

Definição do Fluxo de Abastecimentos às Áreas de Produção numa Empresa de Componentes Aeronáuticos.

Luís Carlos Lopes Sousa

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. José António Barros Basto



Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

junho de 2019

À minha Avó

Resumo

O presente projeto de dissertação foi realizado na Caetano Aeronautic, com o objetivo de aumentar a eficiência operacional do abastecimento de materiais às zonas de produção da secção de compósitos da empresa.

Este projeto surge da necessidade de criar modelos de abastecimento de materiais, de forma a colmatar as micro paragens produtivas, causadas pela deslocação dos operadores da produção aos armazéns de materiais para efetuar os abastecimentos. Assim, sendo os processos de abastecimento cruciais para o fluxo de materiais ao longo da fábrica, revela-se extremamente importante a sua melhoria e reestruturação.

Deste modo, foi necessário, numa primeira fase, efetuar um estudo e acompanhamento de todo o processo produtivo da secção de compósitos, tendo sido analisado o fluxo de materiais desde o armazém até às zonas de produção. Esta fase de observação dos processos permitiu detetar os problemas mais visíveis, nomeadamente a desorganização das áreas de armazenagem e de abastecimento e as deslocações de operadores de produção aos armazéns.

A fase seguinte consistiu na monitorização dos processos de abastecimento de materiais, tendo-se efetuado uma recolha de dados que consistiu no registo de tempos de execução e distâncias percorridas em cada tarefa destes processos.

Uma vez efetuada uma análise crítica da situação inicial da empresa, no que concerne aos materiais e aos seus processos de abastecimento, e identificados de forma mais detalhada os problemas a si associados, foi proposto um modelo de abastecimento para cada material em estudo.

O primeiro passo para a implementação de cada modelo de abastecimento consistiu na aplicação da ferramenta dos 5S's e de métodos de gestão visual nas áreas de armazenagem, de forma a melhorar e manter a organização destes locais que intervêm diretamente nas tarefas do processo de abastecimento.

Seguidamente, foi definido o modelo de abastecimento a aplicar nos supermercados de bordo de linha dos materiais em estudo, com base em critérios relacionados com os dados de consumo, o número de referências e o espaço disponível na zona de produção.

Finalmente, de forma a proceder-se à normalização dos modelos de abastecimento propostos, foram definidas as principais tarefas de abastecimento de cada processo, as suas rotas e o transporte utilizado para a movimentação de materiais, assim como implementados métodos de controlo visual de reposição de materiais.

Adicionalmente, foi ainda elaborada uma ferramenta informática que potenciou o fluxo de informação relativo aos abastecimentos de cada material, contribuindo também para a obtenção de registos de consumos de materiais mais precisos. Assim, prevê-se que esta ferramenta contribua para uma melhor gestão de stocks de materiais.

Com a implementação das soluções propostas neste projeto de dissertação, perspetiva-se uma melhoria na produtividade das zonas de produção, destacando-se como principais resultados alcançados a redução de desperdícios, nomeadamente dos tempos de execução e das distâncias percorridas nas tarefas de abastecimento de todos os materiais.

Definition of the Supply Flow to the Production Areas in an Aeronautical Components Company

Abstract

This dissertation project was carried out at Caetano Aeronautic with the aim of increasing the operational efficiency of the materials supply to the production areas of the company's composite section.

This project arises from the need to create materials supply models in order to fill the micro productive stops caused by the displacement of the production operators to the warehouses of materials to make the supplies. Thus, since the supply processes are crucial for the materials flow throughout the factory, it is extremely important to improve and restructure those processes.

In this way, it was necessary, in a first stage, to study and monitor the entire production process of the composites section and analyze the materials flow from the warehouse to the production areas. This phase of observation of the processes made it possible to detect the most visible problems, namely the disorganization of the storage and supply areas and the movements of production operators to the warehouses.

The next phase consisted in monitoring the supply processes of materials, and for that a data collection was carried out, which consisted in recording execution times and distances travelled in each task of these processes.

Once a critical analysis of the company's initial situation regarding the materials and their supply processes was made, as well as a more detailed identification of the problems associated with them, a supply model was proposed for each material under study.

The first step of the implementation of each supply model consisted in the application of the 5S's tool and visual management methods in the storage areas, in order to improve and maintain the organization of these places, which directly interfere with the tasks of the supply process.

Afterwards, the supply model to be applied in the border of line supermarkets of the materials under study was defined, based on criteria related to the consumption data, the number of references and the space available in the production area.

Finally, in order to standardize the proposed supply models, the main supply tasks of each process, its routes and the transport used for the movement of materials have been defined, as well as the visual control materials replenishment have been implemented.

Furthermore, an informatic tool was developed, which enhanced the information flow of the supplies of each material, contributing to obtaining more accurate materials consumption records. Thus, it is expected that this tool contributes to a better materials stock management.

With the implementation of the solutions proposed in this dissertation project, an improvement in the productivity of the production areas is expected, highlighting as main results achieved the reduction of waste, namely the execution times and the distances covered in the supplying tasks of all materials.

Agradecimentos

Primeiramente, gostaria de agradecer à Caetano Aeronautic, na pessoa da minha orientadora da empresa, Carla Oliveira, pela oportunidade concedida ao proporcionar-me todas as condições necessárias ao desenvolvimento deste projeto de dissertação.

Deixo também uma palavra de apreço a todos os colaboradores da empresa que de alguma forma contribuíram para a realização deste projeto, especialmente ao departamento de logística, que contribuiu da melhor forma para a minha integração e, particularmente, ao Vitor Oliveira, que sempre se demonstrou disponível para auxiliar na implementação das soluções propostas.

Em segundo lugar gostaria de demonstrar a minha gratidão à Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto por me ter assegurado uma ótima formação, que servirá de suporte para o meu futuro, assim como a todos os que me acompanharam ao longo do meu percurso académico.

Um especial agradecimento ao meu orientador da FEUP, José António Basto, por toda a cooperação, acompanhamento e disponibilidade demonstrada.

Por fim, gostaria ainda de fazer um agradecimento especial aos meus pais, avô e irmã, que me proporcionaram um excelente suporte e estabilidade familiar e me incentivaram e motivaram ao longo de todos estes anos académicos.

Agradeço também à minha namorada pela paciência e pela força que me transmitiu nos momentos de maior dificuldade, não esquecendo os meus amigos que também foram importantes pelo apoio prestado.

Índice de Conteúdos

1	Introdução.....	1
1.1	Enquadramento do projeto e motivação.....	1
1.2	O Projeto “Definição do fluxo de abastecimento às zonas de produção na Empresa Caetano Aeronautic”	2
1.2.1	O Grupo Salvador Caetano.....	2
1.2.2	A empresa Caetano Aeronautic	2
1.2.3	O Departamento de Logística da secção de compósitos	3
1.3	Objetivos do projeto	4
1.4	Método seguido no projeto	5
1.5	Estrutura da dissertação.....	6
2	Revisão Bibliográfica.....	7
2.1	Filosofia <i>Lean</i>	7
2.1.1	Princípios <i>Lean</i>	8
2.1.2	Ferramentas <i>Lean</i>	9
2.2	Metodologia dos 5 S's.....	10
2.3	Filosofia <i>Kaizen</i>	11
2.3.1	Princípios <i>Kaizen</i>	11
2.4	Fluxo de logística interna.....	12
2.4.1	Bordo de linha	13
2.4.2	Supermercados.....	13
2.4.3	Comboio logístico (<i>Mizusumashi</i>).....	15
2.4.4	Sincronização.....	16
2.5	Modelos de abastecimento.....	16
2.5.1	<i>Kanban</i> ou abastecimento contínuo	16
2.5.2	<i>Junjo</i> ou abastecimento sequencial.....	18
3	Caracterização da situação inicial	19
3.1	Descrição geral do processo produtivo	19
3.1.1	Secção de metálicos.....	19
3.1.2	Secção de compósitos.....	20
3.2	Análise do processo de logística interna na secção de compósitos	21
3.2.1	Materiais	21
3.2.2	Locais de armazenamento e de abastecimento	22
3.2.3	Fluxo de materiais	26
3.2.4	Fluxo de informação	27
3.2.5	Análise crítica dos processos de abastecimento.....	27
4	Definição dos modelos de abastecimento.....	38
4.1	Melhorias nos locais de armazenamento	38
4.1.1	Implementação da ferramenta dos 5S's na secção dos núcleos do armazém de núcleos e materiais auxiliares	38
4.1.2	Implementação da ferramenta dos 5S's na secção dos materiais auxiliares do armazém de núcleos e materiais auxiliares	41
4.1.3	Implementação da ferramenta dos 5S's no armazém de materiais de pintura	42
4.2	Melhorias dos locais de abastecimento.....	44
4.2.1	Definição do supermercado de núcleos.....	44
4.2.2	Definição do supermercado de materiais auxiliares	45
4.2.3	Definição do supermercado de materiais de pintura.....	48
4.3	Ferramenta informática de requisição e de abastecimento de materiais	49
4.4	Definição do transporte, rota e tarefas de abastecimento	50
4.4.1	Processo de abastecimento de núcleos.....	50

4.4.2	Processo de abastecimento de materiais auxiliares	51
4.4.3	Processo de abastecimento de materiais de pintura	53
4.5	Resultados do processo final	54
5	Considerações finais	56
	Referências	58
	ANEXO A: Fluxograma do processo de produção de peças metálicas e de peças em compósitos	60
	ANEXO B: Fluxograma do processo logístico e produtivo da secção de compósitos	61
	Anexo C: Folha de registo de tempos e distância percorrida do processo inicial de abastecimento de núcleos	62
	ANEXO D: Folha de registo de tempos e distância percorrida do processo inicial de abastecimento de materiais auxiliares	63
	ANEXO E: Folha de registo de tempos e distância percorrida do processo inicial de abastecimento de materiais de pintura	64
	ANEXO F: Matriz de localização de núcleos no armazém	65
	ANEXO G: Consumos médios de núcleos nos últimos doze meses	66
	ANEXO H: Consumos médios de materiais auxiliares nos últimos doze meses	68
	ANEXO I: Consumos médios de materiais de pintura nos últimos doze meses	69
	ANEXO J: Caixas seleccionadas para cada referência de material auxiliar	70
	ANEXO K: Folha de cálculo da dimensão do supermercado Kanban de materiais auxiliares de acordo com o ciclo de abastecimento	71
	ANEXO L: Procedimento de utilização da ferramenta MRP	74
	ANEXO M: Rota de abastecimento de núcleos	78
	ANEXO N: Rota de abastecimento de materiais auxiliares	79
	ANEXO O: Rota de abastecimento de materiais de pintura	80
	ANEXO P: Registo de tempos e distância percorrida no novo processo de abastecimento de núcleos	81
	ANEXO Q: Estimativa de tempos e distância percorrida do novo processo de abastecimento de materiais auxiliares	82
	ANEXO R: Registo de tempos e distância percorrida no novo processo de abastecimento de materiais de pintura	83
	ANEXO S: Registo do nº de deslocações dos operadores das zonas produtivas aos armazéns de materiais	84
	ANEXO T: Comparação dos tempos e distâncias percorridas dos novos modelos relativamente aos modelos de abastecimento iniciais	85
	ANEXO U: Folha de cálculo do impacto dos modelos de abastecimento na produtividade das zonas de produção	86

Índice de Figuras

Figura 1 - Organograma geral da Caetano Aeronautic, in (Silva and Lopes 2018)	4
Figura 2 - Método seguido no projeto.....	6
Figura 3 - Casa TPS, in (Wilson 2010).....	10
Figura 4 - Princípio de funcionamento do modelo de abastecimento kanban, in (Rother and Shook 2003).....	17
Figura 5 - Layout da arca frigorífica.....	23
Figura 6 - Layout do armazém de núcleos e materiais auxiliares.....	24
Figura 7 - Layout geral da CAER.....	25
Figura 8 - Tempo percentual de cada uma das etapas do processo inicial de abastecimento de núcleos.....	29
Figura 9 - Estante móvel para armazenamento de núcleos	30
Figura 10 - Corredor com luminosidade reduzida	30
Figura 11 - Ilegibilidade (à esquerda) e inexistência (à direita) de identificações nas estantes de armazenamento de núcleos	30
Figura 12 - Núcleos armazenados em prateleiras de níveis superiores de difícil acesso	31
Figura 13 - Tempo percentual de cada uma das etapas do processo inicial de abastecimento de materiais auxiliares	33
Figura 14 - Caixa de dimensões consideráveis parcialmente vazia.....	34
Figura 15 - Problemas de insuficiência de estruturas para armazenar materiais auxiliares e de inexistência de identificações para as suas localizações.....	34
Figura 16 - Tempo percentual de cada uma das etapas do processo inicial de abastecimento de materiais de pintura.....	36
Figura 17 - Inexistência de identificações e armazenamento incorreto de materiais de pintura	37
Figura 18 - Etiqueta magnética de identificação do local de armazenamento de núcleos	39
Figura 19 - Indicação gráfica de armazenamento na segunda profundidade	39
Figura 20 - Indicação gráfica de armazenamento na prateleira abaixo.....	39
Figura 21 - Melhorias ao nível da luminosidade e do acesso aos núcleos dos níveis superiores	40
Figura 22 - Suporte de apoio aos núcleos	40
Figura 23 - Melhorias implementadas a nível organizacional na secção de materiais auxiliares	42
Figura 24 - Estantes metálicas do armazém de materiais de pintura, com as posições identificadas de acordo com a respetiva referência.	43
Figura 25 - Identificações magnéticas dos part numbers presentes no supermercado de núcleos da sala limpa	45
Figura 26 - Identificações das referências colocadas na estrutura de suporte de rolos.....	47
Figura 27 - Gabarito de controlo do ponto de reposição dos rolos.....	48

Figura 28 – Supermercado de materiais de pintura com identificação das referências de material e das posições de utilização e reposição.....	49
Figura 29 - Abastecimento Junjo no supermercado de núcleos segundo a sequência determinada na lista	51
Figura 30 - Carro utilizado no transporte de núcleos.....	51
Figura 31 - Carro de transporte de materiais de pintura	53
Figura 32 - Fluxograma do processo de produção de metálicos e compósitos	60
Figura 33 - Fluxograma do processo logístico e produtivo de compósitos.....	61
Figura 34 - Matriz de localização de núcleos.....	65
Figura 35 - Ferramenta MRP.....	74
Figura 36 - Aceder à lista de materiais	74
Figura 37 - Selecionar material	74
Figura 38 - Mensagens com instruções a seguir.....	75
Figura 39 - Inserir dados relativos às necessidades brutas e recebimentos programados.....	75
Figura 40 - Inserir dados relativos às existências projetadas	76
Figura 41 - Exportar dados das necessidades de compra	76
Figura 42 - Selecionar novo material.....	77
Figura 43 - Rota de abastecimento de núcleos	78
Figura 44 - Rota de abastecimento de materiais auxiliares	79
Figura 45 - Rota de abastecimento de materiais de pintura	80

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Programas de acordo com o tipo de materiais dos seus componentes, in (Silva and Lopes 2018).....	3
Tabela 2 - Estrutura da dissertação	6
Tabela 3 - Comparação entre os sistemas de armazenagem tradicionais e os supermercados in (Coimbra 2013).....	14
Tabela 4 - Problemas detetados em cada tarefa do processo de abastecimento de núcleos.....	32
Tabela 5 - Problemas detetados em cada tarefa do processo de abastecimento de materiais auxiliares	35
Tabela 6 - Problemas detetados em cada tarefa do processo de abastecimento de materiais de pintura	37
Tabela 7 - Dimensões de caixas standard in (Coimbra 2013).....	45
Tabela 8 - Resultados obtidos ao nível da redução percentual do tempo e da distância percorrida.....	54
Tabela 9 - Registo de tempos e distância percorrida do processo inicial de abastecimentos de núcleos.....	62
Tabela 10 - Registo de tempos e distância percorrida do processo inicial de abastecimento de materiais auxiliares	63
Tabela 11 - Registo de tempos e distância percorrida do processo inicial de abastecimento de materiais de pintura.....	64
Tabela 12 - Consumos médios de núcleos nos últimos doze meses.....	66
Tabela 13 - Consumos médios de materiais auxiliares nos últimos doze meses.....	68
Tabela 14 - Consumos médios de materiais de pintura nos últimos doze meses	69
Tabela 15 - Caixas seleccionadas para cada referência de material auxiliar	70
Tabela 16 - Dimensionamento do supermercado kanban de materiais auxiliares para um ciclo de abastecimento de 24 horas	71
Tabela 17 - Dimensionamento do supermercado kanban de materiais auxiliares para um ciclo de abastecimento de 12 horas	72
Tabela 18 - Dimensionamento do supermercado kanban de materiais auxiliares para um ciclo de abastecimento de 8 horas	73
Tabela 19 - Registo de tempos e distância percorrida no novo processo de abastecimento de núcleos.....	81
Tabela 20 - Estimativa de tempos e distância percorrida do novo processo de abastecimento de materiais auxiliares.....	82
Tabela 21 - Registo de tempos e distância percorrida no novo processo de abastecimento de materiais de pintura.....	83
Tabela 22 - Registo do nº de deslocações dos operadores das zonas produtivas aos armazéns de materiais.....	84
Tabela 23 - Comparação dos tempos e distâncias percorridas do novo modelo de abastecimento de núcleos relativamente ao modelo inicial.....	85

Tabela 24 - Comparação dos tempos e distâncias percorridas do novo modelo de abastecimento de materiais auxiliares relativamente ao modelo inicial	85
Tabela 25 - Comparação dos tempos e distâncias percorridas do novo modelo de abastecimento de materiais de pintura relativamente ao modelo inicial.....	85
Tabela 26 - Cálculo do impacto do novo modelo de abastecimento de materiais auxiliares na produtividade da secção de layup	86
Tabela 27 - Cálculo do impacto do novo modelo de abastecimento de materiais de pintura na produtividade da secção de pintura.....	87

1 Introdução

O presente documento surge no âmbito do projeto de dissertação em ambiente empresarial do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica, com especialização em Gestão da Produção, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. O projeto foi desenvolvido nas instalações da Caetano Aeronautic, em Vila Nova de Gaia, e envolve uma proposta de definição dos fluxos de abastecimentos às áreas de produção, recorrendo a ferramentas *Lean*.

Neste capítulo, é apresentada a empresa onde foi realizado o projeto, assim como o enquadramento e relevância do mesmo no contexto dos problemas que lhe deram origem. O método seguido no projeto e a estrutura da dissertação encerram o presente capítulo.

1.1 Enquadramento do projeto e motivação

Perante o notório crescimento da competitividade e globalização dos mercados, é crucial que as empresas trabalhem no sentido de se adaptarem a esta realidade e se tornem cada vez mais eficientes e flexíveis. Assim, a melhoria contínua e a redução de desperdícios surgem como conceitos *Lean* impreteríveis às organizações, que trabalham com o intuito de prestar o melhor serviço ao cliente, sendo a logística uma das vertentes com maior impacto neste fator.

Assim, sendo a indústria aeronáutica, em particular, bastante rigorosa no que se refere aos requisitos exigidos pelos clientes, não só ao nível dos processos produtivos, mas principalmente ao nível da qualidade dos produtos e, sendo a Caetano Aeronautic uma empresa em crescimento, torna-se ainda mais evidente esta necessidade de proporcionar aos clientes o melhor serviço possível, através da melhoria da eficiência dos seus processos, de forma a fortalecer a posição da empresa no mercado do setor aeronáutico.

Neste contexto, a presente dissertação, elaborada no departamento de logística da Caetano Aeronautic, cujo o tema se prende com a definição do fluxo de abastecimento às zonas de produção, surge da necessidade de melhoria e definição do processo logístico de fornecimento de materiais e matérias-primas, de forma a eliminar ou minimizar os desperdícios e potenciar a produtividade da fábrica, através da implementação de ferramentas e/ou metodologias alicerçadas nas filosofias *Lean* e *Kaizen*.

Deste modo, o principal intuito deste projeto assenta na criação de um fluxo de materiais e no desenvolvimento de processos que acrescentem valor ao produto final.

1.2 O Projeto “Definição do fluxo de abastecimento às zonas de produção na Empresa Caetano Aeronautic”

1.2.1 O Grupo Salvador Caetano

Para clarificar o contexto do projeto, importa apresentar a empresa e o grupo onde se insere.

O Grupo Salvador Caetano teve origem em 1946, quando Salvador Caetano, juntamente com o seu irmão Alfredo Caetano e o amigo Joaquim Martins, fundou a empresa “Martins, Caetano & Irmão, Lda.”, uma fábrica de carroçarias para autocarros (Sousa 2012).

Desde a sua origem e, particularmente, a partir de 1966, o Grupo Salvador Caetano seguiu um caminho de sucesso onde foi notório o seu crescimento a nível global e a expansão da sua atividade para outras áreas de negócio. Atualmente, o Grupo detém mais de 100 empresas estabelecidas na Europa e África, distribuídas por quatro áreas de negócio: indústria, distribuição, retalho e serviços (Grupo Salvador Caetano 2019)

A vocação industrial do Grupo Salvador Caetano é uma característica vincada desde a sua génese, fazendo parte do seu ADN. Esta vertente engloba o negócio de desenvolvimento, produção e montagem de carroçarias para autocarros, protagonizado pela Caetano Bus, bem como a respetiva comercialização para mercados distintos através de subsidiárias internacionais (Grupo Salvador Caetano 2019). Em Portugal, o Grupo possui ainda uma unidade fabril em Ovar- Toyota Caetano Portugal, SA- para a produção e montagem de viaturas comerciais Toyota, detendo também a empresa Caetano Components, responsável pela produção de componentes para a indústria automóvel e componentes metálicos para outras indústrias (Grupo Salvador Caetano 2019). Mais recentemente, o Grupo Salvador Caetano apostou no setor aeronáutico, investindo numa unidade fabril em Vila Nova de Gaia, denominada Caetano Aeronautic, que se dedica à produção de componentes metálicos e compósitos para aviões (Grupo Salvador Caetano 2019).

O Grupo Salvador Caetano, apesar do longo trajeto percorrido desde a sua origem até aos dias de hoje, continua determinado a crescer, trabalhando arduamente segundo o lema do seu fundador “sempre presente na construção do futuro”, tendo a vista a sua afirmação no contexto da exigente União Europeia e da globalização do mercado mundial (Grupo Salvador Caetano 2019).

1.2.2 A empresa Caetano Aeronautic

De acordo com as suas metas de crescimento e globalização, o Grupo Salvador Caetano apostou na sua área de negócio industrial, fundando a Caetano Aeronautic (CAER), uma empresa que se enquadra no setor de produção de componentes para a aeronáutica, que cada vez mais se afirma como um mercado em crescimento (Cardoso e Pedroso 2018).

A Caetano Aeronautic teve origem em agosto de 2012 com o acordo de cooperação estabelecido entre o Grupo Salvador Caetano e a Airbus Defense and Space. Esta parceria entre as duas empresas impulsionou o início da atividade do Grupo no âmbito da fabricação de componentes para aeroestruturas de diferentes modelos de aeronaves militares e civis (Pontos de Vista 2017). Nesse sentido, a Caetano Aeronautic foi constituída a 18 de setembro de 2012 e rapidamente se integrou na cadeia de abastecimento aeronáutica, caracterizando-se por uma elevada componente tecnológica e por um perfil fortemente orientado para o mercado de exportação, contribuindo, assim, para a implementação e desenvolvimento de uma estratégia competitiva para o setor aeroespacial nacional (Caetano Aeronautic 2019). Mais recentemente, em 2014, a empresa adquiriu um reforço tecnológico resultante da *Joint Venture* entre o Grupo Salvador Caetano e o Grupo Aciturri, um dos maiores fornecedores aeronáuticos *Tier 1* na Europa, sofrendo alterações na sua estrutura societária e um acréscimo

do capital. Este acordo potenciou a conjugação do extenso conhecimento e das fortes relações comerciais do Grupo Salvador Caetano, na indústria portuguesa, com a vasta experiência do Grupo Aciturri de 35 anos no setor aeronáutico (Cardoso e Pedroso 2018)

A Caetano Aeronautic dedica-se ao fabrico de componentes de diferentes programas definidos pelo OEM - Original Equipment Manufacturer, sendo produzidos a partir de materiais metálicos (alumínio, titânio e aço) e compósitos (em fibra de carbono pré-impregnados) por laminação manual (Pontos de Vista 2017).

A Tabela 1 apresenta os programas para os quais a CAER produz de acordo com o tipo de material em que são concebidas as suas peças.

Tabela 1 - Programas de acordo com o tipo de materiais dos seus componentes, in (Silva e Lopes 2018).

Componentes metálicos	Componentes Compósitos
A350 VTP	A320 2.08
A350 S19	A320 2.24
A400M SPONSONS	A320 BBSS
B737 – RUDDER	A320 NEO
B737 – PDS	A400M – CC
C295 – CENTER FUS.	A400M – DUCTS
F7X – HTP	A400M - NCC
A380 – BELLY FAIRING	FALCON

A CAER optou por iniciar a sua atividade no ramo aeronáutico com o fabrico de peças metálicas, não só por estas requererem um curto tempo de industrialização, mas também pela experiência acumulada do Grupo Salvador Caetano na produção de peças metálicas, ainda que destinadas a outros mercados. Assim, atualmente, este processo apresenta-se fortemente consolidado na empresa. A secção de Metálicos, para além do fabrico de peças, efetua ainda montagens de aeroestruturas de pequena e média dimensão (Silva e Lopes 2018).

Só mais tarde, após a sua estabilização no âmbito de fabrico de componentes metálicos, é que a Caetano Aeronautic se lançou no projeto de produção de peças em compósitos, com o intuito de se tornar mais versátil e consolidar a sua posição no setor aeronáutico, disponibilizando uma maior gama de produtos. No entanto, ao contrário do processo de produção de peças metálicas, o fabrico de peças em compósitos é um processo de elevada complexidade, utilizando métodos de produção manual e, por esse motivo, torna-se difícil assegurar a máxima eficiência do processo.

1.2.3 O Departamento de Logística da secção de compósitos

A Caetano Aeronautic encontra-se organizada estruturalmente a nível industrial em três vertentes distintas, que se referem aos setores de Operações, Engenharia e Qualidade, sendo suportados a nível empresarial pelo departamento Financeiro, Comercial & Programas e pelo departamento de Suporte & Comunicação. Por sua vez, a gestão de topo de toda a organização é assegurada pela Direção Geral da empresa.

Os três setores estruturais ao nível industrial, referidos anteriormente, encontram-se divididos por subsecções ou departamentos que desempenham funções distintas dentro da mesma área, tal como demonstra o organograma geral da Caetano Aeronautic presente na Figura 1.

O presente projeto de dissertação foi realizado no setor de operações, mais concretamente no departamento de logística da CAER. Este departamento é crucial na criação e gestão do fluxo de materiais, de forma a garantir o desenvolvimento e a eficiência dos processos que acrescentam valor aos produtos. No entanto, na secção de compósitos, devido à sua recente implementação na empresa e à grande complexidade de todo o processo logístico e produtivo, a tarefa de abastecimentos de materiais e matérias-primas às zonas de produção não se encontra corretamente definida, limitando, de certa forma, a eficiência do processo de produção de componentes em compósitos. Assim, este projeto pretende colmatar essa falha e melhorar os processos de abastecimento de materiais nas zonas produtivas da secção de compósitos da Caetano Aeronautic.

