



**MIGUEL ÂNGELO
SABINO VALENTE**

**DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE UM
SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA A
MONITORIZAÇÃO DE DESVIOS DE STOCKS**



**MIGUEL ÂNGELO
SABINO VALENTE**

**DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE UM
SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA A
MONITORIZAÇÃO DE DESVIOS DE STOCK**

Projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica do Doutor José Vasconcelos Ferreira, Professor Associado do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro.

Dedico este trabalho à minha família pelo apoio incondicional.

o júri

presidente

Professora Doutora Ana Luísa Ferreira Andrade Ramos
Professora Auxiliar, Universidade de Aveiro

Doutora Maria Henriqueta Dourado Eusébio Sampaio da Nóvoa
Professora Auxiliar, Universidade do Porto

Professor Doutor José António de Vasconcelos Ferreira
Professor Associado, Universidade de Aveiro

agradecimentos

Ao Professor Doutor José António de Vasconcelos Ferreira e à Professora Doutora Leonor da Conceição Teixeira pela disponibilidade, pelo apoio e orientação na construção deste trabalho.

Aos amigos que sempre me acompanharam.

À minha melhor amiga e namorada Liliana, pelo companheirismo, ajuda e apoio.

Ao meu irmão André, pelos valores transmitidos e por ser o meu exemplo a seguir.

Ao meu irmão Lucas, por ser a minha maior motivação.

Um agradecimento especial aos meus pais, por todas as oportunidades que sempre me proporcionaram.

palavras-chave

Cadeia de Abastecimento, Inventário, Gestão de *Stocks*, Sistema de Informação, Modelização de Sistemas, *Lean Thinking*.

resumo

Com o mercado a tornar-se cada vez mais competitivo, as empresas sentem necessidade de melhorar constantemente os seus processos de forma a dar resposta às necessidades dos clientes, priorizando a sua satisfação. É fundamental garantir que os recursos logísticos também acompanhem essa evolução, e assim responder aos requisitos do mercado.

Tendencialmente, as organizações que possuem *stock* apresentam dificuldades em contabilizar de forma exata o inventário, o que representa uma ineficiência operacional. As dificuldades do inventário são resultado de uma desorganização física e informática dos materiais. Tudo isto se reflete em desperdícios de recursos monetários, humanos, tempo e, principalmente, na redução do nível de serviço ao cliente.

As tecnologias ou sistemas de informação surgem com o objetivo de contribuir na otimização e controlo do fluxo correto de materiais ao longo da cadeia de abastecimento.

O presente trabalho propõe-se desenvolver um sistema de informação para monitorizar o nível de inventário da fábrica Renault Cacia, passando pelas suas quatro fases de construção: análise do problema, análise de requisitos, modelização da solução e implementação.

Este sistema pretende verificar fases específicas de funcionamento da cadeia de abastecimento no interior da fábrica para descobrir inconformidades e posteriormente aplicar ferramentas *lean* para eliminar esses desperdícios.

keywords

Supply Chain, Inventory, Stock Management, Information System, System Modeling, Lean Thinking.

abstract

With the market becoming more competitive, companies feel the need to constantly improve their processes in order to respond the customer needs, prioritizing their satisfaction. It is essential to ensure that the logistical resources also follow this evolution, and respond the market requirements.

Inventory organizations tend to have difficulties in accounting for the exact number of inventory, which is an operational inefficiency. The inventory difficulties are the result of a physical and informatical disorganization of materials. All this is reflected in wasted monetary, human resources, time, and mainly to reduce the level of customer service.

The technologies or information systems arise with the objective of contributing to the optimization and control of the correct flow of materials along the supply chain.

The present work proposes to develop an information system to monitor the inventory level of Renault Cacia, through its four phases construction: problem analysis, requirements analysis, solution modeling and implementation.

This system intends to verify specific phases of the supply chain inside the factory to discover nonconformities and later to apply lean tools to eliminate these wastes.

Índice

ÍNDICE	I
I. INTRODUÇÃO	1
1.1. ENQUADRAMENTO	1
1.2. PROJETO	1
1.2.1. MOTIVAÇÃO	1
1.2.2. DESAFIO E OBJETIVO	2
1.2.3. METODOLOGIA	2
1.3. ESTRUTURA DO DOCUMENTO	3
II. ENQUADRAMENTO BIBLIOGRÁFICO	5
2.1. GESTÃO DA CADEIA DE ABASTECIMENTO E LOGÍSTICA EMPRESARIAL	5
2.1.1. GESTÃO DA CADEIA DE ABASTECIMENTO	5
2.1.2. LOGÍSTICA EMPRESARIAL	7
2.1.3. FILOSOFIA <i>JUST IN TIME</i>	7
2.2. O <i>STOCK</i> E O INVENTÁRIO	8
2.2.1. <i>STOCKS</i>	8
2.2.2. INVENTÁRIO	9
2.3. FERRAMENTAS DE ANÁLISE E MELHORIA DE PROCESSOS	9
2.3.1. ANÁLISE ABC	9
2.3.2. <i>LEAN THINKING</i>	10
2.3.2.1. PRINCÍPIOS	10
2.3.2.2. FERRAMENTA LEAN: FÓRMULA 5W2H	12
2.3.3. MODELAÇÃO DE PROCESSOS	14
2.4. SISTEMAS DE INFORMAÇÃO	15
2.4.1. <i>STAR SCHEMA</i>	16
2.4.2. LINGUAGEM UML	16
2.4.3. FASES DE DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA INFORMÁTICO	18
2.4.4. SISTEMAS DE INFORMAÇÃO NA GESTÃO DE INVENTÁRIO	20
III. DESVIO DE INVENTÁRIO NA RENAULT CACIA	21
3.1. DADOS GERAIS	21
3.2. OS DESVIOS DE INVENTÁRIO	23
3.3. OBJETIVO E METODOLOGIA DE INTERVENÇÃO	24
IV. RESULTADOS DO PROJETO	27
4.1. COMPLEMENTAÇÃO DA INFORMAÇÃO	27
4.1.1. ANÁLISE DE DESVIOS DE INVENTÁRIO	27
4.1.2. MAPEAMENTO DO FLUXO – MODELIZAÇÃO BPMN	30
4.2. DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO INFORMÁTICA	33
4.2.1. ANÁLISE DO PROBLEMA	33
4.2.1.1. PROBLEMA	33
4.2.1.2. DISCUSSÃO DA SOLUÇÃO PROPOSTA	34
4.2.2. ANÁLISE DE REQUISITOS	36
4.2.3. MODELIZAÇÃO DA SOLUÇÃO	40
4.2.4. IMPLEMENTAÇÃO	43
4.3. PROPOSTA PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIA CONTÍNUA	54

CHECK	54
PLAN	55
Do	56
ACT	57
4.4. ANÁLISE DE RESULTADOS	57
4.4.1. FLUXO DA MATÉRIA-PRIMA ENTRE ARMAZÉM E AS LINHAS DE PRODUÇÃO	57
4.4.2. FLUXO DO PRODUTO ACABADO ENTRE AS LINHAS DE PRODUÇÃO E A EXPEDIÇÃO	60
V. CONCLUSÃO	63
5.1. REFLEXÃO SOBRE O TRABALHO REALIZADO	63
5.2. DESENVOLVIMENTO FUTURO	65
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67
ANEXO 1	70
ANEXO 2	71

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - REDE DA CADEIA DE ABASTECIMENTO (ADAPTADO DE SWAMINATHAN ET AL., 1998).	6
FIGURA 2 - CURVA ABC (ADAPTADO PINTO, 2010).	10
FIGURA 3 - CONCEITO SISTEMA DE INFORMAÇÃO.	15
FIGURA 4 – REPRESENTAÇÃO <i>STAR SCHEMA</i> .	16
FIGURA 5 - CRONOGRAMA - RENAULT CACIA	22
FIGURA 6 - FLUXO GERAL RENAULT CACIA.	23
FIGURA 7 - IDENTIFICAÇÃO DE FASES NO FLUXO.	24
FIGURA 8 - GRÁFICO DA CONTABILIZAÇÃO DE DESVIOS EM FALTA (UNITÁRIO).	27
FIGURA 9- GRÁFICO DA CONTABILIZAÇÃO DE DESVIOS EM EXCESSO (UNITÁRIO).	28
FIGURA 10 - GRÁFICO DA CONTABILIZAÇÃO DE DESVIOS EM FALTA (€).	28
FIGURA 11 - GRÁFICO DA CONTABILIZAÇÃO DE DESVIOS EM EXCESSO (€).	29
FIGURA 12 - CATEGORIAS DE DESVIOS (%).	29
FIGURA 13 - MAPEAMENTO BPMN DO PROCESSO GERAL.	31
FIGURA 14 – SUBPROCESSO “ENVIA PEDIDO DE FORNECIMENTO”.	32
FIGURA 15 - <i>DASHBOARD – MENU</i> .	37
FIGURA 16 - USE CASES DO SISTEMA.	41
FIGURA 17 - MODELO DE CLASSES DO SISTEMA.	42
FIGURA 18 - IDENTIFICAÇÃO DE FASES POR SUBCAPÍTULO.	43
FIGURA 19 - IDENTIFICAÇÃO DA ETAPA DE TRANSAÇÃO ENTRE A RECEÇÃO DAS PEÇAS E O SEU ARMAZENAMENTO.	44
FIGURA 20 - <i>DASHBOARD</i> - RECEÇÃO VS. ARMAZENAMENTO.	47
FIGURA 21 - IDENTIFICAÇÃO DA ETAPA TRANSACIONAL DE PEÇAS ENTRE O ARMAZÉM E AS LINHAS DE PRODUÇÃO.	48
FIGURA 22 - <i>STAR SCHEMA</i> - ARMAZÉM VS. LINHAS DE PRODUÇÃO.	49
FIGURA 23 - <i>DASHBOARD</i> – ARMAZÉM VS. LINHA DE PRODUÇÃO.	49
FIGURA 24 - IDENTIFICAÇÃO DA ETAPA TRANSACIONAL DE PRODUTO ACABADO ENTRE AS LINHAS DE PRODUÇÃO E A EXPEDIÇÃO.	51
FIGURA 25 - <i>STAR SCHEMA</i> - LINHAS DE PRODUÇÃO VS. EXPEDIÇÃO.	52
FIGURA 26 - <i>DASHBOARD</i> - FIM DE LINHA VS. EXPEDIÇÃO.	53
FIGURA 27 - CICLO PDCA ADAPTADO.	54
FIGURA 28 – LINHA DA TENDÊNCIA - ARMAZÉM E AS LINHAS DE PRODUÇÃO.	58
FIGURA 29 - ANÁLISE ABC – MATÉRIA-PRIMA.	60
FIGURA 30 – LINHA DA TENDÊNCIA - LINHAS DE PRODUÇÃO VS. EXPEDIÇÃO.	61
FIGURA 31 - ANÁLISE ABC – PRODUTO ACABADO.	62

Siglas e Acrónimos

AGV	<i>Automatic Guided Vehicle</i>
AT	<i>Atelier</i>
BPMN	<i>Business Process Model and Notation</i>
GPI	<i>Gestion de Production Intégré</i>
JIT	<i>Just in Time</i>
MES	<i>Manufacturing Execution System</i>
MRP	<i>Material Requirement Planning</i>
NOK	<i>Not OK</i>
PDCA	<i>Plan, Do, Check, Act</i>
PSFP	<i>Programa de Seguimento do Fluxo das Peças</i>
RFID	<i>Radio-Frequency IDentification</i>
SI	<i>Sistema de Informação</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i>
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
DPA	<i>Declaração de Produção</i>
WIP	<i>Work In Progress</i>

I. Introdução

1.1. Enquadramento

O presente trabalho, realizado no âmbito de um estágio curricular do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, na Universidade de Aveiro, é o resultado de um projeto elaborado em contexto empresarial, na fábrica Renault Cacia.

1.2. Projeto

1.2.1. Motivação

Tendencialmente, as organizações que possuem *stock* apresentam dificuldades em contabilizar o número exato do inventário, o que representa uma ineficiência operacional.

As dificuldades do inventário são resultado de uma desorganização física, excesso ou falta de produto ou consequência de uma base de dados com erros de documentação. Tudo isto reflete-se em desperdícios de recursos monetários, humanos ou tempo, mas principalmente numa redução do nível de serviço ao cliente.

Com o mercado a tornar-se cada vez mais competitivo, as empresas sentem necessidade de melhorar constantemente os seus processos, de forma a dar resposta às necessidades dos clientes, priorizando a sua satisfação. É fundamental garantir que os recursos logísticos também acompanhem essa evolução, e assim, responder aos requisitos do mercado. Nesse sentido, a logística desempenha um papel fulcral, na medida em que permite a disponibilização do produto certo, no local certo, no tempo certo, na quantidade certa e ao menor custo (Carvalho, 2010). Para garantir todos estes requisitos, a gestão de *stocks* assume uma função fundamental nas organizações. É essencial que as empresas priorizem uma gestão de *stocks* equilibrada, surgindo as tecnologias ou sistemas de informação que têm como objetivo a otimização de processos: planejar os pedidos de clientes, realizar encomendas a fornecedores, gerir o *stock*, entre outros. Estas são algumas das atividades que necessitam de apoio de sistemas de informação, para garantir um fluxo correto ao longo da cadeia de abastecimento.

O controlo da informação e os meios usados são essenciais para o desempenho global das empresas (Pinto, 2010), e nesse sentido, este projeto pretende garantir o controlo de informação relativamente ao *stock* físico versus o *stock* informático, com vista a garantir a fiabilidade do inventário, na Renault Cacia.

1.2.2. Desafio e Objetivo

A globalização e as tecnologias elevaram os requisitos do mercado. Consequentemente, é necessária uma adaptação constante por parte das empresas para responderem às necessidades do mesmo, levando as organizações a elevar as próprias exigências.

A indústria automóvel faz parte de um dos mercados mais competitivos e, por conseguinte, o Grupo Renault faz questão de marcar a sua posição, sendo um dos maiores grupos a nível mundial no setor onde atua. A qualidade dos seus produtos, a inovação e exclusividade, e o prazo de entrega são fatores que permitem à empresa manter a sua distinção. Desta forma, e para manter a sua posição, é necessário assegurar o nível de serviço ao cliente.

Surge então, a necessidade de uma análise minuciosa e controlo mais rigoroso do *stock* físico e informático presente na fábrica. Nesse sentido, o presente projeto tem como objetivo o desenvolvimento e a conceptualização de um sistema de informação ajustado às necessidades dos processos de gestão de inventário da Renault Cacia. De forma a testar os conceitos apresentados, foi desenvolvida uma ferramenta informática que permitiu o controlo do *stock* informático e, através desta foi possível monitorizar o *stock* real em *shop floor*. A ferramenta pretende contribuir para a redução da incerteza do inventário e desta forma assegurar a veracidade do *stock* informático versus o *stock* físico.

1.2.3. Metodologia

Para o desenvolvimento do projeto é fundamental estabelecer uma metodologia para o seu desenvolvimento.

A primeira fase consistiu na adaptação ao ambiente fabril, conhecer a realidade e absorver a maior quantidade de informação possível, o que permitiu uma melhor compreensão de todas as movimentações internas ao longo do processo produtivo.

A segunda fase teve como objetivo a análise do problema. A presença em reuniões diárias, observação direta dos processos e entrevistas aos intervenientes, resultou numa apreensão mais profunda dos fluxos de matérias e de informação.

Seguidamente, numa terceira fase, o foco passou na recolha de dados para uma análise do caso de estudo, com o intuito de obter uma perceção geral das principais lacunas e oportunidades de melhoria. Esta abordagem resultou num mapeamento geral das fases do processo produtivo e no estabelecimento da metodologia de intervenção do problema em causa.

Após determinar o método de intervenção relativamente ao caso de estudo, discute-se a proposta de melhoria passo a passo. A seguir implementa-se o que foi anteriormente proposto e o seu procedimento tendo em conta a filosofia da melhoria contínua, concluindo com a análise de resultados e propostas futuras de melhoria.

1.3. Estrutura do Documento

O documento está organizado em cinco capítulos, cujos conteúdos se encontram referidos de seguida:

Capítulo 1 – O presente capítulo apresenta uma breve introdução e apresentação do projeto, passando pela motivação, o desafio proposto, a metodologia geral do documento e a sua estrutura;

Capítulo 2 – Este expõe a revisão da literatura das temáticas abordadas ao longo do documento. Neste capítulo, insere-se a informação que suporta as tomadas de decisões e a contextualização teórica relativa aos conceitos utilizados durante o projeto;

Capítulo 3 – Este é responsável pela apresentação da empresa onde o projeto se desenvolveu, os seus produtos e respetivos processos de fabricação, assim como as informações recolhidas para a análise do caso de estudo. Neste capítulo, descreve-se também o objetivo do projeto e a metodologia de intervenção utilizada;

Capítulo 4 – Neste capítulo é analisado e caracterizado o estado inicial da logística industrial da empresa, tal como o desenvolvimento do projeto e sua implementação;

Capítulo 5 – Finalmente, no capítulo 5 são abordados e analisados os resultados da implementação e relata-se uma síntese das conclusões obtidas. Também são apresentadas sugestões para possíveis desenvolvimentos a executar no futuro.

II. Enquadramento Bibliográfico

O objetivo do enquadramento bibliográfico é suportar o estudo prático em desenvolvimento. Este projeto é bastante amplo e, portanto, a base teórica irá incidir sobre diferentes áreas, nomeadamente:

- Gestão da Cadeia de Abastecimento e a Logística Empresarial;
- O *Stock* e o Inventário;
- Ferramentas de Análise e Melhoria de Processos;
- Sistemas de Informação.

2.1 Gestão da Cadeia de Abastecimento e Logística Empresarial

Neste subcapítulo inicia-se a apresentação do conceito mais geral “Gestão da Cadeia de Abastecimento”, o conceito de “Logística Empresarial” e a filosofia “*Just in Time*”.

2.1.1. Gestão da Cadeia de Abastecimento

O termo gestão da cadeia de abastecimento foi inicialmente introduzido na década de 1980 por Oliver e Webber. Desde então evoluiu para enfrentar os desafios conduzidos pela economia moderna (Pires Ribeiro & Barbosa-Povoa, 2018). A cadeia de abastecimento é o conjunto de entidades envolvidas no projeto de produtos e serviços, desde a aquisição de matérias-primas, na transformação das mesmas em produtos acabados e, por fim, na entrega ao cliente.

Swaminathan, Haas, Smith e Sadeh (1998) afirmam que uma cadeia de abastecimento pode ser definida como uma rede de entidades empresariais autónomas ou semiautónomas coletivamente responsáveis por adquirir, fabricar e distribuir uma ou mais famílias de produtos.

Esta rede de entidades empresariais inicia-se com a compra de matéria-prima, e segue a lógica de compra e venda entre fábricas intermédias até à fábrica final, que através de centros de distribuição, distribui aos revendedores que por último vendem ao cliente final (Figura 1).

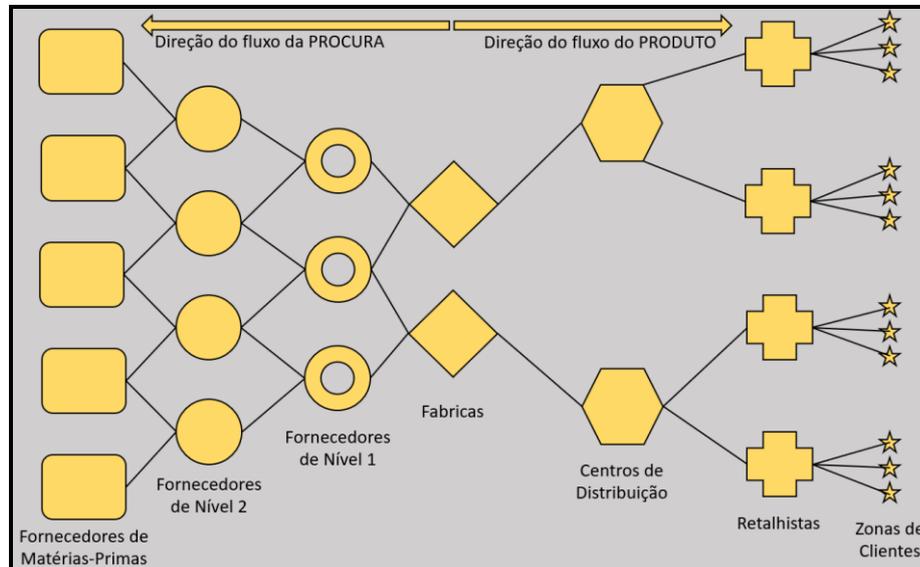


Figura 1 - Rede da Cadeia de Abastecimento (Adaptado de Swaminathan et al., 1998).

Segundo Greer e Theuri (2012), uma gestão eficiente da cadeia de abastecimento, contribui para o aumento dos lucros da empresa, melhora a qualidade, os tempos de ciclo e reduz os riscos financeiros. Um gestor tem como objetivo a melhoria do desempenho e a redução de custos. Um processo de ciclo extenso, como o da cadeia de abastecimento, segmentado em ciclos mais curtos, permite uma observação mais detalhada e rigorosa ao gestor, que consegue facilmente perceber quais os processos do fluxo que não acrescentam valor, para posteriormente eliminá-los.

O conceito da cadeia de abastecimento pode-se refletir também no fluxo de informação. Stair e Reynolds (2010), afirmam que a informação deve ter as seguintes características para serem valiosas:

- **Disponível e Oportuna:** Esta deve estar acessível aos utilizadores para que a possam obter no formato e momento mais convenientes;
- **Precisa e Completa:** Sem erros ou falhas;
- **Económica:** A geração de informação deve ser financeiramente viável;
- **Flexível:** Deve ser possível utilizar a informação para propósitos diferentes;
- **Relevante:** Para que sirva de auxílio na tomada de decisão do utilizador;

- **Segura:** Acessível apenas a utilizadores autorizados;
- **Fiável e Verificável:** De fácil consulta de veracidade.

Todas estas características atingem-se com um fluxo organizado tal como uma cadeia de abastecimento deve ser. Uma informação atualizada, que manifeste todas estas características, pode-se tornar extremamente útil na tomada de decisões.

2.1.2. Logística Empresarial

A logística planeia, implementa e controla o fluxo. Mentzer, Stank e Esper (2008) afirmam que os domínios focados pela logística passam pela gestão de matéria, gestão dos transportes e a gestão de armazenamento do inventário. Esta, é responsável pelo armazenamento eficiente e económico de matérias-primas, produtos semiacabados e acabados, bem como as informações associadas, desde o início da cadeia até ao ponto de consumo, com o propósito de atender às exigências e necessidades dos clientes através da gestão de *stocks* (Mentzer et al., 2008). De acordo com os princípios de gestão da cadeia de abastecimento, as empresas pretendem alcançar amplas cadências de produção e distribuição, retendo o mínimo *stock* o menor tempo possível. Para evitar distúrbios na gestão de *stocks*, e com o intuito da evolução e da melhoria contínua, surge a filosofia *Just In Time* (JIT), que atua precisamente no tema logístico.

2.1.3. Filosofia *Just in Time*

A reavaliação dos procedimentos de negócio e o foco no progresso contínuo dos processos, tornaram-se vitais para as empresas se manterem competitivas no mercado atual (Fullerton & McWatters, 2001). Neste contexto, a filosofia JIT originada por Taiichi Ohno, encaixa na perfeição.

