao elevado número de não-conformidades que se vão verificando, não permitindo que todos os projetos sejam vistos a fundo;
- Pode haver perdas de informação. Isto é, toda a informação sobre o desenvolvimento dos projetos é passada manualmente, o chefe de linha é informado semanalmente sobre o desenvolvimento de cada projeto, a partir de cada colaborador, sobre o trabalho de cada um, trazendo para a reunião a atualização dos projetos. Sendo que cada projeto pode ter um elevado número de celas, a informação sobre o desenvolvimento de cada uma pode ser bastante relativo ao longo da semana e poderá ocorrer trocas de informação ou confusão quando o colaborador informa o chefe de linha;
- Informação desatualizada;
- A “Data Estimada de Início de Produção” e a “Data Estimada de Conclusão da Produção” são alteradas até se iniciar o projeto e até o projeto estar terminado, não se tendo noção dos atrasos no planeamento.

4.2 Preparação das Celas e Reunião de Material

O processo de montagem inicia-se com a subfase de Preparação das Celas e é a reunião semanal que desencadeia o processo da logística para começar esta subfase. Fez-se um fluxograma, disponível no Apêndice B, Figura 59.

Em primeiro lugar, a equipa de logística interna encarrega-se de limpar a área onde vai ser montado o quadro de celas. Seguidamente, transportam as estruturas metálicas ou SAKs desde o armazém central até aos locais indicados no mapa, sendo o resultado desta primeira parte da preparação das celas uma linha destas para a montagem em estaleiro, como mostra a Figura 14.



Figura 14 – Montagem em estaleiro

Por fim, reúnem o material mais pesado e de maiores dimensões e colocam-no no espaço circundante das estruturas metálicas para que seja mais fácil o seu manuseamento pela equipa de serralharia aquando da montagem, como se verifica na Figura 15.



Figura 15 – Componentes dispostos para serem incorporados nas celas

Em simultâneo, o chefe de linha recebe por e-mail qual o próximo projeto a entrar em gamba. Seguidamente, aloca tarefas aos trabalhadores que podem iniciar o seu trabalho depois do chefe de linha imprimir a documentação relacionada com a OF (Ordem de Fabrico), nomeadamente: o mapa de montagem, o resumo do projeto (de cada cela e o geral do quadro) e os desenhos para a montagem e eletrificação para fornecer aos serralheiros e eletricistas de modo a poderem consultar os documentos caso exista alguma questão.

O maior problema identificado foi que a limpeza do local é realizada apenas para caberem as celas em si, não se retirando peças obsoletas de projetos anteriores. Como se pode verificar na Figura 15, idealmente é necessário espaço na parte de trás da linha de celas para a incorporação de alguns componentes pelas traseiras das mesmas. No entanto, o mesmo não se verifica. Na Figura 16 é possível verificar-se uma situação em que a limpeza não foi realizada, acumulando-se muito material não identificado na área necessária para a introdução de material de grandes dimensões para o projeto atual. Esta falha leva a que os operários percam tempo, mais tarde, a movimentar algumas peças para conseguirem tratar aquelas que realmente necessitam.



Figura 16 – Obstrução do espaço de montagem com material não identificado

4.3 Produção

A montagem dos produtos Normacel e QBN é realizada em estaleiro, isto é, não há movimentação de produtos ao longo da área de produção. As tarefas de serralharia, eletrificação e a própria inspeção e ensaios são realizadas no local onde é montado o quadro constituído de celas de cada gama, tal como se pode verificar na Figura 14. Deste modo, são os operadores que se deslocam a cada cela para executar todas as tarefas.

As aparelhagens de Normacel e QBN são os produtos mais complexos e personalizáveis que a Efacec AMT produz. No entanto, foi possível encontrar alguns denominadores comuns que permitiram que fosse viável comprar Standard Assembly Kits (SAKs) à Efacec Índia. Um SAK permite que uma grande parte dos produtos chegue à zona de produção num estado avançado de montagem, ainda assim, há também a hipótese de chegarem estruturas metálicas constituídas pela chapa exterior sem nenhum componente integrado.

Não obstante da existência de celas em forma de SAK, a alta customização dos produtos no que toca à montagem de componentes escolhidos pelo cliente, a eletrificação e outros acabamentos, realizados em Portugal, leva a que muitas vezes seja necessário que os operários desmontem a cela e a voltem a montar com as indicações necessárias, constituindo assim um trabalho extra e demorado.

Essencialmente, a produção pode ser dividida em duas fases: a Montagem e Eletrificação. Além destas fases existem também as fases de Ensaios e Expedição, que são também realizadas na própria área de produção.

4.3.1 Montagem

A primeira fase, propriamente dita, da Produção, começa quando o serralheiro selecionado (ou um dos serralheiros selecionados) para o projeto fica disponível e já tem à sua disposição os documentos da OF bem como os materiais necessários para a montagem no chão de fábrica.

A Montagem divide-se essencialmente em dois macro momentos:

1. **Montar até ao nível de SAK** - no caso de a cela chegar do fornecedor na forma de estrutura metálica, em que será necessário incorporar alguns componentes:
 - a) Obrigatórios: Alvéolos, Isoladores, DIVACs;
 - b) Opcionais: Veios, STs, Parte móvel – DMT.
2. **Montagem final do produto** - depois de se ter atingido o nível de SAK, quer tenha chegado já neste formato ou em formato de estrutura metálica. Não obstante da alta customização, há componentes obrigatórios que têm de incorporar cada tipo de cela e outros que podem ser opcionais, tais como:
 - a) Obrigatórios: Coletores de terra, Sinalizadores e placas de função, Cloches e derivações, Gavetas, Compartimentos BT, Parte fixa, Aventais, Kit de fechadura, Etiquetas;

- b) Opcionais: Isoladores de suporte e Mãozinhas, Encravamentos, Tis, TTs, Carrinhos TT, Barramentos, Caixaão de barramento geral, Kit de fixação de alavancas.

Cada semana o chefe de linha é informado, por cada serralheiro, quanto tempo cada um dedicou à montagem do quadro e esses valores são registados, mais uma vez, num ficheiro Excel, para mais tarde ser analisado. Fez-se um fluxograma, disponível no Apêndice B, Figura 60, para mais facilmente se entender o processo de montagem.

O tempo dedicado a cada projeto em cada semana não é sempre linear, mesmo que o projeto esteja previsto que dure várias semanas. Na verdade, os registos de não conformidades são elevados que, por conseguinte, leva a que se verifiquem várias paragens nos projetos. Deste modo, pode verificar-se que o mesmo operário trabalhe em vários projetos na mesma semana, ou até no mesmo dia. No processo de montagem, as operações não são realizadas do início ao fim na mesma cela, mas sim por componentes. Isto é, existe uma ordem de incorporação de componentes que tem de ser respeitada para ser coordenada com a eletrificação dos mesmos e, portanto, certas operações são realizadas em cada uma das celas do quadro até se avançar para outra operação. Além disso, como já foi referido anteriormente, as celas estão dispostas da forma que o quadro se vai montar na central elétrica para onde este está destinado e, deste modo, o tempo e o trajeto para as deslocações de cela em cela não são significativos.

Na Figura 17 percebe-se a complexidade das partes da montagem e os compartimentos da cela, sendo que esta vista lateral normalmente está tapada com celas de ambos os lados, pelo que na maioria do tempo só é possível a montagem ser realizada pela parte inferior da cela e pelas traseiras destas.



Figura 17 - Vista lateral do interior da cela

No decorrer da produção são notáveis três tipos situações, fora do planeado, que surgem quase exclusivamente a partir da primeira referida:

- **Deteção de não conformidades** – Sempre que surge um problema nas celas, ou em algum dos seus componentes, é preenchida uma Ficha de Não Conformidades (FNC), no Anexo A, e o chefe de linha é informado da situação. Caso seja um problema de fácil resolução ou alguma situação que já tenha sido reportada no passado, é imediatamente solucionado quer seja através da reparação ou da substituição de alguma parte. Por outro lado, caso seja uma nova ocorrência ou algo mais complicado de resolver, a FNC é enviada para o departamento responsável pela parte defeituosa e este decide como e onde se irá proceder para a resolução do problema. Em seguida, caso seja possível que seja solucionado internamente, o Departamento de Engenharia Industrial, com o apoio do Departamento de Produção e do Departamento de Controlo de Qualidade, decide quanto tempo se poderá dar para que a questão fique tratada. Caso a resolução interna não seja possível, é enviado para as entidades externas responsáveis. Consequentemente, em qualquer dos casos a cela fica em espera até novas indicações;
- **Tempos não previstos** – Não obstante da chegada de celas em forma de SAK, há situações em que é necessário desmontar certos componentes que vêm incorporados e alterá-los para aqueles pedidos pelos clientes. É uma situação que acontece com alguma regularidade e leva a acréscimos no tempo previstos para a totalidade do projeto. Além destas situações, há também outras relacionadas com não conformidades, com gamas operatórias erradas ou até com o facto de a produção ter de ser interrompida para a deslocação dos quadros de modo a haver espaço para a introdução de outros. Em todos os casos, o chefe de linha tem de registar a ocorrência;
- **Emergências** – No caso de uma urgência, existe um protocolo que junta um elemento de cada departamento da Efacec AMT. Cada um destes elementos tem de interromper de imediato o seu trabalho e reunir-se de modo a resolver a emergência.

No que se refere às informações sobre o andamento de cada quadro, estas não são totalmente visíveis nem são regularmente atualizadas. Apesar de existir em quase todas as celas uma “Ficha de Acompanhamento da Cella”, que consiste num papel plastificado com informações do projeto, do cliente, do tipo de cela, com informações do serralheiro e do electricista bem como das datas de início e de fim da produção, com um local para observações, estas não são sempre preenchidas ao longo do projeto e, mesmo numa fase inicial, consegue-se entender a falta de algumas informações que poderão ser relevantes, como se pode verificar no Anexo B. Em conclusão, é difícil saber em que ponto se encontra

o projeto sem se ter acesso a diferentes ficheiros de Excel e, em alguns casos, as informações sobre o seu desenvolvimento não chegam a estar registadas e ficam apenas pela palavra entre colaboradores e o chefe de linha.

4.3.2 Eletrificação

À semelhança do que acontece na Montagem, as tarefas de eletrificação também se podem dividir em dois macro momentos:

1. **Montagem até ao nível de SAK** – será necessário eletrificar os componentes que se inserem na montagem para chegar a este nível;
2. **Montagem final do produto** – será necessário executar a eletrificação dos componentes que conferem a personalização ao produto. Estes componentes serão aqueles montados previamente pelos serralheiros.

Apesar da eletrificação acontecer posteriormente à montagem, esta fase acaba por acontecer em simultâneo à mesma. Isto é, à medida que cada componente é incorporado na cela, o serralheiro avança para a cela seguinte, deixando espaço para o eletricista poder eletrificar a tal peça já montada, assim que este estiver livre. É comum que se realize a montagem de alguns componentes dentro da cela para o eletricista conseguir executar uma sequência de operações de eletrificação seguidas, perdendo menos tempo em deslocações. No Apêndice B, Figura 61, está disponível um fluxograma detalhado para este processo.

4.4 Ensaios

A fase de Ensaios inicia-se imediatamente após a Produção estar concluída. Tal como se verifica noutras fases, esta terá igualmente um momento dedicado ao seu planeamento, que será uma reunião semanal com as equipas de planeamento, de produção, de ensaios e logística. Nesta reunião ficará decidido que quadros serão ensaiados nessa semana, sendo que, idealmente, serão aqueles que ficaram prontos na semana antecedente à reunião.

O técnico destinado ao ensaio imprime a documentação relacionada com essa mesma ordem de fabrico que, tal como acontece na fase de preparação das celas, será o mapa de montagem, o resumo do projeto (de cada cela e o geral do quadro) e os desenhos para a montagem e eletrificação. Como não há movimentação das celas, este técnico dirige-se ao local do projeto com as ferramentas necessárias para realizar ensaios como:

- Verificação visual dos componentes de cada cela;
- Teste aos encravamentos mecânicos;
- Ensaio elétrico;
- Ensaio eletromecânico;
- Ajustes mecânicos;
- Teste das micro posições;
- Ensaio de circuitos de tensão;
- Ensaio de circuitos de corrente;
- Ensaio de rigidez dielétrica.

Note-se que os ensaios realizados irão depender da incorporação de certos componentes em cada cela e, deste modo, nem sempre se realizará todos os ensaios. Além disso, é importante referir a complexidade de realizar alguns destes ensaios que exigem algum esforço físico como aquele verificado na fase da Montagem. Nos ensaios de rigidez, é necessário um operador entrar nas celas para simular a tensão do barramento ao ligar as diferentes fases com um arame e, para isso, deslocam-se entre as celas pela parte interior, até estarem todas ligadas, realiza-se o ensaio e, no fim, o mesmo esforço é exigido para retirar o arame, no local da Figura 18. Sendo assim, consegue-se verificar algum tempo perdido neste processo.



Figura 18 - Compartimentos de fases para a ligação do arame

Durante a realização dos testes podem ser verificadas não conformidades, que vão sendo registadas em fichas de não conformidades e, no final, será feito o levantamento das mesmas para a sua resolução. As não conformidades poderão ser:

1. Um problema que já foi reportado várias vezes, em que se substituí a peça defeituosa, realizando-se de novo os ensaios relativos à nova peça;
2. Outro problema, em que depois de se preencher a ficha de não conformidades, espera-se por novas indicações da equipa de controlo da qualidade.

No caso de não haver nenhum problema com a cela, é-lhe atribuído um cartão verde que indica que tudo se encontra dentro dos parâmetros requeridos.

Após as aprovações, os capôs são montados e é preenchido um relatório de ensaios que descreve todos os ensaios que foram realizados, sendo este assinado pelo colaborador que os realizou e pelo coordenador da equipa de ensaios e é enviado para o cliente para análise. É depois inserido no *shareplace* da Efacec (o sistema informático de partilha de documentos) um documento que indicia como devem ser encaixadas as celas de modo a especificar como as fechaduras deverão ser montadas no cliente, o Plano Conjunto de Implantação (PCI). O cliente tem o direito de exigir estar presente durante os ensaios, chamando-se a este acontecimento uma *Factory Acceptance Teste (FAT)*, em que mesmo assim é realizado o ensaio sem cliente e depois com a presença do cliente. Na Figura 62, do Apêndice B, é possível encontrar o fluxograma que resume este processo.

4.5 Expedição

Por último, inicia-se a fase de Expedição, após tudo estar em conformidade na fase dos Ensaios. Inicialmente, o coordenador da expedição ou a equipa de logística externa analisam que quadros completos passaram nos testes dos Ensaios e é o coordenador da expedição que indica no sistema informático o código desses quadros. Deste modo, este pode aceder às informações por via informática que lhe dará acesso aos documentos a imprimir, como:

- Guia de transporte;
- Identificação do quadro;
- Lista de material anexo (LMA) – documentação ou peças apenas necessárias na montagem no cliente;
- Etiquetas para material anexo.

Segue-se o Embalamento quando o coordenador da expedição entrega, em mão, os documentos previamente impressos. A equipa de expedição realiza o embalamento da cela no local onde esta se encontra e em seguida move o quadro para a zona de expedição, cela a cela, com a ajuda de uma ponte rolante, recolhe fotografias como prova do estado das celas no momento do embalamento e procede à recolha das peças anexas, que também são fotografadas. O tipo de embalamento vai depender da escolha do cliente em relação ao tipo de exportação:

- Não-Marítima (transporte terrestre internacional) – filme e grade de madeira;
- Transporte Aéreo – filme, grade de madeira com reforço;
- Nacional Continental (transporte terrestre nacional) – apenas filme;
- Exportação Marítima ou Nacional para ilhas – saco de plástico e grade de madeira.

Nesta fase final, as celas podem ser imediatamente expedidas ou ficar em fila de espera por uma ordem de expedição. Os acordos relativos à data de expedição são efetivados entre o gestor do contrato e o cliente, sendo que o coordenador da expedição informa previamente a sua equipa e organiza a entrada dos camiões na zona de expedição. Mais uma vez, são recolhidas provas fotográficas do material que segue dentro do camião e o coordenador da expedição regista esta ocorrência no sistema informático depois da recolha das fichas do projeto, que são guardadas na zona de expedição após a mesma ter sido realizada. Este é também responsável pela digitalização de todos os documentos relacionados com a expedição do projeto.

Finalmente, a equipa de faturação recebe as informações e envia uma fatura ao cliente. Terminando, deste modo, a fase de Expedição. No Apêndice B, Figura 63, encontra-se o fluxograma que representa esta fase.

4.6 Gestão da Informação do Armazenamento e Abastecimento de Materiais

4.6.1 Gestão de informação e de armazenamento de materiais

No momento inicial do projeto de dissertação, o sistema de gestão de informação e de armazenamento de materiais em vigor na Efacec AMT era um sistema denominado de “Aquiles”. Além deste sistema, encontrava-se outro em desenvolvimento, o “Atlas”. Ambos os sistemas funcionam como um controlo de localizações de armazenamento intermédio, mas com algumas diferenças substanciais entre eles.

Na tabela 3 pode se verificar as diferenças de um sistema para o outro.

Tabela 3 - Comparação Aquiles vs. Atlas

Aquiles	Atlas
Sem localizações específicas (um artigo pode ser registado em várias localizações, e encontra-se muitas vezes em localizações erradas), dispersas por toda a unidade fabril	Com localizações bem definidas
A atribuição de localização não tem critério, apenas aquele com espaço livre	O mesmo artigo pode encontrar-se em várias localizações, mas há um critério e as várias localizações devem encontra-se próximas
Não há controlo de quantidades	Existe controlo de quantidades, tendo em conta as várias localizações
Não há controlo de quem recolhe e utiliza os artigos	Há controlo de quem recolhe os artigos, com apoio do sistema informático e um login para cada colaborador
As revisões do cliente, em papel, demoram a chegar, provocando atrasos na recolha de material	As revisões do cliente entram automaticamente no sistema, podendo alterar a rota de recolha e facilitar as mudanças
<i>Picking</i> demorado, sem critério nem rota	<i>Picking</i> bastante mais rápido devido à ordem de recolha que o sistema prepara
Faltas de materiais com grande demora a ser registadas	Faltas de materiais automaticamente registadas e comunicadas

Em suma, o sistema “Aquiles” torna a procura por materiais bastante demorada, com uma grande falha: a dúvida de se os artigos existem, efetivamente, dentro da fábrica. Esta incerteza leva a tempos de procura elevados tendo, muitas vezes, de se encomendar artigos que não foram encontrados, esperar que os mesmos cheguem à fábrica e, muitas vezes, a existência dessa referência em armazém intermédio era verificada, apenas algum tempo mais tarde. Esta falha leva a que a premissa de que estes armazéns servem para armazenar materiais em quantidades pequenas e que são encomendados para um projeto ou um cliente específico, falhe também.

O sistema informático “Atlas” colmata muitas falhas encontradas no sistema “Aquiles”, como se pode verificar na tabela anterior. O objetivo do novo sistema é suportar processos como:

- O registo de receção de materiais;
- Sugestão de locais para o armazenamento de materiais;
- Atualização constante da informação sobre os *stocks* em armazém;
- O registo do aviamento para o exterior;
- O aviamento para a Ordem de Produção com ordem definida para a realização do *picking*;
- Gestão de planeamento, no que se refere à disponibilidade de materiais.

4.6.2 Kanban

Os *kanbans* estão definidos como artigos dentro do sistema gestão de armazenamento, em termos de localizações dentro da área fabril.

Os produtos definidos para integrar o sistema *kanban* são aqueles de menores dimensões e de alta rotatividade. Além disso, estes componentes são normalmente aqueles cuja contagem para a montagem não é tida em conta, isto é, devido à sua dimensão pequena perdem-se facilmente e o seu custo não é relevante para que haja a contabilização individual da sua utilização no projeto e, por isso, são tratados em lotes.

Este método de movimentação de artigos é utilizado principalmente na área fabril. Existem, dentro da fábrica, diferentes tipos de *kanbans*:

- *Kanban* de contrato – a leitura do código de barras (cartão laranja) é enviada diretamente para o fornecedor, este encarrega-se da entrega do mesmo na receção de produtos e a logística move-o até ao local a que pertence. Os produtos com este funcionamento têm um baixo custo;
- *Kanban* de armazém – a leitura do código de barras (cartão laranja) gera um pedido no armazém 182024, que é recolhido pela equipa de logística presente nesse armazém e entregue ao *mizusumashi* que fará o reabastecimento dos lotes;
- *Kanban* interno – podem ser abastecidos por *kanbans* de contrato e, em poucos casos, por *kanbans* de armazém:
 - *Kanban* 10c – é abastecido pelo *mizusumashi*, quando a leitura do cartão amarelo é feita, na estante de abastecimento de *kanban* 10c (*kanban* de contrato);
 - *Kanban* de cablagens – o abastecimento destes lotes é feito pelo *mizusumashi*, na área de produção Komax, aquando da leitura do cartão azul.

O funcionamento do sistema com *kanbans* inicia-se quando a produção coloca o cartão do artigo na caixa “cartões para ler” e na caixa onde se encontrava o artigo no *buffer* (palete), Figuras 19 e 20. Em seguida, o *mizusumashi*, na sua rota, lê os cartões dessa mesma caixa e coloca-os na caixa “cartões já lidos”, direcionando a informação para o sistema operativo. Adicionalmente, este distribui os lotes que já se encontram com os artigos e associa a cada caixa o cartão correspondente que se encontrava na caixa “cartões já lidos” e recolhe as caixas de *kanban* que se encontram no *buffer*, recolhendo também as etiquetas brancas. É importante ter em consideração que os cartões não devem sair da zona do *gemba* onde estão os *kanbans*.



Figura 19 - Ponto de recolha kanban



Figura 20 - Local para recolha de kanbans vazios

Essencialmente, apenas a equipa da produção coloca o cartão *kanban* na caixa “cartões para ler” e a leitura dos códigos de barras e o *picking* é apenas realizado pelo *mizusumashi* numa das suas rotas. No Anexo C, é possível verificar as rotas atualmente realizadas pelo *mizusumashi*, estas realizadas três vezes na parte da manhã, para a realização de leitura e reabastecimento de *kanbans* e, uma quarta vez na parte da tarde, com o intuito de distribuição de materiais para as estantes “Aquiles”.

O maior problema detetado neste sistema, apesar de no geral funcionar a nível da recolha e abastecimento de *kanbans*, é o facto de muitas vezes o pessoal da produção retirar as caixas dos seus locais definidos e levá-las para o local de montagem dos projetos quando sabem que irão precisar de uma quantidade grande do artigo. Isto provoca que haja falta de material para outros colaboradores que, inevitavelmente, terão de andar pelo *gemba* à procura das caixas.

Esta prática é recorrentemente utilizada pelos operários dado o elevado tamanho do chão de fábrica, sendo que os colaboradores podem estar a trabalhar em qualquer ponto deste espaço, e a elevada distância a que os artigos se podem encontrar dos pontos de trabalho dado que se encontram espalhados em estantes em todo o *gemba*.

4.6.3 Meios de transporte de materiais

Em toda a unidade de fabrico AMT são utilizados alguns meios para movimentação de cargas bem como diversos carrinhos para deslocação de materiais ou ferramentas. É importante que sejam explorados os principais utilizados na área de produção da distribuição da primária de modo a entender-se o porquê da importância da sua utilização e a necessidade dado que, em alguns casos, possa tirar muito tempo aos colaboradores para o seu manuseamento, constituindo um *muda*.

Principais meios de movimentação e elevação de materiais com cargas elevadas

- **Porta-paletes elétrico** – O equipamento para a movimentação de paletes ou celas mais utilizado dentro da área fabril. Para tal, os corredores necessitam de ter uma largura de pelo menos 1,7m e, deste modo, apenas circulam nos corredores principais, para onde está virada a frente da cela. Estes conseguem aguentar cargas até 3000kg.
- **Ponte rolante** – Este sistema permite a elevação e movimentação de objetos de grandes dimensões e elevado peso, como é o caso das celas da gama QBN e Normacel e para situações onde não existe espaço suficiente para a utilização de porta-paletes. O manuseamento da ponte rolante é lento e tem de ser realizado com cuidado pois os objetos encontram-se em suspensão com correntes de ferro e mosquetões, tornando-se perigoso devido ao elevado peso que pode

carregar e a possibilidade de balanço aquando da movimentação desta. Na área de produção da primária, a ponte, além de ser utilizada para mover celas, é bastante usada na movimentação dos DIVACs. Estes chegam a pesar 320kg e exigem algum manuseamento durante todo o processo como, por exemplo, para a incorporação de alguns componentes antes de serem inseridos nas celas, onde precisam de ser elevados para uma mesa de montagem e baixados para o colaborador poder fazer o mesmo noutra DIVAC e, para serem inseridos na parte de trás da cela, pois não é possível a sua movimentação com um porta-paletes que só circula no corredor principal. As pontes, sendo que existe uma em cada metade da fábrica devido ao pé direito desta, não se conseguem deslocar totalmente até à ponta do seu suporte fazendo com que a zona de montagem fique também limitada pois é necessário o auxílio da ponte para transportar celas e até mesmo para a movimentação dos DIVACs.

Principais meios de abastecimento de materiais com menores cargas

- **Carrinhos de logística interna** – estes carrinhos são utilizados nas rotas *mizusumashi*, para abastecimento de artigos em “Aquiles” e *kanbans*.
- **Estantes com rodas** – funcionam como carrinhos pois são abastecidas com artigos para um projeto específico e colocadas junto da zona de montagem do projeto. Para este efeito, os artigos são recolhidos de *kanbans*, de armazéns Aquiles ou de Atlas. No entanto, devido ao elevado peso dos componentes que se inserem nesta estante, muitas vezes esta só se poderá mover com a ajuda de um empilhador.

Equipamento de armazenamento e transporte de ferramentas

- **Carrinhos de ferramentas** – cada colaborador interno tem um carrinho de ferramentas atribuído com o seu nome, para que seja intransmissível e desse modo cada colaborador é responsável pelas suas ferramentas e os principais componentes e peças que possam ser utilizados durante alguns processos de montagem mais comuns. Os carrinhos têm 960mm de altura (810mm de altura da caixa e com 150mm extra das rodas) 710mm de comprimento e 510mm de largura, com seis gavetas e um local para guardar material de lubrificação e de limpeza.

Os principais problemas detetados com a utilização destes meios de transporte de materiais e de ferramentas centram-se nas limitações de espaço da área fabril e na falta de organização dos mesmos.

Deveria haver um lugar específico para cada ferramenta, em geral, no entanto, tal não se verifica em muitas situações e, por isso, nota-se algum tempo perdido na procura de ferramentas e em algumas

peças complementares. Além disso, não existe, na fábrica, um lugar específico dedicado para o estacionamento dos carrinhos, de modo que estes se encontram sempre no último lugar em que os colaboradores o deixam, acrescentando um fator à desarrumação e confusão que se verifica em toda a área fabril.

4.7 Gamas Operatórias e TrueTime

Durante muito tempo, a Efacec AMT definiu as suas GOPs (Gamas Operatórias) de modo a poder atribuir tempos de montagens a cada cela, tanto para se saber qual o tempo que iria demorar, como para atribuir um valor monetário ao trabalho. Os tempos são atribuídos ao artigo-pai e ao artigo-filho, à cela em si e às partes comuns e outros componentes que se incorporam na cela, respetivamente. Os tempos atribuídos a cada gama operatória baseiam-se em filmagens do trabalho de cada operação.

A separação dos tempos em cada componente está feita em dois tipos:

- “Montag” – Inclui o tempo de montagem e eletrificação do componente na cela;
- “Gama 0” – Inclui o tempo de montagem e eletrificação do próprio componente, antes de ser incorporado na cela. Podem ser tempos de operações que se realizam na zona de montagem, junto da cela, ou de operações realizadas noutra zona de montagem dentro da fábrica.

A categorização de cada componente ou artigo é ainda dividida em:

- “Fantasma” – Os componentes ou artigos são montados na zona de montagem da cela para onde o artigo ou componente se destina;
- “Não-Fantasma” – Os componentes ou artigos são comprados, montados ou fabricados num sistema de montagem na fábrica, diferente da zona de montagem. Por exemplo, as cablagens, montadas dentro das instalações da unidade fabril Efacec AMT, mas num sistema diferente da área de produção da distribuição primária.

A lógica por detrás desta divisão seria que a soma dos tempos de “Montag” de artigos-filho com as “Gama 0” de artigos ou componentes “Fantasma” resultaria num valor semelhante aos tempos atribuídos ao artigo-pai. Embora seja um conceito fácil de entender, raramente se verificava esta premissa pois, além dos dados serem pouco fiáveis, a existência de tempos atribuídos a componentes ou artigos era rara devido à facilidade de atribuir os tempos apenas ao artigo-pai. Além disto, a dificuldade para encontrar tempos relacionado com um projeto era muito elevada pois os dados eram tratados por componente de uma forma bastante individual.

Deste modo, o departamento de Engenharia Industrial trabalhou num modelo de atribuição de tempos incorporando o modelo previamente definido, no entanto, com uma praticidade mais elevada. Este modelo denominado “TrueTime ” baseia-se em novas filmagens de cada operação, mas continua a funcionar com a lógica das gamas operatórias “Montag” e “Gama 0”.

TrueTime

Este sistema permite uma visão mais condensada da informação, facilitando a procura por informações de tempos associados a cada artigo. Além disso, facilita a compreensão dos componentes, ou conjuntos de componentes, inerentes à montagem ou eletrificação de cada artigo.

Inicialmente, foi desenvolvido o quadro em Anexo D, onde foi atribuído um código a cada operação, a sua descrição e uma nota que aponta à possibilidade de essa operação ser, ou não, realizada em cada tipo de cela. Para cada operação em cada cela foram registados novos tempos, com recurso a novas filmagens, e inseridos no sistema, de modo a atualizarem-se os tempos de produção acessíveis a todos.

Como se pode verificar na Figura 21, a visão da plataforma TrueTime permite a obtenção do tempo total de cada operação, bem como o tempo total despendido por cada equipa, no lado esquerdo do ecrã.

Seq.Op.	Descrição	Equipa	Horas
Total Divac E		Divac E	07h50
Total INSP		INSP	31h30
Total KOMAX		KOMAX	14h59
Total PROD E		PROD E	76h44
Total PROD M		PROD M	82h42
Total SUBCONT		SUBCONT	102h05
0030	Formação Quadro - Produção	PROD M	04h50
0040	Preparação do Quadro para Montagem	PROD M	07h07
0090	Montar Sinalizadores e Placas Função	PROD M	01h51
0120	Montagem de TIs nos Berços	PROD M	03h16
0130	Electrificação de TIs nos Berços	PROD E	06h18
0170	Montagem de Encravamentos	PROD M	04h37
0190	Montagem TIs e Barramento	PROD M	08h10
0200	Electrificação TIs e Barramento	PROD E	07h42
0210	Montagem Compartmento BT	PROD M	06h15
0220	Electrificação Compartmento BT	PROD E	04h44
0230	Electrificação Parte Fixa	PROD E	05h33
0240	Montagem Compartmento TT	PROD M	06h12
0250	Electrificação Compartmento TT	PROD E	00h40
0260	Montagem Carrinhos TT	PROD M	03h46
0270	Electrificação Carrinho TT	PROD E	01h48
0290	Electrificação Interligações e Condutores Gerais (Arco interno + fibra ótica)	PROD E	44h00
0300	Montagem Parte Móvel - DMT	PROD M	07h00
0320	Montar Kit Fixação Alavancas	PROD M	00h24
0420	Etiquetagem	PROD M	03h36
0425	Afinações finais	PROD M	05h50
0430	Inspeccionar e Ensaiar	INSP	31h30
0450	Preparar para Expedir (Montagem)	PROD M	07h07
0460	Preparar para Expedir (Electr.)	PROD E	05h58
0500	Komax	KOMAX	14h59

Figura 21 - Sequência de operações da plataforma TrueTime de uma GOP

Do lado direito, representado na Figura 22, verificam-se os artigos e os seus tempos, bem como a operação a que cada artigo pertence. Isto é, cada operação é constituída por outras suboperações de montagem ou incorporação de alguns artigos ou componentes. Usando o sistema das GOPs, cada componente terá um tempo atribuído de uma destas gamas e cada artigo estará também relacionado com uma sequência operatória.

Eng.: 00h00 | OFs:640h23

Tempos para Seq. Operações

Artigo	Descrição	GOP	Seq.Op.	Horas	Qt.Tot.	Valid.
314140320-01	CELA CH/SAIDA 630/1250A - 31.5	0	0030	00h30	1.00	20190101
314140320-01	CELA CH/SAIDA 630/1250A - 31.5	0	0030	02h30	5.00	20190101
314140320-01	CELA CH/SAIDA 630/1250A - 31.5	0	0030	00h30	1.00	20190101
DJ2302303-01	ESQUAD.ELEVACAO EQUIP.	0	0030	01h20	16.00	20190101
314140320-01	CELA CH/SAIDA 630/1250A - 31.5	0	0040	00h40	1.00	20190101
314140042-01	SAK Ch/S 630A/1250A-L=1000 -S	MONTAG	0040	00h09	1.00	
314140042-01	SAK Ch/S 630A/1250A-L=1000 -S	MONTAG	0040	00h04	1.00	
314140042-01	SAK Ch/S 630A/1250A-L=1000 -S	MONTAG	0040	00h04	1.00	
314140042-01	SAK Ch/S 630A/1250A-L=1000 -S	MONTAG	0040	00h04	1.00	
314140320-01	CELA CH/SAIDA 630/1250A - 31.5	0	0040	03h20	5.00	20190101
314140042-01	SAK Ch/S 630A/1250A-L=1000 -S	MONTAG	0040	00h45	5.00	
314140042-01	SAK Ch/S 630A/1250A-L=1000 -S	MONTAG	0040	00h20	5.00	
314140042-01	SAK Ch/S 630A/1250A-L=1000 -S	MONTAG	0040	00h20	5.00	
314140042-01	SAK Ch/S 630A/1250A-L=1000 -S	MONTAG	0040	00h20	5.00	
314140320-01	CELA CH/SAIDA 630/1250A - 31.5	0	0040	00h40	1.00	20190101
314140042-01	SAK Ch/S 630A/1250A-L=1000 -S	MONTAG	0040	00h09	1.00	
314140042-01	SAK Ch/S 630A/1250A-L=1000 -S	MONTAG	0040	00h04	1.00	
314140042-01	SAK Ch/S 630A/1250A-L=1000 -S	MONTAG	0040	00h04	1.00	
314140042-01	SAK Ch/S 630A/1250A-L=1000 -S	MONTAG	0040	00h04	1.00	
31217028-01	PLACA FUNCAO ST (FRANCES)	MONTAG	0090	00h04	1.00	20190711
31217029-01	ETIQUETA SINOP.ST(FRANCES)	MONTAG	0090	00h02	1.00	20190820
31217028-01	PLACA FUNCAO ST (FRANCES)	MONTAG	0090	00h22	5.00	20190711
31217029-01	ETIQUETA SINOP.ST(FRANCES)	MONTAG	0090	00h06	5.00	20190820
31217028-01	PLACA FUNCAO ST (FRANCES)	MONTAG	0090	00h04	1.00	20190711
31217029-01	ETIQUETA SINOP.ST(FRANCES)	MONTAG	0090	00h02	1.00	20190820
314180791-01	COMPARTIMENTO DE BAIXA TENSÃO	MONTAG	0090	00h10	1.00	
314180791-01	COMPARTIMENTO DE BAIXA TENSÃO	MONTAG	0090	00h50	5.00	
314180791-01	COMPARTIMENTO DE BAIXA TENSÃO	MONTAG	0090	00h10	1.00	
314131079-01	MONT 3TI 's Esitas ATB-30-S1B	0	0120	00h28	1.00	20191016

Figura 22 – Tempos para as sequências de operações da plataforma TrueTime de uma GOP

Veja-se o exemplo da visão da plataforma TrueTime de uma GOP em anexo F.

Se se analisar a sequência operatória “0040 – Preparação do Quadro para Montagem”, na Figura 21, consegue-se verificar que, na Figura 22, que representa o lado direito do ecrã, existe uma série de artigos que se incluem na sequência operatória 0040, com uma mistura de artigos comprados e outros montados no *gemba* e os tempos associados à GOP correspondente. A soma dos tempos de cada artigo dará o mesmo que a sequência operatória apresenta do lado esquerdo.

É de salientar que o sistema define os tempos para cada OF, e que cada projeto tem várias OFs consoante alterações que possa haver em cada um ou revisões, sendo que cada alteração irá consistir numa nova

OF, portanto, de modo a facilitar a visão geral de cada projeto, na mesma página do sistema de cada OF verifica-se o tempo de produção desta, bem como o tempo total da soma das OFs de cada projeto.