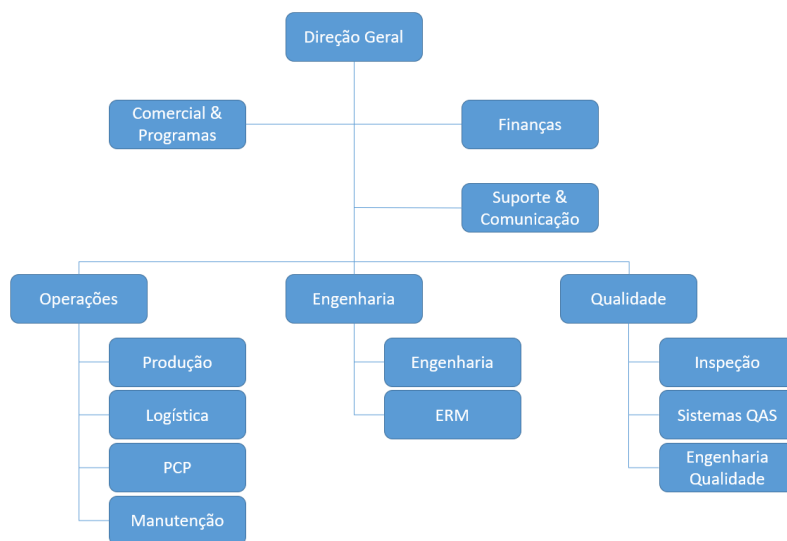


Figura 1 - Organograma geral da Caetano Aeronautic, in (Silva e Lopes 2018).

1.3 Objetivos do projeto

A realização deste projeto de dissertação teve como objetivo primordial a definição de áreas, rotas e stocks que incorporem um processo de abastecimento de materiais e matérias primas às zonas de produção. Assim, com intuito de melhorar a eficiência da produtividade das etapas de produção, diretamente relacionadas com o processo de abastecimento de materiais que será definido, pretende-se:

- criar métodos de trabalho de abastecimento, melhorando os tempos de execução das tarefas que lhe estão associadas;
- definir rotas e horários de abastecimento;
- estipular níveis de stock mínimos e máximos de materiais;
- determinar um método de controlo visual de compra ou reposição de materiais.

1.4 Método seguido no projeto

O presente projeto de dissertação foi planeado em colaboração com a empresa e compreendeu sete etapas:

- A etapa inicial consistiu num período de integração na empresa, sendo esta uma fase de adaptação ao ambiente industrial e de reconhecimento do contexto global de toda a organização, sendo analisado o panorama geral do fluxo de materiais existente na fábrica.
- Numa segunda fase, efetuou-se uma análise mais detalhada aos processos de abastecimento de materiais, sendo esta etapa marcada pela monitorização de processos e medição de tempos.
- A fase seguinte referiu-se à interpretação dos dados recolhidos e análise à monitorização efetuada com intuito de identificar os principais problemas e pontos críticos dos processos.
- Posteriormente, a quarta etapa correspondeu à fase de propostas de melhoria, onde se planeou a implementação de ações corretivas no sentido de eliminar ou reduzir desperdícios.
- A etapa seguinte consistiu na implementação das soluções propostas baseadas nas filosofias *Lean* e *Kaizen*.
- Na sexta etapa foram analisadas as soluções propostas ao nível do seu impacto nos processos da organização. Esta fase é fundamental para conferir o grau de cumprimento dos objetivos delineados, avançando-se para a etapa seguinte no caso de se verificar um impacto positivo da solução proposta.
- Por último, seguiu-se então a etapa de normalização das soluções propostas, de forma a garantir que são corretamente implementadas e consolidadas por todos os intervenientes.

A Figura 2 apresenta de forma esquemática o método seguido no presente projeto de dissertação, estando representado na forma circular, uma vez que todas as etapas, à exceção da primeira (destacada a azul claro), podem e devem ser aplicadas ciclicamente no âmbito da melhoria contínua da organização.

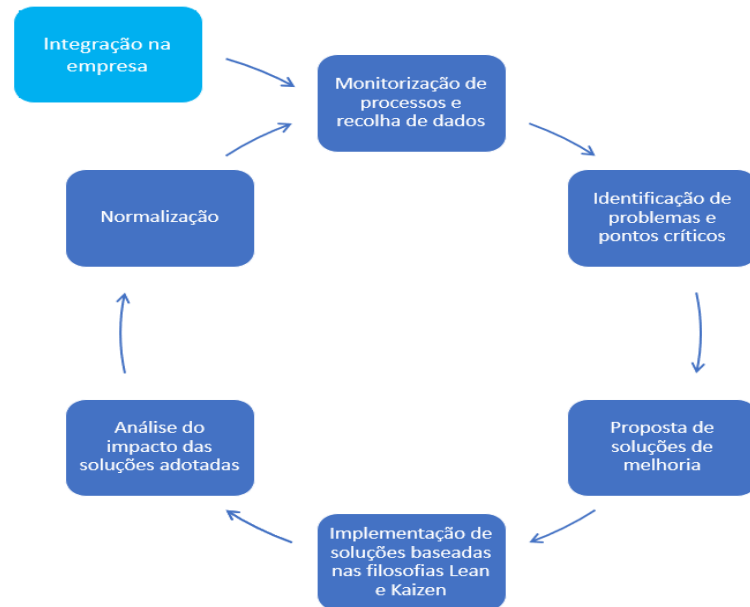


Figura 2 - Método seguido no projeto.

1.5 Estrutura da dissertação

No que diz respeito à sua estrutura organizacional, a presente dissertação encontra-se dividida em cinco capítulos, cujos conteúdos se encontram listados na Tabela 2.

Tabela 2 - Estrutura da dissertação.

Capítulo	Conteúdos	Descrição
1	Introdução	O primeiro capítulo apresenta uma introdução ao tema abordado no projeto de dissertação em ambiente empresarial, referindo a motivação e enquadramento do projeto, os principais objetivos e, ainda, a metodologia utilizada na sua realização.
2	Revisão Bibliográfica	Neste capítulo é efetuada a revisão da literatura existente, onde são abordados os temas mais relevantes para o projeto, nomeadamente as ferramentas e metodologias baseadas nas filosofias <i>Lean</i> e <i>Kaizen</i> ,
3	Caracterização da situação inicial	O terceiro capítulo conta com a descrição da situação inicial da empresa relativamente aos processos em estudo, sendo efetuada uma monitorização dos abastecimentos, permitindo a recolha e análise de dados, assim como a identificação dos principais problemas.
4	Definição dos modelos de abastecimento	Nesta secção são apresentadas as soluções propostas para a melhoria dos processos de abastecimento, sendo avaliado o impacto destas alterações na empresa.
5	Conclusões e perspetivas de trabalho futuro	No último capítulo é efetuada uma exposição das principais conclusões resultantes de todo o trabalho realizado, sendo também mencionadas propostas de trabalhos a realizar futuramente que possam servir de complemento ao presente projeto de dissertação.

2 Revisão Bibliográfica

Este capítulo visa abordar os principais conceitos base e fundamentos teóricos intrínsecos ao tema apresentado, bem como reportar o estado de arte relativamente à literatura existente relativa à gestão da cadeia de abastecimento, com particular relevo nos principais princípios de filosofias *Lean* e *Kaizen* que procuram a sua melhoria contínua. A logística interna e os modelos de abastecimento completam o conjunto de temas abordados.

2.1 Filosofia *Lean*

Perante a necessidade de adaptação aos mercados cada vez mais exigentes, as empresas tendem a evoluir no sentido da melhoria contínua das suas organizações, procurando a implementação de métodos ou ferramentas de gestão que permitam, ao mesmo tempo, o desenvolvimento do serviço prestado ao cliente e a redução dos custos inerentes a todos os processos associados. O reconhecimento destas necessidades e o foco nesta filosofia de gestão, onde a melhoria contínua dos processos e a aceitação de novos paradigmas são aspetos cruciais, impulsionou muitas empresas no sentido da implementação de estratégias de gestão que assentam nos princípios *Lean* (Worley e Doolen 2006).

As raízes do *Lean Manufacturing* remontam para 1950, década em que Eiji Toyoda e Taiichi Ohno juntaram ao conhecimento e habilidade dos primeiros produtores de automóveis, a padronização e eficiência da linha de montagem móvel e acrescentaram, ainda, o conceito de trabalho em equipa, criando, assim, o Toyota Production System (TPS), que oferecia ao cliente uma maior qualidade e variedade de produtos com um preço mais competitivo (Womack et al. 1990). Este sistema de produção da Toyota, que é considerado a origem dos princípios *Lean*, dedica-se à melhoria contínua, eliminando qualquer tipo de desperdício visto que as suas operações são focadas e orientadas para o cliente, sendo para isso adotado um sistema *pull* auxiliado por práticas de prevenção de erros (*poka-yoke*) (Liker 2004).

A produção *Lean* é um conceito baseado num conjunto de princípios e técnicas pré-estabelecidas, em que algumas afetam unicamente a produção, mas outras podem ser integradas em vários departamentos/funções dentro de uma empresa (Sánchez e Pérez 2001). No entanto, os mesmos autores salientam que nem sempre é fácil justificar a implementação do conceito, devido ao decréscimo de produtividade nos estados iniciais da implementação sendo assim desencorajado pelos tradicionais gestores de organizações.

Segundo Jacobs et al. (2006), *Lean* é uma abordagem sistémica que, através de uma filosofia de melhoria contínua, visa a eliminação de todo o desperdício. Este desperdício, também denominado por “Muda”, de acordo com Melton (2005), refere-se a todas as atividades de um processo que não acrescentam valor para o cliente.

Tendo em vista a clarificação destes conceitos, Ohno (1978) identificou 7 tipos de desperdício no contexto industrial, sendo mais tarde aprofundados por Womack e Jones (2003), Melton (2005) e muitos outros autores:

- **Excesso produção:** Consiste na produção de bens superior à procura do cliente ou do processo a jusante, que é denominado de processo cliente. Este tipo de desperdício causa um aumento do stock de produto acabado não vendido, no caso de a sobreprodução ocorrer no último processo da produção, ou de WIP (produtos em curso de fabrico), no caso da sobreprodução se verificar em processos a montante do último processo de produção.
- **Tempos de espera:** Referem-se a períodos de inatividade de um operador ou de uma máquina, devido, por exemplo, a falhas de abastecimento provenientes de processos a montante. Estes períodos de inatividade não acrescentam qualquer valor para o cliente.
- **Transporte:** Corresponde à movimentação de materiais, por exemplo, entre postos de trabalho, que não acrescenta valor ao produto. *Layouts* e metodologias de transporte eficientes são boas estratégias para reduzir este tipo de desperdício.
- **Inventário:** Diz respeito ao armazenamento de matérias-primas, produtos WIP e mesmo produtos acabados, que não são imediatamente necessários para satisfazer as necessidades do cliente ou do processo cliente, acarretando custos de armazenamento sem acrescentar valor. Uma correta gestão de stocks permite lidar da melhor forma possível com este desperdício.
- **Excesso de processamento:** Refere-se a processos ou etapas de processos que, efetivamente, não acrescentam valor ao produto, como é o caso do reprocessamento. O reprocessamento, que é efetuado para colmatar defeitos dos produtos, para além de não acrescentar valor, tem ainda custos bastante elevados.
- **Movimentação:** Corresponde às deslocações de operadores e equipamentos que não acrescentam valor ao produto, uma vez que, em movimento, não podem efetuar o seu processamento. A organização do posto de trabalho e um *layout* adequado ajudam a colmatar este tipo de desperdício.
- **Defeitos:** Consistem em erros no processamento dos produtos, que os tornam não conformes em relação aos requisitos especificados pelo cliente. Uma vez que requerem intervenções de reprocessamento ou trabalho adicional, os defeitos conduzem a um aumento de custos e de *lead time*.

Alguns destes tipos de desperdício, nomeadamente o tempo de espera, o transporte, o inventário e a movimentação, serão objeto de análise e de melhoria ao longo deste projeto de dissertação, pelo que se considerou relevante o estudo e o entendimento destes conceitos.

Assim, o principal intuito do *Lean Manufacturing* passa por identificar e eliminar todas as atividades que não acrescentam valor, de forma a que só permaneçam as atividades que realmente contribuam para a transformação da matéria-prima em produto acabado, agregando valor para o cliente (Worley e Doolen 2006). Isto permite às empresas não só reduzir custos e proporcionar melhores condições de trabalho, como ainda reforçar os seus níveis de qualidade e flexibilidade, posicionando-se estrategicamente no mercado, cada vez mais exigente (Imai 1986).

2.1.1 Princípios *Lean*

Para se entender melhor a definição do pensamento *Lean*, é crucial ter noção dos princípios alicerçais, nos quais assenta esta filosofia, assim como dos conceitos base que os fundamentam. Segundo Womack e Jones (2003), os princípios fundamentais do *Lean* baseiam-se na:

- **Identificação de valor:** O valor do produto deve ser definido na perspetiva do cliente, em termos das características específicas pelas quais este está disposto a pagar;
- **Construção da cadeia de valor:** Este conceito refere-se à sequência de atividades criadoras de valor e à forma como estas estão interligadas. A construção desta cadeia, numa perspetiva *Lean*, significa eliminar todos os processos que não criam valor para o cliente final (eliminação de desperdício);
- **Geração de fluxo de valor para o cliente:** O fluxo refere-se a toda movimentação e transformação de materiais/produtos ao longo da fábrica ou cadeia de abastecimento. O fluxo ideal é aquele que garante, não só o nivelamento e sincronização entre os processos criadores de valor, como também a eliminação de desperdício.
- **Implementação de um fluxo *pull*:** O fluxo *pull* garante que o produto só é fabricado na quantidade e momento exatos em que o cliente o pretende adquirir;
- **Procura da perfeição:** Orientação contínua para a perfeição de forma a sustentar a implementação dos restantes princípios.

2.1.2 Ferramentas *Lean*

A casa TPS, apresentada na Figura 3, é um esquema ilustrativo que resume os principais conceitos, técnicas, ferramentas e metodologias *Lean* adotadas no *Toyota Production System*, que visam sobretudo a redução dos custos através da eliminação de desperdícios (Wilson 2010).

Segundo Wilson (2010), a estabilidade e as pessoas da organização constituem a base de todo o modelo, onde assentam os dois principais pilares da filosofia TPS, o *Jidoka* e o JIT (*Just in time*). Assim, só após a implementação destes conceitos estruturais é que se consegue atingir a eliminação total de desperdício e, consequentemente, os seus principais objetivos, que passam, fundamentalmente, pela melhoria de qualidade e redução de custos e de *lead time*.

O Primeiro pilar da filosofia *Lean* é o JIT, que assenta fundamentalmente na ideia de eliminação total do desperdício, baseando-se na entrega de materiais, componentes ou matérias-primas nas zonas de produção nas quantidades e no momento em que são necessárias (Wilson 2010). O conceito JIT está intrinsecamente conectado ao fluxo *pull*, onde as operações são efetuadas de acordo com um sinal de necessidade, proveniente do cliente, sendo o *kanban* o sistema mais utilizado como sinal de controlo em JIT (Crespo de Carvalho 2010).

A implementação desta metodologia apresenta vantagens evidentes não só ao nível do tempo de resposta, mas também no que diz respeito à redução de stocks (lotes de pequenas dimensões) e à melhoria de produtividade, associados à redução de custos (Aradhye e Kallurkar 2014). Todavia, segundo Moura (2006), uma das principais características dos modelos JIT é a forte dependência que existe relativamente aos fornecedores, o que à partida pode ser encarado como uma desvantagem desta filosofia. Assim, para que todo o processo flua corretamente, é absolutamente crucial que exista uma boa coordenação entre a logística interna e a produção, para assegurar a sincronização entre os processos fornecedores e os processos clientes, de forma a que não ocorram quaisquer problemas de abastecimento e, consequentemente, paragens na produção.

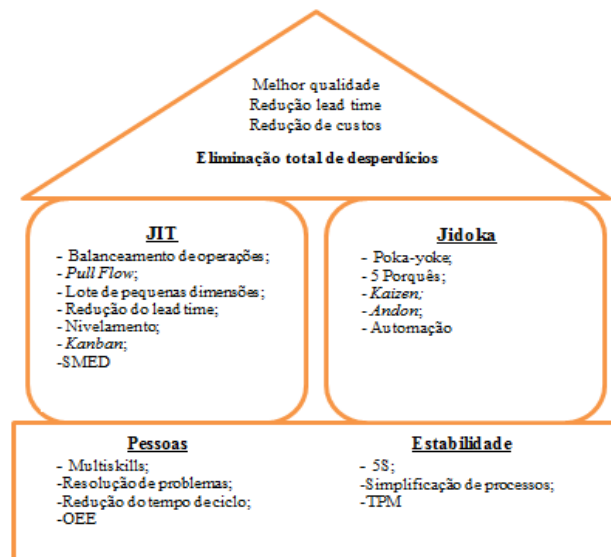


Figura 3 - Casa TPS, in (Wilson 2010).

O segundo pilar da filosofia *Lean* é o *Jidoka*, que significa autonomação, e consiste não só na capacidade da máquina parar o seu funcionamento na ocorrência de alguma anomalia, como também na capacidade de o operador analisar as causas e agir de forma colmatar a anomalia encontrada (Wilson 2010). Este conceito, segundo Wilson (2010), engloba ainda aspetos como o *Kaizen*, gestão visual e normalização/padronização do trabalho, que serão abordados mais à frente neste capítulo.

2.2 Metodologia dos 5 S's

Nos últimos anos, a implementação e aplicação da metodologia dos 5 S's, tem sido bastante comum entre as empresas japonesas, sendo que, cada vez mais empresas por todo o mundo têm seguido esta metodologia a fim de aumentar a capacidade humana e a produtividade.

Desde que foi introduzida por Takashi Osada, no início dos anos 80, acreditava-se que a aplicação das técnicas dos 5 S's poderia proporcionar melhorias consideráveis no desempenho e no ambiente que rodeia a linha de produção, nomeadamente ao nível da limpeza, saúde, segurança e organização (Rahman et al. 2010). Os mesmos autores afirmam que, atualmente, a aplicação destas técnicas não é exclusiva às linhas de produção, podendo certamente ser implementadas em qualquer posto de trabalho de uma empresa, constituindo uma ótima ferramenta para melhorar a eficiência individual de cada uma das operações da mesma. Desta forma, a conjugação destas pequenas melhorias que, individualmente, não parecem ter grande impacto, traduz-se numa evolução significativa ao nível da eficiência total do processo.

Assim, esta ferramenta *Lean* consiste, fundamentalmente, nos cinco princípios culturais japoneses de índole organizacional, referindo-se, segundo Slack et al. (2010), aos conceitos seguintes:

- **Seiri:** Este termo pode ser traduzido como triagem ou separação e consiste na revisão ou reestruturação da área de trabalho, de forma a garantir que apenas se mantém aquilo que realmente é necessário. Pretende-se, portanto, eliminar ferramentas, materiais e outros acessórios dispensáveis à realização do trabalho.
- **Seiton:** Traduzido para português, este termo significa arrumação e foca-se na organização da área de trabalho com intuito de facilitar a localização de qualquer

material ou ferramenta. Para isso é importante que cada material ou ferramenta seja colocado num local bem definido e identificado.

- **Seiso:** Significa limpeza e, tal como o nome indica, é essencial criar rotinas de limpeza e de inspeção dos pontos críticos do equipamento. Assim, no final do turno, a área de trabalho deve ser sempre limpa e arrumada, colocando todos os materiais e ferramentas no lugar definido. Se o posto de trabalho estiver limpo, passa a ideia de que se pretende trabalhar com qualidade, daí a grande relevância deste princípio.
- **Seiketsu:** Este termo significa padronização e refere-se ao desenvolvimento de normas de trabalho, manutenção e limpeza, de forma a garantir a segurança e eficiência dos postos de trabalho. Este princípio defende que cada um deve saber desempenhar a sua função da forma que está padronizada, tendo noção das suas responsabilidades.
- **Shitsuke:** Traduz-se como disciplina e refere-se principalmente à manutenção dos princípios anteriores que foram estabelecidos. Para conseguir alcançá-lo, é essencial haver autodisciplina nos trabalhadores, que lhes permita estar focados na metodologia dos 5 S's, de forma a se desconectarem dos hábitos antigos e cimentarem os novos hábitos de trabalho. Esta etapa é a que apresenta maior dificuldade de implementação, uma vez que pode demorar um pouco até assimilar os novos hábitos, pois só através da constante repetição das tarefas é que estas se tornam uma atividade natural de trabalho para o operador.

2.3 Filosofia Kaizen

Segundo Coimbra (2013), *Kaizen* é um termo japonês que significa “mudar para melhor”, sendo também associado ao conceito de “melhoria contínua”. Este conceito tem vindo a ser cada vez mais implementado em muitas organizações por todo o mundo, sendo visto como uma potencial solução aos desafios impostos pelo crescimento constante da competitividade global.

Masaaki Imai (1986), fundador e presidente do *Kaizen* Institute, defende que “*Kaizen* não se refere simplesmente a melhoria contínua, mas sim a melhoria todos os dias, em qualquer lado e para todos.” De acordo com o mesmo autor, “*Kaizen* é a essência da melhoria contínua. É uma forma de pensar que encoraja e capacita todos a identificar onde e como pequenas mudanças podem ser benéficas para a empresa, a sua equipa ou o seu desempenho individual.” Em suma, esta filosofia visa a eliminação de desperdício através da implementação de modificações de baixo custo, que acrescentem valor à empresa. Para isso, é fundamental que todos os colaboradores da organização se envolvam nesta filosofia, tendo sempre um espírito crítico que lhes permita procurar constantemente por possíveis melhorias que, apesar de pequenas, proporcionam resultados significativos a longo termo (Imai 2012).

Desta forma, é bastante perceptível a forte ligação e até a semelhança que esta filosofia apresenta em relação à filosofia *Lean*, abordada anteriormente. As evidências desta intrínseca relação resultam do facto de ambas as filosofias se estruturarem em volta da redução de desperdício, criação de fluxos de valor de acordo com as necessidades do cliente e melhoria contínua de todas as atividades inerentes ao funcionamento de uma empresa.

2.3.1 Princípios Kaizen

Coimbra (2013), enuncia sete princípios básicos da filosofia *Kaizen* que considera fundamentais para por em prática um sistema de melhoria contínua de fluxo *pull*:

- Qualidade em primeiro;

- Orientação para o *Gemba* (chão de fábrica);
- Eliminação de desperdício;
- Desenvolvimento das pessoas;
- Normas visuais;
- Processo e resultados;
- Abordagem *pull-flow*.

Apesar de todos estes princípios possuírem uma extrema importância em qualquer organização, os princípios que serão alvo de especial atenção neste projeto de dissertação passam, principalmente, pela eliminação de desperdícios (princípio já referido anteriormente na filosofia *Lean*), normas visuais e processos e resultados.

Eliminação de desperdícios (*Muda*)

A eliminação de desperdício é o principal princípio da filosofia *Kaizen*. Os sete tipos de desperdícios referidos por Coimbra (2013), apesar de serem apresentados de forma ligeiramente diferente, foram detalhados anteriormente na Secção 2.2, evidenciando mais uma vez o paralelismo e semelhança entre as filosofias *Kaizen* e *Lean*.

Normas Visuais e ciclo SDCA

Este princípio enfatiza a ideia de que “uma imagem vale mais que mil palavras” e que as normas são o método mais eficaz para desempenhar corretamente uma tarefa (Coimbra 2013). A grande importância da normalização do trabalho reside na redução de variabilidade. Segundo Coimbra (2013), se não existir normalização, cada pessoa que desempenhe a mesma tarefa pode fazê-lo de forma distinta. Assim, é importante determinar a forma mais eficiente de realizar uma tarefa e normalizar esse procedimento, utilizando, preferencialmente, imagens para facilitar a sua compreensão. Esta é a primeira e a principal fase do ciclo SDCA (*Standardise, Do, Check, Act*). No entanto, as fases posteriores deste ciclo revestem-se também de grande importância, sendo necessário implementar o padrão definido (através do treino dos operadores), verificar se as novas normas foram assimiladas e transformadas num novo hábito, e atuar no caso de ocorrer algum desvio em relação à norma. A correta implementação deste ciclo permite assegurar a estabilidade dos processos para proceder à introdução de melhorias (Coimbra 2013).

Processo e resultados

O aspeto fundamental inerente a este princípio passa por entender a extrema relevância do processo para atingir os objetivos. Desta forma, Coimbra (2013) defende que não se deve desenvolver uma mentalidade unicamente orientada para resultados, mas sim trabalhar na melhoria do processo para alcançar bons resultados.

2.4 Fluxo de logística interna

Segundo Coimbra (2013), a logística interna visa a integração da produção e da logística, de tal forma que todo o sistema trabalhe sincronizadamente de acordo com o *takt time* do cliente, criando um fluxo unitário de pequenas caixas e disponibilizando os produtos “*just in time*”, com alta qualidade e com o menor custo possível para a empresa.

Nesta secção, são abordados alguns dos principais conceitos relacionados com a logística interna e com a sua ligação ao fluxo de produção, que assumem um papel relevante no desenvolvimento do projeto desta dissertação.

2.4.1 Bordo de linha

Este conceito refere-se ao local próximo da linha de produção, onde o operador retira as matérias-primas necessárias à realização do processo produtivo, sendo, por isso, considerado como a interface entre a produção e a logística interna (Coimbra 2009). Este domínio visa ainda a definição apropriada da localização e propriedades físicas e dimensionais das caixas de manuseamento de materiais, necessários nas zonas de produção (Coimbra 2013).

Para Coimbra (2009), o bordo de linha deve ser desenhado de acordo com os seguintes critérios:

- os componentes devem ser localizados de forma a minimizar os movimentos de *picking* dos operadores de produção e dos operadores logísticos;
- o tempo necessário para trocar de referência a produzir deve ser próximo de zero;
- a decisão de abastecer, ou não, o bordo de linha deve ser intuitiva e instantânea.

É também muito importante que a tarefa de abastecimento de matérias-primas (na quantidade desejada e no tempo e local corretos) seja efetuada por operadores logísticos, deixando para os operadores de linha as tarefas exclusivamente relacionadas com a produção. Assim, para Coimbra (2013), a melhor forma de cumprir estes critérios passa, sempre que possível, pela localização frontal dos componentes relativamente ao operador de produção e pela utilização de caixas pequenas, que trazem vantagens em termos de qualidade, custo, tempo e fatores ergonómicos.

2.4.2 Supermercados

Os supermercados são uma unidade de armazenamento interno que, ao facilitarem o *picking* de componentes, proporcionam um bom fluxo na logística interna (Coimbra 2013).

Segundo Coimbra (2013), os Supermercados devem cumprir os seguintes requisitos:

- ter uma localização fixa para cada artigo;
- proporcionar um *picking* fácil e ergonómico (armazenamento ao nível do solo ou em prateleiras de fluxo não superiores a 2m);
- permitir boa gestão visual;
- seguir o princípio FIFO (*First In First Out*);
- ser dimensionado de modo a possibilitar a existência de fluxo e facilitar o manuseamento de:
 - caixas com dimensões reduzidas;
 - contentores ou paletes com rodas.

Este sistema de armazenamento, cada vez mais utilizado como medida de melhoria no fluxo de logística interna das organizações, apresenta várias vantagens relativamente aos sistemas de armazenamento tradicionais, que são resumidas na Tabela 3 (Coimbra 2013).

Tabela 3 - Comparação entre os sistemas de armazenagem tradicionais e os supermercados in (Coimbra 2013).