Esta filosofia é um dos pilares da *Toyota Production System* (Liker & Morgan, 2006). Esta consiste num sistema de produção com metodologias aplicadas para enaltecer a competitividade entre empresas através da diminuição do inventário e do *lead time* (Xu & Chen, 2016). Determina a quantidade necessária a produzir, transportar ou adquirir e no instante exato em que deve realizar, proporcionando um fluxo contínuo de materiais e informação ao longo de toda a cadeia de abastecimento de forma a satisfazer o cliente com a quantidade e no tempo que esta determina. *Lead time* é o intervalo de tempo entre a ordem de encomenda/pedido até à receção efetiva do produto/serviço em questão ao cliente (Kadric, Bajric, & Pasic, 2017).

Esta filosofia impulsiona a redução de *stock* e, simultaneamente, permite uma grande flexibilidade para satisfazer as necessidades dos clientes. Inclui também uma maior qualidade na

produção, menor nível de inventário, melhoria de fluxos de atividade, redução do tempo de resposta a pedidos e, conseqüentemente, a redução dos custos.

2.2. O *Stock* e o Inventário

2.2.1. *Stocks*

Segundo Love (1979) o *stock* é um termo de origem inglesa, que se refere à quantidade de bens ou materiais, sob o controle de uma instituição ou empresa, num estado relativamente ocioso, a aguardar o seu uso ou venda. O *stock* detém vários propósitos (Berg, 2007):

- **Disponibilidade instantânea:** Possuir *stock* permite a resposta imediata ao cliente, melhorando o nível de serviço ao cliente.
- **Tamanho do lote:** Devido à produção em grandes volumetrias, cria-se uma economia à escala sendo que a produção, o transporte e as encomendas acabam por seguir essa escala.
- **Antecipação da procura:** O *stock* permite disponibilidade durante picos da procura ou fazes sazonais.
- **Especulação:** O *stock* permite estabilidade, pois existem variações de preços, normalmente na variação de custos da matéria-prima e transportes.
- **Produtos estratégicos:** O *stock* permite manter produtos raros de procura incerta.

Como acima referido, as empresas pretendem alcançar amplas cadências de produção e de distribuição, retendo o mínimo *stock* no menor tempo possível. Para manter um *stock* baixo significa que o ciclo de vida do produto será curto, e esse fator leva as empresas a investirem num sistema de armazenamento de alto desempenho (J P Van Den Berg & Zijm, 1999).

As vantagens de um *stock* reduzido caracterizam-se pelo baixo custo de posse, de armazenamento e uma redução da carga financeira. Por outro lado, as desvantagens são o aumento da probabilidade de baixo nível de serviço ao cliente, ruturas e perturbações na fabricação por falta de matéria-prima, além dos elevados custos de aprovisionamento.

As vantagens de um *stock* elevado passam pela compensação das lacunas de uma gestão ineficiente e auxilia nas incertezas da procura. Por outro lado, as desvantagens de um *stock* elevado levam a um alto custo de armazenamento, pela alta probabilidade de deterioração do produto e o custo de oportunidade de investimento de capital alternativo.

Os *stocks* são também investimentos de valores elevados e representam um risco financeiro para as empresas, uma vez que proporcionam um certo nível de segurança em ambientes complexos, como por exemplo, os armazéns das fábricas. O armazenamento ajuda a controlar eventuais atrasos e irregularidades entre o fornecimento e as variações das necessidades do mercado.

2.2.2. Inventário

O inventário é um documento contabilístico que consiste na listagem de bens que pertencem a uma pessoa, entidade ou comunidade. Esta listagem, era feita de modo arcaico com todos os processos manuais e com registos em papel. Embora ainda existam organizações que o façam, com o passar dos anos e com o avanço tecnológico, estes processos evoluíram tornando-se mais fáceis graças às ferramentas informáticas. Atualmente, é feita a partir de leitores de códigos de barras, que através de um *click* leem o código associado ao produto, onde é descrita a informação sobre a embalagem, ou mesmo através de tecnologias que utilizam rádio frequência para a leitura dessa informação. As ferramentas informáticas, permitem o apoio na gestão de inventário das empresas, que através de um fluxo de informação digital fazem a diferença no desempenho logístico, proporcionando um nível de serviço ao cliente mais eficaz (Closs & Savitskie, 2003).

2.3. Ferramentas de Análise e Melhoria de Processos

2.3.1. Análise ABC

Para a organização de um armazém, a análise ABC é bastante utilizada, pois permite identificar quais os produtos que requerem maior atenção e adequar o tratamento dos mesmos (Chu, Liang, & Liao, 2008).

A análise ABC, ou a curva 80 – 20, consiste na separação de produtos do *stock* em três grupos: Classe A, B e C (Figura 2):

- Os artigos da Classe A, são artigos mais caros e/ou mais usados. Esta categoria representa 20% do total dos artigos que correspondem a 80% do valor do *stock* total. Esta classe representa a classe mais valiosa para a organização.
- Os produtos da Classe B, são os produtos de importância média e representam 30% dos produtos, correspondendo a 15% do valor do *stock* total.

- Por último encontra-se a Classe C. Esta classe representa os restantes 50% dos produtos, que correspondem a apenas 5% do valor total do *stock*.

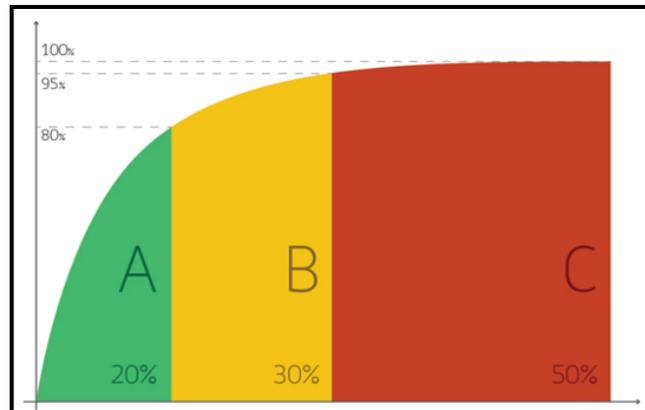


Figura 2 - Curva ABC (Adaptado Pinto, 2010).

Pinto (2010) afirma que para um artigo da Classe 'A' devem ser definidos níveis de serviço mais elevados e adotar-se um modelo de revisão rígido e contínuo. Na classe 'C' deve acontecer o contrário, sendo que os produtos desta classe podem ser tratados com procedimentos simples onde a monitorização deve ser periódica, mas com intervalos de tempo mais largos. Na classe intermédia 'B', o modelo de controlo de *stock* deve ser periódico com ciclos de tempo mais curtos que da classe 'C'. Esta configuração pode mudar conforme o que a organização pretende analisar.

2.3.2. *Lean Thinking*

2.3.2.1. Princípios

A origem do *lean* associa-se ao Japão e à crise que a empresa *Toyota Motor Company* atravessou após a Segunda Guerra Mundial. A crise da pós-guerra nos anos 50 levou a Toyota a estudar novas formas para sustentar uma produção reduzida com maior variedade de produtos, de modo a preservar a sustentabilidade da empresa (Sayer & Williams, 2012). Os executivos da Toyota trabalharam para levar a empresa ao próximo nível, apesar da situação difícil na qual se encontravam. Desta forma nasceu a *Toyota Production System* (TPS) e o *lean thinking*.

O TPS foi arquitetado por Taiichi Ohno e os primos Eiji e Kiichiro Toyoda. A redução de custos tem sido uma paixão desde que Taiichi Ohno criou o famoso TPS no chão de fábrica (Liker & Meier, 2006). No entanto, a redução de custos não é o que impulsionara a Toyota, mas sim a criação de valor para o cliente. Esta filosofia é guiada pelo princípio de que qualquer função deve

gerar valor ao cliente. Isto é, identificar o que o cliente está disposto a pagar e eliminar qualquer atividade que não acrescente valor. Este princípio deve ser sempre o ponto de partida e servir enquanto orientação para qualquer interveniente do processo. Para sustentar a filosofia reconheceram-se cinco princípios (Womack & Jones, 1997):

I. **Identificar o valor:** Não é a empresa que define o que é o valor, mas sim o cliente. A percepção de quais as necessidades do cliente é fundamental.

II. **Mapear a cadeia de valor:** As organizações têm de satisfazer todos os seus *Stakeholders*, fornecendo-lhes valor. Para isso, a organização identifica um ponto de equilíbrio de interesses.

III. **Otimizar o fluxo de valor:** O fluxo produtivo deve ser contínuo, para que não sejam criados *stocks* intermédios, e assim reduzir o *lead time* e aumentar a qualidade.

IV. **Estabelecer o pull:** O sistema *pull* faz com que seja o cliente a “liderar” os processos. A produção realizada corresponde exatamente ao que é desejado pelo cliente, não existe a necessidade de produzir mais do que a quantidade necessária, e na data que o cliente deseja. Desta forma é possível reduzir os *stocks* e valorizar o produto.

V. **Perfeição:** A procura contínua da melhoria, deve existir em todos os níveis da organização, ouvindo constantemente a voz do cliente.

Com estes cinco princípios vai-se ao encontro da criação de valor, a satisfação dos *Stakeholders* e ao mapeamento de tudo o que o cliente está disposto a pagar. Resta então qualificar as atividades que não acrescentam valor para posteriormente as eliminar, sendo estas chamadas de desperdícios. As atividades que não acrescentam valor, consomem recursos e não contribuem para o resultado desejado pelo cliente, e como tal devem ser eliminadas da cadeia de abastecimento (Pinto, 2010) “*Muda*” é o nome dado pelos Japoneses aos desperdícios, e define recursos e tempo ineficientes. Estes desperdícios afetam diretamente o preço do produto, sobrevalorizando-o. Se uma empresa da concorrência propõe um produto do mesmo tipo a um preço inferior, resultará numa vantagem competitiva no mercado para o adversário. Com o intuito de apoiar a filosofia e os desperdícios, as organizações devem agir na eliminação dos 3 M's: *Muda*, *Mura* e *Muri* (Sayer & Williams, 2012).

I. **Muda (desperdício):** é a atividade que consome recursos sem criar nenhum valor para o consumidor. Dentro desta categoria existem duas subcategorias:

- **Muda do Tipo 1:** O desperdício que inclui as ações sem valor agregado, mas que são, por algum motivo, consideradas necessárias para a organização.
- **Muda do Tipo 2:** São as atividades que não agregam valor e são desnecessárias para a empresa.

II. **Mura (desigualdade):** Este é um desperdício causado pela variação da qualidade, do custo ou da entrega. Acontece quando as atividades não correm como planejado e não são consistentes. *Mura* abrange todos os recursos que são desperdiçados quando a qualidade não pode ser prevista, como o custo de testes, inspeção, contenção, devoluções, horas extra, entre outros. Para evitar o *mura*, aplica-se técnicas de redução de variações.

III. **Muri (overdoing):** a sobrecarga desnecessária ou irracional de pessoas, equipamentos ou sistemas. De uma perspectiva *lean*, o *muri* diz respeito ao modo como é definido o trabalho ou a tarefa. Devem-se realizar avaliações a nível de ergonomia e detalhar todas as operações que se identifiquem como movimentações para as identificar movimentações prejudiciais ou desnecessárias.

O maior foco das indústrias que aplicam a filosofia *lean* é combater os 7 desperdícios, que segundo Sayer e Williams (2012), para os descobrir, deve-se analisar o mapa da cadeia de valor e dividi-lo em sete áreas:

- **Transporte:** Existe movimento desnecessário (sem valor agregado) de peças, materiais ou informações entre processos?
- **Espera:** As pessoas, peças, sistemas ou instalações aguardam a conclusão de algum ciclo de trabalho?
- **Superprodução:** A produção está a ser maior ou concluída antes do previsto? Ou a quantidade produzida é maior do que a exigida pelo cliente?
- **Defeitos:** O processo resulta em algo que o cliente consideraria inaceitável?
- **Inventário:** Existe alguma matéria-prima, *Work-In-Process* (WIP) ou produtos acabados que não tenham valor agregado?
- **Movimento:** Existe um excesso de movimentos de materiais, pessoas, equipamentos ou mercadorias entre etapas do processo?
- **Processamento Extra:** Quanto trabalho extra é realizado além do padrão exigido pelo cliente?

2.3.2.2. Ferramenta Lean: Fórmula 5W2H

De forma a solucionar os problemas, devem-se identificar as origens dos mesmos. Para isso, pode-se encontrar respostas com uma sequência de questões triviais: Quem? Onde? O quê? Quando? Porquê? Como? E quanto?

A fórmula 5W2H contém estas questões e pode-se aplicar em qualquer processo para apoio a decisão. A 5W2H revela-se vantajosa quando se quer uniformizar um processo e criar etapas *standard* a realizar, na pesquisa da origem de um problema. Esta *checklist* de verificação dos 5W2H deve-se moldar conforme o objetivo que se pretende alcançar.

Um exemplo de 5W2H apresenta-se na tabela seguinte (Tabela 1):

Tabela 1 - 5W2H.

5W2H	
Who?	Quem faz?
	Quem poderá estar envolvido?
	Quem necessita de ser envolvido ou contactado?
	Quem precisa de ser informado?
	A quem se dirige a questão?
Where?	Em que local acontece?
	Onde poderá acontecer?
	Onde encontrar meios para resolver o problema?
	Onde divulgar?
	Onde obter apoios?
What?	O que é que acontece?
	O que é necessário fazer?
	O que fazer em primeiro lugar?
	Que recursos são necessários?
	Qual o objetivo?
When?	Quando acontece?
	Quando se sabe que se alcançou o objetivo?
	Quando envolver os outros?
Why?	Porquê que acontece?
	Porquê fazer desta forma?
	Porque é necessário?
	Porquê é que vai resultar?
How/How much?	Como se processa?
	Como se desenvolve o problema?
	Como resolver o problema?
	Como envolve as pessoas?
	Quanto custa?

Ferramenta Lean: Ciclo P.D.C.A.

O ciclo foi desenvolvido em 1930 por Walter Sherhart e é uma estrutura operacional *lean*. Esta metodologia divide-se em quatro etapas (Sayer & Williams, 2012):

I. Plan: Criar um plano para a mudança, identificar especificamente o que se deseja mudar e definir os passos necessários para fazer essa mudança. É importante prever os resultados dessa alteração.

II. Do: Executar o plano num ambiente de teste ou em pequena escala, em condições controladas.

III. Check: Examinar os resultados do teste e verificar se melhorou o processo. Se sim, considerar a sua implementação numa escala mais ampla, se não voltar ao início do ciclo.

IV. Act: Implementar as alterações verificadas numa escala mais ampla, atualizando os procedimentos operacionais.

2.3.3. Modelação de Processos

Nos últimos anos, surgiu a necessidade de elaboração de uma linguagem universal de modelagem para processos de negócio. Esta foi criada com o intuito de ser expressiva e formal, e ao mesmo tempo de fácil compreensão para utilizadores que não sejam peritos no assunto (Chinosi & Trombetta, 2012). Inicialmente, esta noção gráfica foi idealizada para melhorar a comunicação entre setores e pessoas, por mostrar o processo e as suas fases. No entanto, o BPMN passou a ser mais que uma noção gráfica, pois consegue-se facilmente identificar eventuais inconsistências e problemas no sistema, e desta forma identificar oportunidades de melhoria no processo (Chinosi & Trombetta, 2012).

O BPMN 2.0 é a notação atualmente mais utilizada na modelação de processos e fluxos. As linguagens de modelação têm fundamentalmente três aplicações diferentes: descrição, simulação ou execução de um processo. Esta linguagem representa-se através do *Business Process Diagram* e é frequentemente usada pelos analistas durante a fase de análise do sistema.

Com estas ferramentas identificam-se os desperdícios agregados aos processos, os quais podem ser eliminadas através da ferramenta *lean*. Embora esta filosofia seja aplicada numa perspetiva de eliminar desperdícios a nível operacional, esta filosofia pode e deve ser aplicada a outros processos mesmo que não sejam tangíveis, como por exemplo no fluxo de informação.

2.4. Sistemas de Informação

Stair e Reynolds (2010) afirmam que um Sistema de Informação (SI) é um conjunto de elementos ou componentes inter-relacionados (figura 3).

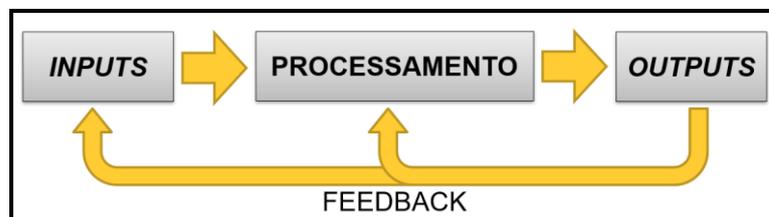


Figura 3 - Conceito Sistema de Informação.

Os SI coletam dados (*input*), manipulam e armazenam (*processamento*) e disseminam informações (*output*). Numa segunda fase, o SI, pode fornecer um *feedback* corretivo para atender a um objetivo. O mecanismo de *feedback* é o componente que ajuda as organizações a afinar o SI para alcançar os seus objetivos, como aumentar os lucros.

- **Input:** Num SI, o *input* é a atividade de recolha de dados no estado bruto. Estes dados podem ser de vários tipos: letras, números, figuras, imagens ou ficheiros de áudio (Rainer & Cegielski, 2011). Os dados representam eventos ocorridos que ainda não foram organizados e não têm uma forma útil para que sejam compreendidos por quem os consulta. Por isso, necessitam de processamento.

- **Processamento:** O processamento pode definir-se como o “motor” de um SI. Define-se como a ação de converter ou transformar dados em informação útil. O processamento pode envolver cálculos e comparações, com o objetivo de obter informação direcionada para responder às necessidades de cada utilizador.

- **Output:** Está relacionado com a produção e a forma de apresentação de informação obtida após processamento. A forma de apresentação do *output* é normalmente através de um documento ou um relatório. Importante salientar que o *output* de um SI, pode ser um *input* de outro SI.

- **Feedback:** Por último, o *feedback* tem o objetivo de fazer ajustes à ferramenta para afinar as informações resultantes. Estes ajustes são feitos a nível de *input* e/ou a nível do processamento, com vista a atingir os objetivos definidos pela organização.

2.4.1. Star Schema

Num SI, o *star schema* é o modelo mais utilizado na modelagem dimensional para dar suporte na tomada de decisões e melhorar a performance de sistemas para consulta. Este esquema é composto por uma tabela de fatos no centro e rodeado por tabelas de dimensão parecendo-se com a forma de uma estrela (Gopalkrishnan, Li, & Karlapalem, 1999), como apresentado na figura 4.

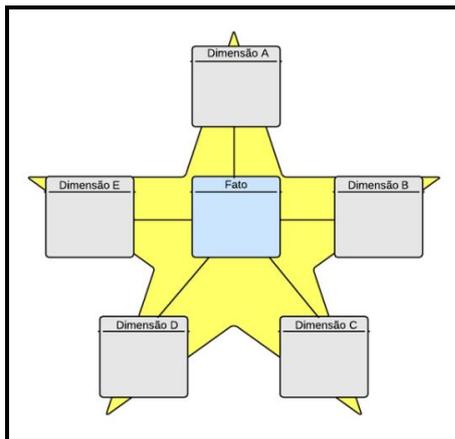


Figura 4 – Representação Star Schema.

O objetivo da tabela de fatos é armazenar uma grande quantidade de dados históricos, em função do tempo, obtidos a partir de todas as ligações que possui. Normalmente, a tabela central armazena os fatos ocorridos e as chaves primárias das tabelas de dimensão. Por outro lado, nas tabelas de dimensão, além de ter a chave primária que as associa a tabela de fatos, guarda descrições, características, localidades e outros detalhes secundários.

2.4.2. Linguagem UML

A primeira versão da UML (*Unified Modeling Language*) surgiu em 1995, quando Jacobson formou um grupo de cientistas. Este grupo liderou no pensamento científico direcionado a engenharia de *software* Orientada a Objetos, criando a linguagem UML (Dennis, 2012). Os objetivos desta linguagem passam por:

- Modelizar sistemas usando os conceitos da Orientação a Objetos;
- Facultar uma linguagem de modelização utilizável tanto pelo homem, como pela máquina;
- Fornecer aos utilizadores de uma linguagem de modelização visual, expressiva, fácil de ler, de forma a que estes possam desenvolver e trocar modelos com significado;

- ser independente de qualquer linguagem de programação e processo de desenvolvimento;
- Encorajar crescimento de ferramentas Orientadas a Objetos.

A UML é também uma linguagem visual, que utiliza uma notação padrão para visualizar, especificar, construir e documentar sistemas num paradigma Orientado a Objetos (Marouane, Duvallet, Makni, Bouaziz, & Sadeg, 2017):

- **Visualizar:** Esta linguagem modela um processo através de uma simbologia gráfica bem definida;
- **Especificar:** Consente a construção de modelos rigorosos, completos e sem ambiguidades;
- **Construir:** Permite a criação de código a partir do modelo UML para uma linguagem de programação;
- **Documentar:** Consente documentar o sistema em termos de requisitos, e a nível de arquitetura, possibilita testes e futuras intervenções em termos de manutenção.

Além disso, os diagramas UML representam duas visões possíveis diferentes de um modelo de sistema (Holt, 2004):

- I. Uma visão estrutural, enfatizando a estrutura estática do sistema usando objetos, atributos, operações e relações por meio de diagramas de classes e diagramas de estrutura composta;
- II. Uma visão comportamental, enfatizando o comportamento dinâmico do sistema e mostrando colaborações entre objetos e mudanças no estado interno destes, por meio de diagramas de sequência, diagramas de atividades e diagramas de máquinas de estados.

Logo, para obter um modelo UML é necessário a determinação de duas classes básicas e termos:

- Os elementos estruturais que compõem o processo;
- O comportamento que esses elementos desenvolvem quando interagem.

Uma vez determinadas estas duas classes, e com a ajuda de um pequeno texto descritivo do modelo, esta acaba por ser uma convergência de diversas outras linguagens de modelação

utilizada no desenvolvimento de *software*. O modelo pode ser concebido com o objetivo de facilitar a comunicação entre participantes envolvidos no desenvolvimento do processo.

2.4.3. Fases de Desenvolvimento de um Sistema Informático

As etapas e atividades necessárias para o desenvolvimento de uma aplicação informática, desde a fase em que se tem conhecimento da existência do problema, até à instalação da solução desejada, subdividem-se em quatro etapas: análise do problema, análise de requisitos, modelização da solução e implementação (Teixeira, Ferreira, & Santos, 2004).

Análise do Problema

Nesta etapa é necessário clarificar o problema e discutir a proposta de resolução. As técnicas utilizadas para a recolha de dados são reuniões, técnicas de observação direta, análise da documentação existente e ainda a análise dos processos de negócios, de forma a contextualizar a solução proposta no sistema organizacional em causa (Dennis, 2012).

Análise de Requisitos

Nesta fase valida-se o resultado da etapa anterior junto dos potenciais utilizadores do sistema, através da especificação dos requisitos. Com o auxílio de técnicas de recolha de dados como mecanismos de observação direta, entrevistas ou questionários. Ainda que qualquer uma delas possa conduzir a bons resultados, é necessário analisar o tipo de utilizadores do sistema e a dispersão dos mesmos de maneira a aplicar a mais adequada e, para esse efeito, o questionário é a técnica mais adequada para auscultar as necessidades de uma população dispersa. Antes de entrar no detalhe dos requisitos, é importante que se compreenda o objetivo que se quer atingir, especificando a solução.