O ponto positivo da criação do TrueTime foi a grande melhoria no sistema de visualização e divisão de tempos de operações que poderá servir para melhorar consideravelmente o planeamento da produção. No entanto, esta mudança não representa uma vantagem no que toca ao registo tempos e aos tempos reais registados no sistema, dado que o TrueTime não tem uma opção para esse registo.

4.8 Registo de horas trabalhadas

Como mencionado anteriormente, o controlo de tempos despendidos em cada projeto é realizado manualmente, com registo numa folha, passado para Excel e, posteriormente, para o sistema. Este trabalho acarreta um elevado tempo perdido pelo chefe de linha. Além disso, como se pode verificar na Figura 23, não é um método viável pois, os tempos registados em cada projeto pelos colaboradores internos são apenas metade do que aqueles que supostamente deveriam estar registados.

Isto é, sabendo-se que existem 20 operários a trabalhar todos os dias úteis por 8h, descontando-se a taxa de repouso de 12%, ficam 7,04 horas diárias e, por isso, a média do registo diário de tempos deveria rondar as 704 horas semanais, sendo que são 5 dias de trabalho por semana. No entanto, os registos raramente chegam a atingir este valor e a média ronda as 343,49 horas semanais, menos de metade do que o valor que deveria estar registado.

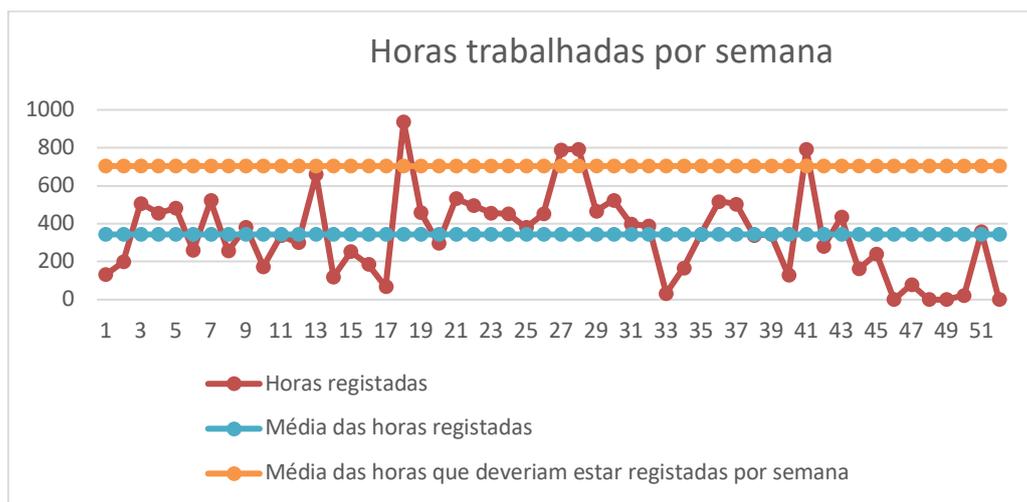


Figura 23 - Horas registadas vs. Horas reais

Além disto, neste momento é impossível dizer se os novos tempos cronometrados com filmagens correspondem à realidade. Na verdade, estas filmagens incluem os tempos produtivos que acrescentam valor ao produto (a “montagem”) e apenas algumas operações que são necessárias, mas que não

acrescentam valor ao produto, portanto, o normal seria que ao analisar a página que resulta da junção do TrueTime e do registo de tempos, para cada projeto, os valores em “Estimado” seriam inferiores aqueles em “Realizado”, e não é isto que se verifica. A Figura 24 mostra que maior parte das vezes os tempos não são registados e, desta forma, as equipas responsáveis por analisar a produtividade e a eficiência não obtêm resultados corretos, tornando este método de análise muito pouco fiável.

Adicionalmente, o registo diário sobre a participação de cada operador em cada projeto não é feito tendo em conta as operações necessárias para a montagem. Isto é, é feita uma estimativa sobre a fase de montagem em que o projeto se encontra e é registado esse tempo. Assim, conclui-se que este método leva a que haja fases em que o tempo não é contabilizado, acrescentando falhas muito significativas no que refere ao planeamento de novos projetos.

Descrição	Estimado	Realizado
Montar Divac Longitudinal	0,100	0,000
Montar QBN7	0,030	0,000
Electrificar disjuntores MV	0,030	0,000
Inspeccionar e Ensañar	0,030	0,000
Embalar e expedir	0,030	0,000
Reunião de Mat. Dist. Primária	0,030	0,000
Montar Normacel	171,020	171,000
Electrificar	13,830	13,830
Inspeccionar e Ensañar	63,020	88,000
Embalar e expedir	0,050	0,000
Montar QBN7	0,020	0,000
Montar Normacel	3,600	3,600
Montar QBN7	0,020	0,000
Montar QBN7	0,020	0,000
Electrificar	49,920	49,920
Montar QBN7	0,020	0,000
Montar Divac Longitudinal	0,020	0,000
Komax	18,700	18,700
Electrificar CBT	164,500	0,000
Montar CBT	39,670	0,000
Montar QBN7	0,020	0,000
Electrificar	21,000	21,000
Electrificar	12,830	12,830
Montar QBN7	0,020	0,000
Montar QBN7	0,020	0,000
Montar QBN7	0,020	0,000
Electrificar disjuntores MV	2,240	2,240
Electrificar disjuntores MV	11,200	11,200
Electrificar disjuntores MV	2,240	2,240
Montar Normacel	50,000	50,000
Montar QBN7	0,020	0,000
Montar Normacel	8,000	8,000
Montar QBN7	0,020	0,000
Montar Normacel	8,000	0,000
	640,390	452,560

Figura 24 - Parte da página “Real vs. Planeado” de um projeto

4.9 Indicadores de Desempenho

De modo a ser possível avaliar as sugestões de melhoria propostas, foi necessário encontrar indicadores que pudessem ser utilizados para a comparação do “antes” e do “depois”, tornando os problemas e as propostas mensuráveis.

Deste modo, considerou-se pertinente calcular a produtividade, *Takt time*, o TPT e o WIP. Para tal, analisaram-se os registos de horas trabalhadas por parte da montagem e da eletrificação dos 29 projetos realizados em 2019.

Produtividade

Dado que como os recursos normalmente mais valiosos na produção são os recursos humanos, designados frequentemente por mão-de-obra, a produtividade é por defeito entendida como a relação entre a quantidade ou valor dos produtos produzidos e as horas de mão-de-obra gastas para os produzir (Carvalho, 2006).

Tabela 4 - Necessidade de mercado 2019

Necessidade de Mercado 2019	
Tipo	Procura (unidades/ano)
QBN7	432
Ncel 12	77
Ncel 17,5	123
Ncel 24	34
Total	666

Na Efacec AMT existe uma taxa de repouso calculada, de 12%, para o único turno de trabalho de 8 horas (das 8h00 às 17h00), sendo que a hora de almoço não é contabilizada nas 8 horas diárias. Deste modo, é possível determinar o tempo líquido disponível de trabalho da seguinte forma:

$$\text{Tempo líquido disponível} = n^{\circ} \text{ de horas total de trabalho} \times \left(1 - \frac{\text{taxa de repouso}}{100\%}\right) \quad (4.1)$$

$$\text{Tempo líquido disponível} = 8 \times \left(1 - \frac{12}{100}\right) = 7,04 \text{ h/dia} \quad (4.2)$$

Fez sentido calcular-se a produtividade considerando-se dados anuais, apresentados na Tabela 4, pois não é clara a produção semanal, sendo que os projetos têm tempos de atravessamento muito longos e inconstantes, e considera-se que cada ano tem 252 dias úteis com 20 operários na área de produção da distribuição primária.

Utilizando a Equação 2.2., calculou-se a produtividade da seguinte forma:

$$\text{Produtividade atual} = \frac{666}{7,04 \times 20 \times 252} = 0,0187 \text{ celas/h.h} \quad (4.3)$$

Takt Time

De modo a entender-se qual o ritmo de produção necessário para satisfazer a procura dos clientes, recorreu-se ao cálculo do *Takt Time* tendo em conta o número de unidades vendidas de produtos das gamas QBN7 e Normacel, em 2019.

Utilizando a Equação 2.1, calculou-se o *Takt Time* da seguinte forma:

$$Takt\ Time\ (2019) = \frac{7,04 \times 252}{666} = 2,66\ horas \quad (4.4)$$

Este resultado significa que, em média, a cada 2,66 horas é necessário entregar uma unidade a um cliente.

Throughput Time

O *throughput time* corresponde à média de tempos de percurso, incluindo esperas. Para calcular este indicador, recorreu-se a dados informáticos e fez-se a diferença entre o último registo semanal de produção (excluindo o registo da equipa de logística, no embalamento) e o primeiro registo semanal da produção (excluindo a reunião de materiais, por parte da equipa de logística) de cada projeto.

Em seguida, multiplicou-se o número de semanas por 5 dias (uteis) e calculou-se a média ponderada do TPT para cada tipo de peça.

Os resultados obtidos para o ano 2019 são aqueles apresentados na tabela seguinte, sendo que é possível encontrar no Apêndice C a tabela criada com os dados para chegar aos resultados finais.

Tabela 5 - Resultados throughput time 2019

Tipo	Quantidade	Dias	TPT (dias)
QBN7	432	3295	104,09
Ncel 12	77	695	115,58
Ncel 17,5	123	1525	108,13
Ncel 24	34	200	65,59
TOTAL	666	5715	104,20

Traduzindo em horas, são 733,55 horas que os produtos passam em média na unidade de produção desde que se iniciam as atividades de montagem e de eletrificação, ou seja, desde que a estrutura entra na unidade de produção, até que as atividade terminam e o produto é expedido.

WIP

O WIP corresponde ao número de peças que iniciaram o seu processo de montagem e que se encontram ainda inacabadas (Carvalho, 2006).

Apesar de se saber que para a obtenção do valor de WIP deverão ser feitas observações no *gemba*, tal não foi possível dado o reduzido período passado nas instalações devido a restrições impostas durante o período de pandemia, fazendo com que os dados não fossem viáveis. Assim, utilizou-se o mesmo método para calcular WIP como aquele utilizado para calcular o *throughput time*. Através da diferença entre o último registo semanal de produção e o primeiro registo semanal da produção de cada projeto construiu-se uma tabela com a entrada e saída de celas do *gemba*, presente no Apêndice C. Através do gráfico seguinte (Figura 25) consegue-se perceber que há uma grande variação entre o máximo de celas presentes no chão de fábrica e a média destas ao longo das semanas. Na verdade, ainda se sabe que o máximo de celas que se consegue ter no *gemba* ao mesmo tempo são 340 celas, se apenas estiverem as de menores dimensões do tipo Normacel 12, que são as menores de todas as celas, quando todo o espaço está organizado e limpo.

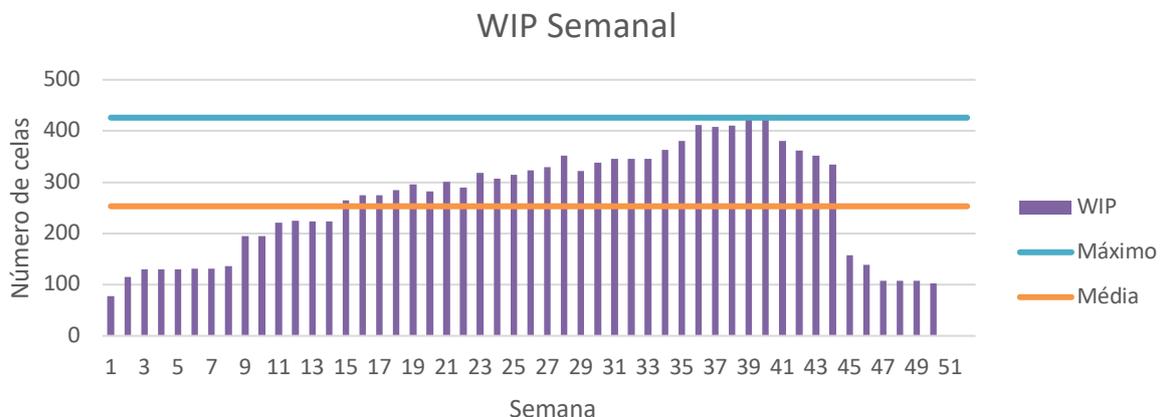


Figura 25 – Média do WIP semanal de 2019

De modo a confirmar estes valores recorreu-se à “Lei de Little” para determinar o número de unidades de produto intermédio. Visto que a produção de cada tipo de cela é realizada em simultâneo tanto utilizando o mesmo espaço, como a mesma mão de obra, o cálculo do WIP utilizando-se a Equação 2.3 para o conjunto de todos os tipos de celas que são produzidas na Primária.

$$WIP (2019) = 2,66 \times 733,568 = 1784 \text{ celas} \quad (4.5)$$

Visto que estes valores não são coerentes, percebe-se que pelo menos um dos dados calculados anteriormente está errado, pois obtém-se um valor muito superior aquele que se encontrou ao analisar

o WIP tendo em conta os dados de tempos registados por projeto. Apesar disto, sendo que os dados para o *Throughput Time*, do *Takt Time* e do WIP foram retirados através do mesmo método, mas de documentos diferentes, percebe-se que o problema estará no registo e controlo da produção.

Assim, não se pode considerar estes indicadores de desempenho e é necessário criar um método para este controlo.

4.10 Análise Multimomento

Realizou-se uma AMM de modo a entender-se o nível de eficiência do processo no que se refere à utilização da mão-de-obra.

Para tal, foram realizadas várias observações em momentos diferentes do dia e a diferentes conjuntos de operadores que realizavam tarefas distintas (em diferentes momentos de vários projetos), de modo a ter uma visão global e a poder fazer-se uma média tendo em conta vários fatores.

O objetivo seria, através de observações visuais, perceber o que cada trabalhador estaria a fazer. Depois de algumas observações, foi possível fazer uma lista com todas as operações ou ações que os operadores podem estar a fazer durante o seu tempo na área de produção.

Devido ao tamanho das instalações e à dificuldade em conseguir observar todos os operadores, o método escolhido foi observar os pares ou triplos de operadores que trabalham em conjunto e, com um cronómetro digital, anotar, de 15 em 15 segundos, o que cada trabalhador estaria a fazer.

- Número de observações total: 19200
- Frequência das observações: 15 segundos
- Número de observações por período de observação: 120
- Tempo por período de observação: 30 min

Para a cronometragem, decidiu-se fazer ciclos curtos de modo a não incluir os tempos de repouso programados que inclui horas para lanchar e idas à casa de banho, entre outras.

Os resultados das observações encontram-se na tabela 6, divididos por classes de atividades e ordenados de forma decrescente relativamente à percentagem a que correspondem.

Tabela 6 – Análise Multimomento inicial

Descrição	Número de observações	%
Montar	7490	39,0%
Movimentar a ponte rolante	933	4,9%
Observar/Analisar	788	4,1%
Procurar ferramentas e peças no carrinho de ferramentas	657	3,4%
Procurar ferramentas e peças do armário de ferramentas	630	3,3%
<i>Set-up</i>	587	3,1%
Apoio parceiro	549	2,9%
Movimentar dentro da cela	519	2,7%
Mover peças	428	2,2%
Ler instruções	326	1,7%
Andar para ir buscar consumíveis	1300	6,8%
Descanso	1287	6,7%
Falar	1007	5,2%
Movimentar peças para limpeza da área	900	4,7%
Procurar Material	900	4,7%
Andar	546	2,8%
Esperar de ferramentas	353	1,8%
	19200	100%

Depois de analisados os dados, concluiu-se que apenas 39% das 7,04h de trabalho líquidas eram utilizadas a realizar operações que acrescentam valor ao produto, classe A. Estas operações resumem-se apenas à Montagem de peças e componentes.

Em relação às operações ou ações de classe B, estas são aquelas que são necessárias realizar para a montagem do produto, mas que, na verdade não acrescentam valor ao produto e constituem 28% do tempo diário de trabalho. Isto é, a procura de ferramentas (que inclui, também, a procura de partes nos carrinhos de ferramentas), movimentações de componentes manualmente ou utilização da ponte rolante, que é necessária para a realocação de peças de elevado peso e dimensões, mas que toma algum tempo devido à sua velocidade e ao trabalho para montar as peças para serem elevadas, entre outras.

Por último, as ações (que não podem ser consideradas operações) de classe C não acrescentam valor ao produto e não são necessárias para a produção. Estas constituem 33% do tempo líquido disponível diário, um valor bastante elevado para ações como falar, pausas de descanso fora do tempo de repouso

programado, procuras ou esperas de material, ou andar pelas instalações para ir buscar material ou procurar ajuda.

A Tabela 7 demonstra a percentagem de atividades com e sem valor acrescentado.

Tabela 7 - Resultados da Análise Multimomento

Classe	Descrição	%
A	Tempo necessário que acrescenta valor ao produto	39%
B	Tempo necessário mas não acrescenta valor ao produto	28%
C	Tempo desnecessário que não acrescenta valor ao produto	33%

Depois do estudo estar realizado, entendeu-se que a Análise Multimomento não se deu de forma correta. Era necessário calcular o número de observações necessárias previamente e, além disso, as observações deveriam ter sido realizadas em momentos mais dispersos do dia e não por períodos contínuos com ciclos tão curtos.

Assim, calculou-se o número de observações necessárias para o estudo. Assumindo que as variáveis seguem uma distribuição normal, para a Equação 2.4 considerou-se um nível de confiança de 95% ($Z=1.96$) e um erro não superior a $\pm 5\%$. Dado que já se tinha uma estimativa da variação populacional obtida pela pesquisa prévia, então conhecia-se o caso com maior probabilidade de acontecer (Montagem) de 39%, considerando-se que esta seria a proporção utilizada para a probabilidade de ocorrência da atividade a ser estudada.

$$n = \frac{1,96^2 \times 0,39 \times (1-0,39)}{0,05^2} \approx 366 \text{ observações} \quad (4.6)$$

Dado que o número de observações efetivamente realizadas é bastante superior ao calculado, utilizou-se a Equação 2.4 para determinar o nível de confiança dos resultados obtidos com 19200 observações. Obteve-se o seguinte:

$$Z = \sqrt{\frac{n \times \varepsilon^2}{p \times (1-p)}} = \sqrt{\frac{19200 \times 0,05^2}{0,39 \times (1-0,39)}} = 14,204 \quad (4.7)$$

Sabe-se que se $Z=3$, então, ao analisar a tabela da distribuição normal, o nível de confiança será aproximadamente de 99,74%. Assim, dado que o nível de confiança aumenta com o aumento do valor do Z , conclui-se que $Z=14,2$ corresponde a um nível de confiança suficientemente alto para garantir resultados aproximados da realidade e, portanto, consideram-se os resultados apresentados anteriormente válidos.

Depois de se analisarem os resultados, fez-se um estudo para perceber que operações ou ações podem ser reduzidas ou eliminadas de modo a que os *mudas* reduzam também.

- “Leitura de instruções” e “Observação/Análise da cela” – apesar de não acrescentarem valor ao produto, são ações necessárias realizar devido à complexidade e variabilidade das celas e devido às várias mudanças pedidas pelo cliente que vão ocorrendo aquando da concretização do projeto;
- “Apoio ao parceiro” – as equipas de trabalho em cada projeto são, por norma, de 2 a 3 operários. A complexidade de algumas tarefas requer ajuda de colegas e, por isso, não é possível eliminar nem reduzir esta ação;
- “Espera de ferramentas” - inclui a espera por ferramentas dos armários. Não é uma percentagem suficientemente alta (2%) que justifique o investimento em ferramentas de pouca rotatividade e de materiais que assistam na montagem;
- “Movimentações dentro da cela” – mais uma ação que não acarreta valor para o produto final, mas que, devido ao espaço de trabalho ser pequeno, como a parte de baixo da cela, demora algum tempo a realizar. Esta ação inclui o tempo que o operador demora a instalar-se dentro da cela;
- “Movimentação da ponte rolante” – devido ao elevado peso de alguns componentes para inserir na cela, a utilização da ponte é indispensável. Esta é utilizada para elevar o componente até à zona de montagem e apoiá-lo no carrinho de incorporação do DIVAC. Estas operações não podem ser eliminadas pois, com o espaço disponível, a única ferramenta capaz de transportar de forma rápida um componente com um peso tão elevado é a ponte rolante. Além disso, há alterações necessárias a fazer em DIVACs que, de modo a serem realizadas de forma ergonómica, o operário tem de montar a peça nos arneses da ponte e elevar a peça até uma mesa, desmontar os arneses e fazer as alterações necessárias, e voltar a montar para pôr o componente no chão;

- “Procurar ferramentas e peças no carrinho pessoal”, “Procurar ferramentas e peças do armário de ferramentas” e “Procurar material” – o tempo relativo à procura de ferramentas, de peças para as mesmas, ou à procura de material, é possível ser reduzido;
- “Movimentação de peças para limpar a área de trabalho” – o tempo despendido a arrumar o espaço circundante e permitir que haja espaço para os materiais necessários para a montagem;
- “Movimentação de peças” – estas ações têm tempos elevados devido ao espaço circundante da montagem estar saturado e desorganizado, levando a que as peças tenham de ser carregadas e transportadas por distâncias relativamente longas durante o processo de montagem até ao local destinado para o mesmo;
- “Andar” – tempos referentes a quando os operários se encontram a andar pelo *gemba* sem qualquer finalidade, para ir fazer uma pausa, para tirar alguma dúvida ou para ir ao encontro de algum colega para questões não relacionadas com o trabalho;
- “Andar para ir buscar consumíveis” – tempos referentes ao trajeto realizado pelos colaboradores sempre que têm de se deslocar às estantes de consumíveis;
- “Falar” e “Descanso” – os tempos destas ações foram apenas contabilizados quando os operadores não estavam a ser produtivos e as conversas não eram sobre trabalho. Sabe-se que é impossível eliminar por completo estes tempos, no entanto, considerou-se que o facto de não haver controlo de tempos de produção incentiva a descansos não previstos e a momentos de pausa para falar;
- “Set-up” – na verdade, não existe um momento claro para o *set-up*, mas os operadores, de modo a evitarem ir constantemente às estantes de consumíveis, recolhem uma quantidade considerável destes e tentam colocá-los o mais perto possível da zona onde estão a trabalhar. Este tempo refere-se às ações que os colaboradores perdem a tentar arranjar um local, já na zona de montagem, para dispor os consumíveis que foram buscar previamente;

Acredita-se que a implementação de métodos de organização tanto a nível fabril como a nível da organização do espaço de trabalho individual e a implementação de controlo de tempos ajudará a melhorar todos estes aspetos que constituem *mudas*.

4.11 Síntese dos problemas identificados

Na tabela 8 encontram-se identificados os principais problemas descritos previamente. Nesta tabela encontram-se as principais consequências que implicam estes problemas e os impactos que têm mais concretamente.

Tabela 8 – Síntese dos problemas identificados

Problemas	Consequências	Impactos
Informação sobre desenvolvimento dos projetos é passada manualmente e verbalmente	Perdas de informação	Dificuldade em acompanhar um projeto ou cela
	Longos tempos para atualização de dados	Falta de alguns registos
Cada departamento faz o seu registo consoante as informações que retira e que considera relevante	Registos errados com falta de informação	Informações não coincidem fazendo com que não haja coerência no cálculo de KPIs por cada departamento
	Estimativas de tempos em vez de registo de tempo real	
Folhas Excel atualizadas com novas datas e informações até o projeto iniciar ou estar terminado	Impossibilita o cálculo de atrasos	Não é possível ter uma noção clara se estão as informações estão a ser dadas corretamente aos clientes sobre o fim dos projetos
Material obsoleto e não identificado na linha	Obstrução de corredores	Aumento de <i>mudas</i> relacionados com movimentação de peças desnecessárias
	Diminuição do local de montagem necessário	
Falta de locais definidos para carrinhos de ferramentas	Limitação no espaço disponível para movimentação de meios de transporte de materiais	Aumento de paragens não programadas no trabalho
<i>Kanbans</i> distribuídos pelo <i>gemba</i>	<i>Kanbans</i> na linha sem material fazendo com que colaboradores andem pelo <i>gemba</i> à procura das caixas	Aumento de tempos relacionados com a procura de material
	Colaboradores da produção recolhem caixas <i>kanban</i> e não os artigos da caixa	Elevado tempo de <i>Set-up</i>
Falta de locais definidos para ferramentas	Tempo elevado de procura de ferramentas	Elevados <i>mudas</i> relacionados com a procura, e espera de ferramentas
Falta de norma para recolha de ferramentas		
Sistema de gestão de informação e de armazenamento de materiais desatualizado	Tempo elevado no <i>picking</i> dos materiais	Atrasos no início do trabalho programado
Controlo da produção ineficiente	Falta de controlo de tempos	<i>Mudas</i> como "andar", "falar", "descansar" muito elevados dada a falta de controlo
	Falta de controlo do desenvolvimento de projetos em tempo real	

5. MELHORIAS E PROPOSTAS DE MELHORIA

Ao analisar os dados possíveis e tendo em conta a experiência do departamento de Engenharia Industrial, considerou-se que não seria pertinente estudar uma alteração brusca de *layout* no que refere a introdução de novos métodos de montagem ou robôs, tanto dado a constrangimentos em termos monetários como pelo facto de se tratar de um produto muito personalizável e ser necessário muito apoio de mão-de-obra devido a todos os pormenores que o cliente pode mudar. Deste modo, não foi possível considerar a hipótese de alterar o paradigma no que refere à montagem em estaleiro já utilizada nas instalações.

Realizou-se um questionário para perceber a opinião dos colaboradores da montagem e eletrificação relativamente a alguns pontos que mais os possam afetar, visto que são estes que diariamente trabalham na fábrica e que melhor podem informar de possíveis melhorias. É possível encontrar o questionário e uma análise do mesmo no Apêndice D.

Apesar das restrições impostas pela empresa, estudando a fundo a AMM e os resultados do questionário, percebeu-se que havia lugar para alguma mudança que não implicasse gastos elevados para a Efacec.

5.1 Implementação do Atlas

A introdução do Atlas permite um maior controlo de *stocks*, o que implica uma maior segurança, evita-se faltas de materiais e o trabalho da logística está mais controlado (mais responsabilidade, mas menos interferências com o seu trabalho por parte de colaboradores da produção) e uma organização da unidade fabril. É, por isso, urgente, a implementação deste sistema.

Dado que este sistema foi pensado para facilitar o *picking* para a equipa de logística, fez sentido criar-se um supermercado logístico que concentrará todas as estantes “Aquiles” espalhadas pela fábrica que contêm materiais de menores dimensões, ou *kanbans*, numa área controlada apenas pela própria equipa. Desta forma, evita-se que haja faltas de materiais provocados pela recolha indevida de caixas e outros artigos de menores dimensões por parte de outros operários.

A área para o supermercado 1 está definida, como se pode verificar no Apêndice A, Figura 58. O sistema de localizações dentro do supermercado é complexo, e foi desenhado de modo a que o *picking* fosse realizado de uma forma contínua, onde fosse possível recolher os artigos necessários no mesmo corredor, de cada lado, quase em simultâneo.

Definiu-se o código de localização de cada artigo como:

A – CL – PN

A – Supermercado (letras representativas do supermercado)

C – Indicação do corredor

L – Letra correspondente da coluna da matriz que corresponde a uma prateleira

P – Posição na prateleira

N – Nível da prateleira

Os artigos encontrados no supermercado 1 conferem as letras SM1 na primeira porção do código de localização (exemplo SM1-XXX-XXX), aqueles localizados na primária iniciam por PRI.

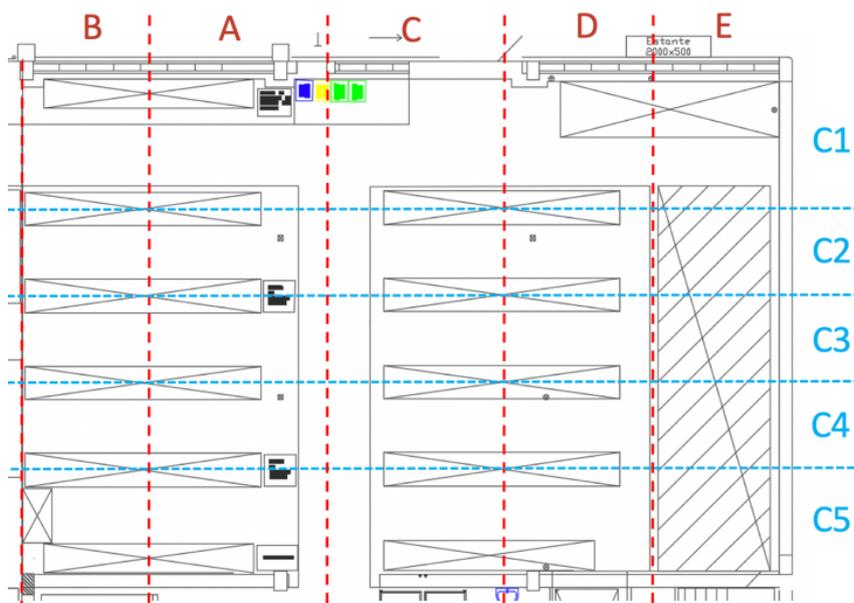


Figura 26 – Esquema de localizações dos corredores do Supermercado 1

Como se pode ver a figura anterior, existe um corredor principal que atravessa no meio de cada um dos cinco corredores secundários, caracterizados de C1 a C5, cada um com estantes dos dois lados. Os lados de cada corredor secundário têm duas estantes e cada uma destas tem uma letra associada tendo em conta a matriz definida e a coluna em que se insere (exemplo SM1-C1A-XXX).

Cada estante tem alguns níveis de prateleiras, começando com a letra A, no nível mais baixo, e continuam com as letras B, C, D, E, F, etc., à medida que vão subindo. De modo a que se conseguisse agilizar a recolha dos dois lados num corredor, as estantes iniciam com a letra A de um lado e, quando deste lado atingem o limite, como por exemplo a letra F, continua a sequência exatamente do outro lado, na mesma coluna da matriz, com a letra G (utilizando o mesmo exemplo) na parte inferior. Além disto, as localizações em cada nível estão divididas em blocos de 12cm, conferindo a numeração 00, 12, 24 ou 36 a cada bloco (exemplo SM1-C1A-00A). Esta medida foi calculada consoante as caixas ou o tamanho

necessário das peças que lá se colocariam. Desta forma, caso seja necessário alterar a numeração, com mais blocos, é possível fazê-lo sem alterar a ordem de todo o sistema.

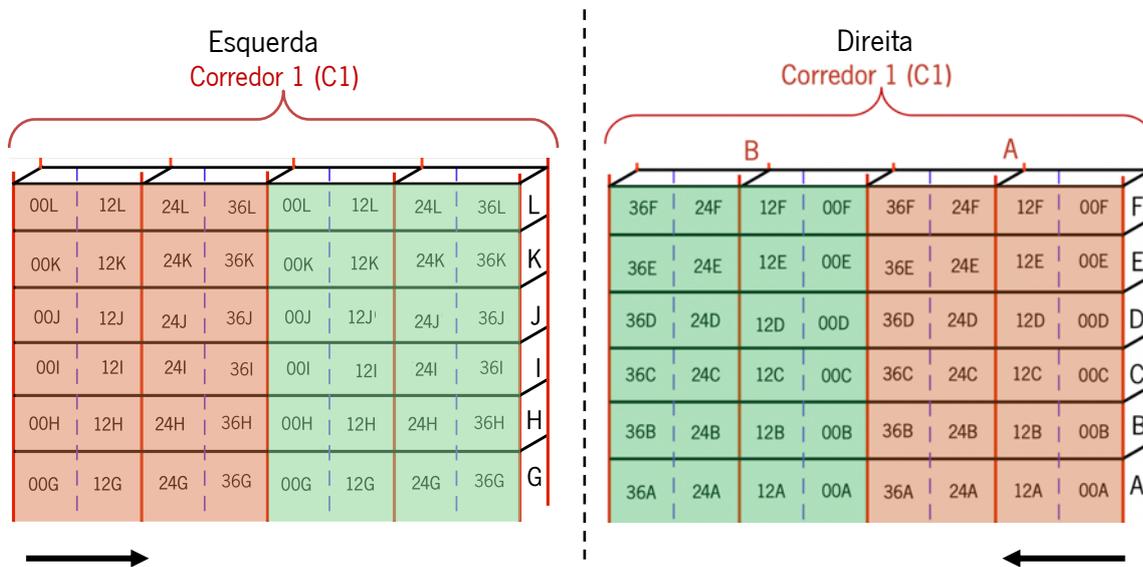


Figura 27 - Esquema das localizações nas estantes do Supermercado 1

A Figura 27 representa o esquema de estantes paralelas no C1. As setas demonstram o local por onde se entra no corredor, sendo que do lado direito, estão as estantes das colunas da matriz A e B com as letras de A a F e, do lado esquerdo, nas mesmas colunas da matriz, as restantes letras da sequência.

Este sistema facilitou a operação de *picking* pela equipa de logística interna, que é feita com a utilização de um *tablet* industrial, pelo que é possível aceder a toda a lista de artigos para reunir e, mais importante, utilizando a lógica de armazenamento descrita previamente, o sistema define uma rota de *picking* automática e otimizada, com informações de cada artigo individualmente, localização e quantidade a recolher e, para o caso de *kanbans*, um atalho para a sua leitura do código de barras. É de salientar que após o registo de recolha de cada artigo o sistema avança para as informações do artigo seguinte, informando se se trata de um artigo “Ulisses”, “Atlas” ou “Aquiles” facilitando a sua procura, e informa também se o artigo se encontra em falta. É possível encontrar no Anexo F a representação da plataforma “Atlas” utilizando um projeto como exemplo, de modo a facilitar a compreensão do funcionamento da mesma.

Além da criação do supermercado, em simultâneo, foi necessário pensar numa matriz para a restante unidade fabril que seguisse a mesma lógica do supermercado pois seria mais fácil para os operários da logística seguir o mesmo pensamento em todo o aviamento de materiais.

Estudou-se, então, a matriz para a restante área da distribuição primária.

Como se pode verificar na figura seguinte, a hipótese de se expandir a matriz do supermercado (tracejado a amarelo) para a restante área fabril é impossível pois a premissa do supermercado baseia-se em haver um “Corredor 0”, entre a coluna A e C, que não está definido, neste caso, pois não é um local de armazenamento devido a não ter prateleiras, mas é o ponto de partida para o *mizusumashi* seguir para cada corredor (nas linhas da matriz). Visto que entre a coluna B e F existe uma parede, então não se pode considerar que irá existir uma continuidade lógica no *picking*. Além disso, note-se que não existe uma coerência na divisão das prateleiras fora da área do supermercado, sendo um ponto importante a considerar no momento da construção da nova matriz.

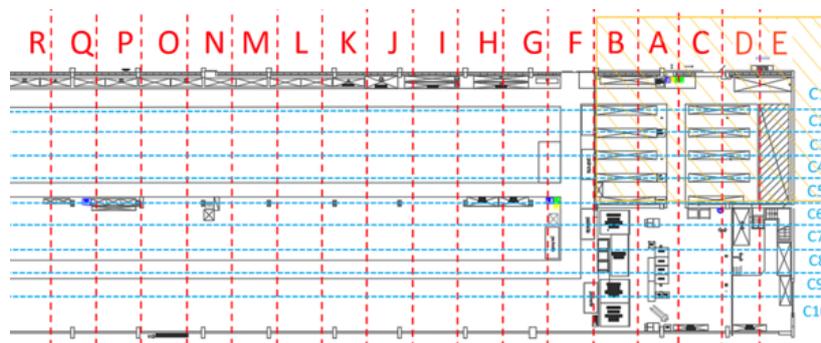


Figura 28 – Expansão da matriz do supermercado 1

Sendo assim, considerando-se as necessidades do armazém, testou-se uma nova matriz de localizações. Esta será independente da do supermercado, mas seguirá a mesma lógica já definida no programa Atlas. Em vez de iniciar o código com SM1 inicia-se com PR1, pois refere-se à área fabril da primária.

Além de se ter tido em conta a dimensão das prateleiras já existentes para que haja coerência na divisão das colunas, teve-se em consideração a existência dos corredores já definidos em fábrica e ao facto da zona de *picking* na primária, neste momento, abranger quase na sua totalidade apenas um corredor.

Este novo modelo é passível de ser alterado com pequenas mudanças na área fabril e na área necessária para armazenamento. Isto é, em vez de se considerar apenas as prateleiras que estão neste momento presentes no armazém e criar um sistema que não possa ser adaptado, este apenas necessitará de pequenas mudanças para se ajustar a novas necessidades. Considerando que o ideal será ter um modelo flexível, a nova matriz engloba a zona do supermercado 1 para o caso de um dia ser possível a expansão da área atualmente usada. Desta forma apenas será utilizada a partir da letra H, onde atualmente inicia a zona da distribuição primária.

