



Universidades Lusíada

Fernandes, Rute Filipa Oliveira

Modelação da logística direta e inversa numa empresa de e-commerce com recurso à simulação de eventos discretos

<http://hdl.handle.net/11067/7946>

Metadados

Data de Publicação

2024

Resumo

Nos últimos tempos, tanto em Portugal como no resto do mundo, a logística veio a ganhar visibilidade e importância em todos os setores e respetivos departamentos das várias empresas. As empresas devem estar sempre a inovar e a ter atenção de como acontecem todos os seus processos de modo a entregar ao cliente o melhor serviço possível. Enquanto a logística sempre desempenhou um papel crucial para o bom funcionamento de uma empresa, nos dias de hoje a logística inversa ganha crescente importância...

In recent times, both in Portugal and in the rest of the world, logistics has gained visibility and importance in all sectors and respective departments of different companies. Companies must always be innovating and paying attention to how all their processes occur in order to deliver the best possible service to the customer. While logistics has always played a crucial role in the smooth functioning of a company, nowadays reverse logistics is gaining increasing importance. While traditional lo...

Palavras Chave

Logística, Simulação

Tipo

masterThesis

Revisão de Pares

no

Coleções

[ULF-FET] Dissertações

Esta página foi gerada automaticamente em 2025-04-08T18:13:28Z com informação proveniente do Repositório



UNIVERSIDADE LUSÍADA
VILA NOVA DE FAMAICÃO

**MODELAÇÃO DA LOGÍSTICA DIRETA E INVERSA
NUMA EMPRESA DE E-COMMERCE COM RECURSO À
SIMULAÇÃO DE EVENTOS DISCRETOS**

Rute Filipa Oliveira Fernandes

**Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia e
Gestão Industrial**

Vila Nova de Famalicão – agosto de 2024



UNIVERSIDADE LUSÍADA
VILA NOVA DE FAMAICÃO

**MODELAÇÃO DA LOGÍSTICA DIRETA E INVERSA
NUMA EMPRESA DE E-COMMERCE COM RECURSO À
SIMULAÇÃO DE EVENTOS DISCRETOS**

Rute Filipa Oliveira Fernandes

Orientador: Professor Doutor Rui Silva

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

AVISO LEGAL

O conteúdo desta tese reflete as perspectivas, o trabalho e as interpretações do autor no momento da sua entrega. Esta tese pode conter incorreções, tanto conceptuais como metodológicas, que podem ter sido identificadas em momento posterior ao da sua entrega. Por conseguinte, qualquer utilização dos seus conteúdos deve ser exercida com cautela. Ao entregar esta tese, o/a autor(a) declara que a mesma é resultante do seu próprio trabalho, contém contributos originais e são reconhecidas todas as fontes utilizadas, encontrando-se tais fontes devidamente citadas no corpo do texto e identificadas na secção referências. O autor, declara, ainda, que não divulga na presente tese quaisquer conteúdos cuja reprodução esteja vedada por direitos de autor ou de propriedade industrial.

Agradecimentos

Ao longo de todo o processo da elaboração desta dissertação foram várias as pessoas que me ajudaram, tanto de forma direta ou indireta. A conclusão desta dissertação só foi possível graças ao apoio incondicional dessas pessoas.

Em primeiro, quero agradecer ao meu orientador da dissertação, o professor doutor Rui Silva. Expresso o meu sincero agradecimento por toda a paciência e disponibilidade neste longo caminho, onde sempre me deu auxílio quando mais precisei. A realização deste projeto não era possível sem a sua ajuda.

Agradeço também com muito carinho à empresa em estudo por todos os dados e informação que me forneceu sempre que eu precisei ao longo da elaboração desta dissertação. Em especial, quero agradecer à minha irmã Bruna e às colaboradoras da empresa, a Catarina e a Sónia.

Por último quero agradecer ao Zé, à minha família (em especial à minha mãe, Maria Rosa) e aos meus amigos que, apesar de uma forma indireta, sempre me apoiaram e ouviram quando mais precisei.

Resumo

Nos últimos tempos, tanto em Portugal como no resto do mundo, a logística veio a ganhar visibilidade e importância em todos os setores e respetivos departamentos das várias empresas. As empresas devem estar sempre a inovar e a ter atenção de como acontecem todos os seus processos de modo a entregar ao cliente o melhor serviço possível. Enquanto a logística sempre desempenhou um papel crucial para o bom funcionamento de uma empresa, nos dias de hoje a logística inversa ganha crescente importância. Enquanto a logística tradicional cuida da eficiência na distribuição e entrega de produtos, a logística inversa torna-se fundamental para a gestão eficiente dos retornos, reciclagem e reaproveitamento de materiais, refletindo a crescente importância da sustentabilidade e da otimização de processos.

O objetivo deste estudo foi modelar e caracterizar o processo de logística e de logística inversa numa empresa de e-commerce, utilizando a simulação de eventos discretos para propor ciclos logísticos mais sustentáveis e eficientes, destacando a importância dessas práticas nas empresas contemporâneas e optando por esse método devido à sua adequação para situações probabilísticas e de incerteza.