Uma vez definido qual o objetivo final, será mais fácil executar a análise de requisitos e identificar as necessidades dos utilizadores, sendo representadas através de funções designadas por *Use Cases* (Teixeira, Ferreira, & Santos, 2004). Nesta etapa, identificam-se as necessidades dos utilizadores, sendo que essas necessidades são representadas através de um diagrama denominado *Use Cases*. Este serve para documentar a fase de requisitos, identificar fronteiras do sistema e descrever os serviços dos diversos utilizadores, utilizando três abstrações de modelização:

- **Atores:** Elementos externos que interagem com o sistema, sejam estes humanos ou sistemas computadorizados.

- **Use Cases:** Descrevem as funcionalidades do sistema e o que um ator faz. Importante salientar que um ator pode ter vários *use cases*.

- **Relações:** As ligações entre atores e *use cases* são denominadas por associações, dependências, *uses* ou *extends*.

Modelização do Sistema

A modelização do sistema apresenta a fase onde toda a informação textual descrita na especificação é substituída por uma linguagem gráfica, de forma a simplificar a comunicação entre os diferentes membros da equipa de projeto, nomeadamente os programadores que irão trabalhar sobre os modelos (Teixeira et al., 2004). É nesta fase que se faz a 'ponte' entre a solução descrita na especificação e a implementação dessa solução, fazendo uso de uma determinada linguagem gráfica. O trabalho efetuado nesta etapa não acrescenta informação, apenas a converte em modelos, existindo alguma propensão para se perder informação, quando não se utilizam os métodos adequados.

Uma das ferramentas mais utilizadas para a modelização é o *Unified Modeling Language* (UML) (Teixeira et al., 2004). A linguagem UML tem vários tipos de diagramas, sendo o Diagrama de Classes e o Diagrama de *Use Cases* os mais utilizados nesta fase de modelização do sistema (Booch, Rumbaugh, & Jacobson, 2005).

O diagrama de classes utiliza como abstrações de modelização as classes de objetos e as suas relações. Uma classe identifica-se graficamente por um retângulo dividido, onde o primeiro se dedica ao nome da classe e o seguinte aos diversos atributos da mesma. Por outro lado, o diagrama de *use cases* representa graficamente os intervenientes do sistema, designados por atores, e os respetivos *use cases* que descrevem as suas ações e de que forma interagem no sistema (Dennis, 2012).

Implementação

Por último, resta a etapa da implementação. Esta fase é responsável pela tradução dos modelos anteriormente descritos para a programação. Esta tem em conta o contributo do potencial tecnológico atualmente existente, usando as potencialidades deste para melhorar as funcionalidades do sistema.

A responsabilidade da implementação é dos construtores ou programadores, tendo estes que interpretar a informação contida nos modelos e convertê-la para uma linguagem executável pelo computador. É nesta fase que se faz a escolha da tecnologia mais apropriada, podendo recorrer ao auxílio dos vendedores ou consultores tecnológicos (Teixeira et al., 2004).

2.4.4. Sistemas de Informação na Gestão de Inventário

Os sistemas industriais há muito tempo que passaram o nível em que poderiam ser controlados por humanos sem apoio. O desenvolvimento da engenharia de fatores humanos refletiu-se no desenvolvimento tecnológico, particularmente quando representado na transição de tarefas manuais para tarefas de controlo e planeamento, sendo que os sistemas de informação são utilizados por empresas em praticamente todas as indústrias, como uma necessidade competitiva (Manthou, Notopoulos, & Vlachopoulou, 1996). Atualmente, é impensável não ter sistemas de informação que acompanhem os diferentes departamentos numa empresa. O objetivo passa por uniformizar todos esses SI, num grande SI que englobe todas as ferramentas informáticas, sendo que uma destas será o sistema de gestão de *stocks*.

Uma gestão de *stocks* com um SI completo, poderá vir a ser uma vantagem competitiva graças à quantidade de benefícios agregada a este: O registo de cativação de *stock*, localização do *stock* por armazéns, valorização de *stock*, pontos de encomenda, alarmes ao atingir o *stock* mínimo ou o *stock* máximo, controlo consignações e controlo de preços de custos atualizados. Estas são algumas das funcionalidades fáceis de reter numa base de dados e verificar num SI. Sem uma ferramenta informática que retenha estas informações, a quantidade de desperdícios e recursos será enorme.

Narasimhan e Kim (2001) afirmam que um SI de gestão da cadeia de abastecimento deve ser funcional, existindo uma relação entre as características do SI e o desempenho da gestão da cadeia de abastecimento. Os mesmos desenvolvem um conjunto de diretrizes para a utilização estratégica dos SI. Concluem mostrando que um SI aplicado à gestão de *stock*, adiciona valor às operações logísticas e à performance da gestão da cadeia de abastecimento.

III. Desvio de Inventário na Renault Cacia

Este capítulo é responsável pela apresentação do caso de estudo. Para isso, descrevem-se as informações principais sobre a organização, o levantamento de dados, a descrição do problema, os objetivos a alcançar e a metodologia de intervenção.

3.1 Dados Gerais

A Renault Cacia é uma fábrica chave no leque de 41 fábricas do Grupo Renault. A fábrica produz órgãos e componentes para a indústria automóvel desde setembro de 1981. Desde essa data, já produziu mais de 9 milhões de caixas de velocidades e mais de 37 milhões de bombas de óleo, sendo que a localização estratégica da fábrica tem feito a diferença pelo favorecimento geográfico. A Renault Cacia encontra-se perto da entrada da autoestrada, a 5 km da zona portuária de Aveiro, 65 km da cidade Porto e a 250 km da cidade de Lisboa.

Apesar dos novos projetos e evoluções a nível estrutural, a fábrica tem atualmente uma forma em 'U' (Anexo 1).

A Renault Cacia tem como volume de negócio a fabricação de Componentes para Caixas de Velocidades, a própria montagem de Caixas de Velocidades (CV) e a fabricação de Componentes para Motores (CM).

Em relação às CVs, existe a aquisição de componentes mecânicos maioritariamente em estado bruto que, depois de maquinados, podem ser exportados ou entrarem nas linhas de aglomeração das CVs. Os componentes das CVs são nomeadamente:

- Cárteres de embraiagem e mecanismos dos modelos TL4, JR, ND e JH;
- Carretos ou pinhões loucos e fixos (1ª, 2ª, 3ª, 4ª e 5ª mudanças do tipo JR e 6ªPk para outro modelo);
- Árvores primárias e secundárias do modelo JR;
- Coroas e caixas diferenciais do modelo JR;
- Eixos dos modelos JR.

Alguns destes componentes entram na linha de produção dos modelos das caixas de velocidades JR e ND que se encontram atualmente em declínio, pois em 2020 entrará na gama de produtos a nova caixa de velocidades, denominada JT4.

Quanto à fabricação dos Componentes para Motores, a Renault Cacia produz:

- Bombas de óleo modelos VDOP Hxx/M9/R9 e COP F/M9/K9/K4;
- Caixas multifunções dos modelos K e F;
- Coroas;
- Tambores dos modelos MT9'' DEA e V;
- Árvores de Equilibragem;
- Volantes do modelo M9;
- Balanceiros e eixos de balanceiros do modelo D4;
- Apoio de cambota modelos H4 e H5;
- Cárteres de distribuição do modelo H4 e H5 e Cárteres Intermédios do modelo H5;
- Coletores dos modelos K4, F4 e D4F;
- Tampa da culassa do modelo H5;
- Cones de crabot.

A nível de área de fabricação o espaço divide-se em duas secções, sendo que uma secção se responsabiliza pelas CVs e a outra para os CMs. Estas duas grandes secções decompõem-se em 6 *ateliers* (zonas fabris).

A Renault Cacia exporta tudo o que produz para fábricas de montagem de veículos ou para centros mecânicos. Estas fábricas encontram-se espelhadas por todo o globo: Espanha, França, Turquia, Inglaterra, Roménia, Eslovénia, Tailândia, Índia, Irão, Rússia, Brasil, Chile, África do Sul e Marrocos, exportando por meios terrestres, marítimos ou aéreos. Com 1100 colaboradores e 300 mil m² de área total a Renault Cacia divide-se em 12 departamentos conectados entre eles.

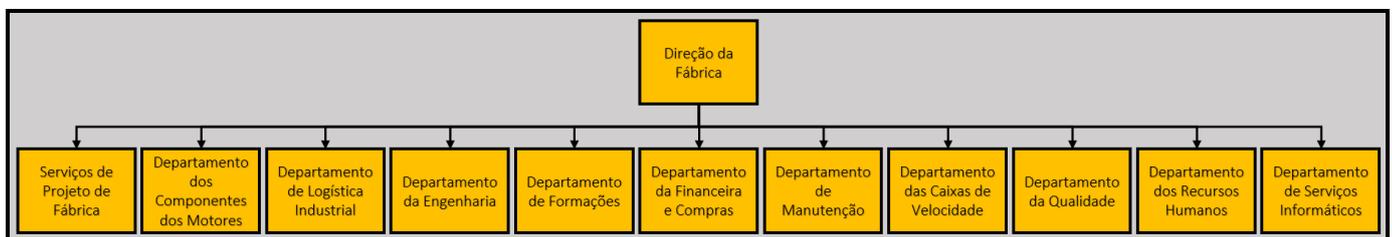


Figura 5 - Cronograma - Renault Cacia

3.2. Os Desvios de Inventário

O Departamento de Logística Industrial (DLI) responde pelo fluxo correto e contínuo de componentes ao longo da cadeia de abastecimento. É responsável pelo planeamento e gestão integrada das operações ao longo da cadeia de abastecimento, sendo principalmente responsável pelo abastecimento das linhas, garantindo que a produção nunca seja interrompida, trabalhando com quatro equipas com o total de 70 colaboradores de mão-de-obra direta, divididos por quatro turnos. O DLI é um conjunto de quatro *ateliers*, nomeadamente:

- Receção Administrativa e Transportes;
- Organização e Exploração Logística de Projetos;
- Gestão de Produção e Inventários;
- Armazéns, Projetos e Progresso Logístico.

O *atelier* Armazéns, Projetos e Progresso Logístico é o atelier onde este estudo foi desenvolvido. Este *atelier* é responsável por garantir o cumprimento de *standards* no armazém, por projetos relacionados com a logística e o progresso logístico.

Uma fábrica como a Renault Cacia, efetua diariamente milhares de movimentações de produtos no seu interior, desde a receção da matéria-prima até a expedição do produto acabado. A primeira fase de movimentações inicia-se com receção da matéria-prima à fábrica para posteriormente ser armazenada. De seguida, esta é transportada para a fabricação onde será maquinada, para depois ser tratada nos tratamentos térmicos de forma a adquirir as propriedades mecânicas pretendidas. Uma vez terminado o tratamento, passa pela retificação que elimina as imperfeições e prepara a peça para o processo seguinte: a montagem. Concluído este último processo, o produto acabado é transportado para o armazém para posteriormente ser expedido para o cliente (figura 6).

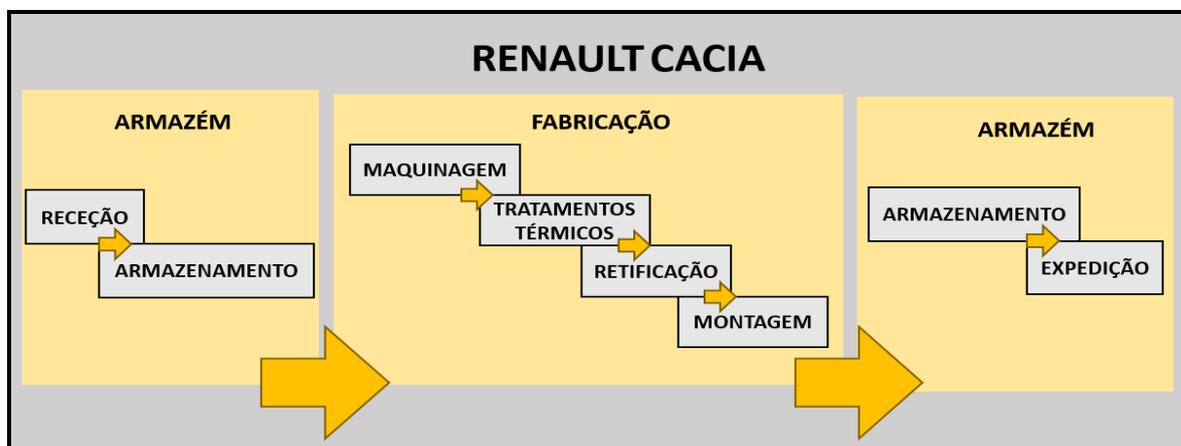


Figura 6 - Fluxo Geral Renault Cacia.

stock e o nível de inventário, através da identificação de não conformidades **para de seguida aplicar ferramentas lean** e, assim, proporcionar um melhor funcionamento da fábrica. Com o intuito de identificar as não conformidades entre as movimentações no interior da fábrica, e atingir os objetivos propostos, o presente projeto **desenvolve e conceptualiza uma aplicação informática** que garante a deteção de qualquer falha da informação no fluxo.

A metodologia desenhada para suportar o desenvolvimento do projeto, garantindo o cumprimento dos seus objetivos, assentou nas etapas seguintes:

a. **Complementação de Informação Recebida**

Como primeiro passo, e por se ter entendido que a informação era insuficiente, realizou-se uma pesquisa intensiva ao histórico de desvios de inventário. A análise resultou num levantamento de dados que se considerou enquanto situação atual e estes, foram usados para classificar e analisar mais detalhadamente os desvios. Para complementar a análise, entendeu-se ser necessário o mapeamento do processo, através de ferramentas de modelização, para auxiliar na compreensão do problema e, para esse efeito, mapeou-se o processo através da representação BPMN.

b. **Desenvolvimento de uma Aplicação Informática**

Depois do levantamento de dados e do mapeamento do fluxo de material e de informação, aprofundou-se o estudo passando ao desenvolvimento de uma aplicação informática. Como referido no ponto 2.4.1 do enquadramento bibliográfico, as atividades do processo de desenvolvimento de uma aplicação informática, subdividem-se em quatro etapas.

Na **análise do problema**, foi essencial perceber a questão e discutir a solução proposta, para que o resto do desenvolvimento do SI seja mais claro. Com a ajuda da modelização BPMN realizada, identificou-se as várias interações durante o processo com o sistema gestão de *stocks* GPI, que facilitou a realização de uma tabela com o resumo de problemas identificados. Esta tabela é composta pelo problema identificado, o respetivo método de deteção, as suas consequências e por fim a resolução proposta. Para terminar esta etapa, conclui-se com a especificação da solução.

Seguidamente, na **análise de requisitos**, o objetivo foi definir os requisitos funcionais e não funcionais da solução proposta. Antes de entrar no detalhe, fez-se uma reflexão sobre o objetivo que se queria atingir, especificando características da solução. Uma vez descrita a solução do ponto de vista técnico, foi mais fácil definir os requisitos funcionais, tabelando-se os atores e respetivos casos de utilização (*use cases*). Para definir os requisitos não funcionais, elaborou-se uma lista direcionada à qualidade do uso da aplicação.

A **modelização** do sistema foi onde toda a informação textual descrita nos pontos anteriores foi convertida para a linguagem gráfica UML, utilizando o diagrama *use cases* e, posteriormente o diagrama de classes.

Finalmente, na quarta fase, passou-se à **implementação**. Considerou-se a teoria referida e os diagramas, realizou-se uma prova de conceito, criando um protótipo com base no *Power BI*. Associou-se a cada interface gráfica a um diagrama de classes vinculada aos dados apresentados e uma breve explicação dos cálculos efetuados. Esta fase vai-se dividir em três subcapítulos e, cada um destes, vai dedicar-se a apresentação de cada uma das implementações.

c. Procedimento de Aplicação da Melhoria Contínua

Tendo em conta os objetivos do projeto e que a aplicação informática alerte para eventuais inconformidades no *stock* informático, foi necessário criar um plano de ação para compreender e atuar na causa raiz destas inconformidades. Este plano, funcionará através da filosofia *lean*, que com base no ciclo PDCA ajudará a atingir o objetivo proposto, sendo que o ciclo PDCA proposto e utilizado terá três variantes:

I. **Check:** O formato do ciclo deve receber uma abordagem diferente. O que normalmente é considerado o terceiro passo (*check*), passará a estar presente no meio do ciclo, garantindo uma verificação constante ao longo da realização das restantes etapas. O objetivo desta evolução do ciclo PDCA, é garantir a eficácia do processo de melhoria, uma vez que se verificam todas as etapas constantemente, e conseqüentemente haverá uma redução de todo o tempo do ciclo. Desta forma, garante-se a resolução de problemas em zonas sensíveis, onde o mínimo erro poderá resultar em desvios de inventário e agravar a situação que se pretende resolver.

II. **Plan:** O primeiro passo do ciclo (*plan*), irá colaborar com a *checklist* de verificação 5W2H adaptada aos objetivos que se pretendem alcançar.

III. **Act:** Este é o último passo, e será a fase final do ciclo. Uma vez implementada a melhoria, e após verificação de que os resultados obtidos diminuem que os resultados obtidos diminuem efetivamente os desvios, estudar-se-á o plano de ações para eventuais possibilidades de o aplicar em mais zonas críticas de movimentações de *stock*, para prevenir que se repitam esses lapsos e padronizar todo o fluxo.

d. Análise de Resultados

Como último capítulo, após desenvolvida a ferramenta e identificadas as não conformidades, aplicaram-se as ferramentas de melhoria contínua de forma a compreender a origem destes problemas. Assim, serão apresentadas duas aplicações de resolução do problema de forma resumida.

IV. Resultados do Projeto

Este capítulo é dedicado ao desenvolvimento do projeto. Inicia-se com a complementação da informação para posteriormente abordar os processos de desenvolvimento da aplicação informática. Ao longo desta secção apresenta-se o resultado do projeto, aplicando passo a passo a metodologia proposta (Secção 3.3).

4.1. Complementação da informação

4.1.1. Análise de Desvios de Inventário

Com o intuito de expor estatisticamente as razões pelas quais surgiu a necessidade de efetuar o projeto, foi realizada uma recolha de dados referentes ao ano 2018, explicitando exatamente o que se pretende reduzir com este estudo.

Os dados obtidos resultaram numa lista extensa e pormenorizada com todos os produtos cujo valor do inventário não coincidia com o *stock* informático. De uma perspetiva global, representada na figura 8, contabilizaram-se 1'020'894 peças na qual se perdeu a rastreabilidade, ao longo do ano por *Atelier* (AT).



Figura 8 - Gráfico da Contabilização de Desvios em Falta (unitário).

Na figura 9 apresenta-se o mesmo tipo de dados da figura 8, mas com perspetiva inversa: contabilizaram-se o número de peças em excesso, cujo total de peças contabilizadas em excesso foi 718'993 peças por AT em 2018.



Figura 9- Gráfico da Contabilização de Desvios em Excesso (unitário).

A análise quantitativa de peças não é suficiente. Para a análise do problema associou-se o custo das peças, tornando o estudo mais concreto. No gráfico apresentado de seguida (figura 10) estão evidenciadas as diferenças deduzidas nos gráficos anteriores, com o valor monetário associado. A grande diferença que se deve realçar, é o facto de que o AT1 contabiliza cerca de 102'000 peças desviadas por defeito, tendo um prejuízo de 211'900 € em comparação com o AT3 e AT2, que têm em conjunto cerca de 447'000 peças desviadas com o prejuízo total de 142'080 €. Com isto pretende-se mostrar que avaliar apenas quantidade de desvios não é suficiente para uma análise eficiente, pois como abordado anteriormente, *ateliers* com quantidade de desvios menores, podem resultar em custo mais impetuosos para a empresa.

Em termos gerais, com o total de 1'020'894 peças desviadas, resulta 851'895 € como prejuízo para a organização em 2018.

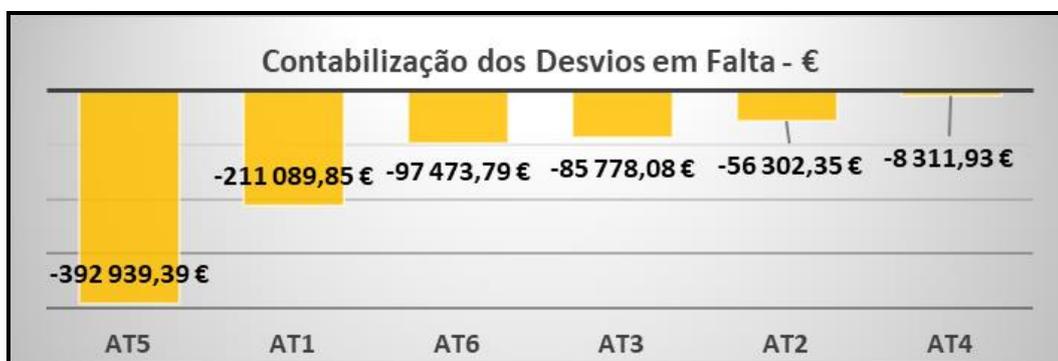


Figura 10 - Gráfico da Contabilização de Desvios em Falta (€).

Com a mesma linha de pensamento, a figura 11 representa a contabilização de peças em excesso com o respetivo custo de cada peça, dividido por *atelier* em 2018.



Figura 11 - Gráfico da Contabilização de Desvios em Excesso (€).

Neste gráfico acentua-se o facto de que as peças que passam pelo AT1 são as mais valiosas, pois o AT1 embora tenha menos peças desviadas, quando se associa o seu custo, passa do quarto para o segundo lugar da classificação.

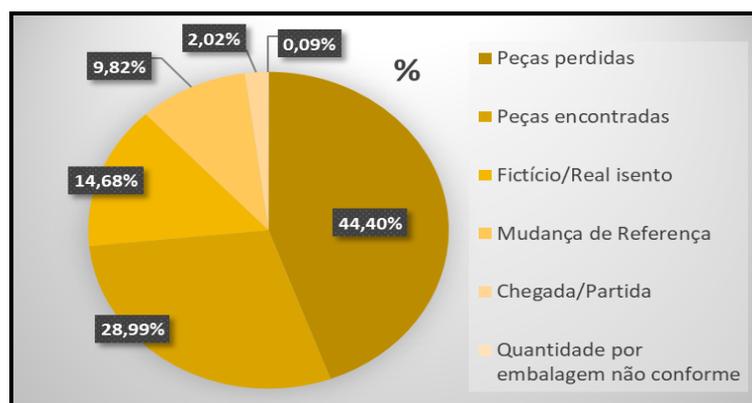


Figura 12 - Categorias de Desvios (%).

Por fim, na figura 12, agregou-se a cada desvio a causa de cada ocorrência, criando assim várias categorias de desvios de inventário:

- De cerca de 1'740'000 peças no valor de 1'591'000 €, cerca de 1% corresponde ao desvio de inventário da categoria "quantidade por embalagem não conforme". Este desvio ocorre, por norma, quando uma embalagem tem peças em défice ou peças com defeitos.
- A segunda categoria denomina-se como "chegada/partida". Ocorre quando uma referência é substituída por outra, ou seja, quando é inserida uma nova série de artigos, extinguindo a antiga. Esta transição provoca dúvidas sobre como atuar, perdendo-se peças. Por ser uma ação rara, em 2018 registaram-se nesta categoria apenas 2 % dos desvios totais.