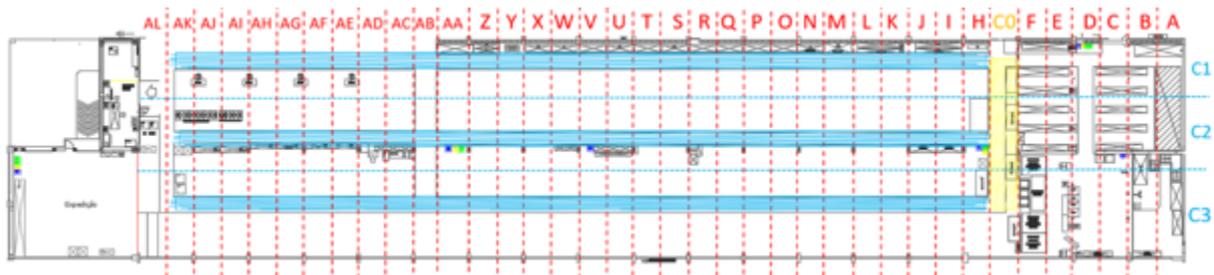


Figura 29 – Matriz para a área fabril da Distribuição Primária

Como se pode ver na Figura 29, existem três corredores a azul e um a amarelo. Aqueles a azul são os já existentes em fábrica como corredores principais, que ficarão definidos como C1, C2 e C3 e, aquele marcado a amarelo, será o C0, também utilizado em fábrica, mas como secundário, de modo que haja uma lógica que vá de encontro aquela já existente no SM1.

Visto que o corredor C0 é perpendicular aos outros, então este terá a sua própria sub-matriz, explicitada na Figura 30, pois é utilizado também para armazenamento e é um local de *picking*.

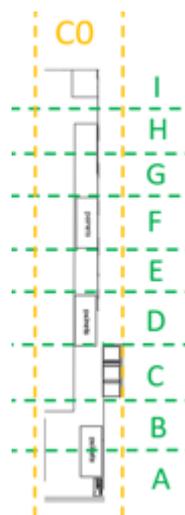


Figura 30 – Matriz do Corredor 0 da área fabril da Distribuição Primária

Este modelo, neste momento, está adaptado à realidade atual da empresa. Isto é, o C1 tem nas suas prateleiras peças de grandes dimensões que apenas são aviadas pela equipa de logística para projetos específicos, quer seja para serem colocadas nas imediações do local de montagem ou nas estantes de *picking*. O C2, se estiver organizado e seguir as indicações corretas para utilização do chão de fábrica, tem apenas algumas estantes com artigos da categoria consumíveis e outros *kanbans*, sendo que o *picking* destes nunca será feito em simultâneo com aquele do C1. O mesmo acontece no C3, este corredor apesar de não ser otimizado para ter prateleiras, tem algumas para colocação de artigos de menores dimensões e comuns a vários projeto que sobram e que são guardados no *gamba* para o caso de faltarem peças ser possível agilizar uma solução de forma rápida.

Assim, percebe-se que cada corredor funciona quase de forma independente não fazendo muito sentido que exista uma rota *mizusumashi* definida. Não obstante, pensou-se que seria benéfico ter um diagrama explicativo de uma possível rota, caso seja necessário, pois o objetivo é ter uma fábrica flexível. Visto que o operador da logística, depois de recolher o material em cada corredor, terá de entregá-lo ao destino final pois a tipologia de artigos e de recolha altera-se no final de cada corredor, então, iniciará a nova rota no C0 para seguir a matriz definida. A rota *mizusumashi* que ficará afixada, para propósitos de organização, é a seguinte:

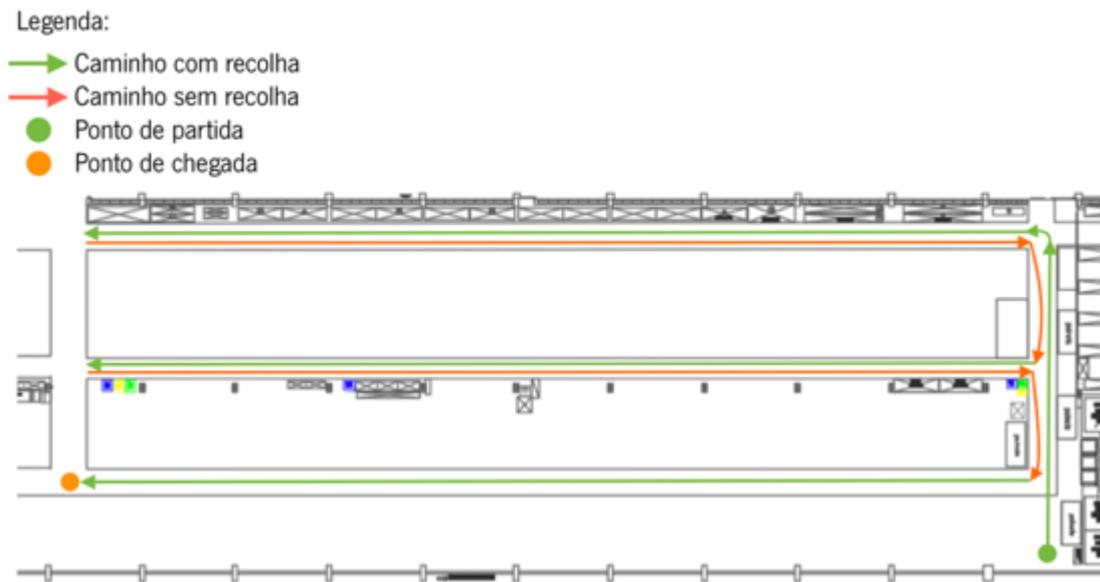


Figura 31 – Proposta para rota *mizusumashi*

A escolha de não aplicar no presente a opção evidente no Apêndice E deveu-se ao facto das recolhas fora do C1 acontecerem de forma muito pontual e por isso considerou-se que não faria sentido dificultar a matriz de localizações, mantendo-a mais simples e constante. Caso o paradigma da fábrica se altere, é sempre possível mudar algumas localizações, as poucas que haverá em fábrica já definidas fora do C1, e transformar a matriz inicial em duas, sendo a segunda utilizada apenas para o corredor 2 (C2). No Apêndice E é possível encontrar a explicação do modelo opcional.

Devido à urgência na implementação do Atlas em toda a unidade fabril, depois de se definir as matrizes de localizações, a prioridade passou por identificar aquilo que estava obsoleto nas prateleiras de Aquiles, retirar o que não seria mais utilizado, tanto porque havia sido encomendado para algum projeto específico ou porque os novos SAKs já vêm com a peça integrada, e limpar a área. Graças ao tamanho das peças e ao facto de não haver muito espaço para as colocar enquanto se as identificava, este trabalho foi moroso.

Os resultados visuais desta implementação constam no Apêndice F.

Após a utilização deste sistema, verificou-se uma redução de mais de 2 semanas na realização do *picking*, pela equipa de logística. A partir dos dados da aplicação, verificou-se que a equipa passou a realizar, em média, a reunião dos materiais em 3 dias ao invés das 3 semanas que demorariam.

5.2 Organização do Gemba

Primeiramente, aquilo que mais se destaca em todo o *gemba* é a desorganização. Apesar de haver muitos locais com delimitações no chão e de existir a regra de “um lugar para cada coisa, cada coisa no seu lugar”, a aplicação deste conceito não é verificada. Pensou-se que se deveria iniciar com a identificação dos problemas existentes e aplicar a metodologia 5S nessas situações.

A aplicação desta metodologia não implica, maior parte das vezes, um investimento por parte da empresa para que seja implementada. Na verdade, a unidade de produção Efacec AMT dispõe de muito material de organização e muito espaço para alterações neste sentido, no entanto, aquilo que se verifica é uma desorganização imensa, tanto em termos de troca de informações como em desorganização visual que acaba por se traduzir num baixo desempenho e em valores de *mudas* elevados.

Devido à complexidade da implementação e da possibilidade de realizar alterações consecutivas é possível dividi-la em 2 etapas, sendo a primeira constituída pelo *Seiri*, *Seiton* e *Seiso* e a segunda constituída pelo *Seiketsu* e *Shitsuke*. Analisando a AMM percebe-se que muitas operações passíveis de serem alteradas ou melhoradas conseguem esta mudança com aplicação dos 5S.

5.2.1 Primeira Etapa

O primeiro passo para a implementação de sucesso dos 5S é a identificação de situações que precisam de intervenção e, em seguida, a aplicação dos sentidos. O primeiro é o *SEIRI*, o Senso de Utilização, como descrito anteriormente, é necessário analisar aquilo que é utilizado e eliminar aquilo que está a mais, tanto no chão de fábrica como nas bancadas de trabalho. Em seguida o *SEITON*, o Senso da Organização, sendo que se deverá organizar o local de trabalho e definir um local para cada coisa. Por último, o *SEISO*, o Senso da Limpeza, mais individual pois remete à consciência de cada colaborador em manter o local sempre limpo e organizado.

Organização de ferramentas (nos carrinhos de ferramentas e nos armários)

Ao analisar o questionário feito aos colaboradores, concluiu-se que 82% destes afirmam que é comum não ter uma ferramenta disponível quando necessita, 56% asseguram que têm de andar à procura de ferramentas pela área fabril três vezes ou mais por semana sendo que, realizando a média ponderada,

o tempo despendido à procura de ferramentas é aproximadamente 11 minutos. Estes valores são bastante elevados pois, em quase todos os processos de montagem, são necessárias ferramentas que vão variando bastante durante as diferentes fases de montagem.

Ao efetuar-se a AMM não se verificaram valores tão elevados no tempo relativo à procura de ferramentas no geral que, apesar disto, é dos mais acentuados dos *mudas* (6,7%). Este tempo está relacionado com a procura de máquinas/ferramentas comuns, que deveriam encontrar-se num armário situado sensivelmente no centro da área da Primária, e da procura de peças e ferramentas nos carrinhos de ferramentas.

As máquinas dos armários comuns encontram-se muitas vezes espalhadas por toda a área fabril e é bastante comum que os operários guardem este material nos seus carrinhos pessoais de ferramentas, o que dificulta a procura das mesmas por outros operários. O aspeto destes armários diariamente é o que se verifica nas Figuras 32 e 33.



Figura 32 - Armário de máquinas / ferramentas pneumáticas extraíveis



Figura 33 - Armário de máquinas / ferramentas elétricas extraíveis

Fez-se um levantamento das ferramentas que deveriam estar presentes nos armários e criou-se assim uma lista das mesmas. Os armários foram limpos e criou-se uma lista com o que deverá estar em cada um e em cada prateleira, de modo a facilitar a procura de máquinas visto que o lugar de cada máquina foi devidamente definido e criaram-se placas colocadas nas prateleiras com um código, sendo que o código da máquina colocado em cada local deverá coincidir com aquele na prateleira. A lista deverá estar plastificada e devidamente visível nos armários, esta encontra-se no Apêndice G.

Como já se referiu, o tempo relativo à procura de ferramentas também está associado à procura de peças e ferramentas nos carrinhos pessoais denominados “carrinhos de ferramentas”, que deveriam ter um local específico para cada ferramenta e para cada peça das mesmas. No entanto, como é da responsabilidade de cada operador a sua organização, é possível verificar-se que não é comum a sua limpeza e que a desorganização que se vê nas gavetas e mesmo na parte superior de trabalho do carrinho tem uma grande implicância na procura de pequenas peças e, por isso, um elevado tempo desperdiçado associado à procura das mesmas. As Figuras 34 e 35 demonstram a desorganização dos carrinhos de ferramentas no dia-a-dia.



Figura 34 - Parte superior de trabalho do carrinho de ferramentas



Figura 35 - Exemplo de uma gaveta do carrinho de ferramentas

Tentou-se estudar a possibilidade de todos os carrinhos incluírem as mesmas peças e ferramentas, no entanto, tal não foi possível devido ao facto de estes carrinhos chegarem com material diferente pois são comprados como um kit. Não obstante desta impossibilidade, é sempre possível manter o local organizado e limpo, com apenas o necessário que é o que já vem nele incluído e poucas outras peças que possam ser precisas consoante necessidades da empresa.

Assim, arrumou-se os carrinhos, limpou-se os mesmos e acrescentou-se-lhes cuvetes de organização, naqueles onde foi possível fazê-lo, sendo o resultado final aquele das imagens seguintes.



Figura 36 - Carrinho de ferramentas organizado



Figura 37 - Gaveta do carrinho de ferramentas organizada

Organização do chão de fábrica

No que refere à organização, ou falta dela, no chão de fábrica, esta verifica-se visualmente, conseguindo-se distinguir a necessidade clara de uma intervenção da equipa de Engenharia Industrial. Apesar de ser difícil qualificar numericamente e na totalidade a forma como afeta o desempenho dos operários da montagem e eletrificação, a desorganização do chão de fábrica é muita e tem principalmente implicações em operações, por parte da logística, que não afetam diretamente a equipa da produção, mas que pode gerar atrasos em aviamento de material que atrasará o trabalho da produção, por exemplo.

De acordo com os resultados do questionário, confirmou-se a necessidade da organização do chão de fábrica sendo que 55% dos inquiridos considera difícil manusear e encontrar material aviado pela equipa

de logística, que é colocado no chão ou em prateleiras no espaço circundante de cada projeto. Sendo assim, fez-se um levantamento de situações referentes ao chão de fábrica que pudessem ser melhoradas com a aplicação dos 5S.

1. Armários e prateleiras mal localizadas gerando interferência com o manuseamento de alguns meios de transporte;
2. Material obsoleto em muitas prateleiras espalhas pela fábrica;
3. Utilização de espaço circundante de um projeto para material que não se destina ao mesmo, como armazém;
4. Utilização de espaços vazios para a colocação de artigos de maior tamanho sem localizações definidas;

Assim, foram limpos corredores e estantes com material obsoleto, todo o material na zona da primária foi identificado e atribuído localizações de Atlas, quando não foi para abate. Entre outros, alguns exemplos do que foi feito nesta primeira fase relativamente à respetiva limpeza e mudanças que resultaram da implementação dos 5S são possíveis serem verificados no Apêndice H.

Sendo que o local estará sempre organizado, o muda “Movimentar peças para limpeza da área” ficará bastante reduzido considerando-se um decréscimo de 3,7% destes tempos. Este valor é apenas uma estimativa, não ficando totalmente eliminado pois sabe-se que mesmo assim pode acontecer esporadicamente e, como as peças são de grandes dimensões e peso, quando acontece terá algum tempo associado à movimentação das mesmas. A Tabela 9 demonstra estes resultados.

Tabela 9 – Resultados AMM de “Movimentar peças para a limpeza da área”

	Inicial	Diminuição	Final
Movimentar peças para limpeza da área	4,7%	3,7%	1,0%

5.2.2 Segunda Etapa

A segunda etapa consiste no *Seiketsu* e *Shitsuke*, os sentidos de padronização e disciplina, nomeadamente. Com os 3 primeiros sentidos implantados, a segunda etapa deve ser iniciada, elevando o nível da implantação. A implantação do Senso de Padronização tem como principal atividade a padronização e documentação do que foi definido e o Senso de Disciplina acontece quando a cultura do 5S é vivida na organização (Napoleão, 2018).

Tendo em vista a padronização daquilo que foi definido criou-se um modelo para a utilização dos armários de ferramentas comuns, uma norma para a organização dos carrinhos de ferramentas individuais e esquemas informativos das novas matrizes.

O modelo para a utilização dos armários passa, principalmente, pelo controlo dos levantamentos das máquinas dos armários. Isto é, de modo a que haja controlo daqueles que utilizam as ferramentas, fez-se uma ficha de “levantamento de máquinas/ ferramentas pneumáticas extraíveis” e uma ficha de “levantamento de máquinas/ ferramentas elétricas extraíveis”, presente no Apêndice I, onde cada colaborador terá de preencher sempre que quer retirar uma máquina do armário e levá-la para o seu posto de trabalho, com o número da ferramenta, o seu número mecanográfico, o dia, o mês e a hora em que levantou a ferramenta e a sua rubrica,. Posteriormente, após a utilização, o operário tem de obrigatoriamente colocar a ferramenta no local de onde a retirou e preencher a segunda parte da ficha, com o dia e hora da devolução, finalizando com a sua rubrica.

Verifique-se no Apêndice J que foi criada uma folha informativa com instruções de utilização do armário e de preenchimento das fichas para que não haja dúvidas relativas à utilização deste modelo. Este documento está também colado no armário, ao lado das fichas de preenchimento, de modo que esteja sempre visível, como se pode ver nas Figuras 38 e 39.



Figura 38 - Armários de máquinas / ferramentas com normas implementadas

o Posto 0 terá extensões com as fichas de cada *tablet* para que sejam postos a carregar ao final de cada dia.

Na verdade, em toda a área fabril, as únicas áreas que não podem ser consideradas para local de montagem são aquelas onde a ponte rolante não chega, sendo estas entre colunas de um mesmo corredor, devido ao pé direito do teto da fábrica. Considerou-se que seria pertinente utilizar esses espaços como locais de parqueamentos de carrinhos de modo que afetasse o mínimo possível a produção.

Estudando os locais disponíveis, definiu-se o local apresentado na figura seguinte como aquele destinado ao parqueamento dos carrinhos. Sabe-se que cada carrinho ocupa uma área de 362100mm^2 ($510\text{mm} \times 710\text{mm}$) mas que é necessário considerar algum espaço circundante para que seja possível manusear os carrinhos. Assim, acrescentou-se 150mm a cada lado dos carrinhos para dar a folga para manuseamento, sendo que a área necessária por carrinho será 567600mm^2 . A área delimitada na Figura 40, que ficará definida como Posto 0, tem o espaço necessário para 22 carros – um por colaborador – sendo o total 12487200mm^2 , e é possível verificar-se também os espaços delimitados para cada carrinho de modo que seja fácil verificar se falta algum no final de cada dia.

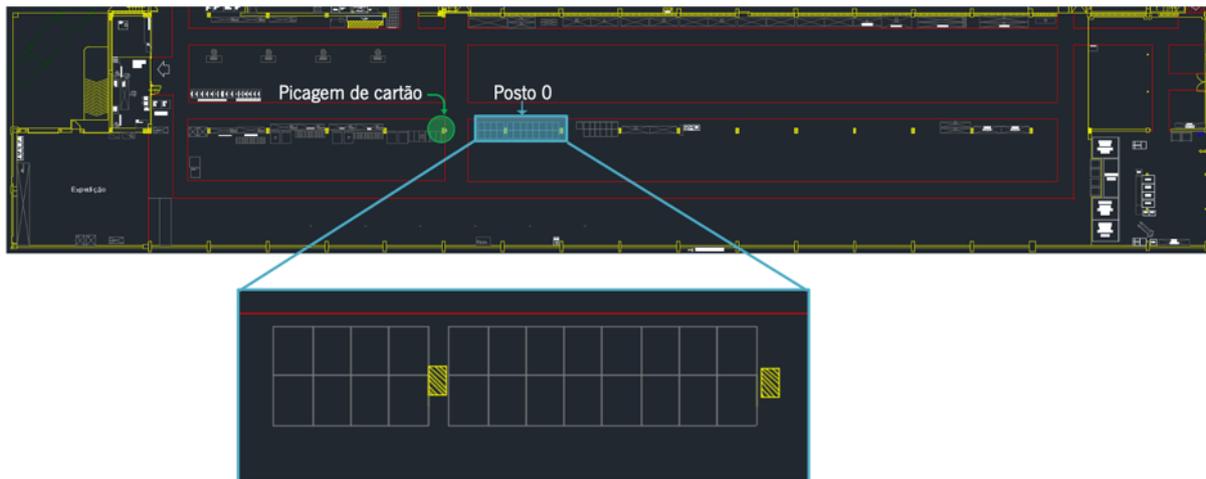


Figura 40 – Mapa do Posto 0

Infelizmente, a presente dissertação realizou-se durante a situação da pandemia mundial do vírus do Covid-19 que resultou na diminuição do número de operários a trabalhar na fábrica. Visto que, como foi dito anteriormente, muitas ferramentas são guardadas nos carrinhos de ferramentas não foi possível pôr em prática esta nova utilização do armário de ferramentas e dos carrinhos pois não se tinha acesso aos mesmos na totalidade. No entanto, as normas foram criadas e, como se pode verificar, está tudo preparado para que se possa implementar e começar a utilizar esta ferramenta de organização.

Apesar disto, foi possível fazer uma estimativa da melhoria que ia implicar nos tempos de *mudas*. Estas alterações permitem, então, que haja uma diminuição relativamente significativa de tempos desperdiçados relacionados com a procura de ferramentas em geral. A diminuição deste *muda* não é total pois mesmo com os locais identificados e as ferramentas organizadas é sempre necessária alguma procura. Observou-se, ao longo de três dias, três colaboradores a utilizarem o carrinho organizado e concluiu-se que a percentagem de tempo utilizada para procurar as ferramentas e peças era de 0,5% do tempo total disponível de trabalho.

Relativamente aos armários, a procura de ferramentas não inclui o tempo despendido por cada colaborador para ir até aos locais das ferramentas, mas refere-se apenas ao tempo passado à procura da mesma. Se se considerar que o colaborador necessita de uma ferramenta com urgência e não a encontra no armário, mas verifica na ficha que um colega a requisitou, este poderá ir pedi-la emprestada para aquele momento urgente (não esquecendo que o nome do responsável registado durante esse tempo é que será responsabilizado por qualquer extravio ou avaria) então, o tempo que se irá atribuir a este *muda* depois da melhorias será o mesmo daquele para o carrinho, 0,5%, já o pior cenário para eventuais urgências. Assim, estas melhorias implicam diminuição de 5,7% nos *mudas*.

A Tabela 10 demonstra estes resultados.

Tabela 10 – Resultados da AMM da procura de ferramentas e peças

	Inicial	Diminuição	Final
Procurar ferramentas e peças no carrinho de ferramentas	3,4%	2,9%	0,5%
Procurar ferramentas e peças do armário de ferramentas	3,3%	2,8%	0,5%

Dadas as mudanças do Supermercado 1, foi criado um documento, presente no Apêndice L, que foi colado em alguns locais visíveis, como demonstrado na Figura 41.

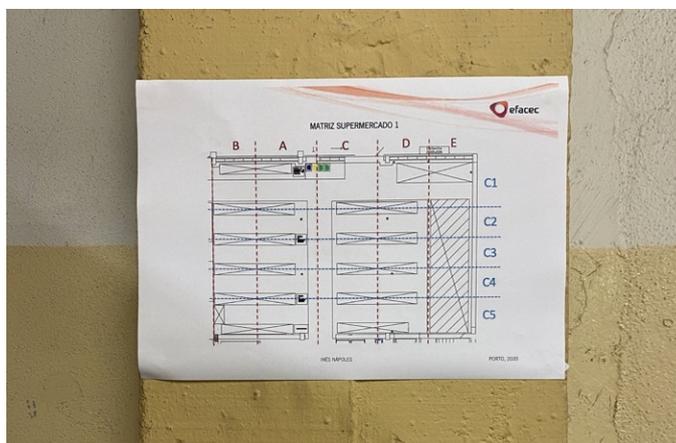


Figura 41 - Matriz de localizações do Supermercado 1

Além deste documento, criou-se também outro com a matriz de localizações da área de produção da distribuição Primária, em Apêndice M, com os três corredores principais e o corredor CO e com a rota *mizusumashi*, apenas para efeitos de normalização pois, como foi mencionado anteriormente, esta não poderá ser seguida dada a tipologia dos artigos em cada corredor. Colocaram-se no *gemba*, em alguns locais, este documento.

Considerou-se importante, além das ajudas visuais mencionadas anteriormente, desenhar um folheto que remetesse à procura de um local de trabalho sempre organizado, por parte de todos os colaboradores da empresa. Assim, criou-se um documento para este efeito, em Apêndice N, e também se colocou em alguns locais do *gemba*, como se vê na Figura 42.



Figura 42 – Instruções para a utilização de carrinhos individuais

Apesar de se saber que o cumprimento das normas depende inteiramente dos colaboradores, uma maneira de manter uma cultura de trabalho assente na preocupação em cumprir estas regras, em manter o local de trabalho limpo e organizado, é a inclusão de auditorias regulares, o senso da disciplina (*Shitsuke*). Como as auditorias não serão realizadas apenas para a questão destes 5S, mas tendo em conta todas as mudanças propostas seguidamente, será então apresentado um modelo que inclui também essas mesmas propostas, depois destas serem discutidas.

Além das auditorias, considerou-se também importante a realização de formações sobre a utilização dos espaços, sobre a importância de um local organizado e principalmente sobre o papel de cada um na implementação destas mudanças. Sendo que estas formações serão sobre toda a fábrica então serão discutidas também mais tarde, na secção 5.5.

5.3 Registo de tempos e controlo da produção

Como discutido anteriormente, neste momento o registo de tempos e de controlo da produção é moroso e pouco prático, o que leva a erros e a faltas de informação.

Veja-se, por exemplo, a Figura 23 do registo de horas trabalhadas semanalmente, em que a média de horas registadas é apenas 48,78% daquelas que deveriam estar registadas tendo em conta 20 operadores a trabalhar diariamente. Há registos de colaboração de operadores externos para montagem ou eletrificação em muitas semanas do ano, sendo que em média estão registadas 31,49 horas por semana ao longo de 2019 e há picos elevados destas ajudas externas, provando que a produção não está a ser controlada ou não haveria, à partida, necessidade destas ajudas externas. Além disto, ao analisar-se os indicadores de desempenho discutidos na secção 4.9, também se entende que não está a haver um controlo cuidado da produção ou que, pelo menos, os dados não ficam registados de forma correta, sendo, por isso, necessário que haja um método mais fiável para que se possa começar a fazer esta inspeção de forma mais automática e fundamentada.

A importância da implementação de um sistema de registo de tempos não é apenas para o controlo da produção. A partir da AMM percebe-se que 79,4% das atividades cujo tempo não acrescenta valor ao produto devem-se a “Descanso” (6,75%), “Falar” (5,2%) e “Andar” (2,8%). Um total de 14,8% do tempo total de um dia de trabalho que, se eliminado, seria um incremento no tempo de “Montagem”.

Acredita-se que estes tempos elevados que constituem *mudas* se devem ao facto de não haver qualquer forma de controlo nem cadência da produção, levando a que haja mais oportunidades de dispersão da atenção do trabalho. Assim, é de esperar que ao envolver os colaboradores neste registo, tendo estes noção que todos os tempos tanto de pausas como de inatividade estão a ser contabilizados, terão mais consciência das ações e que estas poderão ter consequências. Isto é, a partir do momento que se inicie o registo de tempos, e uma vez que sejam definidos tempos padrão de cada operação depois da agregação de vários valores, será esperado que os operários atinjam certas metas de produção.

Com a introdução do TrueTime, a divisão das operações e a utilização de cada artigo por operação já esta feita e acessível a todos os operadores através da intranet, com uma previsão sobre o tempo que

deverá demorar cada operação. Estas previsões são médias calculadas depois de se terem feito algumas filmagens a cada operação individualmente.

As filmagens atuais foram realizadas em operações individuais, iniciando-se o cronómetro quando o operário começa a operação programada e depois soma-se os tempos das mesmas, compreendendo-se assim que não é uma representação real daquilo que se passa aquando da montagem de uma cela. Na verdade, os tempos filmados apenas constituem a parte da “Montagem” em si (“Tempo necessário que acrescenta valor ao produto”), não se contabilizando os *mudas* inerentes à produção das celas. Pode assim dizer-se que atualmente os tempos contabilizados constituem apenas 39% daquele despendido na montagem das celas se se fizer uma associação com a AMM realizada para este estudo. Assim, a demonstração dos tempos no registo de operações na aplicação TrueTime nunca poderá corresponder à realidade, provando que mesmo que todos os tempos se registassem corretamente, que já se provou que não é o caso, estes estariam errados pois é necessário considerar outras ações que acontecem quando se monta uma cela.

Apesar desta relação, observa-se exatamente o contrário na Figura 24 provando-se que é necessário que este registo seja efetuado de uma forma mais controlada e regulada do que aquela feita atualmente. Portanto, considerou-se pertinente introduzir um método de registo individual de tempos de montagem e eletrificação.

Desta forma, pensou-se que a maneira mais adequada para levar a cabo esta mudança seria os restantes operadores da fábrica terem acesso a um *tablet* industrial, como aqueles começados a utilizar recentemente pela equipa de logística, para que se possa introduzir uma ferramenta que permita este registo real de tempos.

Visto que a plataforma “Atlas” admite a possibilidade de serem introduzidas novas funcionalidades pela equipa de Engenharia Industrial, seria criado um separador para este propósito, onde os colaboradores, depois de efetuarem login, pudessem aceder e iniciar o registo. Da mesma forma que ao selecionar um projeto na aplicação TrueTime aparecem as operações divididas com os seus tempos, o mesmo aconteceria utilizando o Atlas. É importante que todas as ações realizadas na aplicação sejam cronometradas. De modo que seja mais fácil a compreensão deste modelo de cronometragens e a sua análise, decidiu-se criar um fluxograma e dividir as mesmas por momentos (Figura 43).

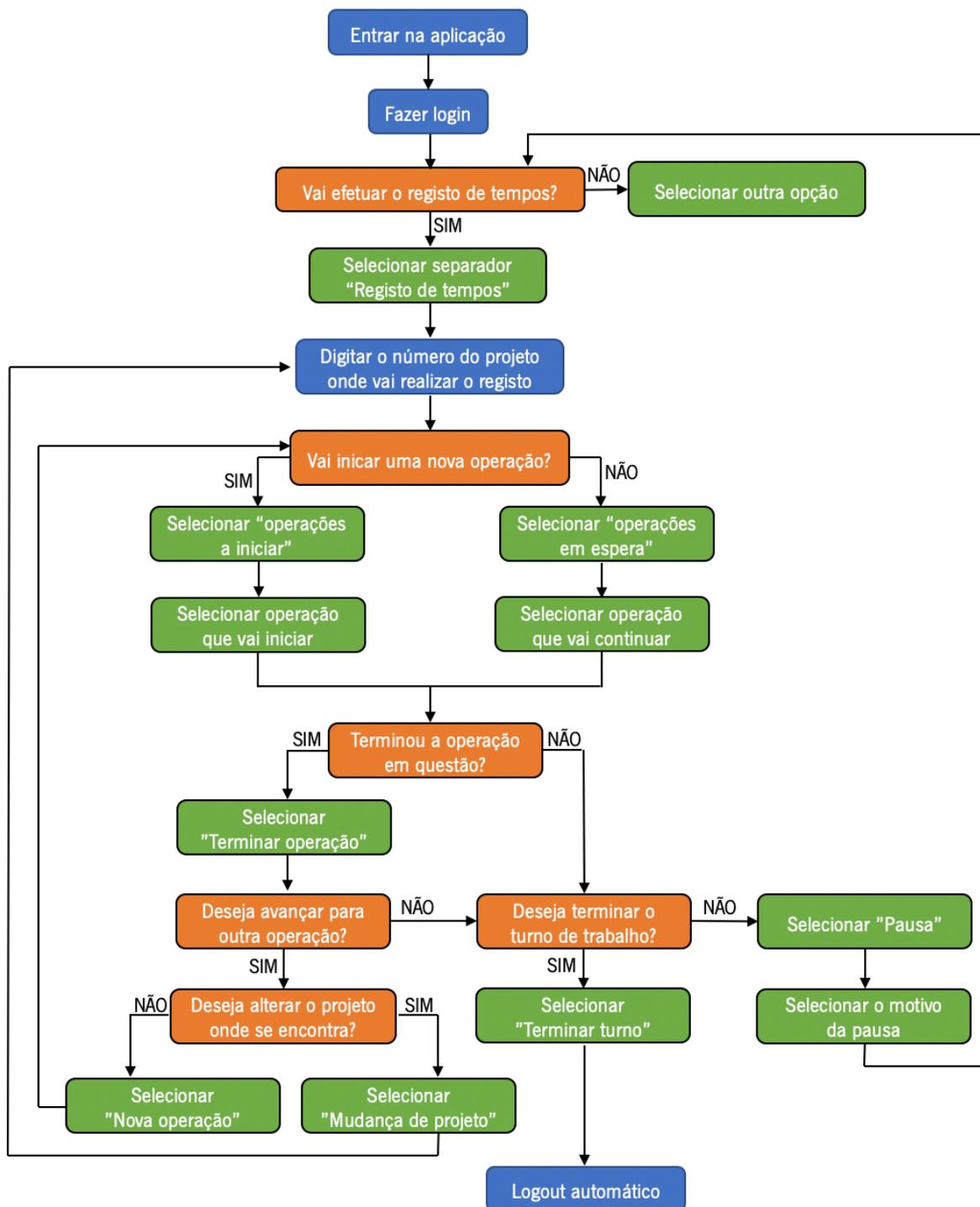


Figura 43 – Fluxograma do registo de tempos de cada operação

1. **Login** – para conseguir entrar na aplicação do Atlas é obrigatório efetuar o *login*. Este é individual apenas existe uma conta por colaborador, ficando guardados os dados com o nome do mesmo. Depois de entrar, estão várias opções disponíveis, ações que o utilizador poderá escolher. Neste caso, a ação em questão é o “Registo de tempos”

2. **Seleção do projeto** – Será no momento em que o operador seleciona o projeto que a contagem de tempo se iniciará, no entanto, esta será apenas uma contagem interna e disponível para quem analisa a performance posteriormente. Este tempo será somado àquele de mudança de projetos. Para efeitos de análise, será para determinar quanto tempo demora um colaborador a iniciar as tarefas.
3. **Registo de tempos** – O colaborador, ao escolher esta opção terá obrigatoriamente de escrever o número do projeto onde estará a trabalhar e escolherá se irá iniciar uma nova operação ou se continua uma que tenha sido previamente iniciada e posta em pausa. Em ambos os casos, aparecerá uma lista de operações disponível onde selecionará aquela que vai iniciar, começando ou recomeçando a contagem do tempo no próprio ecrã, sendo que esta só irá terminar quando se iniciar a seguinte operação. Ao serem selecionadas as operações, visto que estas já são predeterminadas, ficará registado o tempo que cada uma durou até se avançar para outra ou até ser selecionada outra opção. Não haverá a opção de avançar para a seguinte operação de forma automática pois sabe-se que muitas vezes o trabalho em cada cela ou do projeto não é realizado de forma sequencial tanto pelas operações do serralheiro e do electricista dependerem por vezes um do outro, ficando interrompido o trabalho, como por falta de materiais ou de espaço. Sendo assim, o tempo que o operário demora a escolher a seguinte opção ficará registado na anterior. Neste momento, o ecrã terá as opções de seleção de “Terminar operação”, “Terminar sessão” e “Pausa” além da contagem do tempo.

Este registo servirá para que se possam fazer estimativas mais aproximadas daquilo que constitui todo o processo de montagem e eletrificação, tendo em conta todos os pequenos passos que estão inerentes a estes momentos, mas que não são normalmente contabilizados.

4. **Terminar operação** – Ao selecionar esta opção o colaborador assume que terminou de forma completa e correta a operação em questão. É agora que o cronometro para e o tempo para a operação em questão fica registado de forma permanente. Neste momento, poderá escolher entre 4 opções qual o passo seguinte:
 - a. “Nova operação” – é redirecionado para o momento de decisão de iniciar uma nova operação ou continuar uma que tenha sido previamente iniciada.
 - b. “Mudar projeto” – é redirecionado para o momento inicial de registo de tempos onde escreve o número do projeto onde quer realizar o registo.

- c. “Pausa” – é redirecionado para o momento de seleção dos motivos da pausa e volta à página principal, a que aparece depois de efetuar o *login*.
 - d. “Terminar turno” – é feito o *logout* automático e volta à página de entrada na aplicação, antes do *login*.
5. **Pausa** – como mencionado anteriormente, esta opção estará disponível no ecrã da cronometragem de cada operação. Quando selecionada, quer seja depois de terminar uma operação ou a meio da mesma, serão apresentadas várias alternativas que justifiquem esta ação. Estas serão:
- a. “Intervalo”
 - b. “Paragem para mover material” e “Paragem de segurança” - ambas aplicáveis para paragens da produção no caso de serem ações da equipa de logística que impeçam a continuação do trabalho dos restantes operários)
 - c. “Falta de material” e “espera de material”
 - d. “Procurar ajuda”
 - e. “Analisar o projeto”
 - f. “Assistir colega”
 - g. “Reportar uma não-conformidade”.
 - h. “Mudar de projeto”

Neste caso, volta à página principal, a que aparece depois de efetuar o *login*.