No estudo, foi realizada uma revisão de literatura para melhor entender os processos, vantagens e características da logística direta e inversa, com base no estado da arte. Com base nesse conhecimento, foi modelado e caracterizado o processo de logística e logística inversa de uma empresa de e-commerce. Utilizou-se a simulação de eventos discretos para propor ciclos logísticos mais sustentáveis. Na prática, foram simulados dois cenários: o primeiro envolveu alterações nos processos logísticos, resultando num aumento do tempo total de logística, mas com expectativa de redução nas devoluções; o segundo focou-se na logística inversa, visando diminuir o tempo de devolução. Os resultados mostraram que o primeiro cenário foi mais vantajoso, reduzindo enganos nas encomendas e, conseqüentemente, o número de devoluções, embora o estudo tenha enfrentado limitações como a pequena dimensão da amostra e dados limitados da empresa.

Palavras-chave: Logística, Logística inversa, Encomendas, Devoluções, Simulação de Eventos Discretos.

Abstract

In recent times, both in Portugal and in the rest of the world, logistics has gained visibility and importance in all sectors and respective departments of different companies. Companies must always be innovating and paying attention to how all their processes occur in order to deliver the best possible service to the customer. While logistics has always played a crucial role in the smooth functioning of a company, nowadays reverse logistics is gaining increasing importance. While traditional logistics takes care of efficiency in the distribution and delivery of products, reverse logistics becomes fundamental for the efficient management of returns, recycling and reuse of materials, reflecting the growing importance of sustainability and process optimization.

The objective of this study was to model and characterize the logistics and reverse logistics process in an e-commerce company, using the simulation of discrete events to propose more sustainable and efficient logistics cycles, highlighting the importance of these practices in contemporary companies and opting for this method due to its suitability for probabilistic and uncertain situations.

In the study, a literature review was carried out to better understand the processes, advantages and characteristics of direct and reverse logistics, based on the state of the art. Based on this knowledge, the logistics and reverse logistics process of an e-commerce company was modeled and characterized. Discrete event simulation was used to propose more sustainable logistics cycles. In practice, two scenarios were simulated: the first involved changes in logistics processes, resulting in an increase in total logistics time, but with an expected reduction in returns; the second focused on reverse logistics, aiming to reduce return times. The results showed that the first scenario was more advantageous, reducing order errors and, consequently, the number of returns, although the study faced limitations such as the small sample size and limited company data.

Keywords: Logistics, Reverse Logistics, Orders, Returns, Discrete Event Simulation.

Índice Geral

Resumo	v
Índice de figuras	viii
Índice de tabelas	ix
Lista de abreviaturas, siglas e acrônimos	1
1 Introdução	2
1.1 <i>Enquadramento</i>	2
1.2 <i>Objetivos</i>	3
1.2.1 <i>Objetivos gerais</i>	3
1.2.2 <i>Objetivos específicos</i>	3
1.3 <i>Metodologia</i>	4
1.4 <i>Estrutura da dissertação</i>	5
2 Revisão Bibliográfica	7
2.1 <i>Logística Direta</i>	7
2.1.1 <i>Importância da logística direta nas empresas</i>	10
2.1.2 <i>Logística inversa</i>	12
2.1.2.1 <i>Atividades da logística inversa</i>	12
2.1.2.2 <i>Benefícios da Logística Inversa nas Empresas</i>	14
2.1.2.3 <i>A Logística Inversa no Desenvolvimento Sustentável</i>	16
2.1.2.4 <i>Barreiras na Implementação da Logística Inversa</i>	18
2.1.2.5 <i>Características do produto que influenciam a logística inversa</i>	19
2.1.2.6 <i>Logística Inversa Pós-Consumo</i>	22
2.1.2.7 <i>Logística Inversa no E-Commerce</i>	25
2.2 <i>Modelação e Simulação de Eventos Discretos</i>	27
2.2.1 <i>O conceito de simulação</i>	27
2.2.2 <i>Simulação de Eventos Discretos</i>	29
3 Materiais e Métodos	31
3.1 <i>Caracterização da Empresa</i>	31
3.2 <i>Modelo de Logística Direta e Logística Inversa da Empresa</i>	32
3.3 <i>Recolha e Análise de Dados</i>	38
3.4 <i>Validação do Modelo de Simulação da Empresa em Estudo</i>	44
3.5 <i>Resultados</i>	57
3.5.1 <i>Cenário 1</i>	57
3.5.1.1 <i>Análise dos Resultados</i>	62
3.5.2 <i>Cenário 2</i>	63
3.5.2.1 <i>Análise dos Resultados</i>	67
4 Conclusões	68
Referências Bibliográficas	70