Sistemas de armazenamento tradicionais:	Supermercados:
Fraca proteção dos artigos	Boa proteção dos artigos
Dificuldade de aplicação do FIFO	Facilidade na implementação do FIFO
Dificuldade de acesso aos artigos	Boa acessibilidade aos artigos, proporcionando um <i>picking</i> fácil e ergonómico
Dificuldade de criação de hábitos de <i>picking</i> , uma vez que existem múltiplas localizações de armazenagem para o mesmo artigo	Facilidade de criação de hábitos de <i>picking</i> , visto que existe uma única localização dedicada a cada artigo
Risco de falha de abastecimento	Não há risco de falhas de abastecimento
Paradigma de produção em grandes lotes	Paradigma de produção em fluxo

Emde e Boysen (2012) apontam, todavia, algumas desvantagens associadas aos supermercados, referindo-se não só à fraca rentabilização do espaço em altura e à ocupação do espaço no chão de fábrica, que é escasso e caro, mas também à necessidade de investimento em equipamentos, pessoal e manutenção. No entanto, as vantagens inerentes a este tipo de sistemas de armazenagem, referidas na Tabela 3, geralmente tendem a sobrepor-se a estes possíveis aspetos menos positivos.

Apesar da abrangência da sua definição, citada anteriormente, os supermercados podem ser caracterizados de forma mais específica, podendo ser classificados, segundo Coimbra (2013), em 5 tipos distintos:

- **Prateleiras de fluxo (*flow racks*):** Estes sistemas de armazenamento possuem prateleiras que contêm rolos que possibilitam o fluxo de material. Este sistema é utilizado para armazenar pequenas caixas que podem ser movidas manualmente.
- **Sistemas de armazenamento ao nível do solo sobre rodas:** Estes supermercados armazenam médios ou grandes contentores sobre rodas e trolleys. Os *trolleys* são muito semelhantes a contentores sobre rodas, distinguindo-se por possuírem paredes e prateleiras.
- **Células logísticas:** Este sistema é constituído por um dos supermercados convencionais referidos anteriormente e por prateleiras de armazenamento tradicionais localizadas acima destes supermercados. As células logísticas são utilizadas normalmente quando é necessária uma capacidade de reserva num supermercado para armazenar produtos acabados.
- **Supermercados de bordo de linha:** Este supermercado refere-se às unidades de armazenamento localizados na periferia dos postos de trabalho numa zona de produção.
- **Supermercados de *kitting*:** Este supermercado é muito semelhante ao supermercado de bordo de linha, com a particularidade de armazenar kits. Os kits são contentores especiais organizados para armazenar os diferentes componentes utilizados para a produção de um produto.

O supermercado de bordo de linha assume especial relevância no contexto do presente projeto de dissertação, uma vez que se destina a melhorar a eficiência do processo de abastecimento,

através da minimização das movimentações dos operadores de produção e da eliminação das falhas de abastecimento.

Assim, estes supermercados são áreas descentralizadas do armazém logístico, localizados nas imediações das zonas de produção, sendo abastecidos por um comboio logístico (*Mizusumachi*) “*Just-in-Time*”. Correspondem, portanto, a localizações dedicadas com organização espacial fixa que armazenam pequenas quantidades de cada tipo de material (Coimbra 2009). Desta forma, o desenvolvimento do *layout* do supermercado também deve ser alvo de especial atenção, sendo importante proceder à divisão dos corredores em dois tipos distintos: corredores de abastecimento e corredores de consumo (Emde e Boysen 2012). O corredor de abastecimento é utilizado pelo operador logístico (*Mizusumachi*) para reabastecer os artigos de acordo com os sinais de consumo, estando as estantes desses corredores organizadas de tal forma que os produtos possam ser retirados em FIFO pelo outro lado (corredor de consumo).

Relativamente à dimensão dos supermercados, esta está associada ao modelo de abastecimento implementado. Os supermercados, segundo Coimbra (2013), podem funcionar com base em dois modelos de abastecimento: *kanban* ou *junjo*. No caso do supermercado abastecido por *kanban*, ele deve ser desenhado de forma a acomodar o máximo número de artigos, o que irá depender de dois parâmetros: tamanho do lote de produção ou de transporte e *lead time* de reabastecimento. No caso do supermercado abastecido por *junjo*, a sua dimensão corresponde à área necessária para receber um lote de peças em sequência equivalente ao período de reabastecimento do comboio logístico. Estes modelos de abastecimento serão aprofundados nas Secções 2.5.4. e 2.6.

2.4.3 Comboio logístico (*Mizusumashi*)

Segundo Coimbra (2009), o *Mizusumashi*, também denominado por *water spider*, é um operador logístico responsável pela movimentação de materiais e de informação dentro da fábrica, sendo considerado o sistema de abastecimento mais eficaz, apesar de muitas empresas ainda utilizarem o método mais tradicional que consiste na utilização de empilhadores.

Coimbra (2009), explica que no sistema de abastecimento tradicional por empilhadores, o transporte de materiais é efetuado quando o trabalhador ou supervisor de produção alerta o operador logístico da existência de uma necessidade de reabastecimento. Uma das principais desvantagens deste sistema reside na possibilidade de, em determinados períodos, os empilhadores se encontrarem sobrecarregados e, noutros períodos, desocupados. Este aspeto negativo, aliado às várias viagens que os empilhadores efetuam em vazio, demonstram o baixo nível de produtividade deste sistema de abastecimento, que resulta fundamentalmente do facto de não operar com rotas e tempos normalizados (Coimbra 2009). Para além disso, a utilização deste sistema de abastecimento, para além de incluir operações mais propensas a acidentes, pela dificuldade da operação dos empilhadores, acarreta também elevados custos associados a estes equipamentos (Coimbra 2013).

Em oposição, o comboio logístico distingue-se do modelo tradicional de abastecimento com empilhadores, uma vez que apresenta um rota fixa (trajeto percorrido entre todos os pontos de abastecimento/supermercados), e um tempo de ciclo determinado pelo somatório do tempo de viagem com os tempos de abastecimento de cada supermercado (Coimbra 2013).

Assim, segundo Coimbra (2013), o *mizusumashi*, que opera de forma normalizada, assegura um serviço constante entre supermercados e pontos de uso, sendo também mais barato e simples de operar em relação aos empilhadores. Acresce ainda a estas vantagens, a possibilidade movimentar informação pela fábrica.

Tal como acontece com os supermercados, o *mizusumashi* pode operar de acordo com o modelo de abastecimento implementado, trabalhando com fluxos *Kanban* ou *Junjo*. Estes modelos de abastecimento serão apresentados nas Secções 2.5.4. e 2.6.

Coimbra (2013), considera ainda que a normalização do trabalho na implementação do comboio logístico, através da vertente da gestão visual, é um aspeto crucial para a alcançar uma boa eficiência no fluxo da logística interna de uma organização. Assim, o autor destaca quatro pontos a normalizar:

- o desenho da rota no *layout*;
- o tempo de ciclo da rota;
- as tarefas a realizar durante o percurso;
- os tempos para cada tarefa.

2.4.4 Sincronização

A sincronização tem como principal objetivo permitir a coordenação entre a logística e a produção, através da utilização de fluxos de informação que sinalizam o início das atividades de produção, *picking* ou entrega de materiais (Coimbra 2009). De acordo com Coimbra (2013), num ambiente *lean*, a sincronização é efetuada no *gembu* através da utilização de dispositivos físicos que transmitam a informação de forma bem visível para que os utilizadores sejam capazes de a entender e reagir rapidamente de acordo com essa informação. Assim, Coimbra (2013) aponta dois métodos principais para assegurar a sincronização: o ciclo de abastecimento *Kanban* e o ciclo de abastecimento *Junjo*.

No ciclo *Kanban*, o operador do comboio logístico verifica se no bordo de linha existem caixas vazias disponíveis identificadas com um cartão *kanban*. De seguida, o *mizusumashi* recolhe a caixa vazia, volta ao supermercado e retira uma caixa idêntica (que armazena o mesmo tipo de artigo) para proceder ao abastecimento no ciclo seguinte.

No ciclo *junjo*, o *mizusumashi* recebe uma lista de *picking* que contém os artigos listados pela sequência correspondente à ordem pela qual irão ser necessários no bordo de linha. Seguidamente, o *mizusumashi* retira esses artigos do supermercado, colocando-os numa caixa ordenados pela sequência requerida e entrega-os no bordo de linha.

Na Secção 2.6., estes dois modelos de abastecimento serão apresentados de forma um pouco mais detalhada.

2.5 Modelos de abastecimento

Nesta secção são apresentados os modelos de abastecimento que têm sido referidos em secções anteriores.

2.5.1 *Kanban* ou abastecimento contínuo

A palavra japonesa *kanban*, que significa cartão, teve origem no início do *Toyota Production System*. Taiichi Onho, engenheiro da Toyota, desenvolveu o *kanban* com o intuito de controlar a produção e reduzir os stocks entre processos, permitindo a implementação do *Just in Time* (JIT) (Gross e McInnis 2003).

O sistema *kanban* sinaliza o consumo de um produto por um processo a jusante na cadeia de produção, despoletando um sinal de reposição desse produto, que deverá ser efetuada pelo processo a montante (Smalley 2004). Desta forma, esta ferramenta apresenta um papel

fundamental na regulação dos fluxos de materiais e de informação, assegurando a coordenação de processos em relação à procura. A Figura 4 ilustra o princípio de funcionamento deste modelo de abastecimento.

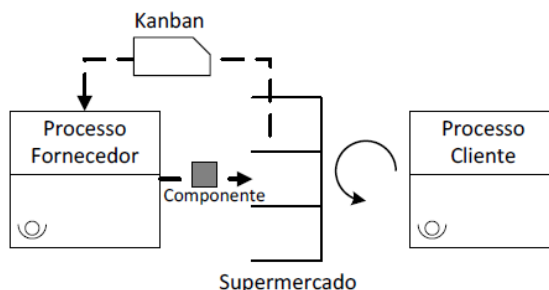


Figura 4 - Princípio de funcionamento do modelo de abastecimento kanban, in (Rother e Shook 2003).

Segundo Coimbra (2013), os cartões *kanban* representam uma ordem de reposição, isto é, um pedido de material efetuado por um cliente para um fornecedor, contendo informação relativa à identificação do material, do cliente e do fornecedor, assim como à quantidade a abastecer.

Para Chiarini (2012), existem dois grupos de *kanbans* distintos: os *kanbans* de produção e os *kanbans* de transporte ou movimentação, sendo que estes últimos assumem uma maior relevância neste projeto de dissertação, na medida que esta se enquadra no pilar da logística interna. Assim, Coimbra (2013) aponta três tipos de *kanban* de transporte:

- *Kanban* de transporte de entrega, que opera entre o cliente externo e o supermercado de produtos acabados;
- *Kanban* de transporte interno, que corresponde a ciclos de consumo/abastecimento internos;
- *Kanban* de transporte da origem, que opera entre o supermercado de materiais e o fornecedor externo.

A implementação deste sistema no fluxo logístico e produtivo de uma empresa, apresenta as seguintes vantagens (Chiarini 2012):

- eliminação da sobreprodução;
- aumento da flexibilidade na resposta ao cliente;
- produção em lotes mais pequenos e com produtos variados;
- simplificação do sistema de informação da produção;
- aumento da integração dos processos, desde o fornecedor até ao cliente final.

Para Coimbra (2013), a principal implicação da adoção deste sistema de abastecimento passa, fundamentalmente, pela restrição ao nível das dimensões dos componentes ou materiais. Neste modelo de abastecimento, é imperativo que exista uma localização própria no supermercado do bordo de linha para cada tipo de material ou para cada componente. Assim, o abastecimento por *kanban* é mais adequado para componentes de dimensões reduzidas.

2.5.2 *Junjo* ou abastecimento sequencial

Junjo é um termo japonês que significa sequência e, segundo Coimbra (2013), esta sequência refere-se à ordem pela qual os materiais são abastecidos, no momento exato em que são necessários para fabricar um produto.

Neste sistema de abastecimento, os cartões *junjo* são lançados e ordenados de acordo com a sequência de produção definida. Estes cartões contêm a informação relativa ao material que deve ser movimentado do supermercado de fornecimento para o supermercado do bordo de linha, de forma a satisfazer as suas necessidades de acordo com a sequência definida. O modelo *junjo*, pode ser utilizado no abastecimento de componentes individuais ou no abastecimento de conjuntos de componentes (Coimbra 2013). Neste último caso, o cartão *junjo* é uma lista de componentes cuja ordem deve estar em conformidade com a ordem de incorporação dos componentes no produto.

Assim, ao contrário do sistema *kanban*, em que há um ciclo de reabastecimento contínuo, no sistema *junjo* existe um ciclo logístico sequenciado, ou seja, abastecimento de peças individuais ou kits através de uma lista sequenciada (Coimbra 2013).

Analisando o princípio de funcionamento deste modelo, verifica-se a grande importância da sequência de produção, pelo que esta deve ser suficientemente estável para garantir que permanece inalterável durante o *lead time*, cuja variação deve ser mínima (Coimbra 2013).

Segundo Coimbra (2013), o modelo *junjo* apresenta vantagens evidentes ao nível da redução do tamanho do supermercado e da movimentação do operador da produção, que retira todos os componentes de forma sequenciada da mesma localização. Desta forma, este sistema de abastecimento, apresenta-se como solução alternativa ao abastecimento por *kanban*, sendo adequado quando os componentes têm dimensões significativas ou existe uma grande variedade de componentes.

3 Caracterização da situação inicial

Nesta secção, é efetuada uma descrição da situação inicial da empresa, nomeadamente no que se refere aos seus processos produtivos e de logística interna, identificando-se ainda os principais problemas inerentes ao processo de abastecimento através de uma análise crítica do mesmo.

3.1 Descrição geral do processo produtivo

Antes de analisar o processo de abastecimento de materiais nas zonas de produção, que é o tema central da presente dissertação, importa contextualizar como é efetuado o processo produtivo. Na Caetano Aeronautic, existem dois grandes processos produtivos, que se distinguem principalmente pelo tipo de material em que são fabricadas as peças, estando a empresa dividida em duas secções de acordo com esses processos: a secção de metálicos e a secção de compósitos.

3.1.1 Secção de metálicos

A produção de peças metálicas, esquematizada de forma simplificada na Figura 32 do anexo A, é um processo bastante consolidado na empresa, apresentando, por isso, uma boa organização.

O processo produtivo da secção de metálicos compreende três fases principais:

- Maquinagem em CNC;
- Acabamento superficial;
- Inspeções.

A fase da maquinagem em CNC é um processo bastante simples, uma vez que não necessita de grande intervenção humana. Assim, esta fase consiste na colocação do material abastecido na respetiva máquina CNC que, uma vez programada em função do desenho da peça, efetua todos os comandos de maquinação, de forma a conferir o formato e dimensões pretendidas para a mesma. Por sua vez, acabamento superficial é a fase onde são efetuados alguns ajustes à superfície da peça. Finalmente, a fase de Inspeções, consiste na verificação da qualidade da peça, distinguindo-se no processo produtivo de peças metálicas dois pontos de inspeção. A primeira inspeção é efetuada após a fase da maquinagem, sendo a peça levada para o laboratório onde são efetuados vários testes para conferir que esta cumpre os requisitos quer ao nível das suas propriedades quer ao nível dimensional. A segunda inspeção também visa controlar as características dimensionais da peça após esta se submeter à fase de acabamento superficial.

3.1.2 Secção de compósitos

Por outro lado, o processo de produção de peças em compósitos, devido à sua maior complexidade, apresenta ainda algumas ineficiências, sendo por isso o foco principal desta dissertação.

O processo produtivo da secção de compósitos compreende as seguintes etapas:

- Corte de tecidos;
- *Layup*;
- Polimerização/Cura;
- Desmoldagem;
- Recorte e/ou furação;
- Pintura;
- Inspeções.

A produção das peças em compósito inicia-se com a colocação de *prepregs* (fibras pré-impregnadas com resina) na máquina CNC que efetua automaticamente o corte dos tecidos, de acordo com as dimensões e orientações definidas no desenho da peça.

A fase seguinte corresponde ao *layup*, que consiste na aplicação manual de camadas sucessivas dos tecidos, cortados na etapa anterior, em moldes metálicos, conferindo o formato pretendido à peça. Em alguns casos, quando se pretende que a peça tenha uma maior resistência, aplica-se um reforço entre as camadas de *prepreg*, denominados de núcleos. Seguidamente, procede-se à aplicação de uma bolsa de vácuo, que permite compactar e consolidar as camadas aplicadas, evitando a formação de porosidades.

Este saco de vácuo tem de ser resistente a altas temperaturas, uma vez que este conjunto é posteriormente colocado no autoclave, onde se submete a condições de elevadas pressões e temperaturas durante o ciclo de cura. Nesse ciclo, desenvolvem-se reações químicas de polimerização. A resina, que possui alta viscosidade, uma vez sujeita a elevadas temperaturas e pressões, difunde-se e mistura-se nas fibras, consolidando as camadas individuais de *prepreg* numa estrutura bastante compacta.

A desmoldagem é a fase que se segue, onde a peça já curada é separada do molde, com auxílio de desmoldantes, de forma a não ser danificada.

Após a desmoldagem procede-se ao recorte e, em alguns casos, furação das peças. Esta etapa do processo produtivo é muitas vezes subcontratada, apesar de algumas peças com formatos mais regulares serem recortadas e furadas internamente.

A etapa final do processo produtivo de compósitos é a pintura, que serve não só para proporcionar uma boa estética, mas também para garantir a proteção química da própria peça.

Para garantir que as peças produzidas possuem a qualidade e os requisitos pré-definidos pelo cliente, as inspeções são fundamentais no sentido de controlar as várias etapas produtivas. Assim, são efetuadas três inspeções ao longo deste processo. A inspeção inicial, que é efetuada após a fase de polimerização/cura, pretende apurar se o ciclo de cura foi corretamente aplicado no autoclave, sendo efetuada uma análise dos principais parâmetros do ciclo. Nesta inspeção, efetua-se uma verificação inicial da inexistência de não conformidades, que sejam visíveis nas peças. A inspeção intermédia consiste na verificação da qualidade das peças após o processo de recorte e furação, sendo efetuada uma análise dimensional. Esta inspeção efetua ainda um controlo com auxílio da tecnologia de ultrassons de forma a

identificar possíveis porosidades no interior das peças. Por fim, a última inspeção é efetuada após a etapa da pintura, de forma a apurar se as peças possuem não conformidades decorrentes deste processo, como por exemplo escorrimientos.

A Figura 32 do Anexo A apresenta também o mapeamento simplificado do processo de produção de peças em compósitos.

3.2 Análise do processo de logística interna na secção de compósitos

O processo de logística interna na Caetano Aeronautic pode ser dividido em duas fases distintas e está representado na Figura 33 do Anexo B:

- Logística de entrada;
- Logística de saída.

A primeira fase envolve todos os processos logísticos que culminam no abastecimento de materiais ou matérias-primas nas zonas de produção, nomeadamente a receção, a arrumação no armazém e o *picking*. Apesar do abastecimento de matérias-primas ser a etapa da logística de entrada que interfere diretamente com a produção, todas as etapas a montante se revestem de grande importância, assumindo um papel fundamental de suporte às etapas a jusante.

A logística de saída engloba as etapas da logística interna que se iniciam com o escoamento do produto acabado das zonas de produção, envolvendo também as tarefas realizadas no armazém de produtos acabados como o embalamento, armazenagem e expedição.

Este processo logístico e produtivo da secção de compósitos, devido à sua complexidade e ao facto da sua implementação ser relativamente recente na empresa, evidencia ainda algumas ineficiências. Uma dessas ineficiências detetadas pela empresa corresponde ao processo de logística de entrada, nomeadamente ao nível dos abastecimentos de materiais e matérias-primas nas zonas de produção, pelo que se torna evidente a necessidade de efetuar uma análise mais detalhada a este processo.

3.2.1 Materiais

Tendo em vista uma correta análise e total compreensão das atividades de abastecimento efetuadas na secção de compósitos da CAER, é importante conhecer a natureza e as características dos materiais que estão envolvidos nestes processos.

Assim, os materiais utilizados no processo de produção de peças em compósitos podem ser agrupados em três categorias distintas:

- Matérias-primas;
- Materiais auxiliares;
- Materiais de pintura.

Matérias-primas

A categoria das matérias-primas refere-se aos materiais que fazem parte da constituição de uma peça em compósito, englobando os *prepregs* e os núcleos.

Os primeiros são fibras pré-impregnadas com resina e têm de ser armazenados a -18°C em locais refrigerados, o que representa desde já uma restrição de armazenamento. Outra característica importante desta matéria-prima é a sua perecibilidade e o seu “tempo de vida” em condições não refrigeradas. Assim, os *prepregs*, para além de terem um prazo para serem

consumidos, apresentam ainda restrições ao nível do tempo em que permanecem fora da nevera (arca frigorífica) até serem curados.

Os outros materiais incluídos na categoria das matérias-primas são os núcleos, que são incorporados nas peças em compósitos do programa A400 com o intuito de lhes conferir uma resistência acrescida. Os núcleos, apesar de não necessitarem de armazenamento refrigerado, apresentam restrições ao nível da posição de armazenagem, uma vez que a sua parte lateral apresenta maior fragilidade do que a parte superior ou inferior. Esta restrição obriga a armazenar os núcleos de forma a que estes tenham a sua parte inferior completamente apoiada e nunca a sua parte lateral, impossibilitando a colocação vertical dos núcleos nas prateleiras, o que impede a melhor rentabilização do seu espaço.

Materiais auxiliares

A segunda categoria diz respeito aos materiais auxiliares que, como o próprio nome indica, constituem todos os materiais que são utilizados para auxiliar nas atividades de confeção de uma peça em compósito. Nesta categoria, estão englobados materiais como bolsas de vácuo e fitas adesivas, sendo todos eles armazenados no armazém de materiais juntamente com os núcleos.

A principal restrição associada aos materiais auxiliares reside na sua perecibilidade, pelo que é imperativo proceder ao seu consumo segundo o princípio FIFO, de forma a evitar que estes se tornem obsoletos.

Outra particularidade relevante inerente a alguns destes materiais é a sua disposição em rolos de dimensões consideráveis, constituindo assim uma restrição que dificulta a monitorização do seu consumo.

Materiais de pintura

A categoria dos materiais de pintura refere-se a todos os materiais que são utilizados no processo de pintura das peças e engloba os produtos químicos que constituem a mistura que dá origem às tintas. Estas misturas são normalmente constituídas por um produto denominado de base e por outro com função de catalisador.

Todos os materiais de pintura, à semelhança dos *prepregs* e da maior parte dos materiais auxiliares, são perecíveis, pelo que devem ser consumidos de acordo com o princípio FIFO para evitar a sua caducidade. Para além disso, outro aspeto importante que constitui uma restrição de armazenamento é a necessidade de sistemas de armazenagem especiais que contenham tina de retenção, assim como a obrigatoriedade de utilização de equipamentos de segurança como luvas. Estes equipamentos são essenciais para evitar o derrame e o contacto direto com estes produtos, que na sua maioria possuem um elevado grau de toxicidade.

3.2.2 Locais de armazenamento e de abastecimento

O processo de logística interna da Caetano Aeronautic abrange uma área considerável da fábrica, sendo de particular interesse, no âmbito deste projeto de dissertação, conhecer a localização das áreas que estão envolvidas direta ou indiretamente nos processos de abastecimento, com o intuito de efetuar uma análise crítica à situação inicial da empresa neste aspeto em particular.

Assim, uma vez que os processos de abastecimento se iniciam nos locais de armazenamento dos diferentes materiais, são apresentadas nesta secção os armazéns referentes a cada

categoria de material, assim como os seus respetivos *layouts* enquadrados no *layout* global da fábrica, com enfoque nas zonas da produção onde estes materiais são abastecidos.

Nevera

A Nevera é uma arca frigorífica utilizada para armazenar as matérias-primas, mais concretamente os *prepregs*, uma vez que estes necessitam de armazenamento refrigerado (-18° C) para conservar as suas propriedades.

Neste armazém refrigerado, cujo *layout* está exposto na Figura 5, existem três zonas distintas: uma zona destinada ao armazenamento de materiais para testes (destacada a amarelo), uma zona destinada ao armazenamento de materiais para utilização (sinalizada a verde) e ainda outra zona dedicada ao armazenamento de materiais não conformes (representada a vermelho).

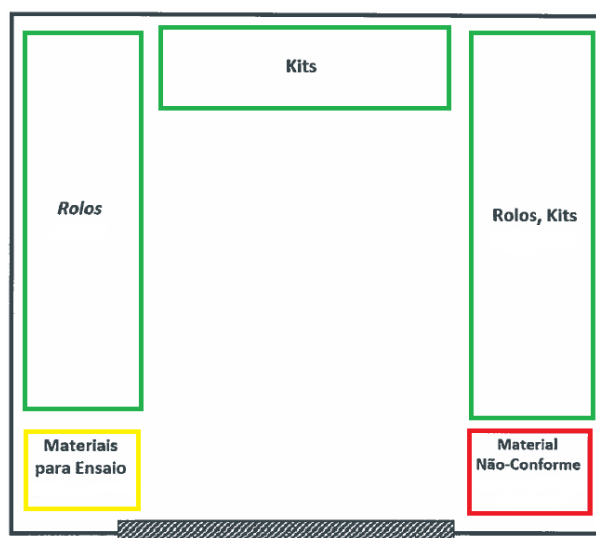


Figura 5 - Layout da arca frigorífica.

A zona de materiais para testes, apesar de corresponder a uma pequena área da Nevera, é essencial para distinguir os materiais que serão sujeitos a ensaios, que visam conferir as suas especificações e propriedades. Estes ensaios fazem parte do procedimento da receção técnica de materiais e são efetuados a uma amostra de um determinado lote. No caso de ser detetada alguma não conformidade nos ensaios efetuados, esse lote é considerado não conforme, sendo armazenado na respetiva zona.

A zona de materiais para utilização corresponde à restante área da arca frigorífica. Nesta zona, são armazenados os *prepregs* que foram admitidos como materiais conformes ou que não necessitaram de ser submetidos a ensaios. Os *prepregs* são entregues pelo fornecedor com a configuração de rolos, sendo armazenados segundo essa mesma configuração ou sob a forma de kits. Este último caso ocorre quando os *prepregs* passam pela operação de corte de tecidos, mas não seguem de imediato para a fase do *layup*, sendo então novamente armazenados na Nevera.

Armazém de núcleos e materiais auxiliares

Os núcleos e os materiais auxiliares, uma vez que não necessitam de permanecer a temperaturas negativas, nem possuem carácter tóxico, são armazenados no mesmo armazém, separadamente dos *prepregs* e dos materiais de pintura.

Este armazém, cujo *layout* se encontra ilustrado na Figura 6, possui estruturas de armazenagem destinadas aos núcleos, representadas pelas estantes numeradas de 1 a 5, e zonas dedicadas exclusivamente a materiais auxiliares, representadas a cinzento claro.

Importa ainda referir que todas as estantes, excetuando a estante 5, são consideradas de dupla profundidade para efeitos de armazenagem de núcleos. A primeira profundidade refere-se à parte frontal de uma determinada posição de armazenagem, enquanto a segunda profundidade se refere à parte posterior dessa mesma posição.

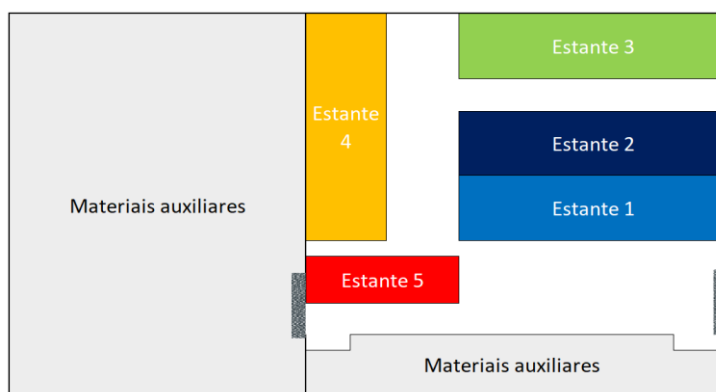


Figura 6 - Layout do armazém de núcleos e materiais auxiliares.