A opção “pausa” também terá os seus tempos guardados. É importante que se saiba se há paragens não programadas ao longo do dia e a origem destas para que se possam fazer estimativas futuras sobre o normal funcionamento da área de produção e para que se possam analisar e eliminar ao máximo as mesmas. Além disso, qualquer operação que seja diretamente posta em pausa será guardada em “Operações em espera” para que, quando se volte a iniciar o registo, seja retomada a contagem.

6. **Terminar sessão** – Esta opção deverá apenas ser selecionada duas vezes por dia, quando o colaborador está efetivamente a terminar o turno de trabalho, no intervalo de almoço ou ao final do dia.

Dadas as faltas de organização tanto de contagem de tempos por projetos como de horas trabalhadas por cada colaborador (sabendo-se mesmo assim que há alturas em que estes são chamados para realizar horas extra) e o número certo de celas que entram em produção em cada período, considerou-se

pertinente descartar, inicialmente, a comparação dos tempos cronometrados com aqueles registados. Pensou-se que o primeiro mês de implementação seria descartado e os registos no Atlas efetuados neste período apenas serviriam para fazer uma comparação com os registos que se efetuavam até ao momento, sendo que o método anterior nesse mês se iria manter para se perceber de forma mais clara e correta as diferenças entre o que se fazia até ao momento e o que será a nova norma de registos, mostrando resultados mais precisos e aproximados à realidade.

Por um lado, com a introdução deste sistema, conseguirá saber-se os tempos efetivos de cada operação e pausas não planeadas, e será mais fácil a contabilização de celas em *gemba*. Além da facilidade em analisar dados posteriormente, será este registo que se terá em conta como efetivo pois sabe-se que os dados da produção, da engenharia industrial e da contabilidade podem variar pois têm em conta métricas diferentes e dados diferentes consoante aquilo que consideram importante e consoante as informações que se vão alterando.

Por outro lado, os dados do planeamento vão sendo apagados tendo em conta atrasos e imprevistos que impossibilitam a entrada de novos projetos, alterando-se na folha de planeamento a data suposta de entrada em produção dos projetos não se sabendo quando era suposto entrarem, não se tendo noção dos atrasos em entradas de projetos. Desta forma, pensou-se também que ao ser criado o projeto para entrar neste modelo de registo, seria importante que a data prevista de entrada não pudesse ser alterada, passando assim a ser possível calcular o OTD que passará a constituir um indicador de desempenho para a produção.

O OTD (*on time delivery*) é um indicador do nível de serviço nas entregas de uma organização. Este pode ser calculado de diversas formas, o importante é que o cliente receba o produto que pretende, no momento que pretende. É importante perceber que a rapidez de resposta é um fator cada vez mais valorizado no mercado (Neelakrishnan. & Ramachandran, 2017)

Apesar de não se poder contabilizar ao certo quais seriam os valores finais dos *mudas* mencionados no início desta secção sem antes se implementar este sistema, é possível fazer uma estimativa destes.

Considerando-se que a taxa de repouso definida pela empresa é 12%, taxa esta que inclui os intervalos programados da manhã e da tarde, e que estes não foram considerados na AMM, então não deverá ocorrer mais nenhum momento de descanso durante a produção. Sabe-se que é muito difícil eliminar por completo o “Descanso” dada a exigência de algumas atividades de montagem, e tem-se em conta, também, que a probabilidade de se conseguir eliminar por completo o “Falar” também é muito reduzida pois, muitas vezes, não saem do local de trabalho para o fazer. No entanto, considera-se que o *muda*

“Andar” possa ficar praticamente inexistente depois da implementação deste sistema. Assim, estimam-se diminuições destes *mudas* em 13,1%, tornando-se um aumento desta percentagem na “Montagem”. A Tabela 11 demonstra estas diminuições nos *mudas*.

Tabela 11 – Resultados AMM com o controlo de tempos

	Inicial	Diminuição	Final
Descanso	6,7%	5,7%	1,0%
Falar	5,2%	4,7%	0,5%
Andar	2,8%	2,6%	0,2%

5.4 Carrinhos de consumíveis

A partir do questionário percebeu-se que 64% dos inquiridos admitiu ter dificuldade a encontrar artigos da categoria “consumível” e 77% considerou que estes artigos deveriam estar organizados de uma forma mais clara e mais perto do local de trabalho. A AMM corroborou a opinião dos colaboradores. Assim, de modo a diminuir-se as deslocações relativas à recolha de consumíveis, os tempos relativos à procura de material e os tempos de *set-up*, considerou-se pertinente estudar a hipótese de serem criados carrinhos de consumíveis, materiais de pequenas dimensões, maior parte das vezes encontrados em formato de *kanbans* no chão de fábrica. Estes carrinhos estariam disponíveis no local de montagem e devem poder ser movimentados pelo chão de fábrica de modo a irem ao encontro dos projetos.

Para tal, analisou-se a quantidade de referências que seria possível incluir nos carrinhos que já existem na fábrica e, utilizando caixas com tamanhos padrão que já se encontravam à disposição na unidade fabril AMT, realizou-se um ensaio para perceber quantas caixas cheias de material, dos dois tamanhos disponíveis, seria possível incluir no carrinho sem comprometer, ergonomicamente, a recolha de artigos e a possibilidade de o deslocar sempre que necessário.



Figura 44 - Dimensões do carrinho disponível para consumíveis

Os carrinhos disponíveis têm as medidas descritas na Figura 44, com três andares. Apesar de terem alguns andares disponíveis, se todos estiverem cheios de artigos, os carrinhos ficam demasiado pesados e não é possível deslocá-los sem a ajuda de uma empilhadora, apesar de terem rodas. Sendo assim, considerou-se que apenas o andar de cima seria para ocupar com os materiais *standard* que estariam sempre disponíveis e que o segundo andar seria ocupado pelos materiais com menos rotatividade, mas que seriam necessários para o projeto em específico ao qual o colaborador estará alocado em cada momento.

Os consumíveis mais pequenos, em volume, serão colocados nas caixas de menores dimensões e, os de maior volume, nas caixas de maiores dimensões.

Para realizar o ensaio, analisaram-se vinte e nove projetos de QBN7 e outros vinte e nove de Normacel. Para cada tipo de cela analisou-se a frequência com que cada artigo surge na lista de materiais de cada projeto existindo uma divisão entre artigos para a Montagem e para a Eletrificação, e foi atribuída uma percentagem que corresponde à quantidade de projetos que cada artigo satisfaz. Em seguida, ordenou-se de forma decrescente os artigos com maior rotatividade (aqueles que surgiam mais vezes em projetos) e, seguindo a ordem, fez-se o ensaio tentando colocar o máximo de artigos possível na prateleira de cima, de modo a não sobrecarregar demasiado o carrinho em termos de peso, acabando por ser uma

solução ergonômica. As listas dos artigos considerados relevantes para o estudo, já ordenados por ordem decrescente, encontra-se disponível no Apêndice O.

Os carrinhos do tipo 1 - “Carrinho 1” - serão adaptados para projetos de QBN7 para o momento de Montagem. As referências que estarão no carrinho de forma permanente serão as presentes na Tabela 12.

Tabela 12 – Tabela com referências para Carrinho 1

Descrição	Referência	Armazém	Fornecedor	Família corporativa	Frequência	Porcentagem
ANILHA	9040017	172402	FABORY	121102	24	83%
ANILHA	9040019	172402	FABORY	121102	24	83%
ANILHA	9040021	172402	FABORY	121102	24	83%
ANILHA	9041309	172402	FABORY	121102	24	83%
ANILHA	9041311	172402	FABORY	121102	24	83%
ANILHA	9041313	172402	FABORY	121102	24	83%
ANILHA	9041315	172402	FABORY	121102	24	83%
PARAFUSO	9001527	172402	FABORY	121110	24	83%
PARAFUSO	9001528	172402	FABORY	121110	24	83%
PARAFUSO	9001563	172402	FABORY	121110	24	83%
PORCA	9010024	172402	FABORY	121112	24	83%
ANILHA	9041305	172402	FABORY	121102	23	79%
PARAFUSO	9001526	172402	FABORY	121110	23	79%
PARAFUSO	G0001BD549	172402	FABORY	121110	23	79%
PARAFUSO E PORCA	G0100AA003	172402	FABORY	120901	23	79%
ANILHA	9040011	172402	FABORY	121102	22	76%
ANILHA	9040013	172402	FABORY	121102	22	76%
ANILHA	9041307	172402	FABORY	121102	22	76%
PORCA REBITE	G0403AB103	172402	FABORY	121112	22	76%
PORCA REBITE	G0403AB106	172402	FABORY	121112	22	76%
PORCA	9010405	172402	FABORY	121112	20	69%
PARAFUSO	9000023	172402	FABORY	121110	18	62%
PARAFUSO	9000363	172402	FABORY	121110	18	62%
PARAFUSO	9001032	172402	FABORY	121110	18	62%
PARAFUSO	G0001DB322	172402	FABORY	121110	18	62%
PORCA REBITE	G0403AA305	172402	FABORY	121112	18	62%
PARAFUSO	9001502	172402	FABORY	121110	17	59%

Descrição	Referência	Armazém	Fornecedor	Família corporativa	Frequência	Porcentagem
PARAFUSO	G0001BD250	172402	FABORY	121110	16	55%
ANILHA	9040007	172402	FABORY	121102	15	52%
ANILHA	9040009	172402		121102	15	52%
PARAFUSO	9000015	172402	FABORY	121110	15	52%
PORCA	9010004	172402	FABORY	121112	15	52%
PORCA	9010009	172402	FABORY	121112	15	52%
REBITE	G0403DA020	182024	Bloqueio DCL com Aviamento	120503	13	45%
PORCA	9010014	172402	FABORY	121112	9	31%
PORCA	1211120047	172402	FABORY	121112	8	28%

As Figuras 45 e 46 mostram o carrinho modelo do tipo 1.



Figura 45 – Carrinho de consumíveis do tipo 1



Figura 46 - Carrinho de consumíveis do tipo 1 (visão superior)

Os carrinhos do tipo 2 – “Carrinho 2” - serão adaptados para projetos de Normacel para o momento de Montagem. As referências que estarão no carrinho de forma permanente serão as presentes na Tabela 13.

Tabela 13 – Tabela com referências para Carrinho 2

Descrição	Referência	Armazém	Fornecedor	Família corporativa	Frequência	Porcentagem
ANILHA	9040019	172402	FABORY	121102	22	76%
PARAFUSO	9000015	172402	FABORY	121110	22	76%
PARAFUSO	9001529	172402	FABORY	121110	22	76%
PARAFUSO	9001527	172402	FABORY	121110	21	72%
PORCA	9010027	172402	FABORY	121112	21	72%
PARAFUSO	9001528	172402	FABORY	121110	20	69%
PARAFUSO	9001563	172402	FABORY	121110	20	69%
PARAFUSO	9001051	172402	FABORY	121110	18	62%
CAVILHA ELÁSTICA	9051046	172402	FABORY	120113	17	59%
PARAFUSO	9000363	172402	FABORY	121110	17	59%
PARAFUSO	G0001BD248	172402	FABORY	121110	17	59%
PARAFUSO	G0001BD549	172402	FABORY	121110	17	59%
PARAFUSO	G0001CD065	172402	FABORY	121110	17	59%
PARAFUSO	G0403AB105	172402	FABORY	121112	17	59%
PORCA REBITE	G0403AB106	172402	FABORY	121112	15	52%
PARAFUSO	9001054	172402	FABORY	121110	13	45%
PARAFUSO	G0001BD249	172402	FABORY	121110	13	45%
PARAFUSO	9001532	172402	FABORY	121110	12	41%
PARAFUSO	9001524	172402	FABORY	121110	12	41%
PARAFUSO	9001545	172402	FABORY	121110	12	41%
PORCA	9010034	172402	FABORY	121112	10	34%
PORCA REBITE	G0403AA305	172402	FABORY	121112	9	31%
PARAFUSO	9000023	172402	FABORY	121110	7	24%

As Figuras 47 e 48 mostram o carrinho modelo do tipo 2.



Figura 47 – Carrinho de consumíveis do tipo 2



Figura 48 – Carrinho de consumíveis do tipo 2 (visão superior)

No que toca aos carrinhos de tipo 3 - “Carrinho 3” - estes serão adaptados para projetos tanto de QBN7 como de Normacel. Ao realizar o estudo, verificou-se que 25 artigos presentes da lista para eletrificação QBN7 e Normacel são comuns, sendo que maior parte das referências comuns se encontram concentradas nos primeiros artigos das listas, ou seja, os mais utilizados. Deste modo, tentou-se perceber se faria sentido haver apenas um carrinho que incluísse o máximo de artigos possíveis, para satisfazer as duas gamas de produto final, visto haver tantos artigos em comum, sendo que desta vez a questão

do peso dos artigos e do carrinho, em termos ergonómicos, não seria um problema visto que os consumíveis de eletrificação são maioritariamente plásticos e de peso muito reduzido.

Começou-se, por definir os artigos de eletrificação das duas gamas de produto final que satisfazem pelo menos 10% dos projetos analisados de cada tipo. Em seguida, retirou-se todos os artigos que não são utilizados na produção como marcadores e DEKs, e outros que são entregues ao cliente como material anexo ou são aviados no armazém Ulisses, sendo que resultou uma lista de 33 artigos para QBN7 e 26 artigos de Normacel. Confirmou-se que aproximadamente 77% dos artigos definidos para Normacel eram comuns com aqueles de QBN7. Sendo assim, decidiu-se que seria pertinente formar apenas um carrinho que irá satisfazer toda a zona da Primária.

Deste modo, foi possível juntar todos os artigos que satisfazem pelo menos 10% de todos os projetos analisados, ficando uma lista de 35 artigos. Devido ao espaço ainda disponível e ao facto de praticamente não haver uma restrição de peso, acrescentou-se mais artigos - aqueles que satisfazem mais do que 1 projeto em pelo menos uma das gamas de produto final. No total, serão 49 artigos que irão estar sempre presentes no “Carrinho 3”. Como já foi mencionado anteriormente, a alta variabilidade dos projetos e das celas não permite que seja totalmente constante o consumo destes artigos, no entanto, é possível alterar as referências aqui presentes consoante as necessidades e, devido ao espaço disponível nos andares, é também possível que sejam acrescentados artigos necessários para a eletrificação de um projeto que precise de mais, ou diferentes, referências. As referências que estarão no carrinho de forma permanente serão as presentes na Tabela 14.

Tabela 14 – Tabela com referências para Carrinho 3

Descrição	Referência	Armazém	Fornecedor	Família corporativa	Frequência	Percentagem
REBITE C/ ANEL	37150986	172402	FABORY	121114	41	71%
CAVILHA ELÁSTICA	9051046	172402	FABORY	120113	40	69%
REBITE CEGO	9032252	172402	FABORY	121114	38	66%
TERMINAL	9441450	172402		130112	31	53%
CIRCLIP 8 E DIN472	9053006	172402	FABORY	120112	29	50%
TAMPA BORNE	H4700AC041	172402	WEIDMULLER	130101	29	50%
INTERCALAR BORNE	9442866	172402	WEIDMULLER	130101	29	50%
SHUNT	H4700AC031	172402	WEIDMULLER	130101	29	50%
BORNE SECCIONÁVEL	9442847	172402	WEIDMULLER	130101	27	47%
BORNE	H4700AC002	172402	WEIDMULLER	130101	27	47%

Descrição	Referência	Armazém	Fornecedor	Família corporativa	Frequência	Porcentagem
TAMPA BORNE SECCIONÁVEL	9442848	172402	WEIDMULLER	130101	26	45%
SHUNT BORNE SECCIONÁVEL	9442849	172402	WEIDMULLER	130101	26	45%
REBITE CEGO	9032460-01	172402	FABORY	121114	25	43%
PARAFUSO BORNE SECCIONÁVEL	9442865	172402	WEIDMULLER	130101	25	43%
REBITE CEGO	9032238	172402	FABORY	121114	24	41%
SHUNT	130101032	172402		130101	23	40%
SHUNT	9442876	172402	WEIDMULLER	130101	23	40%
GOLPILHA FENDA	9031123	172402	FABORY	120113	22	38%
SHUNT BORNE SECCIONÁVEL	9442867	172402		130101	20	34%
TERMINAL	9441453	172402		130112	19	33%
TAMPA BORNE	H4700AC046	172402	WEIDMULLER	130101	18	31%
SHUNT	130101033	172402		130101	18	31%
TERMINAL	130112069	172402		130112	18	31%
TERMINAL	9441455	172402		130112	16	28%
CIRCLIP 12 E DIN471	9053010	172402	FABORY	120112	15	26%
TERMINAL	130112052	172402		130112	15	26%
BORNE MOLA	H4700AC011	172402	WEIDMULLER	130101	15	26%
TERMINAL	9441259	172402		130112	15	26%
TAMPA BORNE	H4700AC045	172402	WEIDMULLER	130101	15	26%
TERMINAL	9441159	172402		130112	15	26%
SHUNT	9442875	172402	WEIDMULLER	130101	10	17%
TERMINAL	9441463	172402		130112	10	17%
TERMINAL	9441454	172402		130112	10	17%
BORNE	H4700AC003	172402	WEIDMULLER	130101	9	16%
TAMPA FINAL WAP	944C0003	172402	FABORY	130101	6	10%
CAVILHA ELÁSTICA	9051034	172402	FABORY	120113	6	10%
TERMINAL	9441451	172402		130112	5	9%
TERMINAL	9442862	172402		130112	4	7%
TERMINAL	130206064	172402		130112	3	5%
SHUNT	944C0093	172402		130101	3	5%
SHUNT	944C0119	172402		130101	2	3%
BORNE	944C0001	172402		130101	2	3%

Descrição	Referência	Armazém	Fornecedor	Família corporativa	Frequência	Porcentagem
TAMPA BORNE SECCIONÁVEL	9910126	172402	WEIDMULLER	130101	2	3%
BORNE	944C0005	172402		130101	2	3%
TAMPA FINAL	130101262	172402		130101	2	3%
PONTEIRA DE TESTE	9910127	172402	WEIDMULLER	130101	2	3%
BORNE	130101057	172402		130101	2	3%
BORNE	944C0052	172402		130101	2	3%
SHUNT	130101369	172402		130101	2	3%

As Figuras 49 e 50 mostram o carrinho modelo do tipo 2.



Figura 49 – Carrinho de consumíveis do tipo 3



Figura 50 – Carrinho de consumíveis do tipo 3 (visão superior)

Com estas alterações espera-se que haja um decréscimo nas percentagens de tempos relativos a *mudas*, como a “Procura de material” em que os operários deixam de perder tempo a procurar os consumíveis que se encontram espalhados pela área fabril e muitas vezes em estantes mal identificadas. Ainda mais, o “*Set-up*” passa a ser desnecessário pois os colaboradores já não necessitam de arranjar um local, já na zona de montagem, para dispor os consumíveis que foram buscar previamente e, finalmente, o *muda* “Andar para ir buscar consumíveis” também é praticamente eliminado. No entanto, estes tempos não conseguem ficar totalmente nulos pois é natural que esporadicamente ainda seja necessária alguma deslocação.

Apesar de não se conseguir implementar na totalidade a utilização do carrinhos, sendo que a parte informática não foi realizada, testou-se os protótipos ao longo de três dias, com um serralheiro de QBN7 e um de Normacel, e um electricista, para perceber se efetivamente seriam benéficos para a redução dos *mudas*. Concluiu-se que com a utilização destes os *mudas* mencionados anteriormente passaram todos para 0,5% do tempo total do dia de trabalho.

O facto de alguns artigos estarem em falta e de não se ter descartado os resultados para um período de habituação pode indicar que a longo prazo estes tempos possam ficar praticamente nulos. Na tabela seguinte é possível verificar-se um decréscimo de 13,1% em *mudas* que, eliminados, passam a constituir um acréscimo em tempos na montagem. Estes valores são apenas estimativos e o pior cenário possível pois não foi exequível a introdução total do funcionamento destes

Tabela 15 – Resultados da AMM com a introdução dos carrinhos de consumíveis

	Inicial	Diminuição	Final
Set-up	3,1%	2,6%	0,5%
Andar para ir buscar consumíveis	6,8%	6,3%	0,5%
Procurar material	4,7%	4,2%	0,5%

No que diz respeito à identificação dos carrinhos, estes apresentam uma placa, como se pode ver na Figura 49, onde poderá ser colocada uma faixa plastificada, como aquela que identifica as celas de cada projeto, com um íman na parte de trás, com o número do projeto, de modo a que o *mizusumashi* possa saber onde entregar o material para o seu abastecimento. Presente no Apêndice P estão as placas para os carrinhos. Este método permite que o número seja apagado e alterado consoante a mudança de projetos. É importante que cada um esteja identificado conforme o projeto a que se destina, pois, poderá conter outros artigos que não estão permanentemente nele e que são acrescentados consoante as

necessidades. Quem fica encarregue de alterar o número na faixa serão os operários, tal como fazem com as Fichas de Acompanhamento da Cella, sempre que o carrinho alterar o projeto.

Relativamente ao número de carrinhos, pensou-se que, como os serralheiros trabalham maioritariamente em pares, faz sentido haver um carrinho disponível por cada par e, assim, haverá nove carrinhos de montagem. No entanto, os eletricistas trabalham individualmente pois vão adiantando trabalho entre operações de montagem, assim, admite-se que é ideal que cada eletricista tenha o seu carrinho pessoal de consumíveis e estes não estarão atribuídos a um projeto pois são gerais para celas do tipo QBN7 e Normacel. Sendo que existem quatro eletricistas, serão quatro carrinhos, com o nome de cada um em cada carrinho.

Abastecimento dos Carrinhos

De modo a que este sistema de carrinhos de consumíveis faça sentido, é necessário que exista um processo, por parte da logística, para abastecê-los visto que os operários da montagem e eletrificação deixam de estar autorizados a utilizar os *kanbans* da empresa. Este novo sistema faz com que a utilização de *kanbans* seja menor e, por isso, o seu abastecimento deixa de ser a prioridade passando o abastecimento dos carrinhos de consumíveis a constituir uma nova prioridade.

Os operadores, tanto na montagem como na eletrificação, iniciam a semana a recolher os carrinhos do Posto 1 (local obrigatório para o estacionamento dos mesmos no final da semana de trabalho ou sempre que um projeto termina ou é interrompido por alguma razão). No final do turno, durante a semana, devem deixar os carrinhos próximos do local onde se encontram a trabalhar, sem obstruir corredores, visto que os carrinhos estão alocados a projetos e não pessoas, e só no final da semana guardá-los no Posto 1. Não deverá ser feita a recolha diária dos carrinhos pois é possível que alguns serralheiros ou eletricistas troquem de projeto durante a mesma semana, e que rodem entre eles, se forem mais especializados em alguma operação, e por isso considerou-se que poderia gerar alguma confusão neste sentido. Assim, ao estarem durante a semana próximos da cela onde estão a trabalhar é mais fácil entender onde se parou o trabalho e para os operários da logística será também mais fácil contar que os carrinhos nem sempre estarão no parque, caso a entrega dos consumíveis seja feita depois da hora de trabalho iniciar, mas sim ao lado do projeto a que corresponde. Espera-se que estes estejam sempre organizados e limpos, apenas com material aviado pela logística.

Utilizar-se-á os carros de *picking* presentes na Figura 51, aqueles já utilizados nas instalações, que têm dimensões e capacidade de peso suficientes para se entregar um número de artigos correspondente a dois carrinhos do tipo 1 ou 2.



Figura 51 – Carro de picking

O posto 1, de estacionamento de carrinhos, terá de ficar definido num local que não seja necessário para a montagem e, mais uma vez, de preferência, próximo do local da entrada para o local de trabalho. Visto que o Posto 0 de estacionamento dos carrinhos já se encontra próximo do local de picagem do cartão, então estudou-se outros locais para este parque.

Ficará, então, definido o local destacado na Figura 52 para o Posto 1.



Figura 52 – Mapa do Posto 1

De modo que não haja falta de material nos carrinhos pensou-se em alocar um *tablet* industrial para cada carrinho onde estivesse disponível a lista dos artigos que estarão no carro e onde os operadores pudessem criar pedidos de abastecimento de materiais que estivessem a acabar, para a equipa de logística. No entanto, devido à possibilidade discutida na secção 5.3 onde cada colaborador terá o seu *tablet*, esta hipótese apenas viria a constituir gastos adicionais e desnecessários.

Assim, tendo em conta que cada colaborador terá o seu próprio dispositivo eletrónico, decidiu-se que a melhor maneira para o abastecimento será criar um separador no Atlas onde tenha 3 listas de artigos, uma para cada tipo de carrinho, e que ao seleccioná-la um dos dois colaboradores a trabalhar com o carrinho pudesse requisitar os artigos em vias de acabar no seu carrinho, gerando uma lista de *picking* para a equipa de logística recolher e entregar no dia seguinte.

Este separador terá um nome claro, como “Carrinhos consumíveis”, e ao selecionar esta opção o colaborador terá de escolher entre as opções “Montagem” e “Eletrificação”, tendo em conta se é um serralheiro ou um electricista. É de salientar que para utilizar a plataforma Atlas é necessário efetuar login e, desta forma, sempre que é feito um pedido este fica registado com o nome da pessoa que o requisitou. Assim, no caso de ser um electricista a fazer o pedido, este apenas terá de informar o sistema dos artigos que necessita, sendo que lhe serão apresentados todos aqueles mencionados anteriormente e haverá um local para pedir outros que não estão na lista fixa do carrinho. No caso de o pedido vir da parte de um serralheiro, sendo que a escolha de quem efetua o pedido é decidida entre cada par de serralheiros alocados a cada carrinho, este terá de escolher se quer aceder à lista “QBN7” ou “Normacel” e em seguida seguir a mesma lógica para a escolha dos artigos que o electricista faz. Na Figura 53 é possível verificar o esquema representativo dos separadores na plataforma Atlas.

Depois de requisitar os artigos, o colaborador é redirecionado para a página principal, a que aparece depois de efetuar o *login*.

Os operadores da logística passam a iniciar o dia a confirmar os pedidos de abastecimento dos carrinhos de consumíveis e, tal como é feito para o aviamento de outros pedidos, o mesmo irá acontecer com os consumíveis onde o operador da logística confirma referência a referência as faltas e abastece aquelas que são necessárias. Visto que os operadores da logística já utilizam este sistema nos *tablets* para o aviamento de materiais, acredita-se que é particularmente fácil e intuitivo a introdução deste método. Em seguida, esta equipa volta à normalidade das suas funções, realizando o abastecimento de *kanbans*, que ficam secundários em relação ao abastecimento destes carros.

Mais uma vez, criou-se um documento explicativo para a utilização deste sistema, constituindo uma nova norma dentro da empresa. Este encontra-se no Apêndice Q.

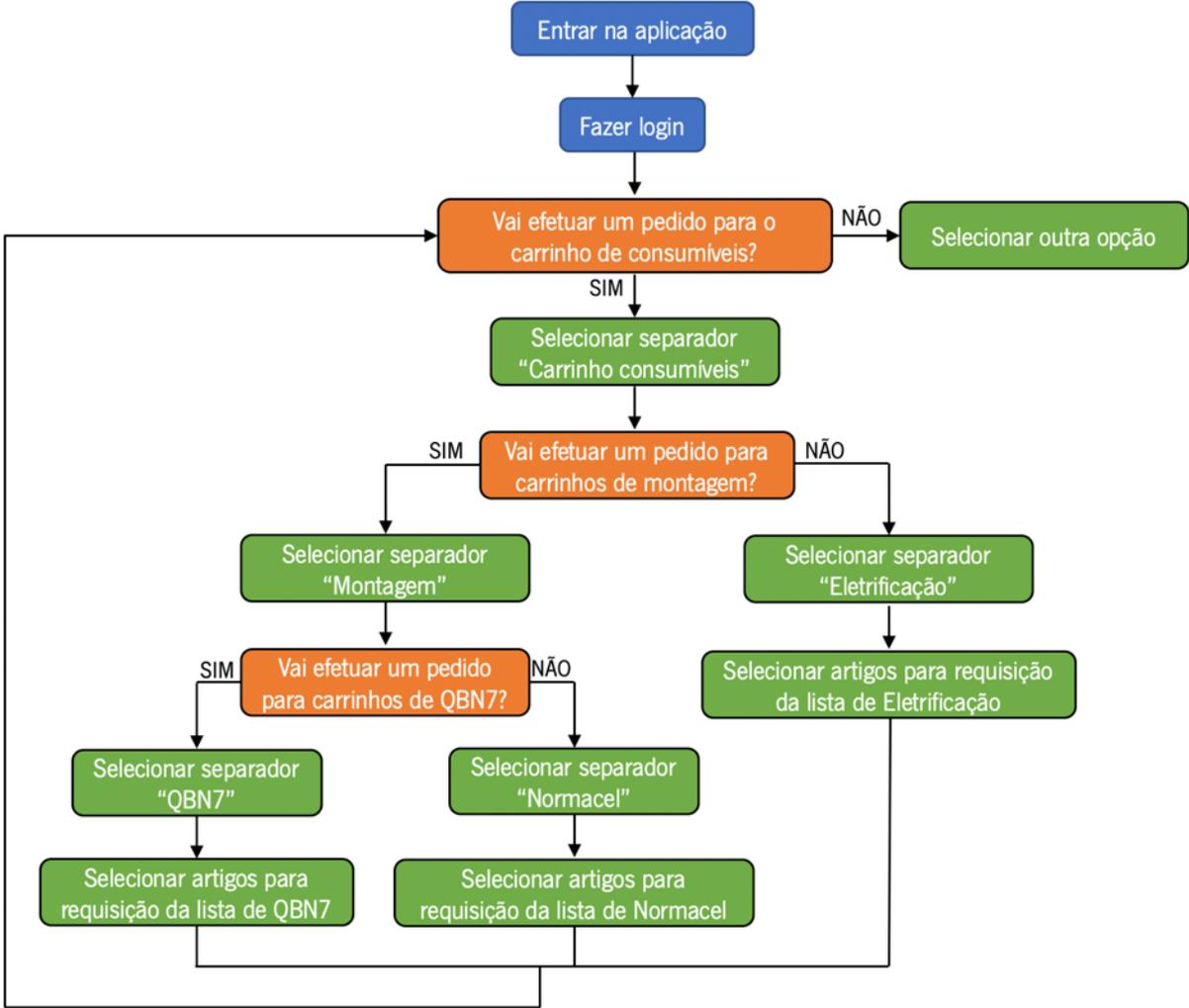


Figura 53 – Fluxograma do pedido de abastecimento dos carrinhos de consumíveis

No caso de o carrinho alterar para outro projeto onde não sejam necessários os artigos que não estão na lista principal fixa, então o operário deverá informar o *mizusumashi* no momento de abastecimento para que este os recolha.

5.5 Auditorias

De modo a implementar e garantir a continuidade dos 5S visando a melhoria contínua por todos, criou-se uma *checklist* com parâmetros de controlo dos sentidos, sendo que as auditorias se enquadram no último, o senso da Disciplina.

Em Apêndice R encontra-se a *checklist* que consiste em perguntas ou afirmações divididas nos 5 pilares dos 5S com um quinto S que corresponde à segurança. A pontuação deve ser dada de 1 a 5,

considerando-se 1 – Mau e 5 – Excelente, sendo que automaticamente será dada uma percentagem a cada pergunta e, no final de cada Senso, resultará uma percentagem geral que corresponderá a um nível de maturidade do pilar em questão.

Visto que a segurança é um pilar importante da empresa devido ao elevado peso dos materiais transportados, dos meios de transporte utilizados e da utilização de material elétrico bem como das ferramentas, considerou-se pertinente criar uma parte na *checklist* que remetesse este tópico. Sabe-se que o cumprimento dos sentidos leva a que a segurança dos operários esteja minimamente assegurada, no entanto, há parâmetros específicos da empresa que podem não estar incluídos nos outros sentidos como a utilização de EPIs e questões ergonómicas que se consideraram importantes avaliar na auditoria.

Além da especificidade no pilar da segurança, em todos os pilares foram incluídos parâmetros particulares referentes a mudanças implementadas e outras que estão descritas nesta dissertação que devem ser implementadas. Por este motivo a auditoria preliminar no Apêndice R apresenta valores bastante baixos e deve ser descartada.

Ainda no que refere à auditoria preliminar, que é possível verificar-se na Figura 112 presente no Apêndice R, todos os parâmetros que apresentam um nível de maturidade igual ou inferior a 2, destacados a laranja, foram tratados ao longo da dissertação com propostas para que este nível aumente.

O quadro de maturidade dos 5S+1S explica o nível de maturidade referente a cada senso de toda a área de produção (Apêndice R). É importante que quando se dispõe os resultados de percentagens de cada pilar esteja também este quadro visível para que todos os funcionários percebam, de forma clara, em que ponto se encontram. Desta forma, espera-se que se sintam mais motivados a atingir patamares superiores e que procurem participar de forma mais ativa no cumprimento dos parâmetros. Este quadro deverá estar também preenchido com as melhorias que ainda são necessárias em cada pilar, no caso de estar num nível de 4 ou inferior.

É importante referir que os próximos passos se baseiam no ciclo PDCA mencionado anteriormente neste documento. Nestas fases é importante que esteja em mente e por esta ordem o planeamento, a implementação, a confirmação e a ação. Além disto, visto que o objetivo das auditorias é avaliar o progresso da implementação de um pensamento de melhoria contínua e de redução de desperdícios na empresa, os resultados devem estar afixados no quadro informativo que se encontra no centro do *gemba*, trabalho que estará ao cargo da equipa de Engenharia Industrial. É de esperar que com a implementação dos 5S+1S o valor final da auditoria deva chegar aos 80%.

Considerou-se importante introduzir as auditorias faseadamente, isto é:

1ª Fase – Formações

Dado que o processo de compreensão e de aprendizagem de novas normas e procedimentos pode ser demorado, é importante que haja formações sobre este novo método de auditorias as suas fases e a forma como cada um deverá participar nelas com uma atitude responsável, bem como sobre a importância da limpeza e organização de toda a unidade fabril e de tudo o que a compõe (passando pela organização e limpeza do material pessoal até ao geral do *gemba*). Nestas formações também se irá explicar as novas normas e métodos mencionados nesta dissertação.

2ª Fase - Auditorias Semanais

Depois de todos os operários terem tido a formação inicial, começam-se as auditorias semanais. Sabe-se a dificuldade em implementar novos procedimentos e, por isso, entende-se que numa fase inicial não haja grande vontade no cumprimento dos 5S+1S fazendo com que se se deixar passar muito tempo entre cada auditoria se volte a verificar a desorganização inicial, sendo difícil recomeçar a implementação das mudanças. Assim, e de forma a incluir os operários nesta mudança como método para os motivar, serão formadas equipas de 4 operários (sendo que existem 20 operários serão 5 equipas), e durante 10 semanas serão feitas as auditorias com a assistência de um chefe de um departamento relacionado com a produção. Sendo que são 5 departamentos envolvidos na produção e planeamento (planeamento, produção, ensaios, engenharia industrial e logística), em cada uma destas semanas terá de ser um chefe diferente a acompanhar a auditoria de forma a haver aleatoriedade nos registos.

As auditorias deverão ser realizadas 7 dias úteis após a introdução de alterações e haverá 3 dias úteis para estas mudanças.

Primeiramente são feitas as mudanças apresentadas nesta dissertação, e outras que se considerem importantes e que não foram abordadas neste documento. Em seguida, os operários têm 7 dias úteis para a ambientação às novas normas e, no 7º dia, será realizada a auditoria com uma das equipas. O chefe que supervisionou a equipa nessa semana terá 1 dia útil para reunir os dados e apresentá-los ao chefe de produção e à equipa de engenharia industrial. No caso de ser o chefe de engenharia industrial ou de produção a realizar o estudo, estes devem reunir com o outro para analisar os resultados. Nos 2 dias que se seguem deverão ser implementadas as melhorias às falhas registadas, sendo estas aquelas dos parâmetros com pontuações inferiores a 60% ou eventualmente outras que se verifiquem e não estejam nos parâmetros. Sabe-se que este período para mudanças possa parecer reduzido, no entanto, as 10 semanas desta fase servem para que se façam erros e para que possam ser introduzidas melhorias aos poucos tanto no *gemba* como na *checklist*.

A Figura 54 mostra a legenda do plano de implementação de auditorias e a Figura 55 um exemplo visual desta fase.