Índice de figuras

Figura 1 – Atividades logísticas (Frazelle, 2002)	10
Figura 2 – Componentes das decisões da logística pós-consumo.	23
Figura 3 – Representação do fluxograma da logística na empresa	34
Figura 4 - Representação do fluxograma da logística inversa da empresa	37
Figura 5 – Visão geral da simulação no JaamSim da logística da empresa em estudo.	46
Figura 6 – Representação da parte inicial da simulação de logística.	47
Figura 7 – Representação detalhada do processo de pagamento da simulação	48
Figura 8 - Representação detalhada do processo “Duplicate” no software de simulação.	49
Figura 9 - Exemplo de Expressão do processo da verificação de stock no software de simulação.	49
Figura 10 - Representação detalhada do processo do pedido ao fornecedor no software de simulação.	50
Figura 11 - Representação detalhada do processo de “Embalamento” da encomenda.....	51
Figura 12 - Representação detalhada do processo do tipo de envio.....	51
Figura 13 - Visão geral da simulação no JaamSim da logística inversa da empresa em estudo.	53
Figura 14 - Representação da parte inicial da simulação de logística inversa.....	53
Figura 15 - Representação do processo de pedido de devolução da simulação	54
Figura 16 - Representação do processo de “tipo de recolha” da simulação	55
Figura 17 - Representação da simulação sobre a receção da encomenda no armazém.	56
Figura 18 - Representação da simulação sobre os destinos finais na logística inversa.	56
Figura 19 - Representação do fluxograma com a alteração para o cenário 1.....	58
Figura 20 - Representação da visão geral da simulação com a alteração para o cenário 1.....	61
Figura 21 - Representação da simulação com a alteração para o cenário 1.	62
Figura 22 - Representação do fluxograma com a alteração para o cenário 2.....	64
Figura 23 - Representação da visão geral da simulação com a alteração para o cenário 2.....	66

Índice de tabelas

Tabela 1 - Visão geral das atividades de logística inversa (segundo Guide, 2003; Guide & Van Wassenhove, 2009).	13
Tabela 2 – Características dos produtos que influenciam a logística inversa.....	22
Tabela 3 - Dados fornecidos pela empresa sobre os seus processos de logística durante os meses de agosto e setembro de 2023.	38
Tabela 4 - Cálculos da média ponderada sobre tempos de pagamento	40
Tabela 5 - cálculos da média ponderada sobre os envios por transportadora.....	41
Tabela 6 - Dados fornecidos pela empresa sobre os seus processos de logística inversa durante os meses de agosto e setembro de 2023.	42
Tabela 7 - Informação complementar sobre as principais seis categorias existentes na empresa	32
Tabela 8 - Alteração para o cenário 1 dos dados fornecidos pela empresa sobre os seus processos de logística durante os meses de agosto e setembro de 2023.	59
Tabela 9 - Alteração para o cenário 2 dos dados fornecidos pela empresa sobre os seus processos de logística inversa durante os meses de agosto e setembro de 2023.	65

Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

DES – Simulação de Eventos Discretos

CSCMP – *Council of Logistics Management*

B2B – *Business to Business*

B2C – *Business to Consumer*

PNRS – Plano Nacional Resíduos Sólidos

1 Introdução

Neste primeiro capítulo é exposto o tema e os conceitos principais da dissertação e o seu enquadramento na atualidade. Além disso, são apresentados os objetivos propostos e a metodologia utilizada para atingir esses mesmos objetivos. Por fim, indica-se como a dissertação está estruturada e organizada.

1.1 Enquadramento

Os conceitos de logística, logística inversa e cadeia de abastecimento das empresas estão diretamente interligados e um bom entendimento sobre estes é sem dúvida fundamental para que as empresas possam operar e serem competitivas num mercado cada vez mais competitivo e com produtos complexos, de elevada customização e que têm ciclos de vida reduzidos. Engblom et al. (2012) definiram a logística como uma das áreas mais determinantes numa empresa. Embora os custos logísticos sejam os mais significativos dentro de uma empresa, a verdade é que se não existisse suporte logístico, nenhuma das restantes áreas como o *marketing* e a produção poderiam operar. Sendo assim, a logística inversa foi definida por Rogers e Tibben Lembke (2001) como: “O processo de planear, implementar e controlar o fluxo eficiente e económico de matérias-primas, de *stock*, de produtos acabados e informações relacionadas, desde o ponto de consumo até ao ponto de origem com o propósito de recapturar, criar valor ou descarte adequado”.

Nos dias de hoje, não só a logística, mas também a logística inversa assume uma grande importância tanto em Portugal como em todo o mundo, isso acontece porque a sociedade está cada vez mais preocupada com o meio ambiente e com as rígidas regulamentações que existem. Além disso, muitas empresas perceberam que a compreensão e o tratamento adequado das devoluções de produtos podem ser um fator crítico para o sucesso da empresa (Prakash e Barua, 2015; Batarfi, 2017; Lakhmi, 2019). Apesar da logística inversa já ser um tema estudado por várias empresas e autores, a verdade é que ela está frequentemente associada a questões complexas e com elevado grau de incerteza, dada a imprecisão que existe de informação e às inúmeras variáveis e restrições na decisão. Os investigadores consideraram que uma forma de resolver esses problemas poderá passar pelo recurso a métodos eficazes como a simulação.