- A terceira ocorrência é denominada como “mudança de referência”. Esta ocorrência representa cerca de 10% dos desvios totais, e resulta das falhas ao efetuar o registo das peças utilizadas, sendo registada uma peça diferente da real.

- 14% dos desvios do ano passado, associam-se a peças pequenas com embalagens que contêm grandes quantidades. Estas peças de menor porte, criam grande confusão nos inventários por serem extremamente complicados de gerir. A categoria designa-se por “fictício/real isento”.

- Para concluir esta análise, 29% dos desvios de inventário foram categorizados enquanto peças encontradas e 44.5% enquanto peças perdidas. A primeira categoria acontece quando se encontram peças que estavam no local errado, e a segunda acontece quando se perde a rastreabilidade das peças.

Quando se trabalha com um inventário desta dimensão, não se contacta apenas com a peça física, mas também com um sistema de gestão complexo que tem os seus próprios critérios para simplificar processos. Atualmente, numa fábrica da dimensão em questão e com o sistema atual, é impraticável gerir o fluxo de peças em tempo real, pois o sistema atualiza a cada duas horas, e torna-se insustentável fazer a contabilização do *stock* físico diariamente.

Caso os dados inseridos na base de dados fossem todos corretos informática e fisicamente, se as devoluções ao fornecedor não falhassem e se não existissem furtos, evitavam-se paragens de linha por falta de *stock*, não existiam pedidos de material extra aos fornecedores, o sistema de gestão de produção estava sempre atualizado e, principalmente, o nível de satisfação dos clientes seria superior. Infelizmente, erros acontecem diariamente e acumulam-se, atingindo uma dimensão que afeta o fluxo normal de produção, desencadeando consequências a nível monetário, de tempo e de fiabilidade da marca.

4.1.2. Mapeamento do Fluxo – Modelização BPMN

O BPMN é uma forma expressiva de apresentar os processos que ocorrem em praticamente todos os tipos de organizações (Chinosi & Trombetta, 2012) Para entender melhor o problema, apresenta-se na figura 13 o processo geral através dessa representação. Além de apresentar o processo, faz-se uma descrição detalhada para complementar o gráfico.

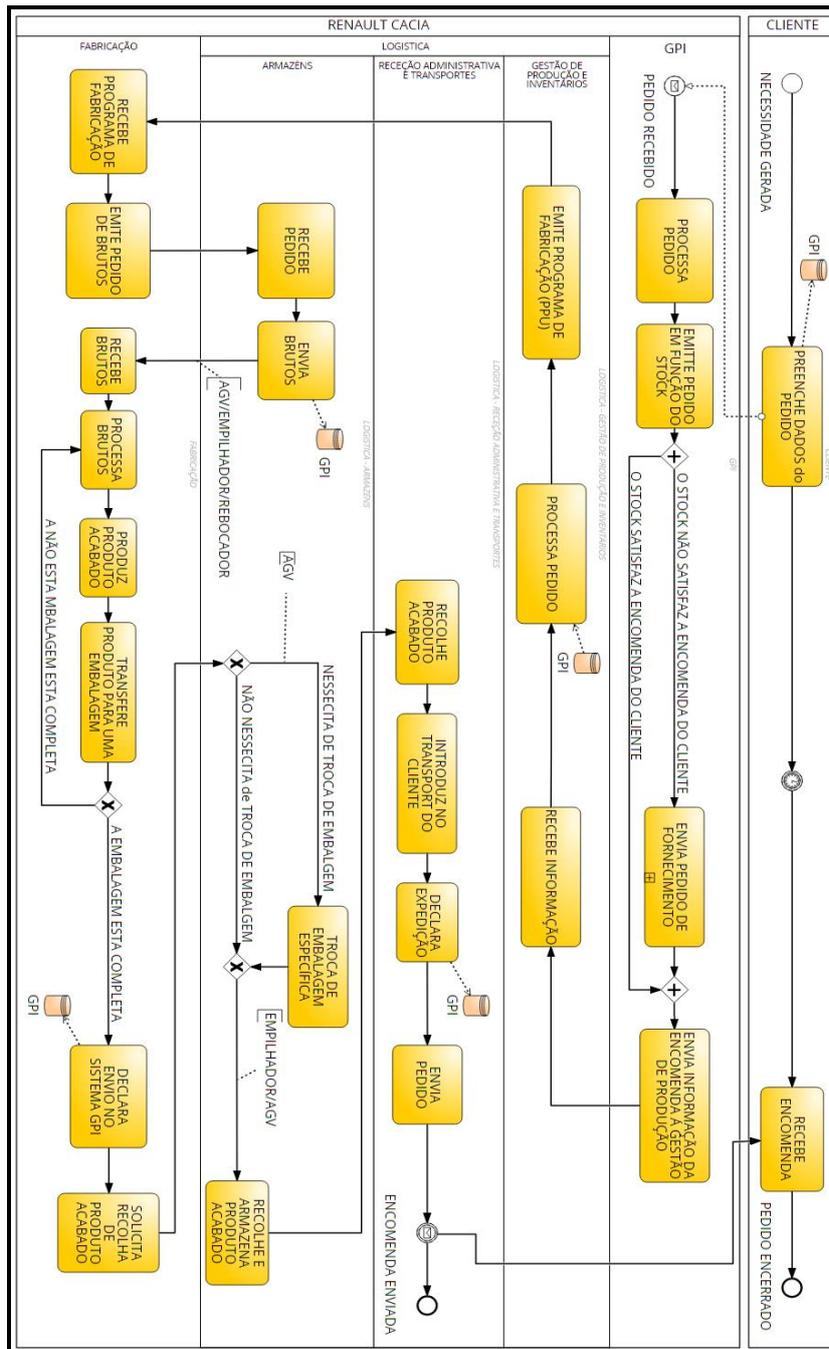


Figura 13 - Mapeamento BPMN do Processo Geral.

O fluxo inicia-se com a necessidade do cliente que efetua um pedido na base de dados GPI. O cliente preenche um formulário com todas as informações necessárias. Logo que submetida, a encomenda é recebida pelo GPI que processa e emite um pedido em função do *stock* disponível na fábrica:

- Caso o *stock* de brutos não seja suficiente para responder ao pedido do cliente, o próprio sistema envia um pedido ao fornecedor para efetuar a reposição deste, como demonstrado na

figura 14. O fornecedor processa, prepara e envia a encomenda. A receção administrativa da fábrica, recebe, armazena e declara a receção da encomenda. Uma vez declarada, o GPI armazena a informação de entrada de material.

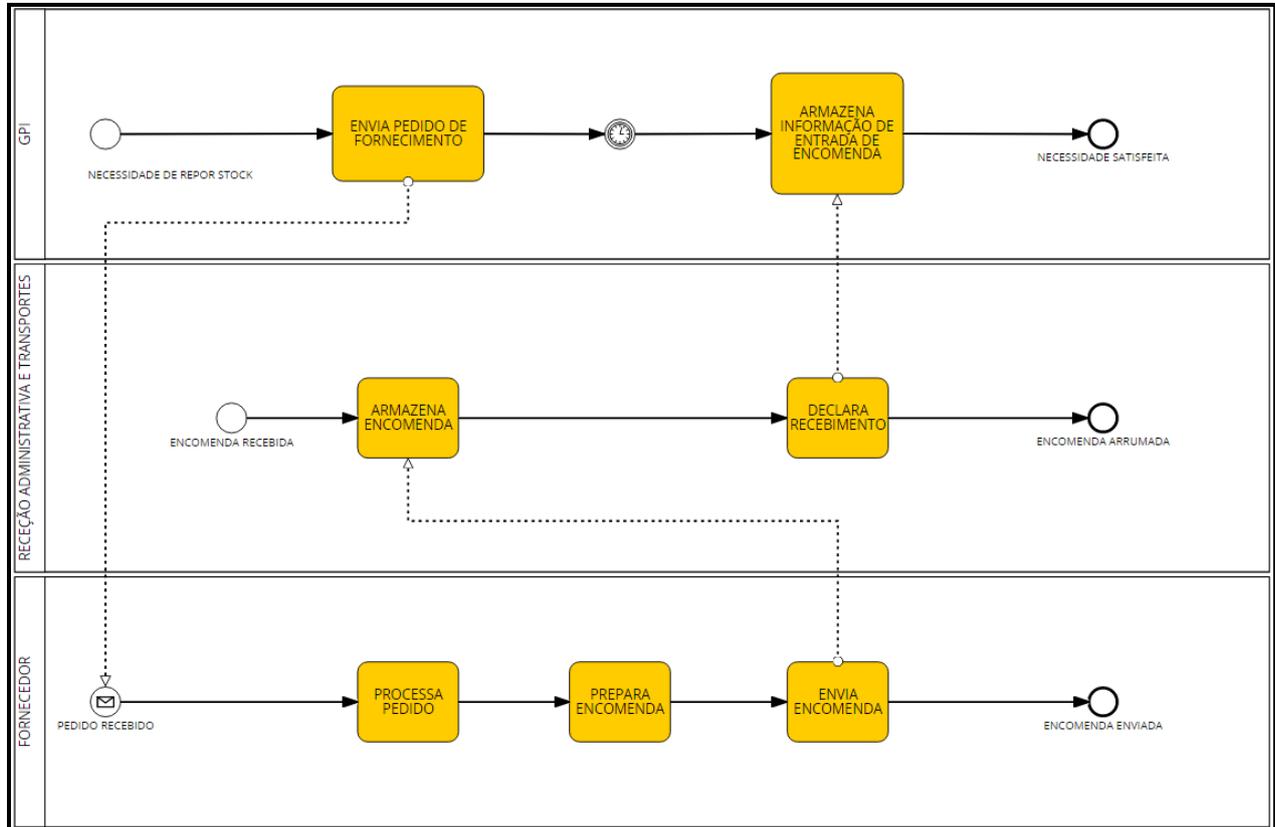


Figura 14 – Subprocesso “Envia Pedido de Fornecimento”.

- Caso o *stock* de brutos seja suficiente para responder ao pedido do cliente, dá-se início todo o processo de fabricação.

Uma vez verificada e resolvida a questão do nível de *stock*, o GPI envia a informação da encomenda à gestão de produção. Os técnicos de gestão de produção recebem, processam e emitem o programa de fabricação (denominado PPU). Seguidamente, os vários *ateliers* de fabricação recebem o documento e emitem os vários pedidos de brutos ao armazém através de um sistema interno à fábrica, denominado PSFP (Programa de Seguimento do Fluxo de Peças). Os colaboradores do armazém recebem o pedido e enviam os brutos. Antes de encaminhar a matéria-prima para a fabricação, os colaboradores têm de capturar o código de barras da embalagem dos brutos através de um terminal móvel, que atualiza a base de dados do GPI. O

transporte da matéria-prima pode ser efetuado através de empilhadores, rebocadores ou AGVs (*Automatic Guided Vehicle*).

Uma vez recebida a matéria-prima, dá-se início a todo o processo de fabrico que termina com a embalagem completa, sendo necessário declarar no sistema a criação do produto acabado. Após a finalização deste processo, a embalagem é transportada através de AGVs, ou é solicitado aos responsáveis de armazenamento a sua recolha. Se a embalagem precisar de ser trocada por uma embalagem específica solicitada pelo cliente, a primeira embalagem é transportada através de AGVs até ao posto onde esta vai ser transposta para a nova embalagem. Caso contrário, a embalagem é transportada por empilhador ou AGV até ao armazém, para de seguida ser arrumada na zona de expedição.

Finalmente, o responsável pela expedição introduz as embalagens dos produtos encomendados pelo cliente no respetivo transporte, declarando o seu envio com respetivos dados no GPI. O processo termina com a receção da encomenda pelo cliente.

4.2. Desenvolvimento da Aplicação Informática

4.2.1. Análise do Problema

4.2.1.1. Problema

A Renault Cacia efetua diariamente milhares de movimentações de produtos no seu interior. As movimentações são acompanhadas pelo sistema de gestão GPI (comum a todas as fábricas do Grupo Renault) para o bom funcionamento de todo o grupo do ponto de vista geral. Este sistema de gestão de *stocks* permite o fluxo de informação de toda a cadeia de abastecimento e tem várias funcionalidades, cuja mais importante é a funcionalidade de MRP (*Material Requirement Planning*), o qual necessita ser extremamente fiável para que a organização opere com eficiência.

O primeiro grande problema verificado, é o fato de que o GPI não é um sistema de gestão de *stocks* ajustado à fábrica de Cacia não garantindo uma gestão eficiente e rigorosa das suas necessidades.

O segundo problema relaciona-se com a fiabilidade dos dados. O fato dos dados serem introduzidos manualmente, aumentam a probabilidade de erro. A título de exemplo, alguns dos dados introduzidos inseridos manualmente são: a sucata, a declaração de receção da matéria-prima, movimentação da matéria-prima do armazém para as linhas de fabricação, movimentações entre as linhas e os tratamentos térmicos, declarações de produção e a expedição do produto acabado. O erro na etiquetagem do produto acabado pelos colaboradores induz a dois cenários: errar na declaração da quantidade do produto acabado ou a incorreta declaração da referência do produto, o que resulta em desvios de inventário e, conseqüentemente, falta de fiabilidade no sistema.

Outra ocorrência recorrente, é a existência de sucata não declarada pelos operadores por receio de apreensão, que escondem peças e omitem informação.

A existência de erros na documentação do produto também influencia a fiabilidade dos dados, pois induz a erros além de serem difíceis de identificar.

Adicionalmente aos problemas referidos, o sistema só atualiza de duas em duas horas, o que deixa margem para perder o controlo do valor exato de inventário devido ao elevado número de peças em fluxo, o que pode criar facilmente desvios no nível de inventário.

Outro grande problema da funcionalidade MRP do GPI corresponde à falta de cálculos e verificação entre os dados introduzidos no sistema, pois a base de dados não executa operações de gestão de *stock* entre os diferentes dados em tempo real.

Estes são apenas alguns exemplos da realidade de um ambiente fabril onde o desvio de inventário ocorre sistematicamente.

4.2.1.2. Discussão da Solução Proposta

Durante a modelização BPMN do fluxo de material da fábrica, são várias as interações com o sistema GPI durante o processo. Como referido anteriormente, o problema resume-se ao mau funcionamento do sistema de gestão de *stocks*. Realizou-se na tabela 2 a identificação do problema e a partir daí, analisou-se com maior detalhe, uma possível resolução para o problema: A criação de uma ferramenta informática ajustada a fábrica de Cacia, onde o principal objetivo é calcular o estado da conformidade do fluxo de informação associado aos movimentos de *stock* no interior da fábrica.

Tabela 2 - Problema vs. Resolução.

Problema	Método de Detecção do Problema	Consequência	Solução	Como	Resolução
O GPI não é um sistema de gestão de inventário ajustado à fábrica de Cacia	Análise direta da ferramenta	Não garante uma gestão de inventário eficiente.	Controlo/cálculo das movimentações do stock interno.		Criação de uma aplicação informática para a fábrica Renault CACIA
Dados introduzidos no GPI pelos operadores	Observação	Controlo reduzido da aplicação de <i>standards</i> .	Aplicação da ferramenta 5W2H	Cálculos de Indicadores na Gestão de Inventário	
		Omissão de informação.			
Funcionalidade MRP pouco fiável	Análise direta da ferramenta	Dados pouco fiáveis (Ex.: Quantidade faturada diferente de quantidade física).	Assegurar dados reais.	Eliminação dos desperdícios <i>lean</i> identificados - Analogia <i>Lean Thinking</i> no Fluxo de Informação	
		Paragem da linha de produção.			
		Pedidos extra de transportes de emergência.			
		Erros de encomendas ao fornecedor.	Base de dados atualizada.		
		Nível de serviço ao cliente limitado - desvalorização da marca.			
		Maior frequência de contagens manuais das peças em stock e em fluxo.			
Erros na documentação do produto	Observação	Custo de mão de obra para contagem de inventário.	Sistema de gestão de stock.	Análise de indicadores	
		Custo de mão de obra para produção em horas extra.			
Funcionalidade MRP do GPI: Não cruzamento entre os dados	Reunião com responsável do inventário	Dados pouco fiáveis	Sistema de gestão de stock.	Análise de indicadores	
Atualização de dados de duas em duas horas	Reunião com responsável do inventário	Dados pouco fiáveis - Margem para perder o controlo do valor exato de inventário, devido ao elevado número de peças em fluxo.	Solução apresentada no Cap. 5	M.E.S.	

As respetivas soluções aos problemas descritos, convergem para um sistema de informação (de gestão de *stocks*) ajustado à fábrica, de forma a melhorar a sua eficiência. Este sistema deve calcular e analisar indicadores para posteriormente recorrer ao *lean thinking*. Para uma melhor compreensão das soluções dos problemas referidos na tabela 2, a sua descrição mais detalhada apresenta-se seguidamente:

- **Contrariar uma gestão ineficiente de inventário:**

Ao controlar as movimentações do *stock* informático, identificar-se-ão eventuais irregularidades no *stock* e, através de cálculos entre as movimentações do *stock* informático, conseguir-se-á facilmente identificar as não conformidades.

- **Colmatar inserção de dados incorretos por parte dos operadores:**

Com o objetivo de reduzir a probabilidade de erro por parte dos colaboradores, recorrer-se-á a uma prática *lean* 5W2H para descobrir a causa raiz e eliminá-la.

- **Minimizar a falta de fiabilidade do MRP:**

Para evitar situações anómalas, deve-se assegurar que os dados sejam fiáveis e reais (*stock* informático = *stock* físico).

- **Erradicar a errada documentação dos produtos:**

Necessita-se de uma base de dados com dados dos produtos corretos e atualizados. Para tal, dever-se-á eliminar os desperdícios *lean* identificados através da analogia *lean thinking* no fluxo de informação. Todos os dados, devem ser revistos.

- **Criar a funcionalidade no GPI para cruzar dados:**

Através da atualização do atual sistema, poder-se-á efetuar cálculos de gestão de *stocks*, para de seguida analisar todos os dados e indicadores relacionados com o fluxo.

- **Resolver o problema da atualização de duas em duas horas:** Solução apresentada no capítulo 5.2.

4.2.2. Análise de Requisitos

Antes de abordar esta etapa do desenvolvimento do sistema em questão, é importante compreender qual o objetivo que se pretende atingir e definir as especificações da solução. Uma reflexão sobre a meta final, faz com que a compreensão da modelização seja mais intuitiva e, para tal, respondeu-se a várias perguntas: Como? Onde? Porquê? Para quê? Quando? E quem?

➤ **Como?**

Pretende-se seguir um raciocínio através de *dashboards*. Os *dashboards* são painéis de interface gráfica que apresentam de forma objetiva conjuntos de informações, como por exemplo indicadores. Pretende-se que os *dashboards* sejam intuitivos para que todo o processo seja o mais dinâmico possível. Assim, estes painéis informativos têm de ser interligados através de uma interface principal, ou seja, um *menu* que apoie na pesquisa.

Na figura 15, está representada a interface do *menu* da nova aplicação proposta, denominada de “Caixa Negra”, por ter a mesma funcionalidade das caixas negras dos aviões: registar todos os eventos sucedidos. No *menu* deve ter um botão que permita abrir a interface de consulta. A consulta deve possuir o histórico de inconformidades do inventário e indicadores. Convém que os indicadores sejam divididos pelas duas maiores famílias de produtos da fábrica: caixas de velocidades e componentes de motores. Há vários indicadores a considerar: um que apresente tendência dos desvios de todo o histórico, um indicador que categorize o tipo de desvio e análises ABC.



Figura 15 - Dashboard – Menu.

➤ **Onde?**

Visto que os interessados por estas informações são colaboradores que passam tanto tempo no chão de fábrica quanto no gabinete, é conveniente poder visualizar os dados em mais que uma opção. A primeira opção, seria visualizar o sistema no computador fixo e a segunda através de um *tablet*. O *tablet* seria uma mais valia para quando o responsável do inventário faz contagens de peças, considerando que existe a opção de atualizar o *stock* informático em tempo real. Ambas as opções libertam utilização de papel (anexo 2) e reduzem este desperdício. Importante realçar que para que a sincronização em tempo real funcione, todo o sistema tem de estar conectado a uma computação em nuvem o que permitirá uma visão única e atualizada do sistema.

➤ **Porquê?**

- A primeira razão corresponde à confiança que existe no *stock* informático. O fato do sistema operar em tempo real, informa todos os utilizadores do estado do inventário.
- A segunda razão relaciona-se com o tempo de resposta a um problema. Tendo em consideração que todos os utilizadores podem ser notificados em tempo real, o tempo de resposta tornar-se-á mais curto e eficaz.
- Além das razões anteriormente descritas, o fato de existirem correções em tempo real, poderá diminuir as movimentações de recursos, libertando-os para outras tarefas.
- Para concluir, uma correta utilização do sistema, resultará num melhor funcionamento de toda a organização, pois permitirá existir uma informação assertiva e uniforme de todo o material em fluxo.

➤ **Para quê?**

Na prática, pretende-se que o sistema cruze dados específicos para verificar se o *stock* informático está coerente. Além de analisar o *stock*, pretende-se recolher dados para criar um histórico com o intuito de verificar a tendência e indicadores. Numa segunda abordagem, pode-se verificar o comportamento da curva de tendência depois de serem aplicadas medidas de melhoria, com vista a estudar o seu resultado.

➤ **Quando?**

Utilizável sempre que necessário e, para isso, o sistema de informação tem de ser perceptível e intuitivo. Pretende-se que o responsável pelo inventário recolha as informações no início do dia de trabalho, para depois as reportar logo na primeira reunião de serviço. Além de mais, pretende-se que os utilizadores explorem o sistema de informação para qualquer dúvida no assunto.

➤ **Quem?**

Neste estudo os utilizadores do SI são os operadores, GPI, o responsável pelo inventário e o gestor de produção da organização:

- Os **operadores** são responsáveis pela leitura (através do leitor de código de barras) da etiqueta associada às embalagens enviadas para as linhas de produção, pela leitura da etiqueta da declaração de produção de produto acabado, pela leitura da etiqueta da embalagem que é expedida ou sucutada, conforme o posto de trabalho. Além de finalizar o produto acabado no fim de linha, imprimem também a sua etiqueta com as informações associadas. Em situações de engano no ato da picagem, ou caso o operador detete alguma não conformidade nos dados associados à etiqueta, deve voltar a efetuar a leitura da etiqueta através do leitor de código de barras e declará-la enquanto correção, o que irá anular a quantidade introduzida inicialmente. Os dados introduzidos no ato da picagem são: a referência do produto, a sua quantidade, o cliente e o código do movimento de *stock*. Estes são diretamente armazenados na base de dados da organização, o GPI. Os dados referidos são a maior parte dos **inputs** de todo o processo.

- O sistema da organização **GPI** fornece dados dos pedidos dos clientes, do planeamento de produção, de informações dos fornecedores, dos movimentos de inventário como as declarações de produção de produto acabado, de expedição, de leitura do material do armazém e sucata, do nível de *stock* disponível e do preçário atualizado das peças.