Legenda:
Manutenção dos 5S e das melhorias implementadas
Dia da auditoria, mas a manutenção dos 5S mantém-se
Período para entrega dos dados e para reunião sobre decisões e melhorias a implementar. Implementar melhorias
Fins-de-semana = dias não úteis

Figura 54 – Legenda do plano de implementação de auditorias

Fevereiro 2021

Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira	Sábado	Domingo
1	2	3	4	5	6	7
1ª Auditoria						
8	9	10	11	12	13	14
1ª Auditoria						
15	16	17	18	19	20	21
2ª Auditoria						
22	23	24	25	26	27	28
2ª Auditoria						

Março 2021

Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira	Sábado	Domingo
1	2	3	4	5	6	7
3ª Auditoria						
8	9	10	11	12	13	14
3ª Auditoria						
15	16	17	18	19	20	21
4ª Auditoria						
22	23	24	25	26	27	28
4ª Auditoria						
29	30	31				
5ª Auditoria						

Abril 2021

Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira	Sábado	Domingo
			1	2	3	4
5ª Auditoria						
5	6	7	8	9	10	11
5ª Auditoria						

Figura 55 – 2ª fase do plano de implementação de auditorias

Sabe-se que inicialmente os resultados terão baixa pontuações, no entanto é de esperar que estas vão aumentando com o decorrer das semanas.

O avanço para a 3ª fase dependerá dos resultados destas primeiras semanas. Se ao final da 5ª auditoria os valores desta não se encontrar acima dos 60% então o programa então a 2ª Fase inicia de novo sendo que, no momento em que o valor de todos os pilares superar os 60%, poderá avançar-se para o próximo momento.

3ª Fase - Auditorias de 3 em 3 Semanas

Esta fase dá início às auditorias e reuniões de 3 em 3 semanas para avaliar o estado atual do programa 5S e apurar as dificuldades sentidas pelos colaboradores na sua implementação. Dado que a filosofia a ter em mente é a *Kaizen*, a procura pela melhoria contínua deve ser constante e, por isso, deverá haver sempre espaço para sugestões de melhoria em todas as reuniões.

Neste momento as auditorias serão realizadas por um membro da equipa de engenharia industrial e as reuniões devem ser realizadas com o chefe da produção ou da linha, dois operários e o colaborador que realizou a auditoria em questão.

A decisão das 3 semanas entre cada auditoria e cada reunião deve-se ao facto de não se querer aumentar demasiado o tempo entre cada inspeção nesta primeira fase em que os operários não vão participar nas auditorias. Assim, num dia aleatório da terceira semana, o engenheiro industrial digirir-se-á ao *gemba* para realizar a auditoria. Depois, será marcada a reunião para discussão de resultados.

A 3ª fase deverá decorrer até se atingir 80% em cada um dos sentidos e esse valor deverá manter-se pelo menos em 5 auditorias seguidas para se poder avançar para o próximo momento.

Se em duas auditorias consecutivas algum valor estiver abaixo dos 60% então terá de se analisar a possibilidade de se retornar para a 2ª fase. Poderá ser um problema de compreensão ou resistência por parte dos operários, fazendo sentido, assim, que estes voltem a estar envolvidos nas auditorias de forma a motivá-los. Neste caso, voltará a implementar-se a 3ª fase. A Figura 56 demonstra um exemplo visual desta fase.

Abril 2021

Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira	Sábado	Domingo
12	13	14	15	16	17	18
1ª Auditoria						
19	20	21	22	23	24	25
1ª Auditoria						
26	27	28	29	30		
1ª Auditoria						

Maio 2021

Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira	Sábado	Domingo
					1	2
1ª Auditoria						
3	4	5	6	7	8	9
2ª Auditoria						
10	11	12	13	14	15	16
2ª Auditoria						
17	18	19	20	21	22	23
2ª Auditoria						
24	25	26	27	28	29	30
3ª Auditoria						
31						
3ª Auditoria						

Junho 2021

Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira	Sábado	Domingo
	1	2	3	4	5	6
3ª Auditoria						
7	8	9	10	11	12	13
3ª Auditoria						
14	15	16	17	18	19	20
4ª Auditoria						
21	22	23	24	25	26	27
4ª Auditoria						
28	29	30				
4ª Auditoria						

Julho 2021

Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira	Sábado	Domingo
			1	2	3	4
4ª Auditoria						
5	6	7	8	9	10	11
5ª Auditoria						
12	13	14	15	16	17	18
5ª Auditoria						
19	20	21	22	23	24	25
5ª Auditoria						

Figura 56 – 3ª fase do plano de implementação de auditorias

4ª Fase – Auditorias Mensais

A 4ª e última fase é aquela que entra em vigor depois de cada um dos sensores atingir os 80% por pelo menos 5 auditorias seguidas. Assume-se que neste ponto já estará incutido um pensamento de melhoria contínua e organização.

Deixam de ser necessárias reuniões mensais enquanto os valores se encontrarem acima dos 80%, continuando a equipa de engenharia industrial a realizar as auditorias e as reuniões semanais normais com um ponto extra na ata que remeterá à análise dos resultados e em medidas de incremento dos resultados. Se porventura apenas dois sensores apresentarem valores inferiores a este, então imperativamente terá de se discutir estes pontos numa reunião interna da engenharia industrial para sugerir melhorias. Mais do que dois sensores com valores inferiores a 80% obrigará a uma reunião extraordinária com a equipa de engenharia industrial, o chefe da produção ou da linha e dois operários. No entanto, seguindo a mesma lógica da fase anterior, no caso de duas auditorias seguidas apresentarem um valor geral inferior a 80%, então terá de se voltar à fase anterior.

Geral – Envolvimento dos colaboradores

Para finalizar, de modo que a opinião dos colaboradores continue a ser tida em conta, nas auditorias terá de haver um momento para recolha de opiniões. Este momento deverá ocorrer durante o preenchimento da *checklist* sempre que algum dos parâmetros não se encontre acima dos 60%.

5.6 Produtividade esperada

Dado que a produtividade é o único indicador que se consegue definir, neste momento, procedeu-se ao cálculo da mesma considerando-se as várias estimativas anteriormente definidas.

Espera-se um aumento na eficiência da mão-de-obra em 35,5 pontos percentuais, que corresponde a um aumento aproximado de 91% relativamente à mão-de-obra que se utilizava anteriormente. Logo, o aumento da produtividade será correspondente a este último percentual.

$$\begin{aligned} \textit{Produtividade esperada} &= \textit{Produtividade atual} \times 1,91 = \\ &= 0,0187 \times 1,91 = 0,0357 \textit{celas} / \textit{h.h} \end{aligned} \quad (5.1)$$

Visto que não se conhecem dados reais sobre atrasos da entrada e saída de celas do processo produtivo, nem se conhecem dados relativos a atrasos na entrega do produto, é difícil aferir sobre o que poderá implicar o aumento da produtividade.

Apesar disto, sabe-se que a redução do número de operários não será possível dado que o número de eletricitistas já é reduzido e devido ao facto de tanto estes últimos como os serralheiros serem bastante especializados e terem de se deslocar para o estrangeiro com alguma regularidade por longos períodos de tempo. Além disto, é possível que haja baixas esporadicamente, como a de dois serralheiros que atualmente estão com baixa prolongada há mais de um ano. Assim, considerou-se mais importante que sejam feitas formações aos operários já existentes para que sejam mais polivalentes. Isto é, para que possam realizar tarefas de outras áreas, como por exemplo de ensaios, que se sabe que são as operações que podem criar mais *bottlenecks* devido ao elevado tempo que tomam e ao facto de se encontrarem um maior número de não-conformidades neste processo, que por poderem muitas vezes ser solucionadas pela mesma equipa, atrasam outros ensaios, atrasando a expedição.

Assim, admitindo que não haverá lugar a redução de pessoal, conclui-se que se pode passar a produzir anualmente um número consideravelmente maior de celas.

$$\begin{aligned} N^{\circ} \text{ esperado de celas produzidas} &= N^{\circ} \text{ de celas prduzidas atualmente} \times 1,91 = \\ &= 666 \times 1,91 \approx 1272 \text{ celas por ano} \end{aligned} \quad (5.2)$$

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No sexto e último capítulo, são apresentadas as conclusões que resultam do projeto de dissertação. Salienta-se que, uma vez que vigorou a pandemia mundial durante o período de estágio, o que impossibilitou a ainda às instalações, algumas propostas não conseguiram ser implementadas. Não obstante, neste documento estão presentes planos de implementação e normas que, apenas depois de serem implementadas, poderão ser avaliadas pela equipa de Engenharia Industrial e comparadas com os valores estimados apresentados de seguida.

Além disso, são apresentadas propostas para trabalhos futuros também neste capítulo.

6.1 Conclusões

O objetivo proposto para este projeto era o de analisar, diagnosticar e melhorar a produtividade e utilização da mão-de-obra numa unidade de montagem de transformadores.

Visando a identificação de oportunidades de melhoria na área de produção da distribuição primária, foi necessário compreender os seus processos produtivos, desde o planeamento até à expedição, a envolvente dos sistemas de armazenamento, as trocas de informação dentro da empresa e analisar os dados históricos que esta tinha disponíveis. A ida constante ao *gemba* permitiu que fosse possível distinguir problemas bastante visíveis na organização da unidade fabril, dando azos à necessidade uma AMM por forma a compreender os *mudas* presentes neste.

A AMM demonstrou que apenas 39% do tempo disponível de trabalho era utilizado para atividades que acrescentam valor ao produto, notando-se, assim, uma forte necessidade de intervenção com foco na melhoria processos.

A urgência na implementação do Atlas desencadeou a necessidade do estudo e da criação de uma matriz de localizações para a unidade fabril em questão. Esta seria o ponto de partida para o início da implementação dos 5S+1S que se tornou evidente com os resultados da AMM que demonstraram *mudas* elevados em questões de organização fabril. Ao mesmo tempo, visando um envolvimento dos colaboradores na filosofia *Kaizen* que se queria implementar, elaborou-se um questionário a todos os operários da unidade que referiam vários problemas evidenciados.

Após a implementação do Atlas verificou-se uma redução de 80% nos tempos de realização do *picking* por parte da equipa de logística, tendo um impacto direto nos tempos de espera dos operários da unidade fabril.

A primeira fase da implementação dos 5S+1S iniciou-se com a limpeza das áreas mais preocupantes do *gemba*, de locais e meios de trabalho, na criação de localizações consoante a nova matriz e nas propostas de melhorias que colmatam as falhas encontradas. A segunda focou-se na normalização e na disciplina inerentes a estas melhorias, com a criação de documentos informativos focados na organização e cumprimento de novas normas. Tendo em vista que todas as sugestões sejam efetivadas no futuro, criou-se um plano de auditorias que envolve os colaboradores numa fase inicial e visa a sua mudança de mentalidades focada para a melhoria contínua. Espera-se que, com a implementação dos 5S+1S se notem melhorias de 9,4%, sendo que esta percentagem irá acrescentar à única atividade necessária e que acrescenta valor ao produto.

A obtenção de dados históricos para o cálculo de alguns indicadores de desempenho tornou-se difícil dado que o registo de tempos é realizado em vários documentos diferentes, manualmente, provando-se um método ineficaz e incompleto. Assim, as propostas passaram pela estruturação e sugestão de um meio de registo de tempos manual, mas informático, que permitirá que a empresa, no futuro, tenha um único suporte de registo de dados, fiável e eficaz. A introdução deste sistema deve focar-se também no envolvimento dos colaboradores de modo a elevar-lhes a moral, dando-lhes mais responsabilidades. Espera-se, assim, que os *mudas* relacionados com a inatividade dos colaboradores diminuam em 13,1%, tornando-se um aumento desta percentagem na “Montagem”.

Considerando um valor elevado de *mudas* de 14,6% relacionados com a procura e falta de artigos no *gemba*, bem como analisando os resultados dos questionários, criou-se um sistema de abastecimento com carrinhos de consumíveis, um modelo de cada carrinho foi criado no entanto, sem o apoio do sistema informático que ficou estruturado, não foi possível testar esta sugestão. Não obstante, espera-se uma diminuição de 13,1% nestes desperdícios, provocando um aumento deste valor na “Montagem”.

Para todas as propostas consideraram-se ganhos esperados, uma vez que devido à situação de pandemia mundial atual não foi possível implementar todas as propostas dadas as restrições impostas para as empresas. Assim, no melhor cenário possível onde todas as propostas teriam sido postas em prática e avaliadas, obter-se-ia um aumento de 35,5 pontos percentuais na utilização da mão-de-obra, que serão a soma das percentagens de desperdícios que deixarão de existir e, por isso, passarão a constituir um aumento na “montagem”, a única atividade que acrescenta valor ao produto e, por isso, traduzir-se-á num aumento da utilização da mão-de-obra. Isto é, um aumento aproximado de 91% na produtividade que se traduz num aumento da produção atual de celas de 666 para 1272 celas.

Relativamente à metodologia *Action Research* utilizada neste projeto, considerou-se que foi bastante elucidativa e foi um bom método de aprendizagem. O facto de se pôr em prática algumas ferramentas

constituiu uma forma de se entender as maiores dificuldades inerentes à aplicação das mesmas. Sentiu-se uma grande resistência por parte dos operários ao tentar-se implementar certas mudanças, o que conseqüentemente levou a que fossem feitos esforços em fazê-los entender que o seu trabalho e a sua prestação nunca iriam ficar prejudicados. Além disso, foi na implementação efetiva de certas ferramentas que se compreendeu melhor a dificuldade e o trabalho que podem implicar certas mudanças, esforços que não são tidos em conta no início do projeto e contratempos que surgem como, neste caso, a pandemia que levou a baixas de operários, reduzindo a mão-de-obra disponível para mover material e criando constrangimentos ao acesso a material e ferramentas.

6.2 Trabalho futuro

Dadas as limitações durante esta dissertação, a proposta de trabalhos futuros passa pela implementação de todas as propostas referidas neste documento, e a avaliação das mesmas.

Sugere-se também que posteriormente, sejam implementadas normas de avaliação dos colaboradores e do sistema de produção utilizando os dados recolhidos com o sistema de registo de tempos.

Além disto, com a introdução dos tablets, sendo que cada colaborador terá o seu, e visando a importância das ajudas visuais e do *standard work*, sugerem-se os seguintes programas para auxiliar nos processos de eletrificação e de montagem:

- Implementação do Software “Smart Wiring” – Este software tem como objetivo auxiliar nas tarefas de eletrificação, permitindo criar animações e vídeos didáticos das tarefas a executar;
- Implementação do Software “Creo Illustrate” - Este software tem como objetivo auxiliar nas tarefas de montagem, com materiais didáticos semelhantes ao do “Smart Wiring”.

A filosofia *Kaizen* assenta a procura da perfeição, e por isso, os trabalhos de melhoria contínua nunca devem parar. É de se ter em conta a necessidade do envolvimento dos colaboradores e que é preciso tentar transformar o pensamento de todos, focado na procura e eliminação de desperdícios, bem como na procura de um local de trabalho harmonioso, limpo e organizado.

REFERÊNCIAS

- Abdelhay A. Sallam, A., & Om P. Malik, A. (2011). *Electric Distribution Systems*. <https://doi.org/10.1002/9780470943854>
- Berenson, M., Krehbiel, T., Levine, D., & Stephan, D. (2008). *Statistics for Managers Using Microsoft Excel* (5th Edition). Prentice Hall.
- Black, J. (2007). Design rules for implementing the Toyota Production System. *International Journal of Production Research*, 45(16), 3639–36641. <https://doi.org/10.1080/00207540701223469>
- Brar, G. S., & Saini, G. (2011). Milk run logistics: Literature review and directions. *Proceedings of the World Congress on Engineering 2011, WCE 2011, 1*, 797–801.
- Carvalho, D. (2006). Fundamentos da Dinâmica da Produção. *Dinis Carvalho*, 1–5.
- Coimbra, E. A. (2013). *Kaizen in Logistics & Supply Chain*. McGraw-Hill.
- Dong, L., Han, J., Zhang, L., Bai, L., Liu, X., & Yan, J. (2018). Research on partial discharge image recognition and intelligent diagnosis of distribution switchgear. *2nd IEEE Conference on Energy Internet and Energy System Integration, EI2 2018 - Proceedings*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/EI2.2018.8582242>
- Efacec. (2016). Aparelhagem de Alta e Média Tensão. Obtido de <https://www.efacec.pt/wp-content/uploads/2016/10/Aparelhagem-media-alta-tensao.pdf>
- Garrido, P. C. (2017). Desenvolvimento e Conceção de Painel de Distribuição de Média Tensão Estágio.
- Gupta, S., & Jain, S. K. (2013). A literature review of lean manufacturing. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 8(4), 241–249. <https://doi.org/10.1080/17509653.2013.825074>
- Hicks, B. J. (2007). Lean information management: Understanding and eliminating waste. *International Journal of Information Management*, 27(4), 233–249. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2006.12.001>
- Imai, M. (1986). *Kaizen: The Key To Japan's Competitive Success*. McGraw-Hill.
- Imai, M. (2012). *Gemba Kaizen: A Commonsense Approach to a Continuous Improvement Strategy* (Second Ed.). McGraw-Hill.
- Intranet. (sem data). Obtido 20 de Dezembro de 2019, de <https://intranet3.efacec.pt/>
- Jorge, R., & Teixeira, L. (2017). Aplicação de ferramentas Lean numa PME do setor do calçado. Obtido de [https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/49605/1/Ricardo Jorge Leite Teixeira.pdf](https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/49605/1/Ricardo%20Jorge%20Leite%20Teixeira.pdf)
- Lander, E., & Liker, J. K. (2007). The Toyota Production System and art: Making highly customized and

- creative products the Toyota way. *International Journal of Production Research*, 45(16), 3681–3698. <https://doi.org/10.1080/00207540701223519>
- Leonard, M. D., Michaelides, E. E., & Michaelides, D. N. (2020). Energy storage needs for the substitution of fossil fuel power plants with renewables. *Renewable Energy*, 145, 951–962. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.06.066>
- Liff, S., & Posey, P. A. (2004). Seeing Is Believing: How the New Art of Visual Management Can Boost Performance Throughout Your Organization. *Amacom*.
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill.
- Lu, J. C., & Yang, T. (2015). Implementing lean standard work to solve a low work-in-process buffer problem in a highly automated manufacturing environment. *International Journal of Production Research*, 53(8), 2285–2305. <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.937009>
- Magalhães, M., & Branco, C. (2018). Conceção de Novo Sistema de Montagem de Aparelhagens para a Distribuição Elétrica Secundária.
- Melton, T. (2005). The benefits of lean manufacturing: What lean thinking has to offer the process industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6 A), 662–673. <https://doi.org/10.1205/cherd.04351>
- Míkva, M., Prajová, V., Yakimovich, B., Korshunov, A., & Tyurin, I. (2016). Standardization-one of the tools of continuous improvement. *Procedia Engineering*, 149(June), 329–332. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.06.674>
- Monden, Y. (1988). *Toyota Production System—An Integrated Approach to Just-In-Time*. Engineering and Management Press.
- Napoleão, B. M. (2018). 5S. Obtido 3 de Novembro de 2020, de <https://ferramentasdaqualidade.org/5s/>
- Natario, J. T. (2017). *Melhoria da eficiência de processos de trabalho numa linha de montagem de componentes : articulação entre Lean Production e Ergonomia*. Universidade do Minho.
- Neelakrishnan., S., & Ramachandran, G. M. (2017). An Approach to Improving Customer On- Time Delivery Against the Original Promise Date. *South African Journal of Industrial Engineering*, 28(4), 109–119. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.7166/28-4-1766>
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production* (12.ª ed.). Brasil: Bookman.
- Parmenter, D. (2015). *Key performance indicators: developing, implementing, and using winning KPIs* (Third Edit). Wiley.

- Pettersen, J. (2009). Defining lean production: some conceptual and practical issues. *The TQM Journal*.
- Pinto, J. P. (2014). *Pensamento Lean: A filosofia das organizações vencedoras*. (Lidel, Ed.) (6th ed.).
- Planje, P. (2015). Multi Moment Analysis: A new of way of getting information about your organization.
 Obtido de <https://multimomentanalysis.com/>
- Quem Somos. (sem data). Obtido 6 de Dezembro de 2019, de <https://www.efacec.pt/quem-somos/>
- Ramos, A. G., Lopes, M. P., & Ávila, P. S. (2013). Development of a platform for lean manufacturing simulation games. *Revista Iberoamericana de Tecnologias del Aprendizaje*, 8(4), 184–190.
<https://doi.org/10.1109/RITA.2013.2284960>
- Roos, D., Jones, D. T., & Womack, J. P. (1990). *The Machine That Changed The World*. Macmillan Publishing Company.
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2009). Research Methods for Business Students. Em Pearson Education Limited (Ed.), *Research Methods for Business Students* (Fifth, Vol. 16, pp. 147–148).
<https://doi.org/10.7748/nr2009.01.16.2.4.c6758>
- Smadi, S. Al. (2009). Kaizen strategy and the drive for competitiveness: Challenges and opportunities. *Competitiveness Review*, 19(3), 203–211. <https://doi.org/10.1108/10595420910962070>
- Stump, B., & Badurdeen, F. (2012). Integrating lean and other strategies for mass customization manufacturing: A case study. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 23(1), 109–124.
<https://doi.org/10.1007/s10845-009-0289-3>
- Tanchoco, J. M. (1994). *Material Flow Systems in Manufacturing*. Springer-Science+Business Media, B.V.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2006). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. (Simon & Schuster, Ed.). Free Press.
- Woods, T. (2005). Lean thinking. *Engineering*, 246(5), 18–19.

