

Implementação de metodologias *Lean* numa unidade de fabrico de tintas de base aquosa

João Pedro Ribeiro Alves Martins

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Eduardo José Rego Gil da Costa



Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

2018-01-22

“If you can't fly then run, if you can't run then walk, if you can't walk then crawl, but whatever you do you have to keep moving forward.”

Martin Luther King

Resumo

O presente projeto foi desenvolvido na empresa CIN S.A., no âmbito da dissertação curricular de conclusão do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP).

A CIN S.A. é uma empresa multinacional que produz, distribui e comercializa tintas e vernizes estando presente em mais de 40 países.

O desenvolvimento do projeto teve como linhas orientadoras uma filosofia de melhoria contínua tendo como principal objetivo a criação de valor para a Organização através da identificação e eliminação de desperdícios e, conseqüentemente, o aumento de eficiência dos processos. A melhoria contínua é uma filosofia de âmbito multidisciplinar e, como tal, o sucesso da sua implementação resulta de um processo evolutivo e da criação de um ambiente propício à mudança quer a nível das equipas naturais quer ao nível das relações interdepartamentais dentro da Organização.

Numa primeira fase foi elaborado um estudo do trabalho onde foram mapeadas todas as tarefas constituintes do processo das linhas de enchimento automáticas e identificadas as oportunidades de melhoria. Posteriormente, foram analisadas as causas de origem das ineficiências através do acompanhamento *on-the-job* de todos os intervenientes da cadeia de valor, incluindo os colaboradores, equipamentos, armazéns, postos de trabalho e tempo de *setups*. Para análise e identificação de necessidades de desenvolvimento e polivalência dos colaboradores foi elaborada uma matriz de competências e uma escala de alocação para o cumprimento das tarefas diárias.

De forma a garantir o envolvimento de todos os colaboradores na melhoria dos processos e aumentar os indicadores de desempenho, foram discriminados todos os componentes dos indicadores de *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) e definidas ações de melhoria corretivas. Estas iniciativas foram semanalmente acompanhadas em reuniões multidisciplinares tendo sido envolvida a gestão de topo e os colaboradores. Da análise dos indicadores OEE, surgiu a necessidade de reduzir os tempos de *setup* dos equipamentos através da análise *Single Minute Exchange of Die* (SMED). Paralelamente foram redesenhados os postos de trabalho através de metodologias 5S e auditorias (*Kamishibais*) e repensada toda a gestão de stocks em armazém com o auxílio das ferramentas de análises ABC, estudo de estantes de paletização disponíveis no mercado e revisão do processo de aprovisionamento e controlo de inventário.

A proposta de valor do projeto foi garantir o envolvimento de todos os intervenientes dos departamentos de Enchimento, Fabrico e Expedição, diminuir os tempos de paragem dos equipamentos e aumentar a capacidade de produção. Tomou-se como objetivo garantir a racionalização do espaço disponível de armazém de embalagens e a facilidade de acesso das mesmas, reduzindo desperdícios de movimentação. Outro foco crucial foi a implementação de gestão visual em todo o *gemba* e organização dos postos de trabalho.

Implementing Lean methodologies on a water-based paint manufacturing unit

Abstract

The present project was developed at CIN S.A. in the context of the curricular dissertation for the Integrated Master in Engineering and Industrial Management's conclusion at the Faculty of Engineering of the University of Porto (FEUP).

CIN S.A. is a multinational entity that produces, distributes and markets paints and varnishes, marking its presence in over 40 countries.

The development of this project had, as its main guidelines, a philosophy of continuous improvement in order to create value for the Organization, through waste identification and elimination and, consequently, the processes' efficiency gain. Continuous improvement is a philosophy of a multidisciplinary context and as such, its implementation success results from an evolutionary process and from the creation of a change-enabling environment, either on the *gemba*'s team level or in the interdepartmental relationships inside the Organization.

In a first phase, an on-the-job study was drawn, where all the tasks that are part of the automatic-filling production lines' process were mapped and improvement opportunities were also identified. Afterwards, the inefficiencies' causes were analysed through the on-the-job monitoring of all the value chain's parties including workers, equipment, storage, jobs and setup times. For the analysis and identification of the workers' development needs and multi-skilling, a grid of capabilities and an allocation scale were drawn in order to fulfil the daily tasks. As a way of ensuring the involvement of all workers in the processes' improvement and the raising of the performance indicators, all the Overall Equipment Effectiveness (OEE) indicators' components were discriminated and corrective improvement actions were defined. All of these initiatives were weekly monitored in multidisciplinary meetings that involved top management parties and workers. From the analysis of the OEE indicators, there a need was identified in order to reduce equipment's setup times through the Single Minute Exchange of Die (SMED) analysis. In parallel, the jobs were redesigned through the 5s and audits (*Kamishibais*) methodologies. All of the storage's stock management was reconsidered with the aid of ABC analysis, a study of pallet racking's market availability and the revision of the supply process and inventory control.

The project's added value proposal was to ensure the involvement of all of the Filling, Manufacturing and Expedition departments' parties. It was also to ensure the equipment's stoppage times reduction and to increase production capacity. One of the main goals was to ensure the streamlining of the package's storage available area and to ensure an easy access to the packages, therefore reducing movement waste. Another crucial focus was the implementation of a visual management on all of the *gemba* and job organization.

Agradecimentos

Pela oportunidade de estágio e meios disponibilizados na CIN S.A, agradeço ao Engenheiro João Serrenho.

À Engenheira Sara Pinto agradeço pelo conhecimento que me transmitiu e pelas linhas orientadoras que me guiaram ao longo da dissertação.

Ao Professor Eduardo Gil da Costa pela disponibilidade, orientação e conselhos transmitidos.

A todos os funcionários da empresa, principalmente ao Ricardo Pereira que sempre se mostrou disponível a ajudar e a esclarecer dúvidas.

Aos meus pais, irmão e amigos por todo o apoio que me deram.

À Carolina, que sempre esteve presente em todos os momentos difíceis do meu percurso académico e me deu forças para continuar.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	Apresentação do Grupo CIN	1
1.2	O Projeto	3
1.3	Objetivos do projeto	4
1.4	Método seguido na dissertação	4
1.5	Estrutura da dissertação	4
2	Enquadramento teórico	6
2.1	Fundamentos Kaizen	6
2.2	Standard Work	9
2.3	SMED.....	9
2.4	5S 12	
2.5	Estudo dos tempos – OEE	13
2.6	Ciclo PDCA	15
2.7	Gestão de armazenamento.....	16
2.7.1	Tipologias de layout de armazém	17
2.7.2	Análise de Pareto /ABC	18
2.7.3	Métodos de armazenagem	18
2.7.4	Gestão de Stocks	19
3	Caracterização da situação inicial.....	21
3.1	Processo produtivo na Nováqua	21
3.2	Enchimento	24
3.3	Armazém de embalagens	26
3.4	Principais problemas identificados	27
4	Solução proposta	30
4.1	Armazém de embalagens	30
4.1.1	Análise ABC.....	31
4.1.2	Normas de reaprovisionamento.....	33
4.1.3	Espaço necessário para cada referência do tipo AAA	33
4.1.4	Alocação das referências.....	36
4.1.5	Investimento	39
4.1.6	Alteração para método de revisão contínua	39
4.2	Organização e envolvimento de todos os intervenientes	40
4.3	Overall Equipment Effectiveness (OEE).....	42
4.4	Single Minute Exchange of Die (SMED).....	46
4.4.1	Implementação	46
4.4.2	Resultados obtidos	48
5	Conclusões e perspectivas de trabalho futuro.....	49
	Referências	51
	ANEXO A: Resultado das análises ABC.....	52
	ANEXO B: Consumos semanais das referências utilizadas na máquina ME01	53
	ANEXO C: Consumos semanais das referências utilizadas nas máquinas ME31, ME19 e ME26	54
	ANEXO D: Teste à distribuição normal da amostra referente aos consumos semanais da máquina ME01	55
	ANEXO E: Teste à distribuição normal da amostra referente aos consumos semanais das máquinas ME31, ME19 e ME26.....	56
	ANEXO F: Espaço necessário para as referências utilizadas na máquina ME01	57
	ANEXO G: Espaço necessário para as referências utilizadas nas máquinas ME31, ME19 e ME26	58

ANEXO H: Capacidade de cada corredor em profundidade na proposta dada (Nováqua e corredor externo).....	59
Anexo I: Exemplo de um desenho fornecido pela Mecalux para estantes na área 1	60
ANEXO J: Número de paletes necessário e ordem de importância tendo em conta a taxa de ocupação (localizações de outubro a março)	61
ANEXO K: Número de paletes necessário e ordem de importância tendo em conta a taxa de ocupação (localizações de abril a setembro).....	62
ANEXO L: Alocação das embalagens à área 1	63
ANEXO M: Alocação das embalagens à área 2	64
ANEXO N: Alocação das embalagens à área 3.....	65
ANEXO O: Alocação das embalagens à área 4	66
ANEXO P: Alocação das embalagens à área 5.....	67
ANEXO Q: Alocação das embalagens à área 6	68
ANEXO R: Alocação das embalagens à área do corredor externo	69
ANEXO S: Tempo de cada paragem por mês	70
Anexo T: Matriz de Competências	71
Anexo U: Tabela de Escalas de Limpeza e Consumíveis	72
Anexo V: <i>Check-list</i> do Operador de Reabastecimento de Consumíveis.....	73
Anexo W: Implementação de 5S.....	75
Anexo X: Tarefas a realizar no <i>setup</i> pelo colaborador responsável pelo enchimento.....	80
Anexo Y: Tarefas internas e externas a realizar no <i>setup</i> pelo supervisor	82
Anexo Z: Tarefas a realizar pelo supervisor enquanto as máquinas estão em fase de enchimento.....	83

Índice de Figuras

Figura 1 - Mapa com localizações da CIN (website CIN)	2
Figura 2 - Situações na fábrica (Suzaki 2010).....	7
Figura 3 - Perda de eficiência no <i>setup</i>	10
Figura 4 - As cinco etapas do SMED (Coimbra 2013).....	10
Figura 5 - Representação das etapas do SMED (Coimbra 2013)	11
Figura 6- Representação do tempo para o cálculo do OEE	14
Figura 7 - Ciclo PDCA	16
Figura 8 - Operações básicas de armazenagem (Ramos 2010)	16
Figura 9 - Tipos de layout de armazém (Ramos 2010)	17
Figura 10 - Atribuição de ordens de enchimento às diferentes máquinas	22
Figura 11 - Exemplo de um <i>check-in</i>	22
Figura 12 - Planta da Nováqua com especificação das diferentes áreas	23
Figura 13 - Folha de registo das paragens	26
Figura 14 - Disposição do espaço disponível para armazenamento de embalagens e tampas. <i>Layout</i> interno à esquerda e corredor externo à direita.	27
Figura 15 - Paragem de bordo de linha cheio	28
Figura 16 - Paragem por atraso no abastecimento de embalagens ou tampas.....	28
Figura 17 - À esquerda diferentes referências no mesmo corredor, à direita várias paletes empilhadas.....	29
Figura 18 - Alteração da nomenclatura da embalagem	30
Figura 19 - Gráfico <i>Boxplot</i>	34
Figura 20 - Curva da Distribuição Normal	35
Figura 21 - Proposta de novo Layout para Nováqua e corredor externo.....	37
Figura 22 - Disposição do armazém 1 e 2	39
Figura 23 - Quadro para reunião diária	41
Figura 24 - Quadro para consulta diária	42
Figura 25 - Folha de resultados dos OEE e suas causas	43
Figura 26 - Quadro de avaliação dos OEE e sugestões	45
Figura 27 - Plano de ações das sugestões dadas	46
Figura 28 - Processo de abertura de uma paleta de embalagens	47
Figura 29 - Localização das paletes de embalagens vazias, tampas e produto acabado	47

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Frequência de utilização	32
Tabela 2 - Movimentações anuais de paletes	32
Tabela 3 - Espaço necessário em número de paletes	36
Tabela 4 - Dimensões das áreas. À esquerda em metros e à direita em paletes	38
Tabela 5 - Estudo para método de revisão contínua	40
Tabela 6 - Cadências médias	44
Tabela 7 - Resultados dos tempos de <i>setup</i>	48
Tabela 8 - Comparação dos resultados do OEE com a semana do teste	48

1 Introdução

O presente relatório foi elaborado no âmbito da dissertação final do 5º ano do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial da Universidade do Porto.

O projeto teve uma duração de 4 meses e, como principal objetivo procurou a implementação de ferramentas *Lean* de forma a conseguir eliminar o desperdício e consequentemente aumentar a eficiência dos processos. Os principais resultados esperados são o aumento da produtividade global, redução de *lead times* e criação de uma cultura de melhoria contínua.

A CIN é uma empresa líder ibérica no setor desde 1995 que procura, sistematicamente, incorporar as melhores práticas com o intuito não só de otimizar os seus recursos, mas também de ir de encontro às necessidades do mercado. A Organização encontra-se neste momento em fase de implementação de princípios de *Lean Production*, uma filosofia japonesa dada a conhecer ao mundo ocidental em 1990 (Womack e Jones 1997). A estratégia é focada no aumento de valor e utilidade para o cliente e na redução de desperdício para toda a organização através de um processo de melhoria contínua que envolva todos os intervenientes da cadeia de valor.

1.1 Apresentação do Grupo CIN

O Grupo CIN teve o seu início de atividade em 1917. É constituído por oito empresas que comercializam as suas tintas e vernizes e que estão distribuídas por vários países: Portugal, Espanha, França, Angola e Moçambique. O Grupo CIN é composto pela CIN, a Celliose, a CIN Monopol, as Tintas CIN Angola, a Artilin, a CIN Industrial Coatings, a CIN Valentine e as Tintas CIN Moçambique.

A CIN emprega cerca de 1400 colaboradores nas suas unidades Produtivas, Centros de Distribuição, Centros de I&D e Escritórios. Com três centros de Investigação & Desenvolvimento (I&D) próprios em Portugal, Espanha e França, a CIN aposta continuamente na inovação para melhorar processos, antecipar necessidades do mercado e assegurar o sucesso dos seus produtos, que chegam já a 40 países da Europa, Américas, Ásia e África. A produção é assegurada por 10 fábricas, o equivalente a mais de 150 mil metros quadrados de área e 14 centros de armazenamento e distribuição (Figura 1).

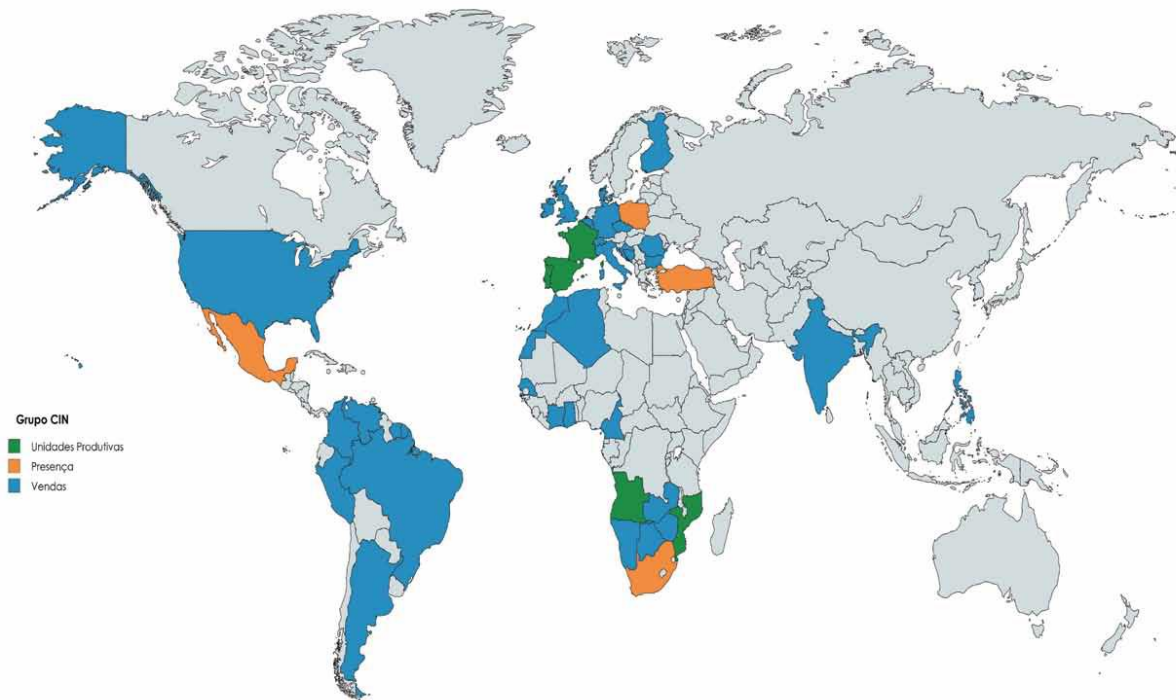


Figura 1 - Mapa com localizações da CIN (website CIN)

A empresa-mãe do Grupo CIN é a CIN-Corporação Industrial do Norte S.A. Foi criada em 1926 e tem como atividade principal a produção e comercialização de tintas, vernizes e diversos produtos da mesma categoria. É a empresa líder do setor na Península Ibérica há já duas décadas, sendo também um dos maiores fabricantes da Europa e uma referência mundial, com um volume de negócios de 210 milhões de Euros (dados referentes a 2016). A CIN dedica a sua atividade a distintos segmentos do mercado, tais como: Decorativos/Construção Civil, Anticorrosão e Indústria.

O segmento de Decorativos abrange as tintas e vernizes de base aquosa e solvente para aplicação em edifícios, podendo estas ser aplicadas por profissionais ou clientes finais. É, dos 3 segmentos supramencionados, o mais representativo da CIN, com uma percentagem do volume de negócios de 51% em 2016 (cerca de 107 milhões de euros). A produção deste segmento ocorre na Península Ibérica, França, Polónia e no continente africano e tem comercialização em 15 países.

O segmento da Anticorrosão (*Protective Coatings*) destina-se a materiais que estão expostos a ambientes agressivos e necessitam de um revestimento anticorrosivo nas estruturas e equipamentos de aço e betão que são utilizadas no sector petroquímico e energético da construção civil e industrial. As suas quatro grandes soluções de revestimentos nesta unidade de negócio são:

- Proteção passiva contra o fogo (estruturas metálicas e de madeira);
- Pavimentos;
- Betão;
- Depósitos de combustível, gasodutos, etc.

Possui unidades de produção em Portugal e Espanha e comercialização em 19 países. Esta área representou 11% do volume de negócios em 2016 (cerca de 23 milhões de euros).

Por último, o segmento da Indústria está dividido em duas áreas de negócio:

- As tintas líquidas de base solvente e de base aquosa para as indústrias do metal, madeira, plásticos, vidro e repintura de veículos industriais e de transporte;
- As tintas em pó para os mercados da arquitetura, aplicações industriais, mobiliário metálico, utilidades domésticas e componentes automóveis.

Com unidades de produção em Portugal, Espanha e França e com comercialização em 21 países, esta unidade de negócio representou, em 2016, 38% do volume de negócios da CIN (cerca de 80 milhões de euros em 2016).

A CIN distribui os seus produtos na Península Ibérica através de uma rede de lojas próprias, franchisados, concessionados e revendedores autorizados. Exporta também para vários mercados da América Latina e Europa Central. Segundo a *Coatings World Magazine* de 2014, a CIN ocupa o 53.º lugar no ranking mundial de produtores de tintas e vernizes. Tem uma área de I&D que garante à CIN a inovação tecnológica, de modo a antecipar as necessidades do mercado e a acrescentar permanentemente valor aos seus produtos.

A par da inovação, a CIN aposta na qualidade e sustentabilidade das suas operações, uma realidade que está bem patente nas certificações dos seus sistemas de gestão de Qualidade (ISO 9001), Ambiente (ISO 14001), Higiene, Saúde e Segurança (OHSAS 18001).

A unidade da Maia, onde se encontra sediada a CIN, é responsável por 65% da produção total do grupo. É composta pelos seguintes setores:

C0 – Armazém de matérias primas

C1 – Nave Central

C2 – Nováqua

C3 – Brancos

C4 – Vernizes

C5 – Solventes

C6 – Massas e betumes

1.2 O Projeto

O presente projeto de dissertação foi realizado na secção C2 - Nováqua da CIN S.A., responsável pela produção de tintas de base aquosa lisas e texturadas para utilização na construção civil. Com o intuito de tornar os seus processos mais eficientes e encontrar novas oportunidades de melhoria, em 2014 a CIN tomou a decisão de contratar consultores externos. Foram implementadas metodologias *Lean* na secção C1 - Nave Central, no setor do enchimento e, tendo sido atingidos resultados muito positivos, sentiu-se então a necessidade de criar um departamento de melhoria contínua. O departamento foi desenhado com o intuito de ser uma área autónoma com uma visão transversal a toda a empresa, proporcionando estratégias de melhoria contínua, desenvolvimento de projetos inovadores de valor acrescentado para a organização, implementação de soluções e métodos de apoio na tomada de decisão a médio e longo prazo dos quadros de Gestão. Após os resultados positivos alcançados na Nave Central, estas práticas foram alargadas para o setor dos Bancos, Vernizes e Solventes.

Posteriormente, estas metodologias foram aplicadas no sector com maior volume de produção da Unidade Industrial da Maia, a Nováqua. O presente projeto abrangeu 3 zonas distintas da Nováqua sendo estas a zona de Enchimento, Armazém de embalagens e tampas e a zona de Produção.

1.3 Objetivos do projeto

A conceção e desenvolvimento do projeto surgiu da necessidade de melhorar todo o processo atual do negócio, de forma a garantir uma filosofia de gestão focada em eliminar o desperdício na produção e nas linhas de enchimento e, desta forma, aumentar a produtividade global. Este projeto teve como foco alcançar a eficiência do processo produtivo através do envolvimento de todas as pessoas da fábrica e, conseqüentemente, conseguir implementar uma cultura de melhoria contínua.

Nestes termos, foram definidos como objetivos:

- Implementar uma cultura de melhoria contínua;
- Aumentar a produtividade;
- Organizar o armazém de embalagens de forma a reduzir e controlar o *Work In Progress* (WIP);
- Organizar os postos de trabalho;
- Reduzir os tempos de *setup* e das paragens;
- Eliminar desperdícios.

1.4 Método seguido na dissertação

Para atingir os objetivos propostos, foram utilizadas ferramentas como o *Kaizen* diário, análises ABC, acompanhamento dos OEE, aplicação de SMED, *Standard Work*, Gestão visual e PDCA.

O método utilizado para o desenvolvimento deste projeto envolveu as seguintes etapas:

- Recolha de informação pertinente de conceitos teóricos de *lean manufacturing*, de logística e de exemplos práticos de organização em armazém;
- Estudo das infraestruturas, processos e principais dificuldades operacionais. Estudo dos documentos internos disponibilizados pela empresa;
- Obtenção dos requisitos para a realização do projeto;
- Acompanhamento *on-the-job* dos colaboradores;
- Seleção das metodologias de abordagem;
- Tratamento de dados;
- Desenvolvimento e modelação dos instrumentos de resolução;
- Conclusões.

1.5 Estrutura da dissertação

A presente dissertação está organizada em 5 capítulos:

Neste primeiro capítulo foi feita uma apresentação do ambiente empresarial onde foi realizada a dissertação, focando sobre o departamento onde a mesma foi desenvolvida. Também foi descrito o projeto, os objetivos e a metodologia aplicada.

No segundo capítulo apresenta-se o Enquadramento Teórico. Trata-se do resultado de uma extensa investigação dos conceitos utilizados ao longo do projeto.

No terceiro capítulo é feita uma análise onde são identificados e descritos todos os processos do negócio, bem como todas as oportunidades de melhoria encontradas.

No quarto capítulo são apresentadas as soluções para resolver os problemas levantados, bem como os passos que foram necessários para se obter a resolução dos mesmos.

No quinto capítulo são enunciados os resultados, as conclusões sobre o trabalho realizado e as propostas de trabalhos futuros.

2 Enquadramento teórico

2.1 Fundamentos Kaizen

O significado da palavra *Kaizen* é mudar para melhor. Trata-se de um conceito cada vez mais utilizado nas organizações por todo o mundo. *Kaizen* é também conhecido por Melhoria Contínua (Coimbra 2013).

Os princípios fundamentais do *Kaizen Lean* são:

i. Criar valor para o Cliente

Este conceito é baseado na identificação do que é valor para o cliente. É necessário antecipar e perceber o que o cliente quer e quais são as suas necessidades. Com este novo paradigma, as empresas tornam-se mais orientadas para o mercado e ficam mais adaptáveis às mudanças de exigências e tendências dos clientes.

ii. Ir para o *Gemba*

As ações de melhoria devem ser realizadas no *Gemba* (na fábrica) porque é o sitio onde se implementam mudanças e se alteram os hábitos das pessoas para melhor. É o sitio onde se observa a realidade e se podem falar de dados observados e validados. Existem duas formas de mudar hábitos: ou se altera o *layout* e os colaboradores não têm outra opção senão trabalhar de forma diferente, ou se alteram os padrões de trabalho e treina-se as pessoas para seguirem o novo padrão de trabalho até que este se torne um hábito. Podem ser utilizadas algumas ferramentas para ajudar nesta mudança tais como, a normalização de tarefas, *check-lists* e *kamishibais*.

iii. Eliminar desperdício (*Muda*)

Muda significa desperdício. São todas as atividades que não acrescentam valor, pelas quais o cliente não está disposto a pagar (Ohno 1988). A eliminação do desperdício é um meio de atingir competitividade e excelência, na medida em que significa aumentar a produtividade e reduzir o custo. Na Figura 2 é possível ver diferentes tipos de desperdício:

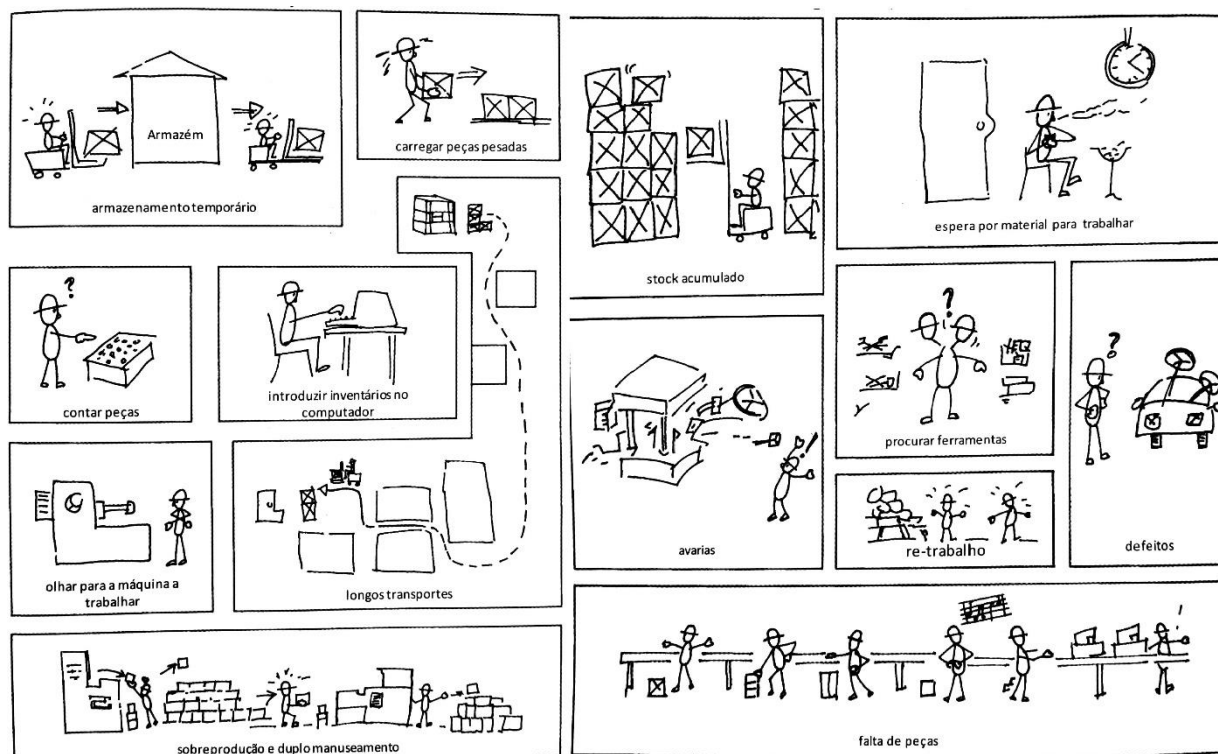


Figura 2 - Situações na fábrica (Suzaki 2010)

Existem 7 tipos de *Muda*:

- **Sobreprodução** - A Toyota concluiu que este é um dos piores desperdícios que existe na produção, ocorrendo devido à produção de bens para além da procura do mercado. Quando existe uma má previsão e quando, por vezes, a procura diminui, os efeitos de sobreprodução são sentidos pelo facto de se possuir stock adicional de mercadoria não vendida. O desperdício da sobreprodução é normalmente criado pelo facto de se adiantar trabalho. Quando isto acontece, consomem-se mais matérias-primas e pagam-se salários de trabalho desnecessário, criando assim stock, também ele desnecessário. Por sua vez, criam-se as necessidades adicionais de manuseamento de materiais, espaço para armazenar e pagamento de juros. Podem também ser necessárias mais pessoas para controlar stocks, burocracias, computadores extra, empilhadores ou espaço de armazém. A sobreprodução cria problemas adicionais e oculta a verdadeira causa dos problemas. Os colaboradores de cada processo devem ter em consideração o processo seguinte como sendo seu “cliente”, que por sua vez trabalha no produto resultante do processo anterior. Deve-se assegurar que se produz apenas a quantidade necessária, com alta qualidade, baixo custo e no momento certo (Suzaki 2010).
- **Espera** – Este tipo de desperdício é mais fácil de detetar uma vez que basta verificar quando um operário está parado por ter terminado o ciclo de produção ou, por estar à espera da disponibilidade de um recurso para ser processado ou, simplesmente por estar sistematicamente a vigiar as máquinas de forma a poder tomar uma ação corretiva.
- **Transporte** – As melhorias mais significativas, em termos de redução de perdas, são aquelas aplicadas ao processo de transporte, obtidas através de alterações de *layout* que dispensem ou eliminem as movimentações de material (Ghinato 2000). O transporte de materiais é um desperdício, uma vez que enquanto estes estão a ser movimentados não estão a ser processados e, conseqüentemente, não se encontram a

acrescentar valor. Este tipo de desperdício não pode ser completamente eliminado, uma vez que os produtos requerem transporte de modo a chegar ao cliente. Contudo, deve ser minimizado, por exemplo, posicionando o material o mais próximo possível do armazém.