O modelo de simulação imita o comportamento de todo o sistema e graças à simulação é mais fácil conseguir resolver os problemas dos sistemas de manufatura, em comparação com os modelos matemáticos. A exploração dos modelos de simulação resulta, conseqüentemente, na redução da necessidade de desenvolver uma relação matemática complexa.

Brito (2011) afirma que a modelagem e a simulação, em específico a simulação de eventos discretos (DES), tem sido muito aplicada em sistemas de logística. Isso acontece devido, principalmente, à combinação das características da DES e das características de sistemas logísticos no geral. No caso de estudo da presente dissertação foram simulados, através de uma ferramenta DES, os processos de logística e de logística inversa da empresa em estudo. A ferramenta DES utilizada foi o programa *JaamSim* onde é possível colocar todas as etapas necessárias para efetuar a representação delas. A modelação recorrendo a eventos discretos permite o estudo do impacto de diferentes cenários de funcionamento da cadeia logística aferindo da sua sensibilidade relativa a diferentes modelos de funcionamento bem como ao estudo do impacto de algumas variáveis.

1.2 Objetivos

Neste paragrafo vou apresentar os principais objetivos gerais e específicos na elaboração da dissertação.

1.2.1 Objetivos gerais

O objetivo deste trabalho é o de estudar e propor melhorias no modelo de cadeia logística e logística inversa numa empresa de e-commerce por forma a reduzir o impacto económico e ecológico da atividade e assim promover o desenvolvimento sustentável da empresa.

1.2.2 Objetivos específicos

Para concretizar o objetivo principal desta dissertação foram identificadas diferentes etapas que se concretizam nos seguintes objetivos específicos:

- Realizar uma revisão sistemática da literatura da logística, logística inversa e da simulação para sustentar o caso de estudo;

- Analisar a eficiência e a eficácia dos processos de logística, cadeias de abastecimento e logística inversa, incluindo a sua importância;
- Recolher os dados necessários e fornecidos pela empresa;
- Identificar, caracterizar e mapear os vários processos que acontecem em toda a logística e logística inversa da empresa em estudo;
- Desenvolver um modelo de simulação discreta da cadeia logística;
- Aplicar e validar o método de simulação na logística e na logística inversa da empresa;
- Promover alterações ao modelo original para analisar o impacto no comportamento da logística e da logística inversa;

1.3 Metodologia

Atendendo aos objetivos mencionados no capítulo anterior, a estratégia utilizada para o desenvolvimento da presente dissertação passa por estudar, modelar e depois promover melhorias na cadeia logística de uma empresa de e-commerce.

Na primeira fase é desenvolvida a revisão bibliográfica destacando os conteúdos científicos mais importantes acerca dos temas principais que envolvem a logística e logística inversa. Tem como objetivo principal compreender todo o impacto que a logística e a logística inversa têm nas empresas, incluindo as empresas de e-commerce.

O caso de estudo da presente dissertação é de uma empresa de e-commerce, mais especificamente de uma empresa de comércio eletrónico de produtos de animais e que tem uma cadeia de abastecimentos própria para tudo o que envolve a preparação de encomendas. É pretendido, nesta empresa, simular através de eventos discretos todos os processos da logística e da logística inversa. Depois da simulação estar validada foram criados dois diferentes cenários nos processos da cadeia de abastecimento de maneira a melhorarem de forma sustentável os resultados para a empresa, como a redução de devoluções.

Em primeiro, para ser possível modelar e simular a logística direta e inversa da empresa, foi necessário fazer um levantamento de todos os dados que iriam ser precisos para a realização do estudo. Os dados necessários correspondem ao volume e ao tempo de cada etapa no funcionamento da cadeia de abastecimento e esses dados foram fornecidos pelas

colaboradoras da empresa em estudo. Os colaboradores foram, sem dúvida, fundamentais para conseguir fazer a modelação mais corretamente do modelo.

Como já foi referido, neste caso de estudo é aplicado um modelo de simulação de eventos discretos, pois permite analisar com grande nível de detalhe todas as etapas e mudanças da empresa. O modelo de simulação de eventos discretos, através dos dados de entrada fornecidos, é usado para representar o sistema de logística da empresa de e-commerce. Depois do modelo estar validado por esse método e em específico pelo software JaamSim (JaamSim, versão 2023-05), foram propostas alterações nos processos da cadeia de abastecimento. Os resultados dos modelos de simulação serão analisados com o devido detalhe no capítulo 3.

1.4 Estrutura da dissertação

A estrutura do projeto é necessária que seja bem planeada para a exposição da informação estar de forma coerente. Cada capítulo é uma parte interdependente da dissertação e fornecem elementos importantes que se vão complementando ao longo do documento, desde a introdução, desenvolvimento e conclusão. Esta dissertação está organizada em 4 capítulos.