APÊNDICE A – LAYOUT ATUAL EFACEC AMT

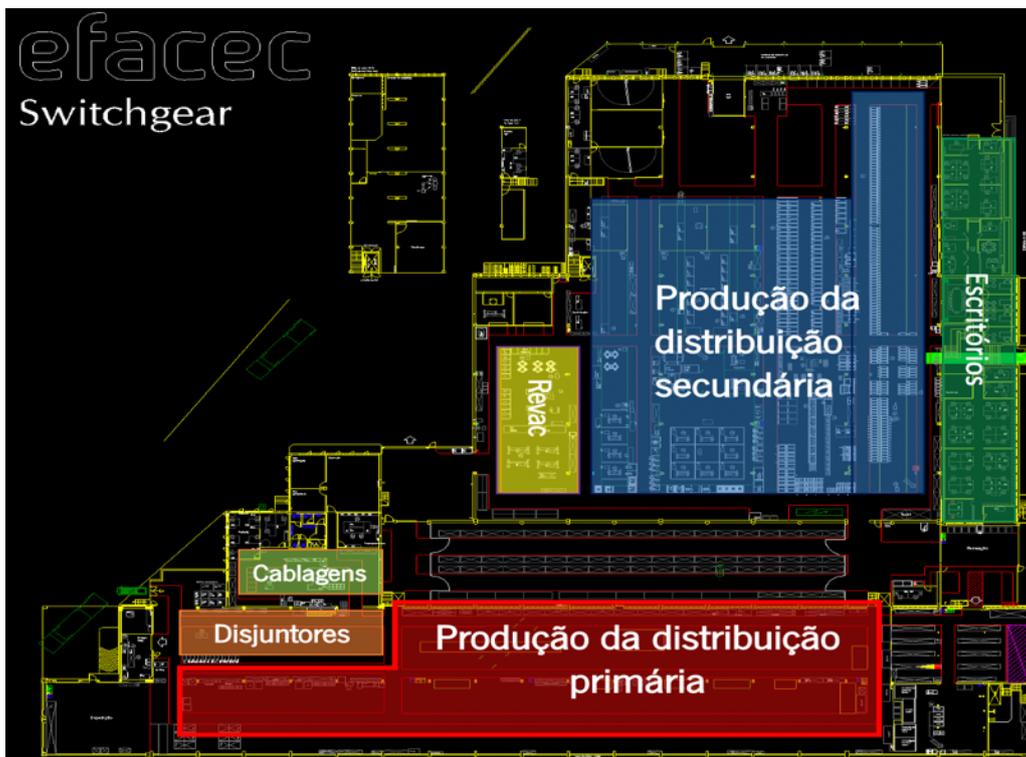


Figura 57 – Identificação das principais áreas no layout atual da Efacec AMT

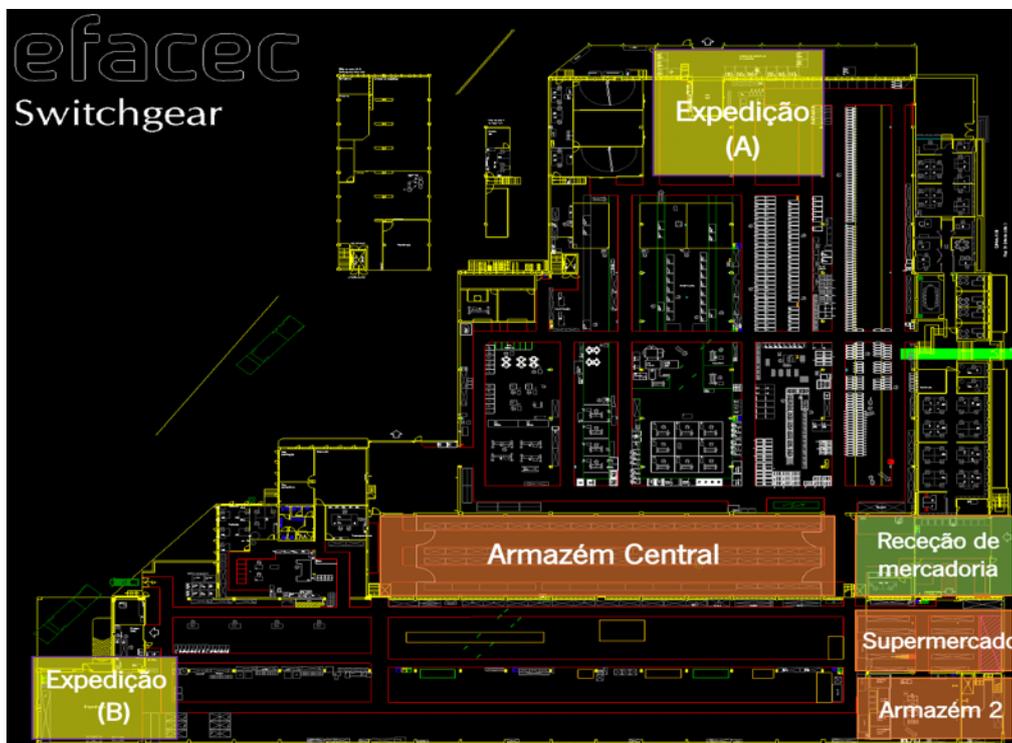


Figura 58 – Identificação das áreas logísticas no layout atual da Efacec AMT

APÊNDICE B - FLUXOGRAMAS PARA COMPREENSÃO DE PROCESSOS

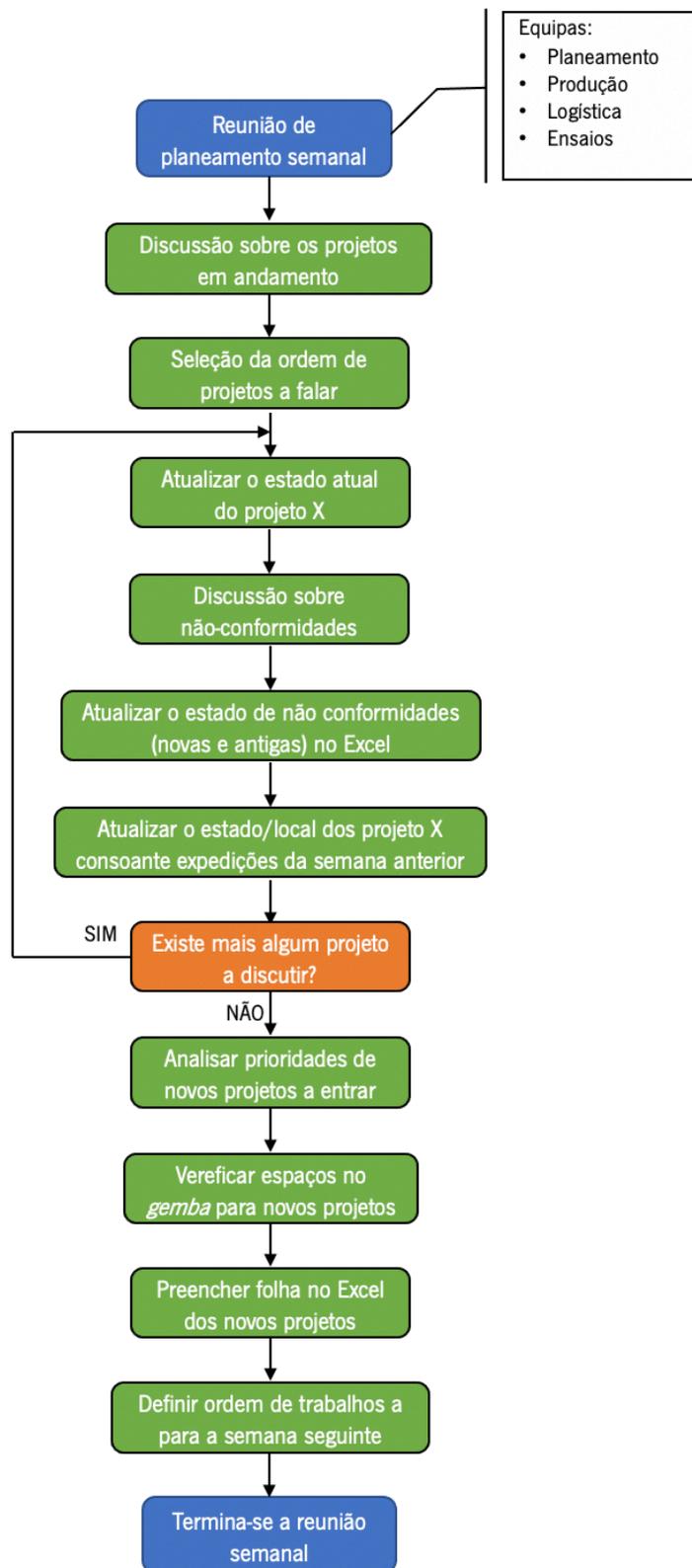


Figura 59 – Fluxograma de processos de Planeamento

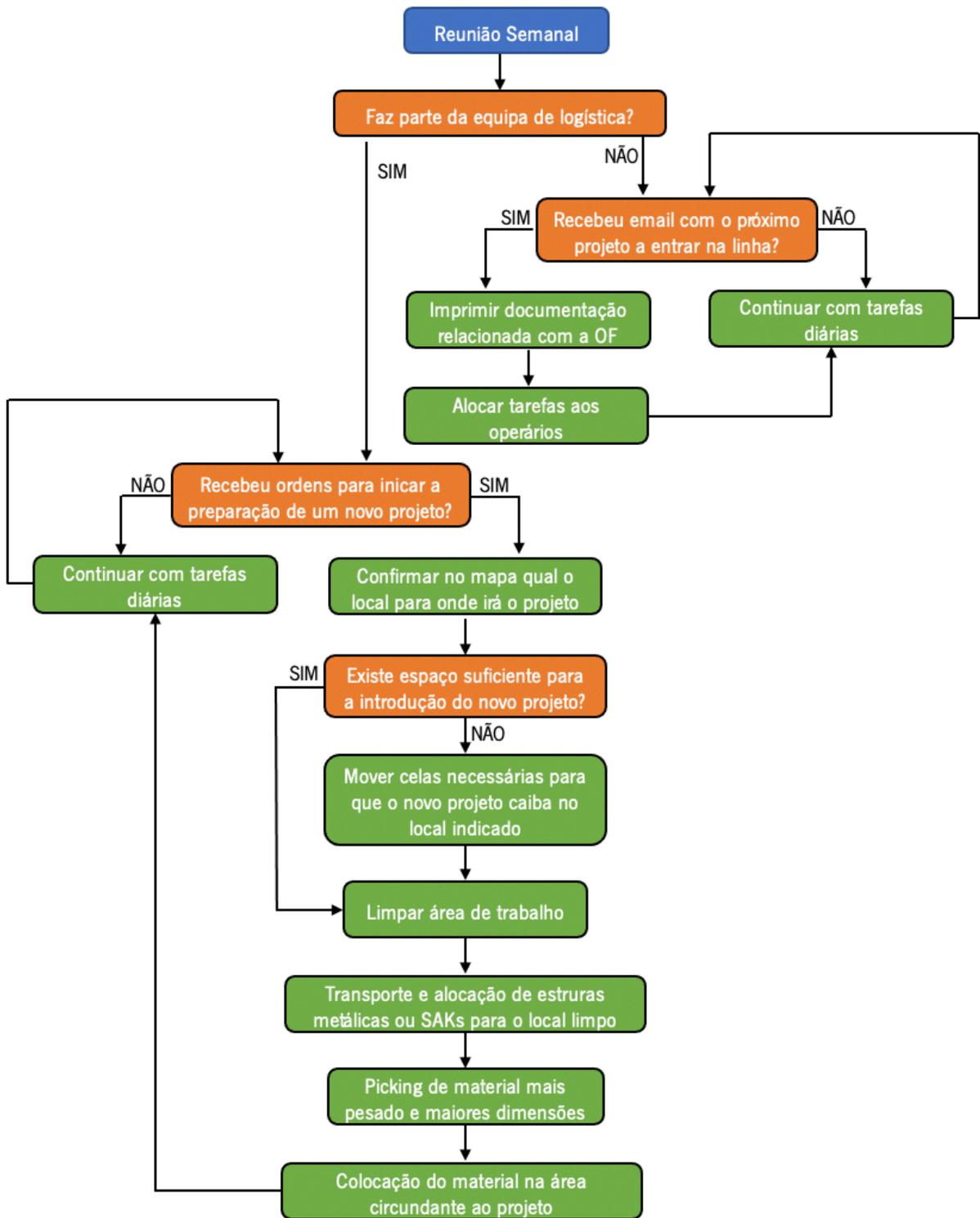


Figura 60 – Fluxograma de processos de preparação das celas

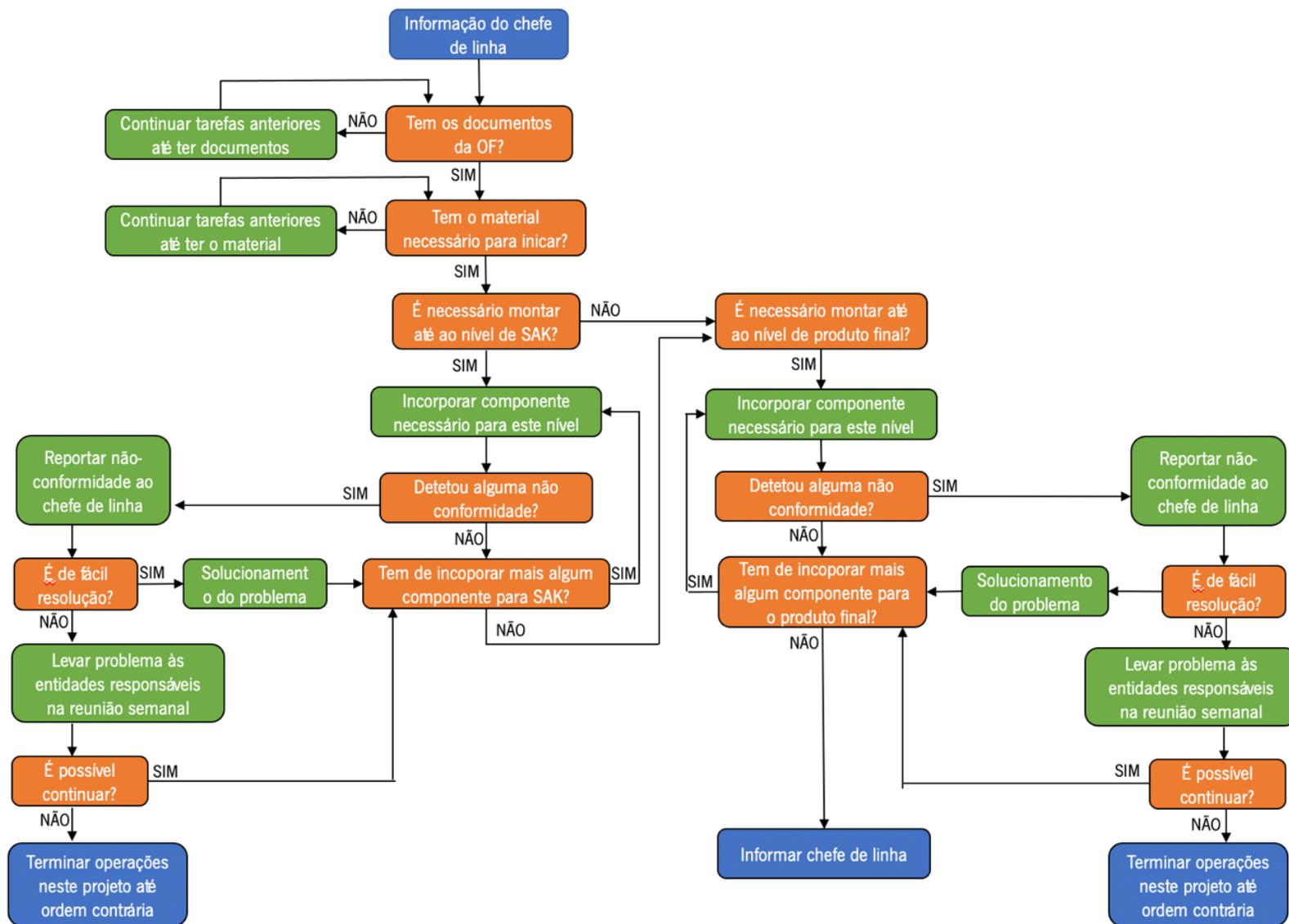


Figura 61 – Fluxograma de processos de montagem

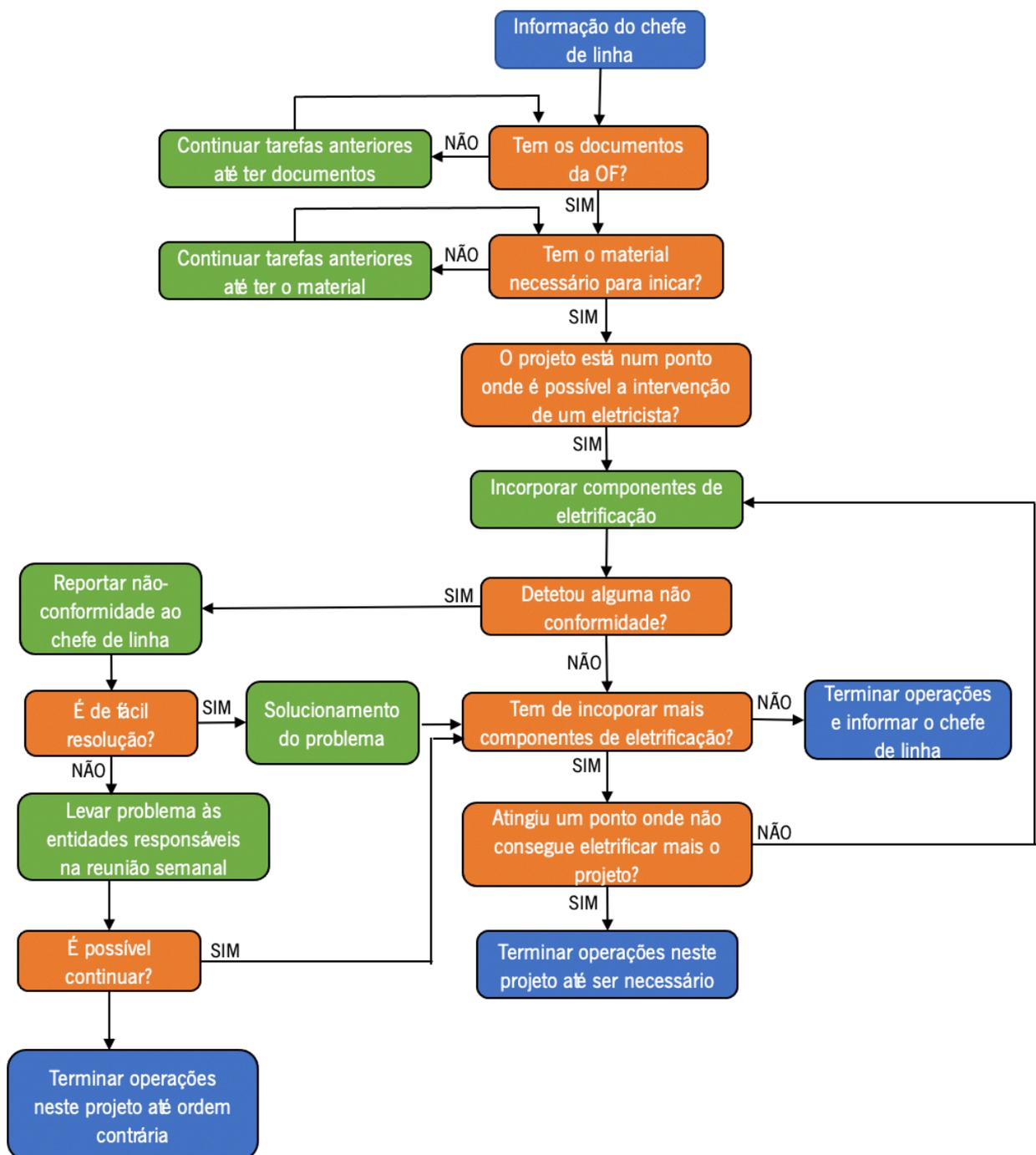


Figura 62 – Fluxograma de processos de eletrificação

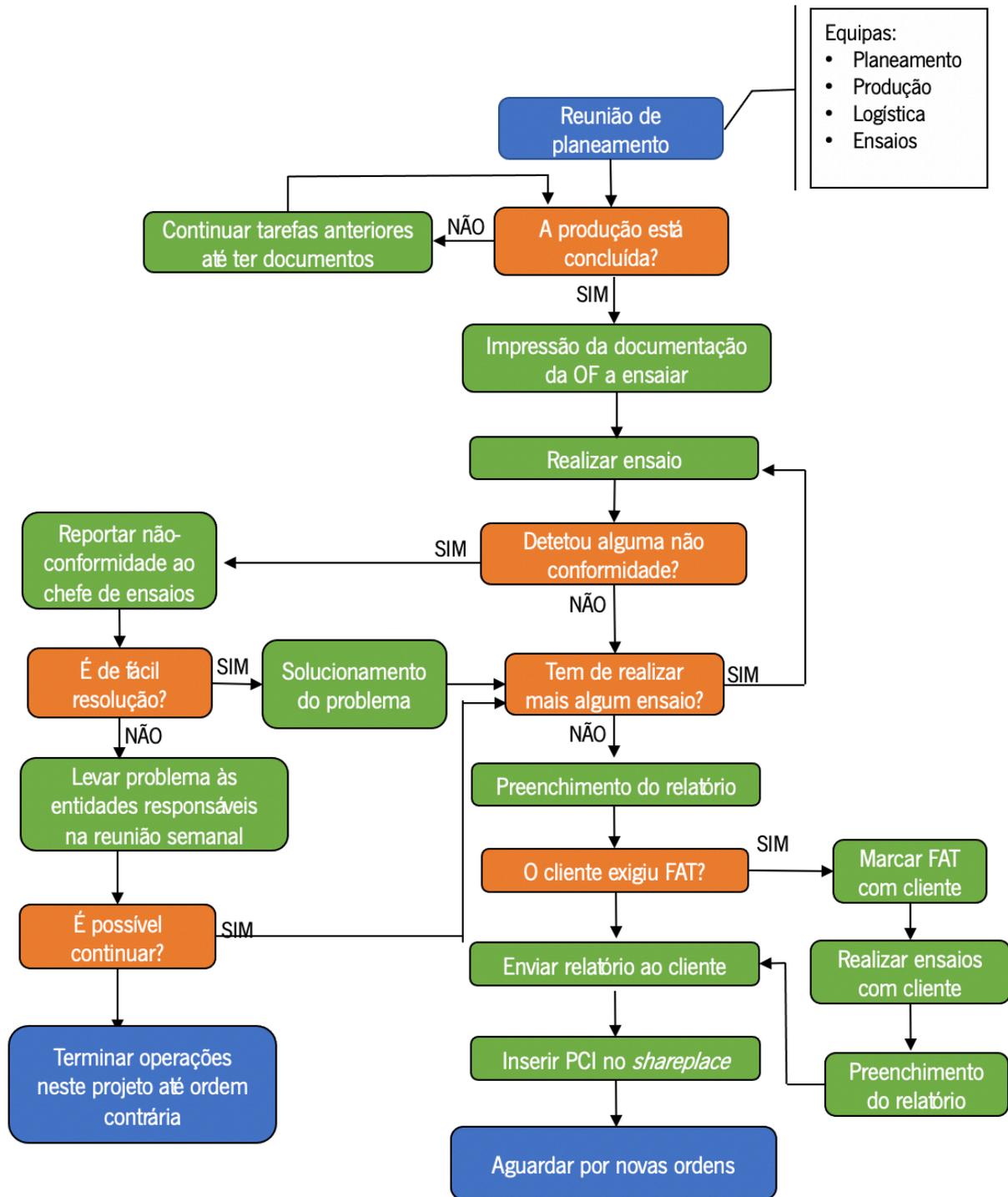


Figura 63 – Fluxograma de processos de ensaios

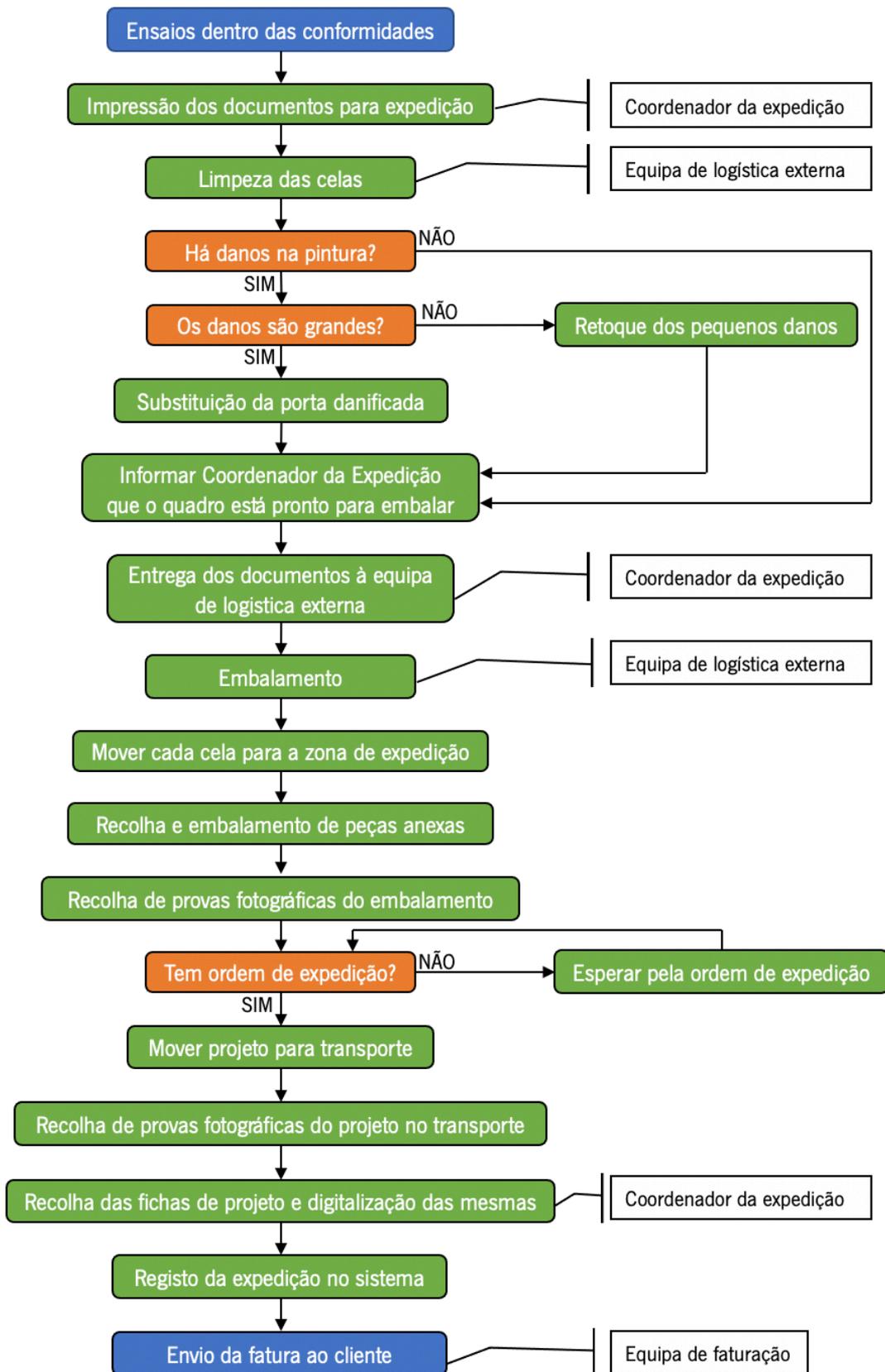


Figura 64 – Fluxograma de processos de expedição

APÊNDICE C - DADOS DE PRODUÇÃO REGISTRADOS EM 2019

C.1. Recolha de dados Semanal

Tabela 16 – Análise das semanas para cálculo dos dias de produção

Tipo	Quantidade	Projeto	Semana Inicial	Semana Final	Total Semanas	Dias
QBN7	24	E18100558	2	19	18	90
Ncel 12	27	E18100831	9	51	43	215
Ncel 17,5	1	E18100883	1	13	13	65
QBN7	5	E18100887	3	26	24	120
Ncel 12	10	E18100888	3	28	26	130
Ncel 17,5	7	E18100892	1	39	39	195
QBN7	14	E18100904	2	20	19	95
Ncel 12	1	E18100908	6	11	6	30
Ncel 17,5	8	E18100921	24	43	20	100
Ncel 17,5	4	E18100922	18	38	21	105
Ncel 24	14	E18100923	1	26	26	130
QBN7	2	E18100924	8	21	14	70
Ncel 17,5	19	E18100926	1	13	13	65
QBN7	1	E18100927	8	23	16	80
QBN7	1	E18100928	8	23	16	80
Ncel 17,5	4	E18100929	18	37	20	100
Ncel 17,5	4	E18100930	30	50	21	105
Ncel 17,5	4	E18100931	23	51	29	145
Ncel 17,5	4	E18100932	11	24	14	70
Ncel 17,5	12	E18100933	11	27	17	85
QBN7	1	E18100934	8	15	8	40
Ncel 17,5	1	E18100935	29	36	8	40
Ncel 17,5	2	E18100936	12	23	12	60
QBN7	2	E18100937	22	31	10	50
Ncel 24	16	E18100938	21	24	4	20
Ncel 24	3	E18100939	22	25	4	20
Ncel 12	2	E18100940	12	26	15	75
QBN7	18	E18100944	1	22	22	110
QBN7	18	E18100945	1	23	23	115
QBN7	18	E18100946	9	44	36	180
QBN7	18	E18100947	13	51	39	195
QBN7	14	E18100948	9	45	37	185
QBN7	18	E18100949	19	45	27	135
QBN7	18	E18100952	21	46	26	130
QBN7	36	E18100953	39	51	13	65
QBN7	18	E18100954	19	42	24	120
QBN7	14	E18100955	23	45	23	115
QBN7	14	E18100956	23	45	23	115

Tipo	Quantidade	Projeto	Semana Inicial	Semana Final	Total Semanas	Dias
QBN7	18	E18100957	23	45	23	115
QBN7	14	E18100958	26	45	20	100
QBN7	18	E18100959	28	45	18	90
QBN7	9	E18100960	31	45	15	75
QBN7	18	E18100961	35	51	17	85
QBN7	14	E18100962	30	45	16	80
QBN7	14	E18100963	28	45	18	90
QBN7	12	E18100964	27	45	19	95
QBN7	32	E18100965	36	47	12	60
QBN7	18	E18100966	34	45	12	60
QBN7	1	E18100968	27	39	13	65
Ncel 17,5	30	E18100969	15	41	27	135
Ncel 17,5	11	E18100970	11	29	19	95
Ncel 17,5	11	E18100971	16	41	26	130
Ncel 12	12	E18100972	15	21	7	35
Ncel 12	1	E18100974	18	21	4	20
QBN7	1	E18100975	24	30	7	35
QBN7	1	E18100979	23	29	7	35
Ncel 24	1	E18100990	22	27	6	30
Ncel 17,5	1	E18100991	25	30	6	30
Ncel 12	3	V18100079	25	29	5	25
Ncel 12	6	V18100080	25	39	15	75
QBN7	5	V18100081	27	41	15	75
QBN7	2	V18100082	27	43	17	85
Ncel 12	8	V18100083	26	29	4	20
QBN7	1	V18100086	39	50	12	60
Ncel 12	7	V18100087	38	51	14	70

C.2. Entrada e saída de celas para cálculo do WIP

Tabela 17 – Entrada e saída de celas para cálculo do WIP

Semana	Início	Fim	WIP	Máximo
1	77		77	426
2	115		115	426
3	130		130	426
4	130		130	426
5	130		130	426
6	131		131	426
7	131		131	426
8	136		136	426
9	195		195	426
10	195		195	426
11	222	1	221	426

Semana	Início	Fim	WIP	Máximo
12	226	1	225	426
13	244	21	223	426
14	244	21	223	426
15	286	22	264	426
16	297	22	275	426
17	297	22	275	426
18	306	22	284	426
19	342	46	296	426
20	342	60	282	426
21	376	75	301	426
22	382	93	289	426
23	433	115	318	426
24	442	135	307	426
25	452	138	314	426
26	482	159	323	426
27	502	172	330	426
28	534	182	352	426
29	535	213	322	426
30	553	215	338	426
31	562	217	345	426
32	562	217	345	426
33	562	217	345	426
34	580	217	363	426
35	598	217	381	426
36	630	218	412	426
37	630	222	408	426
38	637	226	411	426
39	666	240	426	426
40	666	240	426	426
41	666	286	380	426
42	666	304	362	426
43	666	314	352	426
44	666	332	334	426
45	666	509	157	426
46	666	527	139	426
47	666	559	107	426
48	666	559	107	426
49	666	559	107	426
50	666	564	102	426
51	666	666	0	426
52	666	666	0	426

D.1 Questionário



Universidade do Minho
Escola de Engenharia



QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DE NECESSIDADES

Instruções de preenchimento	
Colocar uma cruz na resposta que considera correta e, no caso de ser uma resposta de escrita, tentar ser o mais breve possível.	
FERRAMENTAS	
1. É comum NÃO ter uma ferramenta disponível quando precisa?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
2. Se sim:	
a. Quanto tempo demora, em média, a procurar a ferramenta?	<input type="checkbox"/> 5 - 10 min. <input type="checkbox"/> 10 - 15 min. <input type="checkbox"/> Mais do que 15 min.
b. Quantas vezes por semana acontece? (Se for várias vezes por dia conte todas as ocorrências e não só os dias por semana)	<input type="checkbox"/> 1 x Semana <input type="checkbox"/> 2 x Semana <input type="checkbox"/> Mais do que 3 x Semana
3. As ferramentas, em geral, funcionam corretamente?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
4. Se sim, quantas avarias mensais consegue reportar?	<input type="checkbox"/> 1 x Mês <input type="checkbox"/> 2 x Mês <input type="checkbox"/> 3 x Mês <input type="checkbox"/> Mais do que 3 x Mês
MATERIAL PARA MONTAGEM	
1. Considera fácil manusear e encontrar o material aviado pela equipa de logística nas estantes?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
2. Considera que o método de aviamento de material para estantes poderia ser melhorado de alguma forma?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
3. Se sim, tem alguma sugestão? Qual?	_____

4. Quando necessita de algum artigo de categoria "consumível" (como parafusos, porcas, anilhas, etc..) tem dificuldade a encontrar?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
5. Considera que estes artigos deveriam estar melhor organizados, de uma forma mais clara, e mais perto do local de trabalho?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não



ORGANIZAÇÃO FABRIL
1. Considera fácil identificar as celas de cada projeto e o estado em que cada uma se encontra?
<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
2. Se não, pode sugerir uma melhoria nesse sentido: _____ _____ _____
3. Sente que beneficiava se a zona fabril tivesse um local próprio e identificado para cada material e para os carrinhos?
<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não

D.2 Resultados Questionário

Ferramentas

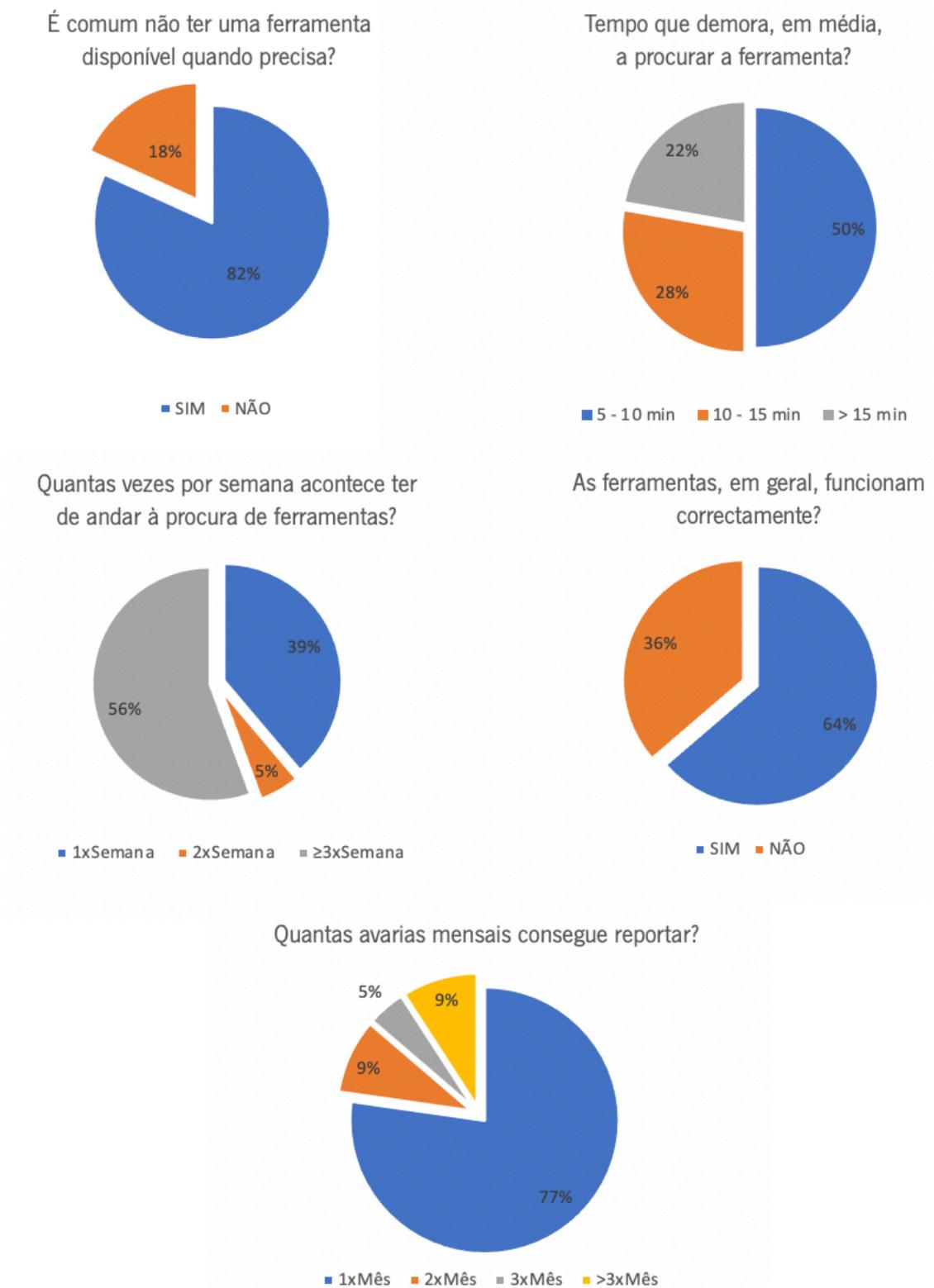


Figura 67 – Resultados do questionário da secção “Ferramentas”

Material para montagem

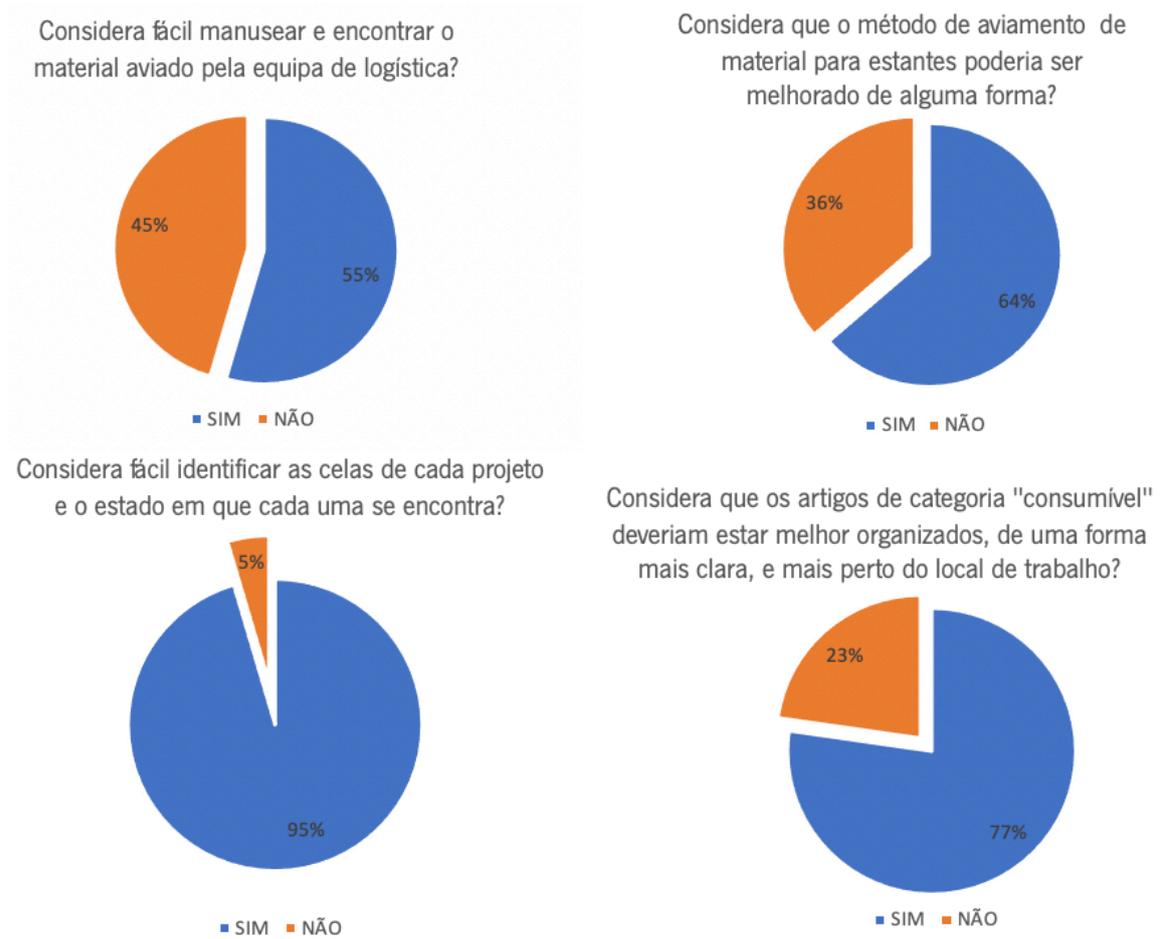


Figura 68 – Resultados do questionário da secção "Material para montagem"

Organização fabril

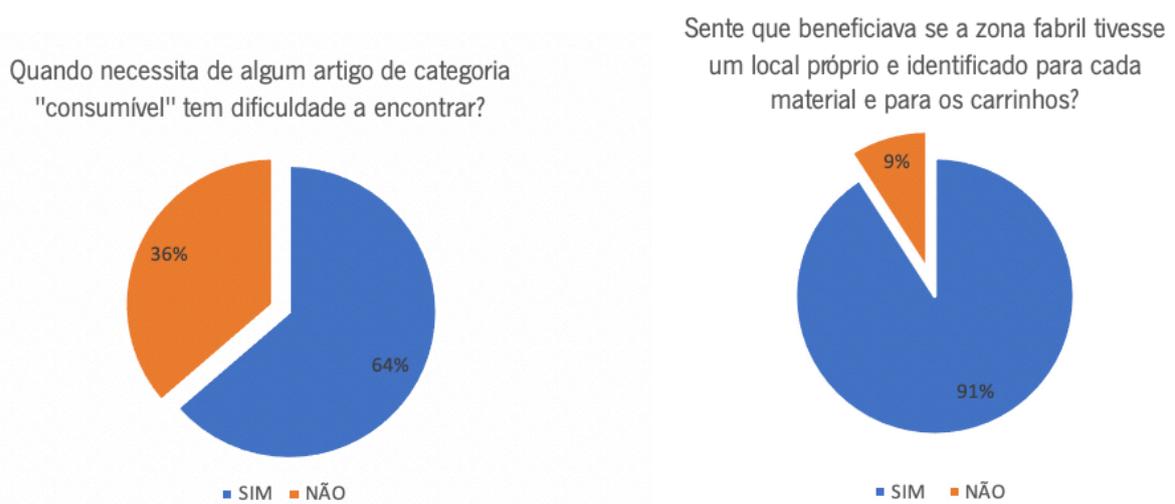


Figura 69 – Resultados do questionário da secção "Organização fabril"

APÊNDICE E – OPÇÃO MATRIZ LOCALIZAÇÕES

Devido à dimensão dos corredores faria sentido que as colunas se invertessem quando o *mizusumashi* terminasse o *picking* no C1 e que este não tivesse de voltar ao C0 para realizar o *picking* no C2, iniciando-se neste corredor pelo final do primeiro e, ao chegar ao final do corredor C2, que coincide novamente com o corredor C0, iniciava com o corredor 3 novamente tendo em vista a matriz inicial que é o método utilizado no supermercado 1 devido à pequena dimensão dos corredores. A representação esquemática das duas matrizes será necessária estar em separado devido à confusão que poderia provocar se as duas estivessem representadas no mesmo esquema.

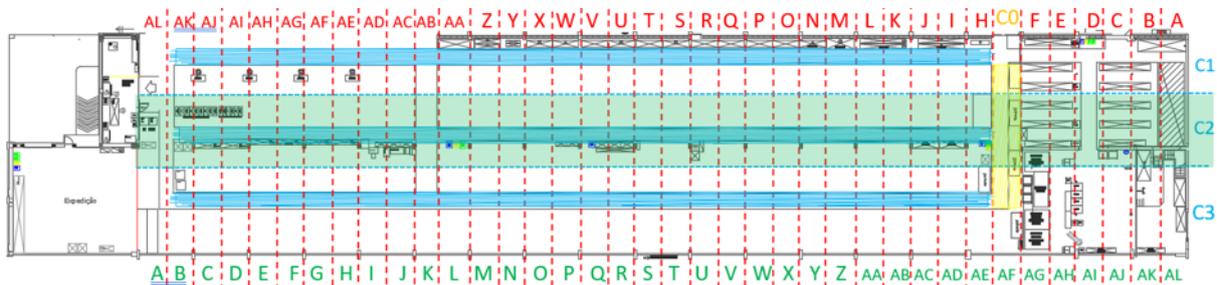


Figura 70 – Matriz de localizações opcional geral

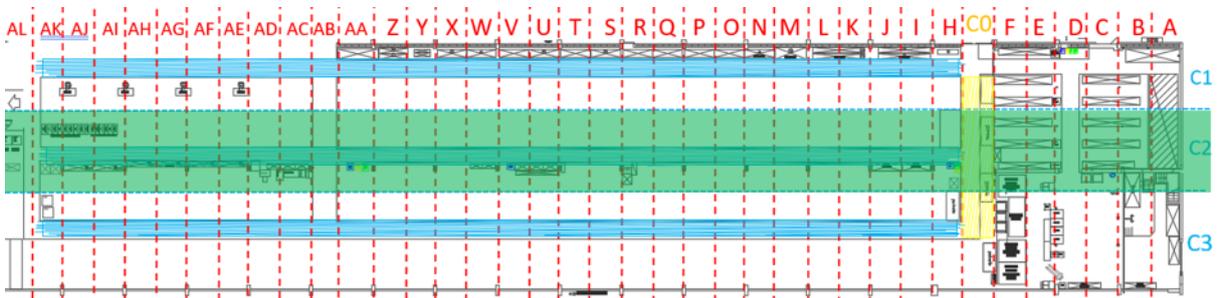


Figura 71 – Matriz de localizações opcional sem o C2

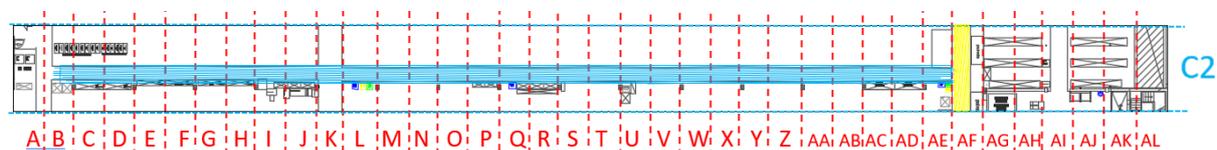


Figura 72 – Matriz de localizações opcional do C2

Como o programa está definido para seguir uma certa ordem e não pode ser alterado, foi necessário considerar-se a inversão da matriz no que refere ao corredor 2. Apesar de parecer que tornará complicado a compreensão da rota em termos visuais, facilitará a mesma e diminuirá as deslocações em 35,7% relativamente à opção imposta. Na verdade, o esquema apenas será necessário compreender

caso seja preciso localizar algum artigo individualmente pois, no caso do *picking*, o programa Atlas define por ordem a recolha e será intuitivo o trajeto a realizar.