- **Sobreprocessamento** – o próprio processo em si pode ser uma fonte de problemas, resultando em desperdício desnecessário. Durante o processamento de produtos, certas tarefas ou aspetos do processo podem ser eliminados por não acrescentarem valor ao produto. Estar-se-ia desta forma a realizar mais trabalho do que aquele que o cliente exigiu.
- **Stock/material parado** – Enquanto o material está parado, nada acontece, o material não está a ser transformado e não se está a obter valor acrescentado. O mesmo processo pode muitas vezes ser obtido com um inventário mais reduzido (Imai 2012). Por vezes, as empresas armazenam os artigos em grandes lotes e não idealizam que o ganho que obtêm com descontos de quantidade pode ser compensado com a redução do desperdício de *stock*. Reduzir o *stock*, para além de reduzir os custos inerentes, permite também que os problemas reais sejam mais facilmente detetados e resolvidos.
- **Movimento** – Refere-se ao movimento das pessoas que não acrescenta valor ao produto, como por exemplo as deslocações entre os postos de trabalho e as movimentações à procura de ferramentas. O facto de se pegar e posicionar elementos no posto de trabalho podem ser reduzidos ao máximo, mantendo as peças ou ferramentas próximas do local onde vão ser utilizadas. Quando uma pessoa também é responsável pela operação de várias máquinas ou pela realização de várias tarefas, esses movimentos também devem ser reduzidos ao máximo, colocando as máquinas dispostas de forma a que o tempo que o operário passa em deslocações seja o mínimo.
- **Defeitos** – É causado por erros durante o processo ou pela produção de produtos não conformes. Quando acontecem defeitos num posto, os operários dos postos seguintes têm desperdícios de espera, acrescentando custo e *lead time* ao produto. Além disso, os produtos defeituosos são retrabalhados ou acabam na sucata, representando assim uma grande perda de tempo e dinheiro. Uma situação ainda mais gravosa ocorre quando existem produtos não conformes que só são detetados pelo cliente, correndo-se o risco de o cliente perder a confiança no produto, perder-se negócios futuros e consequentemente perder quota de mercado.

iv. Gestão visual

Grande parte da informação que os seres humanos recolhem é através da visão, tornando-se crucial ter os problemas e processos visíveis.

Criar padrões de como realizar certas tarefas é a forma mais eficiente de realizar uma tarefa. Em primeiro lugar, é crucial definir a forma mais eficiente de realizar uma tarefa. Se a tarefa não estiver normalizada, está propensa à variabilidade (Coimbra 2013). O aspeto visual do normativo é também importante. Uma norma baseada em fotografias, desenhos e sinais visuais intuitivos, oferece uma maior autonomia aos colaboradores de forma a prevenir erros e desperdício de tempo.

A gestão visual também envolve outro tipo de informações como gráficos, tabelas, listas e indicadores de desempenho para que todos, na organização, estejam continuamente focados no aperfeiçoamento da qualidade, do custo e do tempo de entrega.

v. Envolvimento dos colaboradores

O método de trabalhar em equipa e envolver as pessoas resulta no desenvolvimento e adoção de novos hábitos de trabalho que melhoram a qualidade, reduzem os custos e melhoram o serviço ao cliente (Coimbra 2013).

Para que tal seja possível, é necessário que todas as pessoas, a todos os níveis, sejam envolvidas, sentindo-se motivadas a participar ativamente no processo de Melhoria Contínua. Assim, demonstra ser fundamental o envolvimento de todos os níveis de trabalho de uma organização. Neste sentido, é necessário desenvolver equipas naturais através de programas de desenvolvimento de Liderança (*Team Leaders*).

2.2 *Standard Work*

O *Standard Work* garante uma normalização dos postos de trabalho. À medida que a procura do mercado se altera, também as operações na fábrica precisam de ser adaptadas. Os *Standard Works* precisam, portanto, de ser revistos. Novas máquinas, ferramentas ou métodos podem ser introduzidos periodicamente, tornando-se necessário modificar e atualizar as suas práticas. As fases para garantir essa norma de trabalho são as seguintes:

- Definir os objetivos de melhoria;
- Estudar o trabalho a desenvolver;
- Implementar melhorias no trabalho;
- Criar normas no trabalho melhorado;
- Ensinar as normas aos trabalhadores e treiná-los.

Finalizando o último passo, deve-se garantir que se entra num ciclo de melhoria contínua regressando ao primeiro passo novamente.

O *Standard Work* não é apenas uma ferramenta que serve para supervisores ou diretores exigirem aos operários o seu cumprimento. A ideia principal consiste em promover o envolvimento de operários e supervisores no processo de desenvolvimento. Serve também para ajudar os supervisores a analisarem se o trabalho está a ser feito de acordo com o estabelecido (Suzaki 2010).

2.3 *SMED*

É um método iniciado nos anos 50 na Mitsubishi por Shigeo Sghingo. Foi mais tarde desenvolvido no grupo Toyota ao longo de 20 anos.

A sigla SMED é um acrónimo inglês para “*Single Minute Exchange of Die*” que significa a troca de ferramentas em menos de dez minutos. Este método aplica-se nos equipamentos ou estações de trabalho que percam tempo ou eficiência aquando da troca de um produto para outro (Costa et al. 2013).

Trata-se de uma abordagem científica para redução de tempos de *setup* e que pode ser aplicada a qualquer unidade, máquina ou linha de produção. É uma metodologia de análise e melhoria do tempo perdido nas mudanças de série de fabrico (ou tempo de *setup*). Entende-se por *setup* o tempo decorrido entre a última unidade conforme da série anterior produzida com a eficiência requerida e a primeira unidade conforme da nova série produzida com a eficiência requerida. Ocorrendo um *setup*, a eficiência da máquina diminui, como se pode observar pela Figura 3. No entanto, o SMED não se foca apenas no tempo de paragem da máquina, mas também no tempo em que esta está a produzir, mas não com a eficiência pretendida.

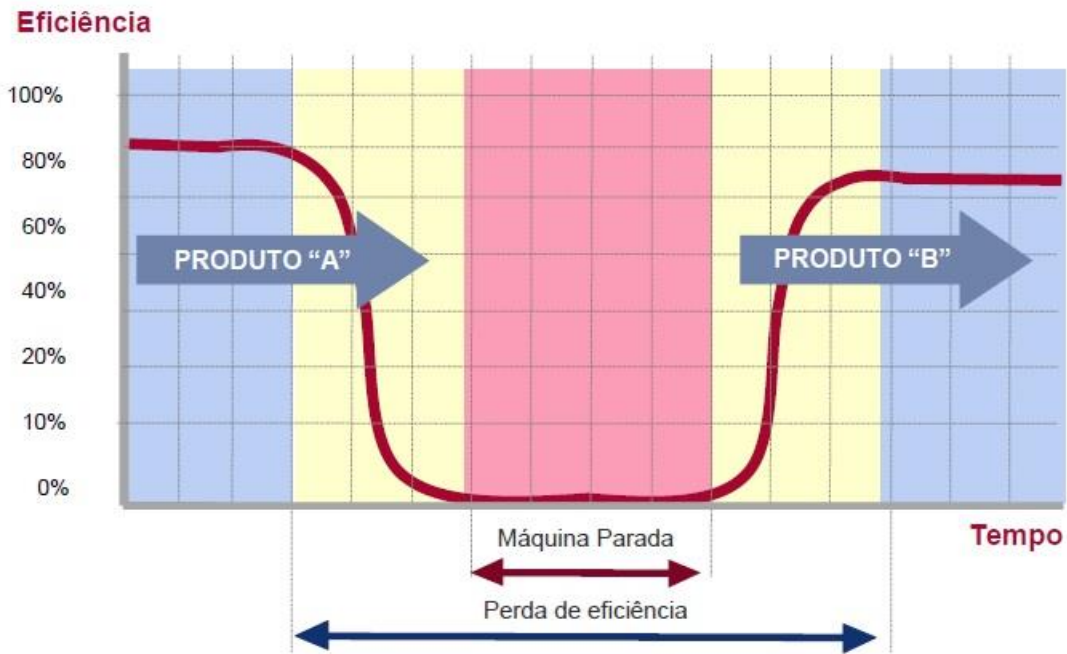


Figura 3 - Perda de eficiência no *setup*

Ao reduzir os tempos improdutivos, o SMED torna económicas as séries mais curtas, permitindo reduzir os *stocks* e melhorar o serviço ao cliente nomeadamente no preço e na qualidade. Aumenta ainda a capacidade real das máquinas pois reduz a necessidade de investimento para aumento de produção além de também diminuir custos de produção (Dillon e Shingo 1985).

Euclides A. Coimbra divide este método em 5 etapas como se pode ver na Figura 4:

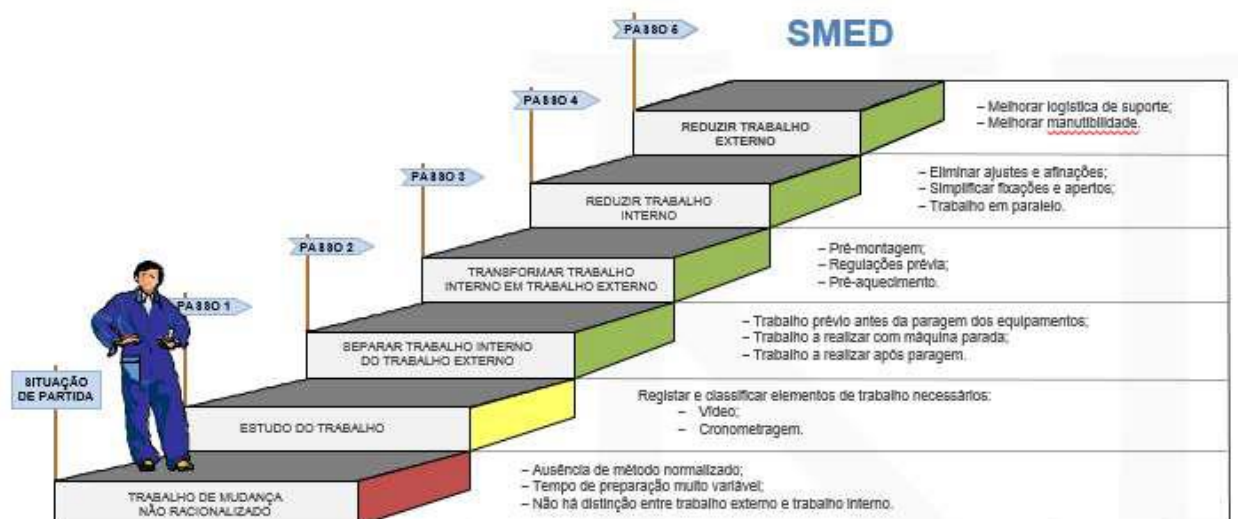


Figura 4 - As cinco etapas do SMED (Coimbra 2013)

i. Estudo da situação inicial

Nesta fase analisa-se o método utilizado na fábrica, observando as tarefas de todos os intervenientes no equipamento e nos *setups*. Existem ferramentas que se utilizam para fazer este tipo de estudo do trabalho, como por exemplo, a gravação em vídeo, a cronometragem de tarefas e a utilização do diagrama *Spaghetti* onde se desenha numa planta da fábrica as movimentações do colaborador (Coimbra 2013).

ii. Separação de trabalho interno e externo

Utilizando a análise da fase anterior, cada tarefa é dividida em trabalho interno e externo. Trabalho interno são as tarefas que apenas se podem realizar com o equipamento parado enquanto que o trabalho externo são as tarefas que podem ser realizadas com o equipamento a funcionar. São retiradas todas as tarefas externas e são reorganizadas ou no início ou no fim do processo. As tarefas internas são então organizadas com um novo padrão e treinam-se os colaboradores a trabalhar com o novo planeamento de tarefas.

iii. Converter trabalho interno em trabalho externo

Fazendo uma análise detalhada das tarefas internas e aplicando algumas melhorias, parte das tarefas internas podem ser transformadas em tarefas externas como por exemplo procedendo à pré-montagem e ao pré-aquecimento.

iv. Reduzir trabalho interno

Nesta etapa, o objetivo é desenvolver medidas para fazer com que as tarefas internas sejam realizadas em menos tempo, como por exemplo, reduzir os ajustamentos necessários na máquina ou colocar mais colaboradores a trabalhar em paralelo.

v. Reduzir trabalho externo

Neste passo, o objetivo é encontrar formas de realizar o trabalho externo mais rapidamente, como por exemplo, diminuir as movimentações que o colaborador tem que fazer para conseguir realizar essas tarefas, melhorar o manuseamento dos materiais e melhorar a logística de suporte.

Com este método estruturado de melhoria é possível conseguirmos diminuir bastante a paragem do equipamento. Como se pode constatar pela Figura 5 todas as tarefas internas são condensadas entre as tarefas externas e ambas são reduzidas ao máximo.

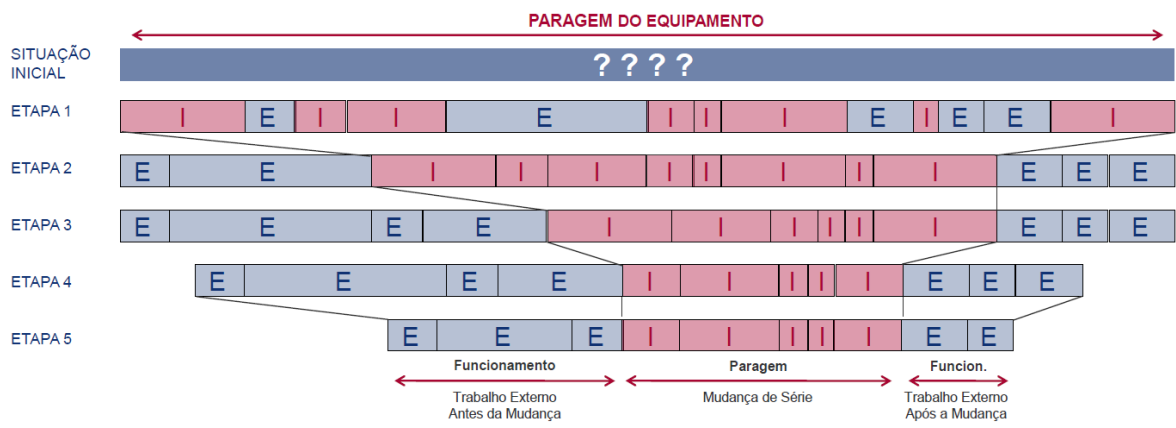


Figura 5 - Representação das etapas do SMED (Coimbra 2013)

As equipas que implementam o SMED devem sempre incluir os colaboradores que executam as tarefas pois são eles que têm contacto constante com as máquinas e ferramentas e podem

fornecer um apoio essencial no desenvolvimento deste método. Numa fase inicial deve-se ter em conta alguns critérios para escolher a máquina, o turno ou a área onde se vai aplicar o SMED:

- Ao realizar a análise dos dados, elege-se a máquina ou linha de produção que está a limitar a capacidade final de produção, ou seja, que limita a quantidade de produtos disponibilizados ao consumidor final num determinado intervalo de tempo, quantidade esta que poderia ser maior se fossem plenamente utilizados os recursos e as estruturas disponíveis (conceito utilizado na produção por gargalo ou em inglês por *bottleneck*);
- Máquina onde se realizam mais *setups*;
- Onde se realizam os *setups* mais demorados;
- Onde se produzem maiores lotes;
- Que área gera maiores níveis de *stock*;
- Quais as referências onde se pretende reduzir *stocks*.

É de bastante importância a tipificação dos diferentes *setups* e a definição da situação de partida para existirem termos de comparação com os resultados obtidos. Geralmente, para se obter o melhor resultado possível, deve-se fazer uma ponderação custo/benefício para a realização de eventuais investimentos financeiros. Também é necessário o desenvolvimento do trabalho normalizado e o treino dos colaboradores pois, tendo uma equipa bem treinada, as mudanças são mais rápidas, conseguindo obter um fluxo de material e uma boa eficiência da máquina.

2.4 5S

O nome “5S” tem origem em cinco palavras japonesas começadas pela letra S: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke que, traduzidas para português têm o significado de triagem, arrumação, limpeza, normalização e disciplina, respetivamente. Estes são os cinco passos para se obter uma boa organização de trabalho:

- a) Seiri (Triagem) – segregação dos itens desnecessários nas atividades diárias da produção e eliminação dos mesmos;
- b) Seiton (Arrumação) – criação de localizações para todas as ferramentas e as respetivas identificações de modo a que quando forem necessárias sejam facilmente encontradas;
- c) Seiso (Limpeza) – Manutenção do bom estado de funcionamento dos equipamentos e instalações. De seguida, definir procedimentos de limpeza diários de modo a sustentar a melhoria;
- d) Seiketsu (Normalização) – Normalizar as boas práticas, de modo a manter o que foi realizado até então. A normalização inclui habitualmente a definição de códigos de cores e a afixação das normas nos postos de trabalho, acessíveis a toda a organização;
- e) Shitsuke (Disciplina) – Garantir que o conceito dos 5S está enraizado na organização e que os comportamentos de melhoria contínua têm sucessão. Para isso, é necessário dar formações aos colaboradores e realizar auditorias.

A arrumação e organização dos postos de trabalho devem estar entre os primeiros passos que a gestão deve tomar para melhorar as operações da fábrica. Ao implementar este tipo de filosofia nos postos de trabalho é possível alcançar grandes vantagens, como o aumento da produtividade (uma vez que uma boa organização do posto de trabalho reduz os tempos de procura) e a redução dos custos através de um melhor aproveitamento dos recursos materiais e humanos.

Os 5S estão diretamente relacionados com a obtenção de disciplina na produção. Se, por exemplo, o controlo da produção, manutenção, controlo de qualidade ou *layout* não forem

bem executados, os problemas vão facilmente ser interpretados como má arrumação e postos de trabalho desorganizados. Por outro lado, uma boa arrumação e organização do posto de trabalho vai resultar num melhor cumprimento do planeamento, menos avarias nas máquinas, percentagens mais baixas de defeitos e rápida exposição de áreas problemáticas (Suzuki 2010).

2.5 Estudo dos tempos - OEE

O OEE - *Overall Equipment Efficiency* é uma ferramenta que permite medir a eficiência de uma operação de fabrico. O conceito é facilmente entendido imaginando um equipamento a funcionar continuamente no seu máximo. O equipamento nunca irá atingir estes resultados teóricos por dois tipos de problemas: tempo em que o equipamento não está em utilização e produtos fora dos requerimentos exigidos pelo cliente (Dunn 2015). O OEE é, então, a relação que existe entre a produção real e a produção teórica de um equipamento (produção potencial).

As causas para existir esta diferença entre a produção real e a teórica deve-se às seguintes causas:

- Avarias;
- Microparagens;
- Esperas;
- Perdas no arranque e nas limpezas;
- Perdas de velocidade;
- Paragens programadas e não programadas;
- *Setups*;
- Defeitos de qualidade e reprocessamento;
- Materiais inconsistentes;
- Configurações incorretas.

O OEE está dividido em 3 componentes: Disponibilidade, Desempenho e Qualidade. Na Figura 6 é possível perceber como é que o tempo total do equipamento é afetado pelas diferentes causas que se referiu anteriormente e permite perceber o impacto cumulativo da perda de tempo disponível ao trabalhar abaixo da capacidade da máquina e por perdas de produtos não conformes.

OEE (Overall Equipment Effectiveness)

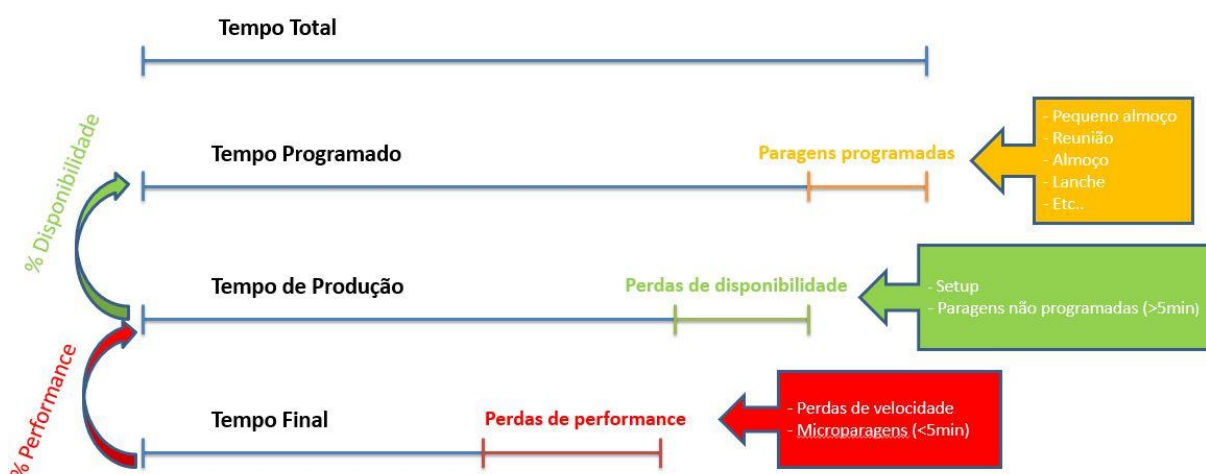


Figura 6– Representação do tempo para o cálculo do OEE

Disponibilidade – A máquina está em funcionamento ou não?

O índice de disponibilidade mede a relação entre o tempo de produção e o tempo programado. O tempo programado é calculado retirando as paragens programadas (refeições, reuniões, limpezas, etc) ao tempo total em que o equipamento está em funcionamento (um turno, um dia, um mês, etc.). O tempo de produção é calculado retirando as perdas de disponibilidade (*setups* e paragens não programadas) ao tempo programado.

Por exemplo, se a máquina produz 420 minutos (independentemente da velocidade e qualidade) durante um turno de 8 horas (480 minutos), o seu índice de disponibilidade será de 87,5% (420/480). Os outros dois fatores do OEE têm em atenção a velocidade e a qualidade que se obteve nesses 420 minutos (Dunn 2015).

A fórmula de cálculo é a seguinte:

$$\% \text{ Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo de Produção}}{\text{Tempo Programado}} \quad (2.1)$$

Desempenho – Quão rápido a máquina funciona?

O índice de desempenho relaciona o tempo teórico que demora a processar um produto com o tempo real. Esta diferença que existe entre ambos é devido às perdas de velocidade e microparagens.

Continuando o exemplo anterior, se uma máquina produzir 420 minutos a uma taxa de 8 peças por minuto (independentemente da qualidade), serão produzidas 3360 peças. Se o objetivo for 10 peças por minuto, deveriam ter sido produzidas 4200 peças. O seu índice de desempenho será então de 80% (3360/4200) (Dunn 2015).

A fórmula de cálculo é a seguinte:

$$\% \text{ Desempenho} = \frac{\text{Produção Real}}{\text{Produção Teórica}} \quad (2.2)$$

Qualidade – Quantos produtos estão dentro das especificações?

O índice de qualidade é a relação que existe entre o número de unidades produzidas e o número de unidades que estão dentro das especificações.

Prosseguindo com o exemplo, de 3360 peças produzidas durante o turno, 168 peças foram rejeitadas (3192 estão dentro das especificações). O índice de qualidade é então de 95% (3192/3360) (Dunn 2015).

A fórmula de cálculo é a seguinte:

$$\% \text{ Qualidade} = \frac{\text{Produção Conforme}}{\text{Produção Total}} \quad (2.3)$$

O indicador OEE é obtido através da multiplicação dos três índices acima descritos:

$$\% \text{ OEE} = \% \text{ Disponibilidade} \times \% \text{ Desempenho} \times \% \text{ Qualidade} \quad (2.4)$$

Como o cálculo do OEE é um simples produto entre três componentes, aumentado um dos valores, aumenta também proporcionalmente o resultado do OEE. No exemplo dado anteriormente, o índice de Desempenho é o valor mais reduzido, sugerindo que se for descoberta a causa que está a afetar esse indicador e se esta for resolvida, o OEE aumenta. Desta forma é possível direcionar o foco e melhorar continuamente o processo, aumentando a qualidade, a produtividade e o lucro.

É muito pouco provável que um processo possa estar com os três componentes a 100%. Muitos fabricantes indicam, como sendo de classe mundial, um resultado de OEE de 85% (Wauters e Mathot 2002).

Peter Drucker, especialista em gestão de negócios, é reconhecido por afirmar que “o que pode ser medido pode ser gerido”. A monitorização do desempenho de uma operação de fabrico providencia uma visão valorada de como a produção adicional poderá ser efetuada sem a necessidade de um investimento. O simples apontamento por parte de um colaborador que anote a causa, o tempo inicial e o tempo final de uma paragem, fornece aos gestores e supervisores, uma perspetiva relevante acerca das circunstâncias que estes, de outra forma, poderiam negligenciar. Os sistemas de controlo de qualquer equipamento moderno providenciam de forma automática um registo referente ao Controlo de Supervisão e de Recolha de Dados do processo da operação. Utilizados em conjunto, tanto os registos manuais como os automáticos criam a base para a resolução de problemas e melhoria de processos.

2.6 Ciclo PDCA

O ciclo PDCA, foi idealizado por Walter Shewart da década de 20, mas começou a ser conhecido como ciclo de Deming em 1950, por ter sido amplamente difundido por este autor. O ciclo *Plan-Do-Check-Act* (PDCA) apresentado na Figura 7 é um ciclo de controlo de processos, que pode ser repetido continuamente sobre qualquer processo ou problema. (Pinto 2009)

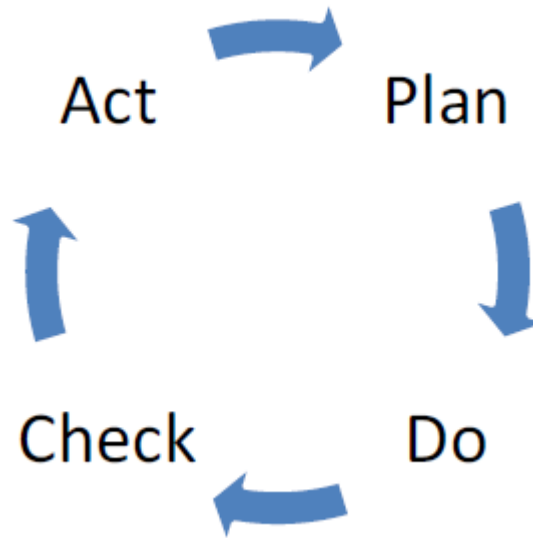


Figura 7 - Ciclo PDCA

O ciclo simboliza a melhoria contínua constituída por quatro etapas:

- *Plan* (planear): consiste na definição do problema, dos métodos e procedimentos, das metas e do plano de ações a executar;
- *Do* (executar): realização das atividades através da implementação do plano de ações;
- *Check* (verificar): nesta fase verifica-se se as ações definidas no plano foram bem executadas e se proporcionaram melhorias no projeto.
- *Act* (agir): consiste na normalização e eventualmente determinar e laborar novos planos de ação.

2.7 Gestão de armazenamento

Todos os processos associados à gestão do armazenamento não acrescentam valor ao produto, mas contribuem para que todo o sistema possa cumprir com a proposta de valor. Estes processos compreendem seis operações distintas, entre elas a entrada de produtos em armazém, que desencadeia três operações (receção, conferência e arrumação) e a encomenda de um cliente que desencadeia outras três operações (*Picking*, preparação e expedição) (Ramos 2010).

A Figura 8 apresenta as operações básicas de armazenagem.