No primeiro capítulo é feita a introdução à dissertação. O documento começa por fazer o enquadramento do respetivo tema de modo a facilitar a compreensão do projeto. Em seguida os objetivos gerais e específicos a atingir ao longo da dissertação são descritos e por fim a estrutura da mesma é apresentada. Neste capítulo também é feita uma descrição da metodologia que foi utilizada ao longo do projeto.

No segundo capítulo, revisão bibliográfica, é feita uma apresentação sustentada dos principais conceitos, teorias e práticas do tema escolhido. É um capítulo fulcral em qualquer dissertação para sustentar a parte prática e mostrar a relevância do tema em várias vertentes.

No terceiro capítulo denominado por materiais e métodos, é desenvolvido, de forma prática, o tema desta dissertação: “Modelação e Simulação da Logística Direta e Inversa numa Empresa de E-Commerce com Recurso à Simulação de Eventos Discretos”. O capítulo inicia-se com a apresentação da empresa em estudo e de todas as etapas de logística direta e logística inversa que lá acontecem. Nos subcapítulos seguintes aplica-se a metodologia escolhida e os diferentes resultados que podem acontecer ao alterar variáveis.

No último e quarto capítulo são apresentadas as conclusões finais retiradas sobre o trabalho. Neste capítulo também são expostas as dificuldades e limitações encontradas ao longo do projeto. No final são apresentadas as referências bibliográficas que foram utilizadas ao longo do desenvolvimento dissertação.

2 Revisão Bibliográfica

Neste capítulo é apresentada uma revisão bibliográfica que sustenta a análise e desenvolvimento subjacente ao trabalho desenvolvido. Os principais temas são a logística direta, a cadeia de abastecimento e a logística inversa, no qual são expostos conceitos de diferentes autores dos vários artigos que foram analisados. No primeiro tema da revisão bibliográfica, a logística direta, é analisado em detalhe o seu conceito na atualidade, incluindo a sua importância e as suas atividades. A par da logística direta há, no segundo tema, a cadeia de abastecimento onde é feita uma pequena abordagem ao assunto incluindo os seus principais conceitos. Por último, é apresentada a base teórica sobre a logística inversa. Nesta parte é feita uma análise específica sobre a logística inversa onde se inclui o conceito, a sua relevância, os seus desafios e a sua relação com a sustentabilidade sendo também apresentada a logística inversa em empresas de comércio eletrónico.

2.1 Logística Direta

A logística direta, ou gestão logística como pode ser também designada, tem uma importância muito grande na evolução da história humanidade. Guerras foram ganhas ou perdidas devido às capacidades e forças logísticas dos seus participantes (Christopher, 2016). E no dia-a-dia das empresas a logística direta é cada vez mais imprescindível. Desempenha um papel fundamental na gestão das operações da cadeia de abastecimento. Nessa gestão considera-se o planeamento, a implementação e o controlo eficiente do fluxo de todas as operações desde a origem até ao final.

Segundo Christopher (2016), o tema da logística tem um impacto vital na conquista de vantagens competitivas. A logística direta, no seu sentido mais restrito, descreve o processo de movimentação de mercadorias desde o ponto de origem até aos clientes. Desde então esse conceito restrito foi expandido para incluir planeamento, execução e controlo do fluxo eficiente de produtos, serviços e informações por meio de um sistema económico (Christopher, 2016, p. 2; Lummus et al., 2001).

A logística direta tem a função de coordenar todas as atividades de uma empresa da forma mais eficiente e eficaz possível e tem tanta importância pelos seus dois principais objetivos: minimizar o custo (redução dos custos operacionais, financeiros e estratégicos da

empresa com estratégias que visam minimizar os impactos ambientais) e maximizar o lucro (eficiência e otimização dos processos de produção).

Em 1991, o *Council of Logistics Management* (CSCMP) definiu a logística como o processo de planejamento, implementação e controle eficiente e eficaz do fluxo e armazenamento dos bens, serviços e informações, desde o ponto de origem até ao consumo, de modo a cumprir com as exigências dos consumidores. Porém, CSCMP, em 2013, passou a definir a "Logística como parte da gestão da cadeia de abastecimento que planeia os processos de implementação e controle eficiente e eficaz do fluxo direto e inverso, e armazenagem de bens, serviços e informações relacionadas desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender às necessidades dos clientes".

Segundo Moura (2006), a logística pode ser encarada como um conjunto de interações que acontecem entre os fornecedores e clientes através de um fluxo de informações dos produtos. Esta pode acontecer no sentido direto ou inverso, com o objetivo de disponibilizar o produto ou serviço, em tempo útil, nos locais estabelecidos e em boas condições. O mesmo autor indica que a logística é muito importante e é mesmo natural considerá-la como crucial para a sobrevivência humana. Independentemente da localização geográfica dos produtos ou dos serviços estes serão entregues aos consumidores ou às organizações que necessitam deles em tempo adequado para a sua sobrevivência ou apenas para o seu lazer.