- Legenda:
- Caminho com recolha
 - Caminho sem recolha
 - Ponto de partida
 - Ponto de chegada



Figura 73 – Rota do mizumashi para matriz opcional

APÊNDICE F – FOTOGRAFIAS DO RESULTADO DA IMPLEMENTAÇÃO DO ATLAS



Figura 74 – Exemplo de uma localização definida



Figura 75 – Exemplo da informação de estante inventariada e localização dos corredores



Figura 76 – Exemplo de falta de organização no armazém



Figura 77 – Exemplo de falta de organização no supermercado



Figura 78 – Estante do C1 antes de estar inventariada



Figura 79 – Estantes para picking no C0 obstruídas por material não identificado



Figura 80 – Estante inventariada no supermercado com peças grandes



Figura 81 – Estante inventariada no supermercado com peças de pequenas dimensões



Figura 82 – Estante limpa e preparada para novos artigos



Figura 83 – Estantes no C1 inventariadas



Figura 84 – Estantes para picking no C0 depois da limpeza, identificação do material, e criação de localizações

LISTA DE MÁQUINAS/ FRERRAMENTAS PNEUMÁTICAS EXTRAÍVEIS

1º Andar	2º Andar	3º Andar	4º Andar
30MN0017	30RBT334	30MCP782	Alicate de Cravar Porcas Manual F360 Tico-Tico 30COR390
30MCP361	30MCP509	30MCP365	
30MCP362	30MCP502	30RBT595	
30MCP385	30MCP598	30MN0029	
30MN0028	30MCP327	30MCP611	
30MCP363	30RBT333	30MCP599	
30MN0017	30MCP383	30MCP357	

LISTA DE LEVANTAMENTO DE MÁQUINAS/ FRERRAMENTAS ELÉTRICAS EXTRAÍVEIS

1º Andar	2º Andar	3º Andar	4º Andar	5º Andar
30MFE798	30MAP796	30APF702	30APF879	30APF784 30APF783
30RBE813	30MAP797	30APF703	30APF546	
30RBE767	30MAP538	30MAP539	30APF694	
30RBE790	30MFE445	30MAP268	30APF582	

Figura 85 – Lista de máquinas / ferramentas extraíveis

APÊNDICE H – FOTOGRAFIAS DE EXEMPLOS DE SITUAÇÕES CRÍTICAS E MELHORIAS NO *GEMBA*

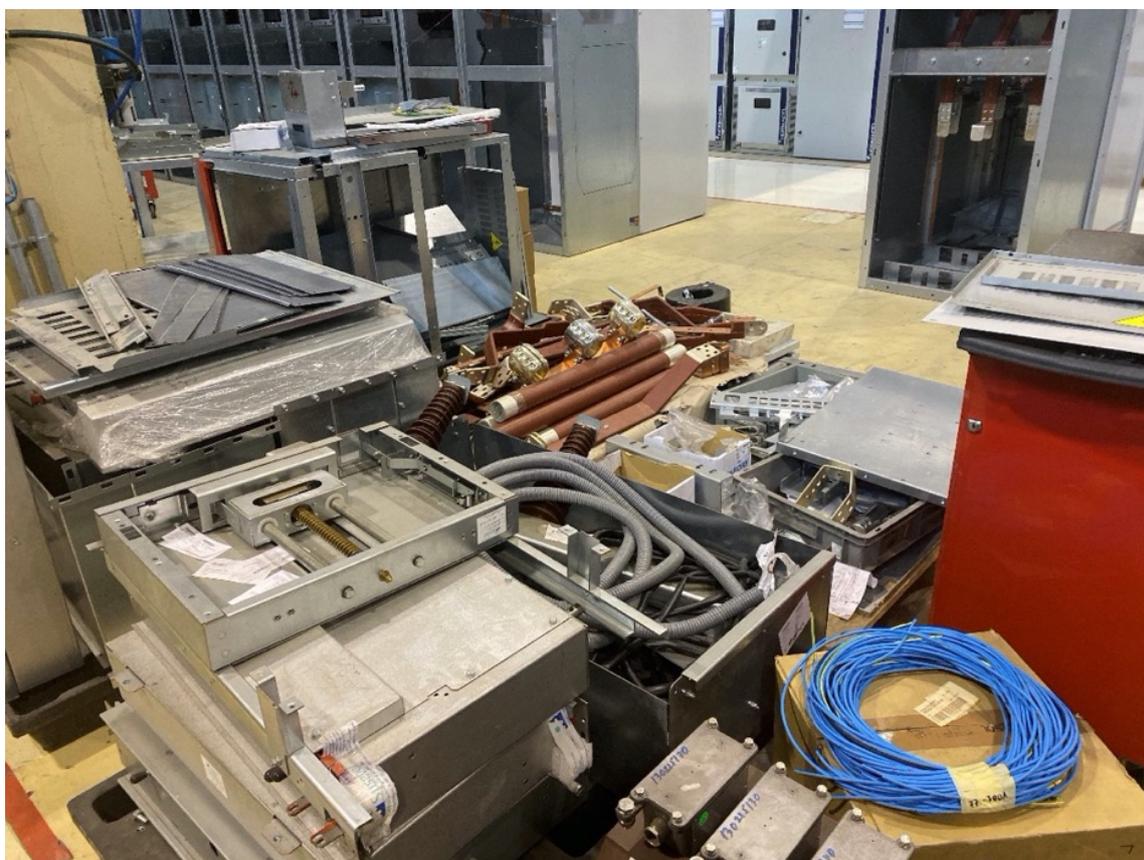


Figura 86 – Desorganização no gemba perto do local de trabalhos



Figura 87 – Gemba organizado depois da intervenção da equipa de engenharia industrial



Figura 88 – Estante com material obsoleto no local de montagem



Figura 89 – Estante arrumada depois de se ter identificado material obsoleto



Figura 90 – Local de montagem e de picking obstruído por material não identificado



Figura 91 – Local de montagem e de picking depois da limpeza, identificação do material, e criação de localizações



Figura 92 – Corredor de montagem obstruído por material não identificado

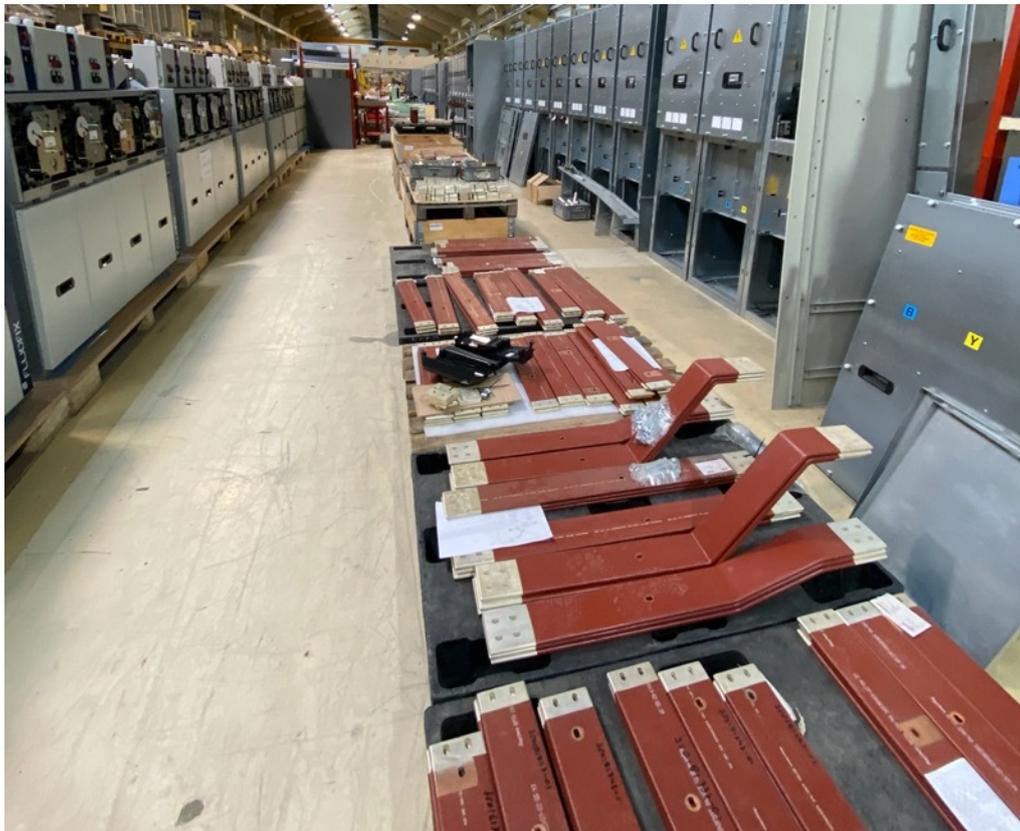


Figura 93 – Corredor de montagem apenas com material necessário para um projeto específico



Figura 94 – Estante de material suplente não identificado



Figura 95 – Estante de material suplente depois da limpeza, identificação do material, e criação de localizações



Figura 96 – Corredores de montagem obstruídos com material não identificado



Figura 97 – Corredores de montagem obstruídos por material aviado para projetos passados



Figura 98 – Corredor limpo e apenas com material específico para o projeto atual

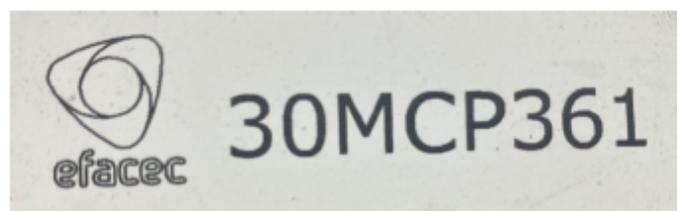


INSTRUÇÕES DE PREENCHIMENTO DA FICHA DE LEVANTAMENTO DE MÁQUINAS/ FERRAMENTAS EXTRAÍVEIS

O preenchimento da lista de levantamento de máquinas/ ferramentas pneumáticas e elétricas extraíveis é de carácter **obrigatório** sempre que retira uma destas peças do armário.

1. Levantamento

- a. Exemplo código da máquina/ ferramenta



Exemplo código da ferramenta

- b. Preencher os campos que se inserem por baixo do número 1 começando por escrever **o número que se encontra na ferramenta**;
- c. Escrever o **número mecanográfico** de quem levanta a ferramenta;
- d. Registrar **o dia e mês** no formato (dia/mês) e a hora;
- e. Concluir com a rubrica que tem de corresponder ao colaborador com o número mecanográfico registado anteriormente.

2. Devolução

- a. Preencher os dados relativos ao **dia e mês** e a **hora** em que guardou o equipamento;
- b. **Rubricar** (lembrar que esta assinatura deverá ser igual aquela que levantou o material).



É importante que preencha os campos relativos à devolução do material de forma correta pois, no caso de falta de algum material a responsabilidade incidirá na última pessoa responsável pela ferramenta.

INSTRUÇÕES PARA UTILIZAÇÃO DE CARRINHOS INDIVIDUAIS



A organização do espaço pessoal é importante para manter um bom nível de produtividade e acredita-se que, uma vez arrumado e limpo, é relativamente fácil manter o espaço desta forma.

Seguem instruções para manter o carrinho individual de ferramentas asseado:

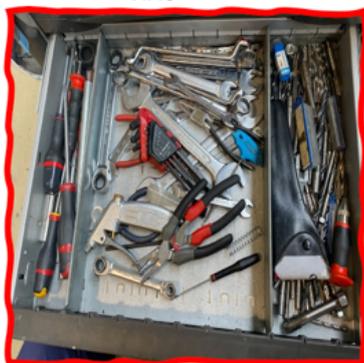
1. Veja as fotos com exemplos de como deve estar arrumado carrinho



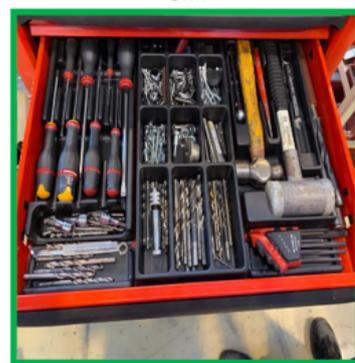
NÃO



SIM



NÃO



SIM

2. Ao final do dia de trabalho tire do carrinho tudo aquilo que não vai necessitar no dia seguinte, arrume nas prateleiras, armários ou entregue à equipa de logística;
3. Garanta que as gavetas têm apenas aquilo que é suposto terem. Há um lugar para cada ferramenta ou peça dentro das gavetas, e por isso não pode haver nada fora do sítio;
4. No final do dia de trabalho deve arrumar o carrinho no local indicado para o efeito com a devida limpeza feita.



SERÃO FEITAS INSPEÇÕES PERIÓDICAS 6S QUE INCLUEM O CONTROLO DA ORGANIZAÇÃO DE CADA CARRINHO E A AVALIAÇÃO SERÁ DADA AO GRUPO GERAL E NÃO INDIVIDUAL, SENDO QUE A PERFORMANCE DE UNS AFETARÁ A DOS OUTROS.

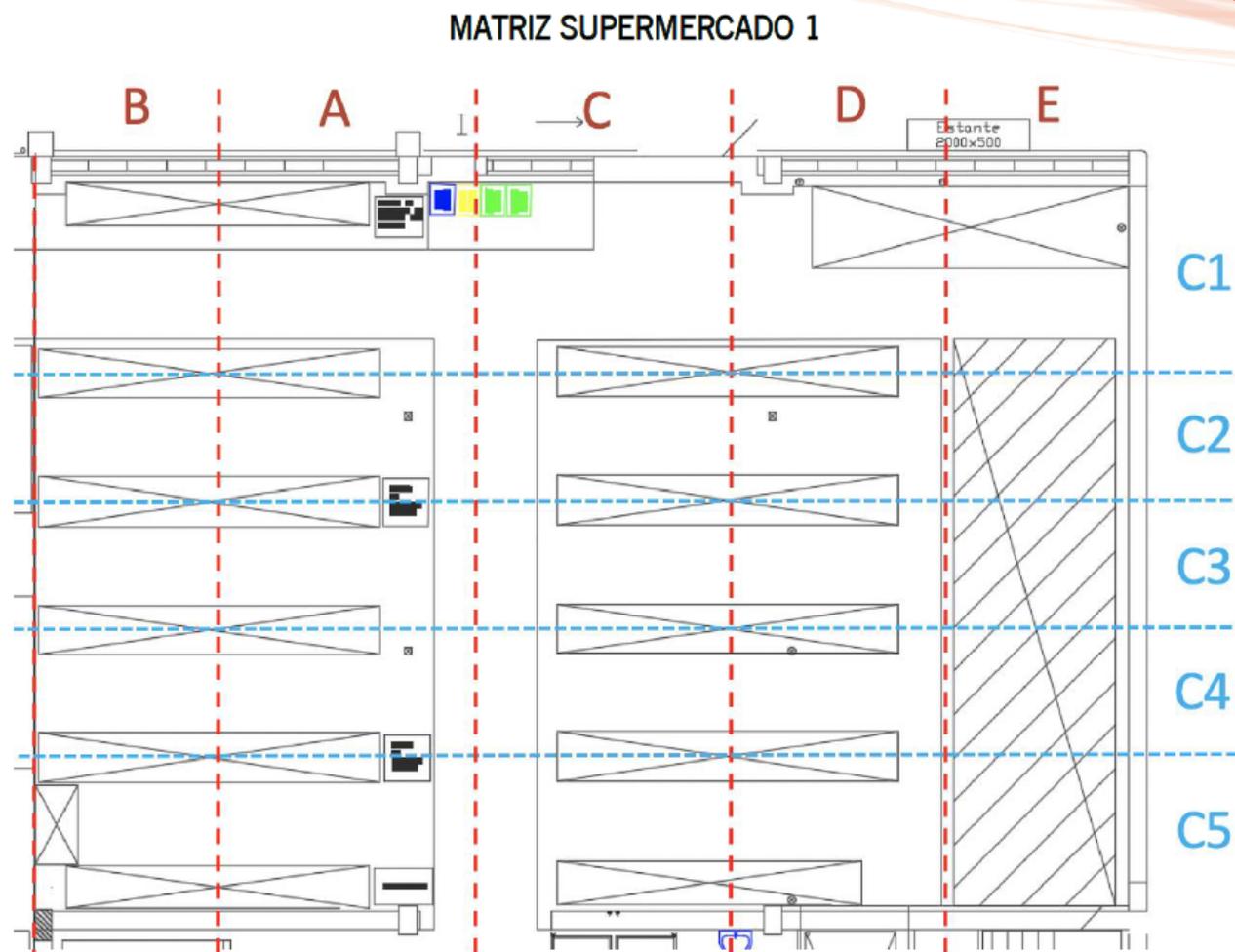


Figura 103 – Matriz do Supermercado 1 para afixar no gamba

MATRIZ LOCALIZAÇÕES PRIMÁRIA

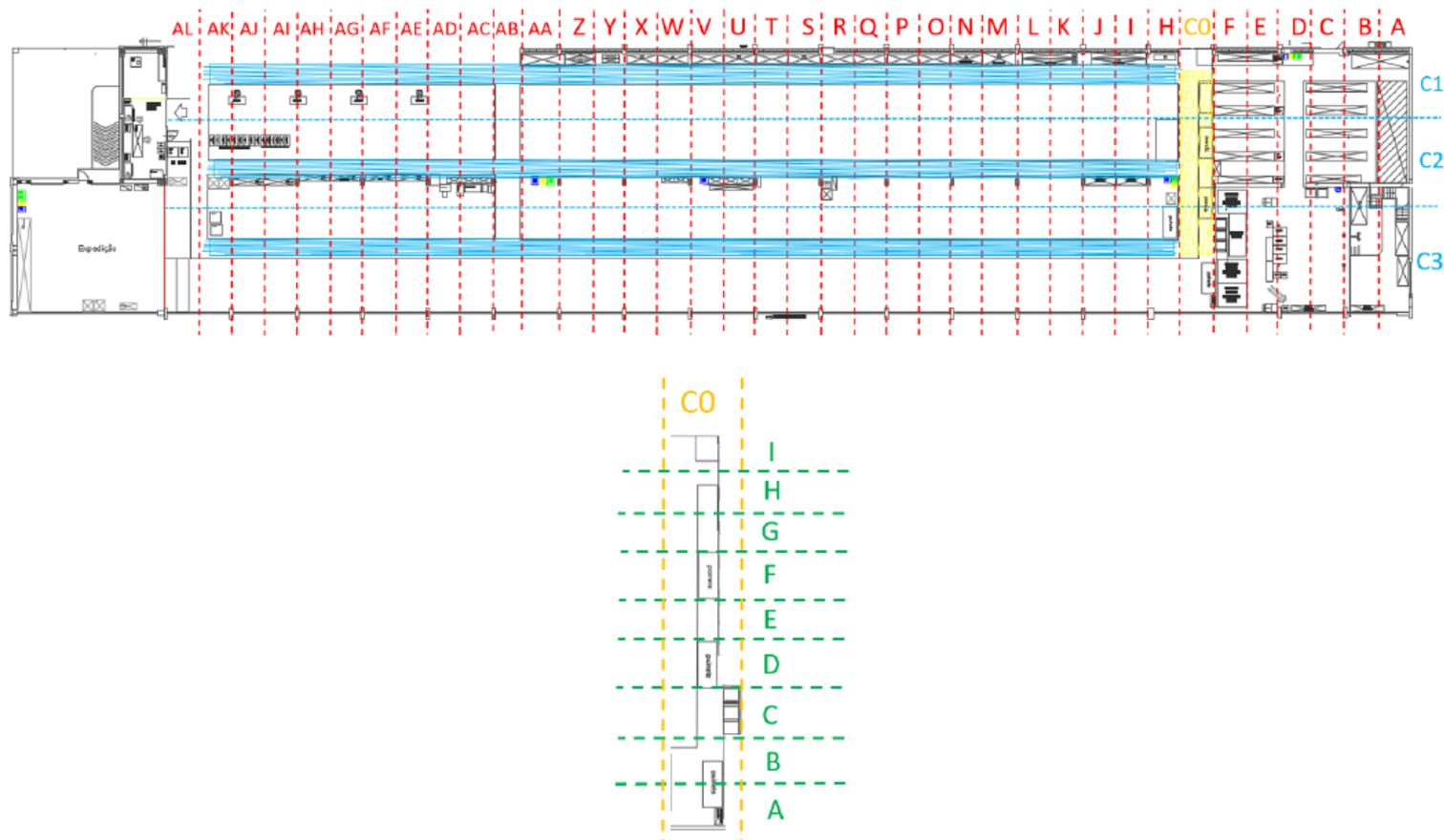
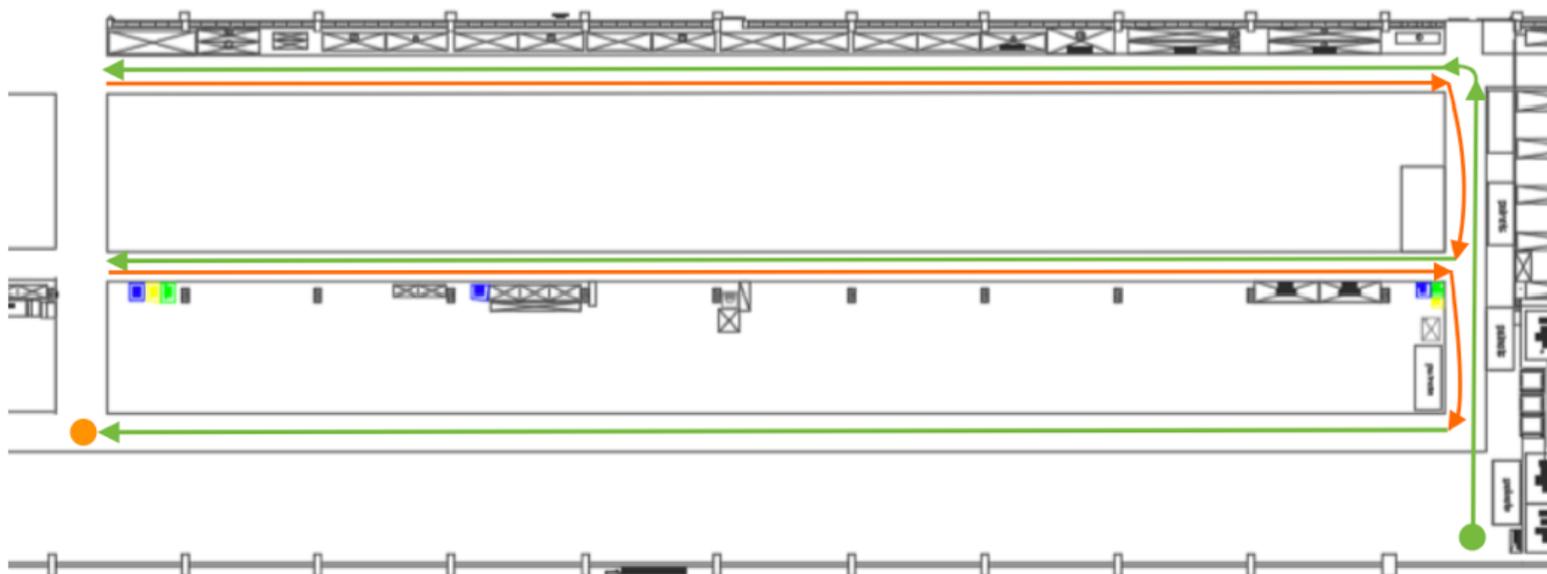


Figura 104 – Matriz da Primária para afixar no gamba

ROTA MIZUSUMASHI PRIMÁRIA



Legenda:

-  Caminho com recolha
-  Caminho sem recolha
-  Ponto de partida
-  Ponto de chegada

Figura 105 – Rota mizusumashi para afixar no gamba

METODOLOGIA 5S+1S

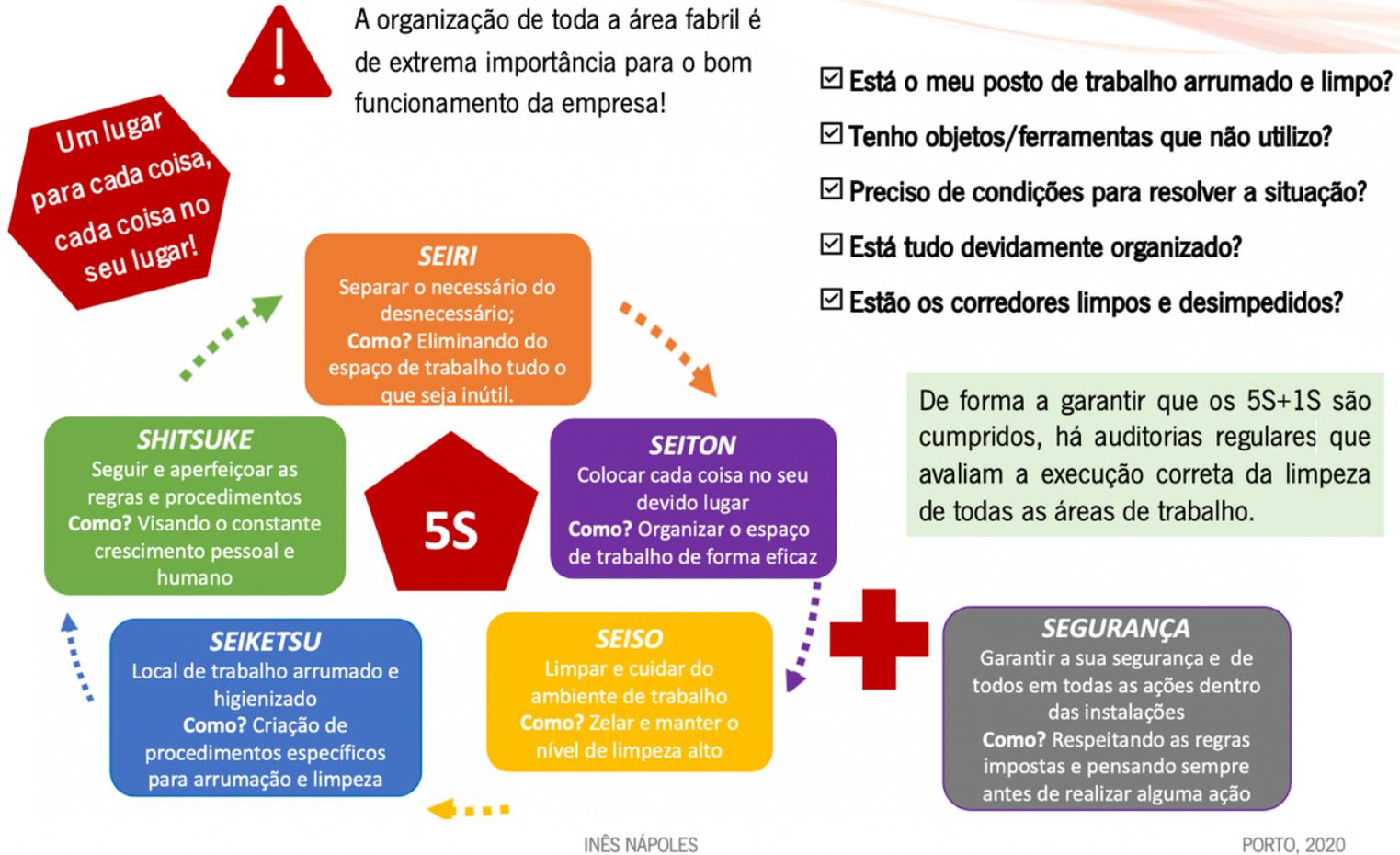


Figura 106 – Documento informativo dos 5S+1S

APÊNDICE O – LISTA DE MATERIAIS PARA O ESTUDO

O.1 Montagem QBN7

Tabela 18 – Estudo de materiais consumíveis para montagem do QBN7

Descrição	Referência	Armazém	Fornecedor	Família corporativa	Frequência	%
ANILHA	9040017	172402	FABORY	121102	24	83%
ANILHA	9040019	172402	FABORY	121102	24	83%
ANILHA	9040021	172402	FABORY	121102	24	83%
ANILHA	9041309	172402	FABORY	121102	24	83%
ANILHA	9041311	172402	FABORY	121102	24	83%
ANILHA	9041313	172402	FABORY	121102	24	83%
ANILHA	9041315	172402	FABORY	121102	24	83%
PARAFUSO	9001527	172402	FABORY	121110	24	83%
PARAFUSO	9001528	172402	FABORY	121110	24	83%
PARAFUSO	9001563	172402	FABORY	121110	24	83%
PORCA	9010024	172402	FABORY	121112	24	83%
ANILHA	9041305	172402	FABORY	121102	23	79%
PARAFUSO	9001526	172402	FABORY	121110	23	79%
PARAFUSO	G0001BD549	172402	FABORY	121110	23	79%
PARAFUSO E PORCA	G0100AA003	172402	FABORY	120901	23	79%
ANILHA	9040011	172402	FABORY	121102	22	76%
ANILHA	9040013	172402	FABORY	121102	22	76%
ANILHA	9041307	172402	FABORY	121102	22	76%
PORCA REBITE	G0403AB103	172402	FABORY	121112	22	76%
PORCA REBITE	G0403AB106	172402	FABORY	121112	22	76%
PORCA	9010405	172402	FABORY	121112	20	69%
PARAFUSO	9000023	172402	FABORY	121110	18	62%
PARAFUSO	9000363	172402	FABORY	121110	18	62%
PARAFUSO	9001032	172402	FABORY	121110	18	62%
PARAFUSO	G0001DB322	172402	FABORY	121110	18	62%
PORCA REBITE	G0403AA305	172402	FABORY	121112	18	62%
PARAFUSO	9001502	172402	FABORY	121110	17	59%
PARAFUSO	G0001BD250	172402	FABORY	121110	16	55%
ANILHA	9040007	172402	FABORY	121102	15	52%
ANILHA	9040009	172402		121102	15	52%
PARAFUSO	9000015	172402	FABORY	121110	15	52%
PORCA	9010004	172402	FABORY	121112	15	52%
PORCA	9010009	172402	FABORY	121112	15	52%
REBITE	G0403DA020	182024	Bloqueio DCL	120503	13	45%
PORCA	9010014	172402	FABORY	121112	9	31%
PARAFUSO	9001506	172402	FABORY	121110	8	28%

Descrição	Referência	Armazém	Fornecedor	Família corporativa	Frequência	%
PORCA	1211120047	172402	FABORY	121112	8	28%
ANILHA	9040909-03	172402	FABORY	121102	7	24%
PARAFUSO	9000014	172402	FABORY	121110	7	24%
PARAFUSO	9000357	172402	FABORY	121110	7	24%
PARAFUSO	9001002	172402	FABORY	121110	7	24%
PARAFUSO	9001001	172402	FABORY	121110	6	21%
PORCA	9010019	172402	FABORY	121112	6	21%
ANILHA	9041303	172402	FABORY	121102	5	17%
ANILHA	9041319	172402	FABORY	121102	5	17%
ANILHA	904H0001	172402	FABORY	121102	5	17%
PARAFUSO	9001529	172402	FABORY	121110	5	17%
PARAFUSO	G0001CD065	172402	FABORY	121110	5	17%
PORCA	9010027	172402	FABORY	121112	5	17%
PORCA REBITE	G0403AB105	172402	FABORY	121112	5	17%
ANILHA	121102103	172402		121102	4	14%
PARAFUSO	9000456	172402	FABORY	121110	4	14%
PARAFUSO	121110178	182211		121110	4	14%
PARAFUSO	121110321	172402		121110	4	14%
PARAFUSO	G0001BD249	172402	FABORY	121110	4	14%
PORCA	9010407	172402	FABORY	121112	4	14%
PORCA	121112042	172402		121112	4	14%
PARAFUSO	9000003	172402		121110	3	10%
PARAFUSO	9000006	172402	FABORY	121110	3	10%
PARAFUSO	9001066	172402	FABORY	121110	3	10%
PARAFUSO	9001092	172402	FABORY	121110	3	10%
PARAFUSO	9001427	172402	FABORY	121110	3	10%
PORCA	9010403	172402	FABORY	121112	3	10%

O.2 Eletrificação QBN7

Tabela 19 – Estudo de materiais consumíveis para eletrificação do QBN7

Descrição	Referência	Armazém	Fornecedor	Família corporativa	Frequência	%
CHUMBADOURO BUCHA M12	9440810	172402		770201	24	83%
REBITE CEGO	9032252	172402	FABORY	121114	24	83%
CAVILHA ELÁSTICA	9051046	172402	FABORY	120113	23	79%
REBITE C/ ANEL	37150986	172402	FABORY	121114	21	72%
TERMINAL	9441450	172402		130112	21	72%
BORNE SECCIONÁVEL	9442847	172402	WEIDMULLER	130101	18	62%
MARCADOR TRAVÃO	944C0125	172402	WEIDMULLER	130101	18	62%
DEK	H4700AC073	172402	WEIDMULLER	130101	17	59%
INTERCALAR BORNE	9442866	172402	WEIDMULLER	130101	17	59%
PARAFUSO BORNE SECCIONÁVEL	9442865	172402	WEIDMULLER	130101	17	59%
SHUNT	H4700AC031	172402	WEIDMULLER	130101	17	59%
SHUNT BORNE SECCIONÁVEL	9442849	172402	WEIDMULLER	130101	17	59%
TAMPA BORNE	H4700AC041	172402	WEIDMULLER	130101	17	59%
TAMPA BORNE SECCIONÁVEL	9442848	172402	WEIDMULLER	130101	17	59%
BORNE	H4700AC002	172402	WEIDMULLER	130101	16	55%
DEK	9442884	172402		130110	16	55%
SHUNT	9442876	172402	WEIDMULLER	130101	16	55%
SHUNT BORNE SECCIONÁVEL	9442867	172402		130101	15	52%
TERMINAL	9441159	172402		130112	15	52%
TERMINAL	9441259	172402		130112	15	52%
TERMINAL	9441453	172402		130112	15	52%
TERMINAL	9441455	172402		130112	15	52%
TERMINAL	130112052	172402		130112	15	52%
TERMINAL	130112069	172402		130112	15	52%
TERMINAL	130112052	172402		130112	15	52%
TERMINAL	130112069	172402		130112	15	52%
BORNE MOLA	H4700AC011	172402	WEIDMULLER	130101	14	48%
SHUNT	130101033	172402		130101	14	48%
SHUNT	130101032	172402		130101	14	48%
TAMPA BORNE	H4700AC045	172402	WEIDMULLER	130101	14	48%
TAMPA BORNE	H4700AC042	182024	WEIDMULLER	130101	14	48%
TAMPA BORNE	H4700AC046	172402	WEIDMULLER	130101	10	34%
BORNE	H4700AC003	172402	WEIDMULLER	130101	9	31%

Descrição	Referência	Armazém	Fornecedor	Família corporativa	Frequência	%
CIRCLIP 8 E DIN472	9053006	172402	FABORY	120112	8	28%
CIRCLIP 12 E DIN471	9053010	172402	FABORY	120112	7	24%
GOLPILHA FENDA	9031123	172402	FABORY	120113	7	24%
REBITE CEGO	9032238	172402	FABORY	121114	7	24%
MARCAÇÃO SFC 1/30 NEUTRAL GE	9442880	172402		130110	6	21%
REBITE CEGO	9032460-01	172402	FABORY	121114	6	21%
CAVILHA ELÁSTICA	9051034	172402	FABORY	120113	5	17%
TERMINAL	9441463	172402		130112	3	10%
TERMINAL	9441454	172402		130112	3	10%

O.3 Montagem Normacel

Tabela 20 – Estudo de materiais consumíveis para montagem do Normacel

Descrição	Referência	Armazém	Fornecedor	Família corporativa	Frequência	%
ANILHA	9040019	172402	FABORY	121102	22	76%
PARAFUSO	9000015	172402	FABORY	121110	22	76%
PARAFUSO	9001529	172402	FABORY	121110	22	76%
PARAFUSO	9001527	172402	FABORY	121110	21	72%
PORCA	9010027	172402	FABORY	121112	21	72%
PARAFUSO	9001528	172402	FABORY	121110	20	69%
PARAFUSO	9001563	172402	FABORY	121110	20	69%
PARAFUSO	9001051	172402	FABORY	121110	18	62%
CAVILHA ELÁSTICA	9051046	172402	FABORY	120113	17	59%
PARAFUSO	9000363	172402	FABORY	121110	17	59%
PARAFUSO	G0001BD248	172402	FABORY	121110	17	59%
PARAFUSO	G0001BD549	172402	FABORY	121110	17	59%
PARAFUSO	G0001CD065	172402	FABORY	121110	17	59%
PARAFUSO	G0403AB105	172402	FABORY	121112	17	59%
PORCA REBITE	G0403AB106	172402	FABORY	121112	15	52%
PARAFUSO	9001054	172402	FABORY	121110	13	45%
PARAFUSO	G0001BD249	172402	FABORY	121110	13	45%
PARAFUSO	9001532	172402	FABORY	121110	12	41%
PARAFUSO	9001524	172402	FABORY	121110	12	41%
PARAFUSO	9001545	172402	FABORY	121110	12	41%
PARAFUSO	G0001BF380	172402		121110	12	41%
PARAFUSO	9001557	172402	FABORY	121110	11	38%
PORCA	9010034	172402	FABORY	121112	10	34%
PARAFUSO	9001550	172402	FABORY	121110	9	31%
PORCA REBITE	G0403AA305	172402	FABORY	121112	9	31%

Descrição	Referência	Armazém	Fornecedor	Família corporativa	Frequência	%
PARAFUSO	9000023	172402	FABORY	121110	7	24%
PARAFUSO	9000427	172402	FABORY	121110	7	24%
PARAFUSO	9001480	172402	FABORY	121110	7	24%
PARAFUSO	9001531	172402	FABORY	121110	7	24%
PARAFUSO	G0001BD250	172402	FABORY	121110	7	24%
PORCA REBITE	G0403AB102	172402	FABORY	121112	7	24%
ANILHA	9041391	172402	FABORY	121102	6	21%
PARAFUSO	9001174	172402	FABORY	121110	6	21%
PARAFUSO	9001427	172402	FABORY	121110	6	21%
PARAFUSO	9001553	172402	FABORY	121110	6	21%
PARAFUSO	G0041XF080	172402	FABORY	121110	6	21%
PARAFUSO	G0100AA002	172402	FABORY	121110	6	21%
PARAFUSO	G0041XF020	172402	FABORY	121110	5	17%
PARAFUSO	G0001BF172	172402	FABORY	121110	5	17%
PARAFUSO	G0001BF072	172402	FABORY	121110	5	17%
PARAFUSO	9001066	172402	FABORY	121110	5	17%
PARAFUSO	9000222	172402	FABORY	121110	5	17%
ANILHA	9040909-28	172402	FABORY	121102	4	14%
ANILHA	180200120	172402		121102	4	14%
CAVILHA ELÁSTICA	9051070	172402	FABORY	120113	4	14%
PARAFUSO	G0041XF060	172402	FABORY	121110	4	14%
PARAFUSO	G0001BF091	172402	FABORY	121110	4	14%
PARAFUSO	9001587	172402	FABORY	121110	4	14%
PARAFUSO	9001552	172402	FABORY	121110	4	14%
PARAFUSO	9001502	172402	FABORY	121110	4	14%
PARAFUSO	9000404	172402	FABORY	121110	4	14%
PARAFUSO	9000352	172402	FABORY	121110	4	14%
PARAFUSO	9000013	172402	FABORY	121110	4	14%
PORCA	G0200BD206	172402	FABORY	121112	4	14%
PORCA	121112042	172402		121112	4	14%
ANILHA	9041312	172402	FABORY	121102	3	10%
ANILHA	9040018	172402	FABORY	121102	3	10%
PARAFUSO	9001551	182225		121110	3	10%
PARAFUSO	121110202	182024		121110	3	10%
PARAFUSO	9001070	172402	FABORY	121110	3	10%
PARAFUSO	9000426	172402	FABORY	121110	3	10%
PORCA	9010023	172402	FABORY	121112	3	10%
PORCA REBITADA	37320539	172402	FABORY	121112	3	10%