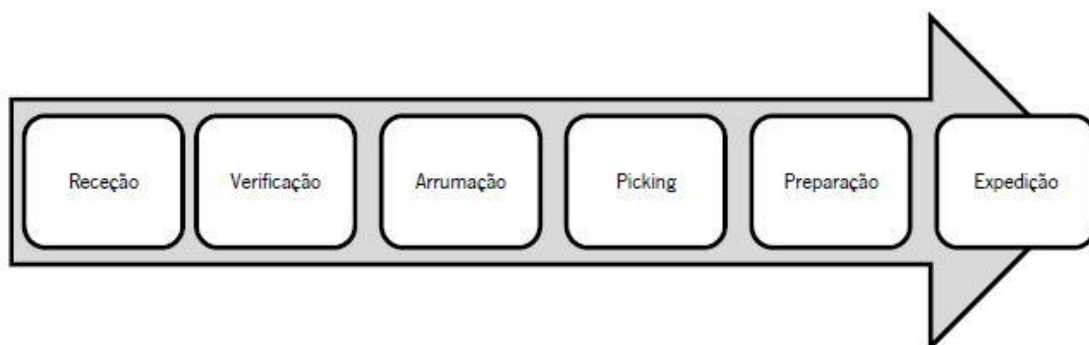


Figura 8 - Operações básicas de armazenagem (Ramos 2010)

A arrumação é definida através de 3 métodos que influenciam a eficiência da movimentação dos materiais no armazém:

- Método de localização fixa;
- Método de localização aleatória, ou;
- Método de localização mista.

O primeiro método, a localização fixa, caracteriza um espaço ou conjunto de espaços num armazém para cada referência. Esta escolha pode ser realizada com base na rotação, no número de movimentos de entrada e saída, no volume, rácio volume/número de movimentos de entrada e saída, entre outros. O benefício deste método baseia-se na sua simplicidade. Por se tratarem de localizações fixas, os operadores logísticos, com o tempo, conhecem os posicionamentos dos produtos e as movimentações tornam-se, então, reduzidas. No entanto, a subutilização do espaço pode ser considerada uma grande desvantagem, uma vez que o cálculo do espaço definido para cada artigo é baseado no nível de *stock* máximo resultando num excesso de capacidade mal aproveitado. Adicionalmente, outro inconveniente é a dificuldade em aumentar o espaço, caso o *stock* de cada artigo aumente, visto que este método é estático.

No método da localização aleatória, a colocação dos produtos no armazém realiza-se de forma aleatória tendo em conta os espaços de armazém vazios, ou seja, um local indeterminado para cada referência, onde os mesmos produtos são assim, muitas vezes, colocados em locais diferentes. Este método por um lado permite uma maior flexibilidade, mas por outro lado incrementa a complexidade da operação uma vez que, aumentando as distâncias percorridas, criam-se dois ou mais locais de *stock* para o mesmo artigo e, por consequência, dois ou mais fluxos. Além do mais, o nível de desorganização dentro do armazém é mais elevado neste método.

O método de localização mista consiste na combinação dos dois métodos descritos acima.

2.7.1 Tipologias de layout de armazém

O *layout* de um armazém consiste na organização física das áreas de armazenagem verificando a coordenação entre os recursos humanos, equipamentos e espaço e visando a minimização da distância total percorrida pelos operadores do armazém (Ramos 2010).

Segundo Ramos, podemos classificar o tipo de *layout* de acordo com dois tipos de fluxo, o fluxo direcionado (*straight-through*) e o fluxo quebrado (*U shape*), representados na Figura 9.

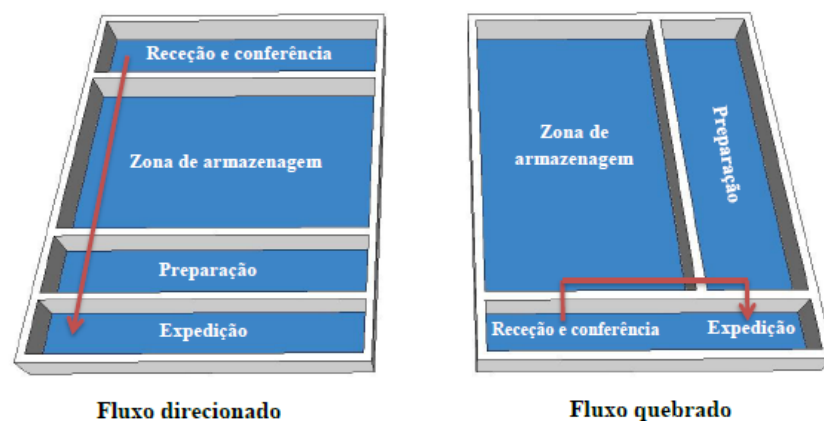


Figura 9 - Tipos de layout de armazém (Ramos 2010)

Ambos os tipos de fluxo apresentam vantagens. O fluxo direcionado tem possibilidade de diminuir congestionamentos nos fluxos de operação de armazém e nas operações de carga/descarga de cais, enquanto o fluxo quebrado permite reduzir a distância média da viagem, permite rentabilizar o espaço de receção/expedição e melhorar a organização do espaço de armazenamento por volume movimentado (Ramos 2010).

2.7.2 Análise de Pareto /ABC

Vilfredo Pareto, ao estudar a distribuição da riqueza na sociedade Milaneza verificou que 80% da riqueza era controlada por apenas 20% da população (Jacobs, Chase, e Aquilano 2004). Este princípio pode ser adaptado a diferentes formas de gestão da produção. Aplicando este conceito à gestão de *stocks*, e seguindo o estudo realizado por Vilfredo Pareto, é possível verificar que entre a totalidade das referências, apenas 20% possuem 80% de valor no armazém, tendo assim uma gestão de stock mais eficiente. O objetivo desta análise, aplicado à gestão de *stocks*, é evitar ter inventário para referências que têm baixos consumos, baixas frequências de consumo e pouco valor. Assim, é otimizada a quantidade global de matérias primas em inventário, evitando criar *stock* para referências que têm consumo esporádico.

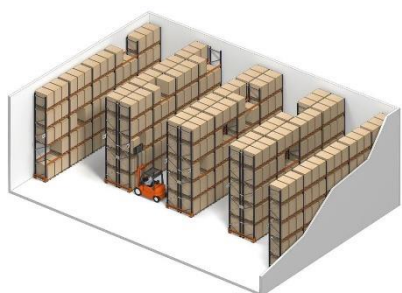
Na análise ABC deve-se analisar o consumo anual de cada componente, de seguida calcula-se a percentagem desse valor no total do consumo do armazém. Faz-se então uma ordenação acumulativa decrescente, separando do maior para o menor, os que são responsáveis por 80% do valor total de stock (classe A), 15% (classe B) e 5% (classe C). (Courtois, Pillet, e Martin 1997).

2.7.3 Métodos de armazenagem

Com a crescente necessidade das empresas em criar valor para o cliente, no sentido de disponibilizar produtos na quantidade certa, no tempo certo, no local certo e ao custo mínimo, surge a necessidade de criação de infraestruturas de armazenagem que advém também da necessidade de constituição de *stock* (Ramos 2010).

Como forma de conhecer as soluções mais avançadas nos dias de hoje, fez-se uma pesquisa das diferentes soluções de armazenagem em empresas como a Mecalux e a Litan, líderes de mercado na comercialização de soluções de armazenagem. De seguida são mostrados os sistemas mais utilizados:

Rack convencional



Armazenagem de produtos paletizados com uma grande variedade de referências. Para armazenar um maior número de paletes podem instalar-se estantes de profundidade dupla que permitem armazenar uma paleta em frente da outra em cada lado do corredor como mostra na figura ao lado. A desvantagem desta solução é a grande perda de espaço que tem que existir entre corredores para que o empilhador tenha espaço para circular.

Estantes paletização Movirack



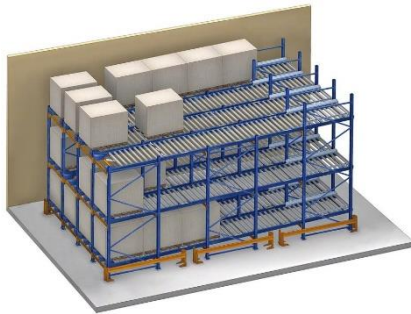
Sistema similar ao *Rack* Convencional com a particularidade de as estantes estarem colocadas em bases móveis guiadas, que se deslocam lateralmente, suprimindo-se assim os corredores e, no momento necessário, abre-se apenas o corredor de trabalho. Tem uma grande vantagem em relação ao convencional, mas em contrapartida é mais caro.

Rack Drive-In e Drive Through



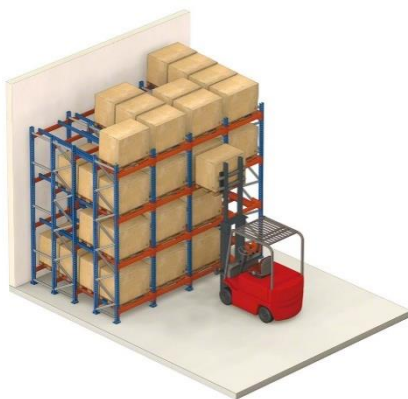
Este sistema facilita a máxima utilização do espaço disponível, mas só permite um número de referências idêntico ao número de corredores de carga que existam porque se existirem, por exemplo, 2 referências no mesmo corredor e o nível mais baixo estiver com mais paletes que os níveis superiores, o empilhador não consegue ter acesso às paletes que estão em níveis superiores. Por essa razão são utilizados para produtos com alta rotação e com grande quantidade de paletes por referência.

Estantes paletização dinâmica



As estantes são constituídas por uma plataforma de rolos, com uma ligeira inclinação que permite o deslizamento das paletes, por gravidade e a velocidade controlada, até ao extremo oposto. É utilizado em sistemas FIFO (sistema indicado para armazéns de produtos perecíveis, onde a primeira paleta a entrar é a primeira a sair).

Estantes paletização *Push-back*



Sistema onde as paletes assentam sobre um conjunto de carrinhos que se deslocam em profundidade, por empurrão, sobre os carris de rotação ou sobre uma plataforma de rolos. Como é inclinada, quando é retirado uma paleta, as que estavam nessa “prateleira” retornam à posição mais próxima do empilhador por ação da gravidade. Este tipo de estantes constituem uma grande vantagem em relação ao *Drive-in* uma vez que permite colocar referências em profundidade em vez de ser em altura permitindo assim ter acesso a mais referências (cada nível pode armazenar uma referência distinta). É utilizado em sistemas LIFO (em que a última paleta a entrar, é a primeira a sair).

2.7.4 Gestão de Stocks

Os *stocks* são artigos destinados a futura aplicação ou venda. Estes artigos podem ter diferentes finalidades: produtos finais, em curso de fabrico, componentes, matérias primas e subsidiárias e peças de reserva. Estes *stocks* estão situados em armazéns e vão sendo consumidos de acordo com a procura ou com as necessidades. A gestão de *stocks* tem por objetivo determinar quais os artigos que devem existir em *stock*, quando devem ser encomendados e de quanto em quanto tempo deve ser feita a encomenda.

A gestão de *stocks* é um fator essencial na manutenção de um armazém numa organização. É através da gestão de *stocks* que uma empresa poderá ganhar proveito na ocupação do espaço, na utilização de recursos operacionais, na otimização do tempo dos funcionários e facilitar no processo dos pedidos. Assim, torna-se possível obter uma redução de *stocks*, uma otimização da movimentação e utilização do armazém, um atendimento rápido ao cliente, uma redução de custos e, ainda, melhorar o processo de armazenagem.

Existem dois tipos de métodos de revisão de *stocks*:

- **Método de revisão contínua** - o stock nominal baixa e atinge um nível de reaprovisionamento, faz-se uma encomenda ao fornecedor de uma quantidade.
- **Método de revisão periódica** - o stock nominal é revisto a intervalos de tempo fixos, encomendando-se então a diferença entre um nível de enchimento e o stock nominal.

No capítulo 4 são descritos com mais detalhe estes métodos.

3 Caracterização da situação inicial

Na primeira parte deste capítulo será feita uma introdução ao processo produtivo na CIN com maior incidência na secção da Nováqua, onde se apresenta a sua organização interna e se descrevem os principais fluxos de informação.

Posteriormente, é feito um levantamento dos problemas encontrados na área, que constituíram a necessidade da implementação do projeto.

3.1 Processo produtivo na Nováqua

Tal como foi referido na secção introdutória, a Nováqua é a área da CIN onde é feita a produção de tintas de base aquosa, lisas e texturadas, para utilização na construção civil.

O processo produtivo na Nováqua está dividido em dois grandes setores: o Fabrico e o Enchimento. O Fabrico é onde são produzidas as tintas através da preparação e mistura de vários componentes e matérias-primas. O Enchimento é onde o produto final é acondicionado em embalagens de vários tamanhos e marcas.

Fluxo de Informação

Na Nováqua são produzidos essencialmente produtos de lote, significando que a produção é do tipo *make-to-stock*, ou seja, a necessidade é despoletada pela previsão de vendas.

O fluxo de informação é iniciado no Planeamento onde são analisados índices de cobertura dos produtos e é enviado o planeamento com o que é necessário produzir nas próximas duas semanas. São lançados dois documentos distintos: Ordem de Fabrico (OF) e Ordem de Enchimento (OE). Numa OF estão indicadas as matérias-primas a utilizar, a quantidade necessária e o procedimento a efetuar. A OE está diretamente relacionada com a OF e define os destinos a dar ao produto acabado dando ainda as informações relativas ao material a ser utilizado (tampas, rótulos, caixas, paletes). A uma OF podem estar associadas uma ou mais OE, ou seja, o mesmo fabrico pode ser cheio em diferentes tipos de embalagens e marcas.

Tendo em conta que o planeamento tem uma cobertura de duas semanas e o mesmo é enviado semanalmente, a primeira abordagem da área produtiva é a triagem das OF ainda por concretizar. Analisando o que ainda falta produzir são introduzidos em sistema os códigos dos talões das OF. O sistema faz um aprovisionamento automático das embalagens tendo em consideração o balanço entre o stock disponível em sistema e o que irá ser necessário para a concretização das OE correspondente a cada OF.

Este é o método utilizado para a encomenda da maior parte das embalagens pois, na generalidade, os fornecedores possuem um *lead time* muito curto (entre 1 a 3 dias). Existem outros fornecedores cujo *lead time* é de cerca de 10 dias, pelo que a secção de aprovisionamentos realiza a encomenda com base no modelo de previsões. Posteriormente a equipa de Produção define qual a ordem de priorização com base nos índices de rotura do Centro de Distribuição. É então definida a sequência ótima de produção tendo por base a capacidade e a desocupação dos equipamentos produtivos e tanques de armazenamento, a

disponibilidade de matérias-primas e a previsão de ordem de chegada das mesmas. O encarregado do fabrico efetua o registo no sistema informático onde é verificada a existência de matérias-primas necessárias para a execução das ordens de fabrico.

Após a conclusão da produção, é enviado um documento, acompanhado de uma amostra, para o departamento da qualidade. A qualidade avalia os requisitos do produto e decide se o produto cumpre com as especificações exigidas pela organização. É então enviada a aprovação para o Departamento de Enchimento onde são definidos quais os talões de enchimento para as diferentes máquinas. Como se pode ver na Figura 10 são atribuídos talões de enchimento às diferentes máquinas, ordenadas por prioridades (do nível 1 até ao nível 4).



Figura 10 - Atribuição de ordens de enchimento às diferentes máquinas

Concluindo o processo de enchimento, os talões das OE são enviados para a Expedição onde se realiza o fecho das mesmas. É posteriormente elaborado o *data entry* das OE no sistema, de forma aos balanços de inventário ficarem registados. Por fim, são impressas as etiquetas de *check-in* que servem como identificador das paletes de destino de cada mono-produto acabado. A Figura 11 mostra um exemplo de um *check-in*.

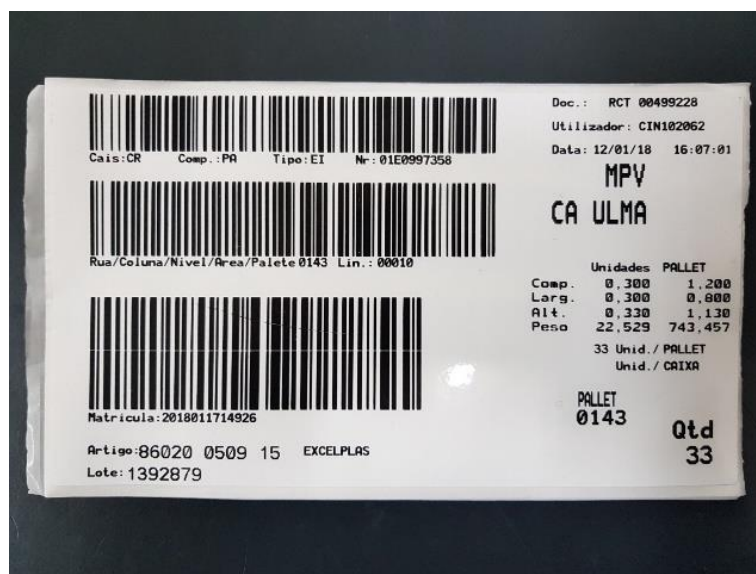


Figura 11 - Exemplo de um *check-in*

Fluxo de material

Para melhor entendimento do fluxo de material na Nováqua, na Figura 12 está representada a planta e estão assinaladas as áreas mais importantes da secção.

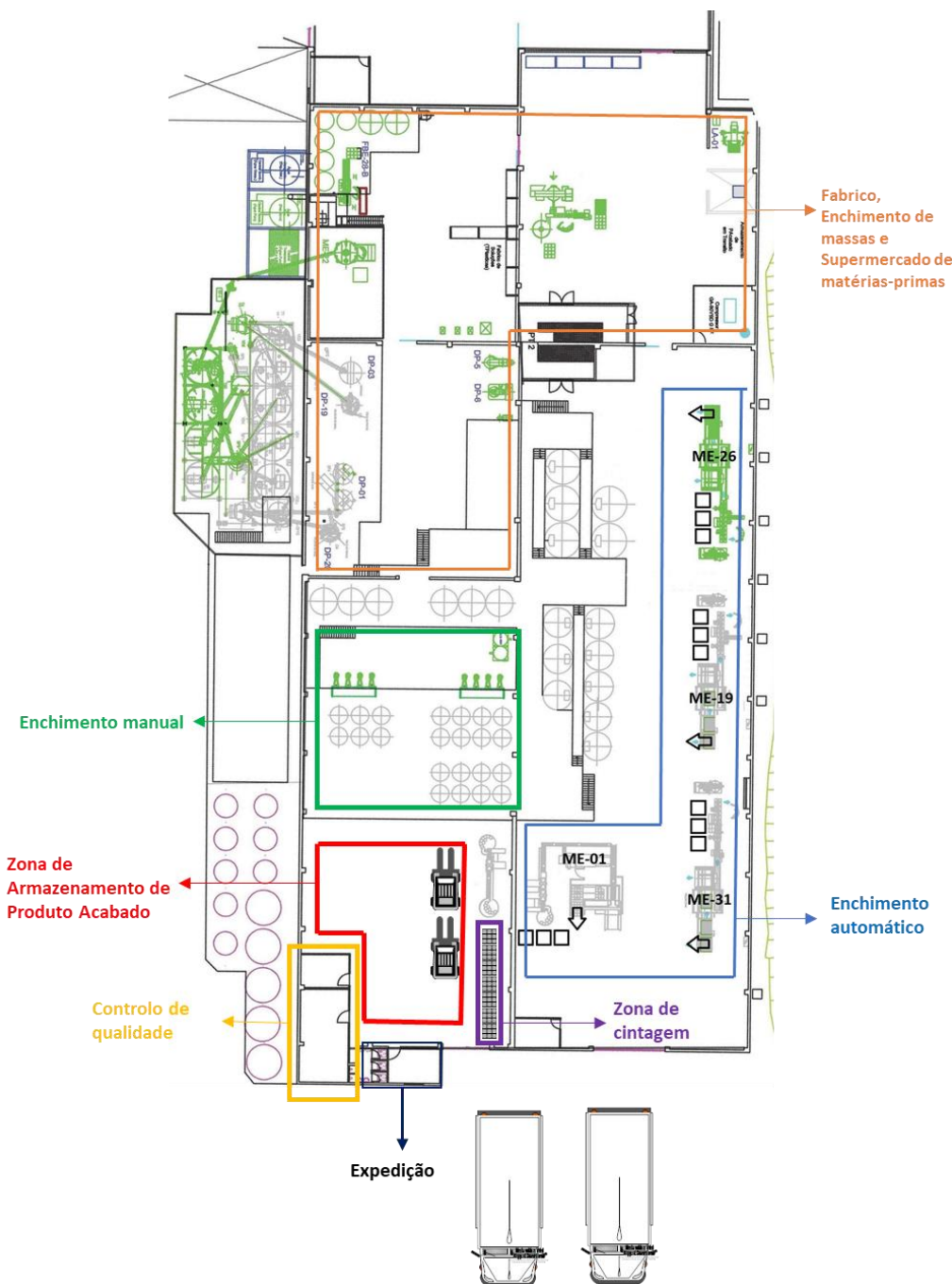


Figura 12 - Planta da Nováqua com especificação das diferentes áreas

Uma vez planeado o que vai ser produzido, o processo inicia-se na Fabricação.

As tintas são misturas homogéneas estáveis de diversos componentes de extrato seco (pigmentos, cargas, veículo fixo, aditivos) e componentes na fase líquida (solvente, aditivos, diluentes). Para a fabricação das tintas é necessário agregar os componentes referidos anteriormente. Estes componentes existem em compartimentos grandes (silos) onde seguem para o equipamento de mistura por meio de tubagens e são controlados pela sala de controlo. Existem outros componentes que são necessários adicionar manualmente. Estes podem estar

situados em supermercados de matérias-primas na secção do fabrico ou, caso seja insuficiente para completar o fabrico, a restante matéria-prima vem do Armazém C0 da CIN. Estes componentes passam posteriormente pela fase da pesagem, processo onde é feita a preparação e a dosagem das matérias-primas nas quantidades corretas, de acordo com a composição da tinta a fabricar. De seguida, é realizada a mistura das matérias-primas anteriormente pesadas. Existem, também, tanques de mistura para realizar fabricos mais pequenos. Este procedimento de mistura, de acordo com os objetivos pretendidos, pode ser realizado por homogeneização ou por dispersão. A homogeneização consiste na simples agitação do fluido durante a incorporação de matérias-primas nos agitadores. A dispersão realiza a desagregação dos componentes. No caso da Nováqua só se utiliza a dispersão para o dióxido de titânio (pigmento utilizado na fabricação).

Assim que o fabrico está concluído, retira-se uma amostra e é entregue ao laboratório de análise que faz testes ao produto. Nesta fase, a tinta já se encontra em tanques de armazenamento aguardando a aprovação do Controlo de Qualidade. Assim que exista aprovação, a tinta é enviada por tubagens para as diferentes máquinas de enchimento. Sempre que um novo produto é fabricado, é necessário que a tubagem onde será feita a transferência para a máquina de enchimento seja sangrada, de modo a retirar o produto anterior da mesma.

Na Nováqua, o enchimento de embalagens de produto final pode ser efetuado recorrendo a três métodos diferentes:

- Enchimento automático – doseamento automático e paletizador;
- Enchimento semi-automático – tem doseamento automático, mas não tem paletizador;
- Enchimento manual – todos os processos são feitos manualmente. É feito através da abertura e fecho manual da torneira do tanque, recorrendo a uma balança para pesar cada embalagem.

No caso das tintas texturadas/areadas o enchimento é realizado na zona do fabrico, uma vez que são tintas muito espessas para passarem por tubagens.

Depois do enchimento existem dois empilhadores que retiram as paletes das máquinas de enchimento e colocam-nas na zona de cintagem. Assim que estejam cintadas por um dos operadores logísticos, as paletes são posicionadas na zona de Armazenamento de Produto Acabado em que em cada corredor só pode estar um tipo de produto. Posteriormente, as ordens de enchimento são fechadas pelo departamento de expedição e o produto final fica a aguardar a chegada do camião para ser transportado para o Centro de Distribuição.

3.2 Enchimento

Este projeto incidiu sobre o enchimento automático porque é nestas máquinas que é enchida a maior parte da tinta e, como tal, os seus desempenhos podem ter um impacto muito significativo na produtividade global do setor.

O enchimento automático é composto por quatro máquinas. A ME01 que enche até 5 litros e as ME31, ME19 e ME26 estão direcionadas para enchimento de volumes entre 10 e 20 litros. Estas três máquinas são muito similares, sendo que a única desigualdade é que a ME19 é a única máquina que faz enchimentos de tintas texturadas. No layout anteriormente apresentado na Figura 12 é possível visualizar as quatro máquinas no lado direito.

Sempre que se inicia um enchimento ou se realizam alterações nas máquinas (*setups*) é necessário fazer o registo no *Shop Flow Control* (SFC). O colaborador responsável pelo enchimento regista, através da leitura de códigos de barras da ordem de enchimento, o início e o fim de enchimento do produto. De seguida, e caso tenha outra ordem de enchimento para realizar, tem que iniciar e terminar o *setup* e assim sucessivamente. Desta forma existe um

registo temporal de todos os processos associados ao enchimento, sendo este de enorme importância para a organização, uma vez que este processo funciona como *input* dos indicadores do OEE.

Os operadores podem registar 4 tipos de *setup*:

- Mudança de embalagem: é o mesmo produto intermédio com mudança de litragem (por exemplo de 15 litros para 20 litros) ou para a mesma litragem mas com mudança do tipo de embalagem (de plástico para metal ou vice-versa);
- Marca: representa uma mudança curta pois apenas é necessário substituir as embalagens e mudar as configurações da balança e do *inkjet* para a ordem de enchimento em questão.
- Mudança de produto intermédio com lavagem: quando o produto adjacente é muito diferente do anterior é necessário realizar uma lavagem.
- Mudança de produto intermédio sem lavagem: só é necessário realizar um sangramento (retira-se uma quantidade inicial do produto de forma a retirar a tinta que estava contida nas tubagens do enchimento anterior e desta forma não existe contaminação de produtos).

Ambas as mudanças de Produto Intermédio englobam sempre as alterações feitas no *setup* marca e podem também englobar alguns ajustes no *setup* embalagem, caso seja alterado o tipo de embalagem ou o grau de enchimento.

Para além do registo no SFC também é necessário fazer o registo de todas as paragens que ocorreram ao longo do turno em que o colaborador trabalhou. Esse registo é feito manualmente, através duma folha como a representada na Figura 13. Nesta folha os colaboradores registam as horas em que estiveram com a máquina em funcionamento (hora de abertura e fecho), a data, a máquina em questão e o intervalo de tempo em que a paragem ocorreu, utilizando como códigos de paragens a legenda que se encontra na parte de baixo da folha referenciada na Figura 13. Também existe uma secção de microparagens (menores do que 5 minutos) que serve para contabilizarem o número de vezes em que a máquina encravou e foi necessário reiniciar o sistema da máquina.

CIN

REGISTO DE TEMPOS OEE

Máquina: _____

Colaborador turno dia: _____

Colaborador turno noite: _____

DIA Hora de Abertura: _____
Hora de Fecho: _____

NOITE Hora de Abertura: _____
Hora de Fecho: _____

Data: ____ / ____ / ____

REGISTO DE PARAGENS (durante o enchimento e setups):

08:00	08:30	09:00	09:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30
5 10 15 20 25 35 40 45 50 55 5 10 15 20 25 35 40 45 50 55 5 10 15 20 25 35 40 45 50 55 5 10 15 20 25 35 40 45 50 55 5 10 15 20 25 35 40 45 50 55									
12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30	16:00	16:30	17:00
35 40 45 50 55 5 10 15 20 25 35 40 45 50 55 5 10 15 20 25 35 40 45 50 55 5 10 15 20 25 35 40 45 50 55 5 10 15 20 25 35 40 45 50 55 5 10 15 20 25									
17:00	17:30	18:00	18:30	19:00	19:30	20:00	20:30	21:00	21:30
5 10 15 20 25 35 40 45 50 55 5 10 15 20 25 35 40 45 50 55 5 10 15 20 25 35 40 45 50 55 5 10 15 20 25 35 40 45 50 55 5 10 15 20 25 35 40 45 50 55									
21:30	22:00	22:30	23:00	23:30	24:00	0:30	01:00	01:30	2:00
35 40 45 50 55 5 10 15 20 25 35 40 45 50 55 5 10 15 20 25 35 40 45 50 55 5 10 15 20 25 35 40 45 50 55 5 10 15 20 25 35 40 45 50 55 5 10 15 20 25									

Códigos de Paragens:

LP Limpeza	AF Aquecer forno (ME01)	FA Falta ar	FR Falta rótulos
PQ Pequeno Almoço	PP Problemas no posicionador (Rotuladora) - ME01	CR Corrigir rótulos	LT Lavar tanque
A Almoço	PPR Problemas no posicionador (Latas Cheias) - ME01	DR Derrame - máquina	LF Lavar filtro
L Lanche	EE Ajuste da rotuladora de embalagens (ME01)	DRI Derrame - instalação	NP Necessidades pessoais
J Jantar	TB Trocar bobine de rótulos (ME01)	ED Esclarecimento de dúvidas	RE Robô encravou
R Reunião Diária	TR Trocar rolo de plástico (ME01)	ETM Encher tanque móvel	ST Sangrar tubagem
MP Mudança de Posto de Trabalho	LB Lavar bomba (ME01)	EEM Espera enchimento em outra máquina	M Mudança para texturado/liso
MA Manutenção	BC Espera recolha de paletes acabadas	FE Atraso no abastecimento de embalagens/tampas	FT Falta de tinta quando existe enchimento simultâneo
AV Avaria - definir onde	CM Preenchimento Controlo Metroológico	FP Falta paletes	OT Outros - definir motivo

Microparagens (paragens inferiores a 5 minutos):

Robot encravou (reset)

Figura 13 - Folha de registo das paragens

No início de cada semana são registados num programa em Excel estas paragens, os tempos de abertura, as microparagens e a própria folha obtém os dados do SFC. Com estes dados é possível obter os valores de Disponibilidade e de Desempenho dos equipamentos e com isto chegar ao resultado dos OEE.