Observando a Figura 6, é possível ainda distinguir as duas divisões deste armazém, que se encontram separadas por uma parede, estando a zona das portas representada a preto.

Este layout demonstra ainda que a estante 5 se encontra a obstruir parcialmente a zona da porta interior, no entanto, uma vez que esta é uma estante móvel, pode ser movimentada de acordo com as necessidades de circulação no interior do armazém. Todavia, a movimentação desta estrutura de armazenagem não deixa de ser um dos problemas detetados no armazém de núcleos e materiais auxiliares, sendo estes apresentados com maior detalhe na fase da análise crítica do processo de abastecimento na Secção 3.2.5.

Armazém de materiais de pintura

Os materiais de pintura, pelas suas características de perigosidade, necessitam de um armazenamento adequado que assegure a segurança dos operadores que os utilizam. Assim, este armazém é dotado de um sistema de ventilação que auxilia na circulação do ar no seu interior, evitando que os operadores fiquem expostos a um ambiente nocivo, que a longo prazo poderia causar problemas de saúde.

O armazém de materiais de pintura contém, também, estruturas de armazenagem impostas pela legislação, que consistem em estantes metálicas com tinas de retenção, tendo como objetivo garantir a máxima segurança no armazenamento destes materiais de forma a evitar possíveis derrames no piso do armazém.

Relativamente à disposição e organização do armazém, a empresa, numa fase inicial, não apresenta um *layout* bem definido para este armazém, impondo apenas o requisito de armazenar a base da tinta juntamente com o respetivo catalisador. Assim, o aspeto organizacional foi um dos principais problemas detetados no armazém de materiais de pintura, que serão apresentados e discutidos na Secção 3.2.5, respeitante à análise do processo de abastecimento destes materiais.

Uma vez apresentados os três armazéns responsáveis pelo armazenamento de materiais e matérias-primas, importa nesta fase entender o enquadramento de cada um deles no contexto global da fábrica e o seu posicionamento relativamente às respetivas áreas de abastecimentos.

O layout geral da fábrica da CAER encontra-se representado na Figura 7.



Figura 7 - Layout geral da CAER.

Através da interpretação da Figura 7, percebe-se que, tanto a localização da arca frigorífica como do armazém de núcleos e materiais auxiliares (representados respetivamente azul claro e verde claro), se encontram em localizações bastante próximas dos pontos de abastecimento dos respetivos materiais. Assim, quer o percurso de abastecimento de *prepregs* da Nevera para a zona de ambientação (destacada a cor de rosa) e posteriormente para a sala de corte (sinalizada a cor de laranja), quer o percurso de abastecimento de núcleos e materiais auxiliares do armazém para a sala limpa (representada a azul escuro), são trajetos relativamente curtos, sendo este aspeto o principal ponto positivo do processo de abastecimento destes materiais, permitindo, à partida, a minimização do desperdício de movimentação de materiais.

Por outro lado, o armazém de materiais de pintura (destacado a lilás na Figura 7) já não apresenta a mesma proximidade em relação ao respetivo local de abastecimento, isto é, à sala de mistura/pintura (representado a amarelo). Apesar disso, o percurso de abastecimento de materiais de pintura não constitui um problema relevante, sendo ainda assim considerado um percurso curto.

3.2.3 Fluxo de materiais

Um bom fluxo de materiais é um dos aspetos mais importantes para uma fábrica no sentido de alcançar bons resultados ao nível da eficiência produtiva, evitando paragens nos setores de produção por falhas de abastecimento.

O fluxo de materiais inicia-se com a receção de encomendas efetuadas aos fornecedores sendo colocadas na zona de receção do armazém principal. Nesta fase, é efetuada uma análise visual e quantitativa do material recebido, sendo registado no sistema a entrada do material, imprimindo-se a etiqueta que o identificará na empresa.

Após efetuado o processo de receção dos materiais, estes são encaminhados para os respetivos armazéns (apresentados na Secção 3.2.2) de acordo com as suas categorias (apresentadas na Secção 3.2.1). No caso das fibras pré-impregnadas com resina, é necessário efetuar ensaios por amostragem para apurar a conformidade das suas propriedades. Se neste teste o material for considerado não conforme, é colocado na zona especificada para esse efeito, sendo posteriormente transmitida a não conformidade ao fornecedor. Se, pelo contrário, o material não apresentar qualquer desvio em relação às propriedades requeridas, este é armazenado na zona de utilização da Nevera. Alguns materiais auxiliares são também sujeitos a ensaios para testar a sua qualidade. Nos casos dos restantes materiais, estes vêm normalmente com documentos que atestam a sua qualidade, não sendo necessário efetuar estes testes.

Os materiais *prepregs* armazenados na arca frigorífica são colocados na zona de ambientação, um pouco antes de ser lançada a ordem de produção da peça, que contém todos os materiais e procedimentos requeridos para a sua confeção. Esta ambientação dos materiais é importante para que estes atinjam temperaturas adequadas de forma a evitar quaisquer problemas na fase do corte de tecidos. O processo de abastecimento destas matérias-primas é efetuado por um operador logístico devidamente autorizado a aceder à Nevera e movimentar este tipo de materiais de forma manual, que só é possível pela proximidade entre o armazém refrigerado, a zona de ambientação e a sala de corte.

Os materiais seguem, então, o seu fluxo natural, de acordo com o processo produtivo descrito na Secção 3.1.2.

Os materiais auxiliares utilizados na fase do *layup* e presentes em todas as ordens de produção das peças em compósitos, são fornecidos na sala limpa pelos próprios operadores de *layup*, que se deslocam até ao armazém de núcleos e materiais auxiliares, movimentando-os manualmente.

No caso das ordens de produção que impliquem a inclusão de núcleos, estes são abastecidos na sala limpa, também de forma manual, por um operador logístico, que ainda é responsável pelo retorno de núcleos não utilizados.

Uma vez terminada a fase do *layup*, as camadas de matérias-primas aplicadas sobre o molde envoltas no saco de vácuo, são transferidas para a zona do autoclave, por dois métodos distintos que se aplicam de acordo com o tamanho dos moldes. Os moldes mais pequenos e mais leves são transportados da zona de desmoldagem para a sala limpa e desta para a zona do autoclave, com recurso a mesas rolantes. Já no caso dos moldes maiores e de massa superior, estes são movimentados por operadores da desmoldagem, com recurso a empilhadores.

Após o processo de cura e inspeção inicial, muitas vezes as peças são enviadas para subcontratação com intuito de efetuar o recorte e furação das mesmas. O fluxo de materiais ao longo do restante processo produtivo é assegurado pela movimentação manual das peças da etapa a montante para a etapa a jusante até chegar ao armazém principal.

Na etapa da pintura, é também necessário proceder-se ao abastecimento de materiais. Este abastecimento, à semelhança do abastecimento de materiais auxiliares, é efetuado pelos

operadores de pintura, que se deslocam até ao armazém de materiais de pintura e transportam os respetivos materiais manualmente.

Importa ainda referir que as tarefas de abastecimento mencionadas não seguem um modelo definido, sendo efetuadas com base na experiência dos operadores, segundo uma estimativa acerca do tempo de consumo do stock presente no supermercado.

Quando as peças atingem o armazém principal são embaladas e armazenadas, sendo apenas expedidas quando formarem um avião completo, terminando, assim, o fluxo de material no interior da empresa.

3.2.4 Fluxo de informação

Todas as etapas do processo logístico e produtivo devem sempre ser acompanhadas de um fluxo de informação, garantindo a rastreabilidade da peça e facilitando o serviço ao cliente.

O fluxo de informação na empresa inicia-se com a receção das encomendas dos clientes, que são introduzidas no SAP. O SAP é o ERP (*Enterprise Resource Planning*) utilizado na empresa e visa a integração dos módulos de diversas áreas como compras, transportes, produção e vendas, permitindo, assim, a gestão integrada do fluxo de informação.

Após a receção de encomendas, a secção de planeamento analisa a capacidade produtiva e confirma a produção das encomendas ao cliente. Posteriormente, procede-se à verificação da necessidade de aprovisionamento de materiais e, no caso de ser necessário, são efetuadas as ordens de compra de materiais aos fornecedores. Esta análise de necessidade de aprovisionamento é efetuada com base no plano mestre de produção, tendo em conta as necessidades brutas de cada material. O material que chega fisicamente ao armazém é rececionado no sistema de informação, sendo sempre registada a movimentação do material e das peças ao longo de todas as etapas do processo logístico e produtivo.

A secção de planeamento é também responsável por elaborar um plano de produção semanal e pela geração das ordens de produção para cada dia. Estas ordens de produção são entregues na sala de corte, local onde se inicia o processo produtivo.

O operador logístico responsável por efetuar o abastecimento semanal de núcleos imprime a lista de *picking*, procedendo, posteriormente, às tarefas de abastecimento.

No final de cada etapa do processo logístico e produtivo, tem de ser introduzida no sistema a confirmação relativa à peça que termina essa etapa, que visa garantir a rastreabilidade das peças, facilitando a sua localização.

Quando a peça chega ao armazém, já com as confirmações de todas as etapas anteriores, é efetuado o encerramento da ordem de produção e atualizado o stock.

Por fim, antes da peça ser expedida é preenchida toda a documentação relativa ao seu transporte, nomeadamente a guia de remessa.

3.2.5 Análise crítica dos processos de abastecimento

Uma vez apresentados os fluxos de informação e de materiais, assim como as áreas de armazenamento e abastecimento de materiais da empresa, importa, nesta fase, analisar criticamente os processos de abastecimento, identificando os principais problemas inerentes a cada um deles.

Assim, podem distinguir-se quatro processos distintos de abastecimento na CAER, de acordo com as características do material a abastecer:

- abastecimento de *prepregs*;
- abastecimento de núcleos;
- abastecimento de materiais auxiliares;
- abastecimento de materiais de pintura.

Abastecimento de *prepregs*:

O abastecimento de fibras pré-impregnadas com resina é efetuado por um operador logístico autorizado a aceder ao armazém refrigerado, de acordo com as necessidades da sala de corte. Assim, a secção de planeamento informa o operador logístico quando deve retirar a matéria-prima da Nevera e colocá-la na zona de ambientação, sendo este processo efetuado aproximadamente com duas horas de antecedência em relação ao lançamento da OP. Após o período de ambientação, o operador logístico transporta os rolos de *prepregs* para a sala de corte e efetua a recolha dos rolos, dos quais já foi retirada uma porção para recorte, ou dos kits já cortados que não seguem imediatamente o fluxo de produção, colocando-os novamente na Nevera.

Este processo de abastecimento, pela sua simplicidade e pela proximidade entre a área de armazenagem e de abastecimento, não apresenta problemas significativos, pelo que não é alvo de estudos mais detalhados.

Abastecimento de núcleos:

Com intuito de caracterizar o abastecimento de núcleos na fase inicial, o processo foi acompanhado e monitorizado em 4 dias distintos, sendo registadas as tarefas que compõem o processo, assim como o tempo despendido e a distância percorrida em cada uma delas, anotando-se os principais problemas. A Tabela 9 do Anexo C apresenta a média dos tempos cronometrados nos 4 dias para cada tarefa do processo de abastecimento de núcleos, tendo em conta que neste processo são, em média, recolhidos 13 núcleos e abastecidos 31.

Os tempos presentes nesta tabela revelam que a maioria das tarefas são bastante demorosas, perfazendo um total de 5793 segundos, que é um tempo bastante elevado para qualquer processo de abastecimento, o que indica desde já a possível existência de deficiências e problemas no processo de abastecimento de núcleos.

Com os dados apresentados na Tabela 9 do Anexo C, foi possível ainda construir um gráfico circular, ilustrado na Figura 8, para facilitar a sua interpretação em termos relativos.

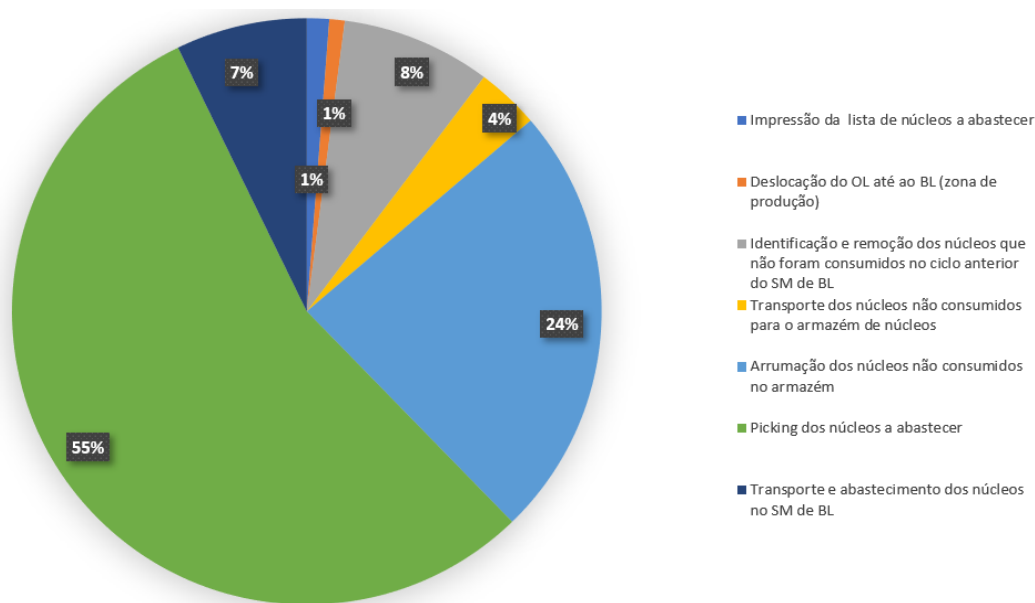


Figura 8 - Tempo percentual de cada uma das etapas do processo inicial de abastecimento de núcleos.

Analisando o gráfico da Figura 8, verifica-se que a tarefa de *picking* dos núcleos a abastecer é a que ocupa a maior percentagem, seguida da tarefa de arrumação dos núcleos não consumidos no armazém, que correspondem, respetivamente, a 55% e a 24%. Assim, uma vez que ambas as tarefas referidas são efetuadas no armazém de núcleos e materiais auxiliares, considera-se fundamental a implementação de melhorias nesta área com intuito de aumentar significativamente a eficiência de todo o processo.

Para entender os principais problemas inerentes ao processo de abastecimento de núcleos e sugerir melhorias ou soluções, importa analisá-lo com maior detalhe, sendo efetuado um estudo de observação.

O abastecimento de núcleos é efetuado semanalmente e inicia-se com a impressão da lista de núcleos a abastecer por parte do operador logístico, dirigindo-se posteriormente à zona de produção (bordo de linha), onde identifica e remove os núcleos que não foram consumidos no ciclo anterior. Nesta tarefa, observou-se uma dificuldade acrescida na identificação dos núcleos que não foram consumidos, uma vez que não existem, no supermercado de bordo de linha, localizações definidas e identificadas com o *part number* dos núcleos.

A tarefa que se segue refere-se ao transporte dos núcleos recolhidos para o armazém de núcleos e materiais auxiliares, que é efetuada manualmente pelo operador logístico, o que o obriga a repetir várias vezes o mesmo percurso para conseguir movimentar todos os núcleos.

Posteriormente, foram ainda identificadas dificuldades na tarefa de arrumação dos núcleos não consumidos no armazém, por parte do operador logístico, que tem de movimentar a estante móvel do armazém, apresentada na Figura 9, para conseguir aceder às outras estantes.

Esta escassez de espaço e de estruturas que permitam o armazenamento dos núcleos nas melhores condições, foi um dos principais problemas detetados no armazém de núcleos e materiais auxiliares. Outro aspeto relevante, que contribui para esta dificuldade, é a reduzida visibilidade das identificações dos locais designados para cada *part number*, quer pela fraca luminosidade do armazém, quer pela inexistência ou ilegibilidade de identificações de alguns *part numbers*. Estes dois problemas referidos podem ser visualizados, respetivamente, nas Figura 10 e 11.



Figura 9 - Estante móvel para armazenamento de núcleos.



Figura 10 - Corredor com luminosidade reduzida.



Figura 11 - Ilegibilidade (à esquerda) e inexistência (à direita) de identificações nas estantes de armazenamento de núcleos.

Para além disso, o facto dos cartões onde os núcleos se encontram apoiados não possuírem dimensões standard para cada *part number* torna a dificuldade de armazenamento acrescida.

Após a arrumação dos núcleos retornados, o operador logístico avança para o *picking* dos núcleos a abastecer. Nesta fase, verificaram-se dificuldades semelhantes no que diz respeito à

visibilidade das identificações, registando-se ainda a dificuldade de acesso a alguns núcleos armazenados nas prateleiras superiores das estantes. A Figura 12 apresenta o armazenamento de núcleos em locais de difícil acesso.



Figura 12 - Núcleos armazenados em prateleiras de níveis superiores de difícil acesso.

Outro fator observado que contribuiu certamente para o elevado tempo de *picking* foi o armazenamento de alguns núcleos fora das posições definidas, dificultando a sua localização.

O transporte dos núcleos a abastecer para o supermercado do bordo de linha (zona de produção) é efetuado de maneira semelhante ao transporte dos núcleos retornados para o armazém, pelo que se constatarem os mesmos problemas.

Finalmente, o operador logístico efetua o abastecimento dos núcleos no supermercado do bordo de linha, colocando os núcleos de forma aleatória nas prateleiras, não existindo localizações identificadas para cada *part number*, o que dificulta o *picking* por parte dos operadores da sala limpa, contribuindo para o decréscimo da eficiência da fase do *layup*.

Os principais problemas detetados em cada etapa do abastecimento de núcleos encontram-se resumidamente expostos na

Tabela 4.

Tabela 4 - Problemas detetados em cada tarefa do processo de abastecimento de núcleos.

Tarefa	Problemas detetados
Impressão da lista de núcleos a abastecer;	
Deslocação do operador logístico até ao bordo de linha (zona de produção);	
Identificação e remoção dos núcleos que não foram consumidos no ciclo anterior do supermercado de bordo de linha;	• O supermercado de bordo de linha não tem as localizações dos núcleos identificadas.
Transporte dos núcleos não consumidos para o armazém de núcleos e materiais auxiliares;	• O operador logístico transporta os núcleos manualmente, percorrendo várias vezes o mesmo percurso para movimentá-los na sua totalidade.
Arrumação dos núcleos não consumidos no armazém;	• Inexistência ou pouca visibilidade de identificações dos locais designados para cada <i>part number</i>; • Falta de espaço/estruturas para armazenar os núcleos nas melhores condições; • Dimensões diferentes dos cartões dos núcleos do mesmo <i>part number</i>.
<i>Picking</i> dos núcleos a abastecer;	• Inexistência ou pouca visibilidade de identificações dos locais designados para cada <i>part number</i>; • Dificuldade de acesso a posições superiores; • Núcleos armazenados fora das posições definidas
Transporte e abastecimento dos núcleos no supermercado de bordo de linha;	• Mesmo problema detetado na tarefa de transporte de núcleos não consumidos para o armazém; • Arrumação aleatória dos núcleos no supermercado de bordo de linha não existindo localizações identificadas para cada <i>part number</i>.

Abastecimento de materiais auxiliares:

Tendo em vista a caracterização inicial do abastecimento de materiais auxiliares, este processo foi acompanhado e monitorizado em 4 dias distintos, sendo registadas as tarefas que compõem o processo assim como o tempo despendido em cada uma delas, anotando-se os principais problemas. Importa ainda referir que o estudo efetuado se refere ao abastecimento de uma única referência de material auxiliar. A Tabela 10 do Anexo D apresenta a média dos tempos cronometrados e distâncias percorridas nos 4 dias para cada tarefa do processo de abastecimento de materiais auxiliares.

Os tempos presentes nesta tabela perfazem um total de 152 segundos, que apesar de não ser um tempo muito elevado, não deixa de representar um desperdício considerável, especialmente se os operadores da sala limpa efetuarem vários abastecimentos por dia.

Para facilitar a compreensão e a interpretação em termos relativos dos dados presentes na Tabela 10 do Anexo D, construiu-se um gráfico circular, que se encontra ilustrado na Figura 13.

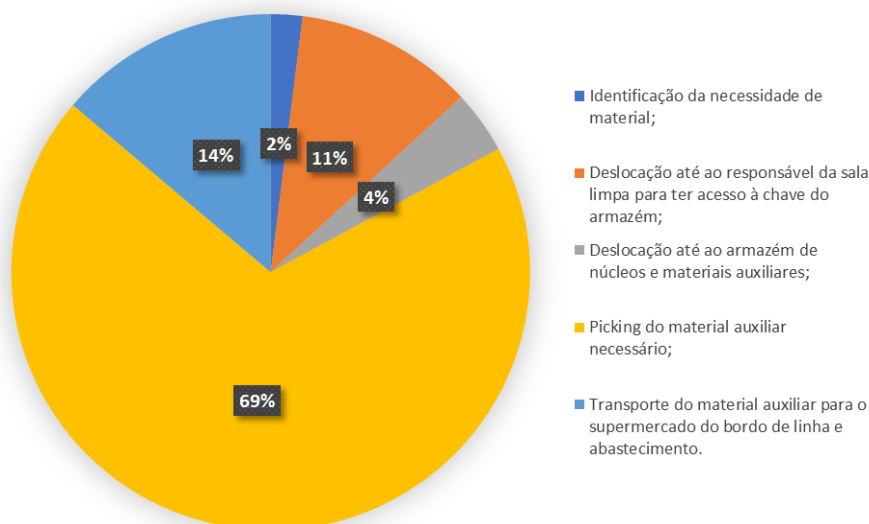


Figura 13 - Tempo percentual de cada uma das etapas do processo inicial de abastecimento de materiais auxiliares.

Efetuada uma simples análise ao gráfico da Figura 13, constata-se facilmente que a tarefa de *picking* do material auxiliar necessário representa a parcela percentual de maior relevo no processo de abastecimento de materiais auxiliares, correspondendo a 69% do tempo total do processo. Perante estes dados, e tendo em vista alcançar uma melhor eficiência no abastecimento de materiais auxiliares, torna-se evidente, mais uma vez, a importância da implementação de melhorias no armazém de núcleos e materiais auxiliares, na medida em que esta área intervém diretamente na tarefa mais crítica do processo.

Assim, de modo a entender os principais problemas inerentes ao processo de abastecimento de materiais auxiliares e sugerir melhorias ou soluções, importa analisá-lo com maior detalhe, sendo efetuado um estudo de observação.

O abastecimento de materiais auxiliares é realizado de forma diferente do abastecimento dos núcleos. Neste processo, não existe um procedimento bem definido, sendo os próprios operadores da sala limpa que se dirigem ao armazém de núcleos e materiais auxiliares para aceder ao material que necessitam quando este esgota ou está prestes a esgotar no supermercado de bordo de linha, podendo ocorrer falhas de abastecimento que provocam micro paragens na produção, comprometendo assim a eficiência da fase do layup. Ao deslocarem-se ao armazém para abastecer um material sempre que está em falta, os operadores da sala limpa percorrem várias vezes o mesmo trajeto, na medida em que, na eventualidade de faltar outro material, estes deslocam-se novamente ao armazém para proceder ao seu abastecimento.

Desta forma, uma vez que o processo de abastecimento de materiais auxiliares não está normalizado, os operadores não têm um procedimento a seguir, cometendo alguns erros que provocam a desorganização do armazém de núcleos e materiais auxiliares. Dois dos erros mais visíveis na tarefa de *picking* passam pela negligência perante o princípio FIFO, que pode causar a caducidade do material, e pela remoção de materiais de caixas fechadas quando existem caixas do mesmo material já abertas, o que implica a acumulação de caixas de dimensões consideráveis parcialmente vazias. Na Figura 14, é possível constatar visualmente este problema, que incrementam desnecessariamente a ocupação do espaço do armazém.



Figura 14 - Caixa de dimensões consideráveis parcialmente vazia.

Estes erros, aliados aos problemas de insuficiência de estruturas para armazenar materiais auxiliares e de inexistência de identificações para as suas localizações, contribuem acentuadamente para a ineficiência da tarefa de *picking* do material auxiliar, que assume um grande impacto em todo o processo de abastecimento.



Figura 15 - Problemas de insuficiência de estruturas para armazenar materiais auxiliares e de inexistência de identificações para as suas localizações.

Na Tabela 5, encontram-se resumidos os principais problemas detetados em cada uma das tarefas identificadas no processo de abastecimento de materiais auxiliares.

Tabela 5 - Problemas detetados em cada tarefa do processo de abastecimento de materiais auxiliares.

Tarefa	Problemas detetados
Identificação da necessidade de material;	Muitas vezes a necessidade de material só é detetada quando este já está em rotura.
Deslocação até ao responsável da sala limpa para ter acesso à chave do armazém;	O operador da sala limpa desloca-se do seu posto de trabalho, comprometendo a eficiência da fase do <i>layup</i>.
Deslocação até ao armazém de núcleos e materiais auxiliares;	O operador da sala limpa desloca-se do seu posto de trabalho, comprometendo a eficiência da fase do <i>layup</i>.
<i>Picking</i> do material auxiliar necessário;	- Inexistência de identificações dos locais designados para cada material auxiliar; - Inexistência de estruturas para armazenar o material auxiliar; - Caixas de grandes dimensões parcialmente vazias ocupando espaço desnecessário; - Muitas vezes os operadores retiram materiais de caixas ainda fechadas quando existem caixas do mesmo material já abertas; - Muitas vezes não se respeita o princípio FIFO, podendo causar a caducidade do material.
Transporte do material auxiliar para o supermercado do bordo de linha e abastecimento.	O operador efetua o transporte manualmente, podendo haver a necessidade de repetir o mesmo trajeto se necessitar de transportar vários materiais.

Abastecimento de materiais de pintura:

À semelhança dos processos de abastecimento de núcleos e materiais auxiliares, o processo de abastecimento de materiais de pintura foi também alvo de um estudo de tempos e métodos, com o objetivo de caracterizar a situação inicial da empresa no que se refere a este processo. Este processo foi então acompanhado e monitorizado em 4 dias distintos, sendo identificadas as principais tarefas e medidos os tempos associados a cada uma delas, anotando-se ainda os principais problemas detetados. Neste estudo, em cada um dos 4 dias monitorizados, foram efetuados abastecimentos de apenas uma referência de material de pintura, sendo os registos temporais médios e os registos de distância percorrida apresentados na Tabela 11 do Anexo E.

Com base nos dados evidenciados nesta tabela, percebe-se que o tempo total médio do processo de abastecimento de um material de pintura corresponde a 126 segundos. Este tempo, embora não seja longo, é considerado um desperdício, na medida em que os operadores de pintura não dedicam este tempo ao desempenho da sua principal função.

Para facilitar a compreensão e interpretação dos tempos das tarefas de abastecimento de materiais de pintura em termos relativos, elaborou-se o gráfico circular, que se encontra apresentado na Figura 16.

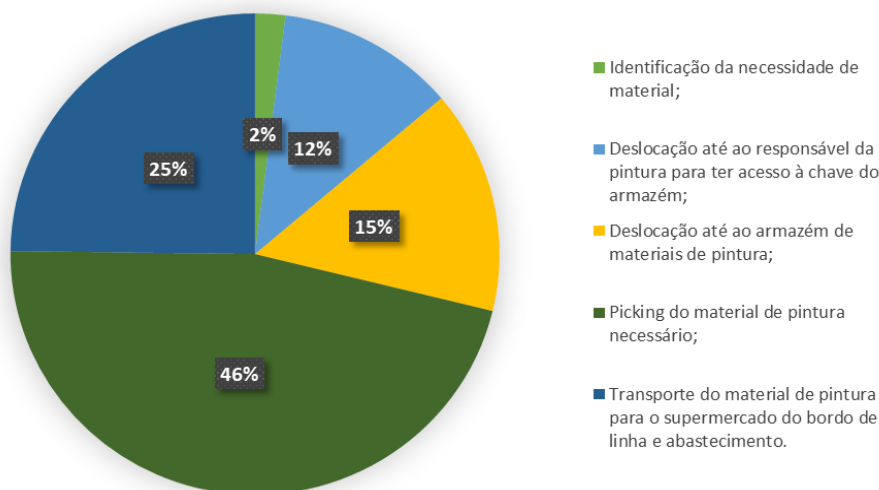


Figura 16 - Tempo percentual de cada uma das etapas do processo inicial de abastecimento de materiais de pintura.