O.4 Eletrificação Normacel

Descrição	Referência	Armazém	Fornecedor	Família corporativa	Frequência	%
REBITE C/ ANEL	37150986	172402	FABORY	121114	20	69%
CHUMBADOURO BUCHA M12	9440810	172402		770201	20	69%
REBITE NIVELADO	9032610	172402	FABORY	121114	18	62%
MARCADOR TRAVÃO	944C0125	172402	WEIDMULLER	130101	18	62%
REBITE CEGO	9032238	172402	FABORY	121114	17	59%
DEK	9442884	172402		130110	16	55%
REBITE CEGO	9032252	172402	FABORY	121114	14	48%
DEK	H4700AC073	172402	WEIDMULLER	130101	13	45%
INTERCALAR BORNE SECCIONÁVEL	9442866	172402	WEIDMULLER	130101	12	41%
SHUNT	H4700AC031	172402	WEIDMULLER	130101	12	41%
TAMPA BORNE	H4700AC041	172402	WEIDMULLER	130101	12	41%
BORNE	H4700AC002	172402	WEIDMULLER	130101	11	38%
TRAVÃO MARCADOR	9910116	172402	WEIDMULLER	130101	11	38%
TERMINAL	9441450	172402		130112	10	34%
BORNE	H4700AC012	172402	WEIDMULLER	130101	9	31%
BORNE SECCIONÁVEL	9442847	172402	WEIDMULLER	130101	9	31%
SHUNT	9442849	172402	WEIDMULLER	130101	9	31%
SHUNT	9442875	172402	WEIDMULLER	130101	9	31%
SHUNT	130101032	172402		130101	9	31%
TAMPA BORNE	9442848	172402	WEIDMULLER	130101	9	31%
PARAFUSO BORNE SECCIONÁVEL	9442865	172402	WEIDMULLER	130101	8	28%
TAMPA BORNE	H4700AC046	172402	WEIDMULLER	130101	8	28%
SHUNT	9442876	172402	WEIDMULLER	130101	7	24%
TERMINAL	9441454	172402		130112	7	24%
MOLA SUPORTE FUSÍVEL	32404296-01	172402		120904	6	21%
TAMPA FINAL WAP	944C0003	172402	FABORY	130101	6	21%
SHUNT BORNE SECCIONÁVEL	9442867	172402		130101	5	17%
TERMINAL	9441451	172402		130112	5	17%
SHUNT	130101033	172402		130101	4	14%
TERMINAL	9442862	172402		130112	4	14%
TERMINAL	9441453	172402		130112	4	14%
REBITE CEGO	9032235	172402	FABORY	121114	3	10%

Descrição	Referência	Armazém	Fornecedor	Família corporativa	Frequência	%
Marcador	130110042	172402		130110	3	10%
Marcador	130110041	172402		130110	3	10%
PORTA ACESSÓRIO	9440819	172402	WEIDMULLER	130110	3	10%
TERMINAL	130112069	172402		130112	3	10%
TERMINAL	130206064	172402		130112	3	10%
RESISTÊNCIA CARVÃO	9520215	182223		140213	3	10%

Tabela 21 – Legenda da descrição do código da família corporativa dos artigos consumíveis

Código	Descrição Família Corporativa
120112	FREIOS
120113	RODAS ROL., VEIO, CAVILHAS
120503	OUTRAS ESTRUTURAS METÁLICAS
120901	PEÇAS EM NYLON
121102	ANILHAS E PLACAS OBLÍQUAS
121110	PARAFUSOS
121112	PORCAS
121114	REBITES
130101	BORNES E ACESSÓRIOS
130110	MATERIAL ELÉTRICO N/ESP/TOMADA/AC
130112	PINOS E TERMINAIS
770201	OUTROS MATERIAIS DE EXPOSIÇÃO

Tabela 22 – Legenda da descrição do código do armazém dos artigos consumíveis

Código	Descrição Armazém
172402	ENCARGOS/ACESSFIXA-AMT
182024	ACESSÓRIOS E COMPONENTES KARDEX
182211	DISTRIBUIÇÃO PRIMÁRIA - NORMACEL
182223	FLUOFIX
182225	NORMACEL OPF
182232	DIVAC
182299	BORRACHAS E ELASTÓMEROS

APÊNDICE P – IDENTIFICAÇÃO DE CARRINHOS DE CONSUMÍVEIS

<p>Carrinho 1 Projeto: _____</p>	
<p>Carrinho 2 Projeto: _____</p>	
<p>Carrinho 1 Projeto: _____</p>	

Figura 107 – Faixas de identificação de carrinhos de consumíveis

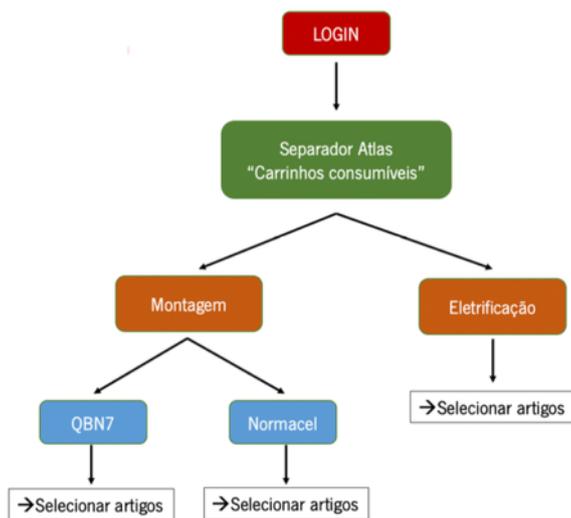
INSTRUÇÕES PARA UTILIZAÇÃO DE CARRINHOS DE CONSUMÍVEIS

Seguem instruções para a utilização do carrinho de consumíveis :

1. O carrinho deve ser **guardado no Posto 1 no final de cada semana de trabalho**;
2. Durante toda a semana deve estar **fora dos corredores principais e perto do projeto**;
3. Os carrinhos devem estar **sempre arrumados** e apenas com material aviado pela equipa de logística e dentro das caixas próprias (como as das figuras seguintes);



4. Para efetuar um pedido de material, tem de ter o login efetuado e encontra o separador “Carrinhos consumíveis”, seguindo depois a lógica apresentada no seguinte esquema:



→ELETRICISTA:

Seleciona “Eletrificação” e escolhe os artigos que deseja que sejam repostos.

→SERRALHEIRO:

Seleciona “Montagem” e em seguida informa o sistema do tipo de cela que o carrinho apoia. Por fim, escolhe os artigos que deseja que sejam repostos.

(a escolha de quem efetua o pedido é decidida entre cada par de serralheiros alocados a cada carrinho)



É de extrema importância que haja especial atenção à quantidade de peças que encontra no carrinho do projeto onde está a trabalhar. A reposição das peças pode demorar até 48 depois do pedido.

INÊS NÁPOLES

PORTO, 2020

Figura 108 – Instruções para a utilização de carrinhos de consumíveis

APÊNDICE R – AUDITORIA 5S+1S



Lista de verificação - Fábrica		Data	Avaliador				
Área		Classificação					
Critério		1	2	3	4	5	Total
Utilização	Distinguir entre o que é necessário e não é necessário						0%
	Todos as máquinas ou equipamentos fora do local destinado estão a ser utilizadas?						0%
	Existe apenas informação necessária/relevante na área de trabalho?						0%
	Visualmente, a secção demonstra estar arrumada?						0%
	Nos armários de ferramentas, está apenas o que deveria lá estar?						0%
	Nos carrinhos pessoais, existem apenas ferramentas que pertencem ao carrinho?						0%
	Nos carrinhos de consumíveis, as caixas <i>kanban</i> estão bem organizadas e com material?						0%
Organização	Ordenar - Um lugar para cada coisa e cada coisa no seu lugar						0%
	Todos os materiais e componentes estão devidamente identificados e inventariados?						0%
	Existe local indicado para todos os materiais e ferramentas?						0%
	As localizações definidas são fáceis de identificar?						0%
	Todos os materiais e ferramentas estão no seu devido local?						0%
	Os corredores estão desimpedidos?						0%
	As áreas no chão estão devidamente delimitadas?						0%
	As zonas de emergência estão devidamente delimitadas e desimpedidas?						0%
	Os carrinhos pessoais encontram-se no local definido para os mesmos?						0%
	Os carrinhos de consumíveis encontram-se no local definido para os mesmo?						0%
	O material que não está a ser utilizado está no devido local?						0%
Limpeza	Limpar - Disciplina rotineira mantendo um local de trabalho limpo e organizado						0%
	Os materiais e componentes não possuem sujidade ou pó, sinais de oxidação ou óleo em si ou nas suas proximidades						0%
	Os equipamentos de movimentação de materiais estão devidamente limpos?						0%
	O pavimento ou corredores encontram-se limpos, sem lixo, areias ou pó?						0%
	As paredes ou janelas encontram-se limpas, sem pó ou outra sujidade?						0%
	O tecto ou a iluminação encontra-se sem pó ou outra sujidade?						0%
	As mesas de trabalho, estantes encontram-se limpas sem pó ou outra sujidade?						0%
	Não existem resíduos acumulados ou contentores cheios						0%
	Os carrinhos pessoais encontram-se limpos?						0%
	Os carrinhos de consumíveis encontram-se limpos?						0%
Padronização	Prevenção para que a área tenha condições operacionais normais						0%
	As regras dos 5S+1S foram transcritas e publicadas para permitir a perenidade da ação?						0%
	Foram repartidas adequadamente as responsabilidades de limpeza e manutenção?						0%
	A acção 5S+1S permite visualizar os problemas de segurança, ambiente, qualidade e produtividade?						0%
	Existem normas e procedimentos afixados e claros?						0%
	As normas para utilização de carrinhos de consumíveis encontram-se afixadas e visíveis?						0%
	As normas para utilização dos armários de ferramentas encontra-se afixada e visível?						0%
	As normas para utilização de carrinhos de pessoais encontram-se afixadas e visíveis?						0%
Rigor/Disciplina	Cumprimento de regras (autodisciplina)						0%
	Houve uma evolução ou correção dos pontos anotados, desde a última auditoria?						0%
	Os colaboradores promovem a melhoria contínua?						0%
	O resultado das auditorias está afixado e atualizado?						0%
	Existe um sistema para responder às auditorias?						0%
	As folhas de preenchimento de recolha de ferramentas está a ser preenchida?						0%
	As folhas de identificação da celas estão preechidas e atualizadas?						0%
	Os carrinhos de consumíveis estão corretamente identificados?						0%
Segurança	Prioridade Segurança						0%
	Equipamentos de emergência, painéis elétricos e saídas estão a funcionar e desobstruídas?						0%
	Os cabos elétricos estão ordenados e protegidos?						0%
	Todos os colaboradores estão a usar os EPI definidos para a área?						0%
	EPI estão arrumados e em condições de serem usados quando necessário?						0%
	O posto de trabalho cumpre com os requisitos ergonómicos?						0%
	As elevações, alcances, torções, vibrações ou movimentos repetitivos são normais?						0%
TOTAL							0%

Figura 109 – Checklist da auditoria 5S+1S

Nível de Maturidade 5S+1S

Nível de Maturidade	Utilização	Organização	Limpeza	Padronização	Rigor / Disciplina	Segurança	Iniciativas de Melhora
Nível 1 Iniciante	Itens necessários e desnecessários estão misturados na área de trabalho.	Ferramentas, livros e materiais são localizados aleatoriamente.	Áreas de trabalho estão sujas e desorganizadas.	Nenhuma tentativa está sendo feita para documentar ou melhorar os processos atuais.	Atenção mínima é gasta em tarefas domésticas.	Nenhuma sensibilização sobre Segurança e Ambiente foi dada	
Nível 2 Foco nas Bases	Itens necessários e desnecessários são separados.	Um local designado foi estabelecido para todos os itens.	As áreas do local de trabalho são limpas regularmente.	Métodos de local de trabalho estão sendo melhorados, mas as alterações não foram documentadas.	Um esforço reconhecido foi feito para melhorar a condição do ambiente de trabalho.	Ações de formação de Segurança e Ambiente estão a ser dadas	
Nível 3 Tornar visível	Todos os itens desnecessários foram removidos da área de trabalho.	Locais designados são marcados para tornar a organização mais visível.	Lista de verificação 6S que detalham tarefas e responsabilidades são desenvolvidos e utilizadas.	Melhorias no método no local de trabalho estão sendo incorporadas e documentadas	Cronogramas 6S detalhando tarefas e responsabilidades foram desenvolvidos e são utilizados.	Definição das ações e meios relativos aos requisitos de Segurança e Ambiente. Definição das regras de Segurança e Ambiente	
Nível 4 Foco na Consistência	Um método documentado de confiança foi estabelecido para manter uma área de trabalho livre de itens desnecessários.	Um método de confiança e documentado foi estabelecido para reconhecer, com uma ajuda visual, se os itens estão fora do lugar ou excedem os limites de quantidade.	Lista de verificação 6S que detalham as tarefas e as responsabilidades são compreendidos e praticadas.	Melhorias no método no local de trabalho são visíveis e compreendidas por todos os funcionários.	Há listas de verificação que mostram que os funcionários seguem os cronogramas 6S.	Todos os meios e ações definidas relativas à Segurança e Ambiente estão implementadas	
Nível 5 Foco na Prevenção	Os funcionários estão continuamente a procurar oportunidades de melhoria.	Qualquer um pode entrar na área de trabalho e localizar facilmente itens. As condições anormais são visualmente óbvias e medidas de ação corretiva estão em vigor.	Os funcionários da área criaram um método de confiança e documentado para a limpeza e manutenção preventivas. Limpeza e organização da área de trabalho são um modo de vida.	Os funcionários estão continuamente a contribuir para a eliminação do desperdício. Todas as alterações são documentadas e as informações são partilhadas com os funcionários.	Os funcionários mantêm padrões consistentes em conformidade com o programa 6S.	Os funcionários estão continuamente a cumprir as regras definidas de Segurança e Ambiente	

Figura 110 – Nível de maturidade da auditoria 5S+1S

Nível 1 Iniciante	20%
Nível 2 Foco nas Bases	40%
Nível 3 Tornar visível	60%
Nível 4 Foco na Consistência	80%
Nível 5 Foco na Prevenção	100%

Figura 111 – Níveis de maturidade das auditorias

Lista de verificação - Fábrica		Data	Avaliador				
Área		Classificação					
Critério		1	2	3	4	5	Total
Utilização	Distinguir entre o que é necessário e não é necessário						
	Todos as máquinas ou equipamentos fora do local destinado estão a ser utilizadas?		x				40%
	Existe apenas informação necessária/relevante na área de trabalho?		x				40%
	Visualmente, a secção demonstra estar arrumada?	x					20%
	Nos armários de ferramentas, está apenas o que deveria lá estar?	x					20%
	Nos carrinhos pessoais, existem apenas ferramentas que pertencem ao carrinho?		x				40%
Nos carrinhos de consumíveis, as caixas <i>kanban</i> estão bem organizadas e com material?	x					20%	
							30%
Organização	Ordenar - Um lugar para cada coisa e cada coisa no seu lugar	1	2	3	4	5	Total
	Todos os materiais e componentes estão devidamente identificados e inventariados?	x					20%
	Existe local indicado para todos os materiais e ferramentas?	x					20%
	As localizações definidas são fáceis de identificar?	x					20%
	Todos os materiais e ferramentas estão no seu devido local?	x					20%
	Os corredores estão desimpedidos?		x				40%
	As áreas no chão estão devidamente delimitadas?				x		80%
	As zonas de emergência estão devidamente delimitadas e desimpedidas?			x			60%
	Nos carrinhos pessoais encontram-se no local definido para os mesmos?	x					20%
Os carrinhos de consumíveis encontram-se no local definido para os mesmos?	x					20%	
O material que não está a ser utilizado está no devido local?	x					20%	
							40%
Limpeza	Limpar - Disciplina rotineira mantendo um local de trabalho limpo e organizado	1	2	3	4	5	Total
	Os materiais e componentes não possuem sujidade ou pó, sinais de oxidação ou óleo em si ou nas suas proximidades				x		80%
	Os equipamentos de movimentação de materiais estão devidamente limpos?			x			60%
	O pavimento ou corredores encontram-se limpos, sem lixo, areias ou pó?		x				40%
	As paredes ou janelas encontram-se limpas, sem pó ou outra sujidade?				x		80%
	O tecto ou a iluminação encontra-se sem pó ou outra sujidade?				x		80%
	As mesas de trabalho, estantes encontram-se limpas sem pó ou outra sujidade?		x				40%
	Não existem resíduos acumulados ou contentores cheios				x		80%
	Os carrinhos pessoais encontram-se limpos?	x					20%
Os carrinhos de consumíveis encontram-se limpos?	x					20%	
							56%
Padronização	Prevenção para que a área tenha condições operacionais normais	1	2	3	4	5	Total
	As regras dos 5S+1S foram transcritas e publicadas para permitir a perenidade da ação?	x					20%
	Foram repartidas adequadamente as responsabilidades de limpeza e manutenção?	x					20%
	A ação 5S+1S permite visualizar os problemas de segurança, ambiente, qualidade e produtividade?	x					20%
	Existem fichas informativas quantos à planta da unidade de produção?	x					20%
	As normas para utilização de carrinhos de consumíveis encontram-se afixadas e visíveis?	x					20%
	As normas para utilização dos armários de ferramentas encontra-se afixada e visível?	x					20%
As normas para utilização de carrinhos de pessoais encontram-se afixadas e visíveis?	x					20%	
							20%
Rigor/Disciplina	Cumprimento de regras (autodisciplina)	1	2	3	4	5	Total
	Houve uma evolução ou correção dos pontos anotados, desde a última auditoria?		x				40%
	Os colaboradores promovem a melhoria contínua?	x					20%
	O resultado das auditorias está afixado e atualizado?	x					20%
	Existe um sistema para responder às auditorias?	x					20%
	As folhas de preenchimento de recolha de ferramentas está a ser preenchida?	x					20%
	As folhas de identificação da celas estão preenchidas e atualizadas?		x				40%
Os carrinhos de consumíveis estão corretamente identificados?	x					20%	
							26%
Segurança	Prioridade Segurança	1	2	3	4	5	Total
	Equipamentos de emergência, painéis elétricos e saídas estão a funcionar e desobstruídas?				x		80%
	Os cabos elétricos estão ordenados e protegidos?			x			60%
	Todos os colaboradores estão a usar os EPI definidos para a área?					x	100%
	EPI estão arrumados e em condições de serem usados quando necessário?				x		80%
	O posto de trabalho cumpre com os requisitos ergonómicos?			x			60%
As elevações, alcances, torções, vibrações ou movimentos repetitivos são normais?			x			60%	
							73%
TOTAL							41%

Figura 112 - Resultados da 1ª auditoria dos 5S+1S

Nível de Maturidade 5S+1S

Nível de Maturidade	Utilização	Organização	Limpeza	Padronização	Rigor / Disciplina	Segurança	Iniciativas de Melhora
Nível 1 Iniciante	Itens necessários e desnecessários estão misturados na área de trabalho.	Ferramentas, livros e materiais são localizados aleatoriamente.	Áreas de trabalho estão sujas e desorganizadas.	Nenhuma tentativa está sendo feita para documentar ou melhorar os processos atuais.	20%	Atenção mínima é gasta em tarefas domésticas.	Nenhuma sensibilização sobre Segurança e Ambiente foi dada
Nível 2 Foco nas Bases	Itens necessários e desnecessários são separados.	30% Um local designado foi estabelecido para todos os itens.	40% As áreas do local de trabalho são limpas regularmente.	Métodos de local de trabalho estão sendo melhorados, mas as alterações não foram documentadas.	Um esforço reconhecido foi feito para melhorar a condição do ambiente de trabalho.	26% Ações de formação de Segurança e Ambiente estão a ser dadas	
Nível 3 Tornar visível	Todos os itens desnecessários foram removidos da área de trabalho.	Locais designados são marcados para tornar a organização mais visível.	Lista de verificação 6S que detalham tarefas e responsabilidades são desenvolvidos e utilizadas.	56% Melhorias no método no local de trabalho estão sendo incorporadas e documentadas	Cronogramas 6S detalhando tarefas e responsabilidades foram desenvolvidos e são utilizados.	Definição das ações e meios relativos aos requisitos de Segurança e Ambiente. Definição das regras de Segurança e Ambiente	
Nível 4 Foco na Consistência	Um método documentado de confiança foi estabelecido para manter uma área de trabalho livre de itens desnecessários.	Um método de confiança e documentado foi estabelecido para reconhecer, com uma ajuda visual, se os itens estão fora do lugar ou excedem os limites de quantidade.	Lista de verificação 6S que detalham as tarefas e as responsabilidades são compreendidos e praticadas.	Melhorias no método no local de trabalho são visíveis e compreendidas por todos os funcionários.	Há listas de verificação que mostram que os funcionários seguem os cronogramas 6S.	Todos os meios e ações definidas relativas à Segurança e Ambiente estão implementadas	73%
Nível 5 Foco na Prevenção	Os funcionários estão continuamente a procurar oportunidades de melhoria.	Qualquer um pode entrar na área de trabalho e localizar facilmente itens. As condições anormais são visualmente óbvias e medidas de ação corretiva estão em vigor.	Os funcionários da área criaram um método de confiança e documentado para a limpeza e manutenção preventivas. Limpeza e organização da área de trabalho são um modo de vida.	Os funcionários estão continuamente a contribuir para a eliminação do desperdício. Todas as alterações são documentadas e as informações são partilhadas com os funcionários.	Os funcionários mantêm padrões consistentes em conformidade com o programa 6S.	Os funcionários estão continuamente a cumprir as regras definidas de Segurança e Ambiente	

Figura 113 – Resultado no nível de maturidade da 1ª auditoria dos 5S+1S

ANEXO A – FNC

**FNC - NC ID: 45320090042 - Corrected**
Non Conformity Data

NC ID:



Emission  **Analysis**  **Execution** 

Non Conformity Identification 45320090042

Creator <input type="text" value="Paulo Sousa"/>	Status <input type="text" value="Corrected"/>
Inspection Status <input type="text" value="Inspeção de Recepção geral2"/>	Emission Date <input type="text" value="2009-10-02"/>
Serial number <input type="text" value="S18000401"/>	Non Conform Qt. <input type="text" value="1"/>
Article <input type="text" value="35316169-01"/>	Article description <input type="text" value="COMANDO CI2 - NORMAFIX"/>
Product line <input type="text" value="CDV"/>	Pre-correction action <input type="text" value="Peça não conforme reparada em fábrica"/>
Analysis Dead Line <input type="text" value="2009-10-07"/>	Analysis Department <input type="text" value="Informatica"/>
Order <input type="text" value="CT1801718 10"/>	Supplier <input type="text" value="Guri - Electricidade, Lda."/>
Project <input type="text" value="3"/>	Customer <input type="text" value="Brisa Access Electronica Rodoviaria"/>

Defect Codes

Product <input type="text" value="FLUOFIX GC"/>	Feature <input type="text" value="Others"/>
Component <input type="text" value="Others"/>	Defect <input type="text" value="Others"/>

Description of Non Conformity

asasa

Other informations

Equipment no. <input type="text" value="4"/>	Designation <input type="text" value="5"/>
Drawing <input type="text" value="6"/>	Supplier Invoice No. <input type="text" value="7"/>

Figura 114 – Página de registo de uma FNC

ANEXO B - FICHA ACOMPANHAMENTO DA CELA

Produção - Ficha de Acompanhamento da Cella		
Projecto ERP	Cliente / Projecto	
Serralheiro:	Inicio __/__/__	Fim __/__/__
Cela: __/__/__	Artigo / Tipo: _____	
Obs:		
Electricista:	Inicio __/__/__	Fim __/__/__
Esquema: _____	rev.: _____	
Obs:		
CBT:	Inicio __/__/__	Fim __/__/__
Esquema: _____	rev.: _____	Sub-Contratado <input type="checkbox"/>
Obs:		
Auto Controlo Produção	__/__/__	

Figura 115 – Ficha de acompanhamento da cela

IDENTIFICAÇÃO DAS ROTAS MIZUSUMASHI

ROTAS SECUNDÁRIA

1. Normafix 24 e 36 + ISF 24 + Expedição
2. Fluofix 24 e 36 + ISF 36 + Expedição
3. Revac + HV + IAT

ROTA PRIMÁRIA

4. Primária + Divac

- Percurso com comboio
- ⋯→ Percurso a pé

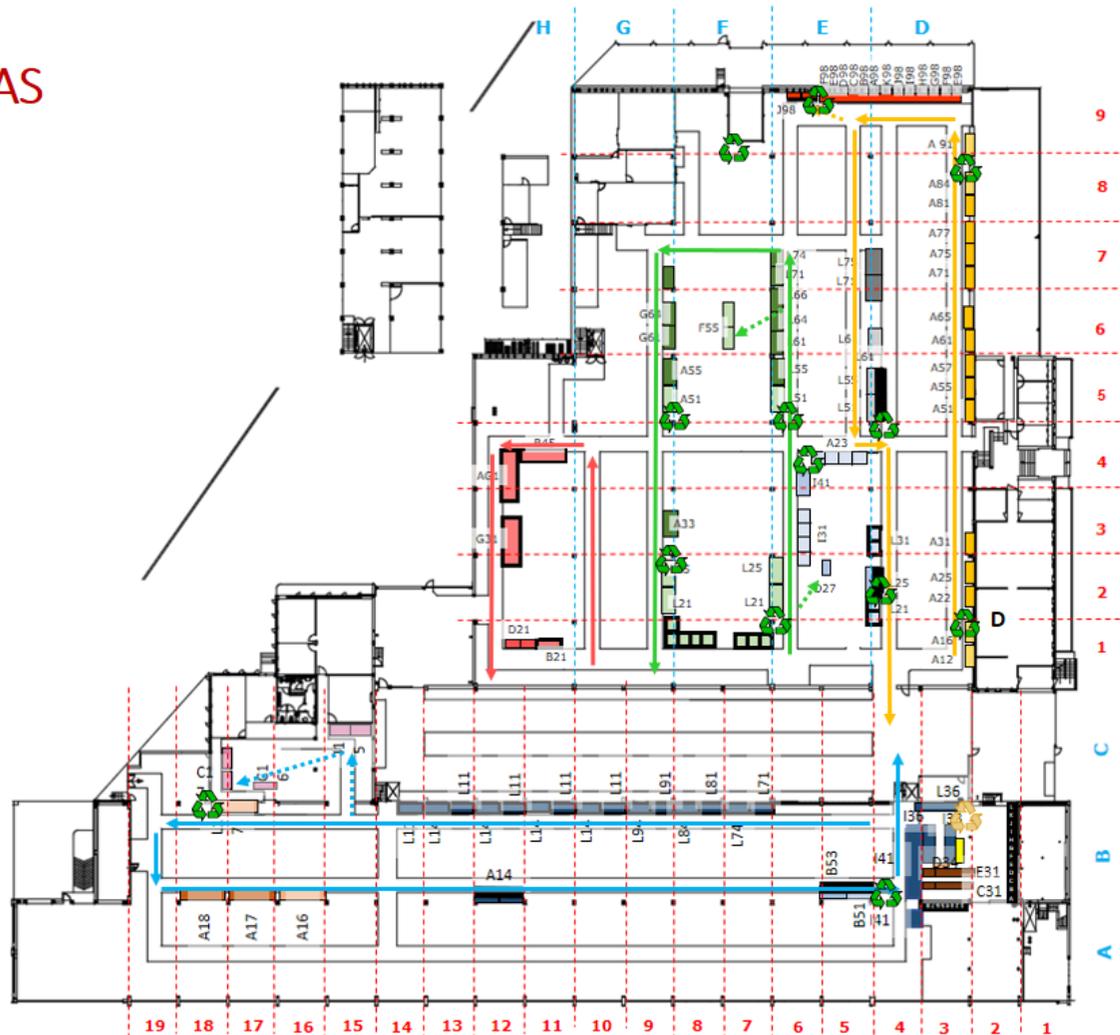


Figura 116 – Folheto informativo das rotas mizusumashi atualmente em vigor na Efacec AMT

ANEXO D - QUADRO OPERAÇÕES TRUETIME

Tabela 23 – Quadro de operações TrueTime (1ª parte)

Operação	Descrição	Normacel 12	Normacel 17,5	Normacel 24	QBN7	Para Montagem Geral	Para Montagem Geral - Opcional	Para SAK	Para SAK - Opcional
	Receção da OP	x	x	x	x	o			
	Impressão do Mapa de Montagem + Resumo do Projeto	x	x	x	x	o			
5	Engenharia	x	x	x	x	o			
10	Reunião de Materiais		x	x	x	o			
20	Formação Quadro - Logística	x	x	x	x	o			
30	Formação Quadro - Produção	x	x	x	x	o			
40	Preparação do Quadro para Montagem	x	x	x	x	o			
50	União Alveolos	x	x	x	x			o	
60	Montar Coletor de Terra	x	x	x		o			
70	Preparar Isoladores e Montar Alveolo Traseiro				x			o	
80	Baixar Alveolos Frontais				x				
90	Montar Sinalizadores e Placas de Função				x	o			
100	Montagem Cloches e Derivações	x	x	x	x	o			
110	Elevar Alveolos Frontais				x				
120	Montagem TIs nos Berços	x	x	x	x		o		
130	Eletrificação TIs nos Berços	x	x	x	x		o		
140	Montagem de Isoladores Suporte e Mãozinhas			x		o			
150	Montagem Veio e ST/KIT s/ST	x	x	x	x				o
160	Montagem Gaveta	x	x	x		o			
170	Montagem Encravamentos	x	x	x	x		o		
180	Eletrificação Encravamentos	x	x	x	x		o		
190	Montagem TIs e Barramento + KIT s/TIs	x	x	x	x		o		
200	Eletrificação TIs e Barramento	x	x	x	x		o		

Tabela 24 – Quadro de operações TrueTime (2ª parte)

Operação	Descrição	Normacel 12	Normacel 17,5	Normacel 24	QBN7	Para Montagem Geral	Para Montagem Geral - Opcional	Para SAK	Para SAK - Opcional
210	Montagem Compartimento BT	x	x	x	x	o			
220	Eletrificação Compartimento BT	x	x	x	x	o			
225	Montagem Parte Fixa	x	x	x	x	o			
230	Eletrificação Parte Fixa	x	x	x	x	o			
240	Montagem Compartimento TT	x	x	x	x		o		
250	Eletrificação Compartimento TT	x	x	x	x		o		
260	Montagem Carrinhos TT	x	x	x	x		o		
270	Eletrificação Carrinho TT	x	x	x	x		o		
280	Montagem Aventais + KIT Fechaduras				x	o			
290	Eletrificações Interligações e Condutores Gerais	x	x	x	x	o			
300	Montagem Parte Móvel - DMT	x	x	x	x				o
310	Montagem Caixa Barramento Geral				x		o		
320	Montar Kit Fixação Alavancas				x		o		
390	Montagem DIVAC	x	x	x	x			o	
400	Eletrificação DIVAC	x	x	x	x			o	
420	Etiquetagem e Ajustes Finais	x	x	x	x	o			
430	Inspecionar e Ensaiar	x	x	x	x	o			
440	Reunião de Materiais LMA	x	x	x	x		o		
450	Preparar para Expedir (Montagem)	x	x	x	x	o			
460	Preparar para Expedir (Eletrificação)	x	x	x	x	o			
480	Expedição Primária	x	x	x	x	o			
490	OUTROS	x	x	x	x		o		
500	Komax	x	x	x	x		o		
510	Montar PVC	x	x	x	x	o			
520	Eletrificação ST	x	x	x	x				o

ANEXO E – TRUETIME



Ines Napoles 453 - AMT PT

Sequência de operações				Tempos para Seq. Operações						
Seq.Op.	Descrição	Equipa	Horas	Artigo	Descrição	GOP	Seq.Op.	Horas	Qt.Tot.	Valid.
	Total Divac E	Divac E	07h50	X 314140320-01	CELA CH/SAIDA 630/1250A - 31.5	0	0030	00h30	1.00	20190101
	Total INSP	INSP	31h30	X 314140320-01	CELA CH/SAIDA 630/1250A - 31.5	0	0030	02h30	5.00	20190101
	Total KOMAX	KOMAX	14h59	X 314140320-01	CELA CH/SAIDA 630/1250A - 31.5	0	0030	00h30	1.00	20190101
	Total PROD E	PROD E	76h44	X D12302303-01	ESQUAD.ELEVACAO EQUIP.	0	0030	01h20	16.00	20190101
	Total PROD M	PROD M	82h42	X 314140320-01	CELA CH/SAIDA 630/1250A - 31.5	0	0040	00h40	1.00	20190101
	Total SUBCONT	SUBCONT	102h05	314140042-01	SAK Ch/S 630A/1250A-L=1000 -S	MONTAG	0040	00h09	1.00	
0030	Formação Quadro - Produção	PROD M	04h50	314140042-01	SAK Ch/S 630A/1250A-L=1000 -S	MONTAG	0040	00h04	1.00	
0040	Preparação do Quadro para Montagem	PROD M	07h07	314140042-01	SAK Ch/S 630A/1250A-L=1000 -S	MONTAG	0040	00h04	1.00	
0090	Montar Sinalizadores e Placas Função	PROD M	01h51	314140042-01	SAK Ch/S 630A/1250A-L=1000 -S	MONTAG	0040	00h04	1.00	
0120	Montagem de TIs nos Berços	PROD M	03h16	314140042-01	SAK Ch/S 630A/1250A-L=1000 -S	MONTAG	0040	00h04	1.00	
0130	Electrificação de TIs nos Berços	PROD E	06h18	X 314140320-01	CELA CH/SAIDA 630/1250A - 31.5	0	0040	03h20	5.00	20190101
0170	Montagem de Encravamentos	PROD M	04h37	314140042-01	SAK Ch/S 630A/1250A-L=1000 -S	MONTAG	0040	00h45	5.00	
0190	Montagem TIs e Barramento	PROD M	08h10	314140042-01	SAK Ch/S 630A/1250A-L=1000 -S	MONTAG	0040	00h20	5.00	
0200	Electrificação TIs e Barramento	PROD E	07h42	314140042-01	SAK Ch/S 630A/1250A-L=1000 -S	MONTAG	0040	00h20	5.00	
0210	Montagem Compartimento BT	PROD M	06h15	314140042-01	SAK Ch/S 630A/1250A-L=1000 -S	MONTAG	0040	00h20	5.00	
0220	Electrificação Compartimento BT	PROD E	04h44	X 314140320-01	CELA CH/SAIDA 630/1250A - 31.5	0	0040	00h40	1.00	20190101
0230	Electrificação Parte Fixa	PROD E	05h33	314140042-01	SAK Ch/S 630A/1250A-L=1000 -S	MONTAG	0040	00h09	1.00	
0240	Montagem Compartimento TT	PROD M	06h12	314140042-01	SAK Ch/S 630A/1250A-L=1000 -S	MONTAG	0040	00h04	1.00	
0250	Electrificação Compartimento TT	PROD E	00h40	314140042-01	SAK Ch/S 630A/1250A-L=1000 -S	MONTAG	0040	00h04	1.00	
0260	Montagem Carrinhos TT	PROD M	03h46	314140042-01	SAK Ch/S 630A/1250A-L=1000 -S	MONTAG	0040	00h04	1.00	
0270	Electrificação Carrinho TT	PROD E	01h48	31217028-01	PLACA FUNCÃO ST (FRANCES)	MONTAG	0090	00h04	1.00	20190711
0290	Electrificação Interligações e Condutores Gerais (Arco interno + fibra ótica)	PROD E	44h00	31217029-01	ETIQUETA SINOP.ST(FRANCES)	MONTAG	0090	00h02	1.00	20190820
0300	Montagem Parte Móvel - DMT	PROD M	07h00	31217028-01	PLACA FUNCÃO ST (FRANCES)	MONTAG	0090	00h22	5.00	20190711
0320	Montar Kit Fixação Alavancas	PROD M	00h24	31217029-01	ETIQUETA SINOP.ST(FRANCES)	MONTAG	0090	00h06	5.00	20190820
0420	Etiquetagem	PROD M	03h36	31217028-01	PLACA FUNCÃO ST (FRANCES)	MONTAG	0090	00h04	1.00	20190711
0425	Afinações finais	PROD M	05h50	31217029-01	ETIQUETA SINOP.ST(FRANCES)	MONTAG	0090	00h02	1.00	20190820
0430	Inspeccionar e Ensaiar	INSP	31h30	314180791-01	COMPARTIMENTO DE BAIXA TENSÃO	MONTAG	0090	00h10	1.00	
0450	Preparar para Expedir (Montagem)	PROD M	07h07	314180791-01	COMPARTIMENTO DE BAIXA TENSÃO	MONTAG	0090	00h50	5.00	
0460	Preparar para Expedir (Electr.)	PROD E	05h58	314180791-01	COMPARTIMENTO DE BAIXA TENSÃO	MONTAG	0090	00h10	1.00	
0500	Komax	KOMAX	14h59	X 314131079-01	MONT 3TI' s Estlas ATB-30-S1B	0	0120	00h28	1.00	20191016

Figura 117 – Visão da plataforma TrueTime de uma GOP

ANEXO F - ATLAS

Figura 118 – Visão e explicação da plataforma Atlas antes de se iniciar o picking

Figura 119 – Visão e explicação da plataforma do Atlas aquando do picking