3.3 Armazém de embalagens

O armazém de embalagens e tampas serve de apoio às máquinas de enchimento. Na Figura 14 é mostrada a disposição do armazém. No lado esquerdo está representado o armazém interno e do lado direito está representado o armazém externo. O armazém externo encontra-se em frente à Nováqua.

O que está representado a amarelo são estantes onde se encontram tampas ou embalagens que não se utilizam com muita frequência. As que estão representadas a azul são paletes armazenadas em bloco sem qualquer estrutura. O número que aparece em cada corredor da Figura 14 é o número de paletes em profundidade que o mesmo suporta.



Figura 14 - Disposição do espaço disponível para armazenamento de embalagens e tampas. *Layout* interno à esquerda e corredor externo à direita.

A Nováqua tem um tipo de *layout* em fluxo quebrado (*U shape*) o que permite reduzir a distância média das viagens, embora cause um maior congestionamento de empilhadores na produção (onde está também o armazém de embalagens) e nas operações de carga/descarga de camiões.

3.4 Principais problemas identificados

A ausência de um armazém de embalagens bem organizado é bastante notória. Sempre que há necessidade de um operador logístico retirar embalagens do armazém para levar até às máquinas de enchimento perde-se bastante tempo a encontrar a referência, visto que não existe nenhuma localização específica para a alocação de cada referência.

Quando uma máquina inicia um novo enchimento requer novas embalagens e, desta forma, o operador logístico terá de percorrer o armazém à procura dessas mesmas embalagens. Uma vez que não existem localizações definidas para cada referência, o operador logístico perde muito tempo à procura das embalagens. Esta demora origina paragens de bordo de linha cheio ou de atraso no abastecimento de embalagens e tampas nas máquinas. Como pode ser observado na Figura 15, a paragem de bordo de linha cheio ocorre quando as paletes de produto acabado ocupam toda a zona de descarga, não sendo possível proceder a mais enchimentos.



Figura 15 - Paragem de bordo de linha cheio

Na Figura 16 pode se observar a paragem por atraso no abastecimento de embalagens e tampas nas máquinas, que ocorre quando o colaborador responsável pelo enchimento não tem embalagens para proceder ao enchimento. As duas marcas retangulares no chão identificam onde devem ser colocadas as embalagens.



Figura 16 - Paragem por atraso no abastecimento de embalagens ou tampas

Adicionalmente, como não existe nenhuma estrutura de organização, as embalagens estão empilhadas em bloco e num mesmo corredor existe mais do que uma referência, o que faz com que, caso o operador logístico necessite de alguma referência que está localizada na parte de trás, terá primeiro de retirar todas as paletes que se encontram à frente, perdendo assim muito tempo. Na Figura 17 do lado esquerdo é possível confirmar que existe no mesmo

corredor mais do que uma referência (neste caso 7 referências). Na Figura 17 do lado direito podemos constatar quatro paletes sobrepostos em altura devido ao facto de existirem grandes restrições de espaço na infraestrutura.



Figura 17 - À esquerda diferentes referências no mesmo corredor, à direita várias paletes empilhadas

A transversalidade de conhecimentos e desmultiplicação dos objetivos da organização pelas equipas de *gemba* foi outra oportunidade identificada. Embora existissem indicadores de desempenho, os fatores e as causas que os influenciavam não eram compreendidos por todos os intervenientes. Não havendo compreensão das variabilidades nos indicadores também não existia uma análise crítica e, por sua vez, não eram fomentadas sugestões de melhoria por parte dos colaboradores.

Outro problema identificado foi o facto de não existir conhecimento geral sobre as várias competências dos colaboradores. Apenas o chefe da secção tinha conhecimento das suas polivalências.

A falta de arrumação e limpeza que os postos de trabalho apresentavam eram evidentes. Existiam muitas ferramentas que não eram utilizadas e outras que não estavam ao alcance dos colaboradores. Isto contribuía para um aumento de ineficiência na procura das respetivas ferramentas.

Adicionalmente, *setups* rápidos são um requisito fundamental na produção, pois aumenta a eficiência das máquinas. No âmbito da análise das diferentes tarefas dos colaboradores, foi verificada uma oportunidade de melhoria relativamente a estes *setups*.

Para além dos *setups*, durante a fase de enchimento foram também detetadas algumas tarefas que faziam com que a máquina parasse o funcionamento. Isto devia-se ao facto de o colaborador responsável pelo enchimento parar de colocar embalagens na máquina para fazer outro tipo de tarefas, como por exemplo, repor a panela de glicol, abrir paletes de embalagens e tampas, além da sua deslocação para o lado oposto da máquina para retirar da paleta as embalagens e tampas necessárias para poder proceder com o enchimento. A deslocação do colaborador referida, deve-se ao facto de as máquinas apresentarem um problema de disposição que obriga a que a paleta fique afastada do seu posto de trabalho. Importa salientar a importância da presença do colaborador junto da máquina, uma vez que este tem de colocar as embalagens vazias na máquina uma a uma, ou seja, se esta colocação não for constante devido à ausência do colaborador, interrompe-se o processo de enchimento.

4 Solução proposta

Neste capítulo são apresentadas as soluções implementadas de acordo com as oportunidades de melhoria identificadas no capítulo anterior. Por questões de confidencialidade, ao longo deste capítulo serão utilizadas letras maiúsculas para identificar as embalagens e números para identificar os respetivos fornecedores.

4.1 Armazém de embalagens

Após o acompanhamento do processo laboral dos colaboradores verificou-se que um dos motivos que contribuía para a paragem das máquinas era a ausência ou atraso do operador logístico por falta de organização no armazém. Nestes termos, surgiu a necessidade de elaborar um estudo de forma a conseguir organizar o armazém de embalagens.

Inicialmente, procedeu-se ao levantamento de dados relativamente a cada referência existente na Nováqua, referentes a fornecedores e respetivos *lead times* de entrega, à quantidade de unidades por palete, a saldos em armazém, a consumos ao longo de um ano (outubro de 2016 até setembro de 2017) e às datas de criação das referências.

Relativamente aos saldos em armazém verificou-se que determinadas referências se encontravam obsoletas por já não existirem registos de consumos desde o período de 2015. Isto leva a uma ocupação do espaço no armazém pelo facto de existirem embalagens que já não são utilizadas há mais de dois anos.

A nomenclatura das referências foi também alvo de modificação para a realização deste estudo. Existem embalagens que sofrem pequenas alterações por motivos de segmentação de mercado e os códigos das referências são necessariamente alterados. Esta alteração afeta o estudo porque, por exemplo, uma embalagem que sofreu alterações de código três vezes num ano iria ter três consumos anuais diferentes e, no entanto, a embalagem é a mesma. Modificando o código das três embalagens para o mesmo nome, os consumos ficam contemplados na mesma referência. A Figura 18 mostra um exemplo duma embalagem que sofreu alteração de nomenclatura.



Figura 18 - Alteração da nomenclatura da embalagem

4.1.1 Análise ABC

Esta análise demonstrou ser extremamente relevante para se poder chegar a uma conclusão de quais as referências mais importantes e que, conseqüentemente, deveriam estar mais próximas das máquinas de enchimento. Com esta proximidade conseguiu-se reduzir as movimentações dos operadores logísticos e desta forma reduzir as paragens nas máquinas e aumentar a sua eficiência. Foram realizadas duas análises diferentes, uma relativamente a embalagens até 5 litros, utilizadas pela máquina de enchimento ME01 e outra análise referente a embalagens de mais de 5 litros para as restantes três máquinas de enchimento (ME31, ME19 e ME26).

Para simplificar os cálculos, a numeração das semanas não é referente à semana correspondente do calendário anual, mas sim ordenadas de outubro a setembro (espaço temporal utilizado para análise). A título de exemplo, a semana 1 é referente à primeira semana de outubro e a semana 51 é referente à última semana de setembro (o estudo só tem 51 semanas e não 52 porque a Nováqua entra em férias na semana do Natal).

Os critérios utilizados para a análise, e que posteriormente serão explicados, foram os consumos anuais, a frequência de utilização e as movimentações anuais de paletes.

Consumo anual

Este critério é referente ao somatório do consumo anual de cada referência.

Frequência de utilização

Com a data de criação de cada embalagem foi possível determinar o número de semanas em que estas estiveram em utilização. Visto que foram eliminadas anteriormente todas as referências que estavam obsoletas, o intervalo de tempo que cada referência teve de utilização tem sempre como finalização a última semana do estudo (semana 51). Posteriormente, procedeu-se ao levantamento do número de dias em que houve consumo destas mesmas referências. Desta forma, obtém-se uma percentagem de utilização da respetiva embalagem. Este critério tem muita importância para se perceber a frequência com que essas referências são solicitadas para produção. Não foi utilizado como critério para a frequência apenas o número de dias utilizados visto que, como podemos ver na Tabela 1, nas referências 11 e 12, apesar de terem dias de utilização bastante diferentes, acabam por resultar numa percentagem de ocupação muito semelhante visto que a referência 12 apenas entrou em utilização na trigésima quinta semana, enquanto que a referência 11 entrou em utilização na terceira semana do ano.

Tabela 1 - Frequência de utilização

Referências	Quantidade total	Primeira semana que se utilizou	Nr de semanas que se utilizou	Dias utilizados	Ocupação
1	45079	1	51	73	28,63%
2	48998	1	51	71	27,84%
3	26706	2	50	60	24,00%
4	83259	4	48	54	22,50%
5	26011	1	51	57	22,35%
6	12380	1	51	50	19,61%
7	40290	1	51	41	16,08%
8	23629	3	49	37	15,10%
9	14036	12	40	30	15,00%
10	17824	6	46	34	14,78%
11	9315	3	49	35	14,29%
12	15538	35	17	12	14,12%

Movimentações anuais de paletes

A movimentação anual de paletes foi um critério utilizado de forma a determinar o número de movimentações de paletes que cada referência tem por ano. De acordo com o consumo anual de cada referência e o número de dias utilizados por ano, foi possível obter o número de unidades de embalagens consumidas diariamente. A título de exemplo, como se pode ver na Tabela 2, se uma referência tem um consumo anual de 45079 unidades e foi utilizada 73 dias, então serão consumidas diariamente 617,52 unidades. Como esta referência tem 420 unidades por palete, exige uma média de duas movimentações por dia (arredondando às unidades de paletes).

Após a obtenção do número de movimentações médias por dia, esse valor é multiplicado, novamente, pelo número de dias utilizados, de forma a obter o número de movimentações anuais de paletes. Este estudo foi também de grande importância pois, em termos de movimentações, o número de unidades por paletes demonstra ter uma elevada influência. Por exemplo, na Tabela 2, comparando as referências 5 e 9, ambas possuem idênticas quantidades consumidas por dia. No entanto, como as unidades por paletes da referência 9 são inferiores às unidades por paletes da referência 5, irá originar mais movimentações na referência 9 por parte do operador logístico para conseguir suportar a quantidade requerida por dia (em média terá que abastecer a máquina 3 vezes por dia).

Tabela 2 - Movimentações anuais de paletes

Referências	Quantidade total	Dias utilizados	Quantidade / Dia	Unidades / Paletes	Movimentações por dia	Movimentações por ano
1	45079	73	617,52	420	2	146
2	48998	71	690,11	756	1	71
3	26706	60	445,10	420	2	120
4	83259	54	1541,83	900	2	108
5	26011	57	456,33	720	1	57
6	12380	50	247,60	420	1	50
7	40290	41	982,68	756	2	82
8	23629	37	638,62	420	2	74
9	14036	30	467,87	165	3	90
10	17824	34	524,24	420	2	68
11	9315	35	266,14	810	1	35
12	15538	12	1294,83	900	2	24

Resultado das Análises ABC

Para cada um dos critérios calculou-se o peso percentual de cada referência face à totalidade das referências. Fez-se então, uma ordenação acumulativa decrescente, separando do maior para o menor. As referências que são responsáveis por 80% do valor total são denominadas “classe A”, 15% de “classe B” e 5% de “classe C”.

Do resultado das denominações dos três critérios, foram consideradas como as embalagens de maior importância, as denominadas “AAA”, sendo estas as referências com maior consumo, maior número de movimentações e maior taxa de ocupação.

Na análise ABC referente à máquina ME01 obteve-se um resultado de 20 referências do tipo AAA, representando 27,4% da totalidade das referências (73 referências). Relativamente à análise feita para as máquinas ME31, ME19 e ME26 obteve-se um resultado de 26 referências do tipo AAA, representando 24,5% das referências totais (106 referências). É possível verificar os resultados da análise ABC no Anexo A.

4.1.2 Normas de reaprovisionamento

Tal como já se referiu, o Planeamento envia um documento para a Nováqua com o plano para duas semanas de produção e o mesmo é enviado semanalmente. É feita a triagem das ordens de fabrico ainda por concretizar e as mesmas são inseridas num sistema de aprovisionamento automático das embalagens. O objetivo deste sistema é considerar o balanço entre o stock disponível em sistema e o que irá ser necessário para a concretização das ordens de enchimento correspondentes a cada ordem de fabrico. Este método apresenta uma grande vantagem, uma vez que só se encomendam as embalagens que realmente vão ser necessárias para a produção, minimizando ao máximo os custos de stock. É aplicado o sistema de produção “*just-in-time*”, no qual a procura é o elemento que despoleta a produção. Como consequência, os níveis de inventário, de WIP (*Work in Progress*) e de produto mantêm-se no mínimo, garantindo, no entanto a satisfação do cliente.

No entanto, como eram colocados no sistema de aprovisionamento ordens de fabrico referentes a fabricos que só se iriam concretizar passado duas semanas, existiam embalagens em armazém à espera de serem processados durante cerca de duas semanas. Como forma de evitar este tipo de situações, foram reduzidos os períodos de revisão levando à redução de necessidades de inventário. Desta forma, o chefe da secção recebe o plano às quartas-feiras e só coloca no sistema de aprovisionamento as ordens de fabrico referentes à semana seguinte, garantindo assim que, no início da semana seguinte as embalagens e tampas necessárias estão disponíveis para realizar os enchimentos. Assim, o período de revisão passa a ser de uma semana.

Foi também proposto realizar a encomenda tendo em atenção o *lead time* de cada fornecedor e a data em que se iria realizar o enchimento, mas isto demonstrou ser inviável uma vez que ao longo da semana podem surgir imprevistos que fazem com que seja necessário alterar a sequência de fabricos e/ou enchimentos. Para além disso, estar-se-ia mais dependente da fiabilidade do fornecedor.

4.1.3 Espaço necessário para cada referência do tipo AAA

Posteriormente realizou-se um estudo para definir o número de paletes necessárias para cada referência. Estando perante um negócio sazonal, foram tidas em consideração as duas estações (de outubro a março e de abril a setembro) e por isso, foram elaborados dois estudos distintos. Desta forma, será necessário alocar cada referência do tipo AAA a um espaço fixo e realizar a realocação das referências consoante a estação.

Tal como mencionado, o máximo de inventário que se poderá ter em armazém é referente ao consumo necessário de cada referência para uma semana. Portanto, o passo seguinte foi calcular o consumo semanal para a época de outubro a março (semana 1 a 25) e de abril a setembro (semana 26 a 51). No Anexo B estão representados os consumos semanais para as referências utilizadas na máquina ME01. No Anexo C estão representados os consumos semanais para as referências utilizadas na máquina ME31, ME19 e ME26.

No seguimento, foi realizado um estudo estatístico que permite determinar qual a quantidade ótima de espaço necessário para cada referência. Foram retirados dos dados alusivos aos consumos semanais as semanas em que não existiu consumo, uma vez que só se pretendia analisar as semanas em que existiu produção dessa referência.

Como existiram semanas em que certos produtos tiveram promoções, isso poderia criar valores de consumos fora do normal. Desta forma, fez-se uma análise de gráficos *Boxplot* para perceber o comportamento de cada referência, conforme exemplo demonstrado na Figura 19.

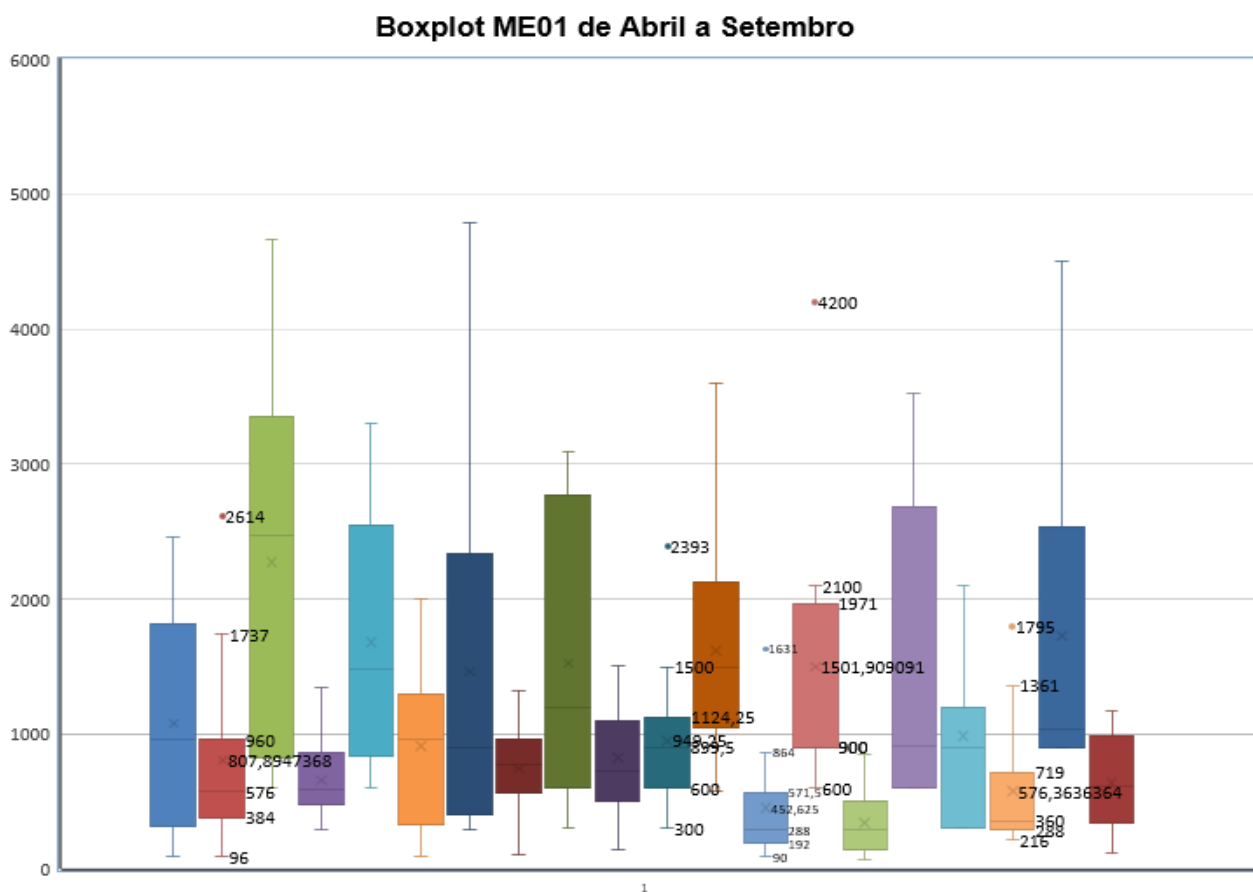


Figura 19 - Gráfico *Boxplot*

Como se pode verificar pela Figura 19, existem *outliers*, ou seja, foram retirados dos dados em estudo estes valores atípicos uma vez que influenciam fortemente os resultados de qualquer análise estatística.

Na teoria, para espaços fixos, o cálculo do espaço definido para cada referência é baseado no nível máximo de *stocks* (neste caso, o nível máximo de consumo semanal). No entanto, dado o tamanho reduzido do armazém, foi decidido que se iria realizar este estudo de forma a garantir que existia espaço suficiente em 95% das ocorrências.

Sabendo que uma variável segue uma distribuição normal com média μ e desvio padrão σ , a probabilidade de se sortear da população um valor contido no intervalo

$$\mu \pm 1.96 \times \sigma \quad (4.1)$$

é igual a 95% (47,5% para cada lado da curva) e a probabilidade de se sortear da população um valor não contido no intervalo

$$\mu \pm 1.96 \times \sigma \quad (4.2)$$

é igual a 5% (2,5% em cada extremo da curva), como se pode verificar pela Figura 20.

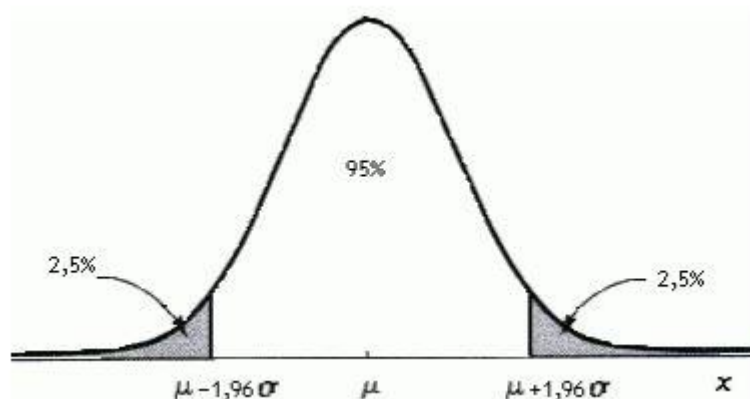


Figura 20 - Curva da Distribuição Normal

Foi então estudada a distribuição das amostras e, para tal, utilizou-se o programa Minitab. No Anexo D é apresentado o teste à distribuição normal referentes às amostras dos consumos semanais na máquina ME01 e, no Anexo E, os testes referentes às máquinas ME31, ME19 e ME26. Os resultados indicam que grande parte das amostras passaram no teste da normalidade, no entanto, visto que algumas amostras possuem menos de 20 observações (na literatura são sugeridas, no mínimo, 50 observações) estas podem não representar adequadamente a distribuição das mesmas. Adicionalmente, verificou-se quanto ao espaço necessário de paletes que, tendo por base assumir que as amostras seguem uma distribuição normal ou tendo por base o consumo máximo semanal, os resultados obtidos revelam serem muito similares. Por vezes, e ao contrário do que seria expectável, a utilização do consumo máximo como critério pode resultar em valores inferiores por oposição à utilização, como critério, da distribuição normal. Isto deve-se ao elevado desvio padrão que algumas embalagens possuem (ver Anexo F e G).

Apesar da utilização do critério de consumo máximo semanal apresentar resultados de espaço mais diminutos, o facto é que o critério da distribuição normal reflete de forma mais precisa a realidade da variação existente no consumo das embalagens. Desta forma, optou-se por utilizar como base o facto de as embalagens seguirem uma distribuição normal e assim sendo o espaço necessário é dado pela equação

$$\text{média} \pm 1.96 \times \text{desvio padrão} \quad (4.3)$$

A quantidade de paletes que é necessário reservar em armazém para cada referência está representada na Tabela 3.

Tabela 3 - Espaço necessário em número de paletes

ME01			ME31, ME19 e ME26		
Referências	Outubro a Março (Semana 1 à 25)	Abril a Setembro (Semana 26 à 51)	Referências	Outubro a Março (Semana 1 à 25)	Abril a Setembro (Semana 26 à 51)
A	6	7	A	35	45
B	3	4	B	17	22
C	6	6	C	11	10
D	5	8	D	25	9
E	4	5	E	7	10
F	5	6	F	8	11
G	4	6	G	19	9
H	2	4	H	23	20
I	4	4	I	10	12
J	2	3	J	28	43
K	4	2	K	18	8
L	2	4	L	10	10
M	2	3	M	20	20
N	2	3	N	7	9
O	1	1	O	7	5
P	2	5	P	5	5
Q	3	3	Q	7	8
R	1	2	R	8	9
S	Não existe consumo	5	S	9	9
T	3	2	T	2	4
TOTAL	61	83	U	4	5
			V	4	4
			W	5	10
			X	8	6
			Y	10	9
			Z	9	10
			TOTAL	316	322

4.1.4 Alocação das referências

Para a alocação das referências foi necessário ter em conta o mínimo de investimento possível. Foi também essencial ter em consideração que grande parte das embalagens já vêm rotuladas, enquanto que outras precisam de passar pela secção de rotulagem e, portanto, foi necessário reservar uma área destinada à receção e armazenamento das mesmas. Durante o projeto o espaço externo sofreu alterações. Foi retirado espaço ao corredor externo (ver na Figura 14 como era inicialmente) mas foram disponibilizados mais 2 armazéns, denominados para este efeito como Armazém 1 e 2. Mais à frente será apresentada a disposição destas áreas com o número de paletes que suportam.

A proposta para a organização das embalagens reparte-se em 4 áreas distintas:

- Nováqua – Alocação de todas as referências do tipo AAA e respetivas tampas (Localizações fixas).
- Corredor externo – Alocação das restantes referências do tipo AAA que não cabem na Nováqua (Localizações fixas).
- Armazém 1 – Alocação das referências sem ser do tipo AAA (Localizações aleatórias)
- Armazém 2 – Alocação da receção e armazenamento das embalagens que são para rotular e outro tipo de tampas com menos utilização (Localizações fixas).

Proposta de alocação das embalagens na Nováqua e no corredor externo

Através da análise ABC concluiu-se que seriam necessárias 20 referências próximas da máquina ME01 e 26 referências próximas das máquinas ME31, ME19 e ME26. Rapidamente

se verificou que, no entanto, apenas existia espaço para 35 referências em bloco na Nováqua e no corredor externo, conforme exposto na situação inicial (ver Figura 14). Foi desta forma imprescindível recorrer ao estudo de um investimento em estruturas de paletização para a secção da Nováqua. Para tal foi necessário estudar o dimensionamento do armazém e atribuir a melhor localização para colocar as estruturas, tendo em conta o número de paletes e o número de referências.

A proposta sugerida para o novo *layout* está representada na Figura 21. A área 1 serve de abastecimento para as máquinas ME31, ME19 e ME26 e a área 2 abastece a máquina ME01. Nestas áreas estarão estantes do tipo *Pushback* uma vez que permitem um maior número de referências e um maior aproveitamento de espaço. As áreas 3, 4, 5 e 6 serão preenchidas por paletes em bloco. As estantes que estão representadas a amarelo são *Racks* convencionais que servirão para armazenar paletes com sobras de embalagens. Todas as áreas dispõem de 3 paletes em altura.

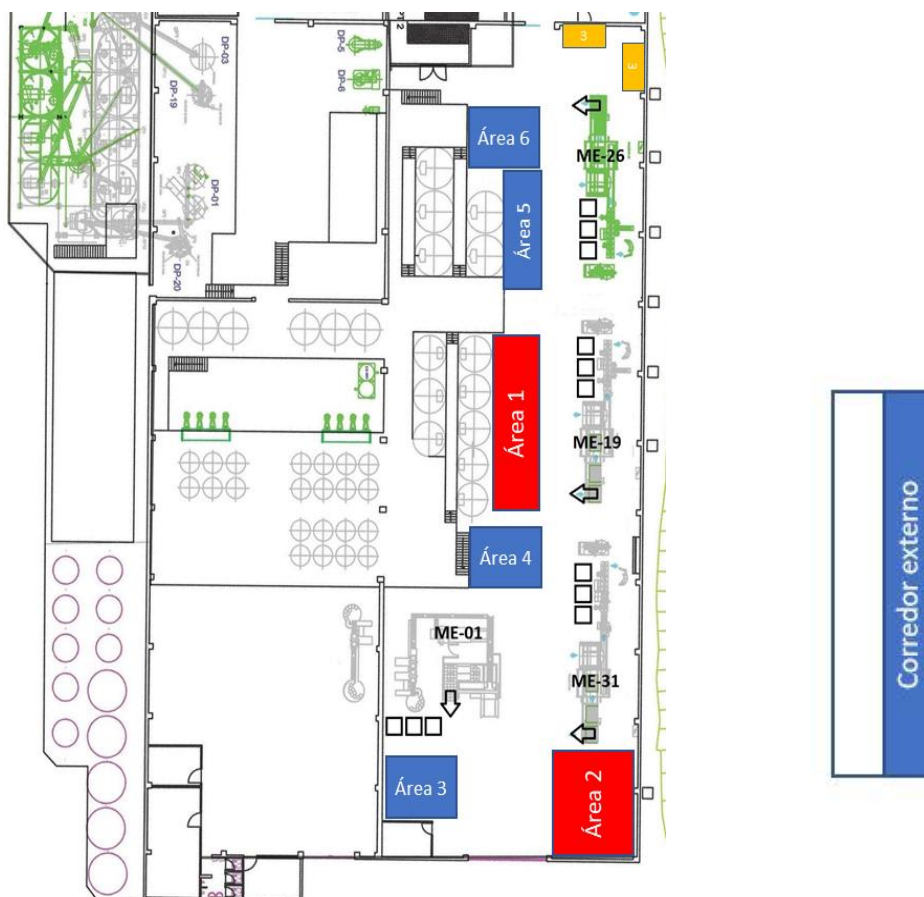


Figura 21 - Proposta de novo Layout para Nováqua e corredor externo

No Anexo H, é possível verificar a capacidade que cada corredor tem em profundidade.

Posteriormente mediram-se as áreas 1 e 2 para proceder a um pedido de orçamento nas empresas de estantes de paletização, Litan e Mecalux. Optou-se por utilizar o orçamento da Mecalux uma vez que este demonstrava ser o mais económico. Na Tabela 4 é possível verificar à esquerda as dimensões das áreas em metros e à direita as dimensões da estrutura (em número de paletes) fornecidos pela Mecalux. No Anexo I é possível visualizar um exemplo, fornecido pela Mecalux, de um desenho da estrutura e de um orçamento dado.

Tabela 4 - Dimensões das áreas. À esquerda em metros e à direita em paletes

	Área 1	Área 2	Dimensão da palete
Comprimento	12,5	6,5	1,2
Largura	4,2	5,4	1
Altura	5	5	1,3

	Área 1	Área 2
Ruas	8	5
Profundidade	4	4
Altura	3	3
Total de paletes	96	60
Total de referências	24	15

Por último, foi necessário alocar cada referência tendo em conta os seguintes pontos:

- Paletes com embalagens plásticas de 5 litros não podem estar sobrepostas em bloco;
- As alocações de outubro a março e de abril a setembro têm que ser realizadas de forma a existir o mínimo de localizações diferentes e, portanto, quando for necessário a realocação das embalagens duas vezes ao ano, essas modificações são minimizadas;
- As áreas 2 e 3 servem de abastecimento para a máquina ME01;
- A área 1 serve de abastecimento para a máquina ME31, ME19 e ME26. Nesta estrutura existe uma referência para as embalagens que são utilizadas nas três máquinas. O remanescente é alocado às áreas 4, 5, 6 e ao corredor externo.

Para a alocação das embalagens também é necessário colocar as mais utilizadas na parte inferior da estrutura de forma a que seja de mais fácil acesso aos empilhadores. Foi utilizado como critério a taxa de ocupação. No Anexo J é possível visualizar uma tabela que mostra a ordem de importância, por taxa de ocupação, de outubro a março e no Anexo K, de abril a setembro. As referências que aparecem a vermelho são as embalagens que têm de ficar guardadas no Armazém 2 e por isso não são consideradas.

Desta forma, a alocação das referências por áreas é descrita nos seguintes anexos:

- Anexo L: Área 1;
- Anexo M: Área 2;
- Anexo N: Área 3;
- Anexo O: Área 4;
- Anexo P: Área 5;
- Anexo Q: Área 6, e;
- Anexo R: Corredor externo.

As referências que aparecem a vermelho são as únicas que necessitam de sofrer alterações em março e em setembro. Como é possível verificar, as áreas 1, 2 e 3 não necessitam de sofrer nenhuma alteração (não possuem nenhuma referência a vermelho).

Armazém 1 e 2

Dado o curto espaço de tempo deste projeto e, visto que os Armazéns 1 e 2 ainda estão indisponíveis, a alocação das referências teve incidência na Nováqua e no corredor externo. Terá de ser estudado um sistema de localizações aleatórias para o Armazém 1, que irá conter todas as embalagens que não são tipo AAA. Na Figura 22 é possível visualizar o número de paletes que cada corredor suporta. O Armazém 2 já possui estantes do tipo *Rack Convencional*.

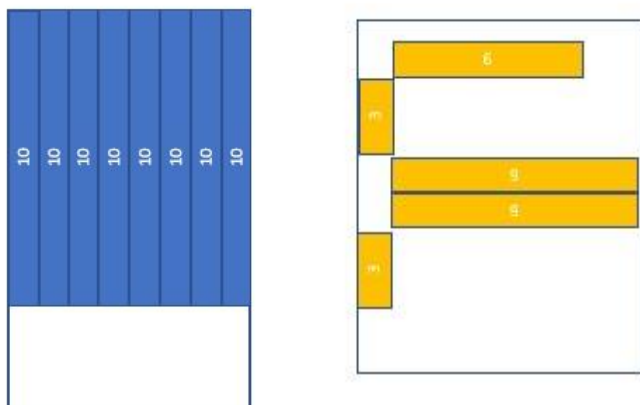


Figura 22 - Disposição do armazém 1 e 2

4.1.5 Investimento

Para a aquisição de estantes do tipo *Pushback*, segundo a proposta sugerida, seria necessário um investimento de 13.290 euros. Visto que com a implementação desta proposta há uma elevada probabilidade de as paragens de bordo de linha cheio e atraso no abastecimento de embalagens cessarem, foi realizada uma folha de Excel que permite perceber quanto tempo as máquinas estão paradas por estas causas (apenas no turno do dia). Como se pode observar no Anexo S, este revela a causa pelo qual cada máquina esteve parada, em qual das máquinas existem as paragens e o total de tempo por mês.

Avaliou-se o mês de setembro, outubro e novembro, tendo em consideração apenas as paragens relativas ao turno do dia. Calculou-se a média de tempo perdido em paragem de bordo de linha cheio, resultando em 319,67 minutos por mês e 170,67 minutos por mês relativamente à paragem de atraso no abastecimento de embalagens/tampas. Os dois somados resultam num total de 490,34 minutos perdidos por mês.

Posteriormente verificou-se que as máquinas automáticas têm uma cadência de 1.188 litros por hora e por isso, com a implementação da proposta, obter-se-ia um aumento de 9.714,97 litros por mês. Sendo conhecido o lucro médio por litro, o investimento sugerido estaria pago num curto espaço de tempo (inferior a um mês e meio).

4.1.6 Alteração para método de revisão contínua

Como já foi referenciado, utiliza-se um método de revisão periódica em que o *stock* nominal é revisto em intervalos de tempo fixos (1 semana), encomendando-se então a diferença entre o que se vai produzir na semana seguinte e o *stock* nominal existente. Foi estudada a hipótese de utilizar outro método de revisão, denominado método de revisão contínua. Neste caso, quando o *stock* nominal baixa e atinge o nível de reaprovisionamento, procede-se a uma encomenda ao fornecedor. O nível de reaprovisionamento é o nível de *stock* que despoleta a necessidade de realizar uma encomenda, muitas vezes utilizando cartões de sinalização (*kanbans*).

Foram analisadas as embalagens do tipo AAA que possuem fornecimento com *lead times* curtos e referências consumidas com regularidade. Na Tabela 5 está representada uma parte do estudo, a título de exemplo.

Tabela 5 - Estudo para método de revisão contínua

Ref	Forn.	Lead time (em semanas)	Média do consumo semanal	Desvio padrão	Quant por palete	Z (nível de serviço)	Procura esperada entre revisões	Stock de segurança	Nível de reaprovisionamento	Em paletes
A	1	0,4	1553,17	1083,69	108	1,645	621,27	1782,51	2403,78	23
B	1	0,4	1268,88	445,80	132	1,645	507,55	733,27	1240,82	10
C	2	0,6	1657,25	1827,02	216	1,645	994,35	3005,18	3999,53	19
D	2	0,6	657,30	337,37	216	1,645	394,38	554,93	949,31	5
E	2	0,6	2038,10	1008,72	216	1,645	1222,86	1659,20	2882,06	14
F	1	0,4	999,62	753,64	108	1,645	399,85	1239,62	1639,47	16
G	2	0,6	901,46	535,47	216	1,645	540,88	880,76	1421,64	7
H	1	0,8	1311,80	839,14	108	1,645	1049,44	1380,26	2429,70	23
I	1	0,4	897,79	607,90	108	1,645	359,11	999,90	1359,02	13

Foi determinada a procura esperada entre revisões, pelo *lead time* do fornecedor multiplicando pelo consumo esperado nesse tempo.

O *stock* de segurança é calculado pela seguinte fórmula:

$$\text{Stock de segurança} = Z(\text{Nível de serviço}) \times \text{desvio padrão da procura no período} \quad (4.4)$$

O nível de reaprovisionamento é então a procura esperada entre revisões mais o *stock* de segurança. O lado direito da tabela é o nível de reaprovisionamento arredondado a unidades de paletes. Utilizando como exemplo a referência 1, quando se obtém em *stock* 23 paletes faz-se uma encomenda.

Este método não demonstrou ser o mais indicado uma vez que os desvios padrões dos consumos são muito elevados, por vezes até maiores do que a média (ver exemplo da referência C). Isto indica que existem consumos muito dispersos e bastante imprevisíveis. Por consequência, a utilização deste método, levaria à obrigatoriedade de utilizar um *stock* de segurança muito elevado e naturalmente muito espaço em armazém.

4.2 Organização e envolvimento de todos os intervenientes

Todas as manhãs, na Nováqua, existe uma reunião *kaizen* onde se faz o registo das presenças, apresentam-se os resultados dos indicadores relativos ao dia anterior, faz-se o plano de trabalho e verificam-se os resultados dos *Kamishibais*. Esta reunião estava dividida por duas secções, a do Fabrico e do Enchimento. Era notória a ausência do envolvimento dos intervenientes uma vez que a zona do Fabrico muitas vezes não realizava a reunião e porque também não existia uma boa divisão de tarefas que são necessárias realizar no início do turno. Como tal, realizou-se a junção dos dois quadros *kaizen*, reunindo assim todos os intervenientes na mesma reunião. Na Figura 23 é mostrado o novo quadro *kaizen* com os indicadores do enchimento e da produção, com o plano de trabalho e com o registo de presenças.

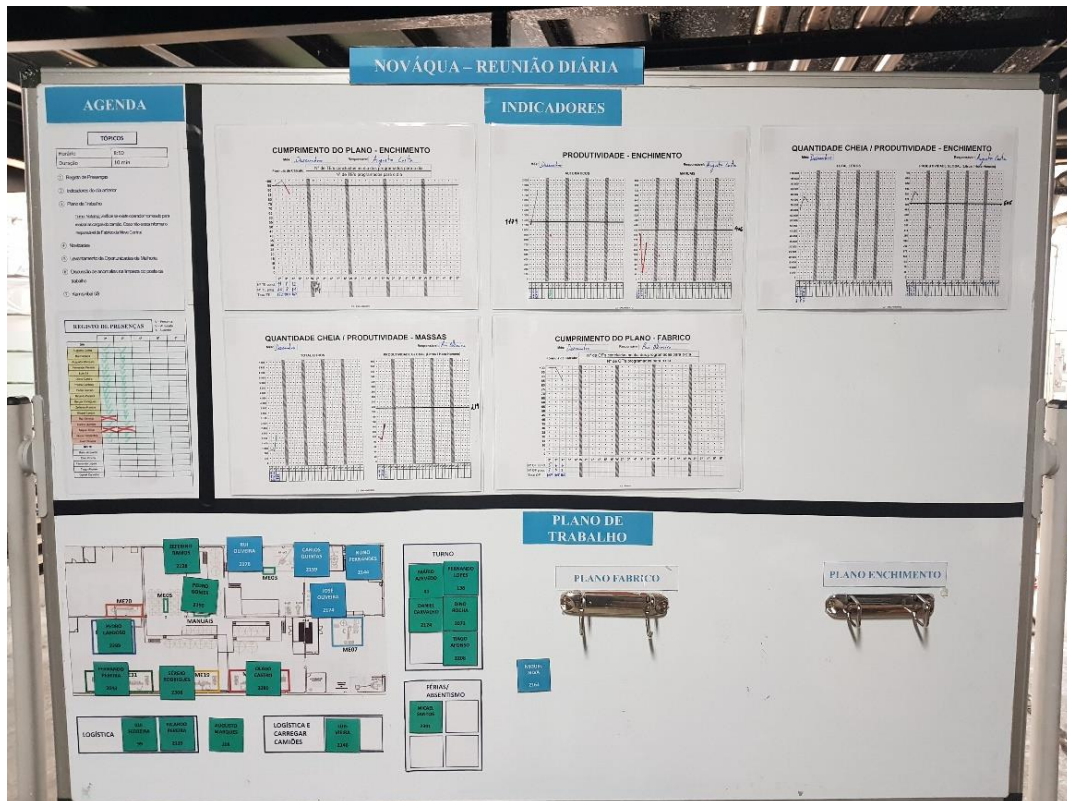


Figura 23 - Quadro para reunião diária

Na Figura 24 encontra-se representado um quadro criado para todos os colaboradores consultarem. Neste quadro existe uma área para transição de turno pois sentiu-se necessidade de facilitar a comunicação entre os colaboradores dos dois turnos, por exemplo, para informar sobre uma anomalia detetada na máquina, ou qualquer aviso que se queira transmitir a um colaborador do turno seguinte. Foi dedicada uma secção para sugestões de melhoria e o seu estado de desenvolvimento (pendente, em curso, concluído). Desta forma, os colaboradores sentem que as suas sugestões estão a ser tratadas e conseguem observar o desenvolvimento das mesmas. Foi também desenvolvida uma matriz de competências de cada colaborador. Assim, existe uma maior envolvência de todos os colaboradores em todo o processo, existe também uma maior competência e conhecimento por parte dos mesmos e é dada a oportunidade, através da formação e treino, de contribuir com algo mais do que a sua mão-de-obra. Em vez de serem controlados, estes colaboradores passam a controlar, pensar e motivar por si próprios. Para além disso, sempre que algum colaborador se ausenta, é possível visualizar quais são os restantes colaboradores que podem substituir as suas tarefas aquando da sua ausência. No Anexo T é possível visualizar esta matriz com maior detalhe. Os campos, relativos a cada colaborador, são preenchidos de acordo com a seguinte legenda:

LEGENDA: ○ **Necessita de Formação** ◐ **Formado** ◑ **Sabe fazer** ◒ **Autónomo** ● **Formador**



Figura 24 - Quadro para consulta diária

Verificou-se um descontentamento por parte de alguns colaboradores por serem sempre os mesmos a realizar as tarefas de limpeza de utilização comum e nas auditorias dos *kamishibais*. Como tal, foi criada uma tabela de escala de limpezas e realização de auditoria dos *kamishibais*, conforme demonstrado no Anexo U, em que todas as semanas é atribuído, alternadamente, um responsável para concretizar essa tarefa ao longo da semana. Para além das escalas de limpezas e das auditorias aos postos de trabalho também se desenvolveu uma *check-list* que serve para a verificação e reabastecimento de todos os consumíveis, tal como pode ser observado no Anexo V, sendo essa tarefa também incluída na tabela das escalas de limpeza. Na tabela referenciada pelo Anexo U, existem espaços que se encontram preenchidos, significando que esse operário não pode realizar uma determinada tarefa por se tratar de uma zona que não faz parte da sua utilização diária. Desta forma, o chefe da secção consegue realizar, de forma mais fácil, o plano de alocação dos colaboradores às diferentes tarefas permitindo que mais pessoas participem para a organização de todos os espaços.

Uma vez criado um ambiente propício à mudança, foi impreterível a organização de alguns postos de trabalho. Para tal, foi necessário verificar quais as ferramentas que já não eram utilizadas, criar quadros que permitem fácil acesso às mesmas estando estas devidamente identificadas. Adicionalmente, foi essencial manter os locais limpos e arrumados. Algumas mudanças podem ser observadas no Anexo W.

4.3 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Embora existissem indicadores de disponibilidade e desempenho das máquinas de enchimento automático, estes valores não eram compreendidos pelos colaboradores porque apenas se mostrava um valor percentual sem qualquer informação do que causou esse resultado. Não havendo perceção destes valores, os intervenientes não conseguiam perceber o que influenciou aquele resultado e como poderiam melhorar. Uma vez que não se conheciam as causas, as sugestões de melhoria também eram inexistentes.

Implementou-se então uma reunião semanal onde estavam presentes os responsáveis das máquinas de enchimento, os operadores logísticos e o chefe da secção. Inicialmente deu-se formação para entendimento de como se chega aos resultados do indicador OEE e quais as variáveis que influenciam esse resultado. Esta reunião tinha como objetivo apresentar, de uma forma pormenorizada, os valores dos OEE relativos à semana anterior, criando discussão entre todos os intervenientes de forma a encontrar oportunidades de melhoria, garantindo o envolvimento dos colaboradores.

As folhas que serviam de suporte à análise destes valores estão representadas na Figura 25, onde, no canto superior esquerdo, são apresentados os resultados do indicador OEE. Toda a restante folha é um fracionamento desses valores.

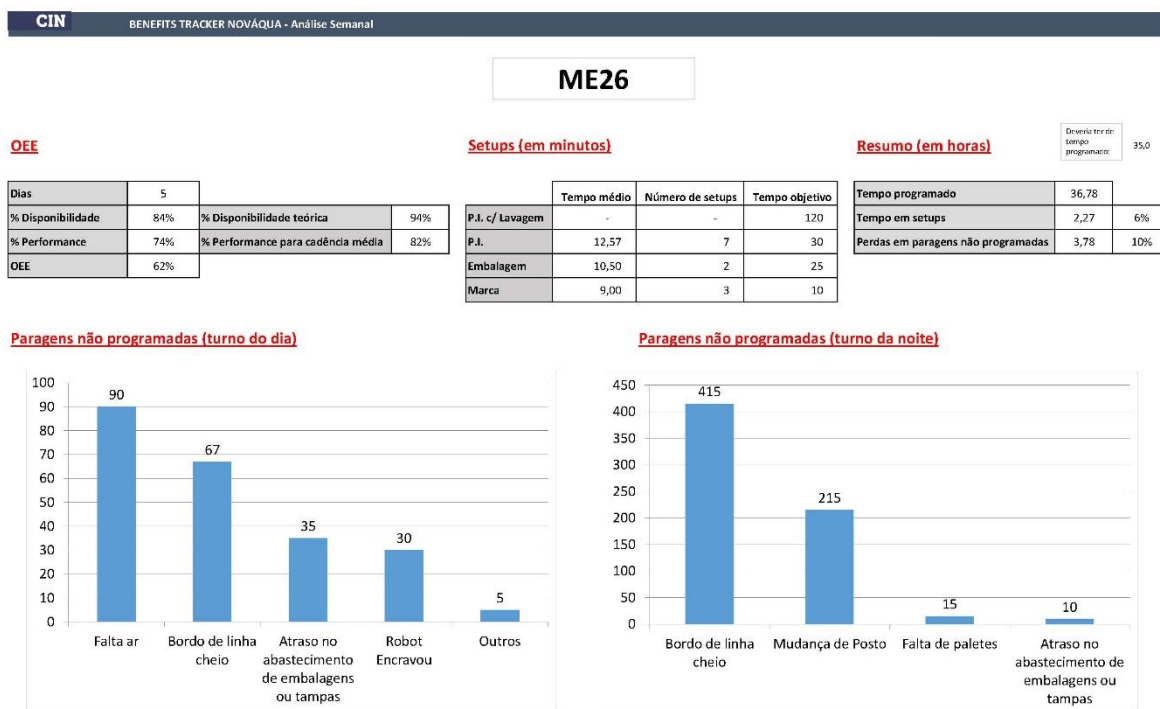


Figura 25 - Folha de resultados dos OEE e suas causas

i. Disponibilidade

O valor da disponibilidade é dado pela seguinte fórmula:

$$\% \text{ Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo programado} - (\text{setups} + \text{paragens não programadas})}{\text{Tempo programado}} \quad (4.5)$$

O tempo programado é o intervalo de tempo em que a máquina esteve em funcionamento menos as paragens programadas. Foram assumidas como paragens programadas o almoço, lanche, jantar, limpeza, mudança de posto de trabalho e reunião diária.

ii. Disponibilidade teórica

Este valor foi também colocado para que os colaboradores tivessem a perceção que, uma vez que existem *setups*, a disponibilidade nunca poderá ter um valor de 100%. A disponibilidade teórica é então um indicador do valor máximo que se pode obter da Disponibilidade, simulando os *setups* que existiram nos tempos ótimos e com nenhuma paragem.

É então utilizada a fórmula:

$$\% \text{ Disponibilidade teórica} = \frac{\text{Tempo programado} - \text{setups no tempo ótimo}}{\text{Tempo programado}} \quad (4.6)$$

iii. Desempenho

O desempenho é calculado através da fórmula:

$$\% \text{ Desempenho} = \frac{\text{Embalagens cheias}}{\text{Cadência} \times (\text{Duração do enchimento} - \text{paragens nesse intervalo})} \quad (4.7)$$

A cadência utilizada para as máquinas ME31, ME26 e ME19 é a cadência dada pelo fornecedor dos equipamentos: 5 embalagens por minuto. No caso da ME01 foram realizadas medições de cadências e foi utilizada a observação máxima: 25,16 embalagens por minuto (para as embalagens de 1 litro), 11,54 embalagens por minuto (para as embalagens de 4 litros) e, 11 embalagens por minuto (para as embalagens de 5 litros).

iv. Desempenho para cadência média

Ao analisar as cadências das máquinas da ME31, ME26 e ME19 verificou-se que estas variam muito em relação à cadência dada pelo fornecedor do equipamento. Esta diferença deve-se ao facto de os equipamentos terem alguns anos e se encontrarem desgastados. Visto que 5 embalagens por minuto não corresponde à realidade, foram realizadas medições das cadências médias das máquinas. Este cálculo é igual ao do Desempenho conforme a Equação 4.7, apenas sendo alterados os valores das cadências para os valores médios cronometrados. Na Tabela 6 é possível verificar os resultados das medições.

Tabela 6 - Cadências médias

Volume	Cadências médias		
	ME19	ME26	ME31
10 l	4,412	4,41	3,87
15 l	4,383	4,52	3,48

Viu-se a necessidade de colocar o valor da desempenho para a cadência média para se obter objetivos mais tangíveis e porque as cadências são as mais aplicáveis atualmente. Não se pode descuidar o valor do desempenho com a cadência máxima das 5 embalagens por minuto, uma vez que é necessário ter um índice comum em relação às outras secções. Para além disso se se utilizasse só o desempenho para a cadência média, estar-se-ia a ocultar possíveis melhorias nos equipamentos uma vez que se estaria a assumir esses valores médios como ótimos.

v. OEE

Na CIN o índice de qualidade é sempre considerado 100%, pelo que o OEE é dado pela multiplicação da disponibilidade pelo desempenho.

Os restantes dados, ainda não mencionados, apresentados na Figura 25 servem para demonstrar as causas que levaram a obter os valores dos OEE. Mostra o número de *setups* e o seu tempo médio. Quando acontece ter um tempo médio maior que o tempo objetivo este aparece a vermelho, para que seja alvo de discussão ao longo da reunião. Mostra também o tempo em que cada máquina esteve em funcionamento e quanto tempo foi perdido em *setups* e em paragens (e as respetivas percentagens). Para um melhor entendimento das paragens

ocorridas, esta folha de Excel discrimina automaticamente todas as paragens ocorridas, ordenadas de forma decrescente pelo tempo perdido em cada paragem. A folha acima referida, divide também as paragens ocorridas no turno do dia e no turno da noite.

Estas reuniões eram auxiliadas por um quadro que foi criado como mostra na Figura 26.

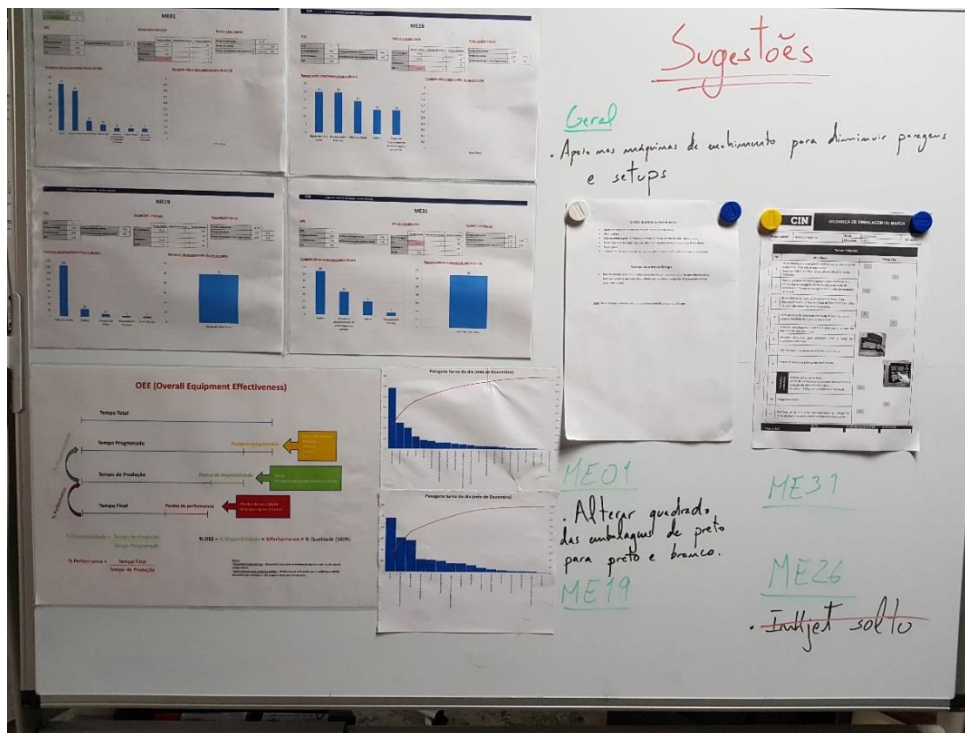


Figura 26 - Quadro de avaliação dos OEE e sugestões

Este quadro, para além de conter as folhas já referenciadas em cima, também contém uma secção explicativa de como se chega aos valores dos OEE para que os colaboradores possam consultar quando sintam necessidade. Para não serem avaliadas apenas as paragens da semana anterior, também são colocados dois gráficos de *Pareto* que mostram as paragens dos dois meses anteriores. Assim, não só são analisadas as paragens da semana anterior como também as paragens mais recorrentes. O lado direito do quadro é onde são indicadas as sugestões resultantes das reuniões. As sugestões que não podem ser resolvidas internamente são posteriormente analisadas pela chefia das diferentes secções através de um plano de ações, de forma a atribuir um responsável para o desenvolvimento das mesmas, como pode ser observado pela Figura 27.

RESPONSÁVEL	PLANEADO	EM CURSO	EM ESPERA	RESPONSÁVEL	PLANEADO	EM CURSO	EM ESPERA	CONCLUÍDO
RICARDO SILVA	[Handwritten note]	[Handwritten note]	[Handwritten note]					[Handwritten note]
JOÃO TEIXEIRA		[Handwritten note]	[Handwritten note]	RICARDO CALOBRA				
JOANA MONTEIRO				ARM. MATERIAS-PRIMAS				
SARA PINTO		[Handwritten note]	[Handwritten note]	AUGUSTO CIPRIANO	[Handwritten note]			
JOSE OLIVEIRA				CONTROLO QUALIDADE				
NUNO MATOS		[Handwritten note]		MANUTENÇÃO	[Handwritten note]	[Handwritten note]	[Handwritten note]	
DANIEL LOPES				APROVISIO-NAMENTOS	[Handwritten note]			
RICARDO ROCHA	[Handwritten note]	[Handwritten note]		PLANEAMENTO	[Handwritten note]			
MÁRIO LOPES				HIGIENE E SEGURANÇA	[Handwritten note]		[Handwritten note]	

Figura 27 - Plano de ações das sugestões dadas

4.4 Single Minute Exchange of Die (SMED)

Devido à observação de algumas ineficiências relativamente aos *setups* e a algumas tarefas realizadas pelos colaboradores responsáveis pelo enchimento, concluiu-se que seria vantajosa para a Organização a implementação da ferramenta SMED.

4.4.1 Implementação

Foi realizado um estudo do trabalho onde foram mapeadas todas as tarefas constituintes do processo das linhas de enchimento automático e identificadas as oportunidades de melhoria. As ineficiências identificadas deviam-se ao facto de o colaborador responsável pelo processo de enchimento parar com o processo para realizar outras tarefas. Como se pode observar na Figura 28, o colaborador tem que abandonar a máquina de enchimento para abrir paletes. Este é um processo demorado porque é necessário retirar os plásticos envolvidos na paleta, retirar a fita que está envolvida nas embalagens e retirar as placas de cartão.



Figura 28 - Processo de abertura de uma paleta de embalagens

Para além desta tarefa, o colaborador tem de se deslocar até à paleta de embalagens e tampas para as posicionar perto da zona de trabalho. A sua movimentação é representada pelas setas desenhadas a vermelho na Figura 29. Não é possível colocar as paletes próximas do colaborador porque o empilhador não tem espaço para passar e as paletes também não cabem no seu posto de trabalho, como demonstra a Figura 29. Os quadrados a preto que se podem observar na figura representam a localização das paletes de embalagens e tampas e as setas pretas representam a saída de produto acabado.

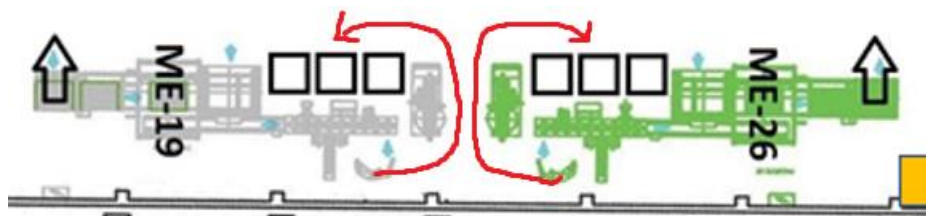


Figura 29 - Localização das paletes de embalagens vazias, tampas e produto acabado

Outra tarefa que também causava a paragem das máquinas era a reposição da panela de glicol. O glicol é um líquido que é necessário colocar quando as embalagens são de plástico. Quando a panela fica vazia é necessário percorrer uma distância longa e repor o líquido na panela.