De uma maneira geral, o fundamento da definição do que é a logística é: a gestão de fluxos físicos e de informação. A logística direta, para além do controlo de inventários e de movimentações de materiais, também abrange a informação relacionada e a forma como esta é transmitida para os canais de distribuição e para a restante empresa. (Christopher, 2016; Guedes et al., 2017).

Atualmente, dentro da área da logística, existe um conjunto de atividades e que variam de empresa para empresa. Cada organização encara diferentes naturezas de negócio e nenhuma é estruturada de forma igual (Ballou, citado por Silva, 2016). A logística direta inclui algumas atividades principais que são essenciais para garantir o fluxo eficiente dos produtos. Essas atividades vão variar de cada setor e da cada empresa pois cada um tem as suas próprias necessidades.

CSCMP define as atividades "Logísticas como incluindo a gestão do *inbound* e do *outbound* em termos de transporte (transporte de entrada e transporte de saída), gestão da

frota, gestão da armazenagem, gestão de materiais e seu manuseamento, gestão da resposta a encomendas, desenho da rede Logística, gestão de inventários, planeamento do abastecimento e da procura e gestão dos prestadores de serviços Logísticos” (Carvalho et al., 2012; CSCMP, 2022)

Como principais atividades logísticas podem ser consideradas o transporte, a gestão de *stocks*, e o processamento de pedidos. O transporte engloba a movimentação física das mercadorias entre os diferentes locais. Inclui o planeamento de rotas, a seleção do tipo de transporte, o agendamento com as transportadoras. A gestão de *stocks* refere-se ao controlo e gestão dos níveis de *stock* no armazém de uma empresa. Inclui o controlo do *stock* disponível, o reabastecimento necessário, a minimização de *stock* em excesso ou insuficiente e a gestão do inventário. O processamento de pedidos é uma atividade logística com grandes responsabilidades pois são todas as atividades relacionadas com o recebimento, processamento e atendimento de pedidos de clientes. Isso engloba a entrada do pedido no sistema, a separação dos produtos pedidos, a embalagem e a expedição da encomenda.

Além das três atividades principais mencionadas, existem outras que são vitais para o bom funcionamento das empresas. Segundo Sanders (2011) são diversas as tarefas necessárias para o bom funcionamento da área logística, sendo elas as seguintes: transporte, armazenagem, manuseamento de materiais, embalagem, controlo de inventário, execução de encomendas, localização das instalações (nomeadamente armazéns).

Guedes et al. (2017, p.50) consideram que, para além das atividades logísticas identificadas por Sanders (2011), existem mais atividades como: “Transporte e Gestão do Transporte, Armazenagem e Gestão da Armazenagem, Embalagem e Gestão da Embalagem, Manuseamento de Materiais (matérias-primas, produtos em vias de fabrico e produtos finais) e Gestão de Materiais, Controlo e Gestão de *Stocks*, Gestão do Ciclo de Encomenda, Previsão de Vendas: Planeamento da Produção/Programação, *Procurement* e Gestão do Ciclo de *Procurement*, Serviço ao Cliente, Localização e Gestão de Instalações, Manuseamento de Materiais Retornados, Suporte ao Serviço ao Cliente, Eliminação, Recuperação e Reaproveitamento de Materiais e Gestão Logística Inversa”. Na Figura 1 está uma representação de algumas atividades incluídas na gestão logística, segundo Frazelle (2002). Segundo Frazelle (2002), as atividades incluídas na gestão logística englobam todo o fluxo ao longo de uma cadeia de abastecimento, incluindo as matérias-primas, produtos em vias de fabrico e produtos acabados.

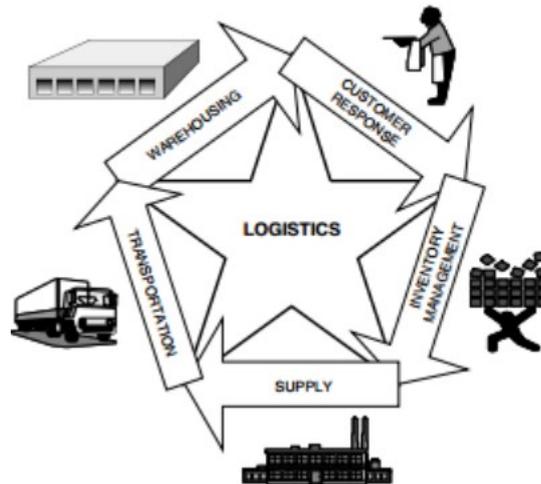


Figura 1 – Atividades logísticas (Frazelle, 2002)

2.1.1 Importância da logística direta nas empresas

A logística direta, como já foi referido, é sem dúvida fundamental para uma empresa ter sucesso no mercado. Engblom et al. (2012) definiram a logística direta como uma das áreas mais determinantes dentro de uma empresa. Moura (2006) defende que o sucesso empresarial passa por ter uma boa gestão da logística, que seja capaz de reduzir os custos e ao mesmo tempo ter a capacidade de dar uma resposta eficaz aos pedidos dos clientes procurando oferecer um melhor desempenho custo-benefício no serviço apresentado ao cliente.

Segundo Bowersox & Closs (1996) as empresas de topo só ganham posição e obtém vantagem competitiva se tiverem desenhado e gerido um bom sistema logístico. Por isso é possível afirmar que através de uma boa gestão logística e de uma boa gestão da cadeia de abastecimentos é possível atingir uma posição de superioridade sobre os concorrentes em termos de preferência.

Muitas empresas consideram que para criar uma vantagem competitiva perante os concorrentes é necessário começar por fazer uma segmentação de mercado através da criação de recursos diferenciados para que assim a empresa fique destacada em vários segmentos.

Sendo que por vezes é difícil competir pelo próprio produto, marca ou imagem corporativa uma das opções a seguir para se distinguir no mercado pode ser a aposta no serviço ao cliente. Como por exemplo, os serviços de entrega do produto ao cliente e o

serviço de pós-venda onde há o acompanhamento e preocupação com o estado da encomenda. Segundo o autor Christopher (2005), a essência da vantagem competitiva diz respeito à empresa conseguir diferenciar-se das empresas concorrentes e na capacidade de operar a custos mais baixos, ou seja, com uma maior margem de lucro. De acordo com o mesmo autor, a gestão das atividades logísticas permite à empresa obter uma maior produtividade, uma vantagem de valor ou a combinação das duas.

Segundo Carvalho et al. (2012) uma empresa passa a ter vantagem competitiva quando é superior em alguma área em comparação às empresas concorrentes que se encontram no mercado. É realmente importante que as organizações tenham uma vantagem competitiva perante a concorrência. Para ter essa tal vantagem competitiva, muitas empresas optam por implementar os 3 níveis principais de planeamento logístico (planeamento estratégico, planeamento tático, planeamento operacional). O planeamento logístico é fundamental nas empresas pois proporciona vantagem competitiva ao garantir a satisfação do cliente, uma eficiência operacional, a redução de custos e a capacidade de tomar as melhores decisões para o bom funcionamento da empresa.

Os níveis do planeamento logístico são utilizados pelas organizações para alcançar os seus objetivos. Estes níveis de planeamento distinguem-se pelo prazo em que as ações são executadas, se a longo ou curto prazo, pelos níveis hierárquicos envolvidos e como cada nível influencia o resultado geral da organização.

O planeamento estratégico é o nível de planeamento em que as ações da organização são planeadas com o pensamento a longo prazo. As decisões deste nível são da responsabilidade da alta administração da empresa e inclui a definição da missão, visão e valores da organização. O grande objetivo do planeamento estratégico é definir a direção geral da organização, e identificar os objetivos e estratégias a alcançá-los a longo prazo. No planeamento tático os planos são a médio prazo e são mais detalhados que funcionam como a decomposição do planeamento estratégico. O objetivo desta fase é concentrar-se na criação e desenvolvimento de condições para que as metas estabelecidas anteriormente sejam atingidas. O planeamento operacional é um nível com ações aplicadas a curto prazo e por isso é o mais detalhado no planeamento logístico de uma organização. Desenvolvido por colaboradores de nível operacional e que executa as tarefas e operações diárias necessárias para alcançar os resultados específicos. O objetivo do planeamento operacional é fazer com que as metas definidas anteriormente se transformem em ações mensuráveis.

2.1.2 Logística inversa

João Henriques que pertence ao *The Boston Consulting Group*, discursou no 12º congresso da Logística “Logística em Tempos de Incerteza”, e identificou algumas tendências e desafios da cadeia de abastecimento a longo prazo, focando-se na importância da logística inversa onde ocupa um espaço importante na operação logística dos retalhistas, quer seja pelo seu potencial económico, como pela sua importância para a preservação do meio-ambiente e assim mostra uma imagem da instituição ecologicamente correta (APLOG, 2019).

A logística inversa foi então definida como “a gestão eficaz e eficiente da série de atividades necessárias para recuperar um produto de um cliente, a fim de descartá-lo ou recuperar valor” (Erol e outros, 2010). No entanto, a definição padrão e a mais popular foi dada por Rogers e Dale (2001) como: “o processo de planejar, implementar e controlar o fluxo eficiente e económico de matérias-primas, de *stock*, de produtos e bens acabados e informações relacionadas desde o ponto de consumo ao ponto de origem com o propósito de recuperar valor ou de descartar adequadamente”.

A eficiência dos fluxos de materiais, dinheiro e informações de uma cadeia de abastecimentos é fundamental para o seu sucesso (Perera, 2022). O cenário com a logística inversa não é muito diferente. A logística inversa surge como continuação da cadeia logística dita tradicional, focando-se na gestão dos processos que ocorrem no sentido inverso na cadeia de abastecimento, quer sejam por recuperação direta (designadamente questões relacionadas com devoluções de produtos) ou recuperação indireta (como, por exemplo, a recolha de bens para reparação ou reciclagem).

2.1.2.1 Atividades da logística inversa

As práticas de logística inversa abrangem todas as atividades relacionadas com a logística inversa, isto é, as atividades que envolvem o encaminhamento de uma remessa para trás no sistema da cadeia de abastecimento (Prakash e Barua 2015; Chris, 2018). As atividades da logística inversa são referentes aos processos de gestão e controlo dos fluxos de produtos, matérias ou informações após o consumo ou fim de vida de um produto e tem o objetivo de recuperar valor, reduzir custos e minimizar impactos ambientais.

A logística inversa é caracterizada pelas atividades descritas na tabela 1 e segundo alguns autores: Guide (2003); Guide & Van Wassenhove (2009). As atividades de logística inversa começam com um processo de planeamento, implementação e controlo dos fluxos eficientes e económicos da gestão de devolução de produtos (A) incluindo a aquisição de produtos ou a movimentação de produtos do ponto do consumidor final até a um ponto de recuperação ou descarte.

Depois do produto estar no seu ponto de origem, o próximo passo é perceber o estado do produto e o destino que vai seguir. Então as próximas atividades de logística inversa são a remanufactura ou recuperação operacional (B). Em primeiro, o produto passa por um processo de triagem onde percebe se o produto pode ter uma recuperação ou se segue outros caminhos como a reciclagem ou o descarte. E depois disso é que segue o caminho escolhido na fase anterior. Pode seguir reutilização, reparo, remanufactura, reciclagem ou descarte. A remanufactura gasta menos tempo de fabricação e consome menos matéria-prima virgem e energia do que o processo de produção tradicional. E por isso o cliente pagará menos pelo produto remanufaturado (Sundin e Dunback, 2013). Por exemplo, a recuperação costuma ser mais barata do que construir ou comprar materiais novos.

Uma etapa final importante na recaptura de valor é o desenvolvimento de mercado nos produtos remanufaturados (C), e uma estratégia utilizada é o *remarketing* desses produtos. O *remarketing* de produtos remanufaturados ou recondicionados é uma atividade de logística inversa e refere-se a uma estratégia de *marketing* onde os fabricantes ou revendedores promovem a venda desses produtos de forma que eles voltem a ganhar valor no mercado.

Tabela 1 - Visão geral das atividades de logística inversa (segundo Guide, 2003; Guide & Van Wassenhove, 2009).

Categorias de logística inversa	Atividades de logística inversa
Gestão de devoluções de produtos (A)	Aquisição de produtos (para obter produtos dos consumidores finais)
	Transporte de produtos (mover os produtos do ponto de consumo até ao ponto de origem)

Problemas operacionais de remanufactura (B)	Teste, triagem e disposição (perceber se as devoluções são apropriadas para o processo pretendido e qual o tipo de destino dos produtos)
	Recondicionamento (reutilização, reparo, remanufatura, reciclagem ou descarte)
Desenvolvimento do mercado de produtos remanufaturados (C)	<i>Marketing</i> (dos novos produtos recondicionados)

Além das atividades de logística inversa consideradas como principais por Guide (2003) e Van Wassenhove (2009) existem outras que devem ser na mesma consideradas com atenção para o completo funcionamento da organização. Essas atividades podem ser a gestão de inventário, o rastreamento, os relatórios, a avaliação do desempenho e de uma melhoria contínua e por fim uma comunicação eficiente entre os *stakeholders*. As atividades da logística inversa podem ser complexas e envolver diferentes *stakeholders*, isto é, todas as partes interessadas ou envolvidas no processo da gestão e execução da logística inversa, começando pelos clientes que devolvem o(s) produto(s) e o fabricante/produtor/importador que iniciam efetivamente os processos da logística inversa.

As práticas de logística inversa e a sua gestão de devolução são um pouco mais complexas do que apenas impor rótulo de devolução no pacote e transportá-lo no sentido inverso (Chris, 2018). Existem muitas outras responsabilidades como lidar com o pagamento, lidar com as regulamentações impostas por cada país, pensar nas consequências das mercadorias devolvidas e encontrar maneiras de evitar contratempos futuros, etc.

2.1.2.2 Benefícios da Logística Inversa nas Empresas

A implementação de processos de logística inversa traz cada vez mais vantagens para a empresa. As práticas de logística inversa podem ajudar no manuseio eficiente dos produtos em fim de vida e de outros produtos devolvidos para garantir a eficiência operacional e da cadeia de abastecimento sustentável (Ravi et al., 2005). As motivações e influências para as empresas adotarem práticas de logística inversa podem variar por diversos fatores. E segundo Srivastava (2008), a logística inversa tem três *drivers* principais e estes são: a

legislação governamental, o valor económico a ser recuperado no produto devolvido e as preocupações ambientais.

As regulamentações e legislações são um motivo no qual as empresas tomam muita atenção. Em muitos locais são implementadas leis e regulamentações que obrigam as empresas a tomar certas medidas para reduzir o impacto ambiental. Então para evitar sanções, as empresas começam a adotar essas medidas.

Motores económicos e estratégicos podem influenciