



BEATRIZ VICENTE COLAÇO DE ABREU PIMENTA
Licenciada em Ciências de Engenharia e Gestão Industrial

PROPOSTA DE UM MODELO DE GESTÃO DE EMBALAGENS RETORNÁVEIS

Dissertação para Obtenção do Grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL

Universidade NOVA de Lisboa

Novembro, 2021



PROPOSTA DE UM MODELO DE GESTÃO DE EMBALAGENS RETORNÁVEIS

Dissertação para Obtenção do Grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial

BEATRIZ VICENTE COLAÇO DE ABREU PIMENTA

Licenciada em Ciências da Engenharia e Gestão Industrial

Orientador: Professora Doutora Ana Paula Ferreira Barroso,
Professora Auxiliar, NOVA School of Science
and Technology

Júri:

Presidente: Professora Doutor Rogério Salema Araújo
Puga Leal,

Professor Associado, NOVA School of Science and Technology

Arguentes: Professora Doutora Virgínia Helena Arimateia
de Campos Machado,

Professora Auxiliar, NOVA School of Science and Technology

Orientador: Professora Doutora Ana Paula Ferreira Barroso,
Professora Auxiliar, NOVA School of Science and Technology

Membros: Sara Rua,
Container Control Specialist da Volkswagen Autoeuropa;

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL

Universidade NOVA de Lisboa
Novembro, 2021

Proposta de um Modelo de Gestão de Embalagens Retornáveis

Copyright © Beatriz Vicente Colaço de Abreu Pimenta, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade NOVA de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Ao meu querido Pai

AGRADECIMENTOS

A presente dissertação representa o culminar de uma longa viagem, de cinco anos, repleta de desafios, alegrias, mas também de algumas tristezas e inseguranças. No entanto, esta caminhada não foi solitária, tive o prazer de ser acompanhada por várias pessoas que sempre demonstraram bastante apoio e generosidade ao longo destes anos e me ajudaram a escrever esta viagem da melhor forma, e que bonita que foi. Deste modo, gostaria de deixar expresso os meus agradecimentos e o meu carinho pessoal, a todas estas pessoas.

À professora Ana Paula Barroso, pela sua orientação e inspiração, pelo seu total apoio e disponibilidade e pela sua motivação, que foram extremamente importantes, para a conclusão desta dissertação. Agradeço, também, pelo saber transmitido e pelas opiniões e críticas.

Ao Edgar Silva, João Ferreira, Élide Tiago, Soraia Gil e Cecília Mateus por todo o tempo de trabalho despendido para esclarecerem todas as minhas dúvidas e por todas conversas e palavras de incentivo e apoio.

Um obrigado à querida Sara Rua, por ao longo destes meses ter-me incentivado e me mostrado o que é trabalhar em equipa e por ter feito desta experiência, uma experiência incrível.

Um agradecimento sincero a toda a equipa de Logística Interna da Volkswagen Autoeuropa pela hospitalidade, disponibilidade, simpatia e profissionalismo que demonstraram durante os últimos meses. Agradeço, em especial à equipa de Controlo das Embalagens pela forma tão especial como me acolheram e por me fazer sentir parte da equipa. À Cristina Castanheira por todos esclarecimentos e boa disposição.

Um grande obrigado, a todos os meus colegas e amigos por todas as vivências destes últimos cinco anos, por todos os incentivos e espírito de entreajuda e por todos os momentos de diversão que passámos juntos.

Agradeço à minha família, por me terem sempre apoiado ao longo deste percurso, e em especial atenção à minha mãe e irmão que foram o meu porto de abrigo durante estes últimos anos e foram elementos-chave no meu desenvolvimento.

Por fim, agradeço ao meu querido pai, que esteja onde estiver, ao longo da sua vida me ensinou coisas incríveis que me tornaram na pessoa que sou hoje, capaz de concretizar qualquer sonho e de finalizar esta linda etapa.

A todos o meu sincero e profundo **Muito Obrigado!**

RESUMO

Atualmente, uma logística eficiente é um meio para as organizações conquistarem vantagem competitiva em relação às outras, através da redução dos custos e aumento do nível de serviço prestado ao consumidor. Com a globalização da economia e crescente evolução da tecnologia é importante, para as organizações terem uma gestão eficiente da cadeia de abastecimento.

As embalagens retornáveis são essenciais e críticas na operação e na logística inversa da indústria automóvel. No entanto, a escassez de embalagens devido a perdas ou manuseio ineficiente tem um impacto importante na gestão das embalagens. Estes problemas levam a uma falta de precisão e de informação em tempo real sobre o fluxo das embalagens pela cadeia de abastecimento.

Esta dissertação, desenvolvida na área de Controlo de Embalagens da Volkswagen Autoeuropa (VW AE), propõe um modelo de melhorar o processo de gestão de embalagens retornáveis baseado em sistemas de rastreamento e localização em tempo real, com o objetivo de rastrear e gerir mais eficazmente as embalagens retornáveis em circuito na organização. Para que o objetivo seja alcançado, foi necessário um mapeamento detalhado do processo atual de gestão de embalagens (fluxo físico e de informação).

O estudo resultou num mapa de atividades aplicável ao processo de gestão de embalagens vazias já existente. Com a integração de dispositivos eletrónicos e tecnologias de *AutoID*, foi possível propor a digitalização do processo já existente, através de sistemas de rastreamento, ao nível da redução das tarefas realizadas manualmente e com recurso a documentação em papel durante as várias etapas do processo. Adicionalmente, foi possível obter um maior nível de controlo sob as atividades desempenhadas pelo parceiro logístico.

Palavras-chave: Logística Inversa, Controlo de Embalagens, Sistemas de Rastreamento, Embalagens Retornáveis, Tecnologia *AutoID*

ABSTRACT

Nowadays, an efficient logistic is a way for organizations to obtain competitive advantages over the others organizations by reducing costs and increasing the level of service provided to the consumer. With the current economy globalization and the increasing evolution of technology, it is important for organisations to have an efficient supply chain management.

Returnable packaging is essential and critical in reverse logistics operations of the automotive industry. On the other hand, the management of these packages is affected by packaging shortages, losses or inefficient handling. These problems lead to a lack of accuracy and real-time information about the flow of these packages throughout the supply chain.

This dissertation was developed in the Containers Control area of Volkswagen Autoeuropa (VW AE) and proposes a model to improve the empty returnable packaging management process. This model is based on tracking and tracing systems in real time, in order to trace and manage more efficiently the returnable packaging in circuit within the organization. In order to achieve the objective, a detailed mapping of the current packaging management process (physical and information flow) was required.

The study resulted in a compilation of new activities applicable to the existing empty returnable packaging management process. With the integration of electronic devices and AutoID technologies, it was possible to propose a digitalisation of the existing process, in terms of reducing the number of tasks carried out manually and using paper documentation during the several stages of the process. Additionally, it was possible to obtain a higher level of control over the activities performed by the logistics partner.

Keywords: Reverse Logistics, Packaging Management, Traceability Systems, Returnable Packaging, AutoID Technology

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	CONTEXTO E MOTIVAÇÃO	1
1.2	OBJETIVOS	2
1.3	METODOLOGIA	2
1.4	ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	4
2	GESTÃO DAS EMBALAGENS RETORNÁVEIS	5
2.1	LOGÍSTICA	5
2.2	LOGÍSTICA INVERSA	8
2.2.1	<i>Cadeia em ciclo fechado</i>	10
2.3	EMBALAGENS NA LOGÍSTICA	11
2.4	EMBALAGENS RETORNÁVEIS	13
2.4.1	<i>Na indústria automóvel</i>	15
2.5	SISTEMAS DE INFORMAÇÃO	16
2.6	RASTREABILIDADE	17
2.7	TECNOLOGIAS DE APOIO À RASTREABILIDADE	19
2.7.1	<i>Código de Barras</i>	21
2.7.2	<i>Código QR</i>	22
2.7.3	<i>Código RFID</i>	22
2.7.4	<i>Sistemas de Localização em Tempo Real</i>	24
2.7.5	<i>Global Positioning Systems (GPS)</i>	25
2.8	RASTREABILIDADE DAS EMBALAGENS RETORNÁVEIS	25
2.9	EXEMPLOS DE SISTEMAS DE RASTREAMENTO NA INDÚSTRIA	25
3	CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO E DIAGNÓSTICO	27
3.1	CARACTERIZAÇÃO DO GRUPO VOLKSWAGEN	27
3.2	VOLKSWAGEN AUTOEUROPA	28
3.2.1	<i>Estrutura Organizacional</i>	29
3.3	CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO DE GESTÃO DE EMBALAGENS RETORNÁVEIS	31
3.4	CARACTERIZAÇÃO DAS EMBALAGENS	32
3.4.1	<i>Universais</i>	32
3.4.2	<i>Especiais</i>	34
3.5	CARACTERIZAÇÃO DOS FORNECEDORES	35
3.6	DESCRIÇÃO DETALHADA DO PROCESSO DE EMBALAGENS RETORNÁVEIS	36

3.6.1 Inventário das Embalagens	37
3.6.2 Abertura de Pedidos	39
3.6.3 Planeamento da Constituição dos Camiões	40
3.6.4 Planos de Carga.....	42
3.6.5 Processamento de Guias de Transporte	44
3.6.6 Limpeza.....	46
3.6.7 Carga e Descarga para Armazéns	51
3.6.8 Armazenagem e Preparação	52
3.6.9 Conferências das Cargas	55
3.6.10 Carregamento/ Expedição	56
3.6.11 Identificação das Oportunidades de Melhoria.....	57
3.7 SÍNTESE DO CAPÍTULO	60
4 PROPOSTA DE UM MODELO DE GESTÃO DE EMBALAGENS RETORNÁVEIS..	61
4.1 PRESSUPOSTOS	61
4.1.1 Limpeza.....	63
4.1.2 Carga e Descarga para Armazéns	66
4.1.3 Armazenagem e Preparação	67
4.1.4 Conferência de Cargas	70
4.1.5 Carregamento/Expedição	71
4.1.6 Integridade e controlo dos armazéns	73
4.2 SÍNTESE DO CAPÍTULO.....	73
5 CONCLUSÕES	75
5.1 LIMITAÇÕES DO MODELO PROPOSTO.....	76
5.2 TRABALHO FUTURO	77
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
APÊNDICES.....	84
A. MAPEAMENTO DE PROCESSOS AS IS	86
B. MODELO DE GESTÃO DE EMBALAGENS RETORNÁVEIS TO BE	98

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1 - METODOLOGIA UTILIZADA	3
FIGURA 2.1 - EVOLUÇÃO DA DEFINIÇÃO DE LOGÍSTICA.....	6
FIGURA 2.2 - ELEMENTOS CHAVE DA LOGÍSTICA.....	7
FIGURA 2.3 - ATIVIDADES DE LOGÍSTICA INVERSA	10
FIGURA 2.4 - NÍVEIS DE EMBALAMENTO	12
FIGURA 2.5 - EXEMPLOS DE EMBALAGENS RETORNÁVEIS.....	14
FIGURA 2.6 - MÉTODO DE FUNCIONAMENTO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO E OS SEUS ESTÍMULOS.....	16
FIGURA 2.7 - EVOLUÇÃO DOS CÓDIGOS DE ARMAZENAMENTO DE INFORMAÇÃO.....	19
FIGURA 2.8 - ESTRUTURA GENÉRICA DO CÓDIGO DE BARRAS.....	21
FIGURA 2.9 - EXEMPLO DE CÓDIGO QR.....	22
FIGURA 2.10 - FLUXO DE INFORMAÇÃO NUM SISTEMA DE TECNOLOGIA DE RFID	23
FIGURA 3.1 - DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DO GRUPO VOLKSWAGEN	28
FIGURA 3.2 - MODELOS DE AUTOMÓVEL PRODUZIDOS NA VOLKSWAGEN AUTOEUROPA	29
FIGURA 3.3 - ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DA VOLKSWAGEN AUTOEUROPA	29
FIGURA 3.4 - ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DO DEPARTAMENTO DE LOGÍSTICA	30
FIGURA 3.5 - EXEMPLO DE EMBALAGEM UNIVERSAL DE FERRO.....	33
FIGURA 3.6 - EXEMPLO DE EMBALAGEM UNIVERSAL DO TIPO GLT	33
FIGURA 3.7 - EXEMPLO DE EMBALAGEM UNIVERSAL DO TIPO GLT COLAPSADA	33
FIGURA 3.8 - EXEMPLO DE EMBALAGEM UNIVERSAL DO TIPO KLT	34
FIGURA 3.9 - EXEMPLO DE GT DE EMBALAGENS KLT	34
FIGURA 3.10 - EXEMPLO DE EMBALAGEM ESPECIAL DO TIPO ESFEROVITE.....	35
FIGURA 3.11 - EXEMPLO DE GT DE EMBALAGENS DE ESFEROVITE.....	35
FIGURA 3.12 - DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DOS FORNECEDORES DA VW AE.....	36
FIGURA 3.13 - BPMN DA ETAPA DE INVENTÁRIO DE EMBALAGENS <i>As Is</i>	38
FIGURA 3.14 - BPMN DA ETAPA DE ABERTURA DE PEDIDOS <i>As Is</i>	40
FIGURA 3.15 - BPMN DA ETAPA DO PROCESSO DE PLANEAMENTO DA CONSTITUIÇÃO DOS CAMIÕES <i>As Is</i> ..	42
FIGURA 3.16 - <i>TEMPLATE</i> DE UM PLANO DE CARGA	43
FIGURA 3.17 - BPMN DA ETAPA DE PLANOS DE CARGA <i>As Is</i>	44
FIGURA 3.18 - BPMN DA ETAPA DE PROCESSAMENTO DAS GUIAS DE TRANSPORTE <i>As Is</i>	45
FIGURA 3.19 - ZONA DOS CROCODILOS, ONDE AS EMBALAGENS ESPERAM PARA SEREM LIMPAS	46
FIGURA 3.20 - LIMPEZA NA LINHA DAS EMBALAGENS DE ESFEROVITE, (A) RETIRAR CONTEÚDO E ETIQUETAS, (B) AGRUPAR EMBALAGENS, (C) CRIAR A GT.....	47
FIGURA 3.21 - LIMPEZA NA LINHA DAS KLTs, (A) RETIRAR CONTEÚDO E ETIQUETAS, (B) AGRUPAR KLTs, (C) CRIAR A GT, (D) CINTAR GT	47

FIGURA 3.22 - LIMPEZA NA LINHA DAS GLTs E FERRO (A) RETIRAR CONTEÚDO E ETIQUETAS, (B) DOBRAR A MANGA, (C) COLOCAR MANGA DENTRO DA EMBALAGEM, (D) COLOCAR A TAMPA	48
FIGURA 3.23 - <i>LAYOUT</i> DE TRANSFERÊNCIA.....	49
FIGURA 3.24 - ZONA DE CARREGAMENTO NO LOZ	49
FIGURA 3.25 - BPMN DA ETAPA LIMPEZA <i>As Is</i>	50
FIGURA 3.26 - BPMN DA ETAPA DE CARGA E DESCARGA PARA ARMAZÉNS <i>As Is</i>	51
FIGURA 3.27 - DESCARGA DAS EMBALAGENS PARA CANOPY B	52
FIGURA 3.28 - BPMN DA ETAPA DE ARMAZENAGEM <i>As Is</i>	52
FIGURA 3.29 - ARMAZENAGEM DAS EMBALAGENS NO CANOPY B.....	53
FIGURA 3.30 -BPMN DA ETAPA DE PREPARAÇÃO <i>As Is</i>	54
FIGURA 3.31 - CONFERÊNCIA DA CARGA.....	55
FIGURA 3.32 - BPMN DA ETAPA DE CONFERÊNCIA DE CARGAS <i>As Is</i>	55
FIGURA 3.33 - (A) <i>LAYOUT</i> DE PREPARAÇÃO COM CARGA PREPARADA, (B) CARREGAMENTO NO CAMIÃO PARA EXPEDIÇÃO DAS EMBALAGENS	56
FIGURA 3.34 -BPMN DA ETAPA DE CARREGAMENTO/EXPEDIÇÃO <i>As Is</i>	57
FIGURA 4.1 - LOCALIZAÇÃO DA ETIQUETA NAS EMBALAGENS	64
FIGURA 4.2 - BPMN DA ETAPA DE LIMPEZA <i>To Be</i>	65
FIGURA 4.3 - BPMN DA ETAPA DE CARGA E DESCARGA <i>To Be</i>	66
FIGURA 4.4 - ILUSTRAÇÃO DO <i>LAYOUT</i> DO CONJUNTO DE ARMAZÉNS EPC E CANOPYB	67
FIGURA 4.5 - BPMN DA ETAPA DO PROCESSO DE ARMAZENAGEM <i>To Be</i>	68
FIGURA 4.6 - BPMN DA ETAPA DE PREPARAÇÃO <i>To Be</i>	69
FIGURA 4.7 - BPMN DA ETAPA DE CONFERÊNCIA DE CARGAS <i>To Be</i>	70
FIGURA 4.8 - COMO SÃO TRANSPORTADAS AS EMBALAGENS NO EMPILHADOR DE 2 FIADAS	71
FIGURA 4.9 - BPMN DA ETAPA DE CARREGAMENTO/EXPEDIÇÃO <i>To Be</i>	72

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 2.1 - SISTEMAS QUE COMPLEMENTAM O RASTREAMENTO DENTRO DE UMA ORGANIZAÇÃO	20
TABELA 3.1 - DIFERENTES TIPOS EMBALAGENS QUE CIRCULAM NA VW AE.....	32
TABELA 3.2 - IDENTIFICAÇÃO DAS OPORTUNIDADES DE MELHORIA.....	58
TABELA 4.1 - NECESSIDADES DE <i>HARDWARE</i> PARA O SISTEMA POR ETAPA DO PROCESSO	63

SIGLAS

BPMN - *Business Process Model and Notation*

CCT - *Containers Control Team*

CMR - *Carriage Merchandise Route*

EPC - *Empty Compoud Center*

ERP - *Enterprise Resource Planning*

GLT - *Großladungsträger*

GT - *Global Transport*

JIT - *Just in Time*

KLT - *Kleinladungsträger*

LOZ - *Logistics Operations Center*

MES - *Manufacturing Execution System*

PIB - **Produto Interno Bruto**

QR - *Quick Response*

RFID - *Radio Frequency Identification*

RTLS - *Real Time Location Systems*

TCC - *Traffic Control Center*

TL - *Team Leader*

URL - *Uniform Resource Locators*

VW AE - **Volkswagen Autoeuropa**

WIP - *Work in Process*

INTRODUÇÃO

A presente dissertação destina-se à obtenção do grau de mestre em Engenharia e Gestão Industrial na Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa. Foi realizada num contexto empresarial, no Departamento de Logística, na área de controlo de embalagens vazias do complexo industrial da Volkswagen Autoeuropa, em Palmela. O presente capítulo tem como objetivo expor o enquadramento e motivação do trabalho realizado, os objetivos que se pretendem atingir, a metodologia utilizada no desenvolvimento, bem como uma breve descrição da estrutura da dissertação.

1.1 Contexto e motivação

Com a crescente globalização e evolução da tecnologia, o mercado está a tornar-se cada vez mais competitivo. Nesse sentido, as organizações necessitam de estar atentas às novas tendências e imposições do mercado, para poderem responder corretamente às expectativas de satisfação dos seus consumidores. As organizações procuram abordagens eficazes de redução de custos e ainda, promover um serviço ou produto com a qualidade desejada pelos mesmos. Para esse efeito, as organizações identificam na Logística uma forma eficiente da satisfação final dos seus consumidores ser atingida (Daniela & Ovidiu, 2014).

A logística pretende garantir uma gestão adequada e eficiente das cadeias de abastecimento, através do desenvolvimento de sistemas integrados. Para além da logística tradicional, desde do ponto de origem até o ponto de consumo, a Logística Inversa tem ganho uma grande importância, ao longo dos últimos 20 anos. A introdução de novas leis ambientais e a crescente pressão competitiva, levaram a que, a introdução de soluções de logística inversa nas atividades do fluxo de materiais se tornasse necessária para as organizações (Daugherty et al., 2005).

Nesse seguimento, as organizações estão cada vez mais cientes do conceito de organização sustentável, daí substituírem as embalagens de utilização única por embalagens retornáveis. As embalagens retornáveis são um elemento fundamental na logística, principalmente da indústria automóvel. A utilização e gestão destas embalagens tornou-se uma questão de missão crítica para os fabricantes modernos de automóveis, devido a uma maior adoção do sistema *kanban* e do fornecimento baseado no *Just in Time* (Maleki & Meiser, 2011).

No entanto, a gestão de embalagens retornáveis cria muitos desafios, tais como i) as embalagens serem mal expedidas e só se dar conta quando já estão no fornecedor, ii) serem perdidas ou iii) o facto da inexistência de sistemas de rastreamento de embalagens robustos que possam fornecer informação sobre o fluxo de cada embalagem no circuito da organização onde operam. A não existência destes sistemas contribuiu para o aumento dos custos operacionais e de transporte. Por conseguinte, são necessários métodos eficientes de rastreamento de embalagens retornáveis, de modo a gerir o fluxo destas embalagens e assim evitar o aumento dos custos logísticos (Maleki & Meiser, 2011).

No setor automóvel, as embalagens retornáveis vazias são expedidas do armazém do fornecedor, onde são cheias com peças ou componentes. Em seguida, são enviadas para a fábrica, para serem consumidas nas linhas de produção. Quando as embalagens são totalmente consumidas são enviadas para armazéns, por vezes dentro das próprias instalações da fábrica, mas que são normalmente geridos por parceiros logísticos. São tratadas, separadas por tipologia e por vezes recuperadas, para serem expedidas para o fornecedor (Giubilato et al., 2019).

A utilização de sistemas *AutoID* para rastrear as embalagens retornáveis, baseados em tecnologias de identificação de objetos por meio de códigos, promove um retorno do investimento mais rápido através da redução das despesas operacionais, incluindo dos custos de transporte. A identificação de embalagens retornáveis e o seu seguimento são essenciais para uma gestão eficiente da cadeia de abastecimentos (Thoroe et al., 2009).

1.2 Objetivos

Esta dissertação tem como principal objetivo a proposta de um modelo de gestão de embalagens retornáveis vazias da cadeia de abastecimento de uma unidade fabril da indústria automóvel, com recurso a sistemas de rastreamento e localização de embalagens eficientes que possam ser integrados no contexto já existente. Tem, portanto, como finalidade a melhoria do processo de gestão de embalagens vazias da fábrica da Volkswagen em Palmela, através da implementação de um novo sistema de rastreamento, que não só permita a localização e historial de uma embalagem, mas que garanta, também, a redução dos principais problemas gerados por agente humano, que se prendem geralmente por falhas de comunicação entre o parceiro logístico e a VW AE, inexistência de rastreamento de embalagens e a ineficiência de um sistema informático de apoio ao processo.

1.3 Metodologia

Considerando os objetivos a atingir, foi estabelecida uma metodologia de trabalho adequada à resolução do problema apresentado na dissertação, que se encontra na Figura 1.1.

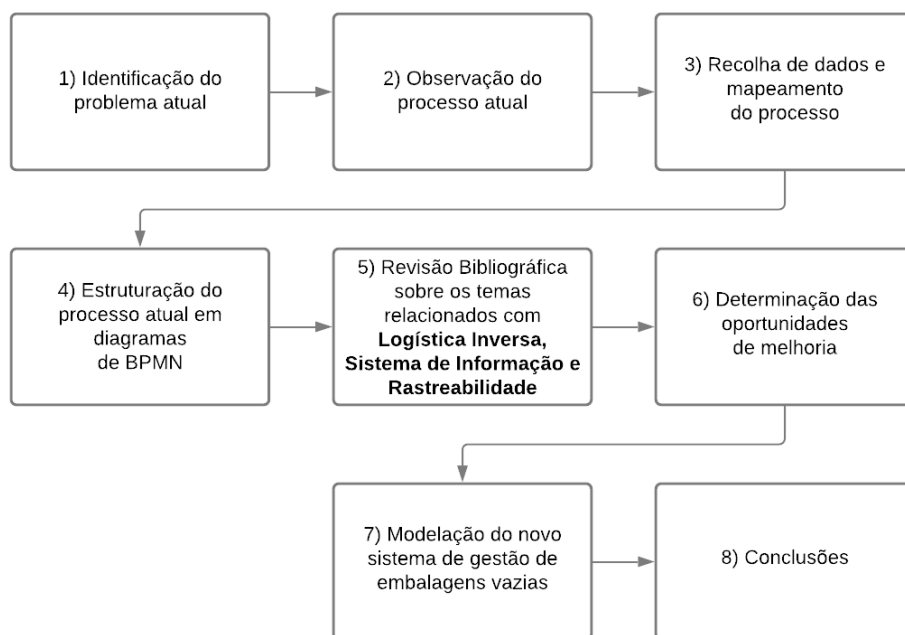


Figura 1.1 - Metodologia utilizada

Na primeira fase de desenvolvimento da presente dissertação, foi apresentado pela área de Logística Interna e Controlo de Transportes da VW AE, o problema ativo, atualmente, no processo de gestão de embalagens vazias.

Em seguida, foi necessário realizar um mapeamento detalhado do processo atual, no sentido de compreender quais os problemas que os colaboradores enfrentam diariamente e em que etapas podem ser identificadas oportunidades de melhoria. Para além disso, foi dividido o processo em diferentes etapas e para cada uma delas, foi construído um *Business Process and Notation* (BPMN).

Posteriormente, foi realizada uma procura exaustiva de informação fundamentada cientificamente sobre o rastreamento, nomeadamente sistemas de rastreamento mais eficientes e como o rastreamento é um fator importante na gestão das embalagens de uma organização.

É nesta fase que começa o processo indutivo, o qual, após a leitura de várias obras científicas permitiu fazer uma generalização a partir de casos e factos particulares. Os tópicos abordados no enquadramento teórico prendem-se com a rastreabilidade em contexto industrial e a sua utilização em processos de gestão de embalagens.

A importância e os métodos para melhorar a rastreabilidade de um processo contínuo também foram tópicos importantes a serem pesquisados.

É de notar que foram encontrados diversos artigos referentes à rastreabilidade na indústria automóvel e, até mesmo, relativos à rastreabilidade das embalagens retornáveis, o que prova ser um tópico muito importante nos dias de hoje pois, devido à contínua pressão da vantagem competitiva e ao facto de as organizações serem entidades cada vez mais sustentáveis, a procura de soluções deste tipo é cada vez mais frequente na indústria automóvel.

Após a recolha de todas as ideias baseadas na investigação científica, e após uma avaliação de quais as melhores medidas a tomar tendo em conta o sistema atual, foi proposto o novo modelo de gestão de embalagens retornáveis quando vazias.

1.4 Organização da dissertação

A presente dissertação encontra-se dividida em cinco capítulos.

No presente capítulo, **Introdução**, foi feita uma breve descrição do contexto e motivação desta dissertação, bem como são abordados o problema e os objetivos a atingir. A metodologia e contribuições também são apresentadas neste capítulo.

O Capítulo 2, **Gestão de Embalagens Retornáveis**, é dedicado a uma breve revisão da literatura dos seguintes temas: logística, logística inversa, embalagens na logística e embalagens retornáveis e sistemas de rastreamento na indústria. O enfoque principal é a abordagem de temas que são a base de fundamento do modelo proposto no capítulo 4.

No Capítulo 3, **Caracterização do Estudo de Caso e Diagnóstico**, é descrita a situação atual do estudo de caso e respetiva análise crítica do mapeamento realizado do processo de gestão de embalagens retornáveis vazias, sendo possível encontrar no final do capítulo as oportunidades de melhoria e à qual esta dissertação pretende responder.

No Capítulo 4, **Proposta de um modelo de Gestão de Embalagens Retornáveis**, é proposto um novo modelo operacional de gestão de embalagens com recurso a sistemas de rastreamento industrial. É feita a sua caracterização acompanhada de uma componente ilustrativa.

Por fim, no Capítulo 5, **Conclusões**, são apresentadas as conclusões gerais do trabalho realizado, sendo também apresentadas as limitações do modelo proposto, bem como sugestões para desenvolvimento de trabalhos futuros, que podem ajudar a complementar este estudo.

GESTÃO DAS EMBALAGENS RETORNÁVEIS

No presente capítulo, será feito um enquadramento teórico com o objetivo de abordar teoricamente os conteúdos mais importantes para o desenvolvimento da dissertação. Criando, desta forma, uma base de conhecimento fundamentada cientificamente relativa aos temas de logística inversa, embalagens na logística e sistemas de rastreamento na indústria.

2.1 Logística

O termo "logística" surgiu, inicialmente, num contexto de guerra, onde os vencedores eram os exércitos que tinham a melhor gestão estratégica dos mantimentos e recursos durante os combates. Desde a Antiguidade, que a logística tem desempenhado um papel bastante importante na atividade militar. No entanto, foi no século XX, durante a Primeira e Segunda Guerra Mundial, que surgiram importantes desenvolvimentos na área. O objetivo da logística durante este tempo, era a gestão dos fluxos de recursos humanos, alimentares e de materiais com fim de assegurar o apoio aos militares, no que diz respeito à sua alimentação, bem-estar, bem como, de fornecimento de equipamentos e meios de transporte (Daniela & Ovidiu, 2014; Zgaya & Hammadi, 2016).

Posteriormente, o conceito foi aplicado em contexto industrial e, de acordo, com Joseph L. Cavinato, em 1982 (citado por Lummus et al., 2001), a integração da logística na indústria permitiu às organizações uma gestão das entradas e saídas de armazém, tanto de bens, como de produtos acabados. Apesar do conceito ter evoluído com o passar dos anos, a definição base mantém-se a mesma, que passa pelo ato de planear e controlar os vários fluxos de um processo desde o ponto de origem até ao ponto de consumo (Lummus et al., 2001; Zgaya & Hammadi, 2016).

A mudança na compreensão da logística ao longo do tempo é ilustrada na Figura 2.1. Inicia-se por um serviço com uma função simples e unidimensional de apoio operacional no transporte, manuseamento e armazenagem, terminando num processo em rede e multidimensional que abrange todas as etapas de valor acrescentado de uma cadeia de abastecimento, com vista à otimização da gestão de cadeias de valor integradas (Gleissner & Femerling, 2013).

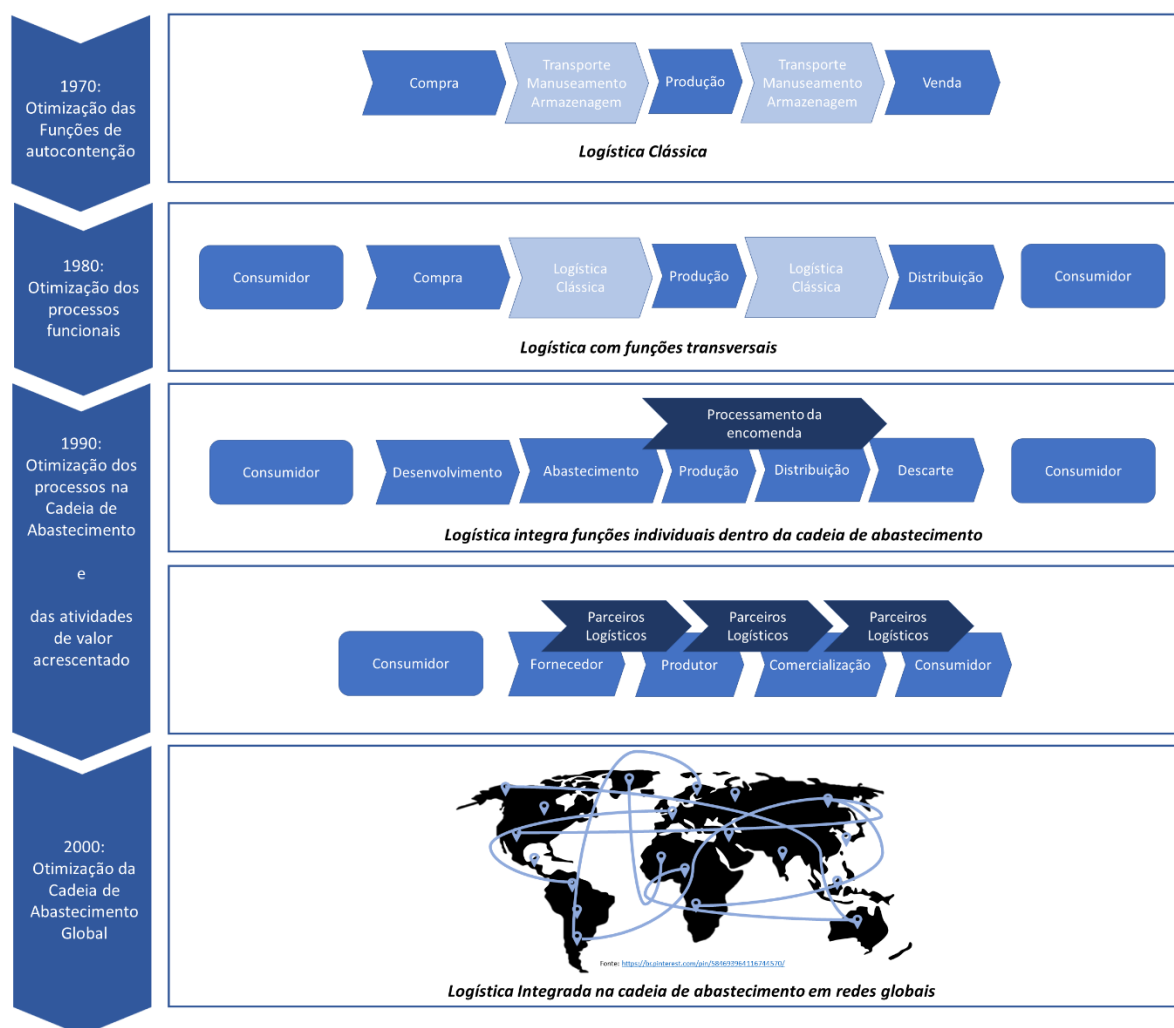


Figura 2.1 - Evolução da definição de Logística
Adaptado de Gleissner & Femerling (2013)

A globalização e a crescente expansão da tecnologia e customização de produtos e serviços, têm contribuído para que as expectativas de satisfação dos consumidores aumentem relativamente aos produtos e serviços que adquirem diariamente. Estes fatores representam para muitas organizações, verdadeiros desafios em elevar a qualidade dos seus produtos e serviços, em prol da satisfação dos seus consumidores. Nesse sentido, as organizações procuram abordagens eficazes de reduzir os custos e ainda, promover um serviço ou produto com a qualidade desejada pelos mesmos. Para esse efeito, muitas organizações identificam na logística, uma forma eficiente de atingir essa satisfação final dos seus consumidores.

Desta forma, a logística possibilita ainda, que a organização seja mais flexível face às constantes mudanças no mercado, uma vez que permite uma maior abertura para a adaptação às restrições e exigências que lhe são impostas (Daniela & Ovidiu, 2014).

Segundo a mais recente definição do *Council of Supply Chain and Management Professionals* (2013), a maior organização mundial de profissionais e académicos na área de logística e cadeia de abastecimento, a logística é todo o processo de planeamento, implementação e controlo, de uma forma eficiente e eficaz, de todos os procedimentos relacionados com o trans-

porte e armazenamento de materiais e serviços. É responsável por toda a informação relacionada com o trajeto desde o ponto de origem até ao ponto de consumo, tendo sempre em conta, a satisfação máxima dos requisitos do consumidor. A logística engloba, ainda, todos os movimentos de entrada e saída, sejam eles provenientes de elementos externos ou internos.

É através da logística, que as organizações garantem a entrega do produto certo, na quantidade certa, na qualidade certa, no local certo, no momento certo e ao custo certo, satisfazendo os requisitos dos seus consumidores, e criando, desta forma, relações duradoras com os mesmos (Crespo de Carvalho et al., 2017).

Quando se fala de logística nas organizações, é inevitável não mencionar o conceito de cadeia de abastecimento. A cadeia de abastecimento é uma rede entre várias organizações, pessoas, atividades, informações e recursos, que desempenham um papel fundamental no trajeto do produto ou serviço desde o ponto de origem até ao consumidor (Kain & Verma, 2018).

Desta forma, a logística pretende garantir uma gestão adequada e eficiente das cadeias de abastecimento, através do desenvolvimento de sistemas integrados. Assim, a logística é uma atividade que tem uma grande influência nas organizações onde é aplicada, uma vez que proporciona aumentos de produtividade, redução de custos e melhoria de processos, consequentemente contribuindo para a criação de valor e vantagem competitiva para as organizações (Fowler, 2015; Zgaya & Hammadi, 2016).

Alguns autores afirmam que a forma de obter os resultados desejados é gerir a cadeia de abastecimento como um sistema único, um processo contínuo que acrescenta valor ao produto ou serviço. Estes acreditam que a gestão logística da cadeia de abastecimento é a ferramenta que permite aproximar a relação entre fornecedor e consumidor, dotando a este sistema uma flexibilidade que lhe confere uma vantagem competitiva considerável (Masteika & Čepinskis, 2015).

A logística assenta em cinco elementos fundamentais: a gestão de transportes, a gestão de inventário, o processamento de informação, a embalagem e a gestão de armazém, os quais estão apresentados na Figura 2.2.

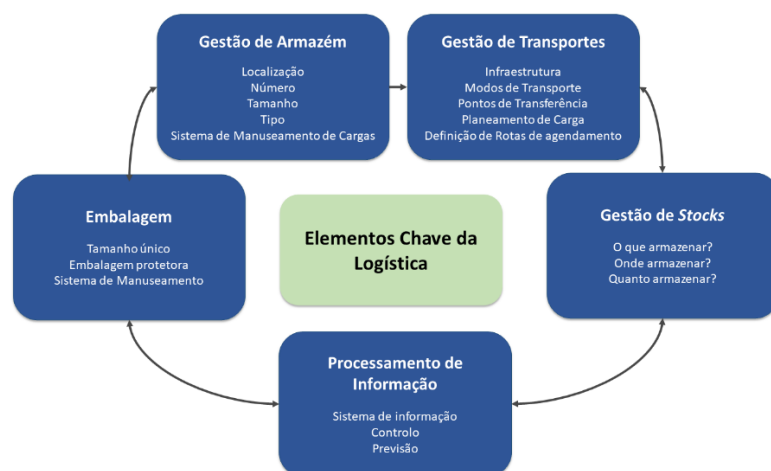


Figura 2.2 - Elementos Chave da Logística
Adaptado de Islam et al. (2013)

Geralmente, a gestão de transportes é considerada como o componente com maior influência nos serviços logísticos e inclui tudo o que seja infraestruturas, modos de transporte, pontos de transferência, planeamento de cargas e definição de rotas. Por outro lado, na gestão de *stocks* é crucial o planeamento estratégico de definição do que armazenar, onde armazenar e em que quantidades (Islam et al., 2013).

No que diz respeito ao processamento de informação, é necessário garantir um sistema de informação de apoio à logística, para que seja possível controlar e prever as situações que surgem diariamente.

A embalagem é importante por garantir a proteção do produto, mas também pelo seu transporte e manuseamento e desta forma, agregar valor à cadeia de abastecimento. Por fim, a gestão de armazém permite a alocação dos produtos consoante as seguintes considerações: o número de locais de armazenagem necessários, o tamanho dos produtos, o tipo de armazenamento, tendo em conta as características do produto e os equipamentos para manuseamento dos mesmos e de outros materiais (Islam et al., 2013).

O abastecimento e a gestão de materiais representam os fluxos de entrada (*inbound*) do processo produtivo e a distribuição corresponde ao fluxo de saída (*outbound*) desde a última operação produtiva até ao consumidor final.

A **logística de *inbound*** concentra-se nos processos de compra e transporte de matérias-primas dos fornecedores, bem como das atividades de produção.

A **logística *outbound*** diz respeito aos processos relacionados com a armazenagem e movimentação dos produtos acabados e dos respetivos fluxos de informação, desde o final da linha de produção até ao consumidor (Daniela & Ovidiu, 2014).

Para a criação de uma estratégia logística e eficaz adequada à cadeia de abastecimento é necessário definir, primeiramente, os principais objetivos que se pretende atingir com a implementação da logística. Os objetivos logísticos devem alinhar-se com os objetivos pré-determinados pela organização, para que o seu alcance seja possível, uma vez que a logística, para além de intervir em várias funções de uma organização, é particularmente importante no desenvolvimento do produto de uma organização (Daniela & Ovidiu, 2014).

Segundo (Daniela & Ovidiu, 2014), a estratégia logística deve ter como principais objetivos a:

- Melhoria dos serviços, reconhecendo que as receitas dependem do nível de serviços logísticos prestados;
- Redução de custos através da minimização dos custos variáveis associados aos transportes e armazenamento; e,
- Redução do capital, minimizando o nível de investimento no sistema logístico e maximizando o retorno dos ativos logístico

2.2 Logística Inversa

Ao longo dos anos, as organizações têm experienciado uma evolução contínua na logística das suas cadeias de abastecimento. A evolução da tecnologia deu origem a novos métodos

e conceitos na área da logística, que permitiram às organizações um grande desenvolvimento e transformação. No entanto, a mudança de mentalidades a nível político, ambiental e económico abriu caminho para que, novos conceitos no domínio da logística e cadeia de abastecimento fossem discutidos, surgindo assim o conceito de Logística Inversa (Janeiro et al., 2020).

Inicialmente, a definição de logística inversa consistia no movimento de fluxos no sentido contrário à tradicional movimentação dos mesmos, numa cadeia de abastecimento. No entanto, atualmente, a logística inversa é todo o processo de recuperação de valor dos bens descartados, ao longo ou no final de uma cadeia de abastecimento, seja através do seu reaproveitamento ou descarte adequado (de Brito & Dekker, 2004; Shi et al., 2012).

O conceito de Logística Inversa tem ganho uma grande importância, ao longo dos últimos 20 anos. A introdução de novas leis ambientais e a crescente pressão competitiva, levaram ao desenvolvimento de inúmeros modelos e soluções para a introdução de processos de logística inversa nas cadeias de abastecimento (Janeiro et al., 2020).

Para além disso, o aumento da consciência ambiental por parte dos consumidores, na procura por produtos mais sustentáveis, incentiva as organizações a direcionarem o seu foco nesse sentido, procurando que a otimização dos processos tenha como objetivo a redução do impacto ambiental gerado pela organização (Dondo & Méndez, 2016).

Devido ao valor envolvido e ao potencial impacto nas relações com os consumidores, a logística inversa e o desenvolvimento de capacidades de informação relacionadas com a mesma devem ser consideradas uma prioridade de gestão de cadeia de abastecimento (Daugherty et al., 2005).

A logística inversa assenta em três pilares: i) na procura contínua de oportunidades de melhoria; ii) na adição de valor aos processos onde é aplicada; e iii) na redução de custos operacionais. Atualmente, as organizações são desafiadas diariamente na resposta eficiente às necessidades dos seus consumidores, numa vertente mais sustentável, ao mesmo tempo que tentam manter o seu nível de *performance* elevado. A aplicação de atividades de logística inversa permite que as organizações sejam mais competitivas na entrega de valor ao consumidor, assegurando sempre uma redução de custos considerável (Nikolaidis, 2013; Janeiro et al., 2020)

De uma forma geral, as etapas *core* de um processo de logística inversa são: i) a Recolha; ii) a Seleção; iii) a Recuperação, Reprocessamento ou Descarte; e iv) a Redistribuição, Figura 2.3. Os produtos que chegam ao fim da cadeia de abastecimento são recolhidos para posterior tratamento. De seguida, é feita uma seleção e decide-se se é possível o seu reaproveitamento e/ou recuperação, e de que forma. Posteriormente, os produtos que poderão ser reaproveitados seguem para um processo de recondicionamento para poderem ser utilizados novamente. O descarte apenas é utilizado, caso seja impossível a sua recuperação. Por fim, dá-se a redistribuição dos produtos recuperados tanto para novos mercados como sob a forma de matéria-prima da cadeia de abastecimento já existente (Jamshidi, 2011; Nikolaidis, 2013).

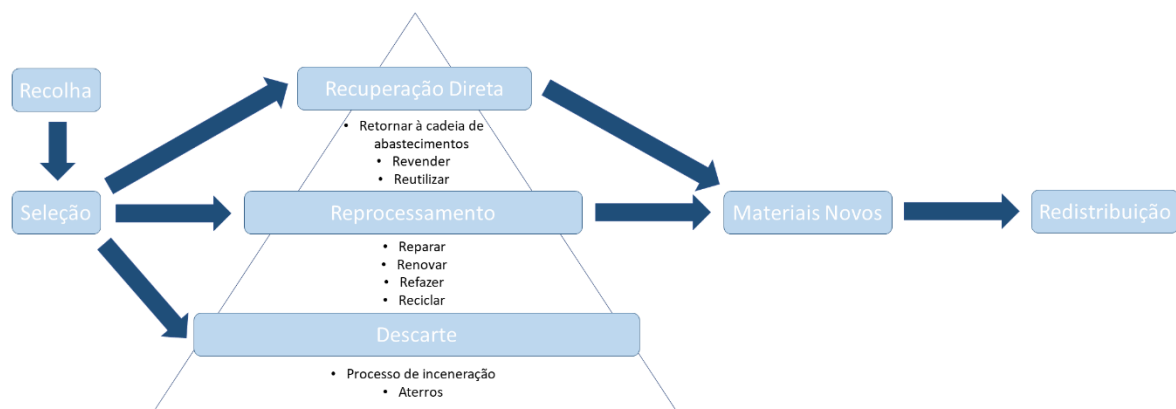


Figura 2.3 - Atividades de Logística Inversa
Adaptado de Silva et al. (2013)

A logística inversa pode realizar-se através da cadeia principal (*Forward Supply Chain*), ou através de uma cadeia inversa separada (*Reverse Supply Chain*) da principal, ou até através da combinação de ambas as cadeias (*Closed Loop Supply Chain*) (Kannan et al., 2009).

A complementação das cadeias de abastecimento tradicionais com as cadeias de abastecimento inversas tem o objetivo de reduzir os desperdícios e incentivar a minimização do uso em excesso de materiais de uma só utilização. Ainda assim, a logística inversa pode ser mais complexa do que isso, devido às incertezas que podem estar associadas à quantidade e qualidade do produto que será recuperado (Bottani et al., 2019; Mokhtar et al., 2019).

Para que a implementação da logística inversa seja eficaz, todos os intervenientes da cadeia de abastecimento devem assumir a responsabilidade de analisar e monitorizar as medidas que sejam impostas para o alcance dos objetivos de logística inversa determinados.

O aumento da reputação cooperativa leva a que as organizações invistam gradualmente em soluções de logística inversa de modo a contribuírem para a gestão de resíduos e desta forma implementar as práticas de uma economia circular a um nível entre organizações (Mokhtar et al., 2019; Van Engeland et al., 2020).

2.2.1 Cadeia em ciclo fechado

A Cadeia em ciclo fechado, *Closed Loop Supply Chain*, é a combinação entre a logística tradicional e a logística inversa numa cadeia de abastecimento. A interação entre as decisões tomadas nas duas logísticas, é particularmente importante para a coordenação e bom funcionamento da cadeia de abastecimento. A integração destas duas logística numa única cadeia de abastecimento promove bastantes benefícios para a organização (Barbosa-Póvoa et al., 2011).

A junção de operações de logística inversa à cadeia tradicional já existente, permite às organizações a recuperação de valor de produtos usados, que poderão, eventualmente, ser reaproveitados e desta forma, reentrar na cadeia de abastecimento. As *Closed Loop Supply Chains* contribuem, portanto, para iniciativas de redução do consumo de recursos e de produção de resíduos. Assim, apoiam o papel que as organizações desempenham na conquista da sustentabilidade global (Kim et al., 2014).

De facto, a crescente consciencialização da proteção do ambiente, a redução da utilização de matérias-primas, o reaproveitamento dos produtos usados e em fim de vida são, atualmente, questões críticas para as organizações. Assim, a adoção de *Closed Loop Supply Chains* promove o alcance da sustentabilidade (Bottani et al., 2015).

Para além do fluxo de materiais e dos produtos acabados, os equipamentos de transporte utilizados numa cadeia de abastecimento também precisam de ser coordenados. As embalagens são englobadas neste tipo de cadeias de abastecimento quando são embalagens retornáveis.

Neste caso, a cadeia necessita de englobar os processos de compra inicial e de reparação de danos ou substituição de unidades perdidas, bem como de organização dos processos de limpeza. Estas embalagens contribuem também para a redução de resíduos, o que promove o cumprimento dos níveis especificados pelos regulamentos governamentais, tendo impacto nos custos operacionais da cadeia de abastecimento (Kim et al., 2014).

2.3 Embalagens na Logística

Ao longo dos últimos anos, o conceito de embalagem na indústria tem sido visto, cada vez mais, como um elemento fundamental nos sistemas de distribuição e cadeias de abastecimento.

A principal função logística de uma embalagem é garantir a proteção dos produtos que aloca durante o movimento ao longo da cadeia de abastecimento, seja ele: no transporte, na distribuição, no armazenamento ou no descarte (Yusuf et al., 2017; Pålsson, 2018).

As embalagens são um fator muito importante na competitividade entre organizações, uma vez que tornam a cadeia de abastecimento mais eficiente, através da sua facilidade de manuseamento, otimização de espaço e redução de danos nos produtos que alocam. É essencial em certas áreas da indústria, visto que sem a utilização de embalagens, o manuseamento dos produtos seria muito mais complicado, se não impossível (Pålsson, 2018). São um elemento relevante na gestão das operações de uma cadeia de abastecimento e devem ser integradas no processo de conceção do produto, tendo em conta a logística, a produção, o *marketing* e o impacto ambiental. O principal objetivo será sempre a maximização do valor do produto para o consumidor (Chan et al., 2006; Pålsson, 2018).

As embalagens podem ser vistas como um sistema com três níveis que se interrelacionam entre si, Figura 3.4. O primeiro nível corresponde à embalagem que se encontra mais perto do produto, sendo esta a que usualmente chega ao consumidor comum. O segundo nível refere-se a um conjunto de várias embalagens de primeiro nível, que geralmente são utilizadas para o comércio. Por fim, o terceiro nível, corresponde às embalagens de transporte. A utilização destes níveis de embalagens numa organização, pode mudar ao longo da cadeia de abastecimento conforme for necessário, atendendo às características do produto (Chan et al., 2006; Pålsson, 2018).

As embalagens podem ser classificadas quanto à forma como são utilizadas na indústria, podendo estas ser de descarte (*one-way packaging*) ou retornáveis (*multi-way packaging*).

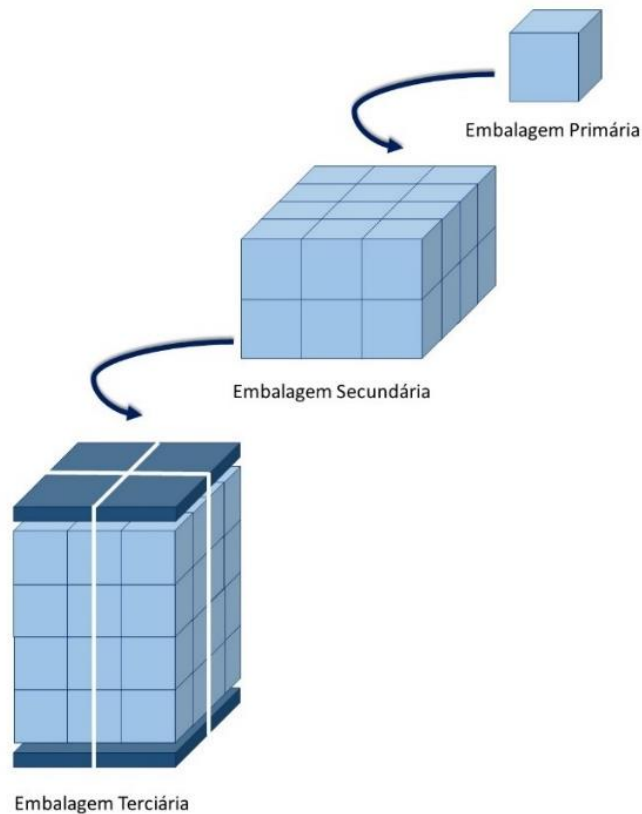


Figura 2.4 - Níveis de embalagem
Adaptado de Chan et al. (2006)

As embalagens de descarte são de utilização única, o que promove um impacto ambiental negativo, uma vez que após chegarem ao seu ponto de destino, o consumidor, são enviadas para processos de incineração ou para aterros. Desta forma, promovem a criação de desperdícios e contribuem para a saturação dos aterros e escassez de matérias-primas (Silva et al., 2013). Por outro lado, as embalagens retornáveis são embalagens reutilizáveis e apesar de requererem mais operações logísticas que as de uso único, poderão promover mais benefícios ambientais, uma vez que eliminam os custos de descarte e de compra de novas embalagens (Accorsi et al., 2020).

No entanto, com a crescente preocupação ambiental a que se tem assistido nas últimas décadas, as embalagens têm tido cada vez mais, um papel muito importante no impacto ambiental das organizações, daí o conceito de embalagens retornáveis estar a ganhar, cada vez mais adesão por parte das mesmas.

Porém, as embalagens representam um ponto estratégico nas decisões logísticas de uma cadeia de abastecimento, uma vez que as embalagens afetam o custo de cada atividade logística e têm um impacto significativo na produtividade dos sistemas logísticos. O tamanho e a densidade das embalagens são fatores determinantes no custo do transporte das mesmas. Logo, deve ser definida a melhor abordagem de funcionamento destas num sistema logístico, tendo sempre em conta as necessidades da cadeia de abastecimento. Uma vez mal projetada a embalagem a utilizar para determinado processo, poderá pôr em causa todo o desempenho do mesmo (Levi et al., 2011; Mahmoudi & Parviziomran, 2020).

2.4 Embalagens Retornáveis

As embalagens retornáveis são embalagens cujo tempo de vida útil é elevado, sendo que são capazes de ter vários ciclos de utilização através de operações e sistemas logísticos bem delineados. São constituídas por materiais duráveis como metal, plástico ou madeira, Figura 2.5. Estas embalagens retornáveis são parte integrante dos processos de logística inversa em *loop*, uma vez que quando uma embalagem é utilizada para transportar determinado produto do ponto de origem para o seu ponto de consumo, regressa vazia à sua origem, para posteriormente ser novamente cheia e distribuída ao consumidor (Kroon & Vrijens, 1995).

O começo da utilização de embalagens retornáveis foi um marco importante para a logística das organizações. Facilitou as tarefas complexas de movimentação de carga (o carregamento e o descarregamento) e de manuseamento de carga. Como as embalagens retornáveis são mais resistentes devido aos seus materiais constituintes permitiu desta forma a redução dos danos nos produtos. Também permitiu um transporte intermodal na rede de ligação marítima, ferroviária e rodoviária («Preface», 2021).

A recente evolução na tecnologia de informação e comunicação permitiu o aumento da eficiência e da segurança das operações logísticas a nível global.

Estes desenvolvimentos incluem sistemas operacionais sofisticados de digitalização de processos, tais como o processamento de partilha de dados, o processamento de identificação por radiofrequência (RFID) e a otimização da movimentação de carga em terminais automatizados de embalagens («Preface», 2021).

Segundo a associação *Reusable Packaging Association* (RPA), uma embalagem retornável deve atender a quatro requisitos, para corresponder como tal:

- A embalagem é concebida para ser reutilizada na mesma aplicação ou numa aplicação semelhante;
- A embalagem deve ser altamente durável, para poder desempenhar a sua função corretamente, com as características iniciais concebidas para o seu estado original, durante várias viagens;
- Durante a sua vida útil, a embalagem é recuperada, inspecionada e reparada, se necessário, e por fim, é reposta em circuito para nova utilização; e,
- O sistema onde estas embalagens operam deve impedir a produção de resíduos sólidos, e no fim da sua vida útil deve existir um processo de recuperação e descarte sustentável.

No entanto, a utilização de embalagens retornáveis na indústria requer uma gestão adequada das mesmas. Se esta não for bem desempenhada, a organização pode arriscar-se a um incremento considerável dos custos logísticos. Quando uma organização adota o conceito de embalagens retornáveis, necessita de garantir a receção, a limpeza, a reparação e o armazenamento das mesmas (Maleki & Reimche, 2011).

É crucial um controlo apertado das embalagens, uma vez que estas estão em constante movimento entre o fornecedor e o produtor. É necessária a incorporação de métodos eficientes

de rastreamento e acompanhamento do fluxo de embalagens retornáveis, para desta forma existir uma redução de custos operacionais e de transporte. Como o investimento inicial é elevado, é necessária esta monitorização de ativos para que, a longo prazo, seja uma solução mais vantajosa que as embalagens de descarte.



Figura 2.5 - Exemplos de embalagens retornáveis
(Fonte: <https://www.rprinc.com/>)

As embalagens retornáveis, embora apresentem um custo inicial elevado e requeiram equipamentos e sistemas para o seu manuseamento ao longo da cadeia inversa, a longo prazo tendem a uma diminuição no custo total, uma vez que à medida que o investimento vai sendo amortizado e os equipamentos depreciados, chega a um ponto que os custos são apenas referentes à manutenção e gestão dos equipamentos e embalagens.

Este tipo de embalagens permite uma maior utilização e uma redução no consumo total de materiais. Quanto mais a embalagem for reutilizada, mais rápida é a recuperação do investimento (Dethloff, 2001).

Desta forma, é importante ter sistemas que apresentem a informação correta e relevante de cada embalagem. Segundo (Johansson & Hellström, 2007), a possibilidade de ter um sistema que permita ter uma visibilidade geral de onde e como se estão a deslocar as embalagens retornáveis, pode economizar às organizações uma redução de custos de aluguer de embalagens a terceiros em quase 80% (Johansson & Hellström, 2007).

Para além disso, é importante, também, que o sistema de gestão de embalagens retornáveis seja eficiente na determinação das rotas. É necessário que os sistemas de gestão sejam capazes de fazer um planeamento de rotas eficiente e eficaz, para que estas embalagens quando vazias, cheguem a tempo e com qualidade e desta forma, não seja comprometido o posterior abastecimento às linhas de produção (Dethloff, 2001).

Por outro lado, D. Rogers & Tibben-Lembke, 1999 destacam a importância do desenvolvimento de embalagens leves e resistentes, uma vez que muitos custos de transporte estão associados ao peso da carga e à necessidade de acondicionamento para prevenir o dano no transporte. O aproveitamento do espaço das embalagens retornáveis também deve ser considerado, de modo a que o espaço seja otimizado, de forma a que tanto as embalagens como os veículos sejam aproveitados ao máximo, reduzindo, assim, o custo de transporte (D. Rogers & Tibben-Lembke, 1999).

2.4.1 Na indústria automóvel

As embalagens retornáveis são elementos críticos e fundamentais para a produção e logística da indústria automóvel.

A maioria das peças e componentes utilizados na produção de automóveis é armazenada, expedida e consumida através de embalagens retornáveis. Este tipo de embalagem é concebido a pensar nas peças e componentes de cada automóvel, mas também na possibilidade de poder alocar mais do que uma peça ou componente, tendo sempre em conta a segurança do produto que aloca.

Na indústria automóvel, as organizações tentam sempre maximizar a utilização deste tipo de embalagens, para que possam ser utilizadas por várias peças e existir bastante rotatividade das mesmas. Reduzindo, assim, os custos de compra de embalagens, ou de aluguer das mesmas.

Geralmente, numa cadeia de abastecimentos de uma indústria automóvel, as embalagens retornáveis são enviadas de um armazém de embalagens vazias para o fornecedor onde, posteriormente, são cheias com as peças e componentes de determinado automóvel. De seguida, são enviadas as embalagens para as linhas de produção. Uma vez consumidas na totalidade as peças e componentes de uma embalagem retornável, esta é transportada para um armazém onde será selecionada, tratada e se necessário recuperada. Por fim, são enviadas vazias, novamente, para o fornecedor (Giubilato et al., 2019).

Porém, existem alguns problemas relacionados com o uso de embalagens retornáveis na indústria automóvel. (Giubilato et al., 2019) considera cinco principais problemas no uso de embalagens retornáveis, sendo estes os seguintes:

- **Excesso de embalagens** - Os fabricantes de equipamentos originais e os fornecedores mantêm sistemas múltiplos em circuito fechado, limitando a possibilidade de partilha de contentores vazios com outras fábricas. Isto leva, tipicamente, a 20% - 25% de embalagens em excesso no sistema, comparativamente às que são realmente necessárias (um investimento inicial adicional em embalagens retornáveis);
- **Disponibilidade incoerente** - Expedições e armazenamentos incorretos podem gerar cerca de 15% a 20% de perdas de embalagens e 20% a 25% de excesso de compra de embalagens para substituição;
- **Custos de substituição** - Como a gestão das embalagens é feita pela fabricante automóvel, por cada embalagem em falta no fornecedor, o produtor terá de pagar a substituição dessa embalagem por uma de uso único. Logo, os custos logísticos aumentam e o impacto ambiental também;
- **Falta de precisão no inventário de embalagens** - A incorreta contabilização do número de embalagens disponíveis para envio leva a custos adicionais de substituição ou de, por vezes, paragem de linhas de produção;

- **Tratamento das embalagens ineficiente** - Gera excesso de embalagens em zonas não esperadas e aumento do tempo de operações; e,
- **Falta de rastreamento de embalagens** - O não rastreamento de embalagens leva à perda das mesmas e impossibilidade de reversão da situação.

Uma típica cadeia de abastecimento é caracterizada por uma complexa interação entre vários intervenientes que necessitam de coordenação, colaboração e trocas de informação entre eles para poderem promover a produtividade e eficiência da cadeia. Diariamente, milhões de embalagens de transporte (paletes, contentores, caixas, etc.) são geridas mundialmente, limitadas no que diz respeito ao controlo destas, bem como o conhecimento do seu estado real (Martínez-Sala et al., 2009).

2.5 Sistemas de Informação

De acordo com Laudon (2014), um sistema de informação pode ser definido como um conjunto de inter-relações entre vários componentes que recolhem ou recuperam, processam, armazenam e distribuem informação relevante na tomada de decisões e no controlo de uma organização. Adicionalmente, um sistema de informação permite às organizações identificar e analisar as suas oportunidades de melhoria, visualizar questões mais complexas, bem como, por vezes, criar novos modelos operacionais (Laudon & Laudon, 2014).

Existem três atividades fundamentais num sistema de informação: o *input*, o processamento e o *output*, Figura 2.6.

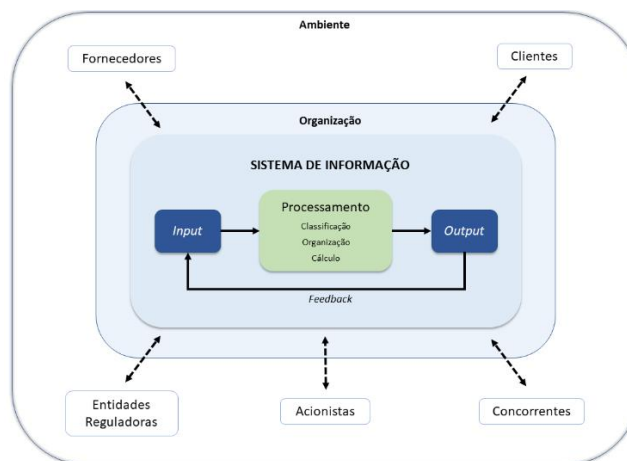


Figura 2.6 - Método de funcionamento de um sistema de informação e os seus estímulos
Adaptado de Laudon & Laudon (2014)

No *input* são recolhidos os dados em bruto, a partir dos estímulos internos e externos da organização. No processamento existe um tratamento destes dados, onde são convertidos em informação que pode ser compreendida. E, por fim, o *output* apresenta essa informação de forma clara (Laudon & Laudon, 2014).

Estando o mundo cada vez mais globalizado, as organizações necessitam de se atualizar tecnologicamente para poderem estar em vantagem competitiva. Nesse sentido, a utilização de sistemas de informação na área da logística é cada vez mais frequente.

Estes sistemas permitem a monitorização e gestão dos processos produtivos de uma cadeia de abastecimento. Para além disso, permitem às organizações utilizar a informação a seu favor para previsão de situações e facilitar a comunicação com os restantes intervenientes da cadeia de abastecimento (Asadi, 2011).

A informação é considerada como uma fonte chave num sistema logístico. Logo, o fluxo de informação num sistema logístico é tão importante como o fluxo de materiais. Ora, quando o nível de complexidade destes sistemas se torna elevado – mais canais logísticos e intervenientes, a informação toma um papel muito significativo na gestão dos mesmos (Asadi, 2011).

As organizações devem investir em tecnologias de informação para melhorar o nível de *performance* dos seus processos.

Quanto mais organizações investirem nas tecnologias de informação, melhor serão os benefícios económicos na logística inversa e conseqüentemente, melhor será o nível de prestação de serviços aos consumidores (Shi et al., 2012).

Sendo a produção um processo crucial para qualquer indústria, os sistemas de rastreamento da informação na produção, em tempo real, são uma resposta importante na minimização dos erros gerados ao longo da cadeia de abastecimento. São ferramentas que permitem não só a recolha de dados, como após análise desses dados, devolvem informações relevantes e precisas referentes ao trabalho que está em processamento (WIP - *Work in Process*). A monitorização do produto ou serviço permite uma maior visibilidade e transparência do mesmo. Para além disso, estes sistemas transmitem confiança ao consumidor final e permitem aos fabricantes manter o conhecimento sobre os seus produtos, bem como identificar possíveis problemas de fabrico. Isto é, assegura que os produtos estão a ser produzidos, nas várias etapas do processo, de acordo com as especificações definidas, ao longo do seu ciclo de desenvolvimento (Ong & Foo, 2004; Rupasinghe, 2015).

2.6 Rastreabilidade

A rastreabilidade é a capacidade de monitorizar o histórico, ou a localização de uma determinada entidade por meio de identificações registadas ao longo de toda a cadeia de abastecimento. Na prática, a rastreabilidade de uma cadeia de abastecimento é alcançada se os intervenientes mantiverem guardada a informação importante e, ainda a partilharem entre si, ao longo de toda a cadeia de valor (Bechini et al., 2008).

Tradicionalmente, a informação referente à localização de objetos raramente está disponível na gestão da cadeia de abastecimento. Devido a restrições de custos e tecnologia, normalmente apenas uma pequena fração de produtos e/ou atividades da cadeia podem ser rastreados e, muitas vezes, com informação espaço-temporal incompleta (Zhou & Piramuthu, 2015).

A capacidade de uma organização conseguir manter a sua vantagem competitiva depende do quão informadas as equipas estão sobre as situações em tempo real. Um sistema integrado de rastreamento permite que os problemas sejam identificados e colmatados o mais rápido possível (Ong & Foo, 2004).

Os sistemas de rastreamento são tecnologias muito relevantes, uma vez que podem contribuir para inúmeros benefícios dentro de uma organização, sejam eles de precisão, segurança, eficiência, monitorização em tempo real ou redução de custos de mão-de-obra (Budak et al., 2018). A construção destes sistemas é um processo complexo, uma vez que pode envolver o rastreamento de vários processos ao longo da cadeia. Para além disso, necessitam de ser apoiados por soluções de arquitetura de sistemas e técnicas de implementação adequadas, com fim de fornecer o valor esperado a todos os intervenientes (Bechini et al., 2008).

Um sistema de rastreamento deve ser capaz de rastrear tanto produtos, como atividades e, ainda, permitir a localização dos mesmos. O rastreio refere-se à capacidade de seguir um produto, ao longo do seu trajeto na cadeia de abastecimento, de acordo com critérios específicos. É um processo crucial na identificação da qualidade dos produtos. Por outro lado, a localização está relacionada com a determinação da origem e características de um determinado produto (Bechini et al., 2008).

Estes sistemas podem ser aplicados a inúmeras áreas, sendo maioritariamente utilizados em processos logísticos, em gestão da cadeia de abastecimento ou na produção em si, com o objetivo de identificar, rastrear e localizar. A adoção destes sistemas permite, ainda, o aumento da capacidade produtiva, ao mesmo tempo que reduz erros operacionais (Budak et al., 2018).

Segundo Olsen & Borit (2013), investir em sistemas de rastreamento melhorados pode trazer benefícios, para além de reduzir certos riscos e o não cumprimento dos requisitos dos consumidores, que são listados seguidamente:

- Redução de custos e de mão-de-obra na logística da informação e menos reprocessamento dos dados internamente;
- Redução de custos e de mão-de-obra na partilha de informação entre os intervenientes da cadeia de abastecimento criando, desta forma, uma melhor integração entre os diferentes sistemas e relações mais duradouras entre os intervenientes;
- Acesso a informação mais precisa e num curto espaço de tempo, necessária à tomada de decisões; e,
- Vantagem competitiva através da capacidade de documentação das características desejáveis do produto, em particular relativas à sustentabilidade, ética e baixo impacto ambiental.

A Rastreabilidade tem sido utilizada em diversos setores produtivos e a evolução dos sistemas utilizados para este processo é imprescindível e cada vez mais exigido pelos clientes, pois a necessidade de saber a origem dos produtos em toda a cadeia produtiva traz segurança ao cliente e credibilidade ao fabricante, podendo influenciar no crescimento da empresa em relação ao ganho de mercado e valorização dos produtos (Santos et al., 2017).

Na indústria automóvel, a procura por soluções e métodos seguros e económicos de rastreamento e identificação de embalagens e/ou componentes de forma exclusiva ao longo do ciclo de produção e distribuição é cada vez maior. Para isso, procura nestas soluções a

capacidade de autonomia de monitorização e identificação por código dos objetos inequivocamente. Este código deve ser constituído por materiais que sejam resistentes o suficiente para que consigam desempenhar a sua função independentemente das condições adversas que possam surgir ao longo do processo (Regan et al., 2012).

Os códigos de armazenamento de informação são importantes aliados dos sistemas de rastreamento e, com a evolução constante da rastreabilidade devido à globalização e aos avanços da tecnologia, estes códigos também têm sofrido alguns desenvolvimentos com o passar do tempo, Figura 2.7. A primeira grande evolução deu-se em 1970 com a criação do típico código de barras pela IBM (Santos et al., 2017).

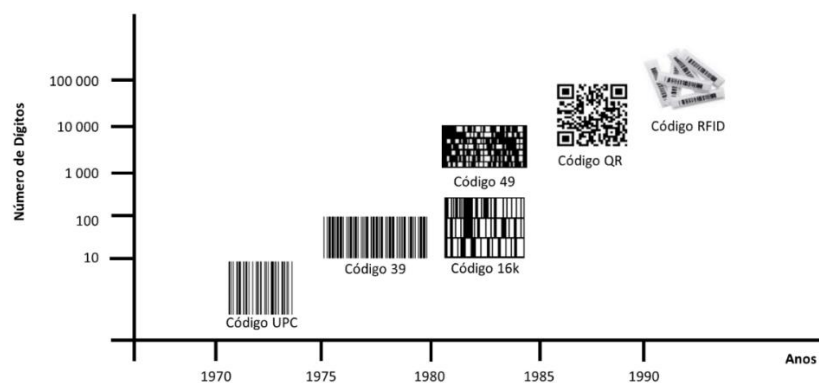


Figura 2.7 - Evolução dos códigos de armazenamento de informação
Adaptado de Santos et al. (2017)

2.7 Tecnologias de apoio à Rastreabilidade

O rastreamento é alcançado quando as organizações permitem mudanças, tanto a nível do processo, como a nível tecnológico, passando dos processos manuais de rastreio que estão sujeitos a erros para processos automáticos, isto é, que permite a captura, armazenagem e gestão da informação automática (Motorola Solutions, 2011). As organizações, por vezes adotam sistemas de rastreio manual, apesar de ferramentas semiautomáticas e automáticas estarem cada vez mais disponíveis. Um sistema de rastreio integrado permite que o fluxo dos produtos seja sincronizado com dados em tempo real, eliminando desta forma o fator de erro humano associado ao processo de recolha dos dados (Regan et al., 2012).

AutoID é uma abreviatura de *Automatic Identification* à qual são designadas as tecnologias com capacidade de rastrear e localizar objetos ou produtos ao longo de uma cadeia de abastecimento, através da recolha e transferência limitada de dados, sem intervenção humana. São tecnologias que providenciam informação essencial à gestão e controlo de qualquer processo, de uma forma autónoma, permitindo decisões rápidas e eliminando atividades manuais suscetíveis de criação de erros ou problemas (Budak et al., 2018).

Para que a rastreabilidade seja efetiva e eficiente, as organizações necessitam de converter os seus processos manuais, suscetíveis a diversos erros, em processos automatizados, que sejam capazes de recolher, armazenar e gerir a informação automaticamente. Quando se procura soluções de rastreabilidade, as capacidades deste tipo de sistema podem incluir o rastreio

em série de embalagens ou peças individuais, impressão e digitalização de códigos, marcação direta de peças e rastreabilidade detalhada a partir de qualquer ponto do processo de fabrico. A Tabela 2.1 apresenta os componentes possíveis para uma solução de rastreabilidade, em contexto industrial (Motorola Solutions, 2011).

Tabela 2.1 - Sistemas que complementam o rastreamento dentro de uma organização
Adaptado de Motorola Solutions (2011)

Componente	Descrição
<i>Manufacturing Execution System (MES)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Fornecem informação detalhada sobre o histórico relativo à produção, inspeção, genealogia e utilização dos produtos; • Capturam o componente pelo lote/número de série dos produtos finais; • Disponibilizam documentos relativos das diferentes variáveis do processo, assim como temperatura ou pressão; • Identifica uma pessoa específica num determinado turno de produção específico; • Cria um modelo para o sistema produtivo, para orientar todas as etapas do processo; • Acompanha o <i>work in process</i> (WIP) e disponibiliza informação acerca das encomendas atuais e o estado em cada fase da produção no momento.
<i>Enterprise Resource Planning (ERP) System</i>	<ul style="list-style-type: none"> • O ERP é um nível integrante do MES; • Tem a informação principal sobre materiais, fornecedores e produtores, enquanto o MES rastreia os consumos de componentes na produção, o WIP e os produtos acabados.
<i>Data Capture and Mobility Hardware</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Dispositivos móveis, leitores de código de barras, etiquetas e leitores RFID, e o <i>wireless local area network</i> (WLAN) em contexto industrial trabalham sincronamente para capturar a informação necessária. Permitem, desta forma que os sistemas MES e ERP funcionem em tempo real; • Os dispositivos adequados aos métodos de rastreabilidade são: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Códigos de barras 1D e 2D ✓ RFID ✓ Marcação direta da peça pela gravura a laser, ponto <i>peen</i>, reação química e estampagem.
<i>Additional Software Systems</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicações que criam interfaces através de leitores móveis e fixos entre o MES, ERP e os sistemas de qualidade; • Gestão do software: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Gerir, manter e monitorizar os dispositivos móveis; • Gerir, monitorizar e assegurar a segurança e a conformidade entre as redes.
<i>Professional Services</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Idealizam e implementam soluções de rastreio em ambiente industrial através de consultoria, gestão de projetos e seleção de fornecedor.

Dentro da componente *Data Capture and Mobility Hardware*, existem várias tecnologias *AutoID*, mas as mais comumente utilizadas são os códigos de barras, a identificação por radio frequência (RFID), os sistemas de localização em tempo real e os sistemas de GPS (*Global Positioning Systems*) (Budak et al., 2018).

2.7.1 Código de Barras

O código de barras é um conjunto de várias linhas pretas espaçadas entre si, Figura 2.8, que criam um determinado padrão. Este padrão de linhas emite um reflexo, que quando lido por um leitor de código de barras, o sinal analógico é convertido num valor lógico de 0 e 1. O padrão é desenhado conforme a informação que contém, o que significa que a informação é decodificada pela largura das linhas pretas e espaços brancos. A primeira e última linhas do padrão apenas indicam o início e fim do código, não tendo qualquer outra informação codificada (Cucu et al., 2008).

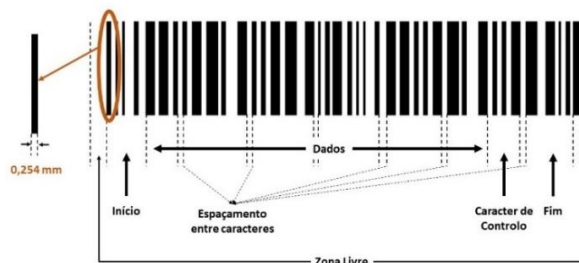


Figura 2.8 - Estrutura genérica do código de barras
Adaptado de Cucu et al. (2008)

O leitor de código de barras é constituído por uma fonte de luz, uma lente e um conversor de imagem, que traduz os impulsos óticos em impulsos eletrónicos.

O código de barras mais utilizado é o Código 39 (*Code 39*), por ser um código bastante fácil de criar, apesar de ser limitado na quantidade de informação que consegue codificar (Cucu et al., 2008).

Os códigos de barras são os que dominam, até hoje, o mercado das tecnologias de *AutoID*, pela margem de custo das etiquetas impressas ser menor, mas também devido à robustez dos leitores óticos contra erros de leitura (Budak et al., 2018). São normalmente utilizados para objetos de pequenas dimensões, uma vez que a área de impressão é restrita, e de grande volume de produção, pois é possível a geração de um grande número de códigos em série (Cucu et al., 2008). Por outro lado, este tipo de código também apresenta algumas fraquezas, sendo elas as seguintes:

- A necessidade de existir um campo de visão entre o leitor e a etiqueta;
- A pouca segurança dos dados;
- A deterioração do código em si devido a sujidade e outros fatores em ambientes mais complexos; e,
- A capacidade de ser feita a sua leitura apenas numa direção (Budak et al., 2018).

2.7.2 Código QR

O código QR é uma abreviatura de *Quick Response*, também conhecido como código *Data Matrix*. É um código digital bidimensional (2D), uma vez que permite armazenar informação tanto ao nível do plano horizontal, como do plano vertical. Pode ser lido por leitores de códigos de barras QR dedicados e telemóveis com câmara fotográfica. É um dos tipos de códigos de armazenamento de informação mais populares e são atualmente utilizados num contexto muito mais amplo, incluindo tanto aplicações de rastreio comercial, como aplicações orientadas para os utilizadores de telemóveis. No que diz respeito à indústria, são usualmente utilizados no controlo de inventário de *stocks* (Shamsuzzoha et al., 2013).

O código QR consiste na representação gráfica de pequenos módulos pretos, organizados de forma a criar um padrão global em forma de quadrado sobre um fundo branco, Figura 2.9. Cada módulo preto tem uma função específica, e é através desses módulos e dos espaços que o leitor consegue descodificar e interpretar a informação.



Figura 2.9 - Exemplo de código QR
(fonte: <https://www.qrcode.org/>)

Os dados e informações armazenadas neste tipo de código são codificados em texto, URL ou noutro formato de dados, e é concebido para permitir que o seu conteúdo seja descodificado em alta velocidade.

Este código tem uma capacidade muito superior de armazenamento de informação em relação ao código de barras que é unidimensional. Para além disso, permite a leitura num ângulo até 360° (Shamsuzzoha et al., 2013).

2.7.3 Código RFID

A identificação por radio frequência (RFID – *Radio Frequency Identification*) é uma tecnologia que utiliza ondas de radiofrequência para transferência de dados, através de etiquetas com o propósito de identificação e rastreamento do objeto (Wang, 2014; Budak et al., 2018).

Um sistema RFID é constituído pelas etiquetas RFID, por um leitor com várias antenas associadas, por forma a existir uma comunicação simultânea com as várias etiquetas, e um *middleware*, que permite a recolha, processamento e armazenamentos dos dados e ainda gerir a informação entre os restantes sistemas de uma organização. A Figura 2.10, mostra como os

três componentes se relacionam entre si. A base de dados é a infraestrutura que permite a visualização do fluxo procedido pelos outros elementos (Budak et al., 2018; Martín et al., 2020).

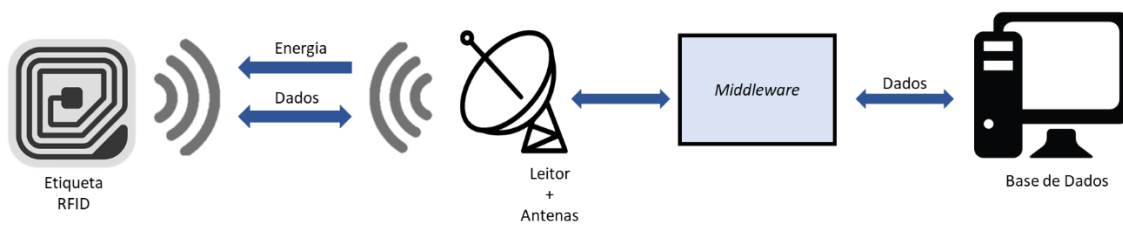


Figura 2.10 - Fluxo de informação num sistema de tecnologia de RFID
Adaptado de Martín et al. (2020)

Os sistemas RFID podem ser classificados de acordo com a frequência de utilização, ou seja: (i) baixa frequência (LF – *Low Frequency*); (ii) elevada frequência (HF - *High Frequency*) e (iii) ultraelevada frequência (UHF – *Ultra High Frequency*). A frequência de utilização é determinada conforme o objeto que se pretende rastrear ou localizar (Wang, 2014).

As etiquetas são constituídas por um circuito integrado de silicone, ou por um *chip*, que contém a informação acerca do objeto ao qual estão anexadas (Budak et al., 2018). Podem ser classificadas de 3 formas distintas, consoante a sua fonte de energia:

- **passivas**, que não têm qualquer tipo de fonte de energia interna;
- **semi-passivas**, que possuem uma fonte de energia que necessita de ser assistida;
- **ativas**, que possuem a sua própria fonte de energia.

As etiquetas passivas são a forma mais simples de uma etiqueta de RFID. Convertem a energia de radiofrequência proveniente da antena de leitura em energia elétrica e retornam a enviar um sinal de volta ao leitor. Os sistemas que incorporam este tipo de etiquetas podem funcionar na baixa frequência, elevada frequência, ou bandas de rádio de ultraelevada frequência. Têm, tipicamente, uma amplitude de leitura entre etiqueta e leitor de, no máximo, 3 metros e armazenam um pouco mais de informação do que os códigos de barras. São as etiquetas economicamente mais atrativas, mais leves e com maior facilidade de impressão (Budak et al., 2018).

As etiquetas semi-passivas possuem uma bateria interna integrada que permite fornecer energia ao *chip*, no entanto, dependem sempre da energia do leitor emitida por um sinal. São etiquetas que conseguem ter uma grande amplitude de leitura entre a etiqueta e o leitor, e muitas têm a característica de poderem ter associados sensores.

Por fim, as etiquetas ativas contêm a sua própria fonte de energia que pode ser uma bateria ou pequenos painéis solares que captam a energia proveniente da luz. Desta forma, estas etiquetas conseguem emitir um sinal independentemente do leitor. Os sistemas que utilizam este tipo de etiquetas operam, normalmente, na gama de ultraelevada frequência, com

amplitudes de leitura na ordem dos 100 m de distância. Os sistemas de etiquetas ativas necessitam de um investimento elevado, uma vez que dentro deste tipo de etiquetas pode haver inúmeras variantes, desde a amplitude de leitura, do tempo de vida útil da bateria, da durabilidade, entre outras. São utilizadas, geralmente, em bens de maiores dimensões e com a característica de poderem ser incorporados sensores que permitem um maior controlo dos sistemas que estão em ambientes mais controlados (Budak et al., 2018).

Quando existe uma arquitetura de sistemas de informação bem estruturada e apropriada aos dados que estão a ser recolhidos em tempo real, é possível obter informação sobre o objeto em rastreamento em todas as operações pelas quais passa, bem como a sua condição e o seu histórico.

A tecnologia de RFID é por vezes entendida como apenas um substituto às etiquetas de códigos de barras ou de códigos QR, dentro dos sistemas e processos já estabelecidos anteriormente para este tipo de códigos. No entanto, a tecnologia RFID tem um enorme potencial de criação de novos serviços de valor acrescentado para a cadeia de abastecimento, bem como evita erros e pode, ainda, reduzir custos a longo prazo (Martínez-Sala et al., 2009).

2.7.4 Sistemas de Localização em Tempo Real

Os sistemas de localização em tempo real (RTLS - *Real Time Location Systems*) são sistemas totalmente automatizados que monitorizam a localização de objetos ou pessoas em tempo real, dentro de uma área fechada e pré-determinada. Utilizam etiquetas, simples e de baixo custo, que são anexadas numa superfície e transmitem um sinal único de infravermelho ou ultrassom para comunicar a sua localização às respetivas antenas. São necessárias, sempre, pelo menos 3 antenas, para que a localização seja fidedigna.

A tecnologia de infravermelhos deteta a localização de um objeto ou pessoa dentro da área que está a ser monitorizada. A radiação infravermelha requer uma transmissão em linha reta e não pode passar através das paredes. A luz infravermelha é facilmente transmitida e recebida, e a tecnologia oferece alta precisão com quase zero erros de leitura. Para melhorar a precisão, diversos recetores de infravermelhos podem ser instalados no local a ser monitorizado.

À semelhança da tecnologia de infravermelhos, as ondas de ultrassom também são bastante utilizadas em sistemas de localização em tempo real. A margem de erros de leitura é mínima e oferece, também, uma alta precisão da localização do objeto ou pessoa que está a ser rastreado.

Estes sistemas permitem uma visibilidade em tempo real da logística dos transportes, que é uma preocupação cada vez mais importante nas organizações, uma vez que é necessário movimentar produtos rapidamente até aos consumidores, com um nível de segurança elevado (Budak et al., 2018; Shamsuzzoha et al., 2013).

2.7.5 Global Positioning Systems (GPS)

O GPS permite a localização remota de objetos em qualquer parte do mundo, em tempo real. Utiliza o sistema de navegação por satélite e é apropriado para rastrear automóveis e contentores de transporte em logística. O GPS é um conjunto de uma série de satélites bem espaçados que orbitam a Terra e de recetores que permitem às pessoas identificar a sua localização geográfica. Um recetor GPS determina a sua localização em latitude e longitude, a partir da informação gerada por pelo menos três satélites, através da distância entre cada um deles. Quanto mais satélites forem utilizados, maior a precisão da localização.

Possui uma margem de erro de 10 a 100 metros para a maioria dos equipamentos que existem atualmente no mercado (Budak et al., 2018).

2.8 Rastreabilidade das embalagens retornáveis

A gestão das embalagens retornáveis, tem criado às organizações diversos desafios que contribuem, muitas vezes, para o aumento de custos operacionais e de transporte, nomeadamente, devido a situações de perda ou reparação de embalagens, ou de questões de armazenamento. Desta forma, é necessário as organizações investirem em sistemas de rastreio e de localização, para que os custos logísticos derivados a estas situações sejam minimizados (Maleki & Meiser, 2011; Zhang et al., 2015).

O uso de tecnologias de *AutoID* para rastreamento de embalagens retornáveis pode permitir um maior retorno do investimento da aquisição destas embalagens através da redução das despesas operacionais, incluindo os custos de transporte. Identificar embalagens retornáveis e rastreá-las é essencial para uma boa gestão da cadeia de abastecimentos. Porém, para um rastreamento eficaz, em que estas tecnologias sejam usadas no seu potencial máximo, é necessário tanto o fluxo de embalagens, como o de informação, estarem completamente mapeados, modelados e caracterizados (Maleki & Meiser, 2011).

2.9 Exemplos de Sistemas de Rastreamento na indústria

Johansson & Hellström (2007) sugere a necessidade de sistemas de rastreamento para a gestão e controlo de embalagens retornáveis. No entanto, um sistema de rastreamento acompanhado de uma análise e comunicação inadequada, proporcionam à organização uma visibilidade limitada das suas embalagens. A visibilidade dos bens não garante que as organizações sejam capazes de utilizar a informação proveniente de um modo eficiente, requer uma gestão e análise contínua.

Thoro et al. (2009) sugere uma solução baseada em tecnologia de RFID para combater a perda de embalagens retornáveis numa cadeia de abastecimento. Analisou o impacto desta tecnologia num sistema de rastreamento de embalagens num modelo determinístico de inventário de embalagens. Conclui-se, que com a aplicação desta tecnologia, a taxa de retorno de embalagens aumentou e a compra de novas embalagens diminuiu, no entanto, a taxa de

recuperação de embalagens aumentou. Para além disso, a dimensão do inventário de embalagens em relação à procura foi identificada como significativamente determinante na tomada de decisão à implementação ou não desta tecnologia, neste contexto.

Maleki & Meiser (2011) estudou o desenvolvimento de uma proposta para a Midwest Assembly and Manufacturing (MAAN), com o objetivo de tornar o rastreamento das embalagens retornáveis mais eficiente. Depois de uma análise aprofundada das diferentes tecnologias de *AutoID*, o estudo revelou que a utilização de códigos de barras na identificação das embalagens seria a melhor abordagem, por ser uma tecnologia com menor período de amortização de investimento, bem como a que traria melhores *savings* anuais.

Mason et al. (2012) sugere uma abordagem científica de um protótipo de sistema de gestão de inventário de embalagens retornáveis descentralizado, numa indústria de gás, baseado na tecnologia RFID. O principal problema neste estudo era a perda de embalagens. No entanto, sendo que as embalagens que alocam o gás tem características muito específicas, pelo que a simples aplicação da tecnologia RFID, com a possibilidade de reduzir até dois terços o número de embalagens perdidas, não seria muito viável. Nesse sentido é proposto a criação de um sistema descentralizado de comunicação entre embalagens, através da tecnologia RFID, como solução do problema apresentado. Desta forma, seria possível uma identificação das embalagens mais fiável e o sistema desenvolvido poderia operar durante mais de um ano sem necessidade de manutenção. Para além disso, este esquema de comunicação permite ao utilizador ter um maior controlo sobre a visibilidade das embalagens.

Kim & Glock (2014) estudou o uso da tecnologia de RFID na gestão de embalagens retornáveis, numa cadeia de abastecimento em *closed loop supply chain*, sob uma taxa de retorno de embalagens estocástica. Conclui que a utilização desta tecnologia em embalagens retornáveis pode ser justificável, uma vez que melhora a previsão dos fluxos de retorno de embalagens e induz os consumidores a devolver as embalagens ao produtor. Por outro lado, os benefícios que resultam de um sistema de RFID são influenciados pela taxa média de retorno e pela reparação das embalagens devolvidas.

Giubilato et al. (2019) sugere um modelo de simulação de eventos discretos para uma cadeia de abastecimento de embalagens retornáveis, com o objetivo de avaliar o impacto da tecnologia RFID na gestão da mesma. Conclui que a aplicação da tecnologia RFID resulta numa redução significativa do *stock* de segurança, bem como uma redução de horas de mão-de-obra ativa na contagem das embalagens.

CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO E DIAGNÓSTICO

O presente capítulo apresenta uma breve descrição da organização onde foi desenvolvida a dissertação. É realizada uma breve caracterização da Autoeuropa, fábrica da Volkswagen. São abordadas as áreas funcionais da organização, com maior foco na área de Logística Interna e Controlo de Transportes (*Material Handling*). Por fim, é descrito detalhadamente todo o processo de gestão de embalagens retornáveis, sendo identificadas as oportunidades de melhoria que lhe estão associadas. Por forma a tornar a descrição mais compreensível, são apresentados diagramas das várias etapas do processo sob a forma de *Business Process Model and Notation* (BPMN). Procedeu-se à escolha deste tipo de diagrama ao invés do tradicional fluxograma, por nele se poder englobar os vários intervenientes de cada etapa do processo. Por outro lado, permite também a incorporação de outro tipo de ações e dessa forma garantir uma melhor perceção de todo o processo.

3.1 Caracterização do Grupo Volkswagen

A marca Volkswagen, criada em 1930, é umas das maiores e mais importantes no setor automóvel, a nível internacional. É uma das marcas do Grupo Volkswagen e representa um pilar fundamental para todo o seu sucesso, uma vez que é responsável, anualmente, por 6 milhões de carros vendidos.

O Grupo está sediado em Wolfsburg, na Alemanha, onde se localiza a fábrica principal, bem como o centro de desenvolvimento e pesquisa. Atualmente, fazem parte do Grupo 12 marcas de automóveis europeias (Audi, SEAT, Skoda, Bentley, Bugatti, Lamborghini, Porsche, Ducati, Scania, MAN, Volkswagen e Volkswagen Comerciais). Paralelamente, o Grupo oferece, ainda, uma vasta gama de serviços no setor financeiro, nomeadamente, o financiamento de concessionários/clientes e atividades relacionadas com a banca, seguros e gestão de mobilidade.

Atualmente, o Grupo Volkswagen tem uma forte presença internacional sob a forma de fábricas de produção de motores, peças e componentes; fábricas de produção de veículos pe-

sados e comerciais e fábricas de produção de veículos de passageiros. Ao seu serviço, trabalham mais de 660 000 colaboradores. Na Figura 3.1 pode observar-se a distribuição mundial das fábricas do Grupo Volkswagen, que conta com um total de 118 fábricas. O grupo tem uma maior representação nos continentes europeu e asiático, 66 e 34 fábricas, respetivamente. Os continentes americanos somam 14 fábricas e, no continente africano, apenas estão ativas 4 fábricas do grupo.

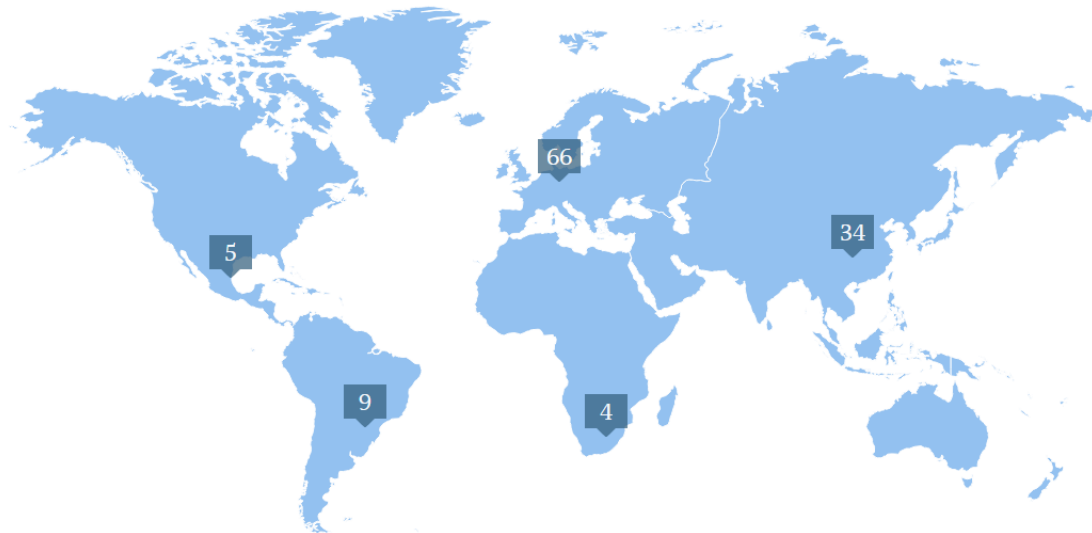


Figura 3.1 - Distribuição Geográfica do Grupo Volkswagen
(fonte: <https://www.volkswagenag.com/en/group.html>)

3.2 Volkswagen Autoeuropa

A Volkswagen Autoeuropa é uma das 66 fábricas do Grupo, em território europeu, e está localizada na cidade de Palmela, em Portugal. Foi idealizada a partir de uma *joint-venture*¹ criada entre a Volkswagen e a Ford Motor Company, com o objetivo de implementar em Portugal uma das mais modernas fábricas de automóveis multimarca da Europa para a produção dos modelos Volkswagen Sharan, Ford Galaxy e SEAT Alhambra.

Em julho de 1991, foi assinado um contrato de investimento com o Estado Português, o maior investimento estrangeiro em Portugal, no valor de 1970 milhões de euros. Quatro anos mais tarde, em 1995, a fábrica é inaugurada e inicia-se a produção no dia 2 de maio do corrente ano. Em 1999, o Grupo Volkswagen assume 100% do capital social do complexo, e passa-se a chamar Volkswagen Autoeuropa.

A fábrica opera nos quatro níveis de produção - Prensas, Carroçarias, Pintura e Montagem de todos os modelos produzidos, na fábrica de Palmela, nomeadamente os seguintes modelos automóveis: SEAT Alhambra, Volkswagen Sharan e o modelo SUV, o Volkswagen T-Roc, Figura 3.2.

O Volkswagen T-Roc é o modelo mais recente que a fábrica de Palmela produz atualmente, passando em 2017 a ser a única, entre as 118 do Grupo, a produzi-lo. Este modelo de

¹ *Joint-Venture* - empresa empreendida conjuntamente por duas ou mais partes, que conservam as suas identidades distintas.

automóvel corresponde, atualmente, a cerca de 87% de toda a produção na Autoeuropa. Os principais destinos de exportação deste modelo são, essencialmente, os mercados europeu e asiático.

Devido ao enorme sucesso comercial do modelo T-Roc, em 2018 a Volkswagen Autoeuropa passou a utilizar um regime de laboração contínua, pela primeira vez em toda a sua existência, o que permitiu a exploração total da sua capacidade de produção de 890 automóveis por dia.

No final do ano de 2019, a Volkswagen Autoeuropa tinha produzido 254 600 unidades que contribuíram para um volume de vendas de 3 737 milhões de euros, o que correspondeu a 1,8% do PIB nacional. No entanto, tendo em conta o contexto pandémico, no ano de 2020, a Volkswagen Autoeuropa produziu apenas 192 000 veículos, uma redução de 58 000 unidades, de acordo com o planeado no início do mesmo ano. Esta redução representou uma quebra de 25% no volume de produção desse mesmo ano.



Figura 3.2 - Modelos de automóvel produzidos na Volkswagen Autoeuropa (adaptado de: <https://www.volkswagen.pt/pt.html>)

3.2.1 Estrutura Organizacional

Devido à dimensão da fábrica e ao número de operações que se realizam, esta unidade industrial está organizada em vários departamentos *core* que permitem todo o funcionamento da Volkswagen Autoeuropa.

A Volkswagen Autoeuropa está organizada em três grandes áreas funcionais: Diretoria de Recursos Humanos e Organizações, Administração e Diretoria de Finanças e Tecnologias de Informação. Cada uma destas áreas está organizada de forma hierárquica e funcionam como organizações independentes, Figura 3.3.

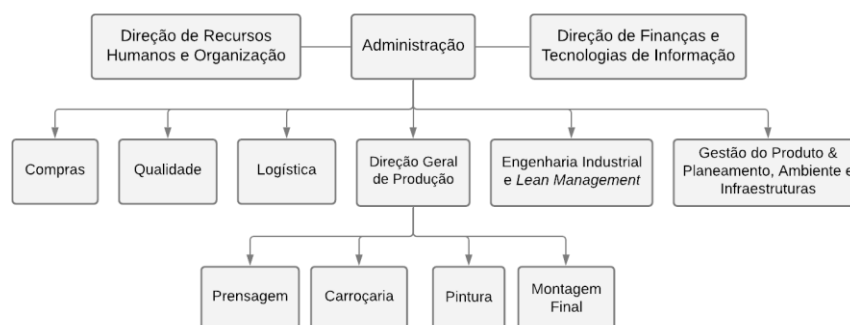


Figura 3.3 - Estrutura Organizacional da Volkswagen Autoeuropa

Ainda que cada uma das três áreas identificadas seja fundamental para garantir uma atividade eficiente da organização, devido ao contexto da situação a ser estudada nesta dissertação, o departamento de Logística será abordado em maior detalhe.

O departamento de Logística da Volkswagen Autoeuropa está subdividido em 5 áreas distintas, Figura 3.4, sendo cada uma delas responsável por diferentes atividades essenciais para o bom funcionamento da cadeia de abastecimento.

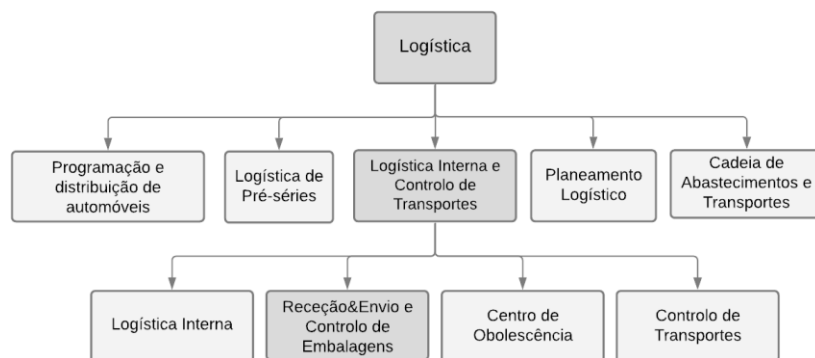


Figura 3.4 - Estrutura Organizacional do departamento de Logística

A área de **Programação e Distribuição de Automóveis** tem como objetivo assegurar uma produção estável e eficiente e satisfazer as necessidades dos clientes na totalidade. É responsável pelo planeamento da produção consoante as previsões de procura e as encomendas efetivamente registadas. Faz um controlo pormenorizado da produção de cada modelo automóvel.

A **Logística de Pré-Séries** faz a coordenação e o acompanhamento das novas peças para os diferentes modelos de carro. Trabalha em parceria com outros departamentos da Volkswagen Autoeuropa, para assegurar uma transição fácil e eficaz destas peças de pré-série na produção em série.

A **Cadeia de Abastecimento e Transportes** é responsável pela gestão eficiente de toda a cadeia de produção. Faz um controlo detalhado dos processos e dos seus fluxos, tanto de material, como de informação.

O **Planeamento Logístico** é responsável por definir os processos e garantir que as necessidades da linha de produção são asseguradas no momento certo, no local certo e nas quantidades necessárias, permitindo um fluxo de material e de informação ajustado, com vista à minimização de custos.

Esta dissertação realizou-se no âmbito de um projeto na área da **Logística Interna e Controlo de Transportes** (*Material Handling*) da VW AE, mais precisamente no seio do controlo das embalagens retornáveis. A área de controlo de embalagens retornáveis tem como principal função fazer toda a gestão da logística inversa destas embalagens na Autoeuropa. É responsável pela gestão e controlo das embalagens retornáveis que resultam do consumo de material na linha de produção e que, posteriormente, têm de retornar aos seus fornecedores, para serem novamente cheias e reenviadas para a VW AE. Tem, ainda, um papel importante na relação com os fornecedores, pois garante que as embalagens certas, nas quantidades exigidas, chegam ao fornecedor certo, no momento correto.

3.3 Caracterização do Processo de Gestão de Embalagens Retornáveis

Na Volkswagen Autoeuropa, as peças e componentes necessários à construção dos diferentes modelos de automóvel produzidos, são transportados pelos fornecedores, em embalagens com características específicas para cada peça ou componente. São rececionadas nos diferentes armazéns e acondicionadas em zonas pré-atribuídas para que o acesso à linha de produção seja facilitado.

Quando o *stock* nos supermercados que abastecem as linhas de produção se encontra em quantidades reduzidas, é necessário que estas peças e componentes sejam repostos. Assim sendo, é feito um pedido aos armazéns para que os supermercados sejam reabastecidos com embalagens cheias. O colaborador que faz esta distribuição dirige-se à zona do armazém onde estão localizadas as embalagens cheias com essas peças ou componentes e retira uma ou mais embalagens, consoante a necessidade. Transporta-as até à zona do supermercado em que é necessário e deixa as embalagens cheias, trazendo depois as embalagens vazias. É nesta transferência que se inicia o **Processo de Gestão de Embalagens Retornáveis**, objeto de estudo desta dissertação.

O processo das embalagens vazias é um processo complexo, com várias divergências e que se pode caracterizar numa vertente operacional e noutra administrativa.

Numa descrição geral do processo, este inicia-se quando as embalagens vazias provenientes da linha de produção são transferidas para uma zona de limpeza, localizada no Centro de Operações Logístico (LOZ - *Logistics Operation Center*). De seguida, é feita a sua limpeza e são retiradas todas as etiquetas que possam trazer consigo assim como são inspecionadas, de forma a garantir que desempenham corretamente a sua função. Posteriormente, é feito o seu carregamento num dos camiões internos.

As embalagens são levadas para um dos dois armazéns de embalagens vazias: o complexo de embalagens vazias, designado por EPC (*Empty Package Compound*) e o Canopy B, que apenas acolhe embalagens específicas, sensíveis às condições atmosféricas.

Quando chegam a um dos armazéns, as embalagens são armazenadas nos seus *layouts* predestinados e ficam à espera de serem expedidas.

Por vezes, pode ser necessário realizar uma decantação, que consiste na operação de transferência das peças ou componentes de uma embalagem para outra, no caso de a embalagem original não ter as dimensões adequadas para ir para a linha de produção ou para o supermercado. Esta operação é realizada com recurso às embalagens vazias disponíveis.

A gestão das embalagens vazias é um fator importante para a VW AE, uma vez que representam um custo considerável na logística da fábrica. A VW AE necessita de garantir que estas embalagens chegam a tempo aos seus fornecedores, para que estes possam reenviar novas peças e componentes e consigam, assim, garantir as necessidades da fábrica no tempo e local estipulados, sem comprometer a produção diária. Por outro lado, algumas embalagens têm um custo de aluguer, contabilizado a partir do momento em que saem do fornecedor com as peças ou componentes e retornam vazias, logo o objetivo é ter as embalagens em posse o menor tempo possível.

Todo o processo desde a saída das embalagens vazias da linha de produção até serem expedidas para os seus fornecedores, é feito pelo parceiro logístico, atualmente na fábrica.

3.4 Caracterização das Embalagens

Como o processo em estudo é referente às embalagens, segue-se uma breve descrição dos diferentes tipos de embalagens que circulam na fábrica VW AE.

Existem 2 grandes grupos de embalagens: i) as embalagens universais e ii) as embalagens especiais que por sua vez, podem ser divididas por tipo, como está representado na Tabela 3.1.

É de referir que as embalagens universais, podem alocar diversos tipos de componentes e peças. As embalagens especiais apenas podem conter peças específicas, por terem um formato dedicado única e exclusivamente a determinada peça ou componente.

É importante referir, ainda, que existem embalagens que são propriedade da Volkswagen Autoeuropa e que circulam apenas entre o fornecedor e a Autoeuropa. Existem outras que são propriedade do Behältermanagement, uma entidade alemã que gere as embalagens do grupo Volkswagen que circulam entre todas as fábricas. As embalagens que circulam entre todas as fábricas do grupo são as que necessitam de ser expedidas o mais rapidamente possível, de forma a que o período de permanência dentro das instalações da VW AE seja o menor possível.

Tabela 3.1 - Diferentes tipos embalagens que circulam na VW AE

Embalagem	Tipo
Universais	Ferro
	GLT
	KLT
Especiais	Esferovite
	Outras

3.4.1 Universais

- **Ferro**

São embalagens constituídas por ferro, de grandes dimensões e podem possuir a característica de poderem ser colapsáveis e tornarem-se em embalagens de menores dimensões. Normalmente este tipo de embalagens não possui uma tampa ou algo que dê cobertura, sendo que as peças e componentes que usualmente são transportados neste tipo de embalagens têm uma baixa probabilidade de sofrer danos por serem constituídos de materiais mais maleáveis, como por exemplo as cabelagens, não sendo necessário uma elevada proteção no seu transporte, Figura 3.5.



Figura 3.5 - Exemplo de embalagem Universal de Ferro

- **GLT** (*Großladungsträger*)

São embalagens constituídas por um tipo de plástico bastante resistente. Existem vários tamanhos de GLTs, todas elas de grandes dimensões. Possuem uma base e uma tampa, que servem de apoio e cobertura, respetivamente, e uma manga exterior, Figura 3.6. Existem casos em que este tipo de embalagem pode conter ainda uma manga interior.

Estas embalagens podem ser totalmente colapsáveis, Figura 3.7, ou semi-colapsáveis. As totalmente colapsáveis possuem apenas a manga exterior e quando colapsadas, a manga exterior é dobrada e armazenada dentro da própria embalagem, ficando apenas visível a base e a tampa da embalagem.

Quando são semi-colapsáveis possuem adicionalmente a manga interior. Nestes casos, quando a embalagem é colapsada apenas a manga interior é armazenada dentro da embalagem, ficando visível a tampa, a manga exterior e a base. Em ambas as mangas está identificada a referência de cada tipo de embalagem.



Figura 3.6 - Exemplo de embalagem Universal do tipo GLT



Figura 3.7 - Exemplo de embalagem Universal do tipo GLT colapsada

- **KLT** (*Kleinladungsträger*)

São embalagens constituídas por um plástico azul. Existem vários tamanhos de KLTs, todas elas de pequenas dimensões, Figura 3.8. Para serem transportadas necessitam de ser agrupadas em quantidades pré-definidas, consoante as suas dimensões, por forma a perfazer as dimensões de uma embalagem *standard*. Este conjunto de embalagens designa-se por GT que necessitam de um suporte e de uma cobertura, ou seja, uma base e tampa, respetivamente, Figura 3.9.

Para que o conjunto se mantenha durante o transporte, é necessário ser cintado.



Figura 3.8 - Exemplo de embalagem Universal do tipo KLT



Figura 3.9 - Exemplo de GT de embalagens KLT

3.4.2 Especiais

- **Esferovite**

São embalagens constituídas por esferovite, cujo proprietário é a VW AE. Existem vários tamanhos de embalagens de esferovite, sendo maioritariamente de pequenas dimensões, Figura 3.10. Estas embalagens aloca peças ou componentes específicos, uma vez que possuem certos recortes e espaçamentos no seu interior, de forma a que o componente ou peça fique bem segurado e protegido no seu transporte. Estas embalagens também são agrupadas em GTs, englobando a tampa, a base e a cinta, Figura 3.11.

- **Outras**

Este tipo de embalagens é onde são englobadas todas as restantes embalagens que não se identificam com as características das anteriores. São embalagens propriedade da VW AE, de pouca rotação dentro do circuito das embalagens retornáveis.



Figura 3.10 - Exemplo de embalagem Especial do tipo esferaovite



Figura 3.11 - Exemplo de GT de embalagens de esferaovite

Atualmente, está a existir a transição entre duas bases diferentes que são ambas partes constituintes de GTs. Para a constituição das GTs, existem 2 opções de bases, uma azul e outra cinzenta. Normalmente, as GTs com embalagens universais, podem utilizar ambas as bases, no entanto, as GTs com embalagens especiais necessitam de usar uma base específica para cada referência. Por outro lado, existe ainda a situação de determinados fornecedores apenas aceitarem as embalagens em formato de GT, com uma base específica.

3.5 Caracterização dos Fornecedores

Os fornecedores, tal como as embalagens, têm também, um papel fundamental no processo em estudo.

As embalagens chegam com as peças e/ou componentes às instalações da VW AE e após serem consumidas na linha de produção, necessitam de retornar vazias aos seus fornecedores. Estes fornecedores podem produzir peças apenas para os modelos produzidos na VW AE, como também para os outros modelos produzidos nas outras fábricas do grupo.

No entanto, no contexto do processo em estudo, designa-se por fornecedor, a entidade para a qual a VW AE envia embalagens retornáveis vazias, podendo ser tanto fábricas do grupo como os próprios fabricantes de peças e componentes.

A lista de fornecedores da VW AE conta com um total de 2391 entidades. Na Figura 3.12, é possível visualizar como estas entidades estão distribuídas mundialmente.

Pode-se aferir que Alemanha, Espanha, França e Portugal são os principais destinos para os quais a VW AE envia embalagens retornáveis vazias.

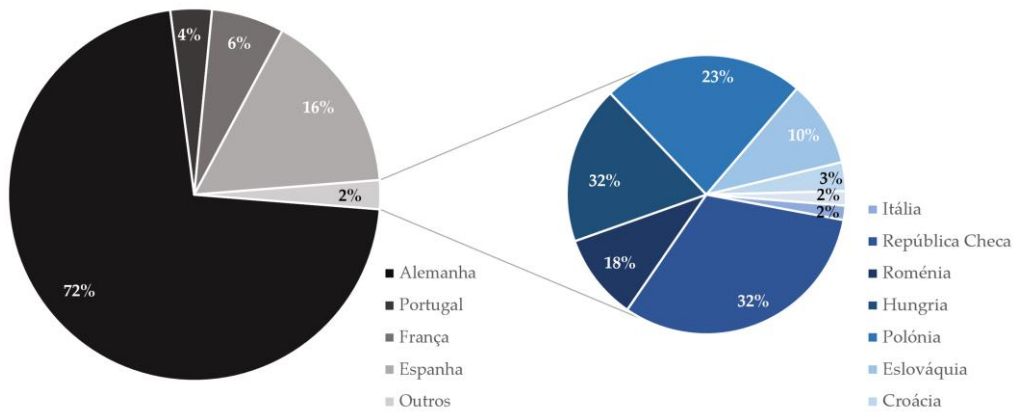


Figura 3.12 - Distribuição geográfica dos fornecedores da VW AE

A grande maioria destes fornecedores, no entanto, quando recebe embalagens retornáveis vazias provenientes da VW AE, não envia peças ou componentes de volta para a Autoeuropa. Recebem as embalagens vazias e utilizam-nas para fornecer outras fábricas do grupo, dado que a maioria das embalagens são propriedade do Behältermanagement, sendo esta entidade quem decide, consoante a disponibilidade de embalagens em cada fábrica, como, para onde e que quantidade de embalagens vazias deve ser enviada. Assim, as embalagens circulam entre todas as fábricas, e por hoje estarem na VW AE, não significa que regressem de novo à Autoeuropa.

Os fornecedores que operam apenas com as embalagens que são propriedade da VW AE, são apenas 65, dos quais 22 realizam *round trips*, ou seja, realizam tanto a logística *inbound*, como a *outbound*. Quando estes 22 fornecedores deixam as embalagens cheias com peças e/ou componentes nas instalações da VW AE têm, também, agendamento para recolher novas embalagens retornáveis vazias, necessárias à sua produção.

Os restantes 43 fornecedores no momento em que descarregam as embalagens cheias com peças e/ou componentes, não levam, necessariamente, as embalagens retornáveis vazias de volta, uma vez que as quantidades necessárias à sua produção diária são reduzidas, logo procuram fazer um agendamento quando as necessidades são mais elevadas, para compensar o investimento no transporte das embalagens.

Cerca de 11 dos 65 fornecedores estão sediados em Portugal. Grande parte destes fornecedores que utilizam embalagens propriedade da VW AE, estão localizados no parque industrial, junto à VW AE. Estes fornecem peças e componentes em JIT (*Just in Time*), logo têm acesso direto à fábrica e sabem sempre qual a sequência de produção, para poderem produzir em conformidade e abastecer a linha no momento certo, sem falhas ou erros.

3.6 Descrição detalhada do Processo de Embalagens Retornáveis

As principais atividades que fazem parte das várias etapas do processo de Embalagens Retornáveis vazias, serão descritas, em seguida, de forma mais detalhada. Para uma melhor visualização, os *Business Model Process and Notation* apresentados em cada etapa, encontra-se no Anexo A, os diagramas numa escala maior.

Este processo pode ser analisado nas vertentes administrativa e operacional. Da vertente administrativa fazem parte as seguintes etapas:

- Inventário das Embalagens;
- Abertura de Pedidos;
- Planeamento da Constituição dos Camiões;
- Planos de Carga; e,
- Processamento de Guias de Transporte.

Na vertente operacional, por outro lado, incluem-se as etapas:

- Limpeza;
- Carga e Descarga nos Armazéns;
- Armazenagem e Preparação;
- Conferência de Cargas; e,
- Carregamento/Expedição.

3.6.1 Inventário das Embalagens

A contagem das embalagens vazias é o ponto de partida do processo em estudo, Figura 3.13. Esta etapa é feita manualmente e pode ser dividida em dois subprocessos: a contagem das embalagens conformes e a contagem das embalagens danificadas, ou seja, não conformes. Como o processo de embalagens danificadas varia muito consoante o tipo de embalagem, não será tido em conta no estudo presente na dissertação.

O processo de contagem das embalagens conformes é realizado diariamente durante o turno da noite, das 23h40 às 7h10.

Primeiramente, o colaborador imprime uma folha, onde consta uma tabela com todas as referências de embalagens, as suas respetivas localizações e um campo em branco para preenchimento manual das quantidades identificadas.

De seguida, o colaborador dirige-se à zona onde determinada referência é armazenada e identifica fisicamente a embalagem. Faz a contagem do número de embalagens existentes com essa referência e regista manualmente na folha. Na maioria das vezes, as embalagens estão empilhadas numa altura de três a quatro embalagens, alinhadas em duas ou três filas, o que dificulta a visualização efetiva do número de embalagens. Nestes casos, o colaborador conta o número de filas, a quantidade de embalagens em cada fila e a quantidade de embalagens em altura. Faz a multiplicação destas três parcelas e regista na folha o resultado do cálculo. Por vezes, o cálculo não é executado corretamente ou, como o colaborador não visualiza efetivamente as embalagens, pode acontecer existirem falhas (e as filas não estarem totalmente preenchidas) e o colaborador não as detetar, resultando em erros de contagem.

Uma vez que este processo de contagem se realiza no turno da noite e a zona não está iluminada, a inexistência de luz dificulta a realização da atividade. Apesar de o colaborador levar consigo uma lanterna, não é suficiente para visualizar com clareza as embalagens e, por isso, são gerados erros.

Como o EPC é um armazém sem cobertura, quando as condições atmosféricas são adversas, o processo torna-se, ainda, mais difícil. Se estiver a chover, o colaborador para além de ter de levar a folha para preenchimento, lanterna e caneta, necessita ainda de levar consigo um guarda-chuva. Nestas condições, é extremamente complicado realizar a atividade e a probabilidade de errar na contagem das embalagens é mais elevada.

Após todas as embalagens serem identificadas, a folha fica preenchida e o colaborador dirige-se ao escritório e introduz as informações numa folha de Excel, designada para o efeito. Por vezes, o colaborador comete erros na introdução da informação no ficheiro, por falta de atenção.

A introdução desta informação no sistema é feita, muitas vezes, por diferentes colaboradores e de forma faseada, resultando frequentemente em erros de duplicação de informação, por não existir comunicação entre eles. O processo é realizado nos dois armazéns onde existem embalagens vazias, EPC e Canopy B.

No momento da contagem das embalagens nos armazéns, o colaborador precisa de ter em conta, a quantidade de cada referência de embalagem que está no *layout* de preparação de carga, tanto no EPC, como no Canopy B. O colaborador necessita, ainda, de subtrair as quantidades nas guias que foram emitidas, mas por algum motivo acabaram por não sair. São casos excecionais que, acontecem por exemplo, quando uma determinada carga é preparada, mas o transporte não se realiza, pois, o camião não aparece.

Estes erros levam a que a quantidade de embalagens de cada referência que é registada não corresponda à real, comprometendo, assim, o inventário diário. Os erros de contagem passam, muitas vezes, despercebidos e são apenas detetados no final do processo.

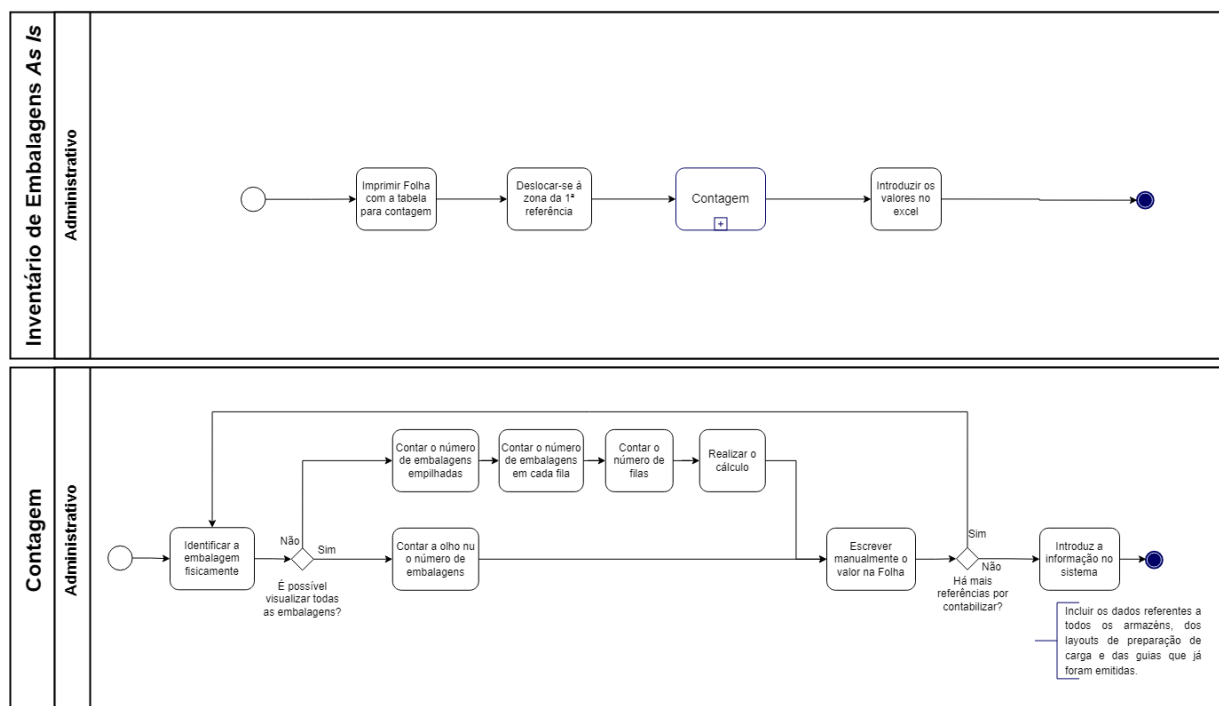


Figura 3.13 - BPMN da etapa de Inventário de Embalagens As Is

3.6.2 Abertura de Pedidos

O processo de abertura de pedidos é feito pela equipa de controlo de embalagens (CCT). Consiste no processo, de gestão das embalagens vazias de modo a satisfazer as necessidades dos fornecedores sem comprometer a linha de produção, Figura 3.14.

Todos os dias, cada fornecedor insere no sistema LISON, sistema comum à Volkswagen e a todos os fornecedores do grupo, as quantidades e tipos de embalagens de que necessita, conforme a sua previsão de necessidades para daí a 2 semanas.

O colaborador inicia a sua tarefa consultando os pedidos abertos no sistema LISON. Um pedido aberto refere-se ao compromisso de satisfação das necessidades de um fornecedor. Se o funcionamento da linha de produção for conforme o expectável, a satisfação desse pedido será cumprida.

De seguida, com a informação referente ao inventário, enviado diariamente pelo parceiro logístico, o colaborador valida se as quantidades de embalagens que existem no momento dessa validação são suficientes para satisfazer que pedidos, tendo sempre em conta os pedidos que já foram abertos e que têm de ser assegurados.

Como as necessidades do fornecedor no sistema são para dali a 2 semanas, o colaborador faz uma estimativa do momento em que as diferentes embalagens estarão disponíveis, de acordo com o tempo estimado do seu consumo na linha de produção. Acontece que esta estimativa, por vezes, diverge bastante das quantidades que existirão na realidade para aquele momento, uma vez que há paragens de linha, pelo que não há produção de embalagens vazias, ou os fornecedores não têm embalagens suficientes para enviar os componentes e ao invés de os enviarem nas embalagens pré-determinadas, enviam-nos em embalagens de cartão. Ora, este tipo de embalagens, quando cheias, dá entrada como se fosse uma embalagem das caracterizadas anteriormente, mas como é de cartão nunca retorna ao fornecedor pois no ato da limpeza é destruída (a embalagem ou é decantada para uma embalagem universal ou vai diretamente para a linha). Nestes casos, o colaborador está a contar que chegam X embalagens, mas na verdade como são de cartão não podem ser contabilizadas. Isto compromete a gestão de pedidos, feita com duas semanas de antecedência e a satisfação das necessidades dos fornecedores.

Todas as quartas-feiras, o colaborador insere no sistema LISON, uma estimativa de disponibilidade de embalagens vazias que a VW AE terá, para daí a duas semanas.

O sistema LISON permite visualizar os pedidos dos seus fornecedores tanto para embalagens propriedade do Behältermanagement, como para as suas. No entanto, a tarefa de disponibilizar a quantidades de embalagens às quartas-feiras, serve apenas para embalagens que são propriedade do Behältermanagement. É esta entidade que, de acordo com as informações das restantes fábricas, identifica quais os fornecedores a que Volkswagen Autoeuropa terá de satisfazer as necessidades.

Posteriormente, quando o colaborador faz a abertura de pedidos, tem visível os pedidos dos fornecedores que lhe foram atribuídos pelo Behältermanagement. No entanto, existe uma funcionalidade de “fábrica virtual”, no sistema LISON, onde se encontram listadas as necessidades de todos os pedidos dos fornecedores que as fábricas que tinham essa atribuição não

conseguiram satisfazer. Logo, se durante o período de 2 semanas, for detetado que existe um fornecedor nesta condição e as embalagens de que necessita estiverem disponíveis nas quantidades desejadas e não se esteja a comprometer a satisfação de nenhum outro fornecedor, é aberto um novo pedido para este fornecedor. Contrariamente, se por algum motivo (paragem de linhas, estimativa errada por consequência das embalagens de cartão) for a VW AE a não conseguir satisfazer as necessidades de determinado fornecedor, esse pedido também é inserido na "fábrica virtual".

O principal objetivo desta atividade é cumprir, ao máximo, com todos os pedidos até ao final de cada semana.

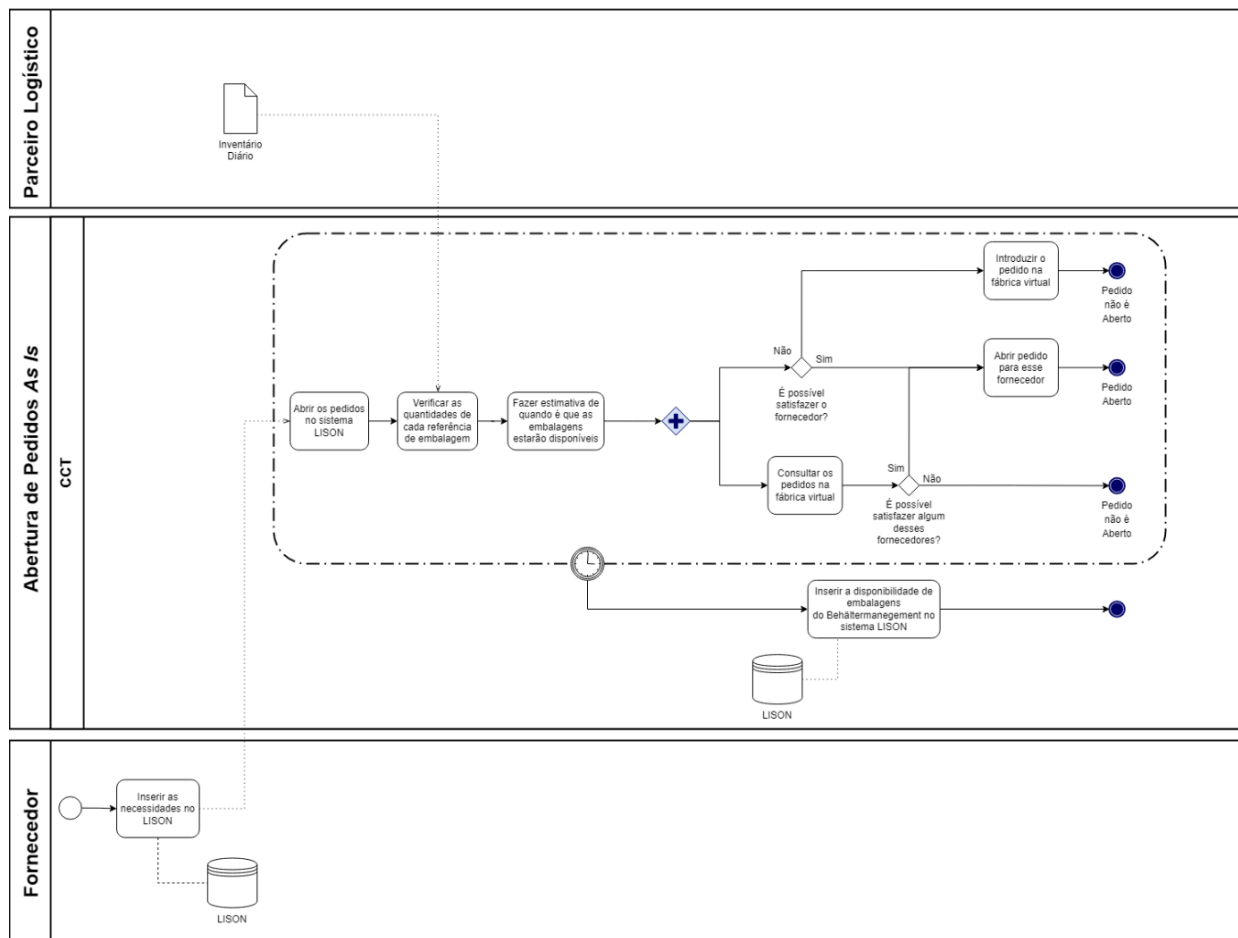


Figura 3.14 - BPMN da etapa de Abertura de Pedidos As Is

3.6.3 Planeamento da Constituição dos Camiões

A atividade de planeamento da constituição do camião diz respeito à parte do processo a partir da abertura de pedidos até estes serem efetivamente planeados e ser-lhes atribuída uma data de expedição, Figura 3.15.

Este processo inicia-se quando o colaborador responsável por esta função de planeamento, o planeador, recebe um ficheiro por email da equipa de CCT. No ficheiro constam

todos os pedidos abertos para cada fornecedor, com a respetiva identificação da transportadora e com as quantidades de cada referência de embalagem que cada fornecedor necessita até ao momento. Contém, ainda, a informação referente à morada de faturação, importante para a preparação das guias de transporte e para receber o pagamento.

De seguida, o planeador abre o ficheiro com o inventário diário, feito pelo turno da noite, e com o auxílio das funcionalidades do Excel, faz correr uma macro² que permite identificar se existem ou não quantidades suficientes para satisfazer as necessidades de cada fornecedor, de acordo com o ficheiro enviado pela equipa de CCT.

Se existirem quantidades suficientes de embalagens para satisfazer determinado fornecedor, o planeador faz a estimativa do volume ocupado para determinar o número de camiões. É nesta fase do processo que o planeador, dependendo da referência da embalagem e da quantidade, associa as referências de embalagens que podem ser transportadas no mesmo camião. Nesta etapa o planeador tem de ter em atenção as dimensões e peso de cada referência de embalagem, em relação à capacidade e dimensões do camião.

Uma vez definida a constituição da carga de cada camião, o planeador insere essa informação noutra ficheiro, que à posteriori será inserido no sistema Discovery comum a ambas as identidades (Volkswagen e Fornecedores). De seguida, neste sistema, o planeador inicia a sessão e faz o *upload* do ficheiro. Filtra a informação pela fábrica da VW AE e visualiza a informação de que necessita: o fornecedor, a transportadora que irá fazer o transporte, as quantidades de cada referência de embalagem por camião, a data prevista de carregamento e a matrícula. Tanto a matrícula do camião como a data prevista de carregamento são informações adicionadas pelos fornecedores posteriormente e, esta última, é de extrema importância, uma vez que o planeador faz a gestão dos camiões com base nessa informação.

Paralelamente, o planeador vai fazendo a gestão dos camiões através de um calendário no Outlook, que corresponde à agenda dos camiões que necessitam de ser carregados em cada dia. Esta atividade é realizada com dois dias de antecedência, ou seja, um planeamento feito num determinado dia, corresponderá a carregamentos de camiões para dois dias depois.

Cada janela do calendário corresponde a um camião que irá carregar as embalagens pré-definidas, identificado, primeiramente, pela transportadora associada.

Se as informações em relação a cada carga estiverem completas no sistema Discovery, o planeador pode associar de imediato à descrição do evento a matrícula e a data prevista de carregamento.

No caso de não existirem quantidades suficientes de embalagens para satisfazer determinado fornecedor, o planeamento desse camião não é executado. Ficando esse pedido à espera de que estejam disponíveis as quantidades pretendidas. Se a satisfação deste fornecedor não for de todo possível dentro das duas semanas estimadas pelo responsável pela abertura de pedidos, este pedido é adicionado à "fábrica virtual", para que outras fábricas o possam satisfazer, se este fornecedor não for apenas fornecedor da VW AE.

² Macro - sequência de comandos e funções que facilita a execução de determinada tarefa no Excel.

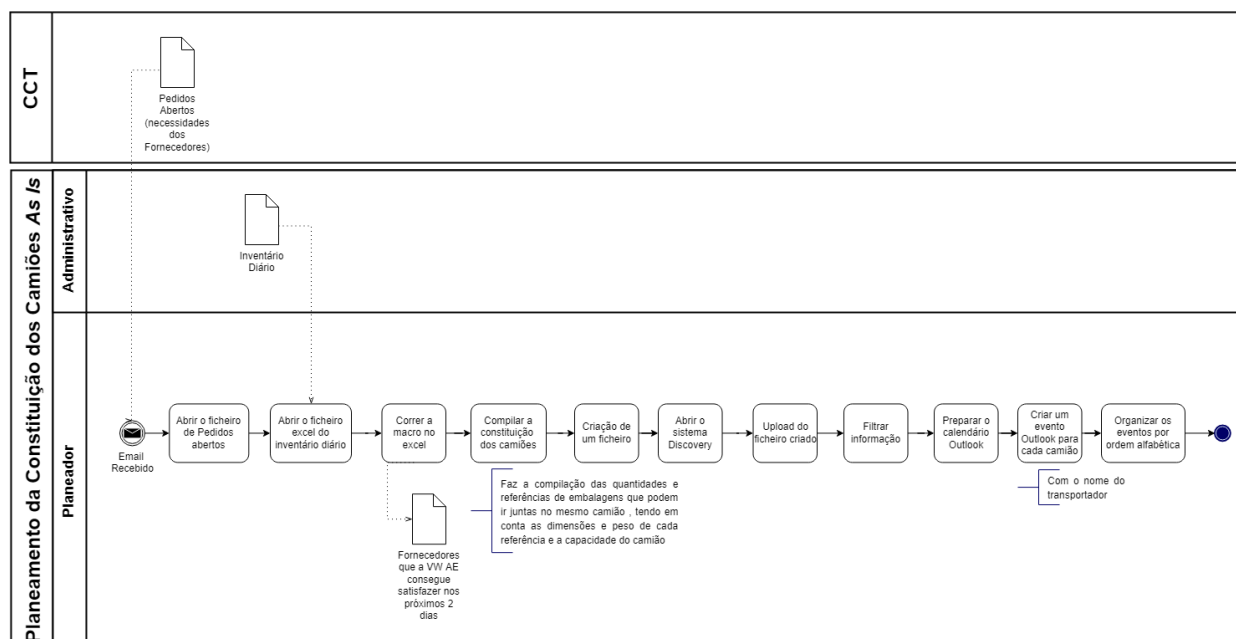


Figura 3.15 - BPMN da etapa do processo de Planeamento da Constituição dos Camiões As Is

3.6.4 Planos de Carga

A atividade de preparação dos planos de carga é realizada no turno da tarde, das 15h20 às 23h50. O colaborador responsável por esta atividade, o administrativo, inicia-a com a abertura do calendário no Outlook, planeado previamente pelo planeador. No calendário encontra as marcações diárias de carregamento dos camiões identificados com a cor cinzenta. Cada marcação diária corresponde a uma janela de tempo do calendário, denominada por evento, ou seja, cada evento está pré atribuído a um fornecedor, que é identificado nessa janela de tempo pela transportadora com a qual tem contrato.

De seguida, o administrativo abre o sistema Discovery e identifica a lista de pedidos referentes à fábrica da VW AE. Da lista de pedidos, filtra i) os confirmados, ii) os não completos e iii) os que ainda não têm toda a informação necessária, exporta o resultado dos três filtros para um ficheiro Excel.

Com o auxílio das funcionalidades do Excel, é criada uma tabela intermédia com toda a informação necessária ao planeamento dos planos de carga, a partir do ficheiro exportado.

O administrativo confirma, em primeiro lugar, se todos os campos da tabela estão preenchidos. No caso de não estarem, procura preencher com informação recente que possa ter sido enviada por email.

A cada evento é associado, o identificador da carga (ID), que é criado no momento em que a transportadora informa a VW AE quando é que determinado camião vai carregar a carga que lhe está atribuída. Para o efeito, o administrativo consulta o sistema interno da fábrica gerido pelo Centro de Controlo de Tráfico (TCC - *Traffic Control Center*) e confirma o ID da carga para cada camião. Sempre que um transportador tem a confirmação da data em que vai carregar as embalagens tem de introduzir esta informação no sistema gerido pelo TCC, bem como confirmar se a informação no sistema Discovery está atualizada. Desta forma, com

a data de carregamento confirmada, o administrativo associa o ID ao evento já criado no Outlook.

Nos casos em que a data prevista de carregamento ou a matrícula do camião que estão no sistema Discovery diferem da que foi introduzida no sistema gerido pelo TCC, o administrativo terá de fazer essa atualização na descrição do evento.

A partir da tabela intermédia do Excel, é gerado automaticamente parte do plano de carga, a laranja na Figura 3.16, nomeadamente, i) transportador, ii) código de fornecedor, iii) nome do fornecedor, iv) referência da embalagem, v) quantidade de cada referência, vi) base, vii) quantidade da base, viii) tampa, ix) quantidade da tampa e x) quantidade de volumes. O administrativo preenche os restantes itens do plano de carga com exceção da revisão do plano, i) zona de carga, ii) data, iii) código de expedição, iv) matrícula e v) hora esperada de chegada.

ID

Zona de carga	P - <input type="text"/>	DATA	<input type="text"/>	Matrícula	<input type="text"/>
Revisão de plano	<input type="text"/>	Código de expedição	<input type="text"/>	Hora esperada de chegada	<input type="text"/>

Transportador	COD fornecedor	NOME Fornecedor	Embalagem	QTY Pedido	Base	Qtz	Tampa	Qtz	Separador	Qtz	VMI	Orç em de carga
Total Volumes:											0	

Atenção que tampas e bases contam apenas como volumes se bases que as suportam!!

PREPARADOR	CONFERENTE	CONFERENTE CANOPY	CARREGADOR	ADMINISTRATIVO	CONFERENTE 2 (TL/Adm)
------------	------------	-------------------	------------	----------------	-----------------------

Figura 3.16 - *Template* de um Plano de Carga

O administrativo imprime depois o plano de carga e entrega-o ao colaborador previamente definido pelo TL como responsável. Por vezes, a data prevista de carregamento é alterada pelo que o administrativo tem de ter em conta as marcações do TCC. Assim, para uma melhor gestão dos planos de carga, o administrativo apenas faz a impressão do plano de carga quando o camião se encontrar efetivamente em trânsito. O acesso a esta informação é obtido através do sistema do TCC.

Todas as cargas necessitam de ser preparadas, independentemente de serem grupos de referências de embalagens diferentes ou apenas uma referência de embalagem. No entanto, apenas para as cargas que são conjuntos de diferentes embalagens, o administrativo necessita de anexar ao plano de carga a constituição do camião idealizada pelo planeador.

À medida que a informação é associada ao evento no Outlook, o colaborador identifica cada evento com uma cor, seguindo um código de cores existente, por forma a identificar os eventos atribuídos a cada turno.

Uma vez concluído o processo de criação e associação de planos de carga, os ficheiros gerados são guardados na pasta dos “planos de carga da semana”, nomeados com a data prevista de carregamento.

Na Figura 3.17 encontra-se o diagrama BPMN relativo a esta etapa.

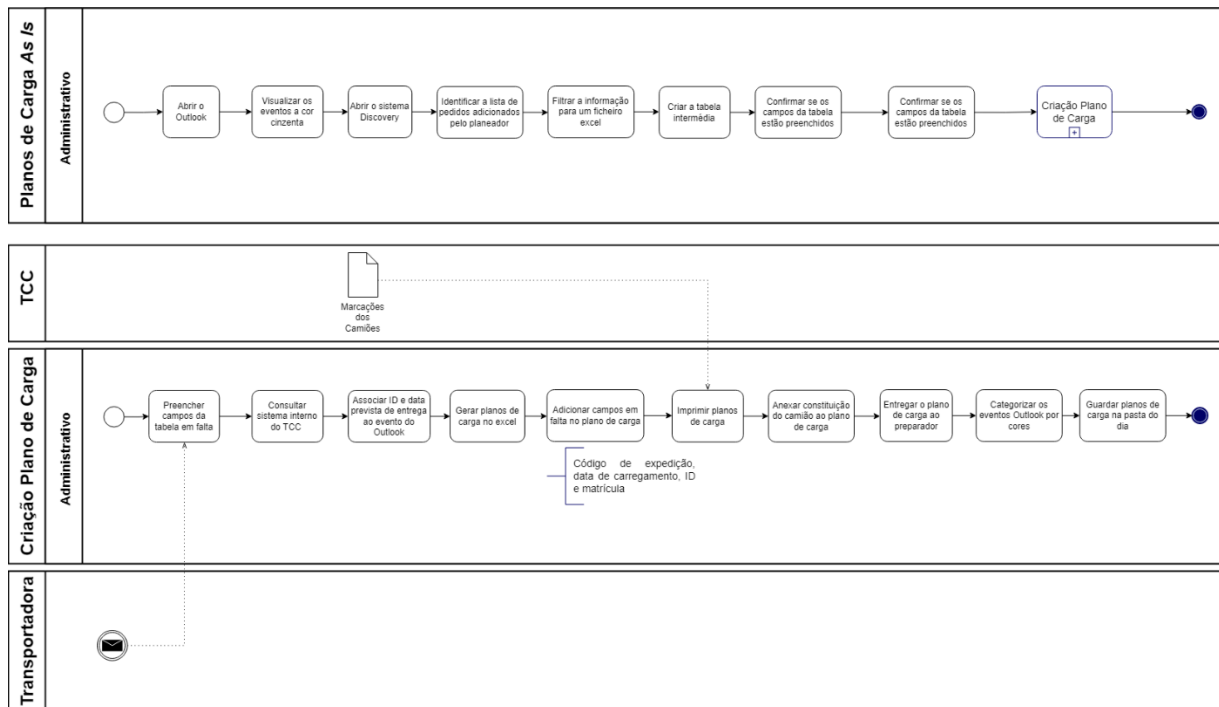


Figura 3.17 - BPMN da etapa de Planos de Carga As Is

3.6.5 Processamento de Guias de Transporte

Quando se dá por terminado o carregamento, o administrativo validando o plano de carga, confirma se está tudo corretamente preenchido, conferido e assinado por todos os intervenientes. De seguida, abre o sistema LISON e faz a inserção manual da informação referente ao plano de carga. Insere a matrícula do camião, os códigos de expedição e de fornecedor e regista as quantidades das referências de embalagens que estão prestes a ser expedidas. Se o plano de carga contiver mais do que um fornecedor, é necessário que o colaborador repita o procedimento para cada código de fornecedor, Figura 3.18.

É nesta etapa do processo, quando se dá a inserção manual da informação, que são gerados os erros. O administrativo por vezes engana-se na introdução das quantidades, o que faz gerar erros de inventário, e quando o plano de carga tem mais do que um fornecedor associado, o administrativo esquece-se, por vezes, de mudar o código de fornecedor.

Uma vez inserida toda a informação, o sistema LISON gera automaticamente as guias de transporte. O administrativo obtém as guias procurando por código de fornecedor e em estado DI, que são guias já preenchidas, mas que ainda não foram impressas ou registadas. De seguida, o administrativo identifica a guia que deseja e faz a sua validação e novamente do plano de carga, para confirmar se o plano de carga está em conformidade com a guia de transporte. Por vezes, a falta de atenção do administrativo na validação do plano de carga gera erros nas guias de transporte.

Após a validação, o administrativo muda o estado da guia para DP, para dar ordem de impressão. Depois, preenche os campos da guia que estão em falta porque necessitam de ser preenchidos manualmente.

Quando o camião faz o transporte para fora de Portugal, adicionalmente à guia de transporte, necessita para efeitos de fiscalização do CMR, que é uma abreviatura da expressão francesa “*Convention relative au contrat de transport international de Marchandises par Route*”. Este documento é importante para cargas cujo destino é fora de Portugal e serve como um acordo internacional para transportar mercadorias entre os vários países da Europa. Nele constam várias informações descritivas da carga, nomeadamente, a data e o local de onde estão a ser expedidas, o nome e morada da transportadora, assim como do fornecedor, a descrição e o peso total das embalagens que estão a ser transportadas. O preenchimento deste documento é totalmente manual, sendo demorado e por vezes com erros. No final do preenchimento, são separados os duplicados dos documentos e são carimbados. Depois as cópias são agrafadas juntamente com o plano de carga sendo entregues ao motorista do camião.

Quando o camião abandona as instalações no EPC ou Canopy B, o colaborador volta a mudar o estado da guia para DR, que corresponde à guia de transporte ter sido registada.

Por fim, os duplicados, tanto das guias como de CMRs pertencentes à VW AE, são deixados no separador de “Guias por verificar” para serem validadas pelo TL. Se por algum motivo os dados que constam no CMR ou na guia de transporte estiverem incorretos, é necessário o colaborador contactar a equipa de CCT para ser realizada a alteração. Se os dados estiverem totalmente corretos, a guia passa ao separador de “Guias Verificadas” para serem arquivadas posteriormente. Em caso de correção, as guias em questão são digitalizadas e enviadas ao transportador para que sejam encaminhadas, posteriormente, ao fornecedor.

Nas situações em que por algum motivo, o plano de carga é alterado em relação ao idealizado inicialmente pelo administrativo, este necessita de deixar o plano de carga alterado na secretária do planeador, para que nas futuras constituições dos camiões seja tido em conta essa alteração. O administrativo, por vezes, não realiza esta tarefa e acaba por gerar erros, pois as quantidades das embalagens não são atualizadas na folha correspondente.

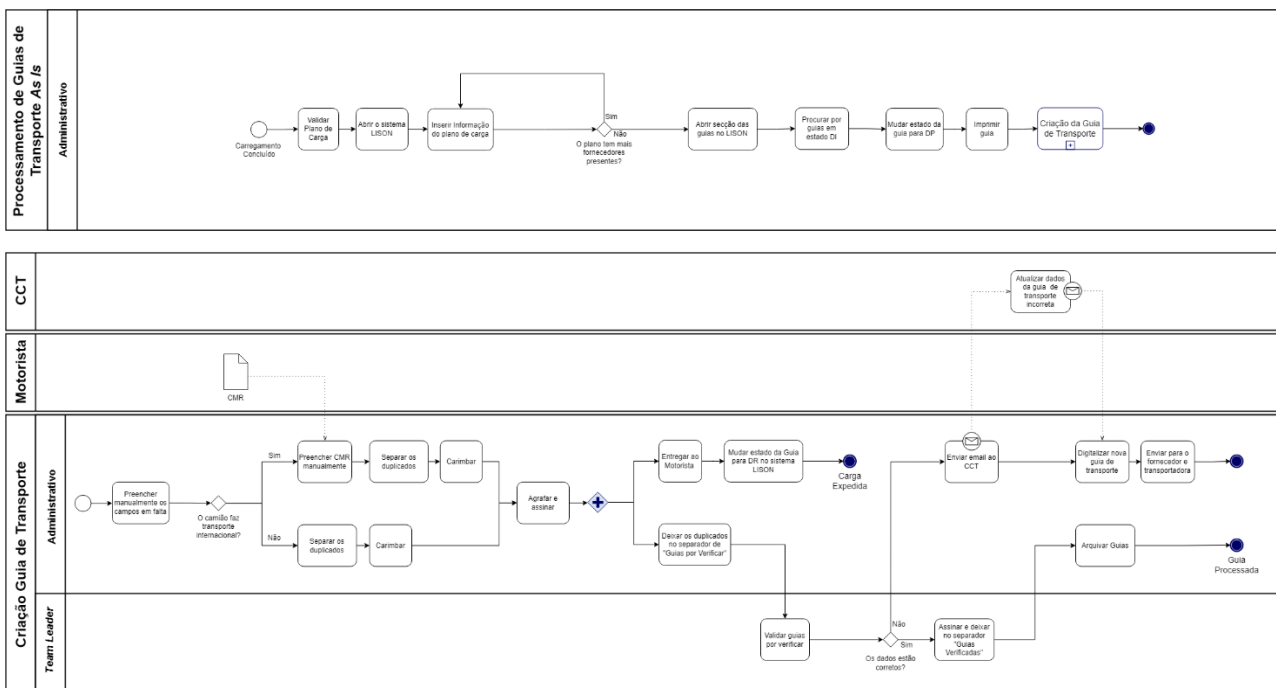


Figura 3.18 - BPMN da etapa de Processamento das Guias de Transporte As Is

3.6.6 Limpeza

A vertente operacional do processo das embalagens vazias inicia-se na zona de limpeza, no LOZ. As embalagens após serem totalmente consumidas na linha de produção são transportadas para locais específicos nos supermercados. De seguida, o colaborador responsável pelo transporte coloca as embalagens numas estruturas designadas por crocodilos que estão atreladas a uma mota, Figura 3.19. Faz a movimentação das embalagens da zona de supermercados até à zona da limpeza. Chegada à limpeza, o colaborador responsável retira o conjunto embalagem e crocodilo e troca-o por um dos crocodilos vazios na área da limpeza. O conjunto embalagem e crocodilo fica em espera até que se possa proceder à limpeza da embalagem, Figura 3.19.



Figura 3.19 - Zona dos crocodilos, onde as embalagens esperam para serem limpas

Existem 3 linhas de limpeza distintas: uma destinada às embalagens de esferovite, outra para as embalagens KLTs e, por fim, uma para as embalagens de ferro e GLTs.

O colaborador utilizando o empilhador de plataforma, retira a embalagem do crocodilo e consoante o tipo de embalagem abastece a linha de limpeza correspondente.

i) Na linha de limpeza para embalagens de esferovite, o colaborador retira todas as etiquetas que a embalagem possa trazer consigo e de seguida, limpa o interior da embalagem. O objetivo nesta linha de limpeza é criar conjuntos de embalagens para formar GTs. Assim, se existirem conjuntos por terminar da referência de embalagem de esferovite que acabou de ser limpa, o colaborador agrupa-a a esse conjunto de embalagens, até perfazer o número ideal de formação de uma GT daquela referência. Se, não estiver a ser concluída nenhuma GT da referência de embalagem de esferovite que acabou de ser limpa, o colaborador necessita de iniciar a criação de uma nova, tendo de ir buscar a base correspondente à formação da GT dessa referência.

Quando o número ideal de formação de GT para determinada referência é atingido, o colaborador necessita de colocar uma tampa no topo do conjunto.

Assim que a GT estiver pronta – Base, embalagens e tampa, o colaborador coloca uma cinta em volta do conjunto para que possa ser transportado em bloco. A Figura 3.20 ilustra o colaborador a realizar algumas tarefas, nomeadamente (a) Retirar conteúdo e etiquetas, (b) Agrupar as embalagens e (c) Criar a GT.



Figura 3.20 - Limpeza na linha das embalagens de esferovite, (a) Retirar conteúdo e etiquetas, (b) Agrupar embalagens, (c) Criar a GT

A GT fica em espera junto do fim da linha de limpeza até perfazer a quantidade de 2 unidades, para que o colaborador com o empilhador de *put away* (1 fiada), possa pegar nas duas GTs e transportá-las para o *layout* de transferência, onde ficam em espera até perfazerem a quantidade necessária para serem transportadas num empilhador de 2 fiadas. Quando é atingido esse valor, as embalagens são transportadas pelo empilhador de carregamento, para a zona de carregamento, onde ficam a aguardar a chegada do camião interno.

ii) À semelhança da linha de limpeza de embalagens de esferovite, a linha de limpeza de embalagens KLTs, funciona de forma semelhante, Figura 3.21. O colaborador necessita de (a) retirar todas as etiquetas e conteúdo que a embalagem possa trazer consigo, de seguida (b) as KLTs são agrupadas em conjuntos de modo a (c) formar uma GT.

Após ter o número ideal de formação de GT atingido, o colaborador necessita de (d) cintar o conjunto de embalagens, para permitir o seu transporte em bloco até ao *layout* de transferência e por fim, aguardarem até que a quantidade necessária para serem movimentadas pelo empilhador de 2 fiadas seja atingida para serem levadas para a zona de carregamento.



Figura 3.21 - Limpeza na linha das KLTs, (a) Retirar conteúdo e etiquetas, (b) Agrupar KLTs, (c) Criar a GT, (d) Cintar GT

iii) No que diz respeito à linha de limpeza de embalagens de ferro e GLTs, são retiradas todas as etiquetas que as embalagens possam trazer consigo e é limpo o seu interior. Se for uma embalagem do tipo GLT, esta pode ser colapsável ou semi-colapsável, ou seja, após (a) a limpeza, o colaborador retira a manga interior, no caso das semi-colapsáveis, ou a única manga exterior existente (exemplo na Figura 3.22), se for uma embalagem colapsável. De seguida (b) dobra-a para que possa ser (c) guardada dentro da própria embalagem, e por fim (d) coloca a tampa no topo do conjunto base e manga, Figura 3.22.

Após a limpeza e o colapso da embalagem GLT, esta fica a aguardar na linha até que mais embalagens dessa referência sejam limpas para serem todas empilhadas e perfazerem a quantidade necessária para que o colaborador do empilhador de *put away* as possa transportar da zona da linha para o *layout* de transferência.

Relativamente às embalagens de ferro, estas não necessitam de qualquer outra intervenção para além da sua limpeza e no caso de serem colapsáveis, proceder-se ao seu colapsar. Após a limpeza e/ou colapso, são transportadas diretamente para o *layout* de transferência.

No caso de as embalagens estarem sujas com óleos ou outras substâncias provenientes das peças ou componentes anteriormente alocados, e não ser possível a sua limpeza, então são consideradas como embalagens danificadas e apenas é feita a limpeza exterior de etiquetas. Durante a limpeza é necessário o colaborador inspecionar a embalagem e garantir que está em condições de alocar novas peças ou componentes sem comprometer a integridade dos mesmos.



Figura 3.22 - Limpeza na linha das GLTs e Ferro (a) Retirar conteúdo e etiquetas, (b) Dobrar a manga, (c) Colocar manga dentro da embalagem, (d) Colocar a tampa

Quando a quantidade de cada referência de embalagens e/ou GTs no *layout* de transferência é suficiente para serem movimentadas num empilhador de 2 fiadas, o colaborador do empilhador de carregamento, retira as embalagens do *layout* de transferência e transporta-as para a zona de carregamento.

O *layout* de transferência tem um espaço limitado, pelo que não é possível a permanência de muitas embalagens nesta zona, Figura 3.23. Logo, a transferência das embalagens para a zona de carregamento, necessita de ser rápida. O número de embalagens e/ou GTs que se agrupam no *layout* de transferência depende do número de embalagens dessa referência que

o empilhador de 2 fiadas consegue levar de uma só vez. O empilhador de carregamento consegue carregar simultaneamente 4 GTs de referências diferentes, uma vez que as dimensões das GTs são *standard* independentemente da referência de embalagem. As restantes embalagens variam consoante a referência.

Na zona de carregamento, Figura 3.24, as embalagens ficam a aguardar a chegada de um camião interno para que posteriormente possam ser carregadas e transportadas para os seus armazéns respetivos.

O diagrama BPMN respetivo a esta etapa encontra-se na Figura 3.25.



Figura 3.23 - *Layout de Transferência*



Figura 3.24 - Zona de Carregamento no LOZ

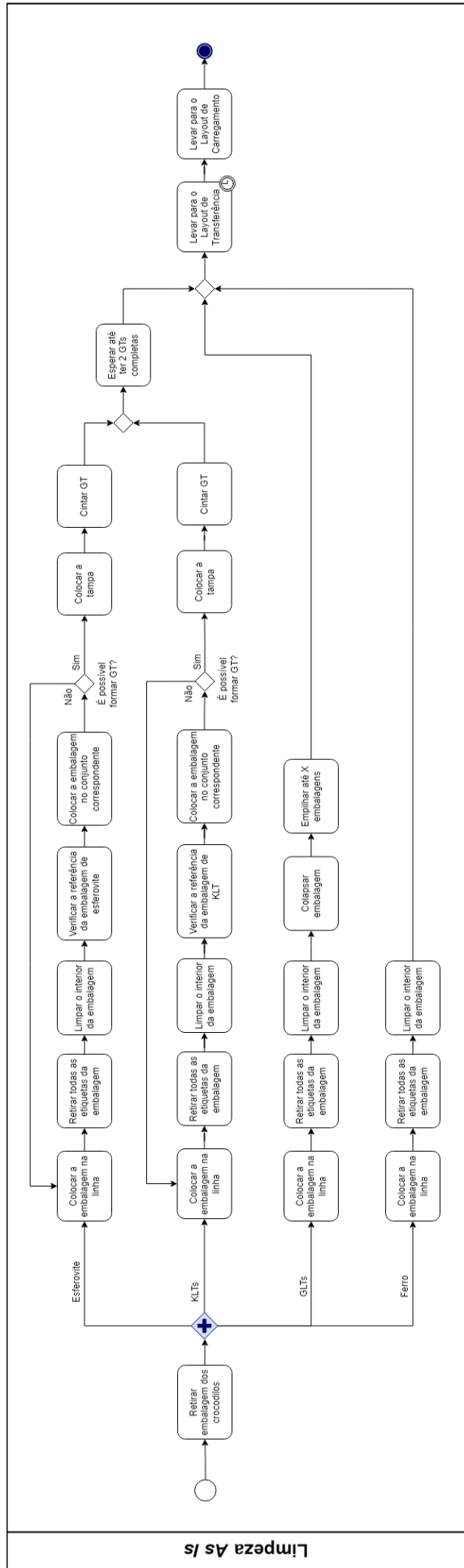


Figura 3.25 - BPMN da etapa Limpeza As Is

3.6.7 Carga e Descarga para Armazéns

Quando as embalagens chegam à zona de carregamento, são separadas por armazém de destino, Figura 3.26. Ambos os armazéns EPC e Canopy B estão localizados na mesma área geográfica da fábrica da VW AE. No entanto, para facilidade do desempenho das operações, as embalagens no momento da chegada do camião interno ao LOZ, são carregadas em camiões distintos consoante o armazém. Quando são embalagens de esferovite ou determinadas GLTs, uma vez que estas embalagens são sensíveis a determinadas condições atmosféricas, estas são armazenadas no armazém coberto, o Canopy B e as restantes embalagens, não tendo esta característica, têm como destino o EPC.

Quando chegam ao armazém respetivo, o colaborador encarregue da descarga com o auxílio do empilhador de 2 fiadas, retira as embalagens do camião e coloca-as no *layout* respetivo de descarga, Figura 3.27.

Existem embalagens que são consumidas na zona da Pintura e Carroçaria, logo ficam vazias e necessitam de ter um destino. Como estas embalagens não chegam a sofrer uma limpeza de etiquetas e conteúdo no LOZ, são encaminhadas para os armazéns em camiões internos diretamente de onde são consumidas.

Pode acontecer ainda, chegarem aos armazéns embalagens que tenham sido reparadas e que estão em condições para desempenhar as suas funções e entrarem novamente no circuito. No entanto, estas embalagens são transportadas em camiões externos à Volkswagen Autoeuropa, logo necessitam de trazer consigo guias de transporte. Para dar entrada no sistema, o administrativo faz a digitalização dessa guia e introduz as quantidades de embalagens no sistema LISON. Frequentemente, o administrativo não realiza esta tarefa de digitalização, o que por vezes pode pôr em causa a confirmação da chegada destas embalagens, caso o documento original se perca.

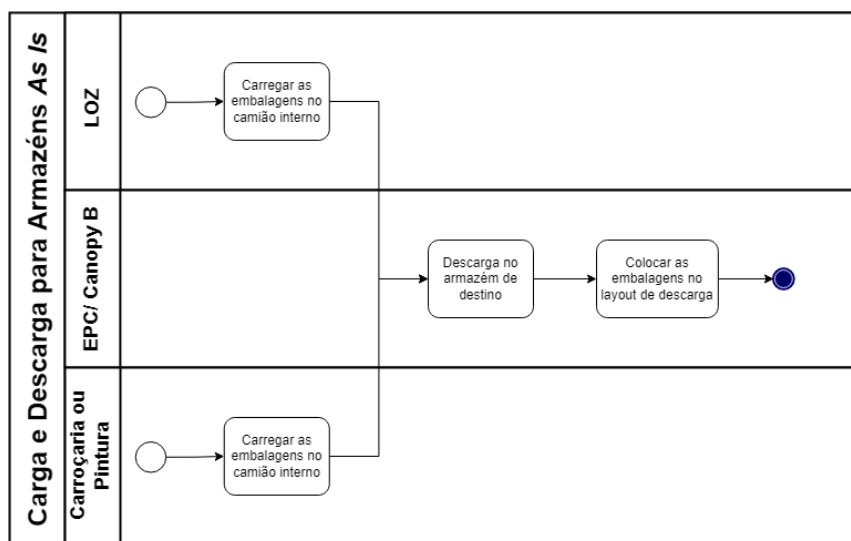


Figura 3.26 - BPMN da etapa de Carga e Descarga para armazéns As Is



Figura 3.27 - Descarga das embalagens para Canopy B

3.6.8 Armazenagem e Preparação

As embalagens que se encontram no *layout* de descarga são armazenadas, pelo arrumador, com o auxílio do empilhador de apenas uma fiada. As embalagens são armazenadas no local atribuído a cada referência de embalagem, Figura 3.28. Este tipo de empilhador apenas consegue transportar uma coluna de embalagens de cada vez, Figura 3.29.

No caso de o *layout* para determinada referência estar cheio, o arrumador leva a embalagem para a zona de excessos.

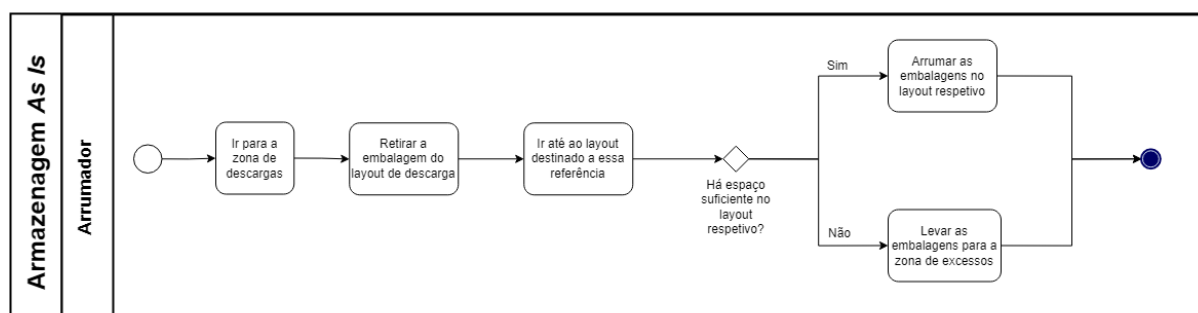


Figura 3.28 - BPMN da etapa de Armazenagem As Is

Quando, o colaborador responsável pela preparação, o preparador, recebe um plano de carga pré-atribuído pelo TL, necessita de fazer a sua preparação. Primeiramente, dirige-se à zona onde estão delimitados os locais para estacionamento de camiões e decide qual o parque que deverá ser atribuído a esse plano de carga, Figura 3.30.

De seguida, analisa o plano de carga para verificar quais as embalagens de que necessita, tendo em conta a ordem de carga. Faz, ainda, uma análise à distribuição das embalagens pelo camião, tendo em conta o fator de empilhamento. Este fator representa o número de embalagens que é possível empilhar de cada referência, de acordo com a altura disponível do camião. Este processo requer um conhecimento aprofundado das características das embalagens, por parte do preparador.

Uma vez decidido o número de embalagens passíveis de empilhamento, o preparador determina qual a primeira referência de embalagem a ir buscar, tendo em conta a constituição do camião, pois é necessário ter uma visão de como dispor as embalagens no camião e prepará-las consoante essa definição. Assim, o *layout* preparado deverá estar por ordem de carregamento, para que no momento em que é realizado, não existam erros de distribuição da carga no camião e o colaborador consiga carregar tudo. Nesta fase, existe alguma falta de atenção do preparador no momento da distribuição das embalagens pelo camião e alguma confusão na identificação das embalagens, quando existem várias referências diferentes.

Em seguida, de entre os 3 dos *layouts* de preparação, se estiverem todos disponíveis, o preparador escolhe um para o plano de carga que irá preparar. Depois, dirige-se ao local onde está armazenada a referência da embalagem e retira a quantidade de que necessita e movimenta-as até ao *layout* de preparação. Caso o número de embalagens não seja superior à capacidade do empilhador, o preparador movimenta as embalagens até ao *layout* de preparação. Caso contrário, repete o procedimento, as vezes que forem necessárias, até perfazer o número de embalagens que constam no plano de carga no *layout* de preparação. Repete o processo para todas as referências de embalagens que constam no plano de carga.

Por vezes, o preparador deteta uma anomalia numa embalagem no momento da preparação. Nesse caso, se houver mais embalagens dessa referência, o preparador vai buscar uma nova embalagem. Se não existir mais nenhuma embalagem dessa referência, o preparador tem de fazer uma alteração no plano de carga e evidenciar essa alteração com um marcador fluorescente na folha do plano de carga. No entanto, o preparador nem sempre o faz, o que gera erros tanto nas guias de transporte como no inventário.

Quando o plano de carga se encontra totalmente preparado no *layout* de preparação, o preparador assina o campo de preparação de carga e identifica qual a primeira e a última fila de embalagens a carregar. Depois leva o plano de carga e coloca-o no separador de "planos de carga preparados".

O TL altera a cor do evento no Outlook, para identificar que a carga já está preparada.



Figura 3.29 - Armazenagem das embalagens no Canopy B

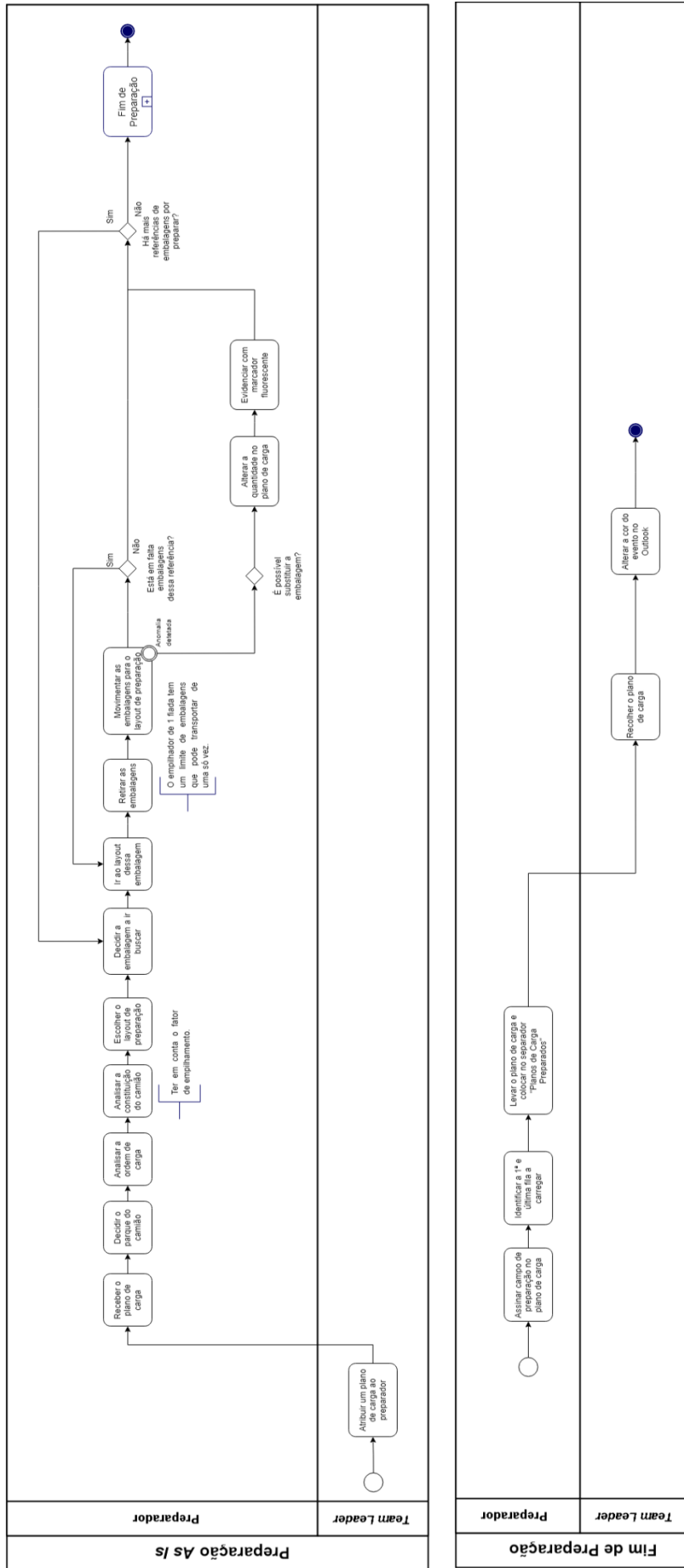


Figura 3.30 -BPMN da etapa de Preparação As Is

3.6.9 Conferências das Cargas

Após a preparação das embalagens, é necessário o TL realizar a primeira conferência, para verificar se efetivamente as embalagens preparadas pelo preparador correspondem às definidas no plano de carga, Figura 3.31 e Figura 3.32.



Figura 3.31 - Conferência da Carga

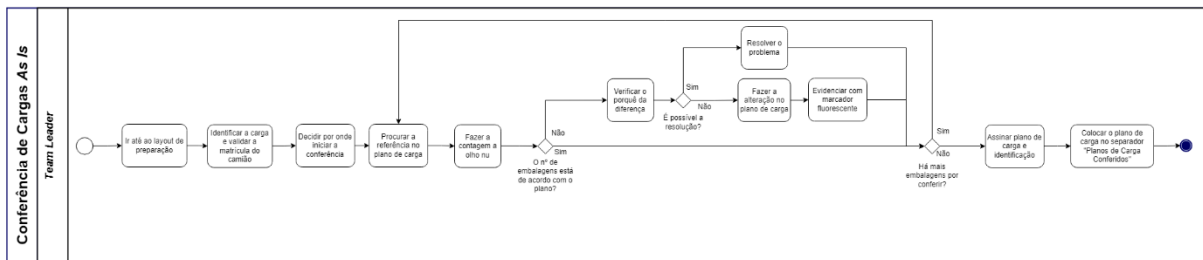


Figura 3.32 - BPMN da etapa de Conferência de Cargas As Is

O TL dirige-se ao *layout* de preparação e identifica a carga e valida a matrícula do camião. De seguida, pondera qual deve ser a primeira embalagem a conferir. Após a seleção da embalagem a conferir o TL aproxima-se dela e procura a referência no plano de carga. Em seguida, faz a contagem a olho do número de embalagens dessa referência. Se o número de embalagens da referência estiver de acordo com o plano de carga, o TL passa para a referência seguinte. Caso não esteja, o TL verifica o motivo da diferença e se não for possível a resolver o problema faz a alteração do plano de carga rasurando a folha e atualizando a quantidades. É feita uma sinalização com marcador fluorescente para evidenciar a alteração.

Por vezes, quando existirem grupos de várias referências de embalagens, o TL faz alguma confusão. Outras vezes, o TL não evidencia as alterações feitas no plano de carga o que, mais uma vez, gera erros tanto nas guias de transporte como no inventário.

Após a conferência de todas as embalagens, o TL assina o plano de carga confirmando a conferência da carga preparada, dirige-se ao escritório e coloca o plano de carga no separador de “planos de carga conferidos”.

No caso de o TL detetar a existência de uma anomalia na conferência da carga, a embalagem é retirada e enviada para a zona específica do tipo de anomalia. O TL solicita uma nova embalagem para substituir a não conforme que identifica como embalagem danificada. Evidencia novamente com marcador fluorescente as alterações realizadas no plano de carga

3.6.10 Carregamento/ Expedição

Um camião que chega ao armazém, para transportar a carga preparada e conferida recebe do administrativo indicações do local onde estacionar para se proceder ao carregamento. Uma vez parqueado, o administrativo atualiza o sistema gerido pelo TCC de que o camião já se encontra no armazém, permitindo localizar o camião dentro do complexo da VW AE.

Antes de iniciar o carregamento, o carregador, recebe o plano de carga correspondente à preparação e preenche uma *checklist* referente ao estado do camião. Se forem cumpridos os primeiros quatro pontos da *checklist*, intitulados de “pontos inibidores de carregamento” e que se prendem com as características do camião e do motorista, o processo de carregamento prossegue.

Antes do carregamento, é necessário que o TL faça uma segunda conferência da carga, seguindo os vários pontos abordados no subcapítulo 3.6.9., uma vez que o número de reclamações recebidas devido a cargas incorretas que chegam aos fornecedores é elevado. Deste modo, a segunda conferência é feita como ponto de controlo, Figura 3.33 a).

O carregador inicia o carregamento com um empilhador de duas fiadas, transportando duas colunas de embalagens de uma só vez e de acordo com a ordem pré-definida, Figura 3.33 b).



(a)

(b)

Figura 3.33 - (a) *Layout* de Preparação com carga preparada, (b) Carregamento no camião para expedição das embalagens

Sempre que o carregador carrega cada duas fiadas no camião, tem de tirar uma fotografia com o auxílio de câmara fotográfica, no entanto, muitas vezes esta fica desfocada e não tem definição suficiente devido à luminosidade existente nesse momento ou até mesmo devido à

habilidade do carregador no desempenho desta atividade, outras vezes, esta atividade de tirar a fotografia não é realizada por falta de esquecimento do carregador. Estas situações acabam por dificultar a resposta a reclamações, uma vez que não é possível confirmar, efetivamente, o que foi enviado.

Uma vez concluído o carregamento e tiradas as fotografias, o carregador entrega a *checklist* e o plano de carga ao administrativo. Este, por sua vez, preenche as guias de transporte e CMR, se for o caso. De seguida, assina todos os documentos necessários e entrega-os ao motorista do camião.

A carga está pronta a ser expedida do armazém, pelo que o administrativo informa novamente o sistema gerido pelo TCC de que o carregamento já foi efetuado e o camião está pronto a sair.

O diagrama BPMN respetivo a esta etapa encontra-se na Figura 3.34.

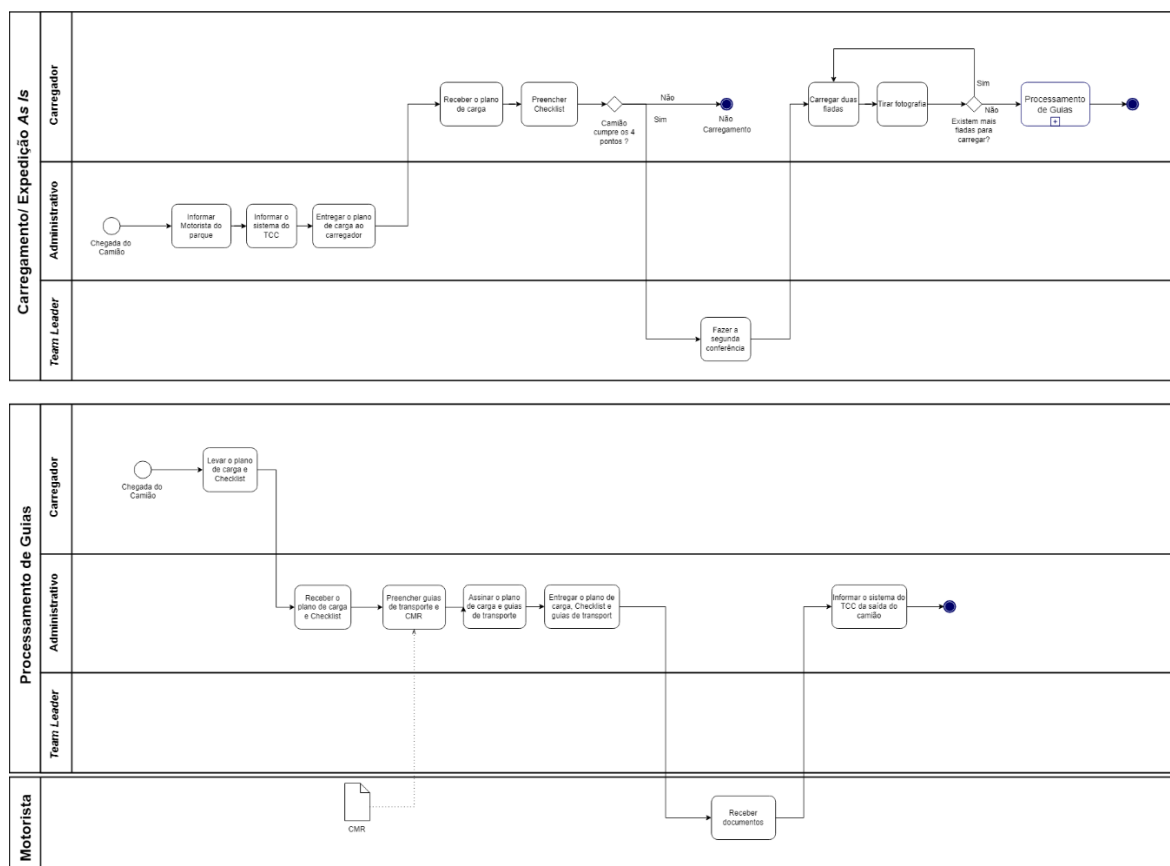


Figura 3.34 -BPMN da etapa de Carregamento/Expedição As Is

3.6.11 Identificação das Oportunidades de Melhoria

Ao longo da descrição das várias etapas do processo em estudo, são identificadas as várias oportunidades de melhoria recorrentes em cada uma delas, que agora são apresentados de uma forma sucinta na Tabela 3.2.

Tabela 3.2 - Identificação das Oportunidades de Melhoria

Etapa do Processo	Nº	Oportunidade de Melhoria	Causa
Inventário das Embalagens	1	Dificuldade na identificação física e na lista da embalagem.	Várias filas de embalagens empilhadas; Contagem realizada no turno da noite.
	2	Necessidade de deslocação diária até aos layouts de armazenagem em condições adversas.	Condições meteorológicas.
	3	Realização de cálculos mentais para obtenção do total de embalagens.	Cálculo errado.
	4	Necessidade de realizar cálculos para introdução da informação dos dados no computador das quantidades contadas em todas as zonas e das guias que foram emitidas, mas por algum motivo acabaram por não sair.	Elevado número de informação para ser contabilizada ao mesmo tempo.
	5	Leitura errada das anotações no papel quando introduzido no ficheiro Excel.	Não compreensão das anotações e falta de atenção do colaborador.
Abertura de Pedidos	6	Estimativa errada da disponibilidade das embalagens para satisfação das necessidades dos fornecedores.	Inventário de embalagens mal contabilizado.
Planeamento da Constituição dos Camiões	7	Dificuldade de criação da agenda Outlook.	Incerteza na introdução dos dados.
Planos de Carga	8	Falta de integração de softwares de visualização do evento alocado a cada plano de carga e se existem quantidades disponíveis de momento para a satisfação completa do plano de carga.	Como o planeamento é feito normalmente com 2 dias de antecedência, podem não existir quantidades suficientes para satisfazer o plano de carga no dia em que estaria estipulado.
Processamento de Guias de Transporte	9	Introdução Errada no sistema LISON das quantidades de embalagens e códigos de fornecedor referentes a determinado plano de carga.	Elevado número de informação para ser introduzida; Interpretação errada das anotações.
	10	Não validação dos planos de carga e guia de transporte.	Falta de atenção do colaborador.

Etapa do Processo	Nº	Oportunidade de Melhoria	Causa
Processamento de Guias de Transporte	11	Preenchimento manual dos documentos - processo repetitivo e demorado	Realizado manualmente.
	12	Falha na passagem da informação, ao planeamento da constituição dos camiões, das alterações aos planos de carga	Não cumprimento pelo colaborador.
	13	Introdução errada no sistema LISON das quantidades de embalagens e códigos de fornecedor referentes a determinado plano de carga.	Falta de atenção do colaborador na informação sobre os fornecedores no plano de carga.
	14	Não digitalização de Guias de Transporte.	Não cumprimento pelo colaborador.
	15	Tomada de decisão errada na distribuição das embalagens pelo camião.	Decisão errada.
Preparação/ Armazenagem	16	Análise errada da ordem de carga.	Falta de atenção do colaborador.
	17	Análise errada do fator de empilhamento consoante as dimensões do camião, não sendo depois possível o carregamento.	Falta de atenção na realização da tarefa.
	18	Falha na evidência das alterações feitas ao plano de carga, criando erros de guias de transporte.	Não cumprimento pelo colaborador.
	19	Confusão na identificação das embalagens a carregar.	Falta de atenção do colaborador.
	20	Confusão entre as várias referências de embalagens.	Falta de atenção do TL.
Conferência de Cargas	21	Dificuldade na localização física da embalagem com o código no plano de carga.	Pouco tempo para realizar a tarefa.
	22	Falha na evidência das alterações feitas ao plano de carga. TL faz conferência de um plano diferente ao efetivamente preparado.	Falta de atenção do TL.
	23	Incumprimento das respetivas responsabilidades na execução das tarefas.	Falta de atenção do TL.
Carregamento/ Expedição	24	Conferência à distância.	Pouco rigor na realização da tarefa.
	25	Ineficiente método de fotografar cada fiada carregada no camião.	Não cumprimento pelo colaborador.

3.7 Síntese do Capítulo

Este capítulo inicia-se com uma breve apresentação do Grupo Volkswagen e da fábrica de Palmela onde a dissertação foi desenvolvida. Segue-se a caracterização do estudo de caso, onde é feita uma descrição detalhada das 10 etapas do processo das embalagens vazias i) Inventário das Embalagens, ii) Abertura de Pedidos, iii) Planeamento da constituição dos Camiões, iv) Planos de Carga; v) Processamento de Guias de Transporte, vi) Limpeza, vii) Carga e Descarga nos Armazéns, viii) Armazenagem e Preparação, ix) Conferência de Cargas e x) Carregamento/Expedição, e são identificadas as principais oportunidades de melhoria em cada uma delas.

As principais oportunidades de melhoria prendem-se pela falta de atenção e rigor do colaborador na realização das tarefas, uma vez serem tarefas demoradas e repetitivas. Estas falhas de atenção têm impacto direto no inventário real das embalagens, que é o ponto de partida para todo o processo. Por outro lado, também existe o não cumprimento de diferentes tarefas que são essenciais ao bom funcionamento do processo. Por exemplo, o facto de o colaborador não fotografar cada fiada de embalagens que é carregada leva a que seja impossível garantir que embalagens foram efetivamente carregadas para eventuais efeitos de controlo de reclamações.

Estas oportunidades de melhoria são a base para o desenvolvimento do capítulo onde é proposto um modelo de gestão de embalagens retornáveis.

PROPOSTA DE UM MODELO DE GESTÃO DE EMBALAGENS RETORNÁVEIS

Este capítulo tem como objetivo apresentar uma nova proposta de um modelo operacional para melhoria do processo de gestão de embalagens retornáveis e eliminação ou minimização das oportunidades de melhoria identificadas no capítulo anterior. A apresentação do novo modelo está dividida pelas várias etapas do processo de gestão de embalagens que sofrem alterações com a implementação do mesmo. Esta descrição encontra-se acompanhada de diagramas de *Business Process Model and Notation*, em que as atividades identificadas como novas em cada etapa, estão assinaladas com a cor azul. São disponibilizados no anexo B, os BPMN das etapas do processo a uma escala maior.

4.1 Pressupostos

O modelo de gestão de embalagens vazias foi desenvolvido com vista à melhoria e/ou eliminação dos principais problemas gerados pelo processo descrito no capítulo 3, que são maioritariamente provocados por agentes humanos, devido sobretudo a carência de novas tecnologias nas operações e das atividades serem realizadas manualmente. Propõe-se a transformação do processo para um formato mais digital e tecnológico, com a **criação de um sistema de leitura de etiquetas para rastreamento das embalagens**. A contabilização errada do número de embalagens diariamente parece ser o principal problema, que em muitos dos casos é o responsável pelos restantes identificados. Pretende-se que com esta proposta exista este controlo do número de embalagens existentes de cada referência de embalagem.

De uma forma geral, o objetivo deste modelo é a criação de um processo onde cada embalagem ou GT tenha a sua própria identificação, através de uma etiqueta. Desta forma, os colaboradores recorrendo a dispositivos eletrónicos (*hardwares*) conseguem fazer a leitura das etiquetas e criar um sistema de gestão inteligente. Assim, sempre que esta identificação for lida poderá obter-se a informação acerca da embalagem e, desta forma, ter um inventário em tempo real das embalagens vazias existentes na VW AE. Com este novo sistema, pretende-se não só esta funcionalidade de contabilização, como também incorporar características que

possam facilitar a operação e a diminuição das restantes oportunidades de melhoria identificadas.

Como é descrito no capítulo 2, existem vários tipos de sistemas de identificação de objetos. Para este caso em concreto, a melhor opção seria uma etiqueta de identificação por radio frequência (RFID) por tornar todo o processo mais simples e não associar mais atividades às etapas já existentes. Porém, devido à forma como o EPC e o Canopy B estão organizados, não era possível a instalação de uma estrutura que pudesse alocar os leitores RFID e, assim, ler estas etiquetas quando os camiões chegavam aos armazéns de destino. O ideal seria incorporar os leitores de RFID na estrutura de toda a fábrica, para que o rastreamento fosse contínuo. No entanto, os custos de instalação e manutenção destes leitores são elevados para o orçamento inicialmente estipulado pela VW AE para este projeto. Por outro lado, a utilização destas etiquetas poderia gerar interferências em leitores de RFID que outras fábricas pudessem já utilizar.

Desta forma, como este projeto abrange toda a VW AE, foi necessário encontrar outra solução, pelo que se entendeu que uma **etiqueta em papel autocolante resistente às condições atmosféricas, do tipo de código de barras - code 39**, fosse a melhor opção. Este código de barras será único e exclusivo de cada referência de embalagem, o que significa que embalagens de referências iguais terão códigos de barras iguais. Para além disso, o código de barras possui na sua constituição um número (*check digit*) que permite que apenas sejam validados pelo sistema códigos de barras com este número. Desta forma, não existe a possibilidade de um colaborador validar um código de barras que não seja relativo a uma referência de embalagem. Acredita-se que esta será a melhor solução, uma vez que com o modelo de gestão de embalagens proposto, a criação de etiquetas se fará em 2 pontos distintos: i) no momento da limpeza e ii) na chegada das embalagens provenientes das áreas de Carroçaria e/ou Pintura aos armazéns.

Uma vez que ainda assim, podem surgir situações de diferenças no inventário do sistema e o *stock* real, devido à má execução das novas atividades, é ainda sugerida a possibilidade de introduzir manualmente no sistema as quantidades de embalagens identificadas a olho nu na validação da integridade dos armazéns, como monitorização do funcionamento do modelo.

Neste modelo é sugerido um rastreamento de embalagens macro, onde é possível visualizar as quantidades de cada referência em cada local onde existem embalagens vazias, não sendo possível ter informação específica de uma única unidade de embalagem, uma vez que a criação de códigos de barras únicos, não permitiria que os colaboradores introduzissem em sistema, as embalagens caso as etiquetas, por algum motivo, deixassem de estar visíveis.

Uma vez decidido o tipo de etiqueta, após o mapeamento detalhado do processo, foi necessário definir que tipo de *hardware* melhor se enquadraria ao tipo de etapa a que se pretende introduzir este tipo de tecnologia, tendo em conta a complexidade e dinâmica das atividades.

Na Tabela 4.1, encontra-se o tipo e respetivo número de dispositivos de *hardware* que fazem parte do modelo e que são um complemento às etapas da vertente **operacional** do processo (anteriormente descritas no capítulo 3). Uma vez que a parte administrativa é realizada

maioritariamente no computador, entende-se que não seja necessário nenhum *hardware* adicional para estes colaboradores, pois terão sempre acesso a este sistema de rastreamento incorporado no modelo proposto através do seu computador.

Tabela 4.1 - Necessidades de *hardware* para o sistema por etapa do processo

Etapa do Processo	Hardware		
	Tablets*	Impressoras	Scanner Manual
Limpeza	3	3	3
Carga e Descarga para Armazéns	1	1	-
Armazenagem e Preparação	2	-	2
Conferência de Cargas	1	-	-
Carregamento/ Expedição	1	-	-
Total	8	4	5
Backup	3	1	-

* Os *tablets* selecionados têm *scanner* e câmara fotográfica incorporados.

Apesar das necessidades de *hardware* em cada etapa serem diferentes, os *tablets* escolhidos são iguais em todas as etapas. Como existem atividades onde o *scanner* incorporado no *tablet* é utilizado pelo colaborador, procedeu-se à escolha de todos *tablets* terem esta característica. Foi tomada esta decisão, pois pode existir a possibilidade de rotação de *tablets* entre as várias etapas do processo caso algum dos em funcionamento deixe de desempenhar a sua função. Para além disso, a logística de distribuição de *tablets* pelas diferentes etapas, quando necessário torna-se mais simples.

Estipulou-se a aquisição de mais 3 *tablets* de *backup*, para além dos 8, no sentido de dar apoio à operação caso algum dos equipamentos deixe de funcionar. Desta forma, caso aconteça, a equipa está preparada para a substituição do equipamento, sem comprometer em demasia o tempo de ciclo das atividades.

Segue-se uma descrição mais detalhada de como as várias etapas do processo serão idealizadas com a implementação de um modelo de gestão de embalagens retornáveis vazias.

4.1.1 Limpeza

A proposta da etapa de limpeza no modelo de gestão de embalagens vazias tem como objetivo, para além da limpeza das embalagens, a iniciação da criação de um inventário mais aproximado da realidade, isto é, que vai sendo atualizado ao minuto, sempre que uma embalagem é limpa. Sugere-se, então, que na zona da limpeza existam 3 *tablets*, 3 impressoras e 3 *scanners* manuais. Cada *tablet* e cada impressora estão localizados no final de cada uma das linhas de limpeza. Apesar de os *tablets* terem *scanners* incorporados, sugere-se a utilização de mais 3 *scanners* manuais, para que a atividade de validação da etiqueta de cada embalagem

seja facilitada. Deste modo, o colaborador faz a validação com o auxílio do *scanner* manual ao invés de ter de tirar o *tablet* do seu suporte para fazer a validação da etiqueta com o *scanner* incorporado. Estima-se que, desta forma, o tempo de validação da etiqueta seja mais reduzido.

Após o colaborador limpar uma embalagem ou construir uma GT, dirige-se à zona da impressora e, a partir do *tablet*, cria a etiqueta destinada a essa embalagem. Segundo uma paleta de fotografias das várias embalagens e GTs existentes, o colaborador escolhe a opção correspondente à embalagem ou GT que acabou de limpar.

Como existem GTs que podem ser constituídas por um dos tipos de base e outras que podem ser constituídas pelos dois tipos de base, acredita-se que no momento da criação das etiquetas a probabilidade da geração de erros na escolha da etiqueta a partir da fotografia seja elevada, uma vez que a GT é exatamente igual, diferindo apenas as bases que têm cores diferentes. Para a minimização desta probabilidade, sugere-se a introdução de perguntas chave de controlo, com diferentes níveis de pormenorização aplicados conforme a monitorização do processo evidencie mais ou menos erros gerados na criação de novas etiquetas. Assim, sempre que o colaborador estiver perante uma GT que pode ter ambas as bases, ao seleccionar a imagem escolhida, o sistema devolve a pergunta de qual é a base com a qual constituiu a GT que acabou de limpar. Adicionalmente, também existirão perguntas de controlo com o objetivo de fazer a confirmação da base das GTs que apenas podem levar uma base específica. É importante ter um inventário atualizado do *stock* de ambas as bases, uma vez que são parte constituinte das GTs e estando em falta podem gerar falhas na satisfação de pedidos, que consequentemente podem evoluir para paragem de linha de produção.

Em seguida, o colaborador apenas imprime a etiqueta e cola-a na embalagem na zona da embalagem destinada para o efeito. No sentido de standardizar o processo, sugere-se que a etiqueta seja aplicada sempre no mesmo sítio em todas as embalagens, no canto inferior direito da base da parte da frente da embalagem, seja qual for o tipo de embalagem, Figura 4.1. Desta forma, facilitará o processo aos colaboradores que terão de validar as etiquetas noutras etapas.

De seguida, com o auxílio do *scanner* manual, o colaborador faz a leitura da etiqueta. Neste momento, a embalagem ou GT é contabilizada no *stock* de embalagens vazias da base de dados do sistema. O sistema gera, automaticamente uma base de dados, em que os colaboradores autorizados conseguem ver, em tempo real, qual a quantidade de cada referência de embalagem que existe em *stock*.

Após a leitura da etiqueta, as embalagens são empilhadas até perfazerem a quantidade necessária para serem transportadas para o *layout* de transferência pelo colaborador com o empilhador de *put away*. De seguida, aguardam até que a quantidade necessária para carregar seja atingida e posteriormente sejam levadas para a zona de carregamento, Figura 4.2.



Figura 4.1 - Localização da etiqueta nas embalagens

4.1.2 Carga e Descarga para Armazéns

As embalagens em espera no *layout* de carregamento, no LOZ, são carregadas nos camiões internos e são levadas até aos armazéns de destino (EPC e Canopy B), Figura 4.3. Nesta atividade de carregamento não é feita a leitura das etiquetas, uma vez que como as embalagens saem do LOZ diretamente para os armazéns, num trajeto dentro da fábrica, acredita-se que não exista perdas de *stock* durante esse percurso, pelo que, o que sai do LOZ é o que chega ao EPC e ao Canopy B. Desse modo, a leitura é feita apenas quando as embalagens são armazenadas nos *layouts* respetivos. Propõe-se esta validação, uma vez que devido à disposição de ambos os armazéns, não existe espaço útil para que as embalagens fiquem em espera de validação no *layout* de descarga, durante elevados períodos de tempo. A tarefa de armazenar as embalagens nos *layouts* correspondentes, após a descarga nos armazéns, tem de ser o mais rápido possível, de forma a não impactar a realização das restantes atividades que se desenrolam no mesmo espaço. Sendo o modelo sugerido uma atualização em tempo real do *stock* das embalagens em cada armazém, esta atividade permite que se informe o sistema de que as embalagens já estão em posse do armazém de destino.

No entanto, existem embalagens que chegam aos armazéns, provenientes das áreas da Carroçaria e da Pintura e não passam pelo processo de limpeza no LOZ. Para estes casos é necessário disponibilizar 1 impressora e 1 *tablet* junto da zona de descarga dos camiões internos. Assim, o colaborador responsável pela etiquetagem destas embalagens deve-se dirigir à zona da impressora e realizar o mesmo processo que se realiza na etapa de limpeza no LOZ. Ou seja, primeiro criar a etiqueta, escolhendo através da paleta de fotografias de embalagens a embalagem correspondente, de seguida poderá ter de responder às perguntas chave de controlo e posteriormente imprime a etiqueta e cola-a na embalagem no local respetivo, identificado na Figura 4.1.

Pretende-se que todas as embalagens que são armazenadas nos armazéns (EPC e Canopy B) possuam uma identificação para que seja possível através do sistema visualizar o *stock* de embalagens em cada local por onde passam as embalagens vazias.

O BPMN relativo a esta etapa encontra-se na Figura 4.3.

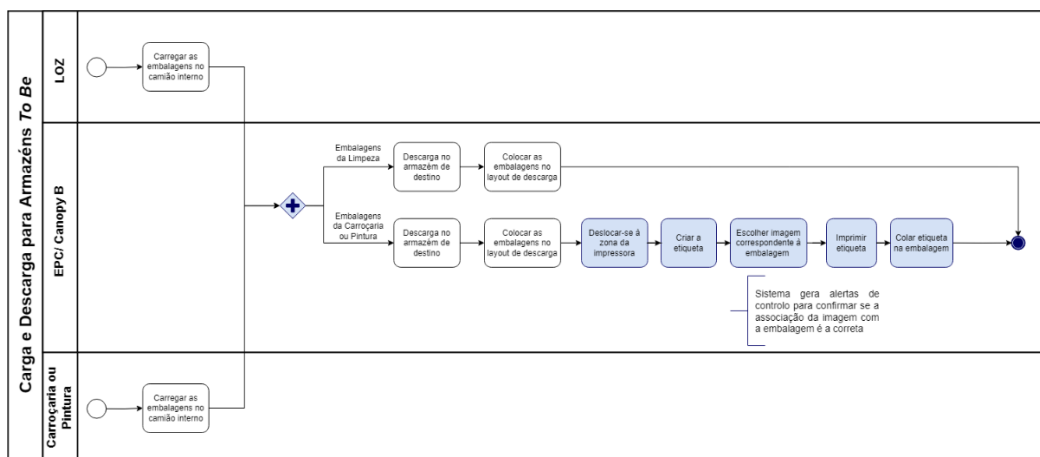


Figura 4.3 - BPMN da etapa de Carga e Descarga *To Be*

4.1.3 Armazenagem e Preparação

Na etapa de armazenagem e preparação, o arrumador tem de possuir 1 *tablet* e 1 *scanner* manual no seu empilhador de uma fiada. Sempre que o arrumador pega numa embalagem ou GT do *layout* de descarga, faz a leitura da sua etiqueta com o auxílio do *scanner* manual.

Apesar de as embalagens serem transportadas em camiões internos diferentes, conforme os seus armazéns de destino, estes estão localizados junto um do outro e têm a entrada em comum, pelo que quando o arrumador abre a secção de armazenagem no sistema, tem de dar a informação do armazém onde a embalagem vai ser arrumada. Assim quando há a leitura de uma etiqueta na entrada da embalagem em cada armazém (EPC e CanopyB), o sistema atualiza tanto o *stock* de embalagens que se encontra nos armazéns (incrementa) como no LOZ (decrementa). Além disso, para uma localização mais precisa das embalagens, após a escolha do armazém de destino, o sistema deve devolver a informação de em que *layout* a embalagem validada pertence e deve ser arrumada.

Seria importante, por isso, existir uma configuração dos *layouts* de cada referência de embalagem disponível no sistema, à semelhança da Figura 4.4. Assim, sempre que o arrumador validasse a etiqueta, o próprio sistema indicaria o *layout* onde deve ser armazenada a embalagem, Figura 4.5. Nos casos em que os *layouts* estão cheios, o sistema informa o arrumador qual o *layout* onde deve arrumar essa embalagem. No entanto, pretende-se que o sistema, de certa forma, dê alguma liberdade ao arrumador de o informar da alteração do local de arrumação de uma embalagem no caso daquela embalagem ser estritamente necessário num outro *layout* que não o pré-definido.

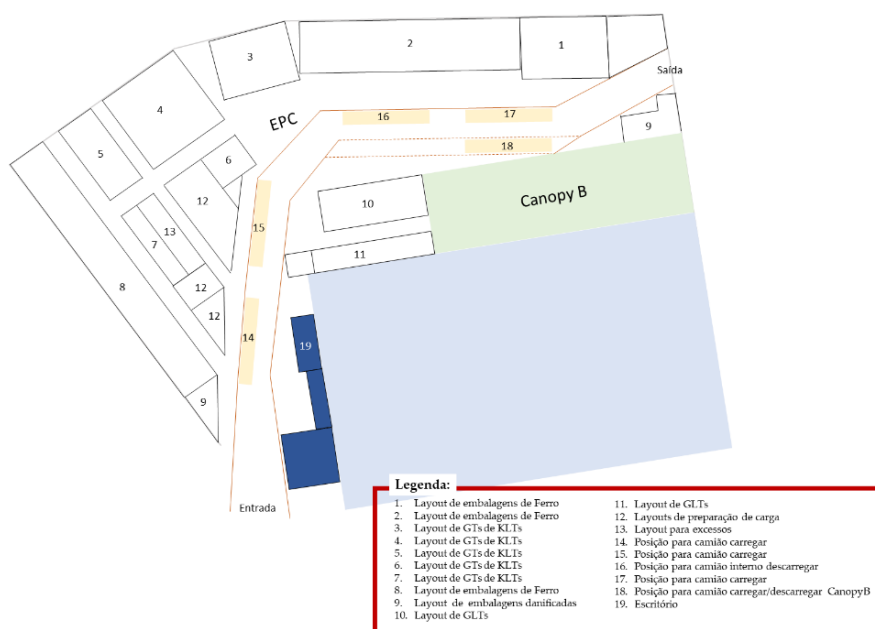


Figura 4.4 - Ilustração do *layout* do conjunto de armazéns EPC e CanopyB ³

³ O *layout* é meramente exemplificativo de onde se situam as os espaços pré-atribuídos para alocar cada referência de embalagem. Logo, como é apenas uma ilustração não terá dimensões ainda atribuídas.

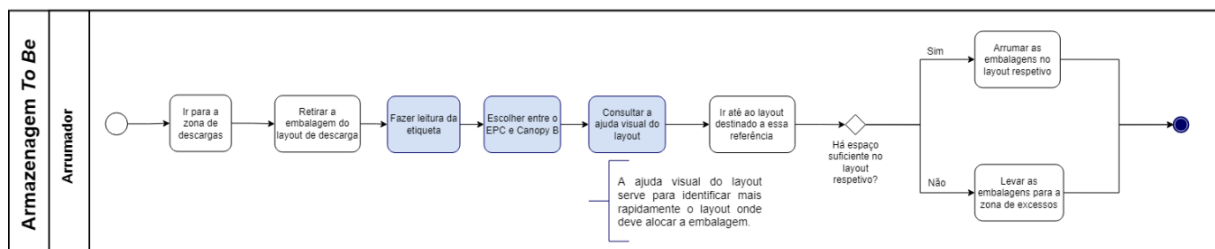


Figura 4.5 - BPMN da etapa do processo de Armazenagem *To Be*

Considerou-se a possibilidade de criação de códigos de barras para os diferentes *layouts* e, desta forma, o arrumador fazer a leitura da etiqueta e de seguida do código de barras do *layout*. No entanto, devido a limitação física nas estruturas dos armazéns, não seria possível fixar os códigos de barras a identificar os diferentes *layouts*.

Assim, o sistema faz uma gestão dos armazéns, pois é possível contabilizar o número de embalagens de cada referência, em cada armazém e em cada *layout*.

Na preparação, Figura 4.6, o preparador tem de possuir igualmente no empilhador de uma fiada 1 *tablet* e 1 *scanner* manual, para no momento da preparação, o preparador ter disponível no seu *tablet* todos os planos de carga que lhe estão atribuídos pelo TL, ordenados pela data prevista de expedição. Quando o preparador acede à secção do sistema onde estão os planos de carga, visualiza para quais existe quantidade suficiente de embalagens para satisfazer na totalidade o plano de carga, de acordo com a base de dados que é gerada sempre que existe leitura de etiquetas.

Sempre que não exista quantidade de embalagens suficiente para satisfazer um plano de carga, o sistema não permite que o preparador avance com a preparação, sem que o TL tenha conhecimento desta informação. O TL recebe uma notificação para que tome a decisão de i) libertar esse plano de carga para preparação mesmo incompleto ou ii) esperar que cheguem mais embalagens para posterior satisfação total do plano de carga.

Quando o preparador inicia a preparação em si, tem de recolher a embalagem do *layout* respetivo e fazer a leitura da etiqueta com o *scanner* manual. No momento da leitura da etiqueta, o sistema pede a introdução de qual o *layout* de preparação escolhido de entre os que estiverem disponíveis nesse momento. De seguida, transporta-a no empilhador até ao *layout* de preparação escolhido.

O preparador só consegue avançar para a finalização do plano de carga quando faz a leitura de todas as etiquetas das embalagens necessárias. Caso exista alguma não conformidade durante a preparação, o TL recebe uma notificação para que possa fazer as alterações ao plano de carga que forem necessárias, uma vez não existindo a possibilidade de concretização na totalidade do plano de carga. No caso de se justificar a alteração ao plano de carga, este é alterado automaticamente pelo sistema após a validação do TL, para que no momento de processamento das guias, o administrativo consiga identificar claramente as diferenças e possa fazer as guias de transporte e CMRs em conformidade, sem erros por falta de atenção às alterações feitas aos planos de carga.

Prevê-se que o sistema libere um histórico de cada plano de carga, com todas as alterações feitas ao mesmo. Desta forma, para efeitos de auditoria será possível visualizar e validar se estas alterações foram mesmo necessárias e quem foi o responsável pelas mesmas.

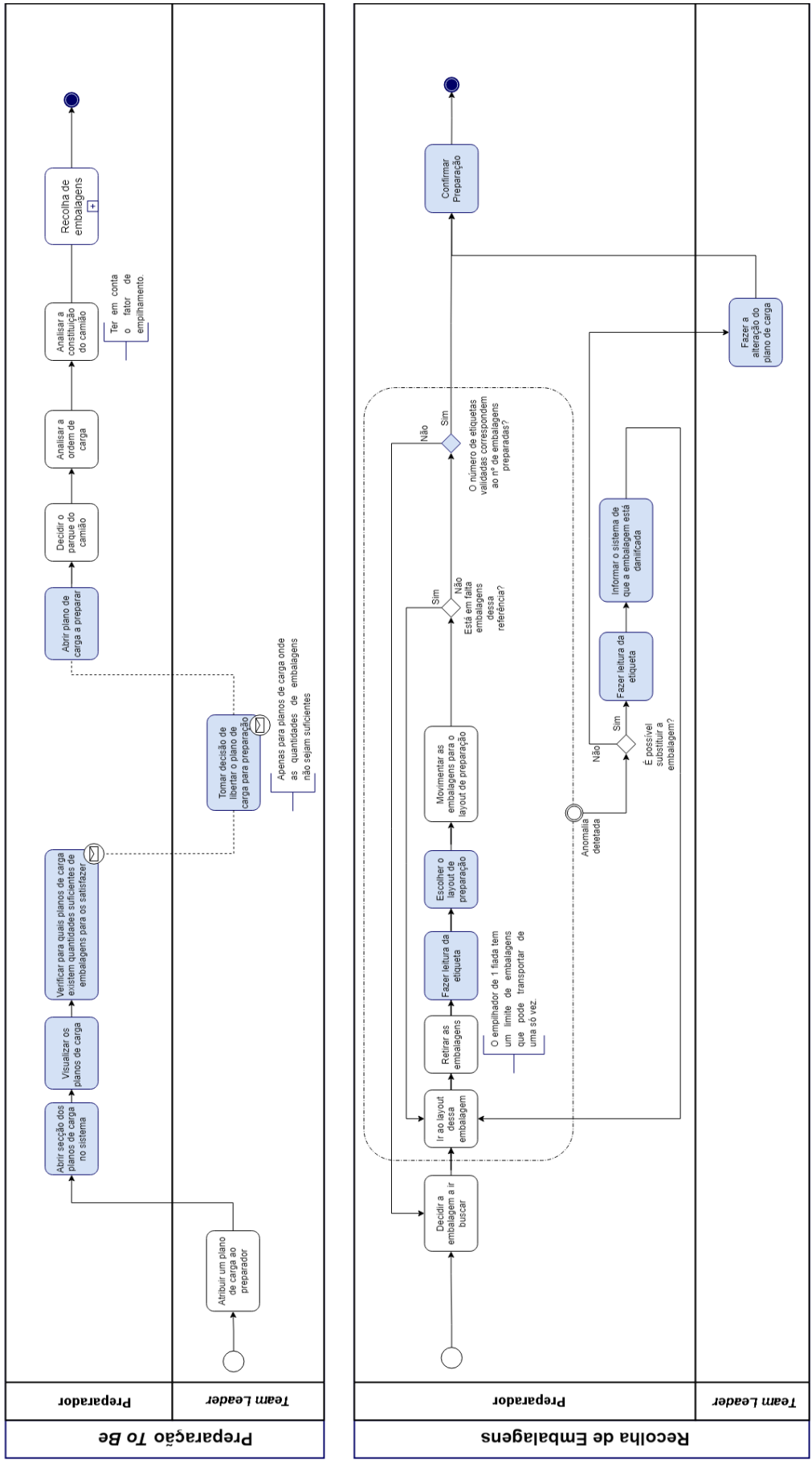


Figura 4.6 - BPMN da etapa de Preparação To Be

4.1.4 Conferência de Cargas

Com o modelo proposto, prevê-se que o TL tenha 1 *tablet* de modo a facilitar a sua operação de conferência de cargas, bem como ter um maior controlo sobre todas as tarefas que os seus colaboradores realizam, Figura 4.7.

No momento da conferência de cargas, o TL dirige-se à zona de preparação de carga e no *tablet* tem acesso aos planos de carga que aguardam a sua conferência. Caso tenha existido alterações em algum dos planos de carga, o TL tem essa informação bem evidenciada, para que não haja risco de falha de atenção.

O TL escolhe o plano de carga que necessita da sua conferência e tem visível o *layout* onde a carga preparada se encontra. De seguida, visualiza as quantidades de cada referência que necessita de conferir. Faz na mesma a contagem a olho nu para garantir que as embalagens preparadas correspondem efetivamente ao número de etiquetas validadas pelo preparador e no caso de os valores corresponderem, valida essa informação, caso contrário, tem de averiguar o motivo das diferenças e se não for possível a sua solução, tem de fazer a alteração a esse plano de carga. Esta alteração será evidenciada de forma a que não existam falhas de atenção quando for necessário registar guias transporte. Adicionalmente, esta informação é disponibilizada ao planeador da constituição de camiões para que no momento de planeamento tenha em conta as alterações que foram feitas a esse plano de carga.

Uma vez feita a conferência do plano de carga, o TL tem apenas de confirmar essa ação e, desta forma o plano de carga passa automaticamente a validado, não necessitando de ser efetivamente assinado. Assume-se que o sistema guarda as ações desempenhadas por cada colaborador, logo uma validação é como se tivesse sido assinado em papel. Desta forma, a equipa de controlo da VW AE, poderá monitorizar de uma melhor forma as atividades desempenhadas por cada elemento da equipa de gestão de embalagens do parceiro logístico e em caso de reclamações ou possíveis erros, identificar rapidamente o responsável.

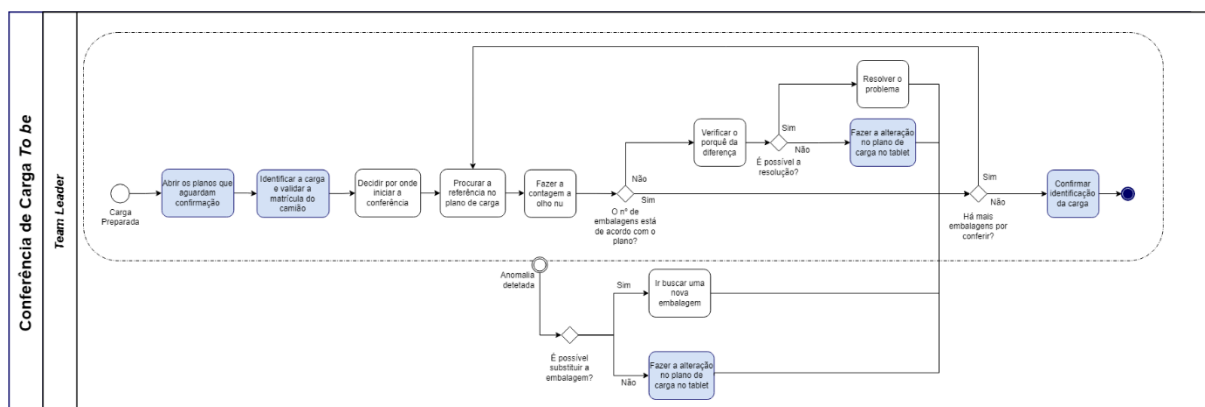


Figura 4.7 - BPMN da etapa de Conferência de Cargas *To Be*

4.1.5 Carregamento/Expedição

Para um rastreamento de embalagens mais rigoroso, seria importante que as etiquetas fossem lidas pelo sistema na última operação antes das embalagens serem expedidas. No entanto, como o carregador opera com o auxílio de um empilhador de 2 fiadas, a leitura de etiquetas a partir do mesmo não seria viável.

Ora vejamos, se as etiquetas estão dispostas no canto inferior direito, junto da base, e o empilhador transporta 2 colunas de embalagens, o carregador nunca conseguiria fazer a leitura das etiquetas das embalagens da segunda coluna, Figura 4.8. Desta forma, só seria possível uma leitura de etiquetas nesta etapa, se no momento da preparação o preparador deixasse um espaço entre cada embalagem, por forma a que o carregador antes de iniciar o carregamento em si, pudesse passar entre e fazer a leitura de todas as etiquetas de uma só vez. No entanto, devido ao espaço limitado nos *layouts* de preparação, o preparador não tem espaço suficiente para poder fazer a distribuição da carga no chão dessa forma.

Para além disso, o momento de carregamento em si tem de ser rápido e eficaz, pois o camião necessita de estar o mínimo de tempo possível nas instalações da fábrica, logo este processo implicaria um incremento no tempo de ciclo desta atividade.



Figura 4.8 - Como são transportadas as embalagens no empilhador de 2 fiadas

Assim sendo, com a implementação do sistema proposto, o carregador possui 1 *tablet* acondicionado no seu empilhador de duas fiadas. Desta forma, quando abre a secção de carregamento/expedição no sistema tem visível a *checklist* de *outbound* no *tablet* e pode fazer o seu preenchimento no mesmo, deixando de ser preciso o carregador preencher manualmente o documento em papel, Figura 4.9.

Após os 4 pontos, “pontos inibidores de carregamento”, relativos às características do camião e do motorista estarem em conformidade com o que é ideal, o sistema permite que o carregador dê início ao processo de carregamento.

Quando o carregador dá início ao carregamento, consegue visualizar no seu *tablet* o plano de carga correspondente. Ao ir colocando as embalagens no camião, o operador vai confirmando no *tablet* aquilo que ainda lhe falta carregar. A cada fiada carregada, necessita

de tirar uma fotografia. Uma vez tendo o *tablet* câmara fotográfica incorporada e de boa qualidade, o carregador pode apenas tirar a fotografia diretamente com o mesmo. Assim, o sistema informa o carregador que necessita de tirar uma fotografia a cada fiada que coloca no camião.

O objetivo será que o carregador vá validando as embalagens no *tablet* sempre que coloca a fiada no camião, para informar o sistema dessa ação e dessa forma o sistema devolver um alerta de necessidade de tirar fotografia. Deste modo, pretende-se ainda que o sistema consiga fazer uma avaliação da fotografia tirada pelo carregador, para detetar se a imagem é minimamente visível. Se detetar que a fotografia não está visível o suficiente, o carregador recebe um alerta para repetir o procedimento e não consegue prosseguir no *tablet* a validação das embalagens carregadas, logo não lhe permite tirar a fotografia correspondentemente à fiada seguinte. Desta forma, pretende-se que todas as fotografias referentes a cada carga estejam visíveis, para eventual necessidade de auditoria por parte da equipa de controlo de embalagens. Para além disso, sugere-se ainda que todas as fotografias fiquem agregadas ao plano de carga, uma vez no processo atual o colaborador quando tira as fotografias ainda necessita de descarregar as mesmas da máquina para o computador e anexar ao respetivo plano de carga. Quando o carregamento está finalizado, o sistema deve solicitar a matrícula e a galera do camião que vai transportar esta carga.

Assim que todas estas informações forem adicionadas, o plano de carga passa a “expedido” e o sistema deve descontar da base de dados geral as embalagens carregadas do *layout* de preparação de carga. Acredita-se que, tendo em conta as restrições de espaço e de tempo de carregamento de camiões, esta seja uma solução viável.

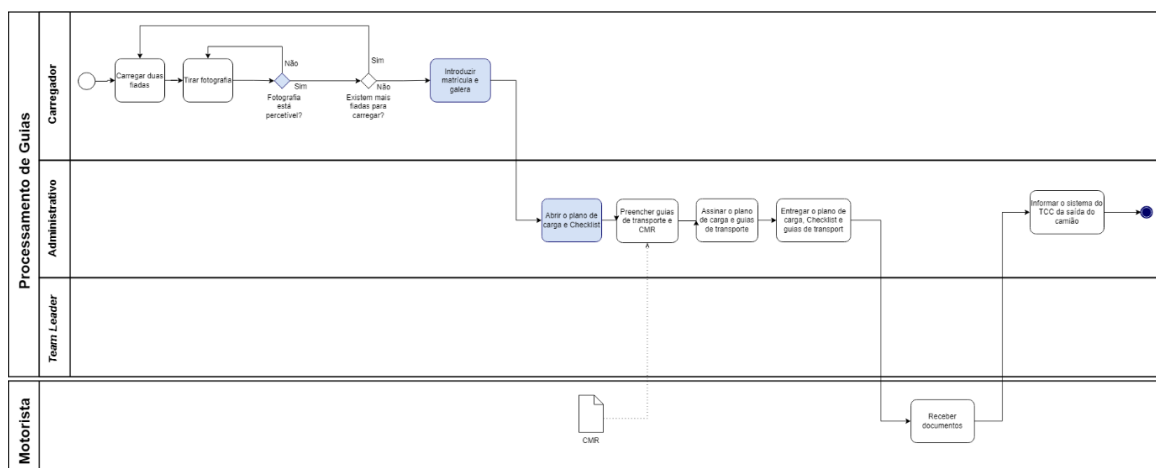
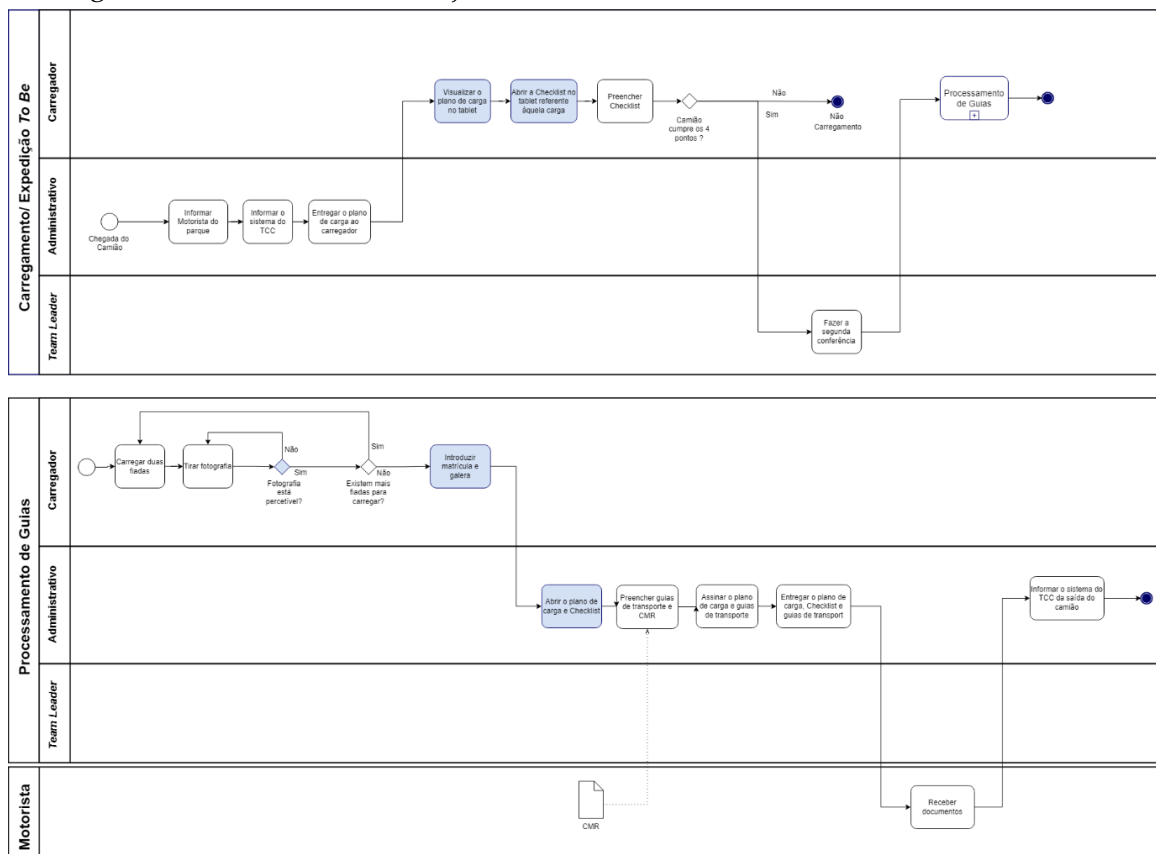


Figura 4.9 - BPMN da etapa de Carregamento/Expedição To Be

4.1.6 Integridade e controlo dos armazéns

O sistema proposto prevê ainda que haja uma monitorização de o inventário real atualizado ao minuto, uma vez o inventário é o ponto de partida para todo o processo, logo é importante garantir que esta atividade está a ser realizada corretamente para que as restantes sejam também, realizadas como está definido.