Pelo acompanhamento *on-the-job* dos colaboradores ao longo da elaboração da presente dissertação, foi possível concluir que se poderia realizar uma reorganização dos postos de trabalho de forma a melhorar a eficiência das máquinas. Como tal, foi realizado um teste ao longo de uma semana em que se atribuiu a um colaborador a função de supervisionar as máquinas de enchimento. A função do supervisor seria, então, a de garantir o abastecimento de embalagens e tampas próximas dos colaboradores, repor as panelas de glicol com um utensílio, quando necessário, abrir as paletes, arrumar embalagens, cartões, plásticos e tampas do enchimento que terminou. Para além disso, teria de estar atento às ocorrências dos *setups*, para que, com antecedência, pudesse realizar as tarefas externas e, quando chegasse a altura do *setup*, dividir as tarefas com o colaborador responsável pelo enchimento da máquina. Desta forma conseguiu-se reduzir o tempo de *setup* e diminuir as vezes que as máquinas de enchimento paravam.

Foram analisadas todas as tarefas e devidamente separadas em trabalho interno e externo. Trabalho interno representa as tarefas que apenas se podem realizar com o equipamento parado, enquanto que as tarefas externas são as que se podem realizar com o equipamento em funcionamento. No Anexo X são mostradas as tarefas que o colaborador do enchimento tem que realizar aquando de uma mudança na máquina (tarefas internas) e no Anexo Y são apresentadas as tarefas internas e externas que o supervisor tem que realizar no *setup*. Também foi elaborado um documento que mostra as tarefas que o supervisor tem que realizar enquanto as máquinas estão em fase de enchimento. Esse documento encontra-se no Anexo Z e foi utilizado para dar formação ao colaborador antes da semana do teste e para servir de acompanhamento durante a semana do teste.

4.4.2 Resultados obtidos

Como se pode observar na Tabela 7, os tempos de *setups* melhoraram relativamente à média que se obteve ao longo das 41 semanas que antecederam a semana do teste. Na tabela estão descritos, para cada máquina e para cada tipo de *setup*, o tempo que costuma demorar e a média que se obteve durante a semana do teste.

Tabela 7 - Resultados dos tempos de *setup*

	ME19			ME26			ME31		
	Média de tempos de setup ao longo de 41 semanas	Número de setups na semana do teste	Média de tempos de setup na semana do teste	Média de tempos de setup ao longo de 41 semanas	Número de setups na semana do teste	Média de tempos de setup na semana do teste	Média de tempos de setup ao longo de 41 semanas	Número de setups na semana do teste	Média de tempos de setup na semana do teste
Embalagem	20,1	2	7,0	18,5	2	10,5	25,8	2	13,5
Marca	11,4	3	6,0	10,5	3	9,0	17,2	2	5,0
P.I.	25,1	0	/	23,3	7	12,6	29,6	6	10,3

Na Tabela 8 é possível verificar as melhorias verificadas no OEE relativamente à média que se obteve ao longo de 41 semanas. Na tabela estão descritos, para cada máquina, os valores médios da disponibilidade, do desempenho e do OEE, assim como os valores obtidos na semana do teste.

Tabela 8 - Comparação dos resultados do OEE com a semana do teste

	ME19		ME26		ME31	
	Média ao longo de 41 semanas	Valor obtido na semana do teste	Média ao longo de 41 semanas	Valor obtido na semana do teste	Média ao longo de 41 semanas	Valor obtido na semana do teste
Disponibilidade	70%	84%	74%	84%	90%	86%
Performance	52%	57%	63%	74%	50%	53%
OEE	37%	48%	47%	62%	45%	46%

5 Conclusões e perspetivas de trabalho futuro

Ao longo desta dissertação em ambiente empresarial foi notório que para se ter êxito na implementação de qualquer projeto é fundamental o envolvimento e empenho dos agentes nele intervenientes. Ninguém melhor que as pessoas que lidam diariamente com os equipamentos para evidenciar e identificar as dificuldades sentidas no desempenho do seu trabalho, partindo frequentemente deles as sugestões das melhores soluções para os problemas. É fundamental que o responsável por cada área tenha a capacidade para ouvir e motivar os seus colaboradores. Com o sucesso no desenvolvimento de uma atmosfera de envolvimento, haverá muito mais confiança dentro da empresa. Iremos encontrar relações de cooperação, em vez de relacionamentos hierárquicos estritamente definidos. Nesta atmosfera de autonomia orientada, a função da chefia é criar um ambiente de apoio, onde é dada a liberdade às pessoas para trabalharem rumo a um objetivo comum. As pessoas da organização vão passar a utilizar a mesma linguagem e partilhar a mesma filosofia de trabalho.

Tendo em conta o curto prazo deste projeto, foi desenvolvida uma solução para o armazém de embalagens que, embora validada, não foi implementada em tempo útil. Espera-se como trabalho futuro que se tente eliminar a falta de organização e movimentações desnecessárias dentro do sector. A alteração de layout pode ser pensada criando um acesso mais direto entre as máquinas de enchimento e o armazém de produto acabado, bem como libertar espaço entre as máquinas para colocar as paletes de embalagens ou tampas próximas dos colaboradores. A criação de um cais também é de extrema importância para o ganho de eficiência dos operadores logísticos e, conseqüentemente, para reduzir paragens nas máquinas.

Relativamente aos OEE, é possível verificar pelos resultados obtidos que na máquina ME19 e ME29 são as que tiveram um aumento mais significativo na semana do teste, com uma melhoria conseguida de cerca de 30% no valor do OEE em relação à média. A máquina ME31 não obteve os mesmos resultados porque existiram erros por parte do colaborador no registo do SFC ao longo da semana do teste. Para além disso, visto que é a máquina com a cadência menor, o colaborador responsável pelo enchimento consegue realizar certas tarefas sem que a máquina parasse e sem necessitar de um supervisor, portanto, não se esperam tantas melhorias. Espera-se como trabalho futuro a revisão dos tipos de *setups* existentes. A mudança de produto intermédio pode contemplar a mudança de embalagem ou marca e, no entanto, o tempo objetivo de concretização do *setup* é igual quer tenha essas mudanças adicionais na máquina ou não. Desta forma teríamos um valor de disponibilidade teórica mais real.

Em relação às paragens também podem ser implementadas melhorias. Se existir um mecanismo com alarme sonoro, ou luminoso, que pare a máquina, o colaborador não necessitava de estar constantemente a verificar anomalias no *robot* da máquina. Também deveria existir um SFC em cada máquina para os colaboradores não terem que percorrer distâncias grandes para fazer os registos. O registo das paragens não programadas também pode ser melhorado com sistemas informáticos de forma a evitar erros por parte do colaborador, aumentar o rigor dos dados e evitar a duplo registo das mesmas (primeiro manualmente pelo colaborador e posteriormente colocado por outra pessoa em sistema).

Como forma de facilitar o trabalho dos operadores logísticos deveria ser criado acesso às paletes de produto acabado de cada máquina. Atualmente, e devido à estrutura das máquinas, o operador logístico apenas tem acesso à paleta que se encontra no final do bordo de linha. Desta forma o colaborador não necessita de esperar que seja ocupada outra paleta no bordo de linha para conseguir retirar a primeira. Para além disso o sinal luminoso que cada máquina de enchimento possui, só tem uma cor para indicar que tem duas paletes no bordo de linha, mas deveria ter, por exemplo, uma amarela para indicar que o bordo de linha já possui duas paletes de produto acabado, e outro sinal de cor vermelha para indicar que possui três paletes de produto acabado (estando assim a máquina sem conseguir proceder a mais enchimentos).

O recurso ao SMED permitiu diminuir os tempos de *setup* em cerca de 50% e aumentar as performances das máquinas, mas a zona de cintagem ficou obstruída devido ao aumento da produtividade, sendo assim necessário melhorar o processo de cintagem como, por exemplo, colocar no final de cada linha de enchimento, uma máquina de cintagem automática.

A criação de ferramentas de apoio à decisão também seria de extrema importância para facilitar o planeamento interno na escolha da sequência ótima de fabricos e enchimentos.

Finalmente, é importante referir que me foi permitido colocar em prática alguns conhecimentos aprendidos na universidade. Assim, considera-se que o objetivo de aprendizagem num contexto industrial foi totalmente conseguido.

Referências

- Coimbra, Euclides. 2013. *Kaizen in logistics and supply chains*. McGraw Hill Professional.
- Costa, Eric Simão Macieira da, Rui M Sousa, Sara Bragança e Anabela Carvalho Alves. 2013. "An industrial application of the SMED methodology and other Lean production tools". Comunicação apresentada em 4th International Conference on Integrity, Reliability and Failure.
- Courtois, A, M Pillet e C Martin. 1997. *Gestão da Produção*. Lidel. Ed.
- Dillon, Andrew P e Shigeo Shingo. 1985. *A revolution in manufacturing: the SMED system*. CRC Press.
- Dunn, Thomas. 2015. "8 - OEE Effectiveness". Em *Flexible Packaging*, 77-85. Oxford: William Andrew Publishing.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780323264365000084>.
- Ghinato, Paulo. 2000. "Produção & competitividade: aplicações e inovações". Ed.: Adiel T. de Almeida & Fernando MC Souza, Edit. da UFPE, Recife.
- Imai, Masaaki. 2012. *Gemba Kaizen: A commonsense approach to a continuous improvement strategy*. McGraw Hill Professional.
- Jacobs, F Robert, Richard B Chase e N Aquilano. 2004. "Operations management for competitive advantage". *Boston: Mc-Graw Hill* no. 64:70.
- Ohno, Taiichi. 1988. *Toyota production system: beyond large-scale production*. crc Press.
- Pinto, João Paulo. 2009. "Pensamento lean". *Lidel, Edições Técnicas*.
- Ramos, Tânia. 2010. "Gestão da Armazenagem e dos Stocks na Gestão da Cadeia de Abastecimento". *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento*.
- Suzaki, Kiyoshi. 2010. "Gestão de Operações Lean—Metodologias Kaizen para a melhoria contínua". *LeanOp. Mansores*.
- Wauters, Francis e Jean Mathot. 2002. "Overall Equipment Effectiveness". *ABB Inc:27*.
- Womack, James P e Daniel T Jones. 1997. "Lean thinking—banish waste and create wealth in your corporation". *Journal of the Operational Research Society* no. 48 (11):1148-1148.

ANEXO A: Resultado das análises ABC

	ME01		ME31; ME19; ME26	
	Referências	Percentagem	Referências	Percentagem
AAA	20	27,40%	26	24,53%
AAB	1	1,37%	1	0,94%
AAC	0	0,00%	0	0,00%
ABA	4	5,48%	2	1,89%
ABB	5	6,85%	14	13,21%
ABC	0	0,00%	0	0,00%
ACA	0	0,00%	0	0,00%
ACB	1	1,37%	0	0,00%
ACC	3	4,11%	3	2,83%
BAA	0	0,00%	2	1,89%
BAB	0	0,00%	3	2,83%
BAC	0	0,00%	0	0,00%
BBA	1	1,37%	0	0,00%
BBB	9	12,33%	10	9,43%
BBC	0	0,00%	3	2,83%
BCA	0	0,00%	0	0,00%
BCB	7	9,59%	3	2,83%
BCC	4	5,48%	11	10,38%
CAA	0	0,00%	0	0,00%
CAB	0	0,00%	0	0,00%
CAC	0	0,00%	0	0,00%
CBA	0	0,00%	0	0,00%
CBB	1	1,37%	1	0,94%
CBC	0	0,00%	1	0,94%
CCA	0	0,00%	0	0,00%
CCB	0	0,00%	0	0,00%
CCC	17	23,29%	26	24,53%
Total	73	100,00%	106	100,00%

ANEXO B: Consumos semanais das referências utilizadas na máquina ME01

Outubro a Março (semana 1 à 25)																										
Referências	N.º Semanas																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
A	1056	0	0	1021	146	672	0	288	75	80	2386	116	480	1440	1248	0	0	820	1248	2537	0	1262	0	1440	1824	
B	0	1728	658	192	0	192	0	531	759	0	384	288	0	768	480	192	480	840	768	480	312	0	192	1824	288	
C	0	0	0	3456	300	1800	651	1200	0	0	3300	0	1680	3600	0	1598	0	3000	3900	0	3900	0	2700	2100	0	
D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	690	0	459	0	0	420	0	0	518	480	0	760	0	1480	
E	900	900	0	1499	0	0	600	1200	1200	276	0	0	900	0	1200	2100	600	0	600	0	0	0	2400	1800	600	
F	0	0	1248	0	0	756	0	0	0	1152	0	485	0	0	384	1896	288	0	1152	0	0	0	0	960	768	
G	770	2416	525	2099	0	0	2000	1202	243	1893	831	0	900	1558	300	300	0	898	600	1799	848	1047	600	1260	1095	
H	0	0	0	0	0	480	120	288	0	72	0	384	130	192	288	0	576	851	480	0	0	1436	0	0	576	
I	0	0	2100	0	0	900	0	0	0	1800	0	0	0	0	300	2100	0	0	1800	0	0	0	0	0	1191	3300
J	792	360	0	714	360	304	288	772	1491	0	0	288	360	288	216	720	288	432	576	0	0	0	0	964	864	289
K	0	0	0	0	300	0	0	0	0	0	2400	0	600	0	1200	0	0	900	900	1500	0	300	1472	2700	0	
L	0	0	0	0	0	0	276	600	0	579	0	1500	278	600	900	0	1200	2400	600	0	0	1200	0	0	900	
M	192	392	192	222	384	192	0	0	0	192	287	480	0	0	384	1152	480	0	206	191	0	0	0	0	192	
N	450	0	900	0	0	0	0	1200	0	0	0	0	1098	0	1194	0	0	600	0	0	1500	0	0	600	0	1558
O	0	0	288	408	0	552	0	0	0	0	328	0	144	0	418	0	0	432	216	216	0	532	504	513	0	
P	0	0	0	0	0	600	0	0	0	0	534	300	0	1032	0	1200	1498	0	0	0	0	0	0	0	900	
Q	0	0	0	0	0	0	300	900	0	0	0	0	900	0	0	0	0	1199	1218	0	0	0	0	0	0	
R	72	480	288	0	0	0	216	216	287	0	503	0	360	266	0	0	0	288	521	0	0	504	288	359	0	
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
T	90	0	0	0	0	0	121	821	0	0	0	0	720	0	0	0	0	1800	812	0	0	0	0	0	161	
TOTAL	4322	6276	6199	9611	1490	5848	5172	9218	4055	6044	10953	5629	7452	11397	7318	9660	8028	10860	14697	12641	1640	11081	7780	16511	15131	

Abril a Setembro (semana 26 à 51)																										
Referências	N.º Semanas																									
	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
A	552	2304	128	1372	1152	1152	944	853	0	2016	2160	288	1382	1627	384	1440	200	480	2456	343	2155	288	960	96	2112	96
B	480	96	576	0	480	672	1737	0	0	480	288	288	384	1591	2614	1728	768	0	768	384	0	384	0	672	960	0
C	3300	2700	600	2819	0	2251	1818	900	0	4500	3186	3534	1500	3781	1500	2850	600	1200	2970	0	4665	600	0	600	3600	600
D	0	384	0	0	0	556	480	480	511	0	864	864	0	471	0	1344	291	0	629	0	0	0	723	768	0	864
E	1499	1209	2232	0	3299	0	919	2400	0	1499	0	0	1196	600	2987	0	1457	3020	0	0	0	0	0	0	598	600
F	960	0	960	1965	0	187	96	0	0	1920	0	312	960	0	0	0	1152	0	380	960	1344	480	288	2000	0	576
G	2584	1226	300	0	0	2731	500	4088	1095	1499	4784	800	0	598	815	0	300	0	897	299	0	300	2088	0	0	0
H	780	0	732	0	901	0	556	576	0	637	0	1323	0	0	960	945	0	330	768	1152	102	288	960	0	941	0
I	1200	0	600	2967	1200	600	300	0	0	2700	0	0	0	0	0	0	3095	0	1200	0	1200	2997	600	1800	0	900
J	1008	1474	576	0	1507	0	863	1317	0	572	0	0	1103	840	839	504	1512	0	479	504	720	576	375	732	144	144
K	900	2393	300	600	600	600	0	1199	0	0	899	900	0	1500	0	0	0	0	0	0	0	600	0	0	0	900
L	1500	0	2700	0	1500	0	1350	1345	0	0	0	2100	0	0	0	3600	0	1200	600	580	2152	0	1500	0	900	0
M	800	0	0	288	192	480	1631	90	183	0	0	288	288	288	602	96	0	0	0	0	0	192	480	480	0	864
N	1971	1500	0	0	0	900	900	0	600	0	0	0	0	0	900	0	2100	0	4200	0	0	1950	900	0	600	
O	72	614	144	144	432	0	504	0	288	0	288	0	856	0	504	0	0	144	0	0	279	0	72	0	423	
P	0	900	0	0	0	0	600	2400	0	0	600	0	0	0	0	3530	0	0	0	0	917	0	0	0	0	0
Q	0	0	0	0	0	0	0	0	900	1200	0	300	0	0	2098	1200	0	300	0	0	0	0	0	0	898	0
R	360	0	0	719	288	0	216	0	288	0	288	1795	0	0	377	1361	0	288	360	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1038	900	0	900	3260	4500	900	1800	0	0	0	900	0	1340	0	0
T	0	744	0	0	0	0	0	0	0	360	504	0	120	0	1172	1152	720	350	0	333	0	0	0	0	936	0
TOTAL	17966	15554	10567	10443	11263	10945	14494	14040	3649	19741	14012	11405	7474	15581	21204	18784	12228	11143	10183	10276	12122	8028	10125	9103	11677	6567

ANEXO C: Consumos semanais das referências utilizadas nas máquinas ME31, ME19 e ME26

Outubro a Março (semana 1 à 25)																									
Referências	N.º Semanas																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B	886	0	0	0	0	1070	1574	1059	0	0	1093	1181	0	1132	1890	464	1547	0	1516	1870	506	1246	0	1304	1964
C	885	193	0	1594	0	579	852	2892	0	639	754	314	467	1582	0	508	882	1776	0	1656	0	198	1185	828	242
D	32	0	0	0	0	0	61	503	0	0	0	929	323	0	0	0	3578	0	1669	3103	6185	1565	1540	399	
E	360	1212	644	829	415	422	640	243	739	0	1056	1167	811	222	335	613	876	818	1117	215	0	152	1161	655	416
F	2742	0	1209	37	0	945	746	804	1491	349	1268	810	1307	812	0	372	1121	370	3131	0	0	1360	741	396	428
G	2056	3197	3669	0	0	0	1595	0	2058	0	0	0	851	1596	0	0	0	768	0	0	3192	0	0	1399	0
H	0	223	55	1152	379	960	0	0	0	2319	0	1397	0	0	1026	0	1672	454	2293	0	0	0	0	808	257
I	0	1437	0	0	0	1439	0	809	690	775	694	1139	118	1368	0	0	118	158	0	1566	0	0	0	0	1408
J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1086	653	2655	1542	623	0	0	0	0	0	0	0
K	0	0	0	1236	0	1110	0	0	1217	0	0	0	1276	0	2182	4320	2954	0	0	753	324	0	1210	0	0
L	1214	297	0	0	359	0	1275	0	0	0	1827	0	0	0	438	1261	0	0	1835	0	0	0	0	344	1259
M	0	0	894	0	0	131	396	0	528	391	1388	832	0	0	858	1447	746	0	0	165	2373	0	996	1424	0
N	0	372	0	762	0	555	0	766	0	274	757	374	0	1402	0	0	352	663	0	0	248	0	628	1259	1420
O	264	528	1328	1328	0	532	1057	797	0	266	278	530	264	535	0	570	533	529	836	1362	0	1078	276	0	0
P	0	1375	0	0	0	0	1378	0	0	0	1275	0	0	0	0	0	1385	0	0	0	0	1377	0	0	0
Q	0	0	1459	0	0	176	99	0	223	132	158	264	0	0	638	934	0	0	0	590	1158	0	164	706	0
R	483	0	0	422	677	46	0	0	376	47	376	107	59	491	988	0	0	0	330	130	99	55	0	148	0
S	0	0	302	0	0	0	0	160	0	0	0	505	0	679	0	440	224	0	0	0	257	0	1084	0	843
T	0	431	425	0	427	0	370	0	330	437	426	0	0	0	343	0	0	863	0	0	429	0	308	0	0
U	198	132	514	396	0	311	462	165	0	132	231	0	231	99	759	501	102	479	0	663	0	495	0	0	0
V	453	418	0	290	0	147	412	491	121	336	335	943	0	0	454	0	0	45	305	33	434	0	762	40	382
W	209	0	0	0	0	377	0	329	0	0	0	240	0	0	363	317	183	0	271	0	0	820	0	0	707
X	64	478	555	129	0	61	0	1218	0	0	64	1077	0	64	1429	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Y	0	786	0	881	0	0	0	0	0	0	0	191	162	209	0	0	0	222	0	0	0	0	551	214	0
Z	53	0	0	54	0	0	0	54	61	762	0	359	61	0	0	655	14	0	0	0	0	0	0	0	726
TOTAL	8175	6931	6471	5610	1153	7211	7139	7076	6723	4747	8837	8143	5153	9638	8205	10379	11810	8440	10660	8917	5965	14886	7965	11680	11823

Abril a Setembro (semana 26 à 51)																														
Referências	N.º Semanas																													
	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51				
A	4124	610	208	0	1027	1211	1106	1197	1851	968	1375	304	1966	3548	4568	3463	4344	1304	3068	379	1130	1101	0	4588	1928	2514				
B	129	1299	2781	1074	0	1495	2205	1023	0	1213	1374	1060	1998	429	119	1090	1519	832	2899	850	1959	109	1252	0	970	1154				
C	2238	213	2063	0	1266	0	1155	1686	0	453	0	0	527	594	3201	604	611	647	1356	254	1000	1261	604	297	1859	485				
D	0	1327	0	0	0	0	1015	1537	1303	1548	0	0	0	284	1081	198	1093	1542	0	0	3094	1553	1235	3678	0					
E	1122	419	1249	755	60	1378	60	917	638	1390	925	1026	425	217	700	0	3541	828	1677	0	0	957	1487	415	446	2628				
F	595	1471	2244	0	0	411	0	324	1186	368	0	0	744	2236	343	377	812	1124	0	0	1974	62	83	1638	0					
G	457	990	1304	0	0	0	0	778	0	0	0	0	0	0	0	0	1608	1593	0	0	1274	858	747	0	1598	0				
H	367	391	1992	792	1517	535	465	0	1133	1066	909	226	723	0	0	1470	0	146	865	282	2129	937	1714	0	889	0				
I	856	0	39	0	683	1360	77	688	1572	767	0	2794	720	1435	39	0	0	0	1682	22	0	0	673	118	1651	0				
J	0	0	0	2661	0	2658	4644	0	378	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2650	1331	1302	2335	1320	48				
K	0	685	0	726	458	0	0	417	687	0	1103	0	253	0	0	0	1221	0	0	1221	0	1475	0	0	0	0				
L	441	0	1523	0	313	0	1270	0	0	0	1639	0	0	1511	292	0	1630	33	0	337	1278	0	0	384	1509	0				
M	165	0	0	515	985	1401	1155	514	0	1328	2122	1086	292	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
N	0	0	0	0	1266	0	0	0	1404	0	1491	1120	0	330	1214	0	0	0	1446	0	0	1122	155	0	0	0				
O	928	264	0	0	0	0	264	802	0	0	0	0	0	803	531	264	0	799	536	267	0	532	0	0	0	0				
P	1374	0	0	0	1218	0	0	0	1372	0	0	0	1364	0	0	1371	0	1231	0	0	0	1380	0	0	0	0				
Q	567	0	0	132	1176	561	0	231	0	146	868	0	168	297	165	0	1468	1444	0	0	0	0	0	1015	899	198				
R	247	339	0	0	347	568	1645	0	418	0	0	0	1067	145	502	257	0	99	454	0	410	0	591	124	116	1266				
S	0	330	514	0	0	576	277	909	1078	0	0	154	380	0	390	0	0	393	787	1187	0	788	469	0	339	0				
T	424	0	1188	0	0	1205	0	0	132	781	847	0	231	0	0	0	0	693	0	552	0	624	426	0	425	423				
U	0	94	101	0	660	853	0	0	429	0	0	198	132	0	132	198	495	382	752	866	99	0	0	825	0	52				
V	104	0	401	340	0	198	70	1167	0	139	61	1015	0	652	132	126	0	96	0	0	191	127	770	0	99	0				
W	511	0	495	0	0	1188	99	0	270	0	760	0	0	169	363	0	373	278	1104	55	360	520	0	990	0					
X	0	0	0	714	0	0	0	0	63	345	63	850	0	528	169	0	0	701	0	0	0	0	0	0	829	698	0			
Y	0	0	0	429	0	811	0	0	362	0	0	0	330	670	524	693	0	165	0	502	623	220	0	741	639	0				
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	685	819	0	355	0	0	759	771	0	0	297	640	0	0	0				
TOTAL	10494	7405	13403	6523	7575	10360	12138	8559	8982	10260	9356	9626	8024	6967	12988	8887	14989	8739	11845	6707	8724	10998	12082	11813	11506	14566				

ANEXO D: Teste à distribuição normal da amostra referente aos consumos semanais da máquina ME01

Outubro a março (Semana 1 à 25):

Descriptive Statistics Report										
Group	N	Mean	95% CI	StDev	95% CI	Min	Median	Max	Normality Test P	Decision
	18	1007,7	(632,59; 1382,9)	754,35	(566,06; 1130,9)	75	1038,5	2537	0,348	Pass
	17	459,06	(341,03; 577,08)	229,55	(170,96; 349,36)	192	480	840	0,094	Pass
	14	2370,4	(1675,6; 3065,1)	1203,3	(872,34; 1938,6)	300	2400	3900	0,478	Pass
	6	554,5	(410,09; 698,91)	137,61	(85,898; 337,51)	420	499	760	0,190	Pass
	15	1118,3	(782,03; 1454,6)	607,29	(444,61; 957,75)	276	900	2400	0,150	Pass
	10	908,9	(563,83; 1254,0)	482,37	(331,79; 880,62)	288	864	1896	0,632	Pass
	21	1146,9	(845,86; 1447,9)	661,25	(505,90; 954,89)	243	900	2416	0,152	Pass
	12	369,75	(222,02; 517,48)	232,51	(164,71; 394,77)	72	336	851	0,593	Pass
	8	1686,4	(928,17; 2444,6)	906,93	(599,64; 1845,8)	300	1800	3300	0,625	Pass
	19	545,58	(386,68; 704,48)	329,68	(249,11; 487,54)	216	360	1491	<0,005	Fail
	10	1227,2	(642,79; 1811,6)	816,94	(561,92; 1491,4)	300	1050	2700	0,382	Pass
	11	784,82	(520,89; 1048,7)	392,86	(274,50; 689,44)	276	600	1500	0,301	Pass
	14	284,71	(218,81; 350,62)	114,15	(82,754; 183,90)	191	214	480	<0,005	Fail
	9	1011,1	(703,64; 1318,6)	400,00	(270,18; 766,31)	450	1098	1558	0,519	Pass
	12	379,25	(291,18; 467,32)	138,61	(98,189; 235,34)	144	413	552	0,390	Pass
	7	866,29	(481,05; 1251,5)	416,54	(268,41; 917,25)	300	900	1498	0,920	Pass
	5	903,4	(442,78; 1364,0)	370,97	(222,26; 1066,0)	300	900	1218	0,162	Pass
	14	332	(256,10; 407,90)	131,46	(95,303; 211,79)	72	288	521	0,143	Pass
	7	646,43	(84,455; 1208,4)	607,64	(391,56; 1338,1)	90	720	1800	0,125	Pass

Abril a setembro (Semana 26 à 51):

Descriptive Statistics Report										
Group	N	Mean	95% CI	StDev	95% CI	Min	Median	Max	Normality Test P	Decision
	25	1077,6	(752,44; 1402,8)	787,74	(615,09; 1095,9)	96	960	2456	0,055	Pass
	18	707,56	(461,33; 953,79)	495,15	(371,55; 742,29)	96	528	1737	<0,005	Fail
	22	2276,1	(1680,2; 2871,9)	1343,9	(1033,9; 1920,5)	600	2475,5	4665	0,109	Pass
	14	659,21	(502,71; 815,72)	271,06	(196,51; 436,69)	291	592,5	1344	0,199	Pass
	14	1679,6	(1134,2; 2225,1)	944,71	(684,87; 1522,0)	598	1478	3299	0,134	Pass
	16	908,75	(569,35; 1248,1)	636,93	(470,51; 985,78)	96	960	2000	0,117	Pass
	17	1465,5	(765,84; 2165,2)	1360,9	(1013,5; 2071,1)	299	897	4784	<0,005	Fail
	16	746,94	(574,69; 919,18)	323,24	(238,78; 500,28)	102	774	1323	0,611	Pass
	14	1525,6	(947,20; 2104,1)	1001,8	(726,29; 1614,0)	300	1200	3095	0,017	Fail
	19	823,42	(629,54; 1017,3)	402,26	(303,96; 594,88)	144	732	1512	0,147	Pass
	11	818	(595,65; 1040,4)	330,97	(231,26; 580,84)	300	899	1500	0,136	Pass
	13	1617,5	(1105,6; 2129,3)	846,99	(607,36; 1398,2)	580	1500	3600	0,179	Pass
	16	452,63	(244,94; 660,31)	389,76	(287,92; 603,22)	90	288	1631	<0,005	Fail
	10	1232,1	(810,46; 1653,7)	589,41	(405,42; 1076,0)	600	900	2100	0,026	Fail
	14	340,29	(208,38; 472,19)	228,46	(165,62; 368,05)	72	288	856	0,322	Pass
	6	1491,2	(227,45; 2754,9)	1204,2	(751,66; 2953,4)	600	908,5	3530	0,046	Fail
	7	985,14	(414,47; 1555,8)	617,04	(397,62; 1358,8)	300	900	2098	0,321	Pass
	10	454,5	(206,31; 702,69)	346,95	(238,64; 633,39)	216	324	1361	<0,005	Fail
	9	1726,4	(731,43; 2721,5)	1294,5	(874,36; 2479,9)	900	1038	4500	<0,005	Fail
	10	639,1	(378,36; 899,84)	364,48	(250,70; 665,41)	120	612	1172	0,469	Pass

Nota: Na coluna “Group” é onde estariam os nomes das embalagens, mas por motivos de confidencialidade foram eliminados.

ANEXO E: Teste à distribuição normal da amostra referente aos consumos semanais das máquinas ME31, ME19 e ME26

Outubro a março (Semana 1 à 25):

Descriptive Statistics Report										
Group	N	Mean	95% CI	StDev	95% CI	Min	Median	Max	Normality Test P	Decision
	6	1553,2	(415,90; 2690,4)	1083,7	(676,45; 2657,9)	280	1341	3550	0,107	Pass
	16	1268,9	(1031,3; 1506,4)	445,80	(329,31; 689,95)	464	1213,5	1964	0,559	Pass
	19	948,74	(615,57; 1281,9)	691,24	(522,31; 1022,2)	193	828	2892	0,048	Fail
	12	1657,3	(496,42; 2818,1)	1827,0	(1294,2; 3102,1)	32	1234,5	6185	0,030	Fail
	23	657,30	(511,41; 803,19)	337,37	(260,92; 477,50)	152	644	1212	0,278	Pass
	18	809,22	(599,66; 1018,8)	421,40	(316,22; 631,75)	37	807	1491	0,325	Pass
	10	2038,1	(1316,5; 2759,7)	1008,7	(693,83; 1841,5)	768	1826	3669	0,304	Pass
	13	999,62	(544,20; 1455,0)	753,64	(540,42; 1244,1)	55	960	2319	0,385	Pass
	13	901,46	(577,88; 1225,0)	535,47	(383,97; 883,91)	118	809	1566	0,100	Pass
	5	1311,8	(269,87; 2353,7)	839,14	(502,76; 2411,3)	623	1086	2655	0,274	Pass
	10	1658,2	(809,82; 2506,6)	1186,0	(815,75; 2165,1)	324	1226,5	4320	0,024	Fail
	10	1010,9	(578,53; 1443,3)	604,42	(415,74; 1103,4)	297	1236,5	1835	0,052	Pass
	14	897,79	(546,80; 1248,8)	607,90	(440,70; 979,35)	131	845	2373	0,353	Pass
	14	702,29	(471,14; 933,43)	400,33	(290,22; 644,94)	248	645,5	1420	0,056	Pass
	19	678,47	(494,21; 862,74)	382,30	(288,87; 565,36)	264	533	1362	0,008	Fail
	5	1358	(1300,2; 1415,8)	46,551	(27,890; 133,77)	1275	1377	1385	<0,005	Fail
	13	515,46	(246,85; 784,07)	444,50	(318,74; 733,75)	99	264	1459	0,029	Fail
	16	302,13	(158,55; 445,70)	269,44	(199,04; 417,01)	46	239	988	0,036	Fail
	9	499,33	(258,64; 740,03)	313,13	(211,50; 599,88)	160	440	1084	0,402	Pass
	10	392,6	(357,10; 428,10)	49,628	(34,136; 90,601)	308	425,5	437	0,008	Fail
	17	345,29	(239,80; 450,79)	205,19	(152,82; 312,28)	99	311	759	0,147	Pass
	17	321,06	(221,27; 420,85)	194,08	(144,54; 295,38)	33	336	762	0,157	Pass
	9	332,89	(213,39; 452,39)	155,46	(105,01; 297,83)	183	317	707	0,035	Fail
	10	513,9	(128,39; 899,41)	538,90	(370,67; 983,82)	61	303,5	1429	0,023	Fail
	8	403,25	(156,60; 649,90)	295,03	(195,06; 600,46)	162	218	881	0,012	Fail
	10	279,9	(53,877; 505,92)	315,96	(217,33; 576,82)	14	61	762	<0,005	Fail

Abril a setembro (Semana 26 à 51):

Descriptive Statistics Report										
Group	N	Mean	95% CI	StDev	95% CI	Min	Median	Max	Normality Test P	Decision
	24	1997,6	(1398,3; 2596,9)	1419,3	(1103,1; 1991,0)	208	1339,5	4588	0,006	Fail
	23	1289,3	(961,31; 1617,4)	758,58	(586,68; 1073,7)	109	1213	2899	0,383	Pass
	20	959,65	(668,69; 1250,6)	621,68	(472,78; 908,01)	213	629	2238	0,028	Fail
	10	1323,4	(1170,4; 1476,4)	213,90	(147,13; 390,49)	1015	1315	1553	0,116	Pass
	22	896,32	(631,27; 1161,4)	597,80	(459,92; 854,29)	60	872,5	2628	0,439	Pass
	17	940,71	(562,63; 1318,8)	735,35	(547,66; 1119,1)	62	744	2244	0,072	Pass
	10	1120,7	(825,83; 1415,6)	412,19	(283,52; 752,50)	457	1132	1608	0,343	Pass
	20	927,4	(654,63; 1200,2)	582,83	(443,23; 851,26)	146	877	2129	0,275	Pass
	17	893,29	(497,85; 1288,7)	769,11	(572,81; 1170,5)	22	720	2794	0,105	Pass
	10	1932,7	(973,29; 2892,1)	1341,2	(922,50; 2448,4)	48	1833	4644	0,347	Pass
	10	824,6	(533,51; 1115,7)	406,91	(279,89; 742,86)	253	706,5	1475	0,430	Pass
	13	935,38	(555,80; 1315,0)	628,14	(450,43; 1036,9)	33	1270	1639	<0,005	Fail
	10	956,3	(529,10; 1383,5)	597,19	(410,77; 1090,2)	165	1035,5	2122	0,609	Pass
	9	1060,9	(688,40; 1433,4)	484,59	(327,32; 928,36)	155	1214	1491	0,015	Fail
	11	544,55	(372,16; 716,93)	256,60	(179,29; 450,31)	264	532	928	0,051	Pass
	7	1330	(1263,1; 1396,9)	72,321	(46,603; 159,26)	1218	1371	1380	<0,005	Fail
	15	622,33	(352,79; 891,88)	486,73	(356,35; 767,62)	132	561	1468	0,035	Fail
	15	378,93	(240,13; 517,74)	250,65	(183,50; 395,29)	99	347	1067	0,163	Pass
	15	571,4	(400,63; 742,17)	308,37	(225,77; 486,34)	154	469	1187	0,103	Pass
	13	611,62	(413,20; 810,03)	328,34	(235,45; 542,01)	132	552	1205	0,312	Pass
	16	391,75	(227,59; 555,91)	308,07	(227,57; 476,79)	52	290	866	0,015	Fail
	16	282,56	(129,97; 435,15)	286,36	(211,54; 443,20)	61	135,5	1015	<0,005	Fail
	15	502,33	(305,35; 699,32)	355,71	(260,42; 560,99)	55	373	1188	0,096	Pass
	10	496	(273,29; 718,71)	311,32	(214,14; 568,35)	63	613	850	0,123	Pass
	13	516,08	(393,19; 638,96)	203,35	(145,82; 335,68)	165	524	811	0,724	Pass
	7	618	(425,15; 810,85)	208,52	(134,37; 459,17)	297	685	819	0,098	Pass

Nota: Na coluna “Group” é onde estariam os nomes das embalagens, mas por motivos de confidencialidade foram eliminadas.

ANEXO F: Espaço necessário para as referências utilizadas na máquina ME01

Outubro a Março (Semana 1 à 25)								
Referências	Média	Mediana	Máximo	Desvio padrão	Espaço necessário	Unidades por palete	Espaço necessário de paletes (utilizando distribuição normal)	Espaço necessário de paletes (utilizando o valor máximo)
A	1 007,7	1 038,5	2 537	754,4	2 486,3	420	6	7
B	459,1	480,0	840	229,6	909,0	420	3	2
C	2 370,4	2 400,0	3 900	1 203,3	4 728,8	900	6	5
D	554,5	499,0	760	137,6	824,2	165	5	5
E	1 118,3	900,0	2 400	607,3	2 308,6	756	4	4
F	908,9	864,0	1 896	482,4	1 854,3	420	5	5
G	1 146,9	900,0	2 416	661,3	2 442,9	756	4	4
H	369,8	336,0	851	232,5	825,5	420	2	3
I	1 686,4	1 800,0	3 300	906,9	3 463,9	900	4	4
J	545,6	360,0	1 491	329,7	1 191,8	720	2	3
K	1 227,2	1 050,0	2 700	816,9	2 828,4	756	4	4
L	784,8	600,0	1 500	392,9	1 554,8	900	2	2
M	284,7	214,0	480	114,2	508,4	420	2	2
N	1 011,1	1 098,0	1 558	400,0	1 795,1	900	2	2
O	379,3	413,0	552	138,6	650,9	810	1	1
P	866,3	900,0	1 498	416,5	1 682,7	900	2	2
Q	903,4	900,0	1 218	371,0	1 630,5	756	3	2
R	332,0	288,0	521	131,5	589,7	810	1	1
S	Não existem consumos							
T	646,4	720,0	1 800	607,6	1 837,4	810	3	3
TOTAL							61	61

Abril a Setembro (Semana 26 à 51)								
Referências	Média	Mediana	Máximo	Desvio padrão	Espaço necessário	Unidades por palete	Espaço necessário de paletes (utilizando distribuição normal)	Espaço necessário de paletes (utilizando o valor máximo)
A	1 077,6	960,0	2 456	787,7	2 621,6	420	7	6
B	707,6	528,0	1 737	495,1	1 678,0	420	4	5
C	2 276,1	2 475,5	4 665	1 343,9	4 910,1	900	6	6
D	659,2	592,5	1 344	271,1	1 190,5	165	8	9
E	1 679,6	1 478,0	3 299	944,7	3 531,3	756	5	5
F	908,8	960,0	2 000	636,9	2 157,1	420	6	5
G	1 465,5	897,0	4 784	1 360,9	4 132,8	756	6	7
H	746,9	774,0	1 323	323,2	1 380,5	420	4	4
I	1 525,6	1 200,0	3 095	1 001,8	3 489,3	900	4	4
J	823,4	732,0	1 512	402,3	1 611,9	720	3	3
K	818,0	899,0	1 500	331,0	1 466,7	756	2	2
L	1 617,5	1 500,0	3 600	847,0	3 277,6	900	4	4
M	452,6	288,0	1 631	389,8	1 216,5	420	3	4
N	1 232,1	900,0	2 100	589,4	2 387,3	900	3	3
O	340,3	288,0	856	228,5	788,1	810	1	2
P	1 491,2	908,5	3 530	1 204,2	3 851,4	900	5	4
Q	985,1	900,0	2 098	617,0	2 194,5	756	3	3
R	454,5	324,0	1 361	346,9	1 134,5	810	2	2
S	1 726,4	1 038,0	4 500	1 294,5	4 263,6	900	5	5
T	639,1	612,0	1 172	364,5	1 353,5	810	2	2
TOTAL							83	85

ANEXO G: Espaço necessário para as referências utilizadas nas máquinas ME31, ME19 e ME26

Outubro a Março (Semana 1 à 25)								
Referências	Média	Mediana	Máximo	Desvio padrão	Espaço necessário	Unidades por palete	Espaço necessário de paletes (utilizando distribuição normal)	Espaço necessário de paletes (utilizando o valor máximo)
A	1 553,2	1 341,0	3 550	1 083,7	3 677,2	108	35	33
B	1 268,9	1 213,5	1 964	445,8	2 142,6	132	17	15
C	948,7	828,0	2 892	691,2	2 303,6	228	11	13
D	1 657,3	1 234,5	6 185	1 827,0	5 238,2	216	25	29
E	657,3	644,0	1 212	337,4	1 318,6	216	7	6
F	809,2	807,0	1 491	421,4	1 635,2	228	8	7
G	2 038,1	1 826,0	3 669	1 008,7	4 015,2	216	19	17
H	999,6	960,0	2 319	753,6	2 476,7	108	23	22
I	901,5	809,0	1 566	535,5	1 951,0	216	10	8
J	1 311,8	1 086,0	2 655	839,1	2 956,5	108	28	25
K	1 658,2	1 226,5	4 320	1 186,0	3 982,7	228	18	19
L	1 010,9	1 236,5	1 835	604,4	2 195,6	228	10	9
M	897,8	845,0	2 373	607,9	2 089,3	108	20	22
N	702,3	645,5	1 420	400,3	1 486,9	228	7	7
O	678,5	533,0	1 362	382,3	1 427,8	216	7	7
P	1 358,0	1 377,0	1 385	46,6	1 449,2	360	5	4
Q	515,5	264,0	1 459	444,5	1 386,7	216	7	7
R	302,1	239,0	988	269,4	830,2	108	8	10
S	499,3	440,0	1 084	313,1	1 113,1	132	9	9
T	392,6	425,5	437	49,6	489,9	360	2	2
U	345,3	311,0	759	205,2	747,5	216	4	4
V	321,1	336,0	762	194,1	701,5	228	4	4
X	332,9	317,0	707	155,5	637,6	132	5	6
Y	513,9	303,5	1 429	538,9	1 570,1	216	8	7
W	403,3	218,0	881	295,0	981,5	108	10	9
Z	279,9	61,0	762	316,0	899,2	108	9	8
TOTAL							316	309

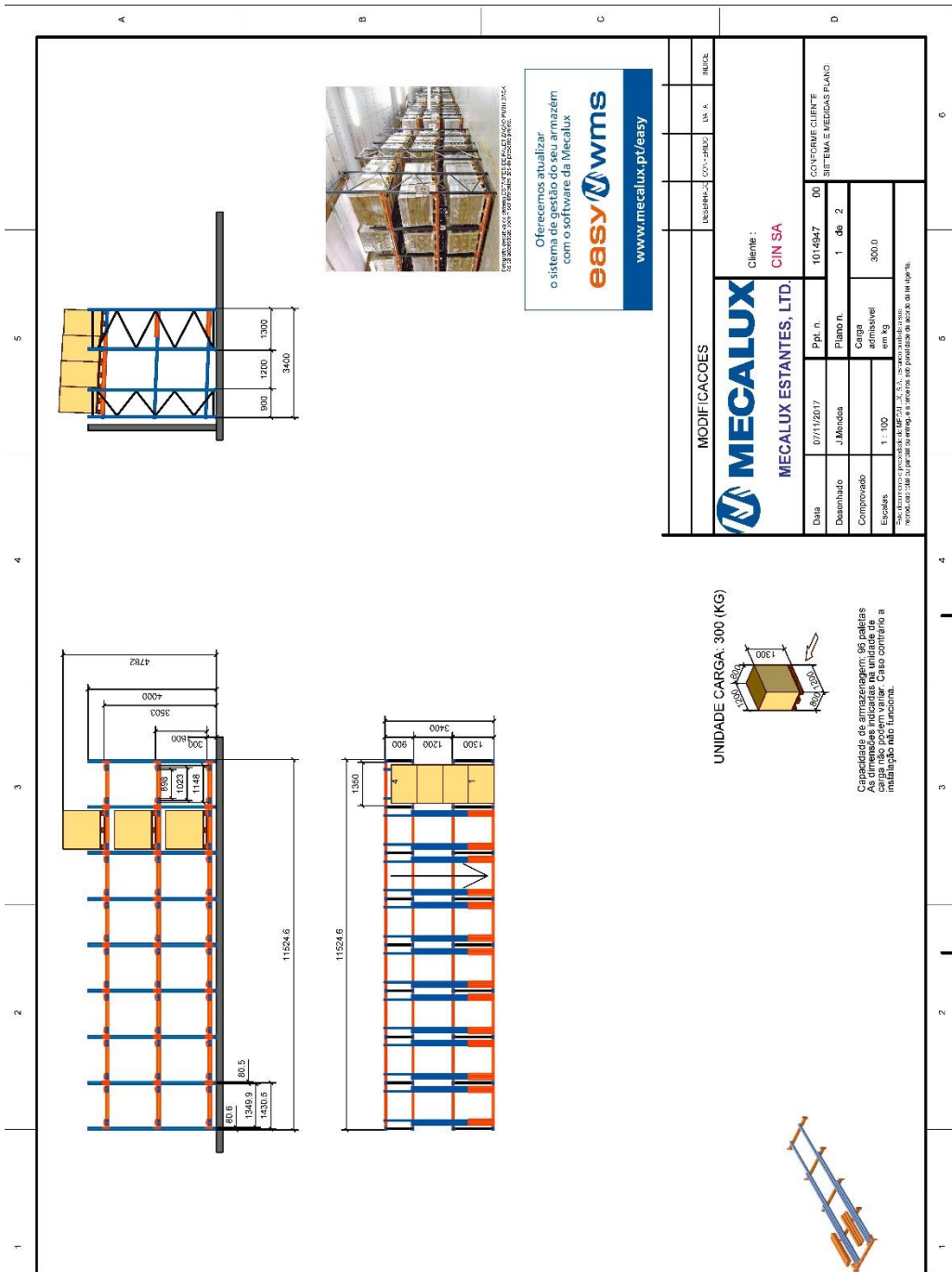
Abril a Setembro (Semana 26 à 51)								
Referências	Média	Mediana	Máximo	Desvio padrão	Espaço necessário	Unidades por palete	Espaço necessário de paletes (utilizando distribuição normal)	Espaço necessário de paletes (utilizando o valor máximo)
A	1 997,6	1 339,5	4 588	1 419,3	4 779,5	108	45	43
B	1 289,3	1 213,0	2 899	758,6	2 776,2	132	22	22
C	959,7	629,0	2 238	621,7	2 178,1	228	10	10
D	1 323,4	1 315,0	1 553	213,9	1 742,6	216	9	8
E	896,3	872,5	2 628	597,8	2 068,0	216	10	13
F	940,7	744,0	2 244	735,3	2 382,0	228	11	10
G	1 120,7	1 132,0	1 608	412,2	1 928,6	216	9	8
H	927,4	877,0	2 129	582,8	2 069,7	108	20	20
I	893,3	720,0	2 794	769,1	2 400,8	216	12	13
J	1 932,7	1 833,0	4 644	1 341,2	4 561,4	108	43	43
K	824,6	706,5	1 475	406,9	1 622,1	228	8	7
L	935,4	1 270,0	1 639	628,1	2 166,5	228	10	8
M	956,3	1 035,5	2 122	597,2	2 126,8	108	20	20
N	1 060,9	1 214,0	1 491	484,6	2 010,7	228	9	7
O	544,5	532,0	928	256,6	1 047,5	216	5	5
P	1 330,0	1 371,0	1 380	72,3	1 471,7	360	5	4
Q	622,3	561,0	1 468	486,7	1 576,3	216	8	7
R	378,9	347,0	1 067	250,6	870,2	108	9	10
S	571,4	469,0	1 187	308,4	1 175,8	132	9	9
T	611,6	552,0	1 205	328,3	1 255,2	360	4	4
U	391,8	290,0	866	308,1	995,6	216	5	5
V	282,6	135,5	1 015	286,4	843,8	228	4	5
X	502,3	373,0	1 188	355,7	1 199,5	132	10	9
Y	496,0	613,0	850	311,3	1 106,2	216	6	4
W	516,1	524,0	811	203,4	914,6	108	9	8
Z	618,0	685,0	819	208,5	1 026,7	108	10	8
TOTAL							322	310

ANEXO H: Capacidade de cada corredor em profundidade na proposta dada (Nováqua e corredor externo)



Nota: é uma vista de cima. Cada corredor tem 3 paletes em altura.

Anexo I: Exemplo de um desenho fornecido pela Mecalux para estantes na área 1



ANEXO J: Número de paletes necessário e ordem de importância tendo em conta a taxa de ocupação (localizações de outubro a março)

Embalagens ME01	Em paletes	Ordem de importância por ocupação
A	6	1º
B	3	2º
C	6	3º
D	5	6º
E	4	/
F	5	5º
G	4	/
H	2	7º
I	4	10º
J	2	4º
K	4	/
L	2	11º
M	2	/
N	2	12º
O	1	8º
P	2	14º
Q	3	/
R	1	/
S	0	9º
T	3	13º
Total	43	

Embalagens ME31,ME19,ME26	Em paletes	Ordem de importância por ocupação
A	35	1º
B	17	3º
C	11	4º
D	25	11º
E	7	/
F	8	2º
G	19	18º
H	23	9º
I	10	6º
J	28	12º
K	18	19º
L	10	14º
M	20	10º
N	7	15º
O	7	5º
P	5	23º
Q	7	7º
R	8	/
S	9	13º
T	2	20º
U	4	8º
V	4	/
W	5	16º
X	8	21º
Y	10	17º
Z	9	22º
Total	297	

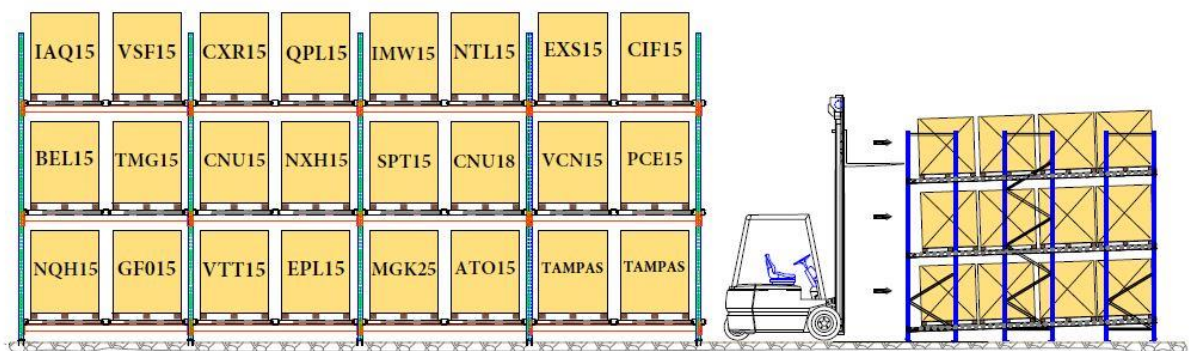
ANEXO K: Número de paletes necessário e ordem de importância tendo em conta a taxa de ocupação (localizações de abril a setembro)

Embalagens ME01	Em paletes	Ordem de importância por ocupação
A	7	1º
B	4	2º
C	6	3º
D	8	6º
E	5	/
F	6	5º
G	6	/
H	4	7º
I	4	10º
J	3	4º
K	2	/
L	4	11º
M	3	/
N	3	12º
O	1	8º
P	5	14º
Q	3	/
R	2	/
S	5	9º
T	2	13º
Total	62	

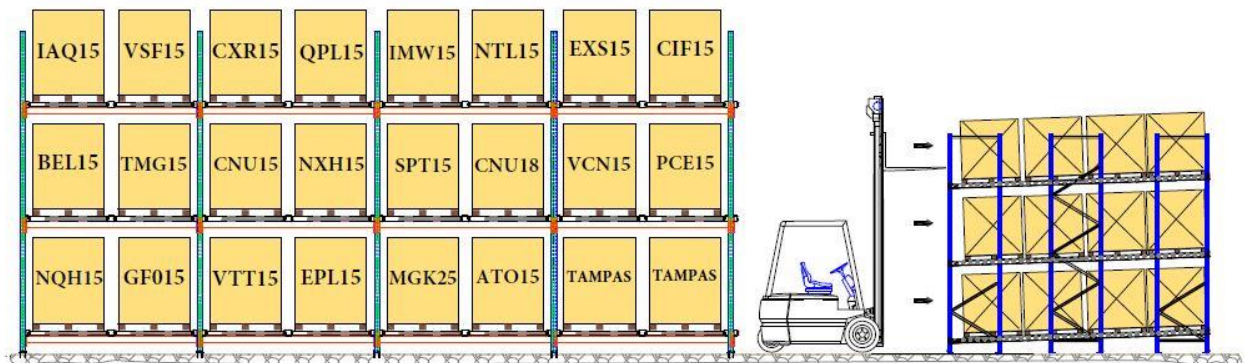
Embalagens ME31,ME19,ME26	Em paletes	Ordem de importância por ocupação
A	45	1º
B	22	3º
C	10	4º
D	9	11º
E	10	/
F	11	2º
G	9	18º
H	20	9º
I	12	6º
J	43	12º
K	8	19º
L	10	14º
M	20	10º
N	9	15º
O	5	5º
P	5	23º
Q	8	7º
R	9	/
S	9	13º
T	4	20º
U	5	8º
V	4	/
W	10	16º
X	6	21º
Y	9	17º
Z	10	22º
Total	299	

ANEXO L: Alocação das embalagens à área 1

Outubro a março:

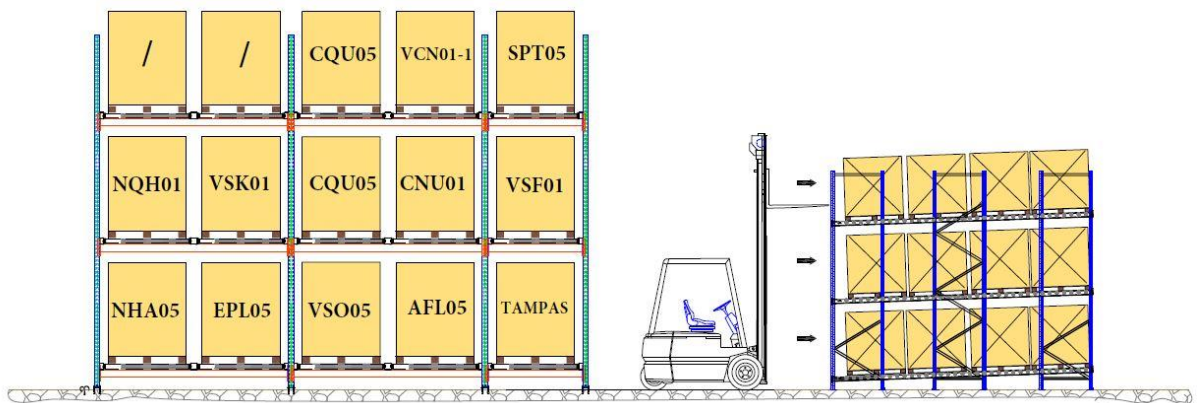


Abril a setembro:

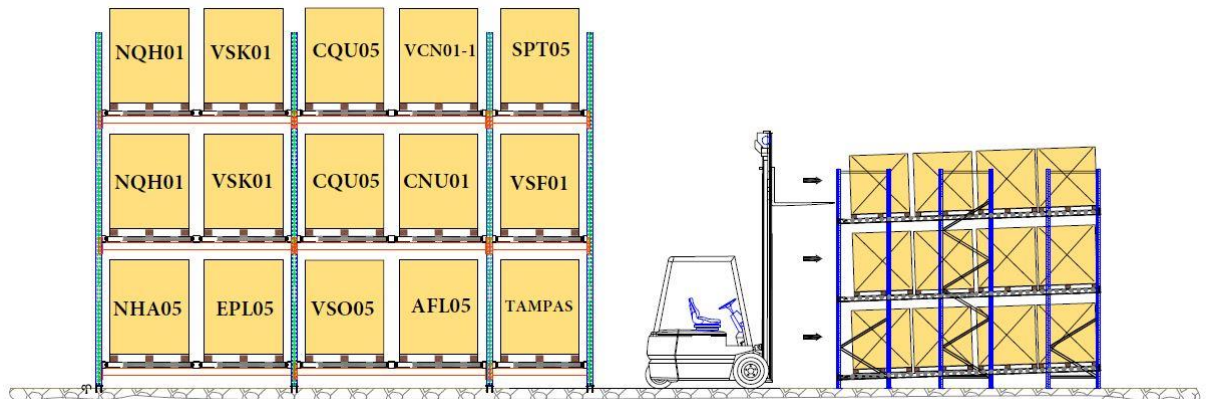


ANEXO M: Alocação das embalagens à área 2

Outubro a março:

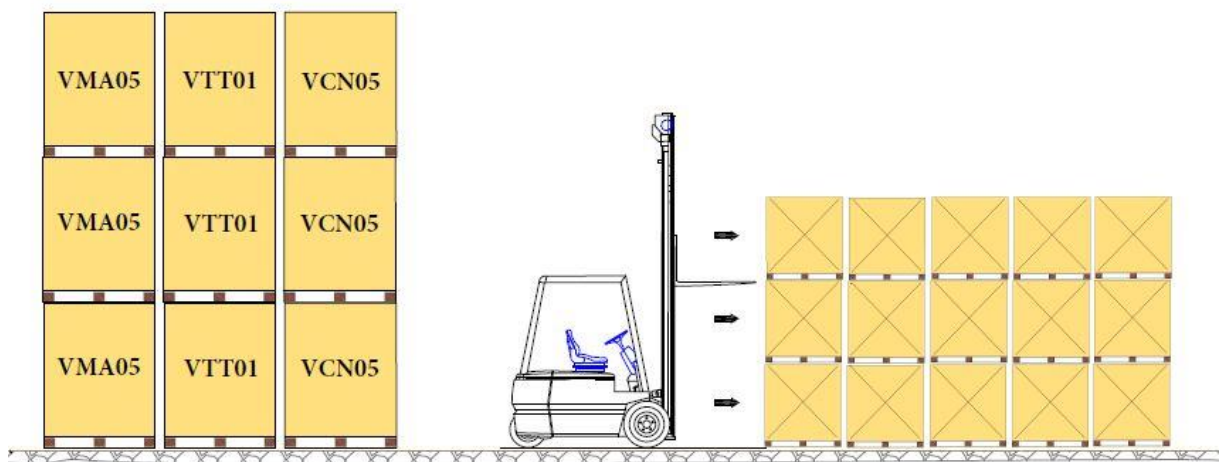


Abril a setembro:

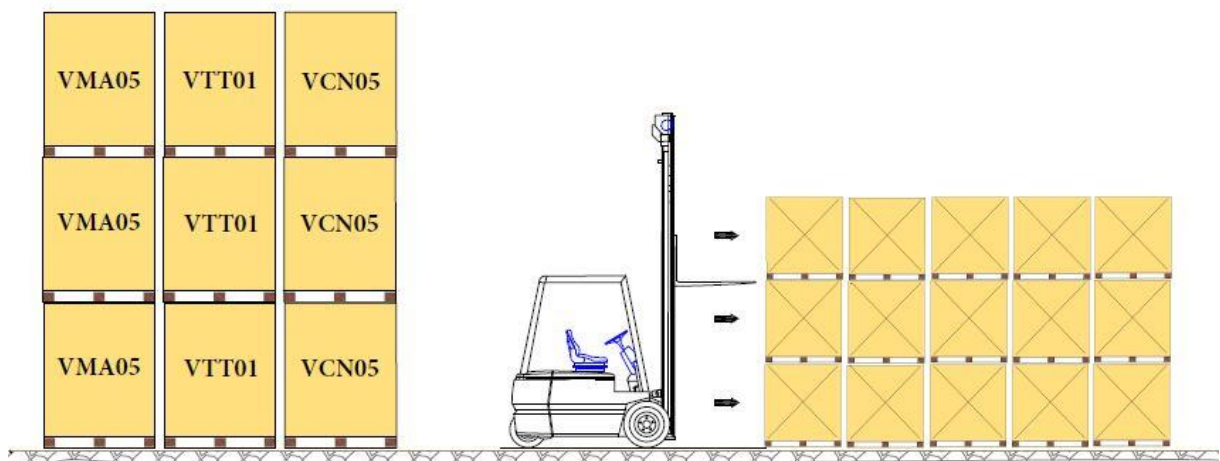


ANEXO N: Alocação das embalagens à área 3

Outubro a março:

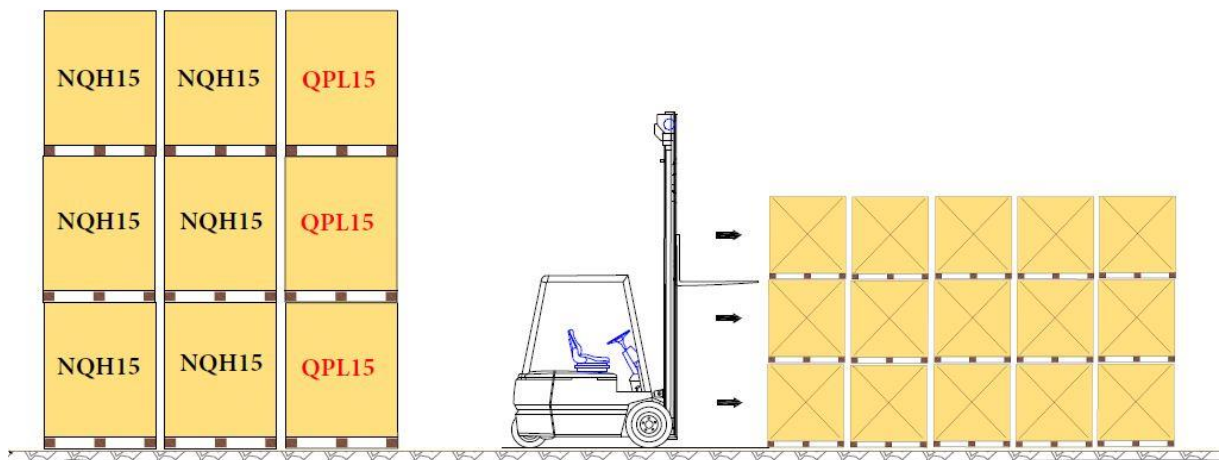


Abril a setembro:

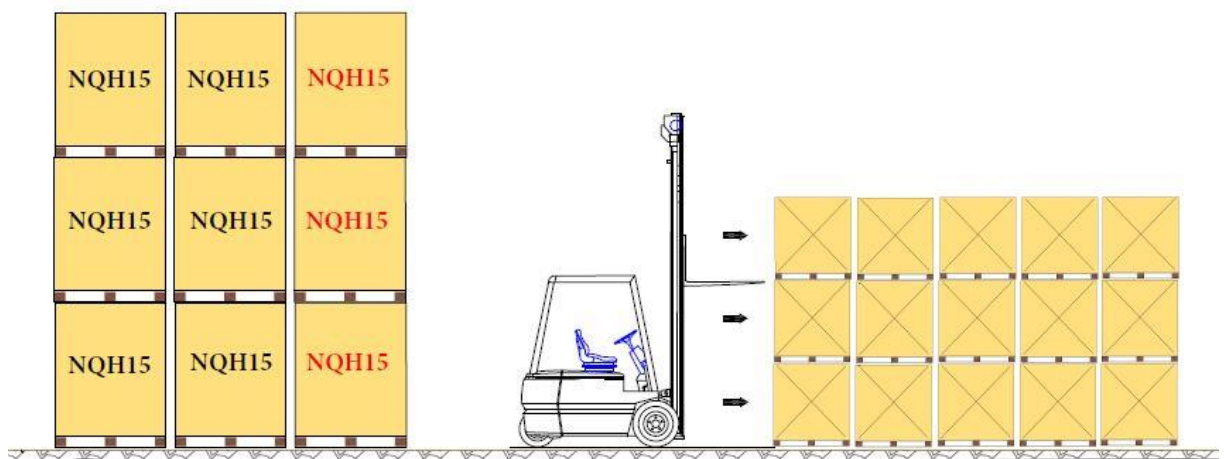


ANEXO O: Alocação das embalagens à área 4

Outubro a março:

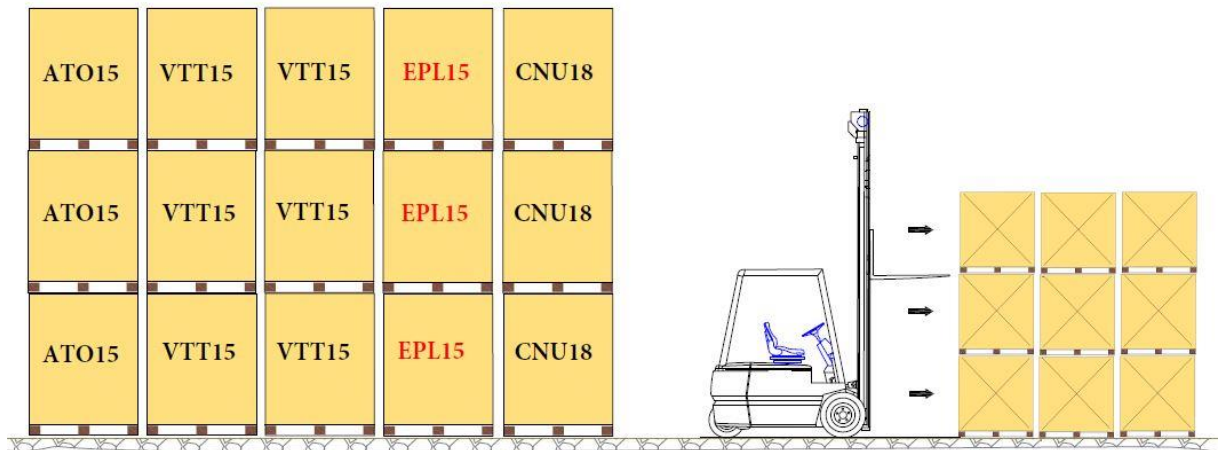


Abril a setembro:

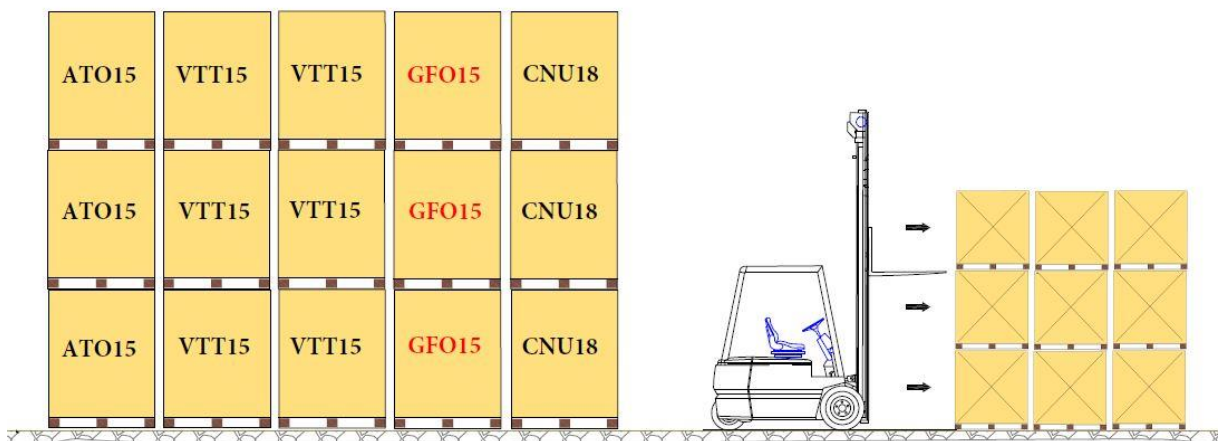


ANEXO P: Alocação das embalagens à área 5

Outubro a março:

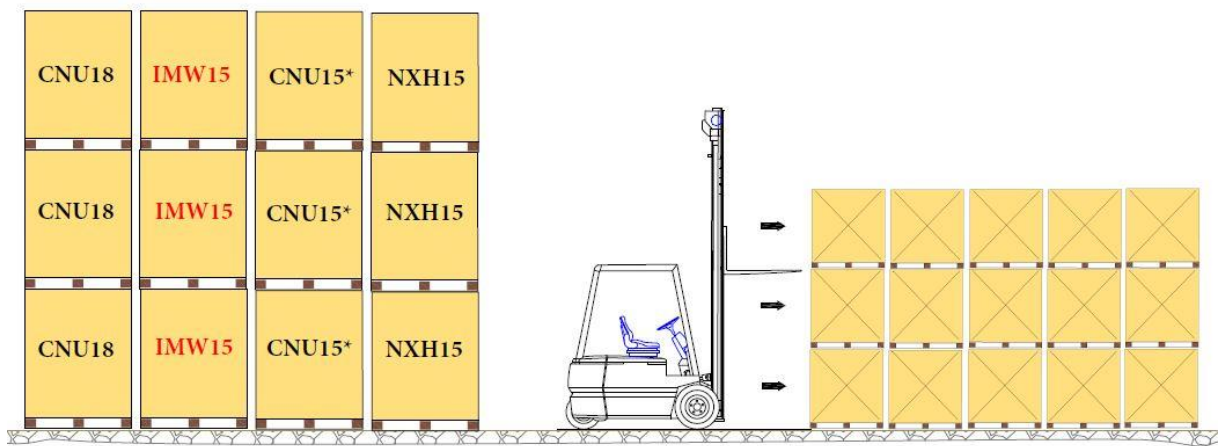


Abril a setembro:

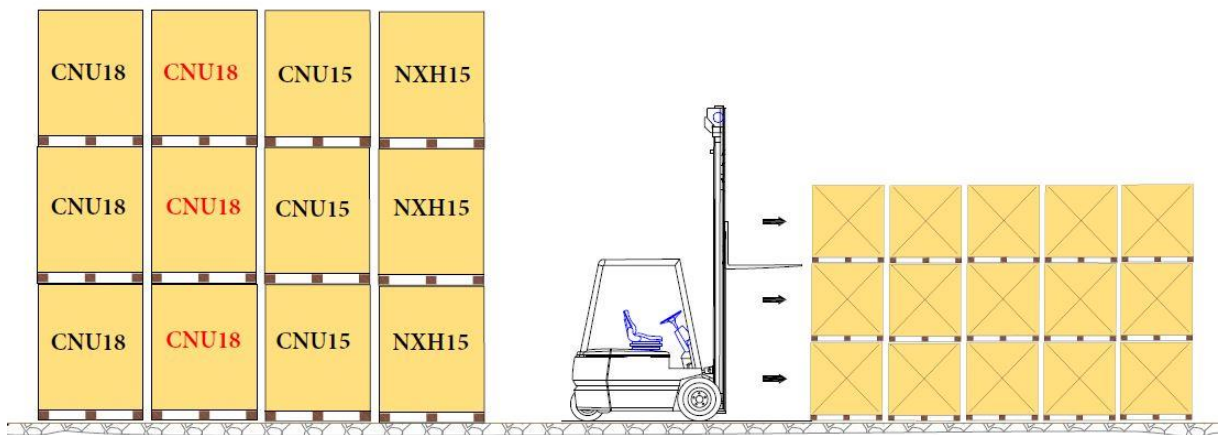


ANEXO Q: Alocação das embalagens à área 6

Outubro a março:

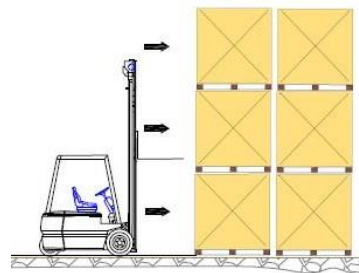
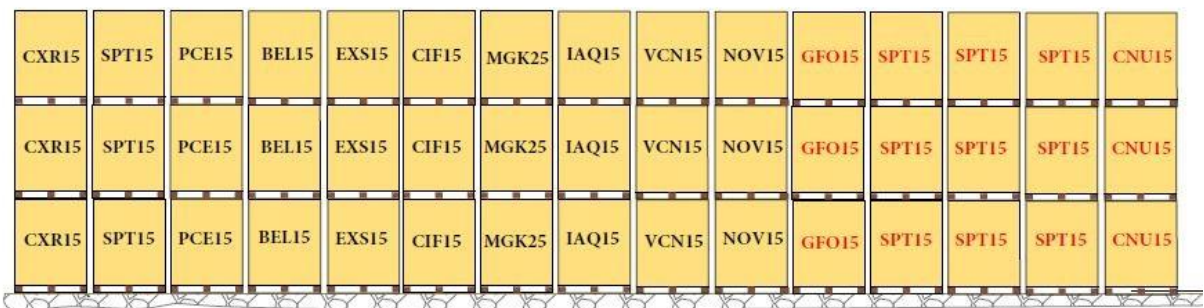


Abril a setembro:

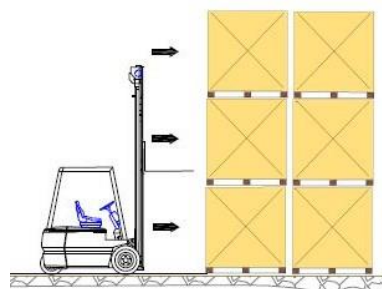
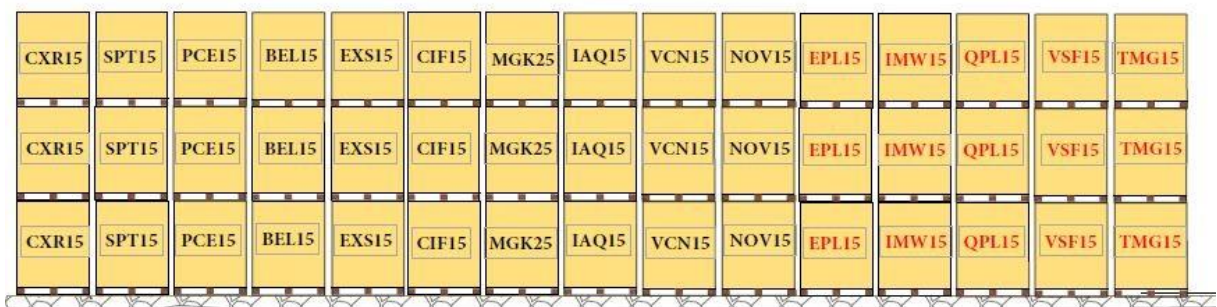


ANEXO R: Alocação das embalagens à área do corredor externo

Outubro a março:



Abril a setembro:









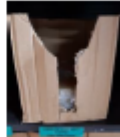

ANEXO S: Tempo de cada paragem por mês

		Ano	2017 Mês				10
Siglas	Paragens	ME01	ME19	ME26	ME31	Total	
AV	Avaria	155	55	5	15	230	
EEP	Espera enchimento em outra máquina	0	55	0	65	120	
FP	Falta de paletes	30	443	210	30	713	
M	Mudança para texturado/liso	0	220	0	0	220	
OT	Outros	60	210	140	105	515	
NP	Necessidades Pessoais	0	5	33	0	38	
FE	Atraso no abastecimento de embalagens e tampas	140	0	27	0	167	
RE	Robot Encravou	350	0	131	0	481	
MA	Manutenção	210	35	0	0	245	
LF	Lavagem do Filtro	0	87	0	10	97	
BC	Bordo de linha cheio	50	25	361	0	436	
FA	Falta de Ar	0	0	0	0	0	
ETM	Encher Tanque Movél	0	0	66	0	66	
FR	Falta de Rótulos	35	0	0	0	35	
EE	Ajuste da rotuladora de embalagens	20	0	0	0	20	
LB	Lavar Bomba	0	0	0	0	0	
LB	Lavar Bomba	0	0	0	0	0	
DR	Derrame	45	0	0	25	70	
AF	Aquecer Forno	70	0	0	0	70	
TR	Trocar o Rolo de plastico	30	0	0	0	30	
TB	Trocar bobine de rótulos	40	0	0	0	40	
LT	Lavar Tanque	30	0	0	0	30	
CR	Corrigir rótulos	0	0	0	0	0	
AJ	Ajudar outro operador	0	0	42	0	42	
B	Bico a pingar	0	0	0	0	0	
CM	Preenchimento Controlo Metrológico	0	0	0	0	0	
CP	Corrigir pesos	0	0	0	0	0	
ED	Esclarecimento de dúvidas	20	18	13	5	56	
PP	Ajustar posicionador de embalagens	0	0	0	0	0	
T	Fechar Tanque	0	0	0	0	0	
TT	Trocar Tanque	5	0	0	0	5	
TPL	Texturado para Liso	0	0	0	0	0	








Anexo U: Tabela de Escalas de Limpeza e Consumíveis

CIN		ESCALA DE LIMPEZA E CONSUMÍVEIS											Semana:
Responsável/Função	Kamishibais	Prensa plástico	Prensa massas	Prensa latas danificadas	Ecoponto enchimento	Ecoponto fabrico	Ecoponto pesagens	Ecoponto plataforma afinação	Ecoponto das massas	Lavagem da fossa	Derrames dos tanques	Consumíveis	
Fernando Pereira													
Olavo Castro													
Pedro Cardoso													
Pedro Gomes													
Sérgio Rodrigues													
Zeferino Ramos													
Micael Santos													
Carlos Quintas													
Miguel Silva													
Nuno Fernandes													
José Oliveira													
Dino Rocha													
Fernando Lopes													
Tiago Afonso													
Rui Ferreira													
Ricardo Pereira													
Luis Sá													

Anexo V: *Check-list* do Operador de Reabastecimento de Consumíveis

<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: space-between;"> <div style="background-color: #1a3d54; color: white; padding: 5px; font-weight: bold; font-size: 24px;">CIN</div> <div style="text-align: center;"> <p style="margin: 0;">CHECK-LIST DO OPERADOR DE REABASTECIMENTO DE CONSUMÍVEIS</p> <p style="margin: 0;">Responsável: Operador Logístico</p> </div> </div>	
Função	Fotografia
Verificar Solução Glicol . Repor quando vazio.	
Verificar Solução Desinfetante . Repor quando vazio.	
Verificar panos e desperdício . Repor? Panos <input type="checkbox"/> Desperdício <input type="checkbox"/>	
Verificar Fita para Etiquetadora Manual . Stock <i>Mínimo</i> : 12 rolos. Repor? <input type="checkbox"/>	
Verificar Carimbos da Etiquetadora Manual . Stock <i>Mínimo</i> : 6 embalagens. Repor? <input type="checkbox"/>	
Verificar Fita Cola . Stock <i>Mínimo</i> : 6 rolos. Repor? <input type="checkbox"/>	
Verificar Fita STRAPEX . Stock <i>Mínimo</i> : 2 rolos Repor? <input type="checkbox"/>	
Verificar Copos de Plástico Brancos . Stock <i>Mínimo</i> : 2 Embalagens. Repor? <input type="checkbox"/>	

CIN	CHECK-LIST DO OPERADOR DE REABASTECIMENTO DE CONSUMÍVEIS Responsável: Operador Logístico
------------	--

Função	Fotografia								
Verificar Filtros. Stock Mínimo: 1 filtro em cada. Repor? <table style="width: 100%; margin-top: 10px;"> <tr> <td>Pequenos 100 <input type="checkbox"/></td> <td>Grandes 150 <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Pequenos 150 <input type="checkbox"/></td> <td>Grandes 200 <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Pequenos 200 <input type="checkbox"/></td> <td>Grandes 400 <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Pequenos 400 <input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> </table>	Pequenos 100 <input type="checkbox"/>	Grandes 150 <input type="checkbox"/>	Pequenos 150 <input type="checkbox"/>	Grandes 200 <input type="checkbox"/>	Pequenos 200 <input type="checkbox"/>	Grandes 400 <input type="checkbox"/>	Pequenos 400 <input type="checkbox"/>		
Pequenos 100 <input type="checkbox"/>	Grandes 150 <input type="checkbox"/>								
Pequenos 150 <input type="checkbox"/>	Grandes 200 <input type="checkbox"/>								
Pequenos 200 <input type="checkbox"/>	Grandes 400 <input type="checkbox"/>								
Pequenos 400 <input type="checkbox"/>									
Verificar Sacos Ecoponto. Stock Mínimo: 3 sacos de cada. Repor? <input type="checkbox"/>									
Verificar Frascos das amostras. Stock Mínimo: 10 frascos. Repor? <input type="checkbox"/>									
Verificar Fita de Cintar. Stock Mínimo: 1 em uso. Repor? <input type="checkbox"/>									
Verificar Placas Separadoras da ME01 e repor quando atingir stock mínimo.									
Verificar o tambor X1200 0000. Repor? <input type="checkbox"/>									
Verificar Check-lists. Repor? <table style="width: 100%; margin-top: 10px;"> <tr> <td>ME01 <input type="checkbox"/></td> <td>ME20 <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>ME19 <input type="checkbox"/></td> <td>ME26 e ME31 <input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	ME01 <input type="checkbox"/>	ME20 <input type="checkbox"/>	ME19 <input type="checkbox"/>	ME26 e ME31 <input type="checkbox"/>					
ME01 <input type="checkbox"/>	ME20 <input type="checkbox"/>								
ME19 <input type="checkbox"/>	ME26 e ME31 <input type="checkbox"/>								

Anexo W: Implementação de 5S





Implementação de metodologias *Lean* numa unidade de fabrico de tintas de base aquosa

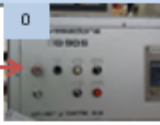

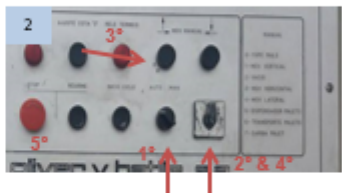
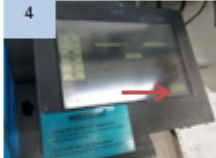








Implementação de metodologias *Lean* numa unidade de fabrico de tintas de base aquosa









Anexo X: Tarefas a realizar no *setup* pelo colaborador responsável pelo enchimento

CIN		MUDANÇA DE EMBALAGEM OU MARCA		
Responsável:	Operador do enchimento	Sector:	Enchimento	NT 18/17
		Máquina:	ME26 / ME19	
Tempo Objetivo:				
Nº	Atividade	Fotografia		
0	Fim da tinta do enchimento em curso: Fazer paragem de emergência.	 		
1	Colocar balde de solução 01-000.000 no <u>bico de enchimento</u> .			
2	Esvaziar o bordo de linha e verificar se ficaram bem empilhadas na paleta. Escoar linha de paletes, caso seja paleta incompleta. (Escoar linha: MAN; 5; →; 6; STOP)			
3	Preencher o talão de enchimento com a quantidade cheia, nº paletes completas e incompletas, data e assinatura.			
4	Fazer registo no SFC do fim enchimento e abrir operação não prevista: "Marca" ou "Embalagem" com a <u>nova</u> ordem de enchimento.			
5	Ajustar a altura do <u>tamponador</u> .			
6	Trocar <u>tamponador</u> .			
7	Ajustar as guias da máquina. Ajustar a altura do <u>inkjet</u> .			
8	Ajustar a altura do batente final do robô.			
Mudança Embalagem				
Página 1/2		DATA:	ELABORADO/REVISTO:	APROVADO:

CIN

MUDANÇA DE EMBALAGEM OU MARCA

Responsável:	Operador do enchimento	Setor:	Enchimento	NT 18/17
		Máquina:	ME26	

Tempo Objetivo:		
Nº	Atividade	Fotografia
9	Ligar o <u>paletizador</u> e alterar o programa se necessário	 
10	Retirar balde de solução 01-000.000 do bico. Retirar paragem de emergência.	
11	Iniciar enchimento (retirar paragem de emergência e seleccionar botão RESET).	
12	Verificar <u>inkjet</u> da 1ª embalagem e fazer registo no SFC. Fechar operação não prevista: “: “Marca” ou “Embalagem” e abrir enchimento.	

Anexo Y: Tarefas internas e externas a realizar no *setup* pelo supervisor

CIN	MUDANÇA DE EMBALAGEM OU MARCA
-----	-------------------------------

Responsável:	Operador logístico	Setor:	Enchimento	NT 18/17
		Máquina:	ME26	

Tempo <u>Objetivo</u> :			
Nº	Atividade	Fotografia	
Tarefas Externas	1	Se a embalagem levar glicol: Verificar se panela de glicol está cheia, caso não esteja encher. Caso contrário: Verificar se as válvulas do glicol estão fechadas	1 2
	2	Retirar plástico das embalagens novas e verificar se o código das embalagens corresponde ao do talão de enchimento. Trazer embalagens para o lado da máquina (6 fiadas).	3 4
	3	Preencher novo Talão de Enchimento (Peso Tinta = Densidade Real x Litragem x Grau de Enchimento) e folha de controlo metroológico se necessário.	5 6
	4	Calcular peso da tinta mais embalagem (sem tampa) e colocar em folha de apoio junto ao bico.	7
	5	Arrumar embalagens + cartões + plásticos + tampas do enchimento que terminou.	8
Tarefas Internas	6	Arrumar etiquetas que sobraram com o talão de enchimento anterior.	9
	7	Finalizar enchimento na balança de enchimento	10
	8	Introduzir dados na balança de enchimento.	11
	9	Mudança embalagem Alterar cortes na balança. (1º corte: variação proporcional relativamente à variação do enchimento anterior; 2º corte: - 300 gr em relação ao corte final).	
	10	Programar <i>inkjet</i> .	
	11	Verificar se as etiquetas correspondem ao código do Talão de Enchimento e colocar as etiquetas no suporte.	

Anexo Z: Tarefas a realizar pelo supervisor enquanto as máquinas estão em fase de enchimento

Tarefas durante o enchimento

- Ajudar colaboradores nas tarefas de início e fim de turno;
- Abrir paletes;
- Colocar embalagens (6 fiadas) + tampas (2 fiadas) perto de cada colaborador;
- Avisar operadores logísticos caso alguma máquina esteja em bordo de linha cheio;
- Repor glicol;
- Realizar tarefas externas do Setup enquanto o colaborador está a efetuar enchimento.

Tarefas durante os Setups

- Realizar tarefas internas do Setup juntamente com o colaborador (o supervisor tem que ajudar o operador do enchimento a terminar as tarefas dele caso termine as suas mais rápido).

Nota: no verso tem as tarefas internas e externas detalhadas para a realização dos Setups.