- O **responsável pelo inventário** deve analisar e quantificar as peças em *stock*. Este tem acesso a base de dados (*stock* informático) e ao armazém (*stock* físico). Executa contagens de peças e análises ao inventário no dia-a-dia, procurando detetar eventuais erros no nível de inventário para posteriormente os corrigir. Pode também corrigir erros na base de dados do GPI,

como por exemplo: anular declarações de produção incorretas e adicionar a declaração de produção corrigida.

- O **gestor de produção** utiliza o sistema para visualizar os dados com o objetivo de monitorizar a produção. Através do sistema, consegue aperceber-se se o plano de produção está a ser cumprido ou não, e com essa informação, o gestor tem mais um apoio aquando da tomada de decisão, tendo acesso a vários indicadores. Por exemplo, para cumprir o prazo de entrega das encomendas, este terá mais uma fonte de informações no apoio da decisão relativamente à necessidade de produção em horas extra.

Após a exposição das especificações necessárias para a aplicação, passa-se efetivamente à análise de requisitos funcionais e não funcionais. Para definir os requisitos funcionais, tabelou-se os atores e respetivos casos de utilização (tabela 3):

Tabela 3 - Requisitos Funcionais.

ATOR	USE CASE	
Operador	Gerar Etiqueta	
	Ler Etiqueta	
	Alterar Etiqueta	
GPI	Introdução de Dados	Fornecer planeamento de produção
		Fornecer listagem de material
		Fornecer declaração de produção
		Fornecer declaração de expedição
		Fornecer pedidos dos clientes
		Fornecer informações dos Fornecedores
Responsável do inventário	Analisar Dados	Corrigir dados
	Visualizar informação	Visualizar nível de <i>stock</i> informático
		Visualizar percentagem de inconformidades
Técnico de Produção	Visualizar informação	Visualizar nível de <i>stock</i> informático
		Visualizar percentagem de inconformidades

Esta tabela será representada graficamente no subcapítulo seguinte, no diagrama *Use Cases* representado na figura 16.

Quanto aos requisitos não funcionais estes estão relacionados com o uso da aplicação em termos de desempenho, aplicação, confiabilidade, segurança, disponibilidade, manutenção e as tecnologias envolvidas. Estes requisitos dizem respeito ao modo como as funcionalidades serão entregues ao utilizador do *software*. Os requisitos não funcionais da utilização da aplicação são os seguintes:

- **Desempenho:** *lead-time* curto, para uma resposta rápida a qualquer execução realizada por qualquer utilizador do sistema;
- **Aplicação:** Deve ser simples, extremamente intuitiva e com poucas funções extra, pois o sistema relaciona-se com um tópico sensível (MRP). Além de mais, é importante que o sistema seja adequado ao nível hierárquico de cada utilizador;
 - **Confiabilidade:** Extrapamente confiável;
 - **Segurança:** Extrapamente seguro e com proteção redobrada da informação e dos dados;
 - **Disponibilidade:** Alta disponibilidade;
 - **Manutenção:** A implementação deverá ser leve, e realizada tendo em conta eventuais alterações ou atualizações;
- **Tecnologias envolvidas:** Conceção *wi-fi*, armazenamento de dados numa base de dados numa *cloud*, de acesso em *tablets* e computadores.

4.2.3. Modelização da Solução

A modelização do sistema representa a etapa onde toda a informação textual descrita no ponto anterior, é convertida para uma linguagem gráfica e, para esse efeito, aplicou-se o diagrama *use cases* e um diagrama de classes da linguagem UML.

O principal objetivo do **diagrama use case** é identificar as fronteiras do sistema e descrever os serviços (*use case*) que devem ser disponibilizados a cada um dos diversos utilizadores (atores).

Na figura 16 transpõem-se a tabela 3 numa representação gráfica.

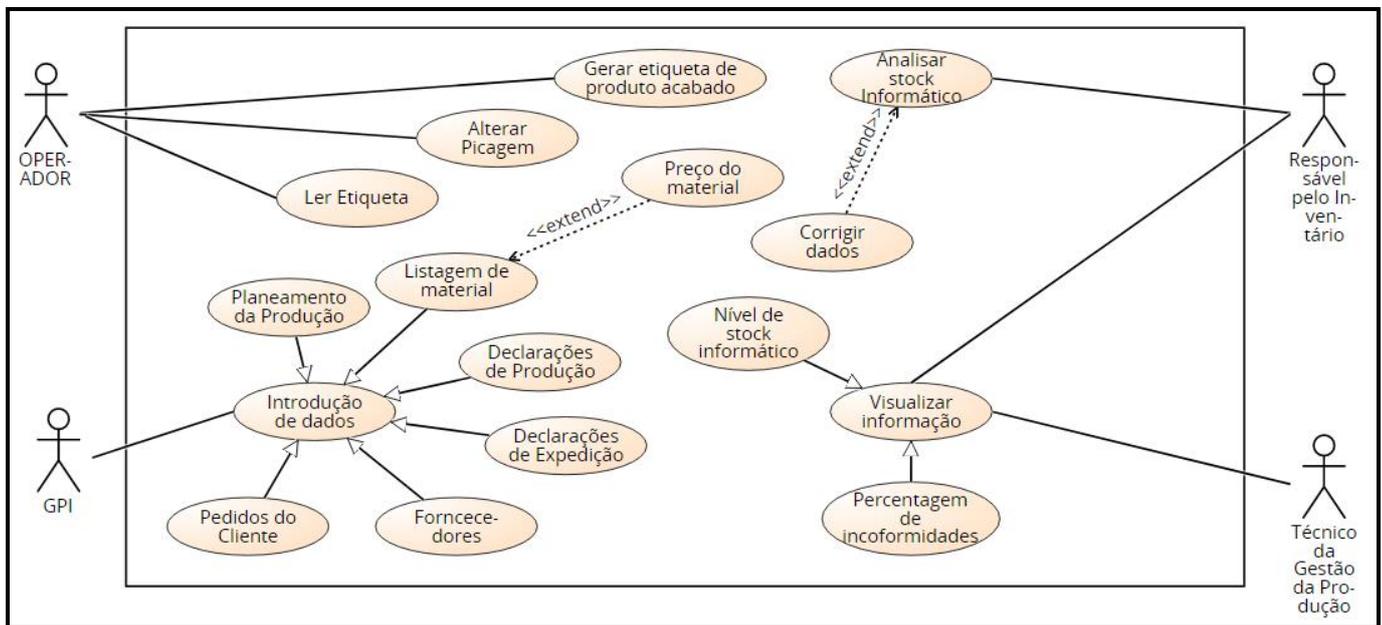


Figura 16 - Use Cases do Sistema.

De forma a complementar as funcionalidades apresentadas no diagrama *use cases*, realizou-se um modelo de dados recorrendo ao **diagrama de classes** da linguagem UML (figura 17), com o objetivo de concretizar as funcionalidades descritas na especificação da solução. Com este diagrama, pretende-se mostrar detalhadamente as informações do sistema, como elas estão organizadas e relacionadas (Dennis, 2012).

Todo o fluxo da cadeia de abastecimento é desencadeado pelo pedido do cliente. Este pedido é recebido e processado pelo técnico da gestão de produção, que elabora ordens de fabrico (denominadas internamente como PPU) compostas por informações rigorosas, tais como as referências do produto e respetivas quantidades, assim como data e hora e, se necessário, alguma observação em relação ao pedido. O produto acabado é composto por matéria-prima que deve ser recebida com a quantidade e com o devido tempo de antecedência.

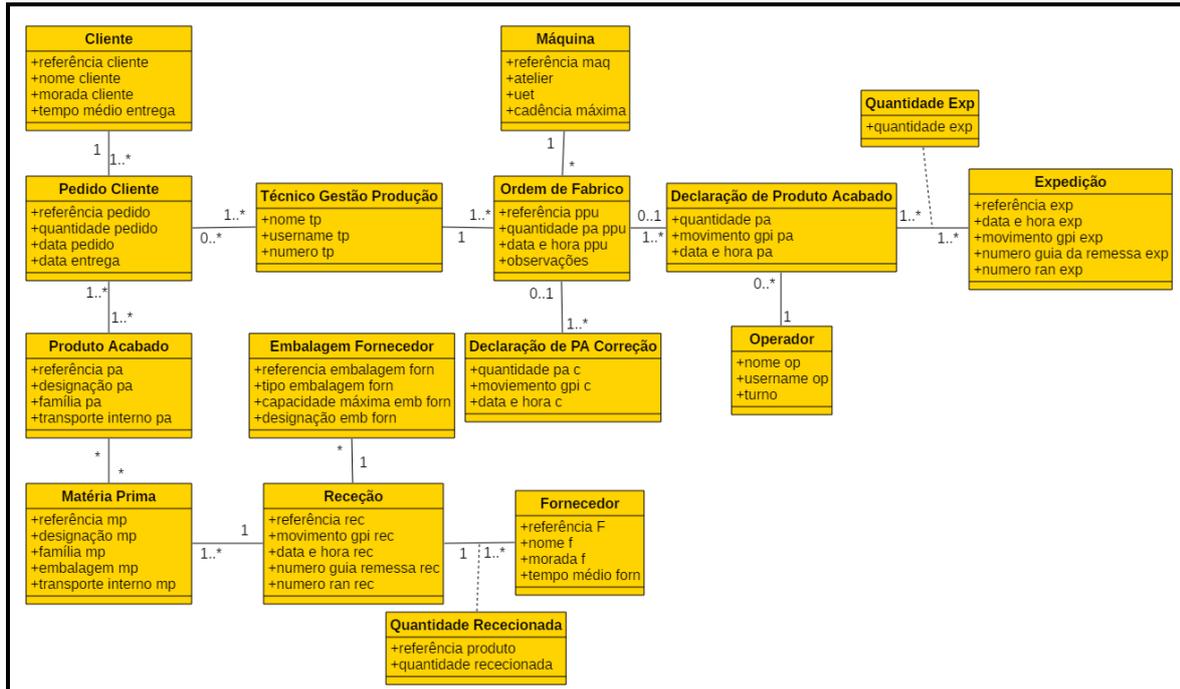


Figura 17 - Modelo de Classes do Sistema.

Este produto acabado é embalado em embalagens específicas conforme o cliente desejar, podendo ser embalagens com estrutura em ferro ou em cartão e com capacidades diferentes. O produto acabado é expedido numa data e hora definida, pois é tido em conta o tempo médio que a encomenda demora a ser entregue ao cliente.

4.2.4. Implementação

Finalmente, nesta fase passou-se à implementação do sistema de informação. Enquanto implementação realizou-se uma prova de conceito, criando um protótipo com base no *Power BI*. Este programa permite apresentar interfaces intuitivas, preocupando-se com a experiência do utilizador e com os requisitos funcionais acima mencionados. Além disso, e para facilitar a implementação, desenvolveram-se os diagramas de classes (*Star Schemas*) vinculados aos dados, orientados para os programadores, de forma a fornecer-lhes a informação necessária e perceptível.

Desenvolveram-se três *Star Schemas* e apresenta-se a tabela resultante com um *dashboard* associada. Cada um dos próximos três pontos, foca-se em cada uma das fases identificadas a vermelho na figura 18.

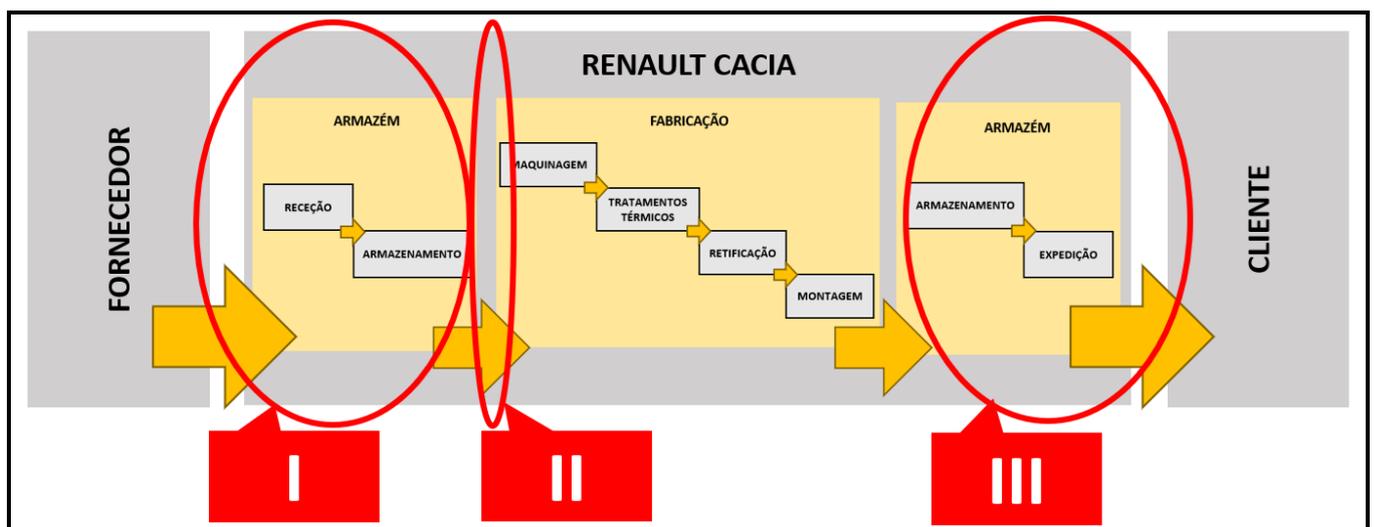


Figura 18 - Identificação de Fases por Subcapítulo.

4.2.4.1. Transação entre a Receção das Peças e o seu Armazenamento

Para visualizar de forma mais concreta o momento onde esta transação é efetuada, identificou-se a vermelho no mapeamento de fluxo BPMN (figura 19), acompanhada com uma breve explicação.

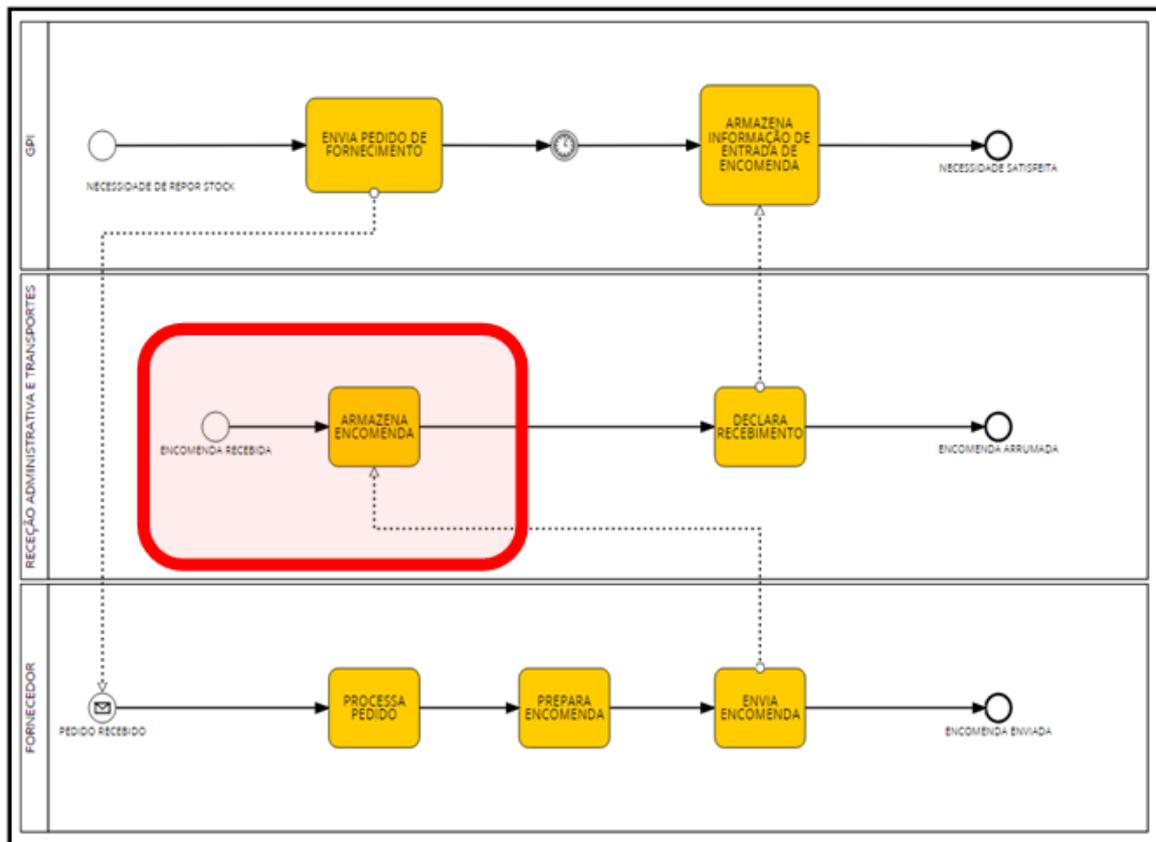


Figura 19 - Identificação da etapa de transação entre a receção das peças e o seu armazenamento.

Esta transação ocorre após o cliente realizar a submissão da encomenda e após o GPI emitir um pedido ao fornecedor, visto que os *stocks* de brutos disponíveis não eram suficientes para satisfazer a encomenda. A transação que será monitorizada, corresponde ao momento em que a receção administrativa da fábrica recebe e armazena a encomenda da matéria-prima.

O *star schema* seguinte (figura 20) representa os dados necessários para fazer a monitorização da transação. O objetivo deste diagrama é representar todas as informações necessárias para acompanhar a devida conformidade da receção e armazenamento de material, no *stock* informático.

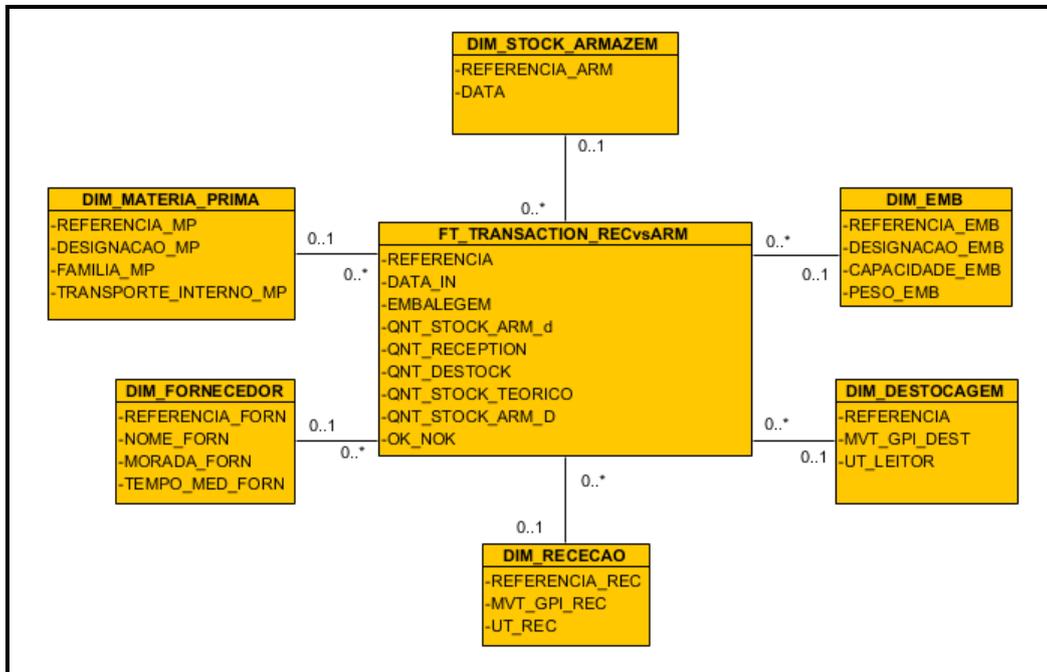


Figura 20 - *Star Schema* - Receção vs. Armazenagem.

Tendo em conta o modelo, o resultado apresenta-se na tabela 4. Esta foi realizada no programa *Power BI*.

Tabela 4 – Matéria-Prima Rececionada.

Referência POE	Designação POE	Stock Informático D	Receção	Qtd destocada	Stock Teórico	=	Stock Informático D+1	Desvio POE (peças)	custo unitário	abs(Custo Desvio)	Estado
135023058R	X9-CART.DIS.H4B BR 2	5.479,00	0	-1380	4.099,00	>	2.443,00	1656	14,55	24.094,80	NOK
8201029400	14-PL 5A BRT	7.061,00	0	0	7.061,00	>	6.303,00	758	1,64	1.243,12	NOK
150896419R	WM-VEDANTE ANEL VOP	27.478,00	0	0	27.478,00	>	22.833,00	4645	0,25	1.161,25	NOK
381010711R	UM-COROA BRUTO FORJA	2.306,00	954	0	3.260,00	>	3.111,00	149	6,82	1.016,18	NOK
111136752R	CR-PLAC.ANTIEMUL H5H	9.048,00	4050	-1050	12.048,00	>	11.525,00	523	1,81	946,63	NOK
150931828R	4T-PARAF.M5 TAMP BBA	170.118,00	122500	0	292.618,00	>	255.458,00	37160	0,02	743,20	NOK
8200073108	K9-BASCULADOR MAR JR	0,00	7500	-3500	4.000,00	>	3.100,00	900	0,70	630,00	NOK
150799804R	YY-MOLA AN.REG.H4 NV	30.745,00	0	0	30.745,00	>	26.993,00	3752	0,13	487,76	NOK
8200130197	RX-GUIA 9X11 CENTRAG	0,00	4000	0	4.000,00	>	0,00	4000	0,08	320,00	NOK
7700600514	C4-CAIX.MULTIFUNC.BR	4.055,00	0	-320	3.735,00	>	3.660,00	75	3,69	276,75	NOK
152438377R	RR-MOLA VAL.DESC.H4B	26.400,00	0	0	26.400,00	>	24.248,00	2152	0,12	258,24	NOK
132709416R	YC-JUNTA TAMP.CUL.H5	0,00	2500	0	2.500,00	>	2.300,00	200	1,26	252,00	NOK
8200500761	RT-JONC ARRET JR5	4.703,00	2250	0	6.953,00	>	4.525,00	2428	0,10	242,80	NOK
7703075347	MX-BUJAO M16X150	15.493,00	6000	0	21.493,00	>	18.396,00	3097	0,07	216,79	NOK
7703002668	GX-PARAF EMB M6-20S/	100.371,00	0	0	100.371,00	>	94.693,00	5678	0,02	113,56	NOK
8200425073	W4-COQUIL.DIF.JR/JT	6.156,00	0	-1980	4.176,00	>	3.832,00	344	0,33	113,52	NOK
7705010261	TJ-GUIA CENTRAGEM O3	42.550,00	4000	0	46.550,00	>	43.926,00	2624	0,04	104,96	NOK
7703066040	TN-FREIO AI 62 TAMB	7.935,00	0	0	7.935,00	>	6.769,00	1166	0,09	104,94	NOK
7703062062	0W-JUNTA DIA.16	43.457,00	8000	0	51.457,00	>	48.360,00	3097	0,03	92,91	NOK
8200273460	X8-MOLA VALVULA DESC	17.340,00	2400	0	19.740,00	>	18.714,00	1026	0,06	61,56	NOK
7703002631	FS-PARAF EMB M6-43S/	35.345,00	2400	0	37.745,00	>	35.747,00	1998	0,03	59,94	NOK
7703075219	HX-TAMPAO D.16 H5F	14.622,00	4000	0	18.622,00	>	16.627,00	1995	0,03	59,85	NOK
7703002665	GU-PAR.MAS.AEQ M9T	21.800,00	0	0	21.800,00	>	20.000,00	1800	0,03	54,00	NOK
7703090392	Z9-ESFER D.6,35 H5F	3.723,00	8000	0	11.723,00	>	9.728,00	1995	0,02	39,90	NOK
7705035035	CG-EIXO 6-12,5 (MOT.	65.757,00	0	0	65.757,00	>	64.193,00	1564	0,02	31,28	NOK
8200273469	XL-MOLA VALVULA DESC	8.805,00	0	0	8.805,00	>	8.481,00	324	0,06	19,44	NOK
8200965952	SU-CLAPET PLAST MXX	4.200,00	0	0	4.200,00	>	4.177,00	23	0,35	8,05	NOK
7703002661	GP-PARAF PLACA AEQ	8.470,00	0	0	8.470,00	>	8.170,00	300	0,02	6,00	NOK
009331221A	5R-TAMPAO D.22 H5	29.286,00	23250	-5250	47.286,00	=	47.286,00	0	0,03	0,00	OK
110172092R	TX-SEMEL H5H BR APRO	3.343,00	3480	-1218	5.605,00	=	5.605,00	0	29,22	0,00	OK
110175081R	8H-SEMEL.H5F BR GEN1	1.798,00	580	-348	2.030,00	=	2.030,00	0	26,34	0,00	OK
111132479R	R1-PLACA ANT-EMULSAO	1.350,00	0	-150	1.200,00	=	1.200,00	0	1,22	0,00	OK
111135744R	T6-PLAC.ANTIEMUL H5D	1.806,00	0	0	1.806,00	=	1.806,00	0	1,35	0,00	OK
118100M300	YP-VALV.REAS.VAP.OL	0,00	0	0	0,00	=	0,00	0	0,41	0,00	OK
1181241800	TG-JUNTA VALV.REASP	0,00	0	0	0,00	=	0,00	0	0,07	0,00	OK
118322415R	U0-PLACA 2 DECAN.T.	1.399,00	0	-50	1.349,00	=	1.349,00	0	1,46	0,00	OK
118326369R	EJ-PLACA 1 DECAN.T.	600,00	1250	-50	1.800,00	=	1.800,00	0	1,42	0,00	OK
Total		2.556.969,10	458540	-159780	2.855.729,10		2.770.300,10	85429	534,64	32.759,43	

A tabela 4 é apenas um excerto da lista de matéria-prima rececionada diariamente pela organização. Os dados são inseridos diariamente da terceira até à quinta coluna da tabela. Através da aplicação da equação 1, obtém-se os valores da coluna denominada “*Stock Teórico*”, para compará-los com a coluna denominada “*Stock Informático D+1*”.

$$\text{Stock Teórico} = \text{Stock Informático (D)} + \text{Receção} - \text{Qnd Destocada}$$

Se os valores forem iguais, significa que o *stock* informático está conforme, caso contrário resulta numa inconformidade. Repare-se que na penúltima coluna, encontra-se o custo dos desvios por ordem decrescente, de forma a indicar a prioridade das inconformidades a verificar com maior urgência.