Pretende-se, dessa forma, que haja um controlo manual sobre as quantidades de embalagens que se encontram nos diferentes *layouts* de ambos os armazéns. Para isso, atribui-se esta tarefa ao administrativo, que atualmente já realiza o inventário. Neste caso, o administrativo terá de assegurar que no *layout* que está a verificar se encontra a referência de embalagens suposta, bem como as quantidades indicadas no sistema. Caso haja diferenças entre o valor real e o valor identificado a olho nu, o administrativo deve introduzir manualmente os dados reais. Quando se der uma situação como anteriormente descrita, o sistema deverá enviar uma notificação ao TL, para que este tome controlo da situação e modifique os mecanismos de controlo com perguntas chave no momento da limpeza.

4.2 Síntese do capítulo

Neste capítulo é apresentado o novo modelo operacional para o processo de gestão de embalagens retornáveis da VW AE, baseado na criação de um sistema de leitura de etiquetas para rastreamento das embalagens. Propõe-se a utilização da tecnologia de código de barras impresso em papel autocolante resistente às condições atmosféricas. Este código de barras possui a característica de *check digit* para que apenas seja possível a validação de uma etiqueta correspondente a uma referência de embalagem.

Para além disso, são descritas as várias etapas do processo com as novas atividades sugeridas para cada uma delas. Propõe-se que a etapa de Limpeza seja o ponto de partida de todo o processo, uma vez que é onde se sugere que se faça a criação das etiquetas que vão ser necessárias às seguintes etapas do processo.

Na etapa de Carga e Descarga para armazéns, o processo difere da situação atual, uma vez que para garantir que todas as embalagens que permanecem nos armazéns têm identificação, propõe-se a criação de etiquetas na entrada dos armazéns para as embalagens que são provenientes da Carroçaria e da Pintura.

Na Armazenagem e Preparação é proposto a incorporação da atividade de validação das etiquetas às restantes atualmente desempenhadas. Dessa forma o sistema é informado de que as embalagens se encontram ou no *layout* de armazenagem ou no *layout* de preparação.

Adicionalmente, é ainda proposto para o TL uma nova forma de desempenhar todas as suas funções através de um *tablet* e que o permite ter um maior controlo sobre as tarefas realizadas pelos seus colaboradores.

Por fim, de forma a minimizar a impressão de papel e o preenchimento de documentos manualmente, propõe-se que o carregador passe a realizar essas tarefas através de um *tablet*. Par além disso, para efeitos do cumprimento da atividade de fotografar as fiadas carregadas,

sugere-se a criação de alertas e de uma validação desta atividade, para que posteriormente possa ser utilizada como forma de comprovativo em possíveis reclamações.

CONCLUSÕES

Sendo a competição no mercado automóvel, cada vez mais, um fator importante, uma gestão logística mais eficiente e eficaz é, nos dias de hoje, considerada de extrema importância, uma vez que é uma área que, acompanhada dos avanços tecnológicos, pode reduzir consideravelmente os custos logísticos. A análise e a implementação de novas estratégias são imprescindíveis para a redução destes custos.

O principal foco deste trabalho consistiu no desenvolvimento de um estudo aprofundado do processo de gestão de embalagens retornáveis vazias da VW AE, com identificação de possíveis oportunidades de melhoria, e posterior apresentação das características necessárias a um novo modelo de gestão de embalagens retornáveis vazias.

O processo inverso das embalagens retornáveis vazias está dividido em várias etapas, sendo as seguintes: i) Inventário das Embalagens, ii) Abertura de Pedidos, iii) Planeamento da constituição dos Camiões, iv) Planos de Carga; v) Processamento de Guias de Transporte, vi) Limpeza, vii) Carga e Descarga nos Armazéns, viii) Armazenagem e Preparação, ix) Conferência de Cargas e x) Carregamento/Expedição, sendo que todas elas, com exceção da "Abertura de Pedidos" são desempenhadas pelo parceiro logístico. O facto de as embalagens serem geridas por outra entidade não invalida a participação ativa da VW AE nesse processo.

Inicialmente, a VW AE deparou-se com um processo de gestão de embalagens retornáveis vazias ineficiente, sem qualquer tipo de localização e sem a possibilidade de rastreamento de embalagens. A incapacidade da organização de rastrear eficazmente as embalagens tem um impacto negativo nos custos logísticos, sendo eles de custos de aluguer de embalagens à entidade detentora das embalagens do grupo, como escassez de embalagens que podem comprometer as entregas de peças e componentes dos fornecedores e, desse modo parar linhas de produção.

Primeiramente e como parte da resposta à questão de investigação de propor um modelo de gestão de embalagens retornáveis, foi realizado um mapeamento completo das operações diárias realizadas no processo de gestão de embalagens vazias, tendo sido efetuada a recolha de informação junto dos colaboradores, bem como a análise do processo diário. Em resultado da análise realizada, foi possível compreender a situação atual e as respetivas dificuldades que os colaboradores enfrentam diariamente. A maior fraqueza deste processo é, de um modo geral, a falha de atenção por parte dos colaboradores no registo da informação nos

diversos sistemas e na ausência de apoio das novas tecnologias às tarefas que são realizadas repetitivamente.

A proposta de modelo de gestão de embalagens retornáveis baseada numa visão do processo mais tecnológica, permite o rastreamento das embalagens. A possibilidade de localização das embalagens permitirá ao CCT ter acesso a um inventário em tempo real das quantidades de cada referência de embalagem por armazém. A complementação deste sistema de rastreamento com dispositivos tecnológicos e recursos mais automatizados pretende facilitar a realização das novas atividades, que foram incorporados ao processo já existente.

Sendo a ineficiente contabilização das embalagens para inventário um dos problemas que está na base de tantos outros, ter um inventário em sistema, em tempo real, permite que a VW AE tenha um maior controlo sobre o processo que é desempenhado pelo parceiro logístico.

Propõe-se que a Limpeza seja a etapa de partida do modelo proposto, uma vez que esta etapa já é a iniciante do processo atual. Dessa forma, definiu-se que a atividade de criação das etiquetas fosse executada nesta fase, pois será necessária às seguintes etapas do processo.

Na etapa de Carga e Descarga para armazéns, para garantir que todas as embalagens que permanecem nos armazéns têm uma identificação associada, propõe-se a criação de etiquetas na entrada dos armazéns para as embalagens que são provenientes da Carroçaria e da Pintura.

Para a etapa de Armazenagem e Preparação, propõe-se a validação das etiquetas de forma a que o sistema seja informado de que as embalagens se encontram ou no *layout* de armazenagem ou no *layout* de preparação.

Adicionalmente, é ainda proposto para a etapa de Conferência de Cargas, uma nova forma de o TL realizar as suas funções através de um *tablet* e que o permite, ainda, ter um maior controlo sobre as tarefas realizadas pelos seus colaboradores.

Por fim, de forma a retirar o preenchimento de documentos em papel pelo carregador, propõe-se que o carregador passe a realizar essas tarefas através de um *tablet*. Para além disso, e para efeitos do cumprimento da atividade de fotografar as fiadas carregadas, sugere-se a criação de alertas e de uma validação desta atividade, para que posteriormente possa ser utilizada como forma de comprovativo em possíveis reclamações.

5.1 Limitações do Modelo Proposto

O modelo de gestão de embalagens retornáveis vazias sugerido poderá ter algumas limitações. A primeira prende-se pela utilização das novas tecnologias. Como qualquer outro dispositivo, tanto os *tablets* como os *scanners* são equipamentos que possuem uma bateria portátil, logo se estes não estiverem a ser monitorizados nesse sentido, quando um deles falha, pode comprometer o desempenho das atividades de que dele necessitam. Apesar de terem sido contabilizados equipamentos de *backup*, não se consegue prever as situações que possam surgir relativamente à falha de equipamentos.

O processo de etiquetagem das embalagens provenientes da Carroçaria ou Pintura fará aumentar o tempo de ciclo da atividade de armazenagem dessas embalagens. No entanto,

para o funcionamento do modelo, é necessário que todas as embalagens que se encontram nos armazéns estejam etiquetadas.

A utilização de etiquetas em papel autocolante resistente às condições atmosféricas, poderá ser uma limitação, uma vez que existem embalagens que têm pouca rotatividade e ficam por longos tempos no armazém EPC. Não tendo sido estudado o tempo máximo que a etiqueta fica legível nas diversas condições atmosféricas, no momento da preparação destas embalagens para expedição, a etiqueta poderá deixar de estar visível.

Outra limitação do modelo é o facto de os códigos de barras gerados não serem únicos e para cada referência de embalagem existir apenas um código. Nesse sentido, apenas é possível ter o *stock* de embalagens de cada referência em cada zona e não uma localização específica de cada embalagem. O modelo foi proposto desta forma, por este sistema ser apenas de controlo interno e para facilitar os casos em que as etiquetas não estão visíveis, o colaborador ter de inserir manualmente no sistema essas quantidades de embalagens.

Por fim, a implementação desta proposta de um modelo de gestão de embalagens retornáveis não chegou a ser realizada é uma limitação. As recorrentes paragens de produção de linha, consequentes da crise de escassez de *chips* mundiais não permitiram a validação do modelo e por isso a implementação não foi concluída no tempo inicialmente previsto.

5.2 Trabalho Futuro

Como trabalho futuro sugere-se um estudo aprofundado para compreender a aplicação deste tipo de sistema de rastreamento, com códigos de barras únicos para cada embalagem, a toda a cadeia de abastecimento das embalagens que são propriedade da VW AE. As restantes, como são geridas pelo Behältermanagement, o seu controlo seria mais difícil, por circular em numa área geográfica maior. No entanto, não deixa de ser interessante a VW AE ter um controlo apertado das suas embalagens, uma vez que são um ativo importante para a organização. Desse modo, a implementação deste tipo de sistema de rastreamento permitiria à organização uma maior fiscalização de onde se encontram as embalagens. Com esta proposta seria possível ter informação sobre a razão de certas quantidades estarem em falta e ainda sobre o trajeto que as embalagens tomam quando deixam as instalações da VW AE.

Numa visão ainda mais futura, este sistema poderia ser implementado à escala mundial e em todas as fábricas do grupo, para que houvesse um rastreamento contínuo das embalagens ao longo de todo o seu percurso entre fábricas. Deste modo, o Behältermanagement passaria a ter em tempo real a quantidade de embalagens que se encontra em cada uma das fábricas do grupo Volkswagen e os valores cobrados por aluguer das embalagens seriam mais justos, uma vez que um inventário mal contabilizado tem impacto direto nos custos de aluguer de embalagens.

Outra iniciativa de trabalho futuro seria integrar neste sistema as embalagens danificadas, que não foram alvo de estudo nesta dissertação por haver variadas divergências no seu processo. No entanto, sendo estas embalagens identificadas e rastreadas, seria possível entender melhor qual o volume de embalagens que se danificam, onde foram identificadas como danificadas e, possivelmente, através dessa análise, onde ocorreu o dano. Assim sendo, os

custos inerentes a reparações e substituições de embalagens seriam menores, uma vez sabendo o local do dano e conseqüentemente o responsável.

Uma hipótese ainda de trabalho futuro, seria um estudo para viabilizar o *upgrade* deste modelo para a utilização de etiquetas RFID. Estas etiquetas permitiriam uma contagem de embalagens automática sem qualquer tipo de intervenção humana. Não seria necessária fazer a confirmação de embalagens manualmente em armazém para validar se a informação que está no sistema é, de facto, a real.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Accorsi, R., Baruffaldi, G., & Manzini, R. (2020). A closed-loop packaging network design model to foster infinitely reusable and recyclable containers in food industry. *Sustainable Production and Consumption*, 24, 48–61. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.06.014>

Asadi, S. (2011). Logistics System. *Logistics Operations and Management*, 221–245. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-385202-1.00012-8>

Barbosa-Póvoa, A. P., Gomes Salema, M. I., & Novais, A. Q. (2011). Design and Planning of Closed-Loop Supply Chains. Em E. N. Pistikopoulos, M. C. Georgiadis, V. Dua, & L. G. Pappageorgiou (Eds.), *Process Systems Engineering*, 187–218. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. <https://doi.org/10.1002/9783527631247.ch7>

Bechini, A., Cimino, M. G. C. A., Marcelloni, F., & Tomasi, A. (2008). Patterns and technologies for enabling supply chain traceability through collaborative e-business. *Information and Software Technology*, 50(4), 342–359. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2007.02.017>

Bottani, E., Montanari, R., Rinaldi, M., & Vignali, G. (2015). Modeling and multi-objective optimization of closed loop supply chains: A case study. *Computers & Industrial Engineering*, 87, 328–342. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2015.05.009>

Bottani, E., Vignali, G., Mosna, D., & Montanari, R. (2019). Economic and environmental assessment of different reverse logistics scenarios for food waste recovery. *Sustainable Production and Consumption*, 20, 289–303. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2019.07.007>

Budak, A., Ustundag, A., Kilinc, M. S., & Cevikcan, E. (2018). Digital Traceability Through Production Value Chain. Em A. Ustundag & E. Cevikcan, *Industry 4.0: Managing The Digital Transformation*, 251–265. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57870-5_15

Chan, F. T. S., Chan, H. K., & Choy, K. L. (2006). A systematic approach to manufacturing packaging logistics. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 29(9–10), 1088–1101. <https://doi.org/10.1007/s00170-005-2609-x>

Crespo de Carvalho, J., Paulo Guedes, A., Martins Abrantes, A. J., Martins, A. L., & Barbosa-Póvoa, P. (2017). *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento* (2.^a ed.). Edições Sílabo.

- Cucu, T. C., Varzaru, G., Turcu, C., Codreanu, N. D., Plotog, I., & Fuica, R. (2008). 1D and 2D solutions for traceability in an Electronic Manufacturing Services company. *2008 31st International Spring Seminar on Electronics Technology*, 585–588. <https://doi.org/10.1109/ISSE.2008.5276596>
- Daniela, N.-I., & Ovidiu, R. (2014). Why Do Logistics And Transport Matter For Development. *Annals of Faculty of Economics*, 1(1), 34–39.
- Daugherty, P. J., Richey, R. G., Genchev, S. E., & Chen, H. (2005). Reverse logistics: Superior performance through focused resource commitments to information technology. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 41(2), 77–92. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2004.04.002>
- de Brito, M. P., & Dekker, R. (2004). A Framework for Reverse Logistics. Em R. Dekker, M. Fleischmann, K. Inderfurth, & L. N. Van Wassenhove (Eds.), *Reverse Logistics*, 3–27. Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-24803-3_1
- Dethloff, J. (2001). Vehicle routing and reverse logistics: The vehicle routing problem with simultaneous delivery and pick-up: Fahrzeugeinsatzplanung und Redistribution: Tourenplanung mit simultaner Auslieferung und Rückholung. *OR Spektrum*, 23(1), 79–96. <https://doi.org/10.1007/PL00013346>
- Dondo, R. G., & Méndez, C. A. (2016). Operational planning of forward and reverse logistic activities on multi-echelon supply-chain networks. *Computers & Chemical Engineering*, 88, 170–184. <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2016.02.017>
- Fowler, K. R. (2015). Logistics, Distribution, and Support. Em *Developing and Managing Embedded Systems and Products*, 649–672. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-405879-8.00016-7>
- Giubilato, B., Zhang, G., & Alfieri, A. (2019). Automotive Returnable Container Management with RFID: A Simulation Approach. *IFAC-PapersOnLine*, 52(13), 325–330. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.11.127>
- Gleissner, H., & Femerling, J. C. (2013). *Logistics: Basics -- exercises -- case studies*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-01769-3>
- Islam, D. M. Z., Fabian Meier, J., Aditjandra, P. T., Zunder, T. H., & Pace, G. (2013). Logistics and supply chain management. *Research in Transportation Economics*, 41(1), 3–16. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2012.10.006>
- Jamshidi, M. (2011). Reverse Logistics. Em *Logistics Operations and Management*, 247–266. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-385202-1.00013-X>
- Janeiro, R., Pereira, M. T., Ferreira, L. P., Sá, J. C., & Silva, F. J. G. (2020). New conceptual model of Reverse Logistics of a worldwide Fashion Company. *Procedia Manufacturing*, 51, 1665–1672. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.232>
- Johansson, O., & Hellström, D. (2007). The effect of asset visibility on managing returnable transport items. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 37(10), 799–815. <https://doi.org/10.1108/09600030710848923>

- Kain, R., & Verma, A. (2018). Logistics Management in Supply Chain – An Overview. *Materials Today: Proceedings*, 5(2), 3811–3816. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.11.634>
- Kannan, G., Noorul Haq, A., & Devika, M. (2009). Analysis of closed loop supply chain using genetic algorithm and particle swarm optimisation. *International Journal of Production Research*, 47(5), 1175–1200. <https://doi.org/10.1080/00207540701543585>
- Kim, T., & Glock, C. H. (2014). On the use of RFID in the management of reusable containers in closed-loop supply chains under stochastic container return quantities. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 64, 12–27. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2014.01.011>
- Kim, T., Glock, C. H., & Kwon, Y. (2014). A closed-loop supply chain for deteriorating products under stochastic container return times. *Omega*, 43, 30–40. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2013.06.002>
- Kroon, L., & Vrijens, G. (1995). Returnable containers: An example of reverse logistics. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 25(2), 56–68. <https://doi.org/10.1108/09600039510083934>
- Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2014). *Management information systems: Managing the digital firm* (13. ed., global ed). Pearson.
- Levi, M., Cortesi, S., Vezzoli, C., & Salvia, G. (2011). A Comparative Life Cycle Assessment of Disposable and Reusable Packaging for the Distribution of Italian Fruit and Vegetables: A comparative LCA for italian fruit packaging system. *Packaging Technology and Science*, 24(7), 387–400. <https://doi.org/10.1002/pts.946>
- Lummus, R. R., Krumwiede, D. W., & Vokurka, R. J. (2001). The relationship of logistics to supply chain management: Developing a common industry definition. *Industrial Management & Data Systems*, 101(8), 426–432. <https://doi.org/10.1108/02635570110406730>
- Mahmoudi, M., & Parviziomran, I. (2020). Reusable packaging in supply chains: A review of environmental and economic impacts, logistics system designs, and operations management. *International Journal of Production Economics*, 228, 107730. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107730>
- Maleki, R. A., & Meiser, G. (2011). Managing Returnable Containers Logistics – A Case Study: Part II – Improving Visibility through Using Automatic Identification Technologies. *International Journal of Engineering Business Management*, 3, 10. <https://doi.org/10.5772/50936>
- Maleki, R. A., & Reimche, J. (2011). Managing Returnable Containers Logistics – A Case Study: Part I – Physical and Information Flow Analysis. *International Journal of Engineering Business Management*, 3, 15. <https://doi.org/10.5772/50931>
- Martín, F., Herrojo, C., Mata-Contreras, J., & Paredes, F. (2020). *Time-Domain Signature Barcodes for Chipless-RFID and Sensing Applications*. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-39726-5>

- Martínez-Sala, A. S., Egea-López, E., García-Sánchez, F., & García-Haro, J. (2009). Tracking of Returnable Packaging and Transport Units with active RFID in the grocery supply chain. *Computers in Industry*, 60(3), 161–171. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2008.12.003>
- Mason, A., Shaw, A., & Al-Shamma'a, A. (2012). Peer-to-peer inventory management of returnable transport items: A design science approach. *Computers in Industry*, 63(3), 265–274. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2012.01.007>
- Masteika, I., & Čepinskis, J. (2015). Dynamic Capabilities in Supply Chain Management. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 213, 830–835. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.485>
- Mocanu, I. (2018). *Modelação de um sistema de rastreamento para a melhoria da qualidade de componentes eletrónicos na indústria automóvel*, Universidade Nova de Lisboa. <http://hdl.handle.net/10362/61284>
- Mokhtar, A. R. M., Genovese, A., Brint, A., & Kumar, N. (2019). Improving reverse supply chain performance: The role of supply chain leadership and governance mechanisms. *Journal of Cleaner Production*, 216, 42–55. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.045>
- Motorola Solutions. (2011). *Quick Reference Guide Traceability for Manufacturing: Must-Knows That Protect You and Your Customer*. https://www.commenco.com/wp-content/uploads/2014/11/WhitePaper_Manufacturing_MAN_Traceability_QRG_NEW.pdf
- Nikolaidis, Y. (Ed.). (2013). *Quality Management in Reverse Logistics*. Springer London. <https://doi.org/10.1007/978-1-4471-4537-0>
- Olsen, P., & Borit, M. (2013). How to define traceability. *Trends in Food Science & Technology*, 29(2), 142–150. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2012.10.003>
- Ong, N. S., & Foo, W. C. (2004). A real-time workflow tracking system for a manufacturing environment. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 53(1), 33–43. <https://doi.org/10.1108/17410400410509941>
- Pålsson, H. (2018). *Packaging logistics: Understanding and managing the economic and environmental impacts of packaging in supply chains*. New York, NY : Kogan Page.
- Preface: Globalisation and global logistics. (2021). Em *Global Logistics Network Modelling and Policy* (pp. xi–xv). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814060-4.09988-3>
- Regan, G., McCaffery, F., McDaid, K., & Flood, D. (2012). The Barriers to Traceability and their Potential Solutions: Towards a Reference Framework. *2012 38th Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications*, 319–322. <https://doi.org/10.1109/SEAA.2012.80>
- Regattieri, A., Santarelli, G., & Piana, F. (2019). Packaging Logistics. Em H. Zijm, M. Klumpp, A. Regattieri, & S. Heragu (Eds.), *Operations, Logistics and Supply Chain Management*, 273–303. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-92447-2_13
- Rogers, D. S., & Tibben-Lembke, R. S. (1999). *Going backwards: Reverse logistics trends and practices*. Reverse Logistics Executive Council.

- Rupasinghe, T. (2015). *A Real Time Production Tracking and a Decision Support System (PTDSS): A Case Study from an Apparel Company*.
- Santos, E., Oliveira, E. A., & Moura, J. (2017). A Engenharia de Produção quanto Gestão e a Rastreabilidade de Produtos Ortopédicos: Um estudo de caso. *Revista UNINGÁ Review (2178-2571)*, 32, 93–113.
- Shamsuzzoha, A. H. M., Ehlers, M., Tenkorang, R. A., Nguyen, D., & Helo, P. T. (2013). Performance evaluation of tracking and tracing for logistics operations. *International Journal of Shipping and Transport Logistics*, 5(1), 31. <https://doi.org/10.1504/IJSTL.2013.050587>
- Shi, X., Li, L. X., Yang, L., et al. (2012). Information flow in reverse logistics: An industrial information integration study. *Information Technology and Management*, 13(4), 217–232. <https://doi.org/10.1007/s10799-012-0116-y>
- Silva, D. A. L., Santos Renó, G. W., Sevegnani, G., Sevegnani, T. B., & Serra Truzzi, O. M. (2013). Comparison of disposable and returnable packaging: A case study of reverse logistics in Brazil. *Journal of Cleaner Production*, 47, 377–387. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.07.057>
- Throe, L., Melski, A., & Schumann, M. (2009). The impact of RFID on management of returnable containers. *Electronic Markets*, 19(2–3), 115–124. <https://doi.org/10.1007/s12525-009-0013-3>
- Van Engeland, J., Beliën, J., De Boeck, L., & De Jaeger, S. (2020). Literature review: Strategic network optimization models in waste reverse supply chains. *Omega*, 91, 102012. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2018.12.001>
- Wang, K.-S. (2014). Intelligent and integrated RFID (II-RFID) system for improving traceability in manufacturing. *Advances in Manufacturing*, 2(2), 106–120. <https://doi.org/10.1007/s40436-014-0053-6>
- Yusuf, Y. Y., Olaberinjo, A. E., et al. (2017). Returnable transport packaging in developing countries: Drivers, barriers and business performance. *Production Planning & Control*, 28(6–8), 629–658. <https://doi.org/10.1080/09537287.2017.1294271>
- Zgaya, H., & Hammadi, S. (2016). Logistics Engineering. Em *Logistics Engineering and Health* (pp. 1–53). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-1-78548-044-7.50001-4>
- Zhang, Q., Segerstedt, A., Tsao, Y.-C., & Liu, B. (2015). Returnable packaging management in automotive parts logistics: Dedicated mode and shared mode. *International Journal of Production Economics*, 168, 234–244. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.07.002>
- Zhou, W., & Piramuthu, S. (2015). IoT and Supply Chain Traceability. Em R. Doss, S. Piramuthu, & W. Zhou (Eds.), *Future Network Systems and Security*, 523, 156–165. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-19210-9_11

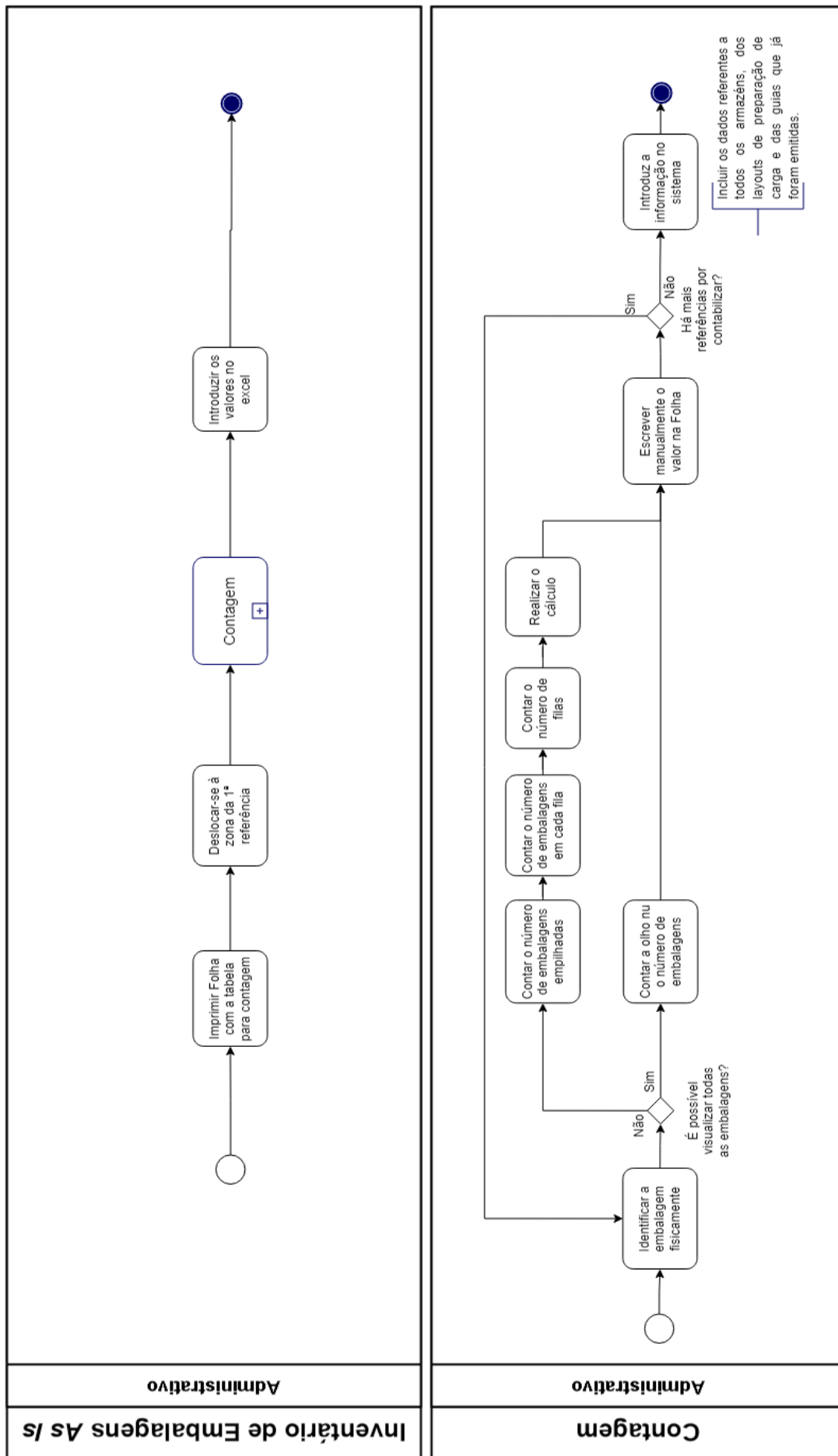
APÊNDICES

A.

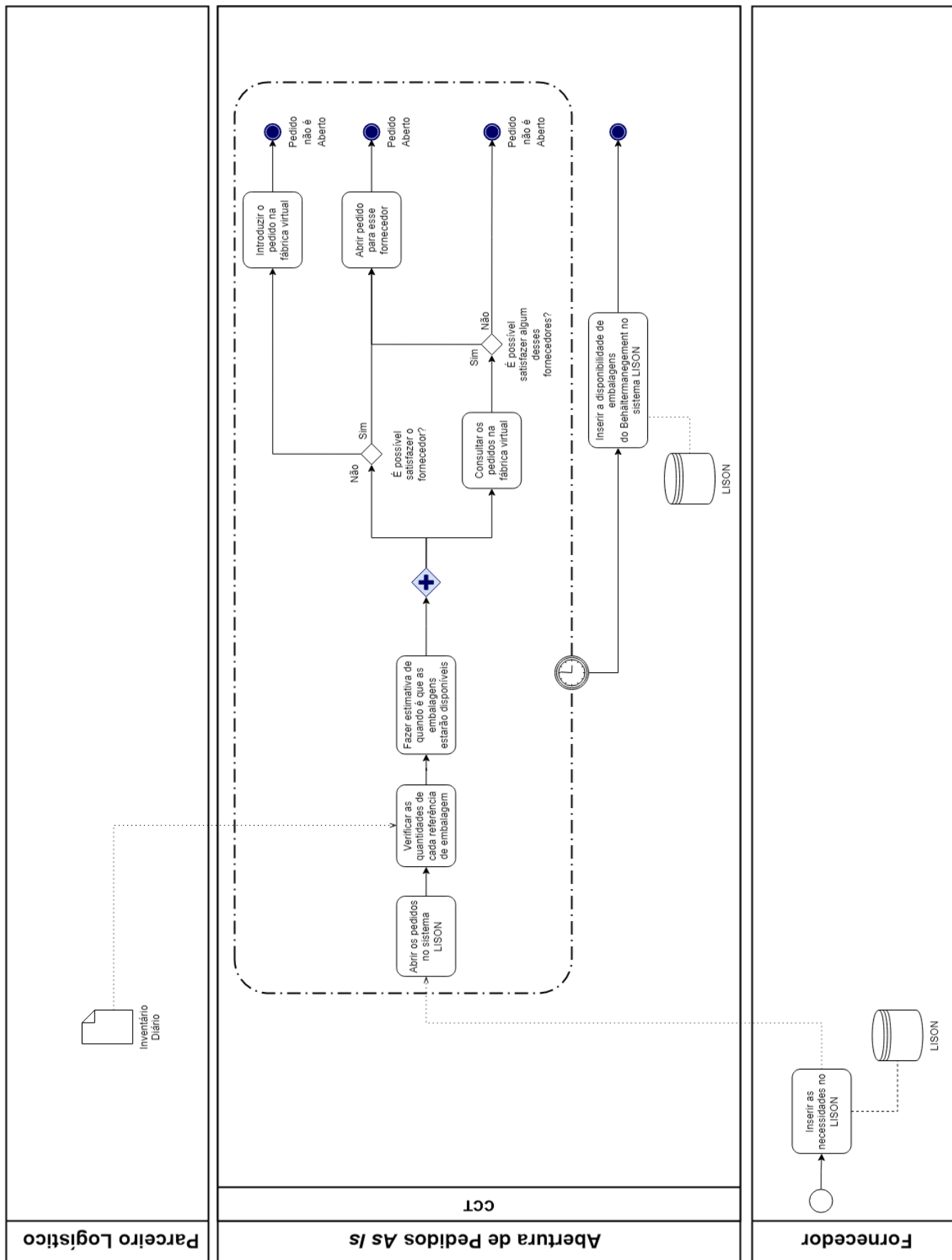
MAPEAMENTO DE PROCESSOS AS IS

Neste anexo encontram-se os diagramas das várias etapas do processo do modelo de gestão de embalagens vazias atualmente em vigor na Volkswagen Autoeuropa e estão sob a forma de *Business Process Model and Notation* (BPMN).

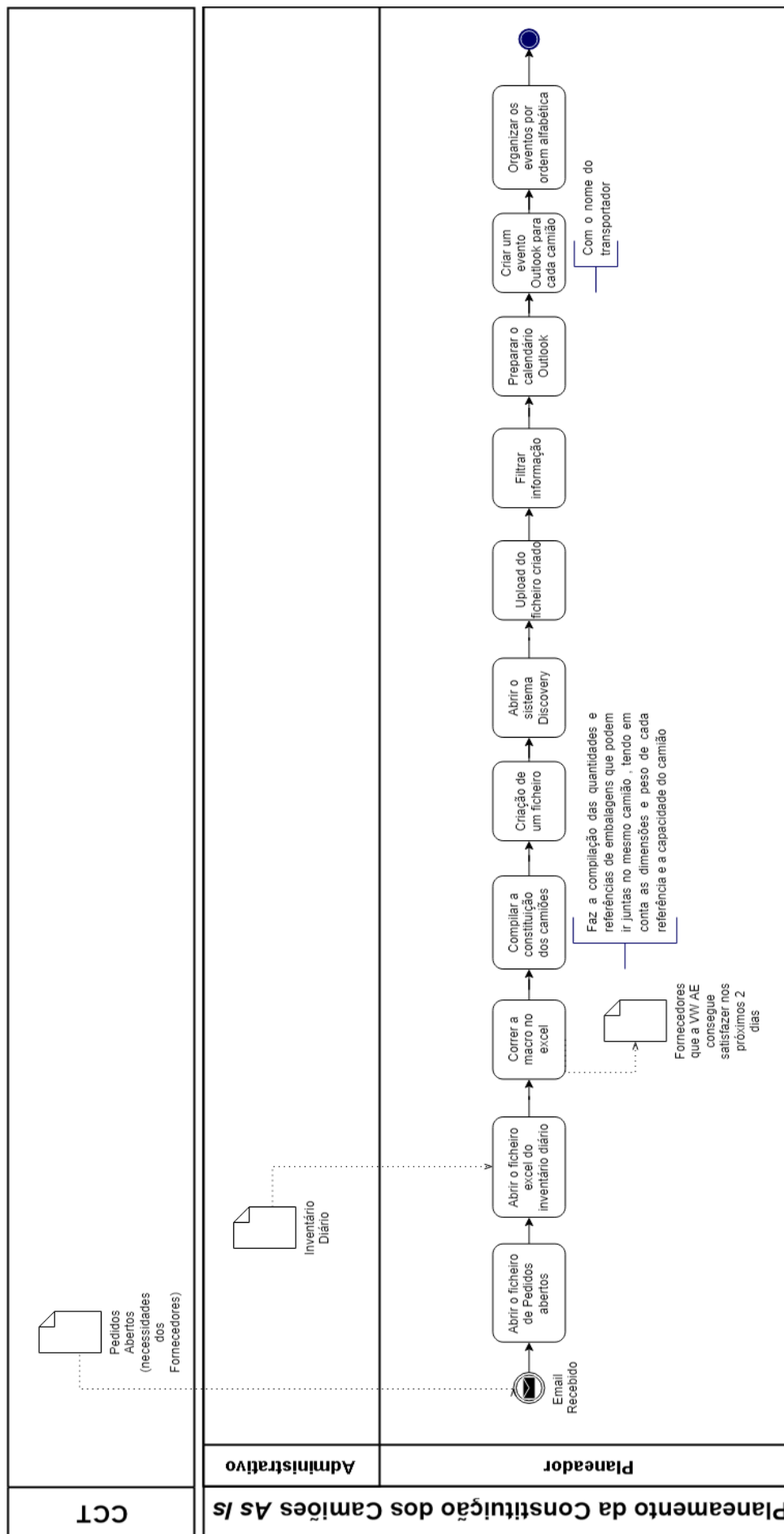
BPMN da etapa de Inventário de Embalagens As Is



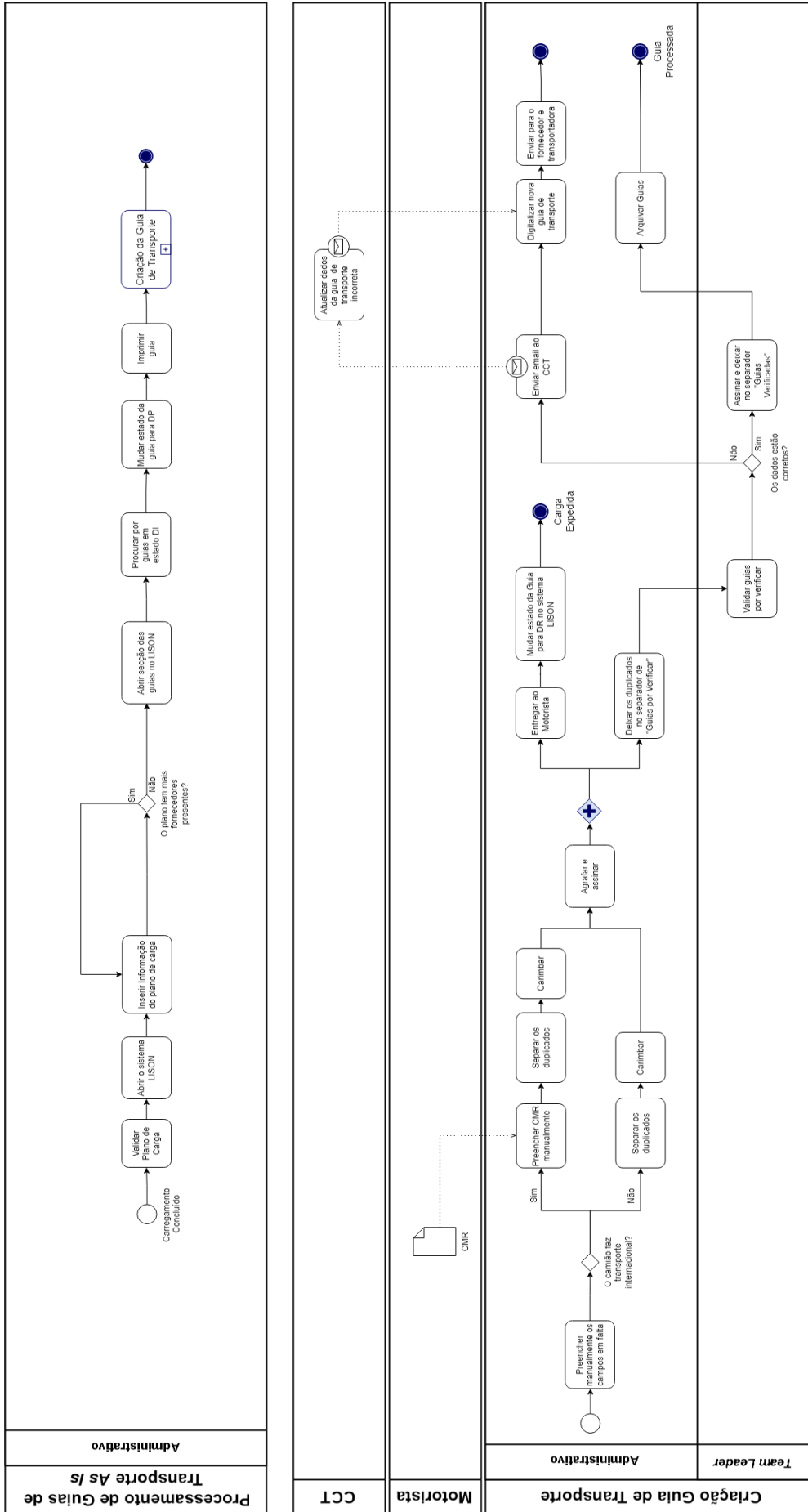
BPMN da etapa de Abertura de Pedidos As Is



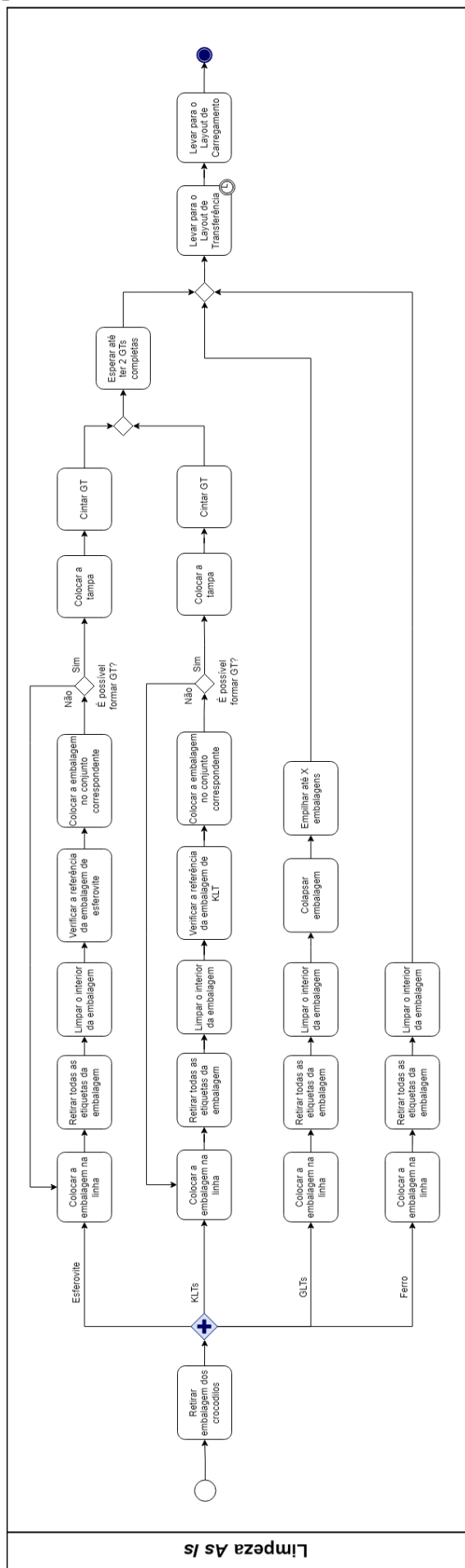
BPMN da etapa de Planeamento da Constituição dos Camiões As Is



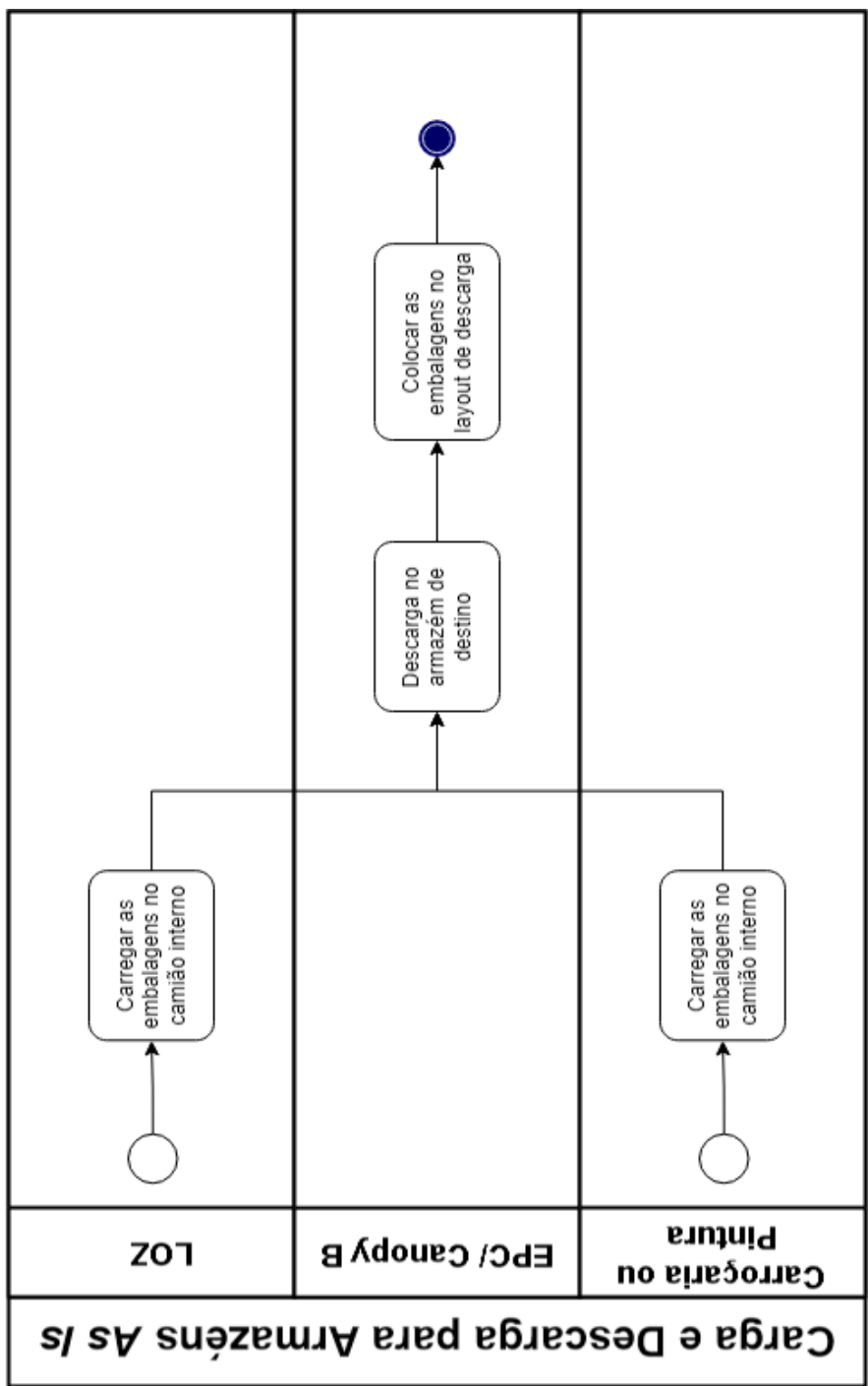
BPMN da etapa de Processamento de Guias de Transportes As Is



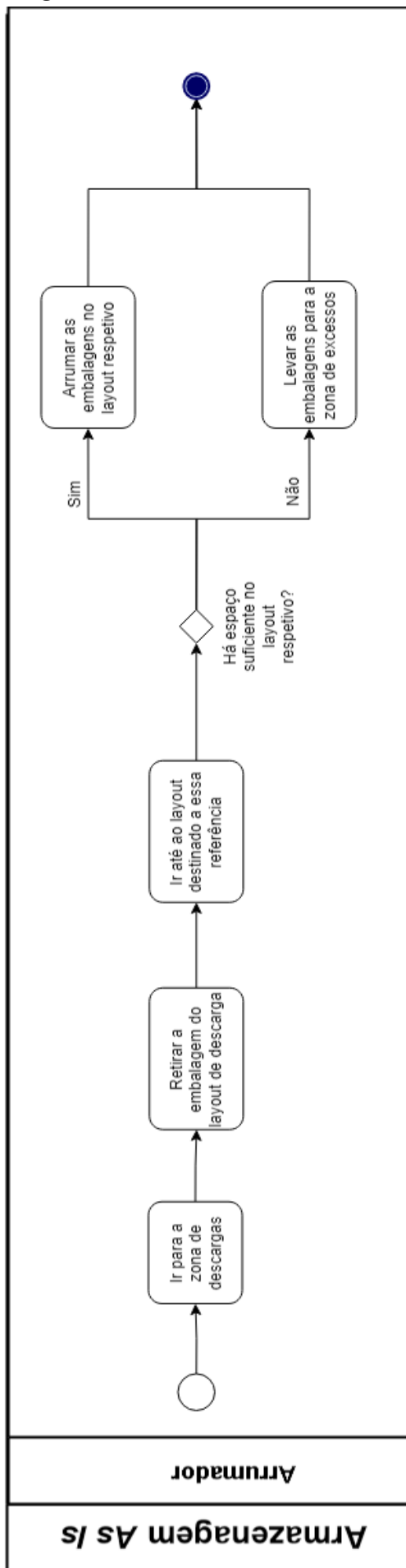
BPMN da etapa de Limpeza As Is



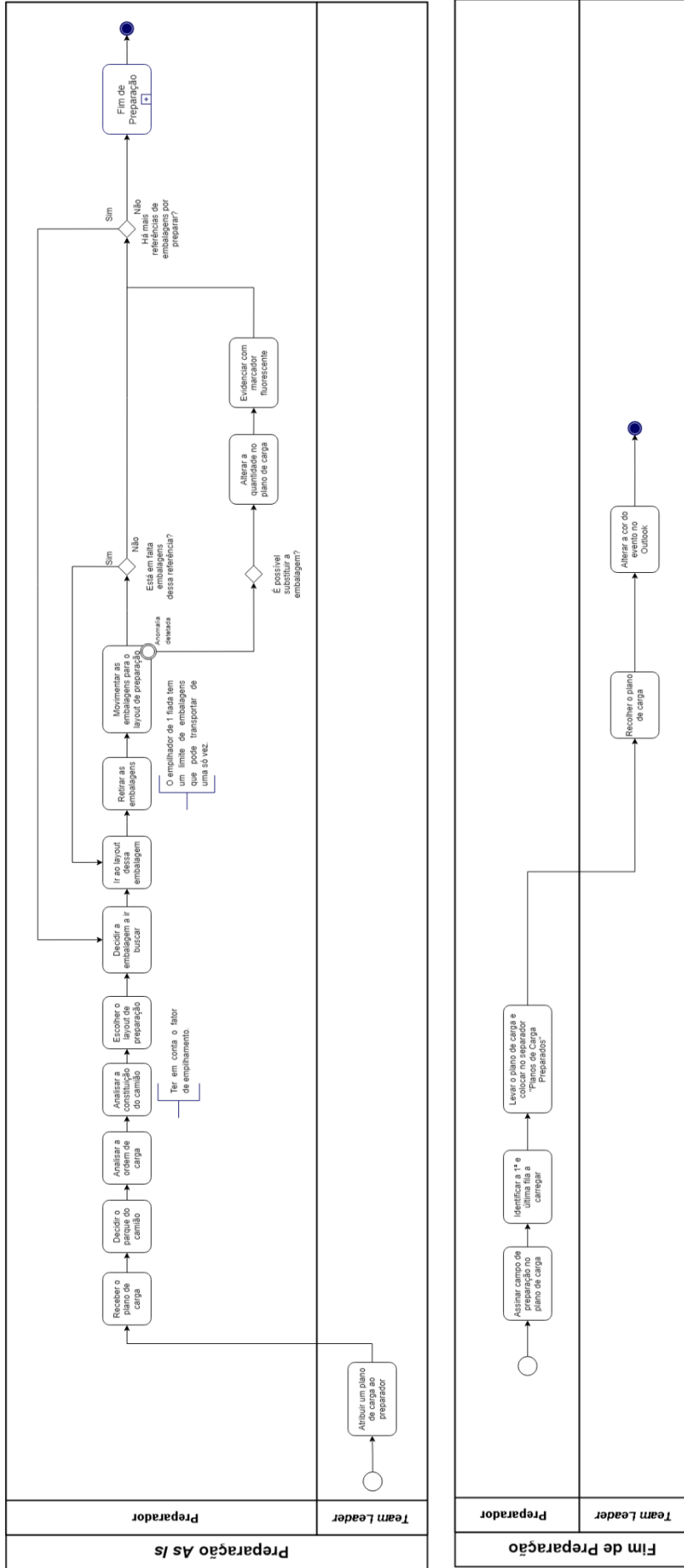
BPMN da etapa de Carga e Descarga para Armazéns As Is



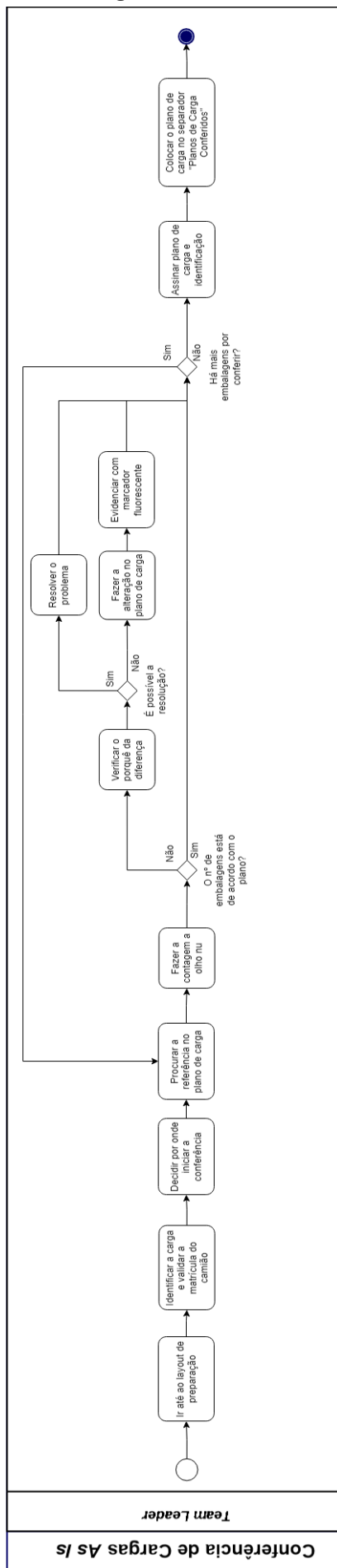
BPMN da etapa de Armazenagem As Is



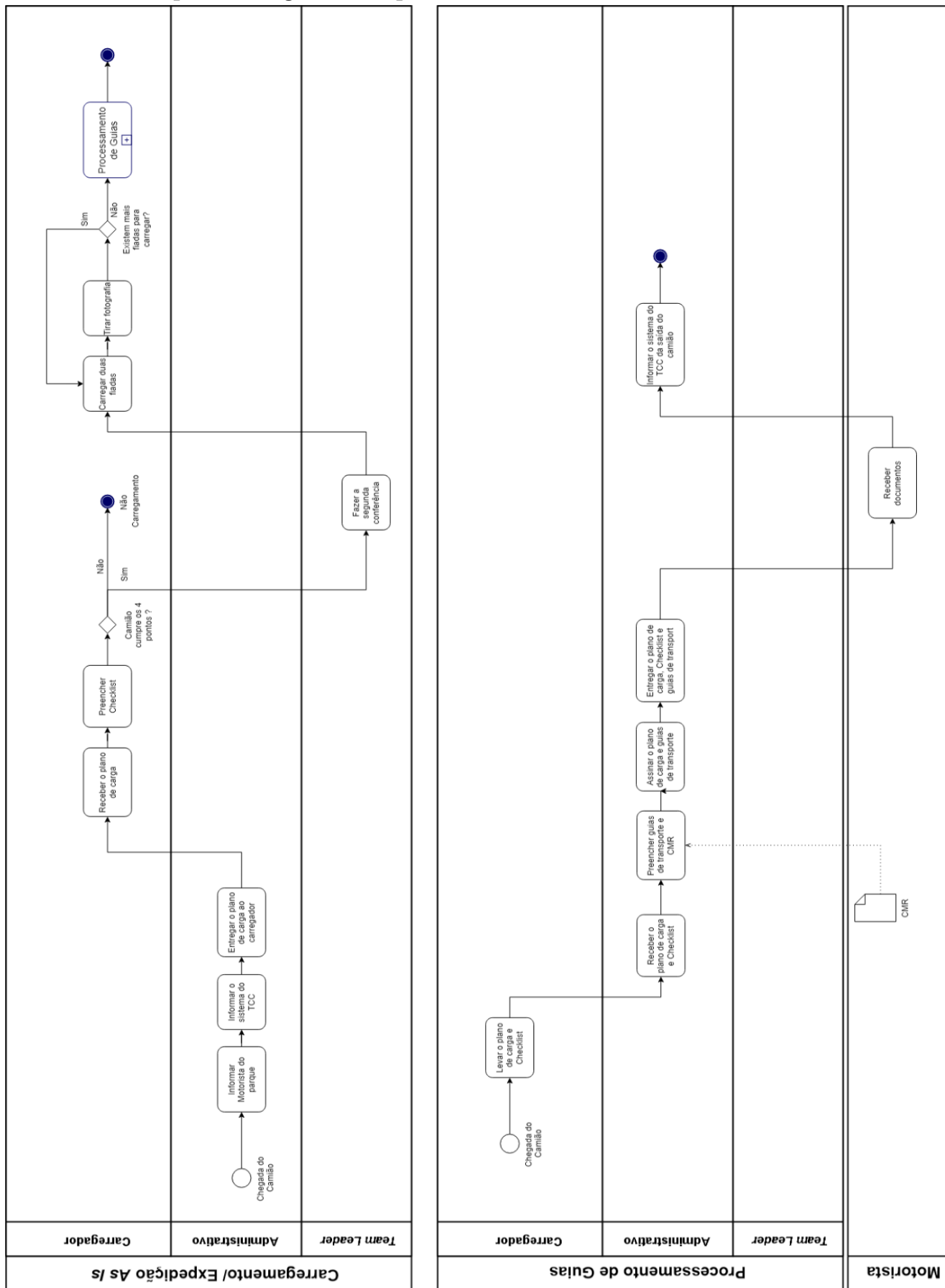
BPMN da etapa de Preparação As Is



BPMN da etapa de Conferência de Cargas As Is



BPMN da etapa de Carregamento/Expedição As Is

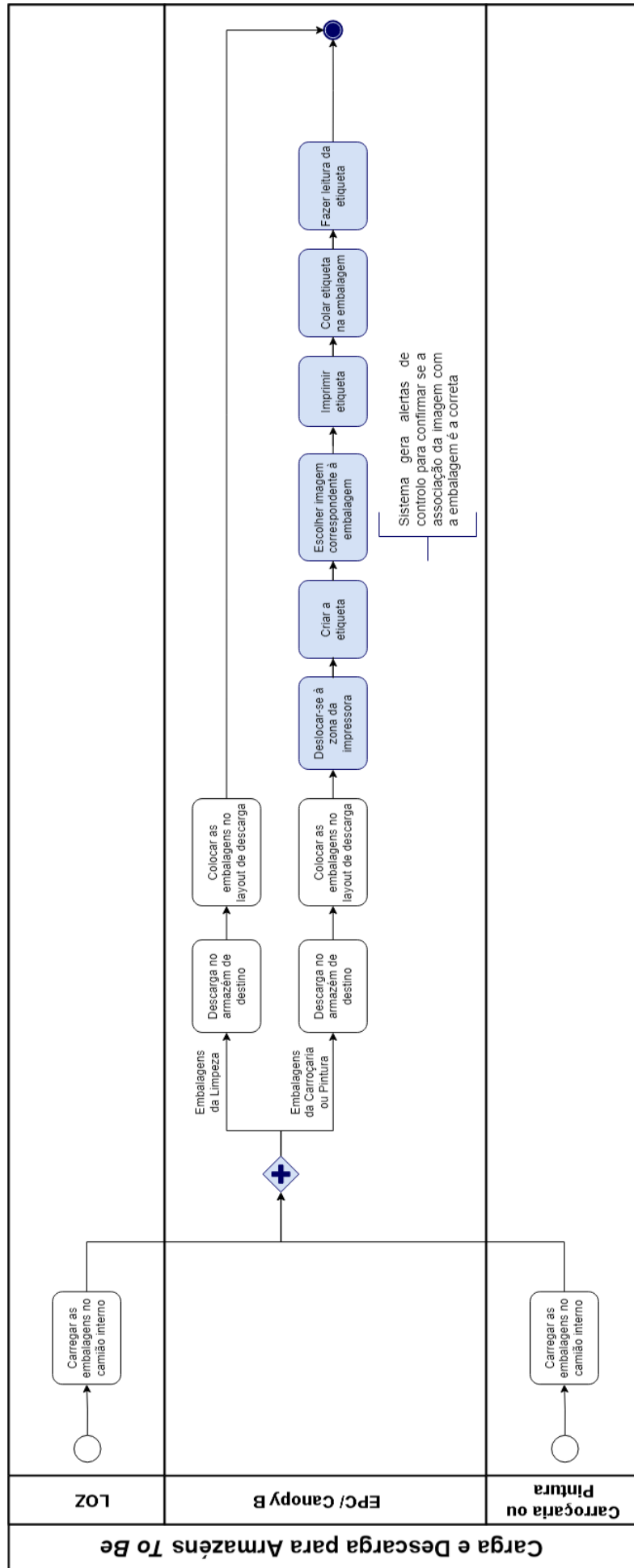


B. |

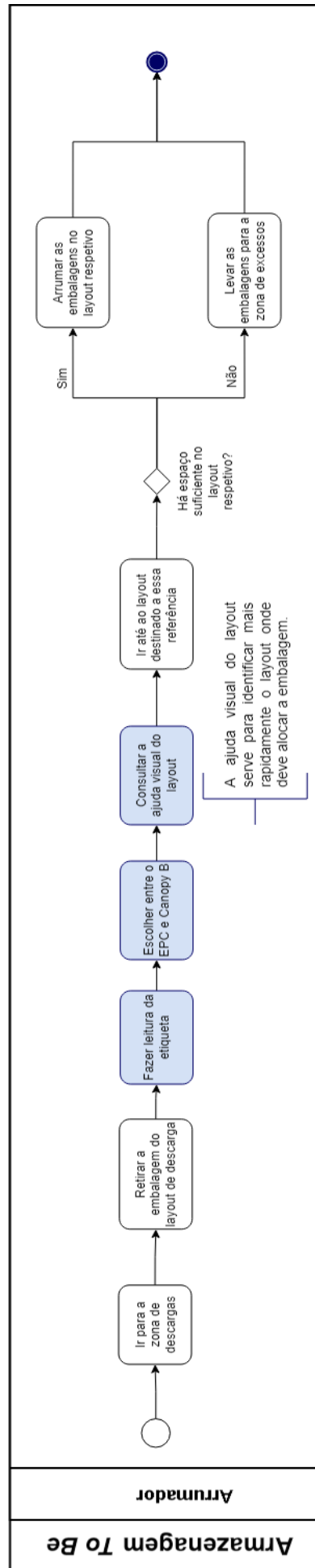
MODELO DE GESTÃO DE EMBALAGENS RETORNÁVEIS TO BE

Neste anexo encontram-se os diagramas das várias etapas do processo do modelo de gestão de embalagens retornáveis proposto. Estão sob a forma de *Business Process Model and Notation* (BPMN). As novas atividades introduzidas nas diferentes etapas estão identificadas com a cor azul.

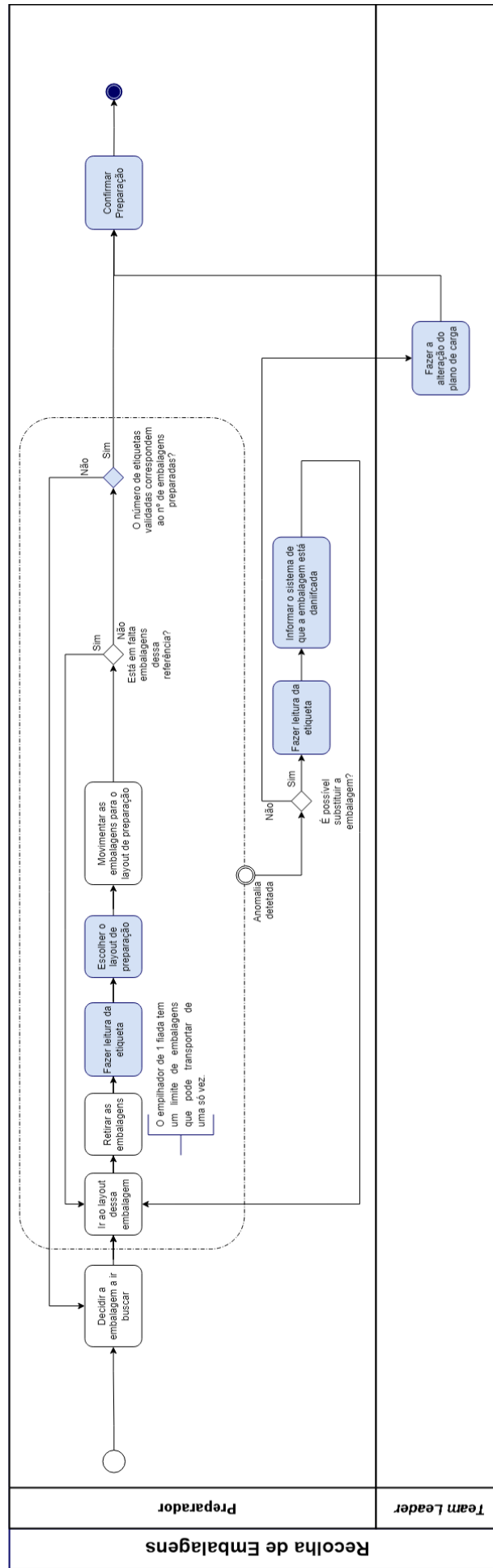
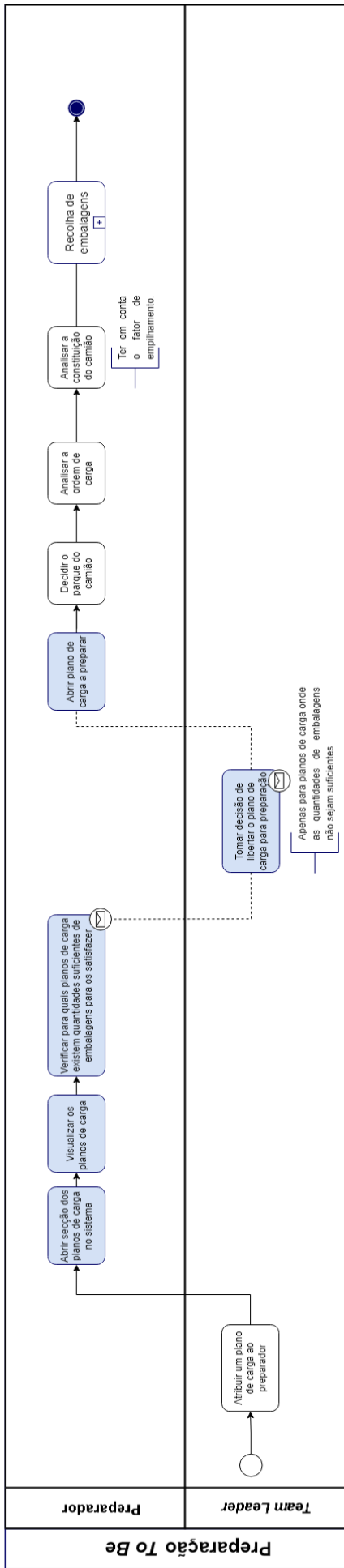
BPMN da etapa Carga e Descarga para armazéns *To Be*



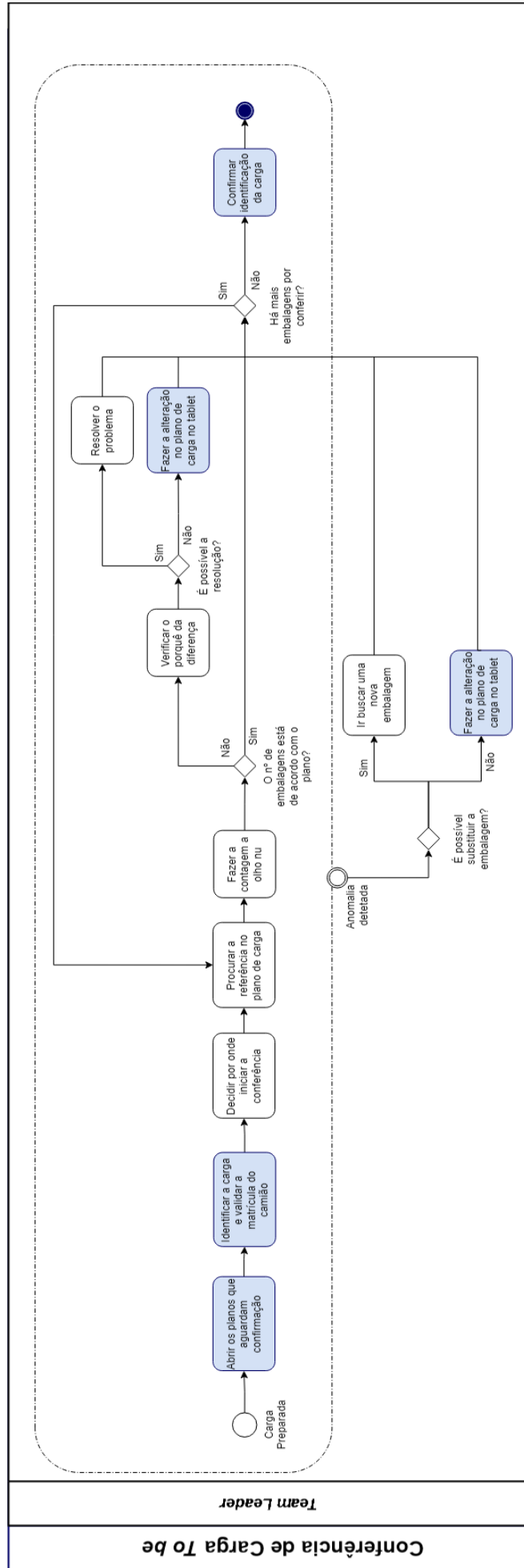
BPMN da etapa de Armazenagem To Be



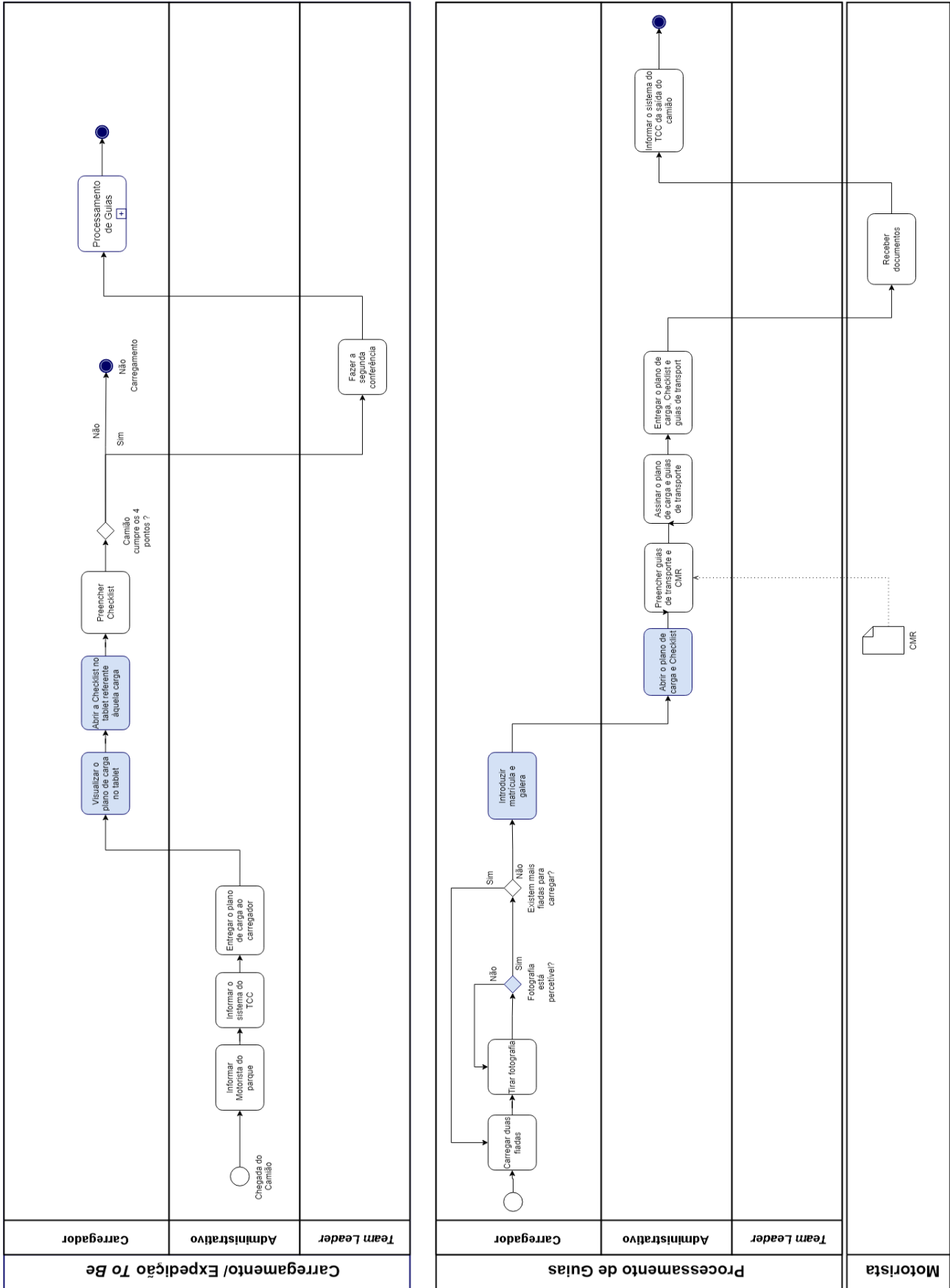
BPMN da etapa de Preparação To Be



BPMN da etapa de Conferência de Cargas To Be



BPMN da etapa de Carregamento/Expedição To Be





2021

BEATRIZ VICENTE COLAÇO DE
ABREU PIMENTA

PROPOSTA DE UM MODELO DE GESTÃO DE EMBALAGENS
RETORNÁVEIS