A interpretação do gráfico da Figura 16, permite entender a grande relevância da tarefa de *picking* do material de pintura necessário em todo o processo de abastecimento de materiais de pintura, assumindo um valor percentual de 46% e representando claramente a tarefa mais demorada, seguida do transporte do material de pintura para o supermercado do bordo de linha e abastecimento, com um valor de 25%.

Estes dados demonstram que o foco principal de melhoria deve contemplar uma melhor organização do armazém de pintura (local onde se despende mais tempo) e a otimização do transporte e abastecimento dos materiais no supermercado da sala de pintura/mistura.

Deste modo, tendo em vista a identificação dos problemas inerentes a este processo de abastecimento, importa realizar um estudo de observação de forma a conhecê-lo com maior detalhe.

O abastecimento de materiais de pintura funciona de forma bastante semelhante ao abastecimento de materiais auxiliares, sendo os operadores de pintura que se deslocam até ao armazém de materiais de pintura para aceder aos materiais e proceder ao abastecimento, sempre que um material está em falta. Desta forma, os operadores de pintura, ao abandonarem o seu posto de trabalho para realizar esta tarefa, comprometem fortemente a eficiência da fase da pintura. Assim, uma vez que o processo e abastecimento de materiais de pintura não é um trabalho normalizado, torna-se propenso ao erro e, portanto, é um processo de baixa eficácia.

Os principais problemas detetados no decorrer do acompanhamento do processo de abastecimento de materiais de pintura podem ser visualizados na Tabela 6.

Tabela 6 - Problemas detetados em cada tarefa do processo de abastecimento de materiais de pintura.

Tarefa	Problemas detetados
Identificação da necessidade de material;	Muitas vezes a necessidade de material só é detetada quando este está em falta.
Deslocação até ao responsável da pintura para ter acesso à chave do armazém;	O operador da pintura desloca-se do seu posto de trabalho, comprometendo a eficiência da fase da pintura.
Deslocação até ao armazém de pintura;	O operador da pintura desloca-se do seu posto de trabalho, comprometendo a eficiência da fase da pintura.
<i>Picking</i> do material de pintura necessário;	- Inexistência de identificações dos locais designados para cada material de pintura no armazém; - Armazenamento incorreto dos materiais de pintura, devido à insuficiência de estruturas de armazenagem adequadas. - Muitas vezes não se respeita o princípio FEFO (<i>First Expire First Out</i>), podendo causar a caducidade do material.
Transporte do material de pintura para o supermercado do bordo de linha e abastecimento.	- O operador efetua o transporte manualmente, podendo haver a necessidade de repetir o mesmo trajeto se necessitar de transportar vários materiais; - Inexistência de identificações no supermercado de bordo de linha de materiais de pintura.

Os problemas relativos à inexistência de identificações para os materiais, tanto no armazém de materiais de pintura como no supermercado de bordo de linha, encontram-se ilustrados na Figura 17, evidenciando também o armazenamento incorreto destes materiais.



Figura 17 - Inexistência de identificações e armazenamento incorreto de materiais de pintura.

4 Definição dos modelos de abastecimento

Uma vez caracterizada a situação inicial da empresa no que toca aos processos logísticos de abastecimento e identificados os principais problemas presentes nas tarefas a si inerentes, este capítulo visa expor as soluções propostas para a eliminação ou minimização de desperdícios nestes processos, através da aplicação de ferramentas que têm por base as filosofias *Lean* e *Kaizen*, contribuindo assim para a melhoria da sua eficiência.

4.1 Melhorias nos locais de armazenamento

O Capítulo 3 da presente dissertação evidenciou os principais problemas inerentes aos processos de abastecimentos de núcleos, materiais auxiliares e materiais de pintura, tendo, em qualquer um dos casos, as tarefas efetuadas diretamente nos locais de armazenagem, sido identificadas como as mais críticas em termos de desperdício de tempo.

Deste modo, o primeiro passo na tentativa de obter melhorias nos processos de abastecimento passou pela implementação da ferramenta dos 5S's nas três principais áreas de armazenagem que intervêm diretamente nestes processos, com intuito de tornar estes espaços mais organizados e práticos para que as tarefas de *picking* e arrumação sejam facilitadas.

4.1.1 Implementação da ferramenta dos 5S's na secção dos núcleos do armazém de núcleos e materiais auxiliares

A primeira área de armazenagem a ser alvo desta ferramenta *Lean* foi a secção dos núcleos do armazém de núcleos e materiais auxiliares.

Assim, começou-se por identificar todas as posições de armazenagem de núcleos nas estantes do armazém, recolhendo-se a lista de todos os *part numbers* dos núcleos que são utilizados no processo produtivo. As etiquetas de papel de difícil leitura e fácil danificação foram substituídas por etiquetas magnéticas plastificadas, que além de apresentarem uma maior longevidade, devido à resistência do seu material, também facilitam uma futura mudança dos locais de armazenagem de cada *part number*, tornando a secção de núcleos bastante mais organizada e flexível. Na Figura 18, pode visualizar-se uma etiqueta magnética que contém o *part number* dos núcleos que se encontram armazenados no local acima da identificação.



Figura 18 - Etiqueta magnética de identificação do local de armazenamento de núcleos.

Este tipo de etiqueta, apresentado na Figura 18 é utilizado para os núcleos que ocupam as duas profundidades da prateleira, ou para os que podem ser acedidos pela primeira profundidade da mesma. Todavia, com intuito de rentabilização do espaço nas estantes, existem posições que podem ser ocupadas por dois *part numbers* distintos, sendo um deles colocado na primeira profundidade e o outro colocado na segunda profundidade. Neste último caso, a etiqueta do respetivo *part number* é acompanhada de uma indicação gráfica de uma seta curva, que é possível verificar pela Figura 19.



Figura 19 - Indicação gráfica de armazenamento na segunda profundidade.

Existem ainda outros casos em que a barra da estante de suporte das prateleiras do nível inferior, onde são afixadas as etiquetas, se encontra a uma altura muito próxima do solo, podendo, eventualmente, ser tapada por alguns cartões de apoio de núcleos, impedindo a sua leitura. Nesta situação, para contornar este problema, estas etiquetas são colocadas na barra de apoio da prateleira do nível imediatamente acima, sendo-lhe acrescentada uma indicação gráfica de uma seta com o sentido inferior, que se encontra representada na Figura 20.



Figura 20 - Indicação gráfica de armazenamento na prateleira abaixo

Paralelamente à implementação desta melhoria no âmbito da gestão visual, e tendo-se identificado anteriormente uma insuficiência ao nível das estruturas de armazenagem para o

acomodamento de núcleos, iniciou-se a pesquisa e pedido de orçamentos para a aquisição de uma nova estante. Este crescimento do armazém ao nível estrutural contribuiu significativamente para se alcançar uma melhor distribuição dos núcleos, evitando a acumulação de um número considerável de núcleos em níveis superiores das estantes, facilitando o seu acesso e descongestionando a zona envolvente de uma das lâmpadas do armazém, resultando num aumento da luminosidade desta área de armazenagem. A Figura 21 mostra o acréscimo de luminosidade referido, resultante da menor altura de armazenagem dos núcleos nos níveis superiores.



Figura 21 - Melhorias ao nível da luminosidade e do acesso aos núcleos dos níveis superiores.

Esta nova estante permitiu ainda a libertação da estante móvel do armazém de núcleos e materiais auxiliares, que foi retirada do seu interior, desocupando algum espaço e, conseqüentemente, melhorando significativamente a circulação no armazém.

Ainda relativamente à armazenagem dos núcleos, no sentido de colmatar a possível queda das pilhas de núcleos cujas áreas de apoio são reduzidas ou irregulares, foi sugerida a aquisição de suportes. No entanto, devido ao orçamento limitado disponibilizado pela empresa, esta aquisição não foi efetuada, tendo-se, no entanto, optado por uma solução alternativa de baixo custo, que consistiu na colocação de suportes de cartão resistente, que garantem a mesma funcionalidade, assegurando o correto acondicionamento deste tipo de núcleos. A Figura 22 mostra esta solução alternativa.



Figura 22 - Suporte de apoio aos núcleos.

Por outro lado, foi também sugerido o contacto com o fornecedor de núcleos no sentido de garantir a standardização das medidas dos cartões do mesmo *part number* onde são apoiados os núcleos. No entanto, não foi possível chegar a um acordo com o fornecedor relativamente a este assunto, pelo que se manteve a discrepância nas dimensões dos cartões dos núcleos. Todavia, o impacto deste problema foi atenuado com a aquisição da nova estante que permitiu uma melhor distribuição dos núcleos.

Finalmente, com intuito de facilitar as tarefas de arrumação e de *picking* destes materiais, foi elaborada uma matriz de localização dos núcleos no armazém, que pode ser visualizada na Figura 34 do Anexo F. Este documento, contém um *layout* do armazém com as estantes e prateleiras identificadas, assim como uma lista de todos os *part numbers* existentes acompanhados da sua respetiva localização, que é composta pela letra da estante seguida do número da prateleira onde está armazenado. Para além disso, esta matriz também contém uma breve nota explicativa para facilitar a sua interpretação.

Assim, foram afixados dois exemplares da matriz referida, em pontos estratégicos da secção de núcleos do armazém de núcleos e materiais auxiliares, de forma a minimizar as deslocações do operador logístico quando pretende localizar um determinado *part number*, contribuindo para a padronização das tarefas de arrumação e de *picking*, que estão inseridas no processo de abastecimento de núcleos.

4.1.2 Implementação da ferramenta dos 5S's na secção dos materiais auxiliares do armazém de núcleos e materiais auxiliares

A secção de matérias auxiliares foi a área de armazenamento que se seguiu no processo de melhoria organizacional baseado na ferramenta dos 5 S's.

Neste sentido, o primeiro passo consistiu na recolha de informação acerca de todas as referências de materiais auxiliares. Assim, sabendo as características, as dimensões, a forma de acondicionamento e o consumo médio de cada tipo de material auxiliar, tornou-se mais intuitiva e fundamentada a completa remodelação da secção de materiais auxiliares do armazém de núcleos e materiais auxiliares.

Procedeu-se, então, à pesquisa de estruturas de armazenagem para acomodar os materiais auxiliares, iniciando-se o contacto com fornecedores, no sentido de pedir orçamentos e seleccionar a proposta que melhor se enquadrasse nas condições pretendidas e no capital disponibilizado pela empresa.

Após várias alternativas estudadas, concluiu-se que deveriam ser instaladas duas estantes nas extremidades laterais da secção de materiais auxiliares, sendo definido um local para cada referência de material, tendo por base as restrições por estes impostas. Deste modo, os materiais que são acondicionados em paletes, de peso considerável e em maiores quantidades, foram colocados ao nível do solo, tanto numa zona central do armazém, como nas zonas inferiores às estantes. Os restantes materiais foram armazenados em caixas nas prateleiras, sendo o primeiro nível reservado para os materiais de maior consumo e a primeira profundidade para materiais de menor validade. Por outro lado, o nível superior destina-se a materiais de consumo menos significativo e, as profundidades seguintes, a materiais cujo tempo de validade expira num período mais extenso. Importa ainda salientar que as profundidades seguintes de cada posição na prateleira são utilizadas para o armazenamento do stock de reserva do material alocado nessa mesma posição. A Figura 23 ilustra as melhorias implementadas na secção de materiais auxiliares do armazém.



Figura 23 - Melhorias implementadas a nível organizacional na secção de materiais auxiliares.

Do mesmo modo, foi também definida a utilização de materiais que sejam fornecidos em fitas e acondicionados em caixas de menores dimensões, sempre que possível, em detrimento dos materiais fornecidos em rolos de maiores dimensões, com o intuito de facilitar as tarefas de manuseamento. Assim, esta medida permite rentabilizar o espaço ocupado no armazém.

Por último, com a finalidade de proporcionar uma localização imediata de um material auxiliar no armazém, foram utilizadas etiquetas magnéticas plastificadas, semelhantes às utilizadas na secção de núcleos. Estas etiquetas, que são aplicadas aos materiais armazenados nas estantes, indicam a referência do material auxiliar armazenado na posição em que esta se encontra. No caso dos materiais armazenados em paletes na zona central do armazém, a respetiva etiqueta, que não possui banda magnética, foi colocada na parede, com a maior proximidade possível relativamente à posição de armazenagem do material.

Para complementar as etiquetas de identificações dos materiais auxiliares, foi ainda elaborada uma matriz de localização destes materiais no armazém, que é similar à matriz efetuada para os núcleos. Este documento apresenta uma lista de todas as referências existentes associadas à sua respetiva localização, que é composta pela letra da estante seguida do número da prateleira onde está armazenada. O *layout* do armazém e uma nota explicativa são dois elementos que também compõem este documento e que auxiliam na sua interpretação. Importa ainda salientar, no âmbito da implementação da ferramenta 5S's na secção de materiais auxiliares do armazém, a colocação estratégica de dois exemplares da referida matriz, minimizando as deslocações do operador no momento de localizar a referência pretendida.

Em suma, todas estas medidas mencionadas, promovem a organização da secção de materiais auxiliares, facilitando as tarefas de *picking* do seu processo de abastecimento.

No sentido de manter a organização do armazém, foi sugerida a sua limpeza diária pela técnica de limpeza da empresa, sendo também os operadores logísticos sensibilizados para evitar a acumulação de caixas vazias e outros objetos desnecessários ao funcionamento do armazém.

4.1.3 Implementação da ferramenta dos 5S's no armazém de materiais de pintura

A última área de armazenagem a ser sujeita à implementação da ferramenta dos 5S's com o intuito de melhorar a sua organização foi o armazém de materiais de pintura.

O problema mais crítico detetado no armazém de materiais de pintura foi o armazenamento incorreto destes materiais em locais que não possuem tinas de retenção, elemento obrigatório em qualquer armazém de produtos químicos segundo as normas de segurança destes materiais. Assim, a primeira medida a ser implementada passou pela aquisição de uma nova estante metálica que cumprisse as normas referidas, permitindo uma correta alocação dos materiais de pintura.

Uma vez colmatado o problema de insuficiência de estruturas de armazenagem, as principais melhorias implementadas neste armazém passaram, em primeiro lugar, pela identificação das posições de armazenagem com a respetiva referência do material de pintura, através da colocação de etiquetas magnéticas plastificadas nas estantes metálicas, que são idênticas às utilizadas para identificação de núcleos e materiais auxiliares, apresentando, portanto, as mesmas vantagens já referidas na Secção 4.1.1.

Em segundo lugar, a elaboração da matriz de localização dos materiais de pintura no respetivo armazém, baseada no mesmo modelo das matrizes utilizadas no armazém de núcleos e materiais auxiliares, consistiu também num meio importante para facilitar a localização das diferentes referências destes materiais e melhorar, não só a organização do armazém, como também a tarefa de *picking*, que constitui a maior parcela temporal do processo de abastecimento de materiais de pintura.

Para além disso, uma preocupação relevante, levada em consideração na organização deste armazém, foi garantir que o *picking* dos materiais de pintura seguisse o princípio FIFO ou FEFO (*First Expire First Out*), na medida em que todos os materiais desta categoria apresentam caducidade. Desta forma, para além de ser definida e identificada uma posição para cada referência de material, foi também definido que os lotes de material mais próximos de atingir a caducidade seriam colocados na primeira profundidade das estantes na posição definida para a respetiva referência, de modo a serem retirados em primeiro lugar. Quanto aos lotes cujo a validade é mais extensa, estes são colocados nas profundidades seguintes, da menor para a maior validade. Este princípio permite o melhor aproveitamento dos materiais de pintura, evitando a sua caducidade.

Na Figura 24 é possível visualizar as estantes metálicas do armazém de materiais de pintura, com as posições definidas segundo o princípio FEFO e identificadas de acordo com a respetiva referência de material.



Figura 24 - Estantes metálicas do armazém de materiais de pintura, com as posições identificadas de acordo com a respetiva referência.

Tendo em vista a manutenção a nível organizacional do armazém, foram ainda dadas instruções aos operadores logísticos no sentido de respeitarem o princípio FEFO, avançando

os materiais uma profundidade para a frente quando são retirados os materiais da primeira profundidade e colocando os materiais recentemente adquiridos nas últimas profundidades.

4.2 Melhorias dos locais de abastecimento

Para além dos problemas evidenciados no processo de *picking* de qualquer um dos materiais, que se apresentaram como sendo os mais críticos, as áreas de abastecimento também evidenciaram problemas organizacionais assinaláveis, pelo que se considerou de extrema importância a implementação de melhorias nestes locais.

4.2.1 Definição do supermercado de núcleos

O primeiro aspeto a ter em consideração na definição do supermercado de núcleos reside na decisão do seu modelo de abastecimento. Esta decisão assenta, fundamentalmente, em primeiro lugar, nos níveis de consumo dos materiais em causa e, em segundo lugar, no espaço disponível na zona de produção.

Inicialmente, na empresa, não existiam registos precisos afetos ao consumo de núcleos. Deste modo, estes dados foram obtidos através do cruzamento de informações entre os inventários efetuados periodicamente e as encomendas recebidas, sendo confirmados e aprimorados pelas informações contidas nas ordens de produção. No Anexo G, encontra-se apresentada a Tabela 12, referente aos consumos de núcleos nos últimos doze meses.

Assim, uma vez que os núcleos representam uma matéria-prima utilizada apenas em peças pertencentes ao programa A400, estes não apresentam níveis de consumo muito elevados.

Por conseguinte, a opção quanto ao modelo de abastecimento em que irá operar o supermercado de núcleos recaiu sobre o abastecimento *junjo* ou sequencial, uma vez que os núcleos são materiais de dimensões consideráveis e apresentam uma grande variedade de *part numbers*. Ao contrário do modelo de abastecimento contínuo (*kanban*), este modelo permite uma maior poupança ao nível de espaço, não sendo necessário um supermercado com capacidade para armazenar a totalidade dos 78 *part numbers* dos núcleos.

O supermercado de núcleos deverá então contar com pelo menos 11 posições para armazenamento de núcleos de acordo com a sequência em que serão utilizados no *layup*. Este valor foi obtido de acordo com o número médio de núcleos utilizados por dia, multiplicado por um coeficiente de segurança que reflita a variabilidade do número de núcleos consumidos por dia, definido em 1,5.

Para além da definição do modelo de abastecimento e da dimensão do supermercado de núcleos, é também de extrema importância garantir a sua gestão visual com intuito de facilitar o *picking* dos operadores da sala limpa. Desta forma, foram colocadas etiquetas magnéticas com a identificação dos *part numbers* presentes no supermercado de núcleos. A versatilidade e flexibilidade destas etiquetas, resultante da sua fácil remoção e aplicação na estante, garante a manutenção deste princípio de gestão visual, uma vez que assegura a identificação de qualquer *part number* presente na estante sem que estes tenham uma posição pré-determinada. A Figura 25 lustra a aplicação do método de gestão visual referido, no supermercado de núcleos da sala limpa.



Figura 25 - Identificações magnéticas dos part numbers presentes no supermercado de núcleos da sala limpa.

4.2.2 Definição do supermercado de materiais auxiliares

A categoria dos materiais auxiliares, ao contrário dos núcleos, é utilizada na produção de todos os programas, sendo, por isso, o seu consumo, de um modo geral, superior ao consumo dos núcleos. Os dados relativos ao consumo de materiais auxiliares nos últimos doze meses foram obtidos de forma idêntica aos dados do consumo de núcleos, na falta de uma informação mais precisa, e podem ser observados na Tabela 13 do Anexo H.

Deste modo, tendo por base as informações retiradas através da análise do consumo de materiais auxiliares, optou-se por definir um modelo de abastecimento *Kanban* no respetivo supermercado. Para além disso, é de notar que, enquanto a categoria dos núcleos apresenta 78 *part numbers* distintos, a categoria dos materiais auxiliares apenas se resume a 19 referências distintas, 13 das quais podem ser acondicionadas em caixas e as restantes na forma de rolos. Assim, este número reduzido de referências a acomodar em caixas no supermercado, constituiu também um fator importante na decisão por este modelo de abastecimento, garantindo a ocupação de um espaço reduzido na sala limpa.

Uma vez selecionado o modelo de abastecimento a operar no supermercado de materiais auxiliares, importa nesta fase definir a sua dimensão em termos de caixas.

O primeiro passo nesse sentido consiste na definição das dimensões das caixas a utilizar para acomodar cada referência, existindo várias opções distintas de caixas standard, que podem ser observadas na Tabela 7.

Tabela 7 - Dimensões de caixas standard in (Coimbra 2013).

	Tamanhos de caixas standard		
Altura da Caixa (mm)	600 x 400mm	400 x 300mm	300 x 200mm
120	20 litros	10 litros	5 litros
235	45 litros	20 litros	-
320	60 litros	-	-

Assim, tendo em conta as dimensões de cada referência em estudo, optou-se pela utilização das caixas de 300 x 200 x 120mm para a maior parte das referências, sendo que as referências de maior dimensão ditaram a opção por caixas de 600 x 400 x 320mm, de 600 x 400 x 235 e de 400 x 300 x 235mm. Na Tabela 15 do Anexo J, podem ser consultadas as dimensões das

caixas selecionadas e o número de componentes em si alocados para cada referência de material auxiliar.

Após a definição da dimensão das caixas a utilizar em termos de componentes para cada referência de materiais auxiliares, o passo que se segue reside no cálculo do número total de caixas que o supermercado *Kanban* de materiais auxiliares deve acomodar.

Este cálculo é efetuado com base nos dados de consumo médio e da sua variação percentual, na dimensão das caixas em termos de número de componentes que suportam e no tempo total do ciclo de abastecimento, que se refere ao tempo que decorre entre dois abastecimentos consecutivos.

Na definição deste último parâmetro deve ter-se em consideração, não só os dados referentes ao consumo de materiais auxiliares, mas também o espaço disponível na sala limpa para a colocação do supermercado *kanban*, na medida em que, quanto maior o ciclo de abastecimento, maior será a dimensão do supermercado em termos de caixas e, consequentemente, maior a área ocupada na sala limpa.

Assim, tendo em conta que o consumo de materiais auxiliares, apesar de ser superior ao consumo dos núcleos, não é, ainda assim, muito elevado, estudaram-se as seguintes possibilidades relativamente ao ciclo de abastecimento:

- ciclo de abastecimento de 24 horas (1 abastecimento por dia);
- ciclo de abastecimento de 12 horas (2 abastecimentos por dia);
- ciclo de abastecimento de 8 horas (3 abastecimentos por dia).

É de referir que não foram considerados ciclos de abastecimento menores, uma vez que implicariam a criação de um terceiro turno no departamento logístico, de modo a coordenar-se com o horário da zona produtiva do *layup*, tendo a empresa considerado que não seria viável essa alteração.

Os cálculos efetuados para determinar o número total de caixas do supermercado de materiais auxiliares para cada ciclo de abastecimento em estudo são apresentados nas folhas de cálculo presentes nas Tabelas 16, 17 e 18 do Anexo K.

Verificou-se então que, para um ciclo de abastecimento de 8 horas, o volume ocupado pela totalidade das caixas que compõem o supermercado de materiais auxiliares toma o valor de 665 litros, o que corresponde a uma redução de 45% comparativamente ao volume ocupado pelas caixas num supermercado com ciclo de 24h, e de 19% relativamente ao volume ocupado pelas caixas num supermercado com ciclo de 12h. Assim, tendo em conta esta diferença significativa ao nível do espaço ocupado pelo supermercado e, sabendo que a sala limpa deve conter uma vasta área de circulação para garantir a entrada e saída de moldes, optou-se pela aplicação do ciclo de abastecimento de 8h no supermercado *kanban* de materiais auxiliares.

Assim, para implementar este supermercado *Kanban*, é necessário adquirir uma estante de *picking* dinâmico. Devido às restrições impostas pela empresa ao nível orçamental, não foi possível, nesta fase, a implementação deste supermercado, no entanto esta solução foi equacionada para uma futura implementação na empresa.

Relativamente às restantes referências de matérias auxiliares que assumem a configuração de rolos de maiores dimensões, já existe na sala limpa um suporte adequado para a sua utilização. No entanto, esta estrutura tem apenas capacidade para alocar um rolo de cada referência, dificultando o seu abastecimento.

A solução proposta para melhorar a eficiência deste processo passa por uma das seguintes opções:

- aquisição de uma estrutura idêntica para alocação de rolos de reserva;

- criação de um método de medição do diâmetro dos rolos que sirva de sinal de abastecimento.

A primeira opção aplica o princípio de abastecimento de duplo lote, baseado no modelo *Kanban*, existindo um rolo em utilização e um rolo de reposição para cada referência de material auxiliar que assume esta configuração. O consumo é sempre garantido pelo rolo em utilização, apenas sendo consumido o material do rolo de reposição quando acabar o material do rolo em utilização. Neste momento, o rolo de reposição passa a ser identificado como rolo de utilização e rolo que ficou sem material será substituído por um novo rolo, identificado como rolo de reposição.

Esta opção é bastante prática e intuitiva se for respeitado o princípio do duplo lote. No entanto, apresenta um custo acrescido decorrente da necessidade de aquisição de uma nova estrutura para a colocação dos rolos, uma vez que a estrutura existente não tem capacidade para alocar dois rolos de cada referência de material auxiliar que apresenta esta configuração.

A segunda opção implica a construção de um gabarito com a forma de um semicírculo, com o diâmetro correspondente ao ponto de reposição do rolo. Este diâmetro é calculado com base nos dados de consumo destes materiais e no tempo de ciclo de abastecimento. Assim, se o gabarito, acoplado à estrutura onde se encontram os rolos, encaixar no respetivo rolo, significa que no próximo ciclo este deve ser abastecido.

Esta opção, apesar de requerer a construção de um gabarito para cada rolo e requerer a verificação do ponto de reposição em cada ciclo de abastecimento por parte do operador logístico, não apresenta custos muito significativos, sendo por isso a opção adotada.

Desta forma, com intuito de garantir a gestão visual e assegurar a implementação deste método reposição de rolos, foram colocadas etiquetas que identificam as referências dos materiais alocados nas estruturas de suporte, às quais serão também acoplados os gabaritos, marcados com a referência correspondente ao respetivo rolo.

As identificações colocadas nas estruturas e os gabaritos de controlo de reposição encontram-se representados respetivamente nas Figura 26 e Figura 27.



Figura 26 - Identificações das referências colocadas na estrutura de suporte de rolos.

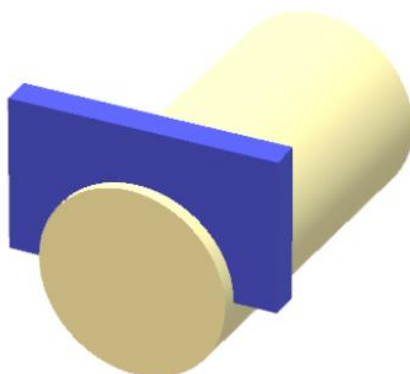


Figura 27 - Gabarito de controlo do ponto de reposição dos rolos.

4.2.3 Definição do supermercado de materiais de pintura

Na definição do supermercado de materiais de pintura, seguiu-se o mesmo procedimento efetuado para a definição dos supermercados de núcleos e materiais auxiliares, tendo-se em consideração os dados relativos ao consumo médio de materiais de pintura dos últimos doze meses, que podem ser consultados na Tabela 14 do Anexo I. É de referir que estes dados foram obtidos de forma semelhante aos dados referentes, tanto aos consumos de núcleos, como aos consumos de materiais auxiliares.

Os materiais de pintura apresentam níveis de consumo relativamente superiores aos dos núcleos, pelo que, em relação ao modelo de abastecimento a introduzir no supermercado da sala de mistura, se considerou o abastecimento contínuo ou *kanban* como o mais adequado.

O outro fator que suportou esta decisão prendeu-se com o facto de os materiais de pintura serem constituídos por 15 referências e pelas estruturas existentes na sala de mistura serem suficientes para armazenar pelo menos duas latas de cada referência.

Assim, optou-se por adotar o método do duplo lote que se baseia no modelo de abastecimento *kanban* e necessita de, pelo menos, duas latas para cada referência. Uma das latas é a lata de utilização, sendo a única que pode ser consumida. A outra lata é a de reposição, que apenas é consumida quando a tinta da lata de utilização acabar. Nesse momento, a lata de reposição passa a ser identificada como lata de utilização, sendo colocada na posição de utilização, e a outra lata é substituída, no decorrer do processo de abastecimento de materiais de pintura, por uma lata identificada como lata de reposição, sendo colocada na posição de reposição.

Com intuito de proporcionar uma melhor gestão visual do supermercado de materiais de pintura, foram colocadas etiquetas com as referências dos materiais de pintura no local determinado para cada uma delas, sendo também colocadas identificações para distinguir as posições de utilização das posições de reposição. Estas medidas de gestão visual podem ser observadas respetivamente na Figura 28.

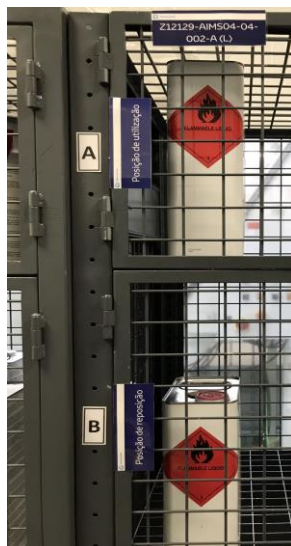


Figura 28 – Supermercado de materiais de pintura com identificação das referências de material e das posições de utilização e reposição.

4.3 Ferramenta informática de requisição e de abastecimento de materiais

A ferramenta de requisições e abastecimentos de materiais surge da necessidade de melhoria do processo de abastecimento de materiais nas zonas de produção da Caetano Aeronautic, tendo como principal objetivo a minimização de desperdícios decorrentes deste processo, nomeadamente a movimentação de colaboradores.

Assim, esta ferramenta, elaborada num ficheiro Access, permite efetuar requisições de materiais, ficando estas registadas no sistema e visíveis por parte do departamento logístico, que é responsável por efetuar o abastecimento. Para além do departamento logístico, representado por um operador logístico, designado para efetuar os abastecimentos, os restantes utilizadores autorizados desta aplicação são o responsável da sala limpa, designado para efetuar a requisição de núcleos e materiais auxiliares, e o responsável da pintura, encarregue das requisições de materiais de pintura.

Desta forma, a utilização desta aplicação informática, permite a partilha de informação em tempo real entre os departamentos de produção e de logística, funcionando de forma semelhante a um *kanban*, no caso dos materiais auxiliares e de pintura, ou semelhante a um *junjo*, no caso dos núcleos, uma vez que sinaliza as necessidades de abastecimento de cada material.

Para além disso, outra grande vantagem da sua implementação reside na possibilidade de obter registos precisos do consumo de cada material abrangido por esta ferramenta, facilitando a tarefa do departamento de compras nas encomendas lançadas aos fornecedores, o que, a médio longo prazo, contribuirá para uma melhor gestão de stocks de materiais.

Com o intuito de apresentar a ferramenta de requisição e abastecimento de materiais aos seus utilizadores, foi ministrada uma formação de curta duração e disponibilizado um manual de utilização, que se encontra disponível no anexo em volume separado.

A implementação desta ferramenta foi um processo gradual, sendo aplicada inicialmente apenas para o abastecimento de núcleos e mais tarde alargada a sua utilização aos materiais de pintura e aos materiais auxiliares.

De forma a complementar as funcionalidades desta ferramenta na área de aprovisionamento de materiais, foi sugerido pela empresa a elaboração de outra ferramenta informática que auxiliasse na decisão de compra, uma vez que não se utiliza o MRP disponibilizado pelo SAP,

devido à discrepância entre a informação nele contida e a informação real. Assim, apesar de este trabalho não estar incluído no projeto inicial de definição e melhoria dos processos de abastecimento, acaba por enriquecer este mesmo projeto, alargando a sua intervenção à área do aprovisionamento de materiais.

Deste modo, foi desenvolvida uma ferramenta informática em Excel, baseada em algoritmos MRP, que permite ao utilizador saber quando encomendar um determinado material e em que quantidade. Para isso o utilizador deve inserir os dados relativos às necessidades brutas do material para os próximos 10 dias, que devem ser disponibilizados pelo departamento de planeamento, os recebimentos programados para o mesmo período e as existências projetadas da semana anterior. Para além disso, devem ainda estar registados na ferramenta, os dados de cada material, nomeadamente no que se refere ao prazo de entrega e ao tipo de loteamento. O Anexo L apresenta de forma mais detalhada esta ferramenta.

4.4 Definição do transporte, rota e tarefas de abastecimento

Uma vez implementadas melhorias nas áreas de armazenagem e de abastecimento dos materiais em estudo, a próxima etapa para completar a definição dos processos de abastecimento de materiais às zonas de produção reside na definição e normalização das tarefas em si integradas, incluindo a determinação do transporte e da rota adequados a cada tipo de material.

4.4.1 Processo de abastecimento de núcleos

O novo processo de abastecimento de núcleos inicia-se com a requisição dos núcleos que serão utilizados no ciclo seguinte na zona produtiva do *layup*, através da ferramenta informática apresentada na Secção 4.3. Esta requisição deve ser efetuada pelo responsável da sala limpa todos os dias até às 16h, com base na informação da lista técnica de materiais contida nas ordens de produção que serão concretizadas no ciclo seguinte. As requisições devem ser efetuadas na ordem pela qual as respetivas ordens de produção serão executadas, de forma a garantir o abastecimento sequencial. Uma vez efetuada a requisição, a lista de núcleos a abastecer fica disponível na ferramenta informática e deve ser consultada pelo operador logístico pelas 16:30h, iniciando assim as tarefas de abastecimento. Os ciclos de abastecimento foram definidos em 24 horas, sendo efetuado um abastecimento diário a ter início às 16:30h.

A primeira tarefa a efetuar no processo de abastecimento por parte do operador logístico é imprimir a lista de núcleos a abastecer, devendo, de seguida, dirigir-se ao supermercado de núcleos, de forma a retirar os *part numbers* e as respetivas identificações que não foram utilizados no ciclo anterior e que não se encontram na lista de núcleos a abastecer. O operador logístico deve, então, transportá-los com recurso ao carro de abastecimento até à secção de núcleos do armazém de núcleos e materiais auxiliares e proceder à sua arrumação de acordo com a matriz de localização de núcleos. Quanto às identificações retiradas do supermercado, estas também devem ser colocadas numa caixa, presente numa das estantes de armazenamento de núcleos, destinada à sua arrumação.

A tarefa seguinte consiste no *picking* dos *part numbers* presentes na lista de núcleos a abastecer e das suas respetivas identificações, novamente com o auxílio da matriz de localização de núcleos, colocando-os no carro de abastecimento segundo a ordem pela qual aparecem na lista e transportando-os até ao supermercado de núcleos na sala limpa. Nesta fase, o operador logístico deve colocar os núcleos na estante do supermercado, segundo a mesma sequência, abastecendo-os da esquerda para a direita e de cima para baixo ao longo da

estante. Juntamente com cada *part number*, deve ser também colocada na estante a respetiva etiqueta magnética que o identifica.

A Figura 29 ilustra a forma como devem ser abastecidos os núcleos segundo a sequência determinada, na estante do supermercado de núcleos.

1	2
3	4
5	6
7	8

Figura 29 - Abastecimento Junjo no supermercado de núcleos segundo a sequência determinada na lista.

Relativamente à rota definida para o abastecimento de núcleos, esta foi definida de forma a minimizar a distância percorrida, tendo em conta as dimensões do carro de abastecimento e do layout da fábrica, podendo ser visualizada na Figura 43 do Anexo M.

O transporte dos núcleos ao longo da rota de abastecimento é efetuado com recurso a um carro de abastecimento. Este carro, que contém prateleiras para aumentar a capacidade de transporte, foi reaproveitado, uma vez que, anteriormente, na situação inicial do armazém de núcleos e materiais auxiliares, tinha a funcionalidade de uma estante móvel no armazenamento de núcleos. Desta forma, conseguiu-se melhorar o transporte de núcleos sem qualquer incremento a nível de custos. O carro utilizado no transporte de núcleos pode ser visualizado através da Figura 30.



Figura 30 - Carro utilizado no transporte de núcleos.

4.4.2 Processo de abastecimento de materiais auxiliares

O novo processo de abastecimento de materiais auxiliares, apresenta diferenças bastantes significativas comparativamente com o processo seguido anteriormente, nomeadamente no que diz respeito aos operadores responsáveis pelas tarefas de abastecimento. Assim, estas

tarefas deixam de ser efetuadas pelos próprios operadores da sala limpa, passando a ser da responsabilidade de um operador logístico.

Este novo processo proposto para o abastecimento de materiais auxiliares inicia com a requisição de materiais efetuada pelo responsável da sala limpa, sendo-lhe comunicada a informação de que foi consumida uma caixa de um dado material pelo operador que utilizou o último componente da respetiva caixa. Uma vez efetuada a requisição, a informação relativa aos materiais auxiliares a abastecer fica acessível ao operador logístico, que deve imprimir a lista de materiais a abastecer dando início ao ciclo de abastecimento.

Este ciclo de abastecimento foi definido anteriormente em 8h, o que corresponde a 3 abastecimentos diários, com início às 7:30h, às 15:30h e às 23:30h. Para isso, é necessário que pelo menos dois operadores logísticos trabalhem em horários compatíveis com os dois primeiros turnos aplicados à zona produtiva do *layup*, ou seja, um operador que cumpra o horário das 7:30 às 16:30 e outro operador que trabalhe das 15h às 00:00h.

A primeira tarefa do ciclo de abastecimento, após a impressão da lista de materiais a abastecer, consiste na deslocação do operador logístico até à secção de materiais auxiliares do armazém de núcleos e materiais auxiliares, devendo proceder, de seguida, ao *picking* dos materiais presentes na lista e à sua colocação nas caixas recolhidas do supermercado de materiais auxiliares da sala limpa no ciclo de abastecimento anterior, devendo estas ser transportadas nas prateleiras intermédias do carro de abastecimento. No que se refere aos materiais que assumem a configuração de rolo, estes devem ser colocados na base do carro de transporte.

Na fase que se segue, o operador logístico transporta os materiais a abastecer para o supermercado de materiais auxiliares da sala limpa, repondo as caixas nos locais indicados para cada referência no lado de abastecimento da estante e recolhendo as caixas vazias, que entretanto foram colocadas na ultima prateleira pelos operadores do *layup*, que consumiram o seu último componente. Relativamente aos materiais auxiliares que assumem a configuração de rolo, o seu abastecimento consiste na troca do rolo consumido pelo novo rolo, ou na colocação do novo rolo numa posição da estrutura de suporte próxima do rolo no qual foi identificada a necessidade de reposição no ciclo anterior, apesar de ainda não ter sido totalmente consumido.

Antes de regressar ao armazém para colocar as caixas vazias recolhidas, o operador logístico é ainda responsável por efetuar o controlo da necessidade de reposição de cada rolo recorrendo ao respetivo gabarito, segundo o método mencionado na Secção 4.2.2, indicando ao responsável da sala limpa os rolos que necessitam de reposição para este efetuar as requisições correspondentes.

No que diz respeito à rota definida para o abastecimento de materiais auxiliares, esta foi definida de forma a minimizar a distância percorrida, tendo em conta as dimensões do carro de abastecimento e do layout da fábrica, podendo ser visualizada na Figura 44 do Anexo N. Esta rota é bastante semelhante à rota de abastecimento de núcleos, uma vez que estes dois processos de abastecimento partilham das mesmas áreas de armazenagem e abastecimento.

Desta forma, o ideal, em termos de redução de deslocações por parte do operador logístico, seria efetuar-se o processo de abastecimento de núcleos juntamente com o processo de abastecimento de materiais auxiliares do ciclo das 15:30h, sendo para isso necessária a aquisição de um carro de transporte de maiores dimensões que tivesse capacidade para transportar os núcleos e os materiais auxiliares referentes a um ciclo de abastecimento. A outra alternativa, passa por utilizar o carro de transporte de núcleos no processo de abastecimento de materiais auxiliares, passando o ciclo de abastecimento de núcleos a ter início às 16:30, horário que é compatível com a sua disponibilidade.

4.4.3 Processo de abastecimento de materiais de pintura

O novo processo de abastecimento de materiais de pintura, à semelhança do processo de abastecimento de materiais auxiliares, apresenta também diferenças significativas comparativamente à sua situação inicial, particularmente no que se refere à responsabilidade de efetuar o abastecimento que, de acordo com o novo processo, passa a pertencer ao operador logístico e não ao operador de pintura, como acontecia anteriormente.

Este novo processo de abastecimento proposto inicia-se com a requisição do material de pintura por parte do responsável da pintura quando os seus operadores consomem completamente a lata de utilização de um determinado material, transmitindo-lhe essa informação. É importante que, nesta altura, o operador que tenha acabado com a lata de utilização, efetue a troca das identificações entre a lata de utilização e de reposição, ficando a etiqueta “lata reposição” anexada à lata que entretanto ficou vazia, e a etiqueta “lata de utilização” anexada à lata de onde se iniciará o consumo. Deste modo, aquando do registo da requisição na ferramenta informática, o operador logístico tem acesso à lista de materiais de pintura a abastecer, devendo imprimi-la, dando assim início ao ciclo de abastecimento.

Para garantir a aplicação do método do duplo lote aos materiais de pintura e, tendo em conta os dados relativos ao seu consumo, foi definido que o ciclo de abastecimento seria de 24h, o que corresponde a um abastecimento por dia, com início às 11h.

Este ciclo de abastecimento prossegue com o deslocamento do operador logístico até ao armazém de materiais de pintura, onde deve efetuar o *picking* dos materiais a abastecer, colocando-os no respetivo carro de abastecimento de materiais de pintura que garante o seu transporte até à sala de mistura. Seguidamente, o operador logístico deve retirar as latas vazias do supermercado de materiais de pintura, substituindo-as pelas latas referentes aos materiais a abastecer. É também da responsabilidade do operador logístico retirar as etiquetas “lata de reposição” das latas vazias retiradas, colocando-as nas latas correspondentes que foram abastecidas.

Para finalizar o ciclo de abastecimento, o operador logístico transporta as latas vazias para a uma zona de resíduos, de acordo com as normas de segurança vigentes na empresa.

Relativamente à rota definida para o abastecimento de materiais de pintura, esta foi projetada com intuito de minimizar a distância percorrida, tendo em conta as dimensões do carro de abastecimento e do layout da fábrica, podendo ser visualizada na Figura 45 do Anexo O.

O transporte dos materiais de pintura ao longo da rota de abastecimento é efetuado com recurso a um carro de abastecimento, que anteriormente se destinava ao armazenamento de materiais de pintura no armazém. Assim, a requisição da nova estrutura de armazenamento, possibilitou a liberação desse carro para efetuar tarefas de abastecimento, garantindo, deste modo, um transporte mais ergonómico dos materiais de pintura, sem acarretar custos acrescidos. A Figura 31 ilustra o carro de transporte de materiais de pintura.



Figura 31 - Carro de transporte de materiais de pintura.

4.5 Resultados do processo final

Uma vez apresentados os procedimentos propostos para cada processo de abastecimento, importa nesta fase projetar os resultados do trabalho realizado, prevendo-se melhorias ao nível dos tempos e distâncias percorridas para efetuar os abastecimentos, uma melhor organização da fábrica e um maior auxílio dos operadores logísticos às zonas de produção.

Com intuito de quantificar os ganhos relativos à redução dos tempos e das distâncias percorridas em cada processo de abastecimento, foram comparados estes parâmetros referentes à situação inicial, com a medição ou estimativa dos mesmos parâmetros relativos aos novos modelos de abastecimento, apresentados nas Tabelas 19, 20 e 21 dos Anexos P, Q e R, respetivamente. O Anexo T apresenta de forma mais detalhada este estudo comparativo.

Importa também referir que, para efetuar uma comparação credível entre as duas situações dos modelos de abastecimento, é necessário, para cada um dos casos, analisar os dados segundo o mesmo padrão temporal.

Assim, os resultados obtidos neste projeto em termos de redução de tempo e de distância percorrida em cada processo de abastecimento são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 - Resultados obtidos ao nível da redução percentual do tempo e da distância percorrida.

Processo de abastecimento	Redução percentual	
	Tempo	Distância
Abastecimento de núcleos	73%	2%
Abastecimento de materiais auxiliares	6%	18%
Abastecimento de materiais de pintura	6%	40%

Analisando estes resultados, no que diz respeito ao abastecimento de núcleos, verifica-se uma grande redução temporal, que é explicada pelas melhorias organizacionais implementadas no armazém de núcleos. No entanto, ao nível da distância não se alcançou uma redução significativa, uma vez que as suas tarefas não sofreram grandes alterações. Outro fator que contribui para este baixo valor da redução da distância percorrida no processo de abastecimento de núcleos resulta da nova frequência de abastecimentos que passou a ser diária, de forma minimizar o número de núcleos a abastecer e a retirar em cada ciclo.

Por outro lado, os abastecimentos de materiais auxiliares e de materiais de pintura, apresentam uma redução temporal pouco relevante, na medida em que estes processos sofreram profundas alterações, não só ao nível das suas tarefas como ao nível dos operadores responsáveis pela sua execução. A implementação destes novos modelos, com o intuito de libertar os operadores das zonas produtivas das tarefas de abastecimento, requereu a introdução de novas tarefas, que são essenciais para tornar os processos mais estáveis e controlados, o que pode ter contribuído para a pouca expressividade desta redução temporal. Quanto à distância percorrida nos processos de abastecimento de materiais auxiliares e de pintura, já foi mais visível a sua redução, que se explica fundamentalmente pela redução do número de deslocações aos respetivos armazéns.

Importa salientar também que os dados relativos à distância percorrida presentes na Tabela 8, se referem a uma redução do deslocamento dos operadores sem fazer a distinção quanto à sua zona de trabalho. Porém, importa também perceber concretamente qual a redução de tempo

despendido e distância percorrida pelos operadores das zonas de produção com a implementação dos modelos de abastecimento de materiais auxiliares e de pintura. Assim, a atribuição das tarefas de abastecimento aos operadores logísticos, permitiu que os operadores das zonas produtivas se dedicassem exclusivamente às tarefas de produção, obtendo-se obviamente uma redução de 100% nestes dois parâmetros.

De forma a quantificar o impacto destas reduções, analisaram-se os dados registados relativos ao número de deslocações efetuadas pelos operadores das zonas produtivas antes da implementação dos novos modelos de abastecimento, apresentados na Tabela 22 do Anexo S, e os dados relativos ao volume de produção da respetiva secção de produção, tendo-se obtido os resultados seguintes:

- Melhoria da produtividade da secção do *layup* em aproximadamente 1,49 peças/semana;
- Melhoria da produtividade da secção da pintura em aproximadamente 0,33 peças/semana.

A folha de cálculo utilizada para a obtenção destes valores encontra-se representada nas Tabelas 26 e 27 do Anexo U.

5 Considerações finais

O abastecimento de materiais às zonas de produção na secção de compósitos da Caetano Aeronautic, que é um processo logístico de grande relevância em qualquer organização, apresentava, inicialmente, algumas ineficiências, não só ao nível das áreas de armazenagem e abastecimento que intervêm diretamente neste processo, como também ao nível da estruturação das suas tarefas e da sua morosidade.

Assim, o trabalho desenvolvido na presente dissertação teve como intuito principal a definição de um fluxo de abastecimento às zonas de produção, pretendendo-se contribuir segundo esta perspetiva, para a melhoria do processo produtivo da secção de compósitos da empresa.

Desta forma, numa tentativa de minimizar os principais problemas inerentes aos processos de abastecimento de núcleos, materiais auxiliares e materiais de pintura, foram definidas quatro metas que consistiram, fundamentalmente, na implementação de melhorias nos locais de armazenamento e de abastecimento, no desenvolvimento de uma ferramenta que facilite o fluxo de informação relativo a este processo e a definição das rotas, transporte e tarefas de abastecimento para cada um dos materiais estudados.

A primeira meta foi alcançada com sucesso, tendo-se aplicado a ferramenta dos 5S's de modo a melhorar e garantir a manutenção da organização e da gestão visual em cada área de armazenamento, contribuindo assim para uma maior facilidade no processo de *picking* e arrumação de materiais, que representam tarefas com um impacto significativo nos processos de abastecimento. É de salientar que a aplicação da ferramenta dos 5S's no armazém dos núcleos resultou em reduções, em termos de tempo despendido, de 93% na tarefa de arrumação de núcleos retornados e de 86% na tarefa de *picking*. Os resultados relativos às melhorias implementadas no armazém de materiais auxiliares e no armazém de materiais de pintura foram também bastante positivos, tendo-se alcançado reduções de 30% e 50% nas tarefas de *picking* dos materiais auxiliares e dos materiais de pintura respetivamente.

As restantes metas traçadas representaram, igualmente, um papel fundamental na melhoria da globalidade dos processos de abastecimento, tendo-se desenvolvido um processo progressivo que teve como base a decisão do modelo de abastecimento a aplicar a cada material em estudo, sendo definido um abastecimento sequencial para os núcleos e um abastecimento contínuo para os materiais auxiliares e de pintura.

Por sua vez, a ferramenta informática implementada contribuiu não só para assegurar o correto fluxo de informação entre os intervenientes diretos ou indiretos nos processos de abastecimento de materiais, como também para a melhoria da qualidade da informação no que concerne aos consumos de cada material, através do registo das requisições efetuadas. Apesar de, nesta fase, devido à sua recente implementação, ainda não ser possível quantificar os benefícios desta ferramenta no se refere ao registo dos consumos de materiais, prevê-se que, a curto prazo, com o crescimento da quantidade de dados registados, esta assuma um papel de grande relevância no processo de aprovisionamento de materiais, o que contribuirá certamente para a redução dos níveis de stock presentes nos armazéns de materiais. Desta forma, para

potenciar estes objetivos, seria importante a associação desta ferramenta à ferramenta MRP, também desenvolvida ao longo deste projeto.

A definição dos novos processos de abastecimento para cada material em estudo foi um processo de melhoria no caso do abastecimento de núcleos, sendo, no caso do abastecimento dos materiais auxiliares e de pintura, processos de reestruturação, uma vez que muitas das suas tarefas sofreram alterações, de forma a garantirem a correta aplicação dos novos modelos de abastecimento. Neste âmbito, importa referir que a principal alteração efetuada, para além da remodelação das tarefas de abastecimento, consistiu no maior envolvimento dos operadores logísticos em todo este processo, libertando assim os operadores de produção dessas tarefas, podendo-se dedicar exclusivamente à sua função. Esta alteração apesar de não resultar num incremento muito significativo na produtividade das zonas de produção, não deixa de representar um impacto positivo a este nível, sendo expectável uma melhoria de 1,49 peças por semana na secção do *layup* e de 0,33 peças por semana na secção de pintura.

No que diz respeito aos modelos de abastecimento propostos, é de referir que o processo de abastecimento de núcleos e de materiais de pintura obtiveram sucesso na sua implementação, resultando em reduções de 73% e 2% no tempo e distância total percorrida relativos ao processo de abastecimento de núcleos, e em reduções de 6% e 40% no tempo e distância percorrida relativos ao processo de abastecimento de materiais de pintura.

No que concerne ao novo modelo de abastecimento de materiais auxiliares, a sua implementação imediata exigiria a aquisição de novas estruturas, nomeadamente uma estante de *picking* dinâmico e de caixas que garantissem o correto funcionamento do supermercado *Kanban*, pelo que, devido às restrições orçamentais impostas pela empresa, não foi possível a implementação imediata deste modelo. Contudo, esta solução será equacionada para futura implementação, sendo possível, desde já, projetar os resultados referentes a este modelo de abastecimento. Assim, é expectável que o tempo total das tarefas de abastecimento de materiais auxiliares e a distância total percorrida em todo o processo sofram reduções de 6% e 18 % respetivamente.

Em suma, o trabalho realizado neste projeto de dissertação alcançou os objetivos traçados inicialmente, tendo sido projetado um modelo de abastecimento para cada material em estudo, que englobou a definição de rotas e horários de abastecimento, níveis de stock mínimos e máximos de cada material no supermercado e métodos de controlo visual de reposição de materiais, permitindo, assim, a criação de métodos de trabalho de abastecimento, que resultaram em melhorias nos tempos de execução das tarefas que lhe estão associadas.

Relativamente às perspetivas de trabalho futuro, para dar seguimento ao trabalho de melhoria contínua que foi desenvolvido, seria importante, após ser concluída a implementação do modelo de abastecimento proposto para os materiais auxiliares, efetuar uma verificação do dimensionamento do respetivo supermercado, utilizando os novos dados, mais fidedignos, do consumo de materiais, obtidos através da ferramenta informática desenvolvida. Ao nível do processo de aprovisionamento de materiais, seria também interessante a interligação desta ferramenta com a ferramenta MRP, de modo a cruzar as informações que permitam uma melhor gestão de stocks.

Referências

- Aradhye, A. S., e S. P. Kallurkar. 2014. *A case study of just-in-time system in service industry*. *Procedia Engineering* 97 (07588375573): 2232–37. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.467>.
- Caetano Aeronautic. 2019. *Apresentação da empresa*. [acedido em 26/03/2019]. <http://www.caetanoaeronautic.pt/pt/empresa/>.
- Cardoso, C., e R. Pedroso. 2018. *Aeronáutica um cluster em ascensão*. Portugal Global, 2018.
- Chiarini, A. 2012. *Lean Organization: from the Tools of the Toyota Production System to Lean Office*. Milan.
- Coimbra, E. A. 2009. *Total Management Flow: Achieving Excellence with Kaizen and Lean Supply Chains*. Kaizen Institute.
- Coimbra, E. A. 2013. *Kaizen in Logistics and Supply Chains*. New York: Mc Graw Hill Education.
- Carvalho, J. 2010. *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento*. Edições Sílabo.
- Emde, S., e N. Boysen. 2012. *Optimally locating in-house logistics areas to facilitate JIT-supply of mixed-model assembly lines*. *International Journal of Production Economics* 135 (1): 393–402. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2011.07.022>.
- Gross, J. M., e K. R. McInnis. 2003. *Kanban Made Simple: Demystifying and Applying Toyota's Legendary Manufacturing Process*. New York: AMACOM Books.
- Grupo Salvador Caetano. 2019. *Informação geral do grupo*. [acedido em 25/03/2019]. <http://www.gruposalvadorcaetano.pt/default.asp?l=PT>.
- Imai, M. 1986. *The Key to Japan's Competitive Success*. New York: McGraw Hill.
- Imai, M. 2012. *Gemba Kaizen: A Commonsense Approach to a Continuous Improvement Strategy*. United States: McGraw-Hill.
- Jacobs, F. R., R. B. Chase, e N. J. Aquilano. 2006. *Operations Management for Competitive Advantage*. McGraw Hill.
- Liker, J. 2004. *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. New York: McGraw-Hill.
- Melton, T. 2005. *The Benefits of Lean Manufacturing*. *Chemical Engineering Research and Design* 83 (6): 662–73. <https://doi.org/10.1205/cherd.04351>.
- Moura, C. 2006. *Logística – Conceitos e Tendências*. 1ª edição. Centro Atlântico.
- Ohno, T. 1978. *Toyota production system beyond large-scale production*. Portland.
- Pontos de Vista. 2017. «Caetano Aeronautic de olhos postos no futuro». [acedido em 29/03/2019]. <https://pontosdevista.pt/2017/10/08/caetano-aeronautic-olhos-postos-no-futuro/>.

- Rahman, M. N., N. K. Khamis, R. M. Zain, B. M. Deros, e W. H. Mahmood. 2010. *Implementation of 5S practices in the manufacturing companies: A case study*. American Journal of Applied Sciences 7 (8): 1182–89. <https://doi.org/10.3844/ajassp.2010.1182.1189>.
- Rother, M., e J. Shook. 2003. *Learning to see value-stream mapping to create value and eliminate Muda*. Cambridge, Massachusetts, USA: The Lean Enterprise Institute.
- Sánchez, A. M., e M. P. Pérez. 2001. *Lean indicators and manufacturing strategies*. International Journal of Operations & Production Management 21 (11).
- Silva, S. N., e A. Lopes. 2018. *Apresentação Institucional CAER*.
- Slack, N., S. Chambers, e R. Johnston. 2010. *Operations Management*. 6th ed. Essex.
- Smalley, A. 2004. *Creating level Pull*. Cambridge, Massachusetts, USA: The Lean Enterprise Institute.
- Sousa, A. F. 2012. *Como o Grupo Salvador Caetano se reinventa há cinco décadas*. Económico. [acedido em 25/03/2019]. http://economico.sapo.pt/noticias/como-o-grupo-salvador-caetano-se-reinventa-ha-cinco-decadas_149990.html.
- Wilson, L. 2010. *How to Implement Lean Manufacturing*. McGraw-Hill.
- Womack, J.P., e D.T. Jones. 2003. *Lean Thinking Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York.
- Womack, J.P., D.T. Jones, e D. Roos. 1990. *The Machine that Changed the World*. New York: Rawson Associates.
- Worley, J.M., e T.L. Doolen. 2006. *The role of communication and management support in a lean manufacturing implementation*. Management Decision 44 (2): 228–45. <https://doi.org/10.1108/00251740610650210>.

ANEXO A: Fluxograma do processo de produção de peças metálicas e de peças em compósitos

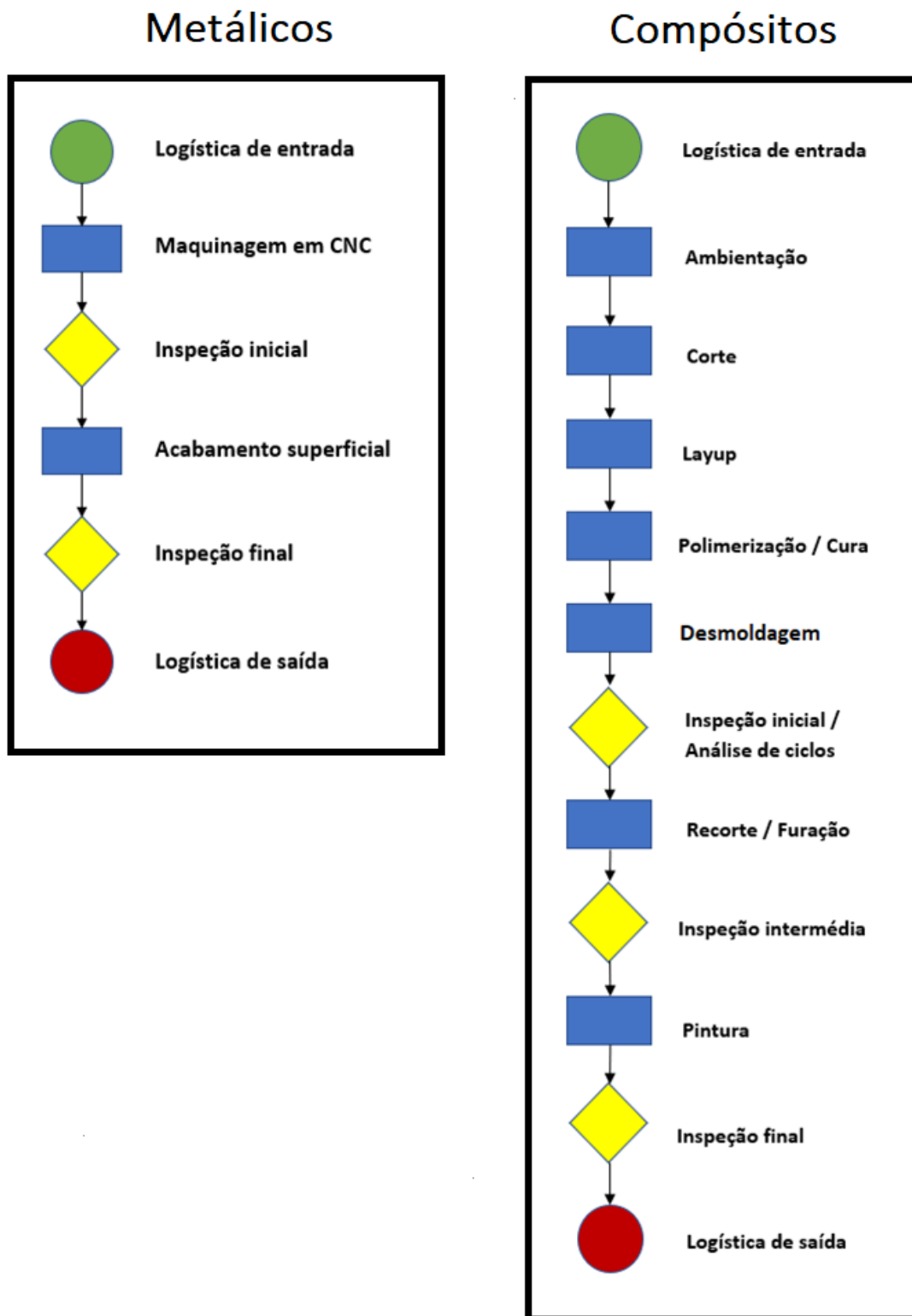


Figura 32 - Fluxograma do processo de produção de metálicos e compósitos.

ANEXO B: Fluxograma do processo logístico e produtivo da secção de compósitos

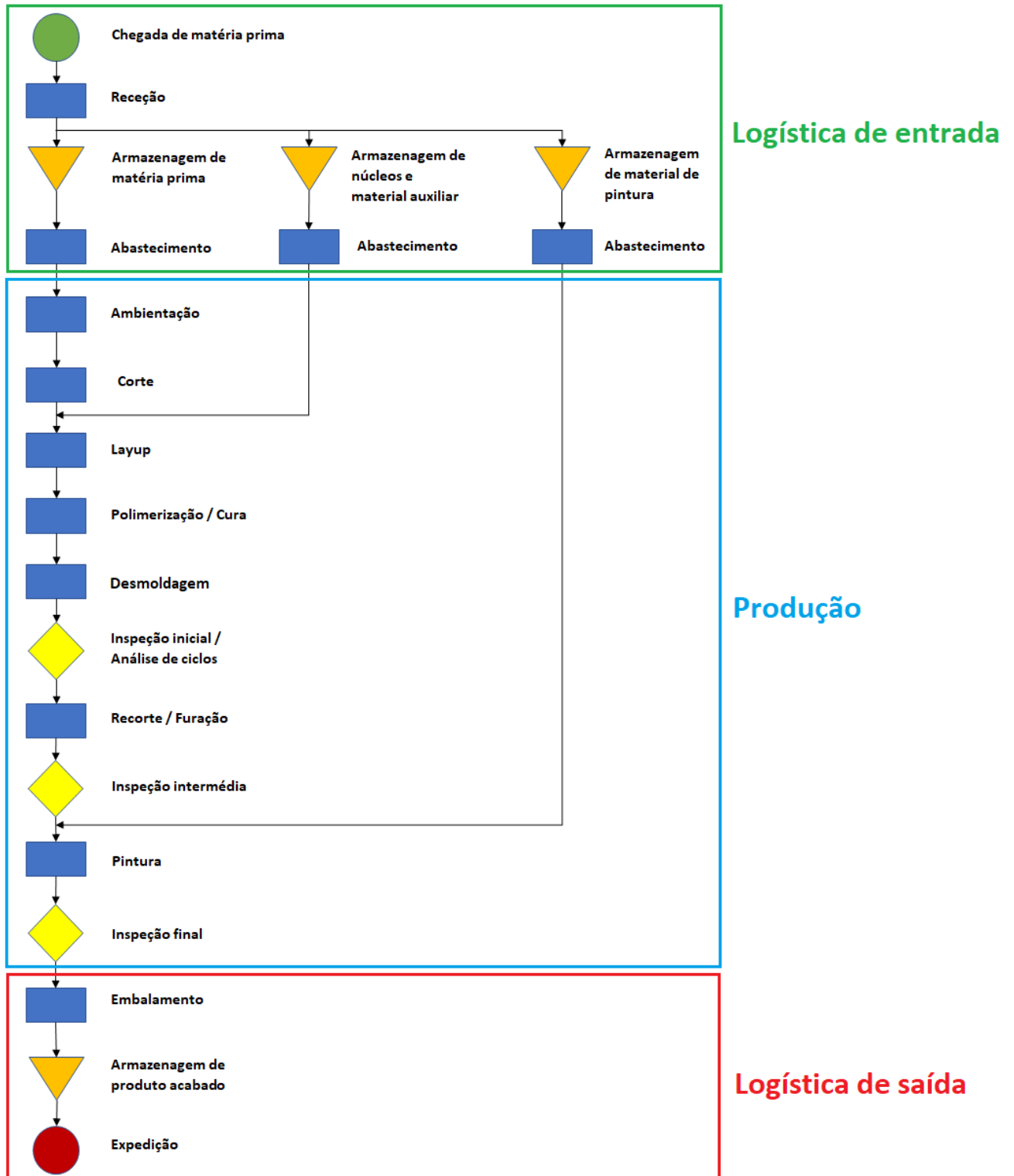


Figura 33 - Fluxograma do processo logístico e produtivo de compósitos.

Anexo C: Folha de registo de tempos e distância percorrida do processo inicial de abastecimento de núcleos

Tabela 9 - Registo de tempos e distância percorrida do processo inicial de abastecimentos de núcleos.

	Data:	25/02/2019		11/03/2019		18/03/2019		25/03/2019		Média	
	Núcleos retirados:	12		16		10		14		13	
	Núcleos abastecidos:	30		36		27		32		31	
Tarefa	Descrição	Tempo (s)	Distância (m)	Tempo (s)	Distância (m)	Tempo (s)	Distância (m)	Tempo (s)	Distância (m)	Tempo (s)	Distância (m)
1	Impressão da lista de núcleos a abastecer;	55		62		60		56		58	
2	Deslocação do operador logístico até ao bordo de linha (zona de produção);	50	73	55	75	51	72	51	77	52	74
3	Identificação e remoção dos núcleos que não foram consumidos no ciclo anterior do supermercado do bordo de linha;	477		492		450		484		476	
4	Transporte dos núcleos não consumidos para o armazém de núcleos;	196	186	221	203	177	166	211	207	201	191
5	Arrumação dos núcleos não consumidos no armazém;	1382		1425		1372		1399		1395	
6	Picking dos núcleos a abastecer;	3129		3250		3209		3182		3193	
7	Transporte e abastecimento dos núcleos no supermercado do bordo de linha.	411	382	432	406	404	376	426	404	418	392
	Total	5700	369	5937	413	5723	346	5809	391	5793	657

ANEXO D: Folha de registo de tempos e distância percorrida do processo inicial de abastecimento de materiais auxiliares

Nota: Os registos efetuados referem-se a abastecimentos de uma única referência de material auxiliar.

Tabela 10 - Registo de tempos e distância percorrida do processo inicial de abastecimento de materiais auxiliares.

	Data:	07/03/2019		12/03/2019		15/03/2019		20/03/2019		Média	
Tarefa	Descrição	Tempo (s)	Distância (m)	Tempo (s)	Distância (m)	Tempo (s)	Distância (m)	Tempo (s)	Distância (m)	Tempo (s)	Distância (m)
1	Identificação da necessidade de material;	2		4		3		3		3	
2	Deslocação do operador do layup até ao responsável da sala limpa para ter acesso à chave do armazém;	7	11	42	39	8	9	11	13	17	18
3	Deslocação do operador do layup até ao armazém de núcleos e materiais auxiliares;	5	6	8	8	5	7	6	9	6	8
4	Picking do material auxiliar necessário;	119		93		98		111		105	
5	Transporte do material auxiliar para o supermercado do bordo de linha e abastecimento.	23	19	17	10	19	14	25	18	21	15
	Total	156		164		133		156		152	41

ANEXO E: Folha de registo de tempos e distância percorrida do processo inicial de abastecimento de materiais de pintura

Nota: Os registos efetuados referem-se a abastecimentos de uma única referência de material de pintura.

Tabela 11 - Registo de tempos e distância percorrida do processo inicial de abastecimento de materiais de pintura.

	Data:	22/03/2019		25/03/2019		28/03/2019		03/04/2019		Média	
Tarefa	Descrição	Tempo (s)	Distância (m)	Tempo (s)	Distância (m)	Tempo (s)	Distância (m)	Tempo (s)	Distância (m)	Tempo (s)	Distância (m)
1	Identificação da necessidade de material;	2		2		3		3		3	
2	Deslocação do operador de pintura até ao responsável da pintura para ter acesso à chave do armazém;	9	10	8	8	30	28	12	16	15	16
3	Deslocação do operador de pintura até ao armazém de materiais de pintura	17	27	20	28	23	31	15	27	19	28
4	Picking do material de pintura necessário;	71		54		59		48		58	
5	Transporte do material de pintura para o supermercado do bordo de linha e abastecimento.	26	30	31	32	34	33	33	29	31	31
	Total	125		115		149		111		126	75

ANEXO F: Matriz de localização de núcleos no armazém



Caetano Aeronautic

Matriz de localização dos núcleos

Part Number	Localização	Part Number	Localização	Part Number	Localização
M541A1081202	A2	M541B0105202	D1	M541C1105206	A2
M541A1081203	A2	M541B0205204	B4	M541C1105207	A1
M541A1081206	B3	M541B0205208	B4	M541C1105208	A1
M541A1081210	A2	M541B0305204	B4	M541C1105209	A1
M541A1082212	B2	M541B0405204	C4	M541C1205202	C2
M541A1315204	A2	M541B0505200	A2	M541C1205203	C2
M541A2081208	A3	M541B0505201	A4	M541C1305204	E3
M541A2081210	B3	M541B0535200	A2	M541C1305205	E3
M541A2082210	B1	M541B0535201	A2	M541C1305206	D2
M541A3081204	B1	M541B0607200	A1	M541C1305207	D2
M541A4081202	B2	M541B0607201	A4	M541C1605204	B2
M541A5050208	D4	M541B0682202	E1	M541C1605205	B2
M541A5050210	A3	M541B0682204	A4	M541C1681200	D3
M541A5050212	C4	M541B0682206	A4	M541C1681201	D3
M710A4218200	A3	M541B0705204	C3	M541C1705204	A3
M721A4239200	A3	M541B0705206	D4	M541C1705205	A3
		M541B0805202	D3	M541C1781200	D2
		M541B0805203	D3	M541C1781201	D2
				M541C1805202	E2
				M541C1805203	E2
				M541C2105202	C4
				M541C2105203	C4
				M541C2205202	C2
				M541C2205203	C2
				M541C2205208	B3
				M541C2205209	B3
				M541C2208200	E3
				M541C2208201	E3
				M541C2281200	E2
				M541C2281201	E2
				M541C2305204	E2
				M541C2305205	E2
				M541C2305206	C4
				M541C2305207	C4
				M541C2681200	D2
				M541C2681201	D2
				M541C2682200	E4
				M541C2682201	E4
				M541C2781200	D3
				M541C2781201	D3
				M541C2782200	E4
				M541C2782201	E4
				M541C2805202	E3
				M541C2805203	E3

Layout do Armazém de Núcleos e Materiais Auxiliares



Nota Explicativa:

Existem no armazém as estantes A, B, C, D e E, cada uma delas contendo 4 prateleiras identificadas com a numeração de 1 a 4, sendo a prateleira 1 a superior e a prateleira 4 a inferior.

A localização de cada núcleo é constituída por uma letra e um número.

A letra corresponde à estante onde o núcleo está armazenado.

O número corresponde à prateleira onde o núcleo está armazenado.

Figura 34 - Matriz de localização de núcleos.

ANEXO G: Consumos médios de núcleos nos últimos doze meses

Tabela 12 - Consumos médios de núcleos nos últimos doze meses.

MATERIAL	Consumo unidades/dia)			Unidades
	Média	Desvio padrão	Variação (%)	
M541A1081202	0,0212	0,0079	37,56	núcleos
M541A1081203	0,0173	0,0086	50,00	núcleos
M541A1081206	0,0179	0,0131	73,13	núcleos
M541A1081210	0,1471	0,0323	21,93	núcleos
M541A1082212	0,0678	0,0147	21,66	núcleos
M541A1315204	0,1293	0,0313	24,21	núcleos
M541A2081208	0,5714	0,1429	25,00	núcleos
M541A2081210	0,1032	0,0237	22,91	núcleos
M541A2082210	0,5997	0,1853	30,91	núcleos
M541A3081204	0,1394	0,0196	14,05	núcleos
M541A4081202	0,0789	0,0209	26,46	núcleos
M541A5050208	0,0480	0,0161	33,60	núcleos
M541A5050210	0,2903	0,0938	32,32	núcleos
M541A5050212	0,0588	0,0255	43,30	núcleos
M710A4218200	0,1373	0,0485	35,36	núcleos
M721A4239200	0,0399	0,0169	42,48	núcleos
M541B0105202	0,0324	0,0176	54,38	núcleos
M541B0205204	0,0187	0,0143	76,53	núcleos
M541B0205208	0,0968	0,0453	46,75	núcleos
M541B0305204	0,0641	0,0312	48,61	núcleos
M541B0405204	0,1772	0,0527	29,73	núcleos
M541B0505200	0,0173	0,0082	47,16	núcleos
M541B0505201	0,0519	0,0178	34,30	núcleos
M541B0535200	0,0436	0,0153	35,18	núcleos
M541B0535201	0,0655	0,0193	29,47	núcleos
M541B0607200	0,1808	0,0403	22,28	núcleos
M541B0607201	0,3251	0,0635	19,53	núcleos
M541B0682202	0,2029	0,0427	21,05	núcleos
M541B0682204	0,0801	0,0308	38,43	núcleos
M541B0682206	0,0604	0,0244	40,46	núcleos
M541B0705204	0,0812	0,0343	42,26	núcleos
M541B0705206	0,6213	0,1051	16,92	núcleos
M541B0805202	0,0897	0,0430	47,93	núcleos
M541B0805203	0,0760	0,0318	41,89	núcleos
M541C1105206	0,0689	0,0272	39,46	núcleos
M541C1105207	0,0567	0,0217	38,21	núcleos
M541C1105208	0,1546	0,0381	24,67	núcleos
M541C1105209	0,0853	0,0319	37,44	núcleos
M541C1205202	0,0886	0,0319	36,05	núcleos
M541C1205203	0,0784	0,0249	31,74	núcleos
M541C1305204	0,3887	0,0983	25,30	núcleos

M541C1305205	0,0458	0,0261	57,09	núcleos
M541C1305206	0,0196	0,0122	62,35	núcleos
M541C1305207	0,0658	0,0241	36,70	núcleos
M541C1605204	0,0614	0,0215	34,98	núcleos
M541C1605205	0,0255	0,0067	26,43	núcleos
M541C1681200	0,1832	0,0252	13,78	núcleos
M541C1681201	0,1295	0,0257	19,83	núcleos
M541C1705204	0,0512	0,0254	49,70	núcleos
M541C1705205	0,0789	0,0347	43,96	núcleos
M541C1781200	0,0882	0,0359	40,68	núcleos
M541C1781201	0,0833	0,0354	42,51	núcleos
M541C1805202	0,0229	0,0131	57,14	núcleos
M541C1805203	0,4645	0,0866	18,64	núcleos
M541C2105202	0,0558	0,0168	30,15	núcleos
M541C2105203	0,1173	0,0282	24,03	núcleos
M541C2205202	0,0814	0,0211	25,91	núcleos
M541C2205203	0,0671	0,0188	27,98	núcleos
M541C2205208	0,0736	0,0212	28,76	núcleos
M541C2205209	0,2831	0,0402	14,21	núcleos
M541C2208200	0,0580	0,0172	29,70	núcleos
M541C2208201	0,0736	0,0201	27,26	núcleos
M541C2281200	0,0881	0,0280	31,82	núcleos
M541C2281201	0,0938	0,0265	28,23	núcleos
M541C2305204	0,1463	0,0253	17,27	núcleos
M541C2305205	0,9650	0,1430	14,82	núcleos
M541C2305206	0,0712	0,0280	39,27	núcleos
M541C2305207	0,2103	0,0243	11,54	núcleos
M541C2681200	0,0368	0,0224	60,87	núcleos
M541C2681201	0,0465	0,0262	56,44	núcleos
M541C2682200	0,0569	0,0294	51,72	núcleos
M541C2682201	0,1207	0,0288	23,85	núcleos
M541C2781200	0,1845	0,0401	21,72	núcleos
M541C2781201	0,0988	0,0286	28,99	núcleos
M541C2782200	0,0154	0,0102	66,28	núcleos
M541C2782201	0,0179	0,0111	61,92	núcleos
M541C2805202	0,0571	0,0277	48,46	núcleos
M541C2805203	0,0420	0,0220	52,30	núcleos

ANEXO H: Consumos médios de materiais auxiliares nos últimos doze meses

Tabela 13 - Consumos médios de materiais auxiliares nos últimos doze meses.

MATERIAL	DESCRIÇÃO	Consumo (unidades/dia)			Unidades
		Média	Desvio padrão	Variação (%)	
AIRDAM 1	AIRDAM 1	1,7331	1,5077	86,9951	fitas
PRESSURE STRIP	PRESSURE STRIP	2,8506	3,3260	116,6804	fitas
PR-FF0300W-BRN-760-50-30-PTFE	MALHA CONTORNO	2,1313	1,2513	58,7116	rolos
Z24206-IDN400-A60(CF)/3	FILME BOLSA DE VACUO (CF)	0,4049	0,1518	37,4811	rolos
Z24211-IDN400/1	MASTIK/MASILLA	107,9168	11,5386	10,6921	fitas
Z24225-AIMS12-02-001_A20-TOOLTEC-CS5	RELEASE FILM	0,8389	0,9614	114,5996	fitas
Z24261/1	MANTA/TECIDO VENTILAÇÃO	1,6934	0,7859	46,4105	rolos
Z24264-A60	FIBRA VIDRO/TECIDO VENTILAÇÃO EXTERIOR	2,1135	1,1554	54,6681	fitas
Z24272-E0.05XA19.05-01/1	FITA ADESIVA AZUL 50µM (FINA/FINA)	7,3888	6,8855	93,1890	fitas
Z24272-E0.05XA25.4-01/1	FITA ADESIVA AZUL 50µM (FINA/LARGA)	16,8100	17,2429	102,5751	fitas
Z24273-AIPS3-7-7/1	DOUBLE SIDED ADHESIVE TAPE	4,8761	2,9321	60,1316	fitas
Z24295-E2.4XA10	RETENTOR CORTICA (E2.4)	34,5237	37,1357	107,5658	placa
Z24295-E5XA10	RETENTOR CORTICA (E5)	18,5184	44,4443	240,0003	placa
Z24301-ASTM-D6123-TYPE I-301E2 24mm*50mm	FITA ADESIVA DE PAPEL (24mm)	1,3854	2,3692	171,0157	fita
Z24301-ASTM-D6123-TYPE I-301E2 48mm*50mm	FITA ADESIVA DE PAPEL (48mm)	1,2023	2,0173	167,7848	fita

ANEXO I: Consumos médios de materiais de pintura nos últimos doze meses

Tabela 14 - Consumos médios de materiais de pintura nos últimos doze meses.

MATERIAL	DESCRIÇÃO	Consumo unidades/dia			Unidades
		Média	Desvio padrão	Variação (%)	
Z12113-AIMS04-04-001-A (L)	PRIMÁRIO EPOXI (BASE) VERDE	0,0212	0,0318	150,2396	latas
Z12113-AIMS04-04-001-B (L)	PRIMÁRIO EPOXI (CATALISADOR)	0,0173	0,0345	50,0000	latas
Z12113-AIMS04-04-001-C (L)	PRIMÁRIO EPOXI (DILUENTE)	0,0179	0,0357	50,0000	latas
Z12129-AIMS04-04-002-A (L)	PRIMÁRIO EPOXI-URETANO (BASE)	0,1471	0,1291	21,9345	latas
Z12129-AIMS04-04-002-B (L)	PRIMÁRIO EPOXI-URETANO (CATALISADOR)	0,0678	0,0587	21,6597	latas
Z12129-AIMS04-04-002-C (L)	PRIMÁRIO EPOXI-URETANO (DILUENTE)	0,1293	0,1252	24,2092	latas
Z12211-AIMS04-04-011-A (L)	TAPAPOROS DE POLIURETANO (BASE)	0,5714	0,5714	24,9996	latas
Z12211-AIMS04-04-011-B (L)	TAPAPOROS DE POLIURETANO (CATALISADOR)	0,1032	0,0946	22,9141	latas
Z12211-AIMS04-04-011-C (L)	TAPAPOROS DE POLIURETANO (DILUENTE)	0,5997	0,7413	30,9051	latas
Z12380-AIMS04-04-003-A/2 (BAC-707)	ESMALTE DE POLIURETANO (BASE) GREY	0,1394	0,0783	14,0464	latas
Z12380-AIMS04-04-003-B/2	ESMALTE DE POLIURETANO (CATALISADOR)	0,0789	0,0835	26,4554	latas
Z12380-AIMS04-04-003-C/2	ESMALTE DE POLIURETANO (DILUENTE)	0,0480	0,0645	33,5968	latas
Z12520-AIMS04-04-007-A (L)	PINTURA ANTIFRICÇÃO (BASE)	0,2903	0,3754	32,3213	latas
Z12520-AIMS04-04-007-B (L)	PINTURA ANTIFRICÇÃO (CATALISADOR)	0,0588	0,1018	43,3013	latas
Z12520-AIMS04-04-007-C (L)	PINTURA ANTIFRICÇÃO (DILUENTE)	0,1373	0,1942	35,3553	latas

ANEXO J: Caixas seleccionadas para cada referência de material auxiliar

Tabela 15 - Caixas seleccionadas para cada referência de material auxiliar.

Material auxiliar	Caixa	Componentes/Caixa
AIRDAM 1	400 x 300 x 235	8
PRESSURE STRIP	400 x 300 x 235	8
Z24211-IDN400/1	600 x 400 x 320	45
Z24225-AIMS12-02-001_A20-TOOLTEC-CS5	400 x 300 x 235	8
Z24264-A60	400 x 300 x 235	5
Z24272-E0.05XA19.05-01/1	300 x 200 x 120	8
Z24272-E0.05XA25.4-01/1	300 x 200 x 120	6
Z24272-E0.165XA25.4-01/1	300 x 200 x 120	6
Z24273-AIPS3-7-7/1	300 x 200 x 120	28
Z24295-E2.4XA10	600 x 400 x 235	63
Z24295-E5XA10	600 x 400 x 235	28
Z24301-ASTM-D6123-TYPE I-301E2 24mm*50mm	300 x 200 x 120	12
Z24301-ASTM-D6123-TYPE I-301E2 48mm*50mm	300 x 200 x 120	6

ANEXO K: Folha de cálculo da dimensão do supermercado Kanban de materiais auxiliares de acordo com o ciclo de abastecimento

Ciclo de abastecimento de 24h:

Tabela 16 - Dimensionamento do supermercado kanban de materiais auxiliares para um ciclo de abastecimento de 24 horas.

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	
Parâmetro	Consumo médio	Prazo de entrega médio	Variação do consumo	Variação do prazo de entrega	Dimensão da caixa (KB)	Stock de ciclo	Stock de segurança da procura	Stock de segurança do prazo de entrega	Dimensão do supermercado	Dimensão do supermercado
Fórmula						$a*b$	$f*c$	$(f+g)*d$	$(f+g+h)*2+e$	i/e
unidades	parts/h	h	%	%	parts/KB	parts	parts	parts	parts	caixas
AIRDAM 1	0,072214286	24	174%	0%	8	2	4	0	20	3
PRESSURE STRIP	0,118773148	24	117%	0%	8	3	4	0	22	3
Z24211-IDN400/1	4,49653125	24	11%	0%	45	108	12	0	285	7
Z24225-AIMS12-02-001_A20-TOOLTEC-CS5	0,034954167	24	115%	0%	8	1	2	0	14	2
Z24264-A60	0,088060606	24	55%	0%	5	3	2	0	15	3
Z24272-E0.05XA19.05-01/1	0,307865741	24	93%	0%	8	8	8	0	40	5
Z24272-E0.05XA25.4-01/1	0,700416667	24	103%	0%	6	17	18	0	76	13
Z24272-E0.165XA25.4-01/1	0,526765152	24	87%	0%	6	13	12	0	56	10
Z24273-AIPS3-7-7/1	0,203170833	24	60%	0%	28	5	4	0	46	2
Z24295-E2.4XA10	1,438488095	24	41%	0%	63	35	15	0	163	3
Z24295-E5XA10	0,771601852	24	240%	0%	28	19	46	0	158	6
Z24301-ASTM-D6123-TYPE I-301E2 24mm*50mm	0,057723958	24	171%	0%	12	2	4	0	24	2
Z24301-ASTM-D6123-TYPE I-301E2 48mm*50mm	0,050095238	24	168%	0%	6	2	4	0	18	3

Volume total ocupado pelas caixas: 1220 L

Ciclo de abastecimento de 12 h:

Tabela 17 - Dimensionamento do supermercado kanban de materiais auxiliares para um ciclo de abastecimento de 12 horas.

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	
Parâmetro	Consumo médio	Prazo de entrega médio	Variação do consumo	Variação do prazo de entrega	Dimensão da caixa (KB)	Stock de ciclo	Stock de segurança da procura	Stock de segurança do prazo de entrega	Dimensão do supermercado	Dimensão do supermercado
Fórmula						a*b	f*c	(f+g)*d	(f+g+h)*2+e	i/e
unidades	parts/h	h	%	%	parts/KB	parts	parts	parts	parts	caixas
AIRDAM 1	0,072214286	12	174%	0%	8	1	2	0	14	2
PRESSURE STRIP	0,118773148	12	117%	0%	8	2	3	0	18	3
Z24211-IDN400/1	4,49653125	12	11%	0%	45	54	6	0	165	4
Z24225-AIMS12-02-001_A20-TOOLTEC-CS5	0,034954167	12	115%	0%	8	1	2	0	14	2
Z24264-A60	0,088060606	12	55%	0%	5	2	2	0	13	3
Z24272-E0.05XA19.05-01/1	0,307865741	12	93%	0%	8	4	4	0	24	3
Z24272-E0.05XA25.4-01/1	0,700416667	12	103%	0%	6	9	10	0	44	8
Z24272-E0.165XA25.4-01/1	0,526765152	12	87%	0%	6	7	7	0	34	6
Z24273-AIPS3-7-7/1	0,203170833	12	60%	0%	28	3	2	0	38	2
Z24295-E2.4XA10	1,438488095	12	41%	0%	63	18	8	0	115	2
Z24295-E5XA10	0,771601852	12	240%	0%	28	10	25	0	98	4
Z24301-ASTM-D6123-TYPE I-301E2 24mm*50mm	0,057723958	12	171%	0%	12	1	2	0	18	2
Z24301-ASTM-D6123-TYPE I-301E2 48mm*50mm	0,050095238	12	168%	0%	6	1	2	0	12	2

Volume total ocupado pelas caixas: 825 L

Ciclo de abastecimento de 8h:

Tabela 18 - Dimensionamento do supermercado kanban de materiais auxiliares para um ciclo de abastecimento de 8 horas.

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	
Parâmetro	Consumo médio	Prazo de entrega médio	Variação do consumo	Variação do prazo de entrega	Dimensão da caixa (KB)	Stock de ciclo	Stock de segurança da procura	Stock de segurança do prazo de entrega	Dimensão do supermercado	Dimensão do supermercado
Fórmula						a*b	f*c	(f+g)*d	(f+g+h)*2+e	i/e
unidades	parts/h	h	%	%	parts/KB	parts	parts	parts	parts	caixas
AIRDAM 1	0,072214286	8	174%	0%	8	1	2	0	14	2
PRESSURE STRIP	0,118773148	8	117%	0%	8	1	2	0	14	2
Z24211-IDN400/1	4,49653125	8	11%	0%	45	36	4	0	125	3
Z24225-AIMS12-02-001_A20-TOOLTEC-CS5	0,034954167	8	115%	0%	8	1	2	0	14	2
Z24264-A60	0,088060606	8	55%	0%	5	1	1	0	9	2
Z24272-E0.05XA19.05-01/1	0,307865741	8	93%	0%	8	3	3	0	20	3
Z24272-E0.05XA25.4-01/1	0,700416667	8	103%	0%	6	6	7	0	32	6
Z24272-E0.165XA25.4-01/1	0,526765152	8	87%	0%	6	5	5	0	26	5
Z24273-AIPS3-7-7/1	0,203170833	8	60%	0%	28	2	2	0	36	2
Z24295-E2.4XA10	1,438488095	8	41%	0%	63	12	5	0	97	2
Z24295-E5XA10	0,771601852	8	240%	0%	28	7	17	0	76	3
Z24301-ASTM-D6123-TYPE I-301E2 24mm*50mm	0,057723958	8	171%	0%	12	1	2	0	18	2
Z24301-ASTM-D6123-TYPE I-301E2 48mm*50mm	0,050095238	8	168%	0%	6	1	2	0	12	2

Volume total ocupado pelas caixas: 665 L

ANEXO L: Procedimento de utilização da ferramenta MRP

1. Abrir o ficheiro Excel denominado MRP.

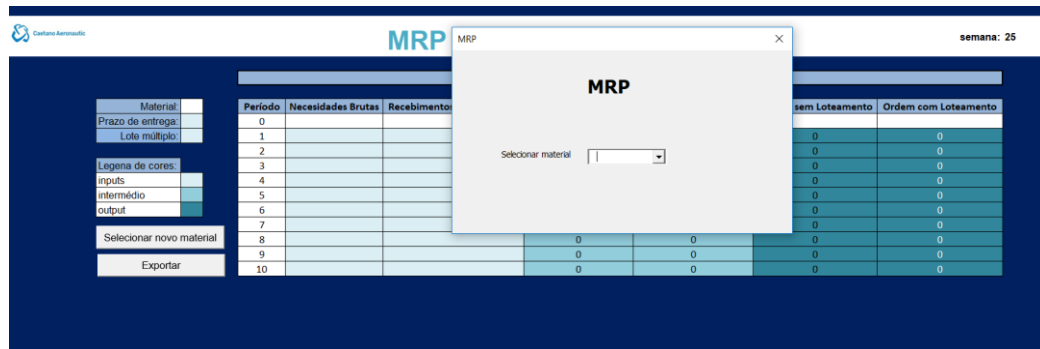


Figura 35 - Ferramenta MRP.

2. Clicar na seta com sentido inferior da caixa de combinação (destacada na Figura 36), que permite aceder à lista dos materiais (destacada na Figura 37) e seleccionar a referência pretendida.



Figura 36 - Aceder à lista de materiais.

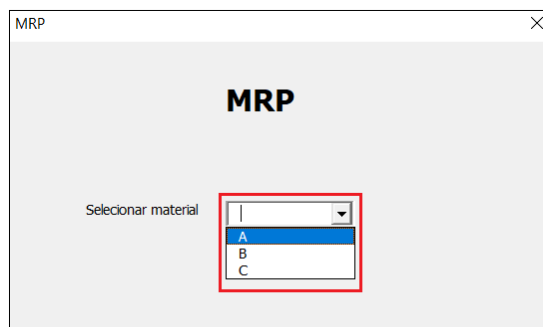


Figura 37 - Selecionar material.

3. Ler as instruções contidas na mensagem que aparece de seguida, apresentada na Figura 38.

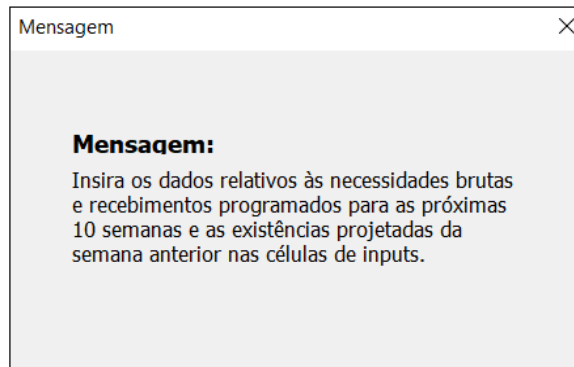


Figura 38 - Mensagens com instruções a seguir.

4. Inserir os dados relativos às necessidades brutas e recebimentos programados para as próximas 10 semanas nas respetivas células de inputs, destacadas na Figura 39.

MRP sem loteamento semana: 24

Período	Necessidades Brutas	Recebimentos Programados	Existências Projetadas	Necessidades Líquidas	Ordem de Compra
0					
1	20	50	30	0	0
2	20		10	0	85
3	95		0	85	20
4	20		0	20	220
5	220		0	220	40
6	40		0	40	540
7	540		0	540	40
8	40		0	40	20
9	20		0	20	50
10	50		0	50	0

Material: A
Prazo de entrega: 1

Legenda de cores:
Inputs
Intermédio
Output

Selecionar novo material
Exportar

Figura 39 - Inserir dados relativos às necessidades brutas e recebimentos programados.

5. Inserir os dados relativos às existências projetadas da semana anterior na respetiva célula de input, destacada na Figura 40.

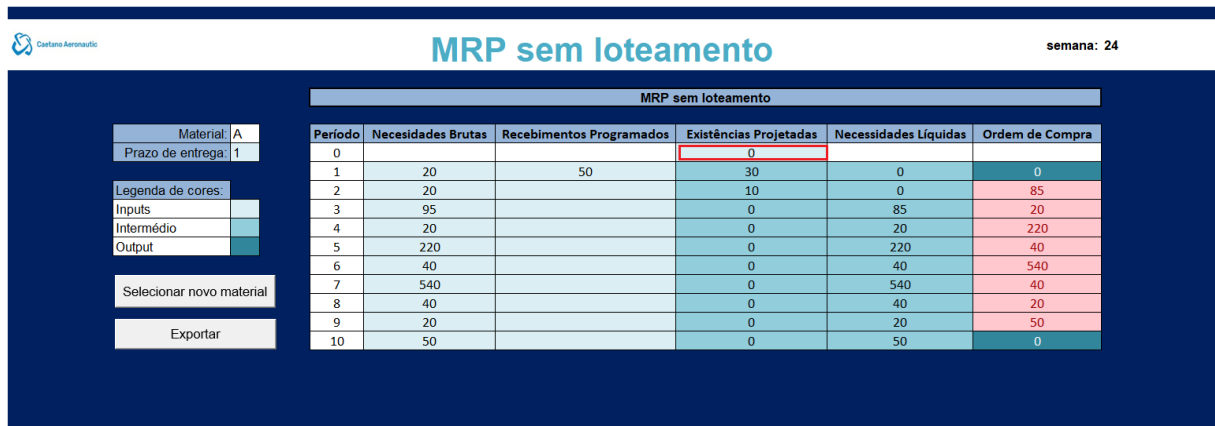


Figura 40 - Inserir dados relativos às existências projetadas.

6. Clicar no botão “Exportar”, destacado na Figura 41, para exportar os dados das necessidades de compra do material selecionado para as próximas 10 semanas.

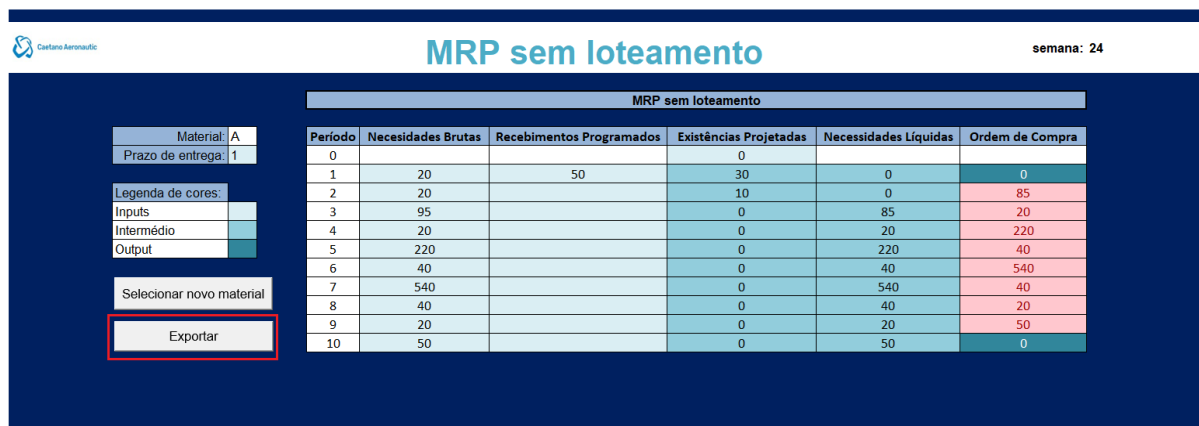


Figura 41 - Exportar dados das necessidades de compra.

7. Selecionar outro material para efetuar a análise de necessidades de compra, clicando no botão “Selecionar novo material”, destacado na Figura 42, e repetir os passos 2 a 6.

MRP sem loteamento					
Material: A		semana: 24			
Prazo de entrega: 1					
Legenda de cores:					
Inputs					
Intermédio					
Output					
Selecionar novo material					
Exportar					

Período	Necessidades Brutas	Recebimentos Programados	Existências Projetadas	Necessidades Líquidas	Ordem de Compra
0			0		
1	20	50	30	0	0
2	20		10	0	85
3	95		0	85	20
4	20		0	20	220
5	220		0	220	40
6	40		0	40	540
7	540		0	540	40
8	40		0	40	20
9	20		0	20	50
10	50		0	50	0

Figura 42 - Selecionar novo material.

Nota: O passo 7 repete-se o número de vezes necessário para efetuar a análise de necessidade de compra de todos os materiais.

ANEXO M: Rota de abastecimento de núcleos



Figura 43 - Rota de abastecimento de núcleos.

ANEXO N: Rota de abastecimento de materiais auxiliares



Figura 44 - Rota de abastecimento de materiais auxiliares.

ANEXO O: Rota de abastecimento de materiais de pintura

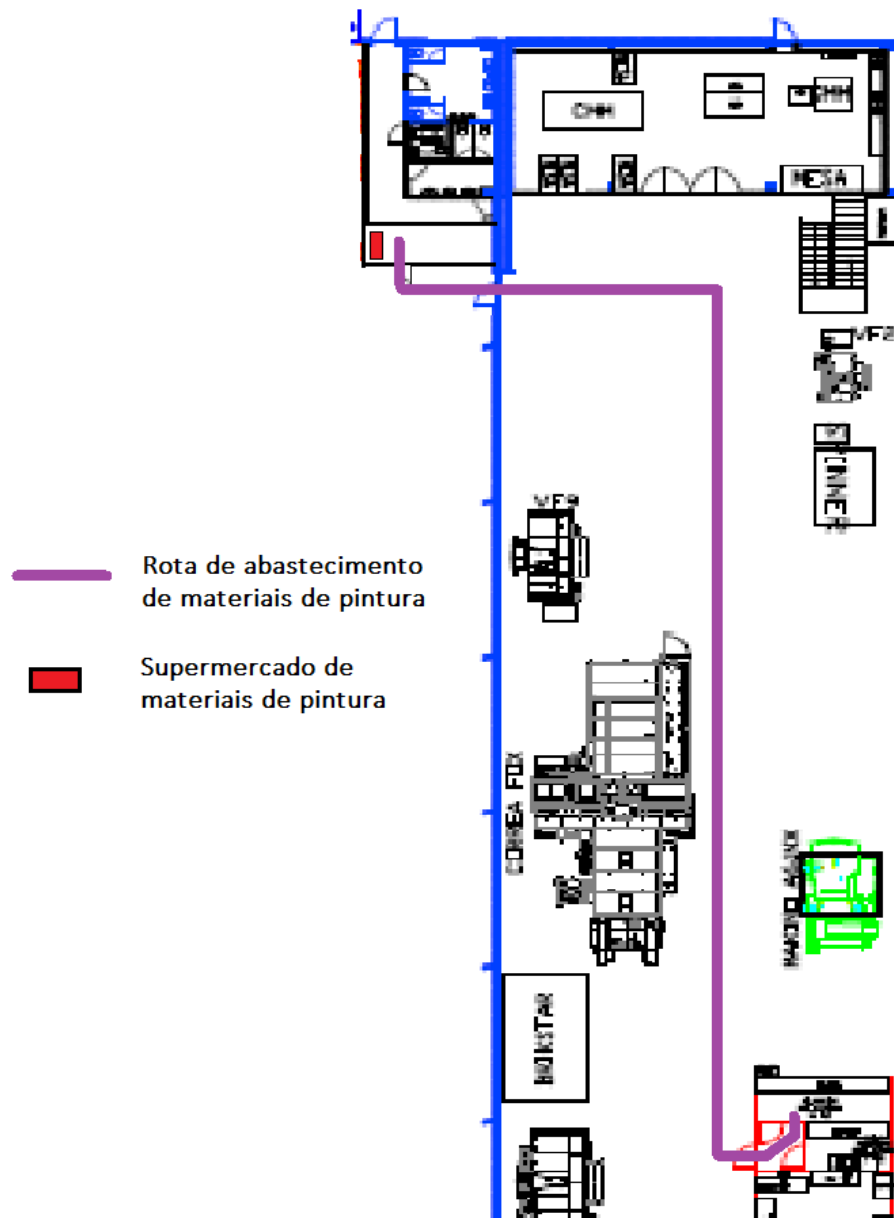


Figura 45 - Rota de abastecimento de materiais de pintura.

ANEXO P: Registo de tempos e distância percorrida no novo processo de abastecimento de núcleos

Tabela 19 - Registo de tempos e distância percorrida no novo processo de abastecimento de núcleos.

	Data:	18/05/2019	
	Núcleos retirados:	2	
	Núcleos abastecidos:	7	
Tarefa	Descrição	Tempo (s)	Distância (m)
1	Impressão da lista de núcleos a abastecer;	30	
2	Deslocação do operador logístico até ao bordo de linha (zona de produção)	48	68
3	Identificação e remoção dos núcleos que não foram consumidos no ciclo anterior do supermercado do bordo de linha;	8	
4	Transporte dos núcleos não consumidos para o armazém de núcleos;	28	21
5	Arrumação dos núcleos não consumidos no armazém;	17	
6	Picking dos núcleos a abastecer;	73	
7	Transporte dos núcleos a abastecer para o supermercado do bordo de linha;	26	19
8	Abastecimento dos núcleos segundo a sequência definida	34	
	Total	262	108

ANEXO Q: Estimativa de tempos e distância percorrida do novo processo de abastecimento de materiais auxiliares

Tabela 20 - Estimativa de tempos e distância percorrida do novo processo de abastecimento de materiais auxiliares.

Tarefa	Descrição	Tempo (s)	Distância (m)
1	Impressão da lista de materiais auxiliares a abastecer;	30	
2	Deslocação do operador logístico até ao armazém de materiais auxiliares	38	67
3	Picking dos materiais presentes na lista e sua colocação nas caixas	219	
4	Picking dos rolos	37	
5	Transporte dos materiais auxiliares até ao supermercado kanban da sala limpa.	24	20
6	Abastecimento das caixas a abastecer e recolha das caixas vazias	58	
7	Deslocamento do carro até à estrutura de suporte de rolos	3	5
8	Abastecimento de rolos	39	
9	Verificação do ponto de reposição dos rolos	12	
10	Transporte e colocação das caixas vazias no armazém de materiais auxiliares	39	26
	Total	499	118

ANEXO R: Registo de tempos e distância percorrida no novo processo de abastecimento de materiais de pintura

Tabela 21 - Registo de tempos e distância percorrida no novo processo de abastecimento de materiais de pintura.

	Data:	26/05/2019	
Tarefa	Descrição	Tempo (s)	Distância (m)
1	Impressão da lista de materiais de pintura a abastecer;	27	
2	Deslocação do operador logístico até ao armazém de materiais de pintura;	5	9
3	Picking dos materiais presentes na lista;	49	
4	Transporte dos materiais de pintura até ao supermercado da sala de mistura;	23	33
5	Remoção das latas vazias, reposição das latas a abastecer e troca de identificações;	74	
6	Transporte das latas vazias para a zona de resíduos.	22	34
	Total	200	76

ANEXO S: Registo do nº de deslocações dos operadores das zonas produtivas aos armazéns de materiais

Tabela 22 - Registo do nº de deslocações dos operadores das zonas produtivas aos armazéns de materiais.

Março	Dia da semana	Operadores da sala limpa	Operadores de pintura
1	sexta-feira	9	2
2	sábado	11	
3	domingo		
4	segunda-feira	10	
5	terça-feira		
6	quarta-feira	11	1
7	quinta-feira	13	2
8	sexta-feira	9	2
9	sábado	9	
10	domingo		
11	segunda-feira	11	1
12	terça-feira	14	2
13	quarta-feira	12	1
14	quinta-feira	9	2
15	sexta-feira	10	3
16	sábado	10	
17	domingo		
18	segunda-feira	14	1
19	terça-feira	9	2
20	quarta-feira	8	1
21	quinta-feira	11	3
22	sexta-feira	9	1
23	sábado	12	
24	domingo		
25	segunda-feira	11	2
26	terça-feira	9	1
27	quarta-feira	11	1
28	quinta-feira	12	2
29	sexta-feira	8	2
30	sábado	11	
31	domingo		
Total		263	32

ANEXO T: Comparação dos tempos e distâncias percorridas dos novos modelos relativamente aos modelos de abastecimento iniciais

Tabela 23 - Comparação dos tempos e distâncias percorridas do novo modelo de abastecimento de núcleos relativamente ao modelo inicial.

Abastecimento de núcleos		Tempo (s)	Distância (m)
Modelo inicial	abastecimento semanal	5793	657
	abastecimento diário	966	110
Novo modelo	abastecimento diário	262	108
Redução		704	2
Redução percentual		73%	2%

Tabela 24 - Comparação dos tempos e distâncias percorridas do novo modelo de abastecimento de materiais auxiliares relativamente ao modelo inicial.

Abastecimento de materiais auxiliares			Tempo (s)	Distância (m)
Modelo inicial	nº médio de abastecimentos/dia	10,52		
	abastecimento de uma referência		152	41
	abastecimento diário		1600	432
	abastecimento tri-diário		533,33	144,00
Novo modelo	abastecimento tri-diário		499	118
Redução			34,33	26,00
Redução percentual			6%	18%

Tabela 25 - Comparação dos tempos e distâncias percorridas do novo modelo de abastecimento de materiais de pintura relativamente ao modelo inicial.

Abastecimento de materiais de pintura			Tempo (s)	Distância (m)
Modelo inicial	nº médio de abastecimentos/dia	1,68		
	abastecimento de uma referência		126	75
	abastecimento diário		211,68	126
Novo modelo	abastecimento diário		200	76
Redução			11,68	50,00
Redução percentual			6%	40%

ANEXO U: Folha de cálculo do impacto dos modelos de abastecimento na produtividade das zonas de produção

Tabela 26 - Cálculo do impacto do novo modelo de abastecimento de materiais auxiliares na produtividade da secção de layup.

Abastecimento de materiais auxiliares				
	Parâmetros	Fórmula	Valor	unidades
a	Nº médio de abastecimentos/mês		263	abastecimentos
b	Nº médio de semanas/mês		4,35	semanas
c	Nº aproximado de abastecimentos/semana	a/b	60,4598	abastecimentos/semana
d	Nº médio de dias de trabalho/mês		23,5	dias
e	Nº aproximado de abastecimentos por dia	a/d	11,19149	abastecimentos/dia
f	Nº de peças produzidas/dia		176	peças/dia
g	Nº de horas de um dia de trabalho		24	horas/dia
h	Nº de peças produzidas/hora	f/g	7,333333	peças/hora
i	Nº médio de operadores a trabalhar em simultâneo		14	trabalhadores
j	Nº de peças produzidas/hora/operador	h/i	0,52381	peças/hora/trabalhador
k	Tempo médio perdido em um abastecimento		152	segundos
l	Tempo perdido em abastecimentos/dia (s)	e*k	1703,904	segundos/dia
m	Fator de conversão segundos para horas		0,000278	
n	Tempo perdido em abastecimentos/dia (h)	l*m	0,473307	horas/dia
o	Impacto diário dos abastecimentos na produção do trabalhador	j*n	0,247923	peças/dia
p	Nº de dias de trabalho na semana		6	dias/semana
q	Impacto semanal dos abastecimentos na produção do trabalhador	o*p	1,487535	peças/semana

Tabela 27 - Cálculo do impacto do novo modelo de abastecimento de materiais de pintura na produtividade da secção de pintura.

Abastecimento de materiais de pintura				
	Parâmetros	Fórmula	Valor	unidades
a	Nº médio de abastecimentos/mês		32	abastecimentos
b	Nº médio de semanas/mês		4,35	semanas
c	Nº aproximado de abastecimentos/semana	a/b	7,356322	abastecimentos/semana
d	Nº médio de dias de trabalho/mês		19	dias
e	Nº aproximado de abastecimentos por dia	a/d	1,684211	abastecimentos/dia
f	Nº de peças produzidas/dia		64	peças/dia
g	Nº de horas de um dia de trabalho		8	horas/dia
h	Nº de peças produzidas/hora	f/g	8	peças/hora
i	Nº médio de operadores a trabalhar em simultâneo		7	trabalhadores
j	Nº de peças produzidas/hora/operador	h/i	1,142857	peças/hora/trabalhador
k	Tempo médio perdido em um abastecimento		125	segundos
l	Tempo perdido em abastecimentos/dia (s)	e*k	210,5263	segundos/dia
m	Fator de conversão segundos para horas		0,000278	
n	Tempo perdido em abastecimentos/dia (h)	l*m	0,05848	horas/dia
o	Impacto diário dos abastecimentos na produção do trabalhador	j*n	0,066834	peças/dia
p	Nº de dias de trabalho na semana		5	dias/semana
q	Impacto semanal dos abastecimentos na produção do trabalhador	o*p	0,334169	peças/semana