A tabela 4 traduz-se, por sua vez, na *dashboard* da figura 21. A interface gráfica, deve apenas apresentar os dados necessários para que o responsável do inventário consiga obter a informação de forma eficaz. Como representado na figura 21, as referências estão ordenadas conforme a gravidade do desvio de peças. A situação mais grave deve estar em primeiro para que seja a primeira situação a ser resolvida.

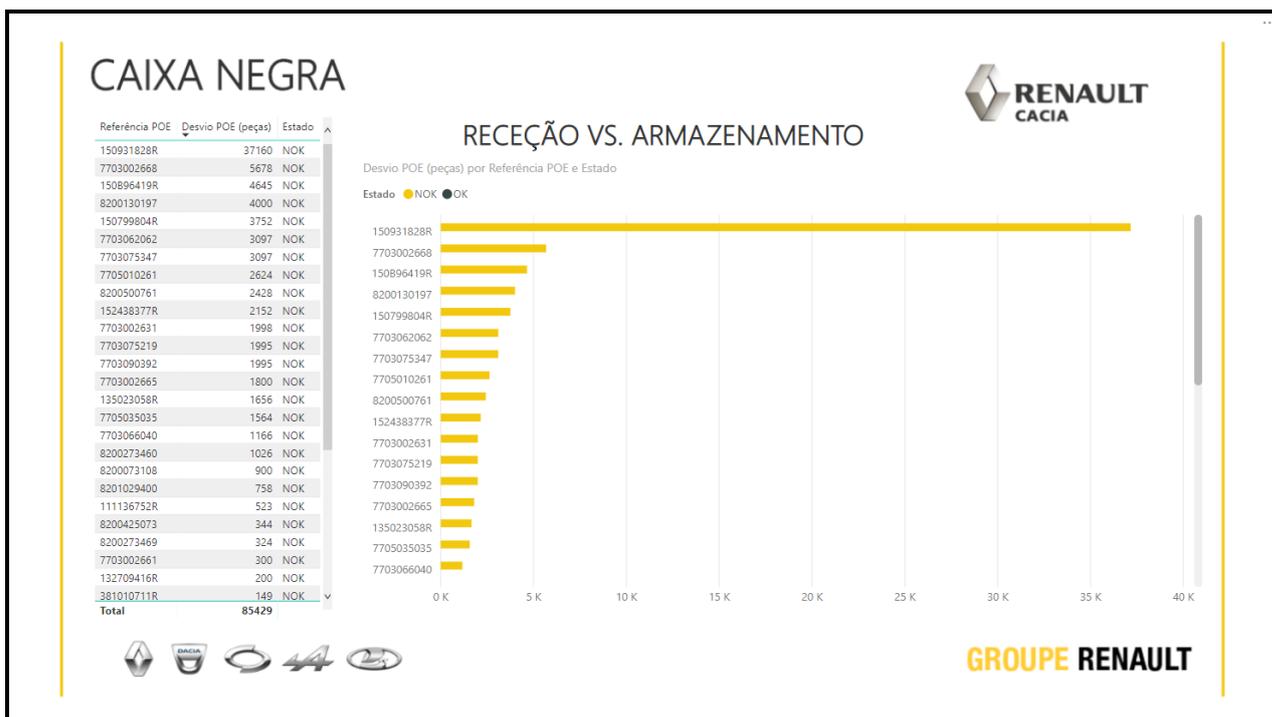


Figura 20 - *Dashboard* - Receção vs. Armazenamento.

4.2.4.2. Transação de Peças entre o Armazém e as Linhas de Produção

Seguindo o raciocínio do primeiro subcapítulo da implementação, identificou-se a vermelho no mapeamento de fluxo BPMN (figura 22) o momento onde esta transação é efetuada, com respetiva explicação.

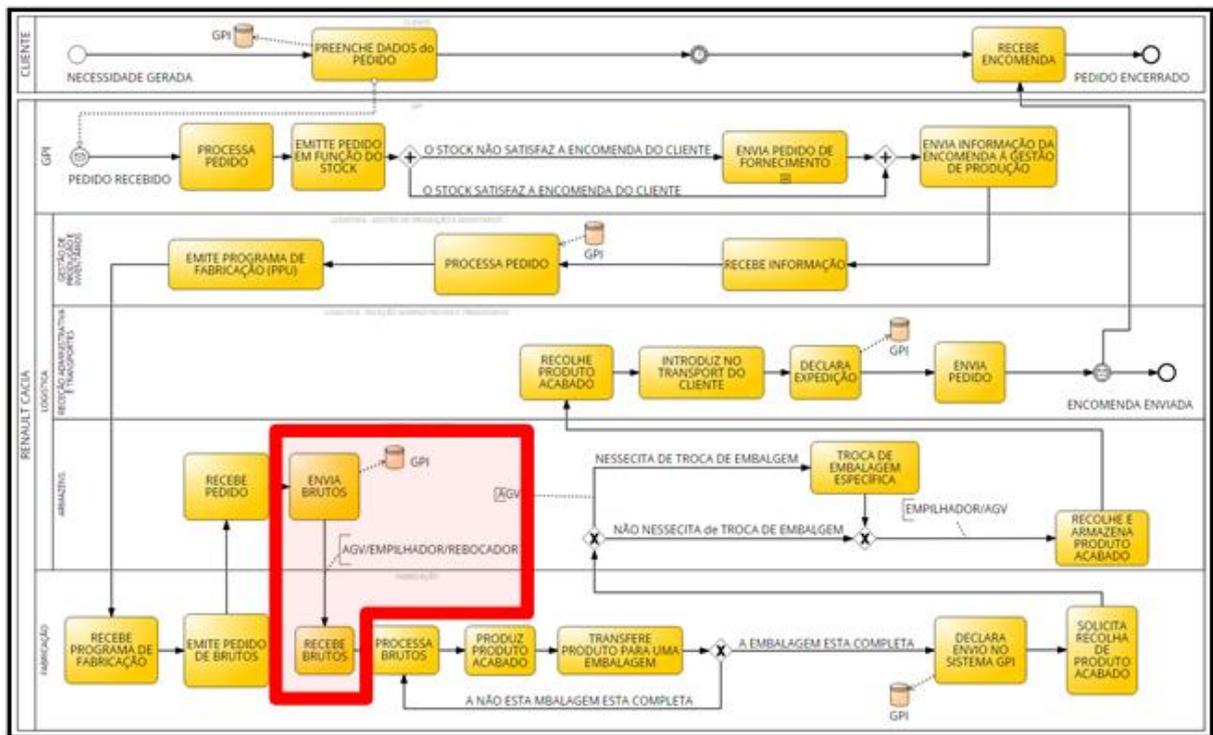


Figura 21 - Identificação da etapa transaccional de peças entre o armazém e as linhas de produção.

Esta monitorização controla a conformidade da transição da matéria-prima do armazém à fabricação. A supervisão que se quer descrever, é precisamente a leitura feita pelos operadores do código de barras da embalagem dos brutos através de um terminal móvel, que atualiza a base de dados do GPI.

Representa-se a seguir o *star schema* (figura 23) dos dados indicados para supervisionar a conformidade do *stock* a nível informático.

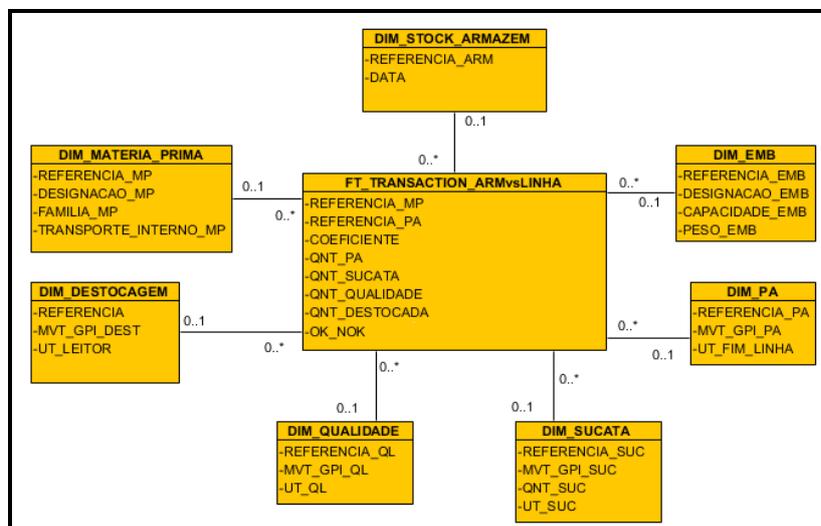


Figura 22 - Star Schema - Armazém vs. Linhas de Produção.

Repare-se que a tabela de factos é transcrita para a tabela que se encontra na *dashboard* seguinte (figura 24).

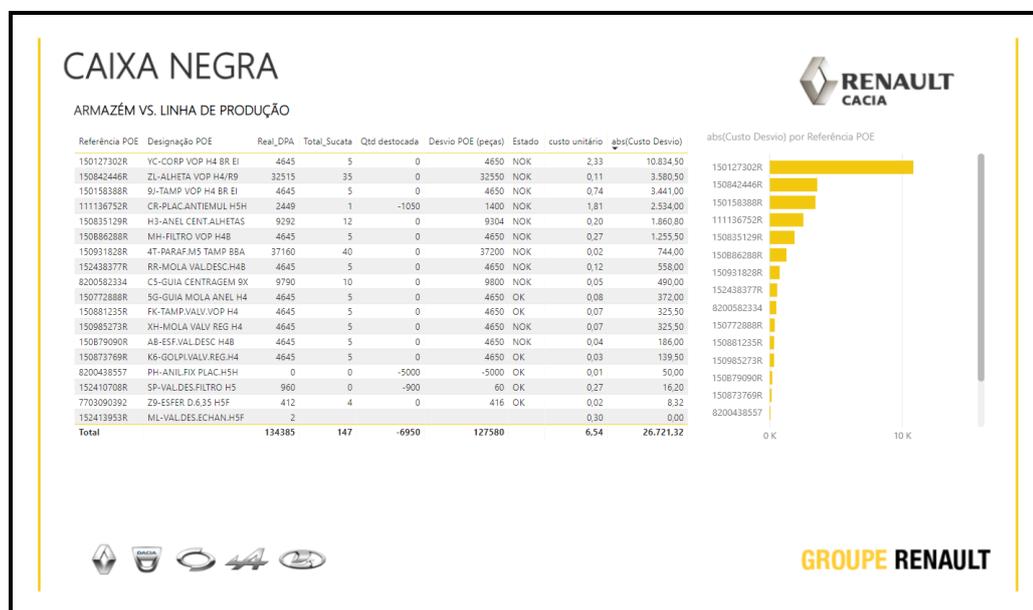


Figura 23 - Dashboard – Armazém vs. Linha de Produção.

Na tabela apresentada na figura 24, executa-se uma operação simples para verificar o estado do *stock*. Na tabela, revela-se apenas uma pequena amostra da lista da matéria-prima transportada diariamente para as linhas de produção. Nessa tabela, as primeiras duas colunas são

fixas. Na terceira, quarta e quinta coluna os dados são inseridos diariamente cuja soma resulta na coluna denominada por “Desvios POE (peças)”. A equação 2 é a equação utilizada na obtenção dos desvios nesta transação. O “Real DPA” é a soma de todas as declarações de produção.

$$\mathbf{Desvios\ Materia\ Prima = Real\ DPA + Total\ Sucata - Qnd\ Destocada}$$

Caso os valores sejam iguais, significa que o *stock* informático está conforme, caso contrário resulta numa inconformidade. Repare-se que o erro mais comum é não existir a leitura do material e isso deve-se ao não cumprimento de *standards* por parte dos colaboradores do armazém.

Repare-se que na última coluna, encontra-se o custo dos desvios por ordem decrescente, de forma a indicar a prioridade das inconformidades a verificar com maior urgência.

4.2.4.3. Transação de Produto Acabado entre as Linhas de Produção e a Expedição

Seguindo a linha de pensamento dos subcapítulos anteriores da implementação do SI, identificou-se a vermelho no mapeamento de fluxo BPMN (figura 25) o momento onde a transação em questão é efetuada, seguindo-se de uma breve explicação.

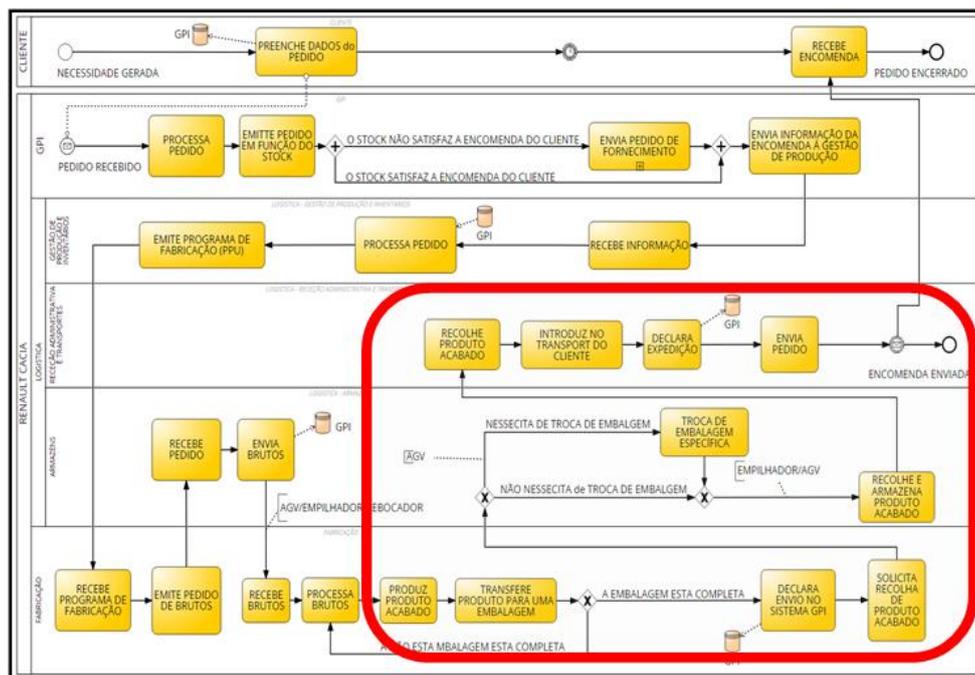


Figura 24 - Identificação da etapa transacional de produto acabado entre as linhas de produção e a expedição.

Depois do operador completar a embalagem, declarar a criação de produto acabado e solicitar a recolha pelos responsáveis de armazenamento, independentemente do seu percurso, vai acabar por chegar à zona de expedição. De seguida, o colaborador da expedição introduz as embalagens encomendadas pelo cliente no respetivo transporte, declarando o seu envio com respetivos dados no GPI.

O *star schema* seguinte (figura 26), tem em conta todos os dados necessários para acompanhar a veracidade da transação em questão. Objetivamente, este diagrama apresenta as informações para o seguimento da conformidade da quantidade de *stock* informático do produto acabado e da sua expedição.

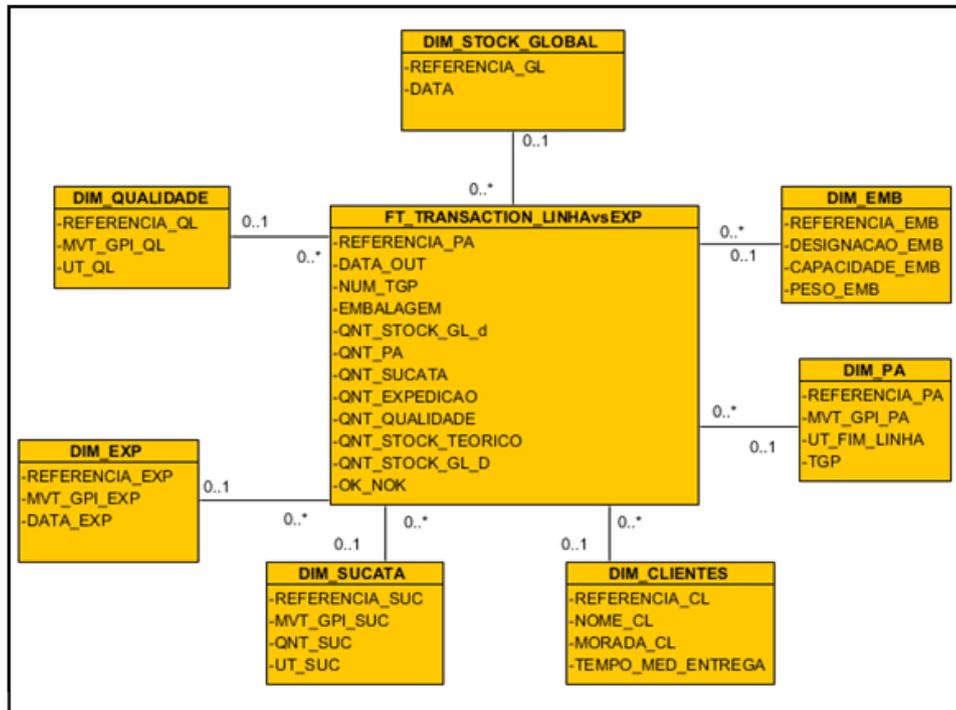


Figura 25 - Star Schema - Linhas de Produção vs. Expedição.

A *dashboard* da figura 27 é a translação direta do diagrama de classes para a interface gráfica.



Figura 26 - Dashboard - Fim de Linha vs. Expedição.

A tabela apresentada na *dashboard* (figura 27) tem excerto da lista completa do produto acabado produzido e expedido diariamente pela organização. Nas primeiras seis colunas apresentam-se aqueles que são os dados fixos, e da sétima à décima terceira coluna da tabela, inserem-se diariamente os dados. Através da equação 3, esses dados resultam na coluna denominada “*Stock Teórico*”, e são comparados com a coluna denominada “*Stock Informático D+1*”.

$$\text{Stock Teórico} = \text{Stock informático (D)} + \text{DPA} - \text{Expedição} - \text{Sucata}$$

Caso os valores coincidam, significa que o *stock* informático está conforme, caso contrário resulta num alarme de inconformidade. Repare-se que na última coluna, encontra-se por ordem decrescente o custo do desvio de peças, de forma a indicar a prioridade de verificação mais urgente. Note-se que os valores dos desvios nesta fase são nulos, pois no produto acabado o sentido de responsabilidade de controlo e pontualidade é maior, logo existem menos incidências.

4.3. Proposta para a Implementação de Melhoria Contínua

Visto que a aplicação informática alerta inconformidades no *stock* informático, é necessário criar um plano de ação para compreender e reduzir estas inconformidades. Este plano funcionará através da filosofia *lean*, que com base no ciclo PDCA irá ajudar a atingir o objetivo proposto. O alerta de inconformidade da ferramenta será a ação que desencadeia o início do ciclo.

Normalmente, o ciclo inicia com o passo de planeamento, mas o formato do ciclo PDCA proposto, tem uma abordagem diferente. Nos subcapítulos seguintes explicita-se cada um dos passos.

Check

O que normalmente é considerado o terceiro passo (*check*), passará a estar presente no meio do ciclo, garantindo uma verificação constante ao longo da realização das restantes etapas (figura 28).

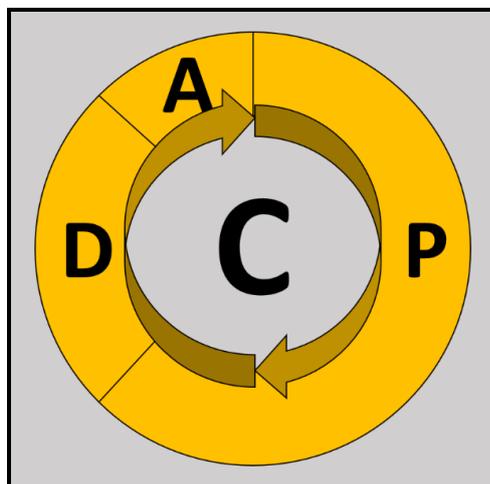


Figura 27 - Ciclo PDCA adaptado.

O objetivo desta evolução do ciclo PDCA, é garantir a eficácia do processo de melhoria, uma vez que a verificação acontece em todas as etapas, e conseqüentemente, há uma redução do tempo de ciclo face ao ciclo PDCA com o formato normal. Esta configuração garante também a

resolução de forma prudente de problemas, isto porque atacar-se-á zonas sensíveis onde o mínimo erro pode resultar no agravar da situação que se pretende resolver.

Plan

Nesta fase, definem-se os objetivos de cada processo até chegar ao resultado que se pretende. O plano deve passar pela identificação do problema, análise do fenômeno e análise do processo para posteriormente realizar um plano de ação.

Na **identificação do problema**, é importante definir o problema, fazer um levantamento das perdas atuais e a identificação dos principais efeitos.

O segundo passo, a **análise do fenômeno** é auxiliada pela ferramenta informática acima apresentada, pois esta arquiva um histórico onde se pode verificar os digramas de tendência e as análises ABC das não conformidades em todos os postos e assim, encontrar-se-á dados necessários para efetuar o estudo.

A **análise do processo** foca-se em identificar a causa raiz do problema. Neste passo deve-se definir as causas mais prováveis que possam ter influenciado o acontecimento. Na fábrica há colaboradores com muita experiência que facilmente identificam essas causas e podem ajudar a completar a *checklist* de verificação 5W2H, que se encontra tabela 5. Esta lista de questões consegue abordar diferentes ângulos do problema em questão.

Tabela 5 - 5W2H Adaptado.

5W2H	
Who?	Quem é o responsável?
	Quais fluxos poderão estar envolvidos?
	Quem necessita de ser envolvido ou contatado?
	Quem precisa de ser informado?
	Qual o cliente/fornecedor envolvido?
Where?	Em que local aconteceu?
	Onde poderá acontecer?
	Onde encontrar meios para colmatar a situação?
	Onde divulgar?
	Onde obter apoios?
What?	O que é que aconteceu?
	O que é necessário fazer?
	O que fazer em primeiro lugar?
	Que recursos são necessários?
	Qual o objetivo?
When?	Quando acontece?
	Quando se sabe que se alcançou o objetivo?
	Quando envolver os outros?
Why?	Porquê aconteceu?
	Porquê faz-se desta forma?
	Porque é necessário?
	Porque é que vai resultar? Porque não?
How/How much?	Como se processa?
	Como se desenvolve o problema?
	Como resolver o problema?
	Como envolve as pessoas?
	Quanto custa?

Depois destes três passos completos, será mais simples realizar um plano de ação para eliminar as causas raiz do problema em questão. Antes de avançar, deve-se verificar as respostas do questionário 5W2H e todos os passos da iteração.

Do

Por já ter definido o plano de ação, esta etapa concentra-se em aplicar esse plano. É fundamental que seja aplicado o plano de ação com todo o cuidado, terminando este passo com a confirmação do que foi aplicado.

Act

Nesta fase implementou-se a melhoria, e verificou-se se os resultados obtidos diminuam efetivamente os desvios através dos diagramas de tendência. A seguir, é importante analisar o plano de ação utilizado e verificar a possibilidade de o aplicar em mais zonas críticas, para prevenir que se repitam esses lapsos e padronizar todo o fluxo.

O ciclo PDCA não tem um fim. Sendo um ciclo de melhoria contínua, vai sempre existir oportunidade para a sua aplicação. Caso se tenha chegado ao ponto que não existem mais problemas para resolver em lista de espera, basta aguardar o alerta da “Caixa Negra”.

4.4. Análise de Resultados

Quanto à análise de resultados, utilizou-se o histórico de dados recolhidos pela aplicação informática. As três funcionalidades descritas nos subcapítulos anteriores, foram testadas durante um curto período para aferir os resultados da aplicação da ferramenta de teste ao conceito.

Todas as referências utilizadas têm um preço associado, que multiplicado pelo desvio resulta no custo do desvio em causa, esse valor foi utilizado enquanto critério para a aplicação da análise ABC e assim obter uma classificação relativamente às inconformidades a resolver.

Neste capítulo apresenta-se dois resumos de aplicações da metodologia utilizada no projeto.

4.4.1. Fluxo da Matéria-Prima entre Armazém e as Linhas de Produção

A primeira análise realizada incidiu na transação de peças entre o armazém e as linhas de produção (como representado anteriormente na figura 21). A aplicação da ferramenta possibilitou a identificação da localização no fluxo responsável pelas inconformidades. Posteriormente, deu-se início ao processo pesquisa de onde foi possível encontrar a origem destas anomalias no inventário. A origem deve-se à mudança de embalagens de todas as matérias-primas para uma embalagem universal ao Grupo Renault. Na figura 29, nota-se a tendência positiva no que diz respeito às não conformidades.

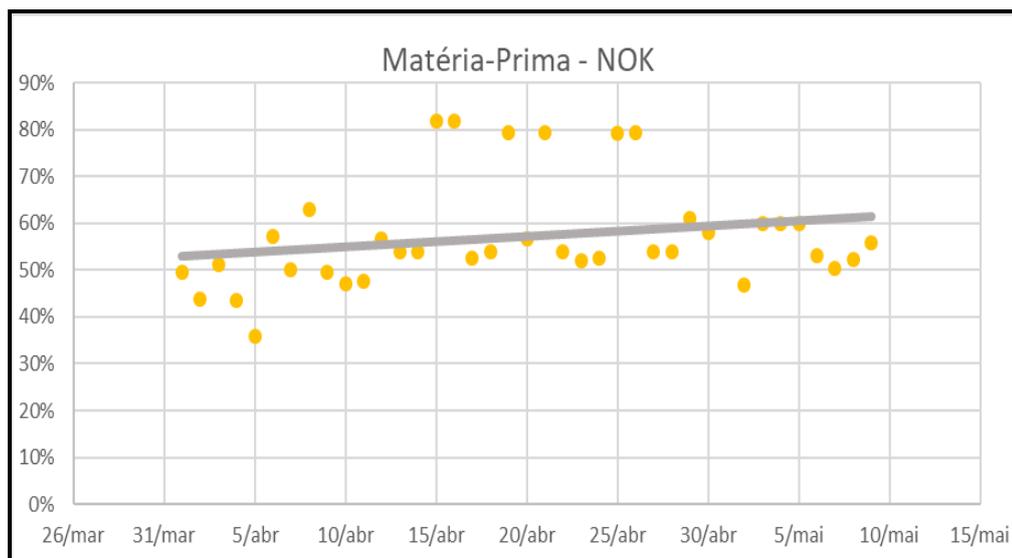


Figura 28 – Linha da Tendência - Armazém e as Linhas de Produção.

Esta evolução de estandardização de embalagens, comprometeu a monitorização desta fase do fluxo, pois existe uma percentagem de matéria-prima que já se encontra com a embalagem *standard* e outra que ainda esta em fase de mudança. Como perspetiva futura, e com a estandardização das embalagens de matéria-prima, a tendência irá melhorar drasticamente, pois o controlo desta transação seguirá uma economia à escala sendo que a produção, o transporte e as encomendas acabam por seguir essa proporção. Com esta transformação, o controlo da matéria-prima em curso de fabrico será mais fácil de inspecionar, resultando numa diminuição de inconformidades na entrada de produto nos processos.

Nota-se ainda, que no gráfico da figura 29, ao longo do período registado houve problemas no período final de abril. No calendário registam-se três feriados, provocando um decréscimo dos colaboradores na fábrica, resultando na diminuição de controlo.

Com o histórico de não conformidades (NOK) de matéria-prima transportada para as linhas de produção, também se desenvolveu uma análise ABC com o intuito de identificar quais as matérias que mais comprometem a confiança do *stock*. A tabela construída para a análise encontra-se representada na tabela 6 e a sua representação gráfica na figura 30.

Tabela 6 - Registo de não conformidades (NOK) da matéria-prima.

CLASSIFICAÇÃO	Referência POI	Designação POE	CUSTO	NOK	Custo*NOK	%	% Acumulada	ABC	
1*	CM	110178980R	BR-SEMEL.H5H 4X4 BRU	32,1	28	898,8	13,1%	13,15%	A
2*	CM	110172092R	TX-SEMEL H5H BR APRO	29,22	29	847,38	12,4%	25,54%	A
3*	CY	304014515R	KN-CED K9 GF BR APRO	22,41	21	470,61	6,9%	32,43%	A
4*	CM	135023058R	X9-CART.DIS.H4B BR 2	15,39	23	353,97	5,2%	37,61%	A
5*	CM	110175081R	8H-SEMEL.H5F BR GENI	27	11	297	4,3%	41,95%	A
6*	CY	384214998R	D4-CAIX DIF.JR BR FB	14,93	19	283,67	4,1%	46,10%	A
7*	CM	432006801R	5L-TAMBOR BRUTO	8,04	30	241,2	3,5%	49,63%	A
8*	CY	381015178R	BA-COROA BRUTO FORJA	6,423	37	237,651	3,5%	53,11%	A
9*	CM	8200639543	MJ-ROLAMENT.TAMBOR	6,726	31	208,506	3,1%	56,16%	A
10*	CM	152412073R	SA-YALV.YOP H4B EI	6,48	29	187,92	2,7%	58,91%	A
11*	CM	122829720R	G5-CHAP.H5 GEN2 BRUT	3,77	47	177,19	2,6%	61,50%	A
12*	CY	381010711R	UM-COROA BRUTO FORJA	7,464	22	164,208	2,4%	63,90%	A
13*	CM	8200138083	8L-COLEC.ESC.BRT F4	20,63	6	123,78	1,8%	65,71%	A
14*	CY	322010636R	0A-ARY.PRIM. BR KZM	9,078	13	118,014	1,7%	67,44%	A
15*	CY	8200168041	S6-CAIXA DIF.JR BRUT	6,12	19	116,28	1,7%	69,14%	A
16*	CM	432005187R	TR-TAMBOR VENTIL.BRU	6,56	17	111,52	1,6%	70,77%	A
17*	CY	304014649R	YP-CED JR S2G PC BRU	23,69	4	94,76	1,4%	72,16%	A
18*	CM	122828736R	48-CHAP.H5D BRUTO	2,76	34	93,84	1,4%	73,53%	A
19*	CM	150789593R	YN-ANEL CONTR.YOP H4	2,429	35	85,015	1,2%	74,77%	A
20*	CM	132653841R	YX-TAMP.CUL.BR.H5F	11,89	7	83,23	1,2%	75,99%	A
21*	CY	7701144744	FU-CX DIF NU JR SEV	11,23	7	78,61	1,1%	77,14%	A
22*	CM	150127302R	YC-CORP YOP H4 BR EI	2,168	34	73,712	1,1%	78,22%	A
23*	CM	150821579R	RC-SUPOR ALHETAS YOP	2,337	31	72,447	1,1%	79,28%	A
24*	CY	322806946R	AH-PIMAR BAG SC APRO	3,345	21	70,245	1,0%	80,31%	B
25*	CY	8200840668	PX-COROA BRUTO SAFE	6,97	10	69,7	1,0%	81,33%	B
26*	CM	135026985R	9D-CART.DIS.BR ARCH	14,35	4	57,4	0,8%	82,17%	B
27*	CY	8200944312	6F-ARY.PRIM.BRU.ASC	9,263	5	46,315	0,7%	82,84%	B
28*	CY	8200145526	BA-PLANET RIO JR/JT	2,02	21	42,42	0,6%	83,46%	B
29*	CM	110170791R	EG-SEMEL.PRE 3 CIL	20,69	2	41,38	0,6%	84,07%	B
30*	CY	8201030057	MM-ARY.PRIM.BRT JRQE	9,282	4	37,128	0,5%	84,61%	B
31*	CY	8200533264	NC-FORQUILH.3-4 JR B.	1,945	19	36,955	0,5%	85,15%	B
32*	CY	7700865545	83-FORQUILHA 1/2 JR	1,918	19	36,442	0,5%	85,69%	B
33*	CY	8200142677	LT-ROLAM.APICED JR5	1,628	21	34,188	0,5%	86,19%	B
34*	CM	124330284R	07-MASSA AEQ M9T	1,796	19	34,124	0,5%	86,69%	B
35*	CM	130216552R	28-COR.AE.M9 BR.NOYA	5,498	6	32,988	0,5%	87,17%	B
36*	CY	8200145528	BC-SATELITE JR/JT	1,56	20	31,2	0,5%	87,63%	B
37*	CM	118322415R	U0-PLACA 2 DECANT.	1,482	20	29,64	0,4%	88,06%	B
38*	CM	122821737R	HK-CHAP.H5 BRUT	3,981	7	27,867	0,4%	88,47%	B
39*	CM	118326369R	EJ-PLACA 1 DECANT.	1,44	18	25,92	0,4%	88,85%	B
40*	CM	123137801R	7F-BAG.C/IGOLA AEQ	1,065	24	25,56	0,4%	89,22%	B
41*	CM	111136752R	CR-PLAC.ANTIEMUL H5H	1,809	14	25,326	0,4%	89,59%	B
42*	CM	479702843R	Y8-COROA ABS TAMBOR	1,944	13	25,272	0,4%	89,96%	B
43*	CY	8200042522	FX-PIGNON FOU 4EME B	1,36	18	24,48	0,4%	90,32%	B
44*	CM	150478409R	KJ-ARY.CDO YOP H4	0,686	35	24,01	0,4%	90,67%	B
45*	CY	8200779942	35-PL 2A BRUTO	1,965	12	23,58	0,3%	91,01%	B
46*	CY	8200848464	4T-PL 6A BRUTO PK	1,808	13	23,504	0,3%	91,36%	B
47*	CM	150158388R	9J-TAMP YOP H4 BR EI	0,694	33	22,902	0,3%	91,69%	B
48*	CM	7700600514	C4-CAIX.MULTIFUNC.BR	3,21	7	22,47	0,3%	92,02%	B
49*	CM	150263627R	0Y-PIN.CDO YOP H EI	0,611	34	20,774	0,3%	92,33%	B
50*	CY	8200626808	HP-FORQ. 5A JRQ ALAR	0,971	21	20,391	0,3%	92,62%	B
51*	CY	7701717671	PX-CUVETTE ASICED JR	0,808	21	16,968	0,2%	92,87%	B
52*	CY	8200062037	1R-EIX.MAT.CORTADO J	0,913	18	16,434	0,2%	93,11%	B
53*	CM	8200065121	ZE-PINH.MONOB.22DENT	0,772	21	16,212	0,2%	93,35%	B
54*	CY	8200351173	PL-CRABOT M.A. JC	1,718	9	15,462	0,2%	93,58%	B
55*	CM	132709416R	YC-JUNTA TAMP.CUL.H5	1,258	12	15,096	0,2%	93,80%	B
56*	CM	322B92053R	YS-CONE CRA.BRU TUER	0,622	24	14,928	0,2%	94,01%	B
57*	CY	8200073108	K9-BASCULADOR MAR JR	0,701	21	14,721	0,2%	94,23%	B
58*	CM	150157433R	6P-TAMP.BBA OL K7 BR	1,223	12	14,676	0,2%	94,44%	B
59*	CY	7700114132	AJ-GARRA 5A JRQ	0,671	21	14,091	0,2%	94,65%	B
60*	CM	124031057R	8G-BUTEE AEQ M9T	1,082	13	14,066	0,2%	94,86%	B
61*	CM	8200124493	AV-PINH.BBA OL.K9/F9	0,55	25	13,75	0,2%	95,06%	C

Com esta análise ABC, obteve-se os produtos pertencentes às diferentes categorias. Como não é possível atuar diariamente sobre todos os produtos, esta análise possibilita a identificação dos produtos que necessitam de um controlo mais rígido e contínuo. A classe 'A' é um misto entre as duas famílias de produtos, embora a família CV prevaleça. O domínio das inconformidades das CVs nas análises ABC, relaciona-se com a complexidade do produto face aos componentes dos motores. Deve-se então dar especial atenção a esta categoria, com o intuito de reduzir o impacto que as não conformidades das mesmas representam.

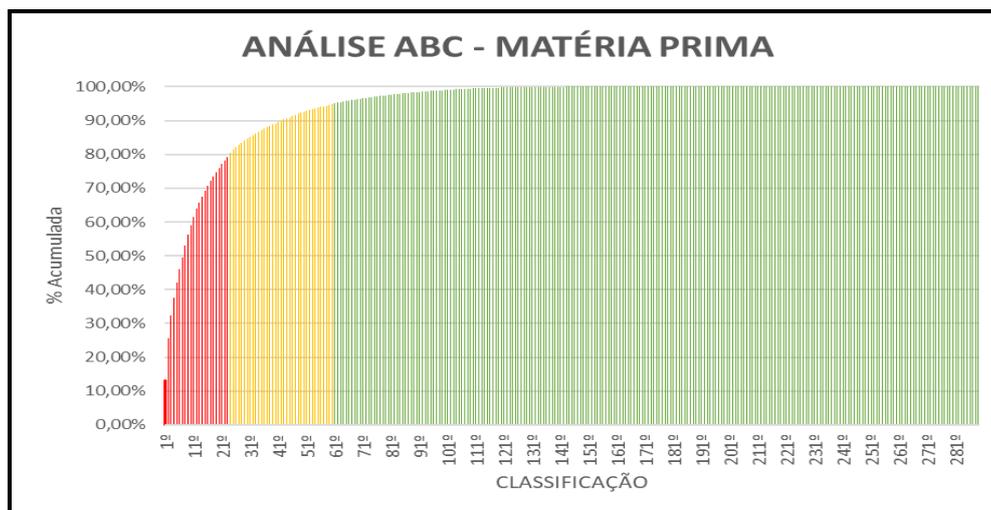


Figura 29 - Análise ABC – Matéria-Prima.

4.4.2. Fluxo do Produto Acabado entre as Linhas de Produção e a Expedição

A segunda resolução foi executada na supervisão do produto acabado entre as linhas de produção e a expedição. Através da ferramenta localizaram-se as inconformidades e deu-se início ao processo de melhoria contínua onde rapidamente se encontrou a origem dos problemas e foi aplicada a solução de forma a eliminá-los.

O problema exposto era a consequência de uma má leitura do código de barras por parte do operador num fim de linha de produção do turno da noite. Por falta de passagem de informação, este continuava a usar uma funcionalidade do leitor de código de barras que tinha sido proibida: a funcionalidade consistia em triplicar a leitura do código de barras de um produto. O operador utilizava esta funcionalidade com o objetivo de simplificar a tarefa. Como consequência, resultaram dados com uma formatação diferente, originando num desvio de *stock* informático.

Na figura 31, nota-se o declínio da curva da tendência de não conformidades, após garantir a passagem da informação da proibição da utilização da funcionalidade acima descrita, a todos os operadores dos diferentes turnos. Este gráfico foi construído através do registo do histórico de não conformidades do produto acabado. A partir desta resolução, não se registou mais nenhuma anomalia no período de teste.

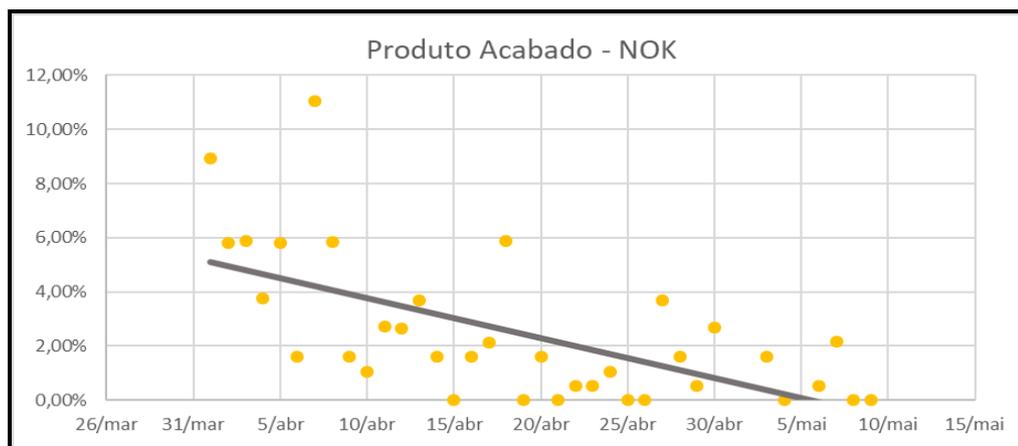


Figura 30 – Linha da Tendência - Linhas de produção Vs. Expedição.

Com esse histórico, também se desenvolveu uma análise ABC. O intuito foi perceber quais os produtos acabados que mais comprometem o nível de confiança do stock. Carvalho (2010), afirma que para um artigo da classe 'A' deve ser definido um modelo de revisão rígida e contínua. Nota-se na tabela 7, que a classe principal é composta por caixas de velocidades. Isto deve-se à alta complexidade e rotatividade dos produtos em questão e também pelo custo mais elevado face aos componentes dos motores.

Tabela 7 - Registo de não conformidades (NOK) do produto acabado.

CLASSIFICAÇÃO	FAMÍLIA	Referência	Designação	CUSTO	NOK	Custo*NOK	%	% Acumulada	ABC
1º	CV	320105388R	5Y-BVM ASS JR5 369	256,08	8	2048,64	8,9%	8,87%	A
2º	CV	320109079R	WV-BVM ASS JR5 062	252,47	8	2019,76	8,7%	17,62%	A
3º	CV	320102158R	1W-BVM ASS JR5 391 V	258,05	7	1806,35	7,8%	25,44%	A
4º	CV	320102944R	HL-BVM ASS JR5 341	344,75	5	1723,75	7,5%	32,91%	A
5º	CV	320106830R	GS-BVM ASS JR5 065	248,39	6	1490,34	6,5%	39,36%	A
6º	CV	320107190R	XR-BVM ASS JR5 385	284,87	5	1424,35	6,2%	45,53%	A
7º	CV	320107911R	T5-BVM ASS JR5 332	259,68	5	1298,4	5,6%	51,15%	A
8º	CV	320104691R	57-BVM ASS JR5 357 V	256,7	5	1283,5	5,6%	56,71%	A
9º	CV	320106271R	6A-BVM ASS JR5 076	273,73	4	1094,92	4,7%	61,45%	A
10º	CV	320106397R	CU-BVM ASS JR5 392 V	257,31	4	1029,24	4,5%	65,91%	A
11º	CV	320107523R	3E-BVM ASS JR5 056	249,99	4	999,96	4,3%	70,24%	A
12º	CV	320102577R	1F-BVM ASS JR5 360	251,59	3	754,77	3,3%	73,51%	A
13º	CV	320104280R	85-BVM ASS JR5 513 I	231,32	3	693,96	3,0%	76,51%	A
14º	CV	320102217R	LB-BVM ASS JR5 339	250,03	2	500,06	2,2%	78,68%	A
15º	CV	8201232101	KW-BVM ASS JR5 179	248,28	2	496,56	2,2%	80,83%	B
16º	CM	111103561R	05-SEMEL.HSH 450 EI	42,07	10	420,7	1,8%	82,65%	B
17º	CM	8200641455	FL-VOLANT M9R ASS	181,47	2	362,94	1,6%	84,22%	B
18º	CV	320105356R	FY-BVM ASS JR5 068	276,61	1	276,61	1,2%	85,42%	B
19º	CV	320104545R	S9-BVM ASS JR5 358 V	260,41	1	260,41	1,1%	86,55%	B
20º	CV	320103551R	A8-BVM ASS JR5 368	255,05	1	255,05	1,1%	87,65%	B
21º	CV	7701717739	T2-BVM ASS JR5 149	252,22	1	252,22	1,1%	88,74%	B
22º	CV	320107946R	48-BVM ASS JR5 067	251,77	1	251,77	1,1%	89,83%	B
23º	CV	7701717741	T4-BVM ASS JR5 151	251,51	1	251,51	1,1%	90,92%	B
24º	CV	8200915851	3U-BVM ASS JR5 193	249,28	1	249,28	1,1%	92,00%	B
25º	CV	8201158915	3V-BVM ASS JR5 140	247,25	1	247,25	1,1%	93,07%	B
26º	CV	320106562R	YJ-BVM ASS JR5 050	244,24	1	244,24	1,1%	94,13%	B
27º	CM	150107908R	PL-BBA VOP H5	21,83	11	240,13	1,0%	95,17%	C
28º	CM	8200803408	93-VOLANTE M9 ASS	217,41	1	217,41	0,9%	96,11%	C
29º	CM	7700312225	GP-VOLANTE MONT.G9T*	202,57	1	202,57	0,9%	96,99%	C

Na tabela 7 está apenas a parte inicial da tabela construída e a sua representação gráfica na figura 32. Na tabela 7, através da multiplicação do custo pelas ocorrências 'NOK' (*Not OK*) resulta o *input* para atribuição da pontuação. Esta tabela tem informações que permitem melhorar o funcionamento da fábrica, neste caso em particular, elaborando estratégias para um controlo mais eficiente na classe 'A', para depois aperfeiçoar o inventário resolvendo os problemas nos fins de linha das caixas de velocidades.

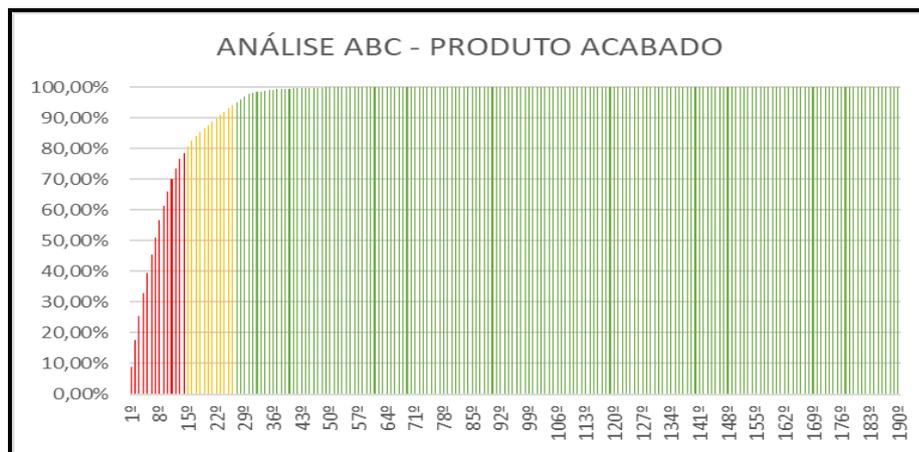


Figura 31 - Análise ABC – Produto Acabado.

V. Conclusão

O trabalho descrito neste documento, decorrido na fábrica Renault Cacia em Aveiro, no âmbito de um estágio curricular do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, cruzou conceitos de três áreas distintas: Inventário e Gestão de *Stocks*, Sistemas de Informação e *Lean Thinking*. Teve como objetivo reduzir os desvios entre o inventário e o *stock* real da organização, de forma a garantir os *inputs* necessários à produção, resultando numa solução informática que permite esse controlo.

5.1. Reflexão sobre o Trabalho Realizado

A gestão eficiente de inventário é importante para as organizações, na medida em que esta assegura a produção contra incertezas da procura ou imprevistos, garantindo assim o nível de serviço aos clientes, cobrindo antecipadamente flutuações da procura do mercado.

Pode afirmar-se assim, que a gestão de *stocks* deve ser encarada como uma vantagem competitiva para as organizações. Para isso, é necessário definir estratégias e assegurar uma gestão de *stocks* adequada, caso contrário, poderá resultar em consequências negativas, não só a nível de custos, mas acima de tudo no que toca ao nível do serviço aos clientes e à imagem da marca. A gestão de *stocks* é também responsável pelo controlo do fluxo do material ao longo da cadeia de abastecimento, onde erros ou falhas no fluxo resultam em desequilíbrios entre o *stock* físico e o *stock* informático, levando a desvios de inventário que consequentemente comprometem a fiabilidade do sistema de gestão de *stocks* da organização.

Com o objetivo de reduzir os desvios de *stocks* na Renault Cacia, este projeto iniciou-se com a análise e estudo aos dados dos desvios de inventário relativamente ao ano anterior, de forma a compreender o impacto que estes representaram para a empresa. Visto que a cadeia de abastecimento é um processo complexo, procedeu-se ao mapeamento deste processo recorrendo à linguagem gráfica BPMN. Esta notação gráfica especifica o processo de negócio num diagrama de fácil compreensão, tanto para os intervenientes técnicos quanto para os intervenientes de negócios. Através desta linguagem foi possível identificar as iterações com o sistema de gestão de *stocks* (GPI) e as zonas com mais afluência de deslocações de matéria ao longo do processo e, desta forma, definir-se quais as zonas estratégicas a controlar.

Após definidas as áreas a monitorizar, passou-se então ao desenvolvimento e conceptualização do sistema de informação. Esta fase iniciou-se com a análise do problema mais aprofundada para definir a especificação da solução. Seguidamente, analisou-se os requisitos necessários especificando os requisitos funcionais e não funcionais do sistema de informação. Na etapa seguinte passou-se toda a informação textual para a linguagem gráfica UML a qual é considerada uma linguagem de modelação comum para arquitetura, *design* e implementação de sistemas de *software* complexos. Na última fase do desenvolvimento optou-se por expor um protótipo de prova de conceito, através do desenvolvimento de uma ferramenta informática com base no *Power BI*, onde demonstra as três fases onde se realizou o controlo dos desvios de inventário. Esta ferramenta tem a funcionalidade de alertar caso existam inconformidades no *stock* informático, funcionando enquanto sistema *Andon* cuja função é a de alertar ocorrências nos fluxos.

A melhoria contínua tem como princípio permitir às organizações a procura dos seus problemas, e a tentativa de os eliminar através de novas soluções. Assim, surgem os princípios *lean* nas organizações, cujo principal objetivo é a identificação de atividades que não acrescentam valor no processo para posteriormente eliminar essas atividades. Desta forma recorreu-se ao ciclo PDCA para criar um plano de ação de forma a eliminar as ocorrências alertadas pela ferramenta. Este ciclo PDCA foi ajustado ao caso de estudo permitindo a aproximação aos objetivos propostos, ou seja, compreender e reduzir os desvios de *stock*. Optou-se por adaptar a ferramenta *lean* à sensibilidade dos processos em questão, dando um novo formato ao ciclo e utilizando a fórmula 5W2H na fase de planeamento para identificar as origens das inconformidades e, desta forma, continuar as fases do ciclo PDCA com toda a informação necessária.

Sumarizando, a implementação das metodologias abordadas anteriormente, permitiram a deteção de inconformidades no fluxo. Numa das resoluções apresentadas, eliminou-se a totalidade das inconformidades na transação de produto acabado, onde a ferramenta informática implementada teve um papel fulcral, na medida em que alertou a existência das inconformidades no fluxo. A erradicação desta inconformidade ao longo do mês de teste da ferramenta resultou na correção do *stock* informático e na standardização do processo de leitura de etiquetas neste setor.

Quanto às contribuições teóricas, este trabalho mostrou a importância de interligar conceitos, sendo apenas uma amostra da sua potencialidade. Cruzar a gestão de *stocks* com os sistemas de informação, e por sua vez os conceitos do *lean thinking* e melhoria contínua, pode resultar numa cadeia de abastecimento mais controlada e eficiente.

5.2. Desenvolvimento Futuro

Ao desenvolvimento futuro, existem duas vertentes: uma a curto e outra a longo prazo.

A curto prazo, deve-se continuar a registar todas as inconformidades para criar um histórico volumoso. Com este histórico deve-se depois criar indicadores estratégicos para monitorizar e motivar mais resoluções. Uma vez colmatadas essas anomalias, deve-se aplicar a mesma resolução em mais postos.

Necessita-se corrigir todos os dados incorretos que foram inseridos para garantir que o *stock* informático fique o mais real possível ou igual ao *stock* físico. Desta forma, os problemas relacionados com o MRP vão reduzir e o funcionamento voltará à normalidade e a ter fiabilidade. Para isso, é necessário também rever toda a parte da documentação. Necessita-se de uma base de dados com dados atualizados. Para tal, deve-se eliminar os desperdícios identificados através da analogia *Lean Thinking* no fluxo de informação.

Por outro lado, a longo prazo, deve-se ir além desta aplicação, juntando mais e mais sistemas de informação da organização num só. Esses sistemas já existem nas indústrias 4.0 com o sistema MES.

Os sistemas MES estão em desenvolvimento exponencial e cada vez mais, as organizações querem implementar estes sistemas. Este sistema consente a digitalização e tratamento de informação recolhida no chão de fábrica em tempo real. O conceito de MES é uma ferramenta que preenche as faltas de informação entre o planeamento dos negócios e a gestão e o planeamento de atividades numa organização. O sistema engloba diversos módulos e serve de ligação entre atividades como a manutenção, as compras, a qualidade, sistemas de controlo, rastreabilidade e planeamento de produção.

O MES integra módulos como a gestão da produção, da mão-de-obra e de armazéns utilizando tecnologia RFID como input de dados nesse mesmo sistema. A tecnologia RFID é uma potencial ajuda na automatização da rastreabilidade ou seguimento de material, nomeadamente na recolha dessa informação em tempo real.

Referências Bibliográficas

- Berg, J. P. Van Den. (2007). *A literature survey on planning and control of warehousing systems*. 8830. <https://doi.org/10.1080/07408179908969874>
- Booch, G., Rumbaugh, J., & Jacobson, I. (2005). *The unified modeling language user guide*. Retrieved from https://books.google.pt/books/about/The_Unified_Modeling_Language_User_Guide.html?id=BqFQAAAAMAAJ&redir_esc=y
- Carvalho, J. (2010). *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento* (2nd ed.; Edições Sílabo, ed.).
- Chinosi, M., & Trombetta, A. (2012). BPMN: An introduction to the standard. *Computer Standards and Interfaces*, 34(1), 124–134. <https://doi.org/10.1016/j.csi.2011.06.002>
- Chu, C., Liang, G., & Liao, C. (2008). Computers & Industrial Engineering Controlling inventory by combining ABC analysis and fuzzy classification. *Computers & Industrial Engineering*, 55(4), 107–117. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2008.03.006>
- Closs, D. J., & Savitskie, K. (2003). Internal and External Logistics Information Technology Integration. *The International Journal of Logistics Management*, 14(1), 63–76. <https://doi.org/10.1108/09574090310806549>
- Dennis, A. (2012). *Systems Analysis and Design* (5th ed.; J. W. & Sons, ed.).
- Fullerton, R. R., & McWatters, C. S. (2001). The production performance benefits from JIT implementation. *Journal of Operations Management*, 19(1), 81–96. [https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(00\)00051-6](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(00)00051-6)
- Gopalkrishnan, V., Li, Q., & Karlapalem, K. (1999). *Star/Snow-Flake Schema Driven Object-Relational Data Warehouse Design and Query Processing Strategies*. https://doi.org/10.1007/3-540-48298-9_2
- Greer, B. M., & Theuri, P. (2012). Linking Supply Chain Management Superiority to Multifaceted Firm Financial Performance. *Journal of Supply Chain Management*, 48(3), 97–106. <https://doi.org/10.1111/j.1745-493X.2012.03276.x>
- Holt, J. (2004). *UML for Systems Engineering: Watching the Wheels* (IET, ed.).
- Kadric, E., Bajric, H., & Pasic, M. (2017). *Modeling Lead Time Demand in Continuous Review Inventory Systems*. 180-0186. <https://doi.org/10.2507/28th.daaam.proceedings.024>
- Liker, J. K., & Meier, D. (2006). *The Toyota way fieldbook : a practical guide for implementing*

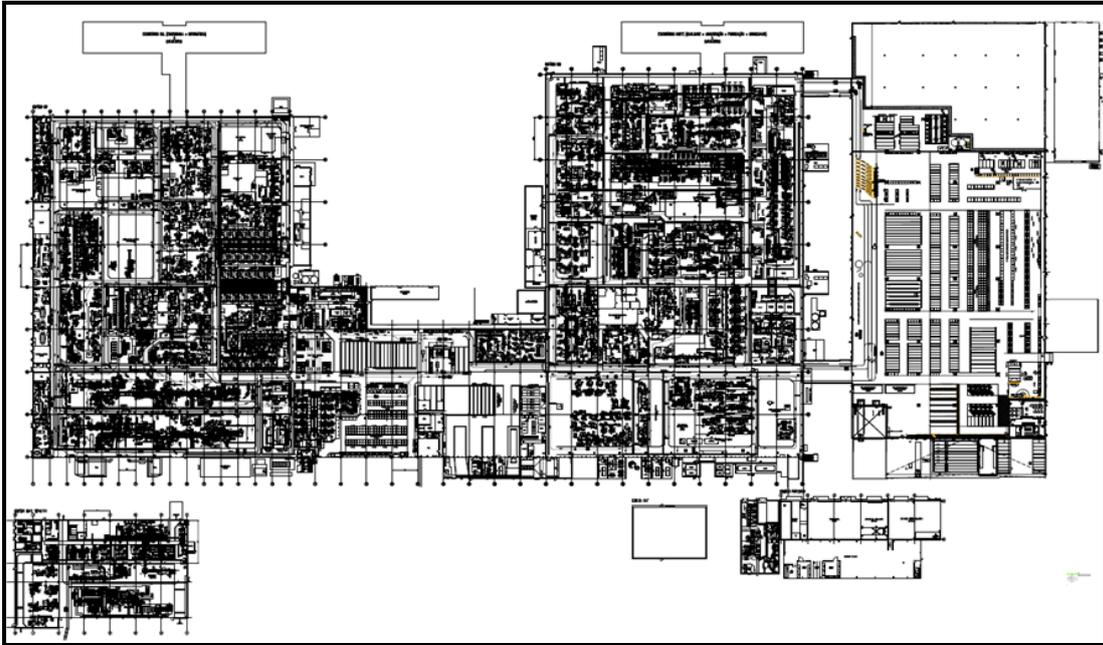
Toyota's 4Ps. McGraw-Hill.

- Liker, J. K., & Morgan, J. M. (2006). The Toyota Way in Services: The Case of Lean Product Development. *Academy of Management Perspectives*, 20(2), 5–20.
<https://doi.org/10.5465/amp.2006.20591002>
- Love, S. F. (1979). *Inventory control*. Retrieved from
https://books.google.pt/books/about/Inventory_control.html?id=dxXPAAAAMAAJ
- Manthou, V., Notopoulos, P., & Vlachopoulou, M. (1996). Information systems design requirements for inventory management: A conceptual approach. *International Journal of Production Economics*, 45(1–3), 181–186. [https://doi.org/10.1016/0925-5273\(96\)00012-6](https://doi.org/10.1016/0925-5273(96)00012-6)
- Marouane, H., Duvallet, C., Makni, A., Bouaziz, R., & Sadeg, B. (2017). An UML profile for representing real-time design patterns. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2017.06.005>
- Mentzer, J. T., Stank, T. P., & Esper, T. L. (2008). SUPPLY CHAIN MANAGEMENT AND ITS RELATIONSHIP TO LOGISTICS, MARKETING, PRODUCTION, AND OPERATIONS MANAGEMENT. *Journal of Business Logistics*, 29(1), 31–46.
<https://doi.org/10.1002/j.2158-1592.2008.tb00067.x>
- Narasimhan, R., & Kim, S. W. (2001). INFORMATION SYSTEM UTILIZATION STRATEGY FOR SUPPLY CHAIN INTEGRATION. *Journal of Business Logistics*, 22(2), 51–75.
<https://doi.org/10.1002/j.2158-1592.2001.tb00003.x>
- Pinto, J. P. (2010). *Gestão de Operações - Na Indústria e nos Serviços* (3rd ed.; lidel, ed.).
- Pires Ribeiro, J., & Barbosa-Povoa, A. (2018). Supply Chain Resilience: Definitions and quantitative modelling approaches – A literature review. *Computers & Industrial Engineering*, 115, 109–122. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2017.11.006>
- Rainer, R. K., & Cegielski, C. G. (2011). *Introduction to information systems*. John Wiley & Sons.
- Sayer, N. J., & Williams, B. (2012). *Lean For Dummies* (2nd ed.; John Wiley & Sons, ed.). John Wiley & Sons.
- Stair, R. M., & Reynolds, G. W. (2009). *Principles of Information Systems* (9th ed.; Cengage Learning, ed.).
- Swaminathan, J. M., Haas, W. A., Smith, S. F., & Sadeh, N. M. (1998). Modeling Supply Chain Dynamics: A Multiagent Approach. In *Decision Sciences* (Vol. 29).
- Teixeira, L., Ferreira, C., & Santos, B. S. (2004). Uma Abordagem ao Processo de Desenvolvimento dos Sistemas de Informação: cuidados a ter ao longo do processo no caso dos SI's tradicionais e SI's distribuídos na Web. *Revista Iberoamericana de Sistemas, Cibernética e Informática*, 1, 77–84.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1997). Lean Thinking—Banish Waste and Create Wealth in your Corporation. *Journal of the Operational Research Society*, 48(11), 1148–1148.
<https://doi.org/10.1038/sj.jors.2600967>
- Xu, Y., & Chen, M. (2016). Improving Just-in-Time Manufacturing Operations by Using Internet of Things Based Solutions. *Procedia CIRP*, 56, 326–331.

<https://doi.org/10.1016/J.PROCIR.2016.10.030>

Anexo 1

Planta em 'U' da Renault Cacia.



Anexo 2

Forma atual de verificar os desvios de stock.

Página 1 de 2

Mouvements GPI par date de traitement

Date de traitement entre : et Numéro de BL :
Référence 7701717799 UC 11 TGP Mouvement

Afficher Date / heure de traitement Emission Mvt Motif Référence Statut Quantité Identifiant de livr
GPI E/S indispon

Date	Heure	Mvt GPI	Motif E/S	Référence	Statut indispon	Quantité	Identifiant de livr
12/10/2018	03:37:34	09		7701717799		252,000	✓
12/10/2018	01:20:30	09		7701717799		251,000	✓
12/10/2018	01:12:30	09C		7701717799		252,000	✓
12/10/2018	01:12:20	09C		7701717799		252,000	✓
12/10/2018	01:04:18	09		7701717799		252,000	✓
11/10/2018	01:02:59	09		7701717799		252,000	✓
09/10/2018	22:48:28	09		7701717799		252,000	✓
09/10/2018	19:37:57	09		7701717799		252,000	✓
09/10/2018	17:45:38	09		7701717799		252,000	✓
09/10/2018	13:28:27	09		7701717799		252,000	✓
09/10/2018	08:45:58	09		7701717799		252,000	✓
07/10/2018	01:36:48	09		7701717799		252,000	✓
06/10/2018	23:08:13	09		7701717799		252,000	✓
06/10/2018	23:01:39	09		7701717799		252,000	✓
06/10/2018	07:14:59	09		7701717799		252,000	✓
30/09/2018	08:23:49	09		7701717799		252,000	✓
29/09/2018	03:27:17	09		7701717799		252,000	✓
27/09/2018	17:19:44	09		7701717799		249,000	✓
27/09/2018	22:58:27	09		7701717799		249,000	✓
27/09/2018	19:57:41	09		7701717799		252,000	✓
23/09/2018	11:18:07	09		7701717799		252,000	✓
23/09/2018	22:46:28	09		7701717799		252,000	✓
23/09/2018	19:40:01	09		7701717799		252,000	✓
21/09/2018	15:14:53	09		7701717799		250,000	✓
21/09/2018	03:33:06	09		7701717799		252,000	✓
20/09/2018	01:08:12	09		7701717799		252,000	✓
18/09/2018	18:16:10	09		7701717799		252,000	✓
18/09/2018	18:12:53	09		7701717799		252,000	✓
11/09/2018	08:39:11	09		7701717799		252,000	✓
11/09/2018	08:16:12	09		7701717799		252,000	✓
08/09/2018	04:52:48	09C		7701717799		252,000	✓
08/09/2018	04:41:51	09		7701717799		250,000	✓
08/09/2018	04:29:26	09		7701717799		252,000	✓
07/09/2018	00:15:27	09		7701717799		252,000	✓
07/09/2018	18:51:00	09		7701717799		252,000	✓

Mouvements GPI par date de traitement

Date de traitement entre : et Numéro de BL :
Référence 8201531790 UC 11 TGP Mouvement

Afficher Date / heure de traitement Emission Mvt Motif Référence Statut Quantité Identifiant de livr
GPI E/S indispon

Date	Heure	Mvt GPI	Motif E/S	Référence	Statut indispon	Quantité	Identifiant de livr
12/10/2018	21:15:38	09		8201531790		248,000	✓
12/10/2018	18:15:20	09		8201531790		252,000	✓
12/10/2018	14:55:58	09		8201531790		19,000	✓
12/10/2018	16:18:35	09		8201531790		252,000	✓
10/10/2018	13:23:22	09		8201531790		252,000	✓
10/10/2018	08:22:38	09		8201531790		252,000	✓
10/10/2018	05:44:05	09		8201531790		252,000	✓
08/10/2018	15:39:45	09		8201531790		252,000	✓
08/10/2018	12:15:52	09		8201531790		252,000	✓
08/10/2018	10:01:54	09		8201531790		252,000	✓
01/10/2018	02:22:22	09		8201531790		252,000	✓
30/09/2018	04:24:45	09		8201531790		252,000	✓
29/09/2018	18:13:38	09		8201531790		252,000	✓
28/09/2018	03:17:08	09		8201531790		252,000	✓
25/09/2018	01:52:08	09		8201531790		252,000	✓
24/09/2018	23:37:00	09		8201531790		252,000	✓
24/09/2018	21:15:41	09		8201531790		252,000	✓
24/09/2018	22:20:31	09		8201531790		252,000	✓
22/09/2018	12:21:36	09		8201531790		252,000	✓
22/09/2018	03:14:22	09		8201531790		252,000	✓
19/09/2018	14:31:33	09		8201531790		252,000	✓
12/09/2018	00:18:36	09		8201531790		252,000	✓
11/09/2018	20:49:13	09		8201531790		252,000	✓
10/09/2018	10:19:29	09		8201531790		252,000	✓
10/09/2018	05:16:07	09		8201531790		252,000	✓
09/09/2018	12:53:11	09		8201531790		252,000	✓
07/09/2018	14:52:33	09		8201531790		252,000	✓
06/09/2018	08:11:20	09		8201531790		252,000	✓
05/09/2018	16:37:12	09		8201531790		252,000	✓
05/09/2018	08:33:14	09		8201531790		252,000	✓
05/09/2018	03:21:45	09		8201531790		252,000	✓
03/09/2018	19:35:55	09		8201531790		252,000	✓
03/09/2018	11:49:37	09		8201531790		252,000	✓
03/09/2018	09:03:00	09		8201531790		252,000	✓
30/08/2018	21:11:51	09		8201531790		252,000	✓

Processo 1°

Processo 2°

Mimo : 2 horas => 252 peças

http://gpi.intra.renault.fr/gpi/ceb/isp/IsstConsHmepiDatTra.jsp?IN_REF=7701717799...

http://gpi.intra.renault.fr/gpi/ceb/isp/IsstConsHmepiDatTra.jsp?IN_REF=8201531790...

16-10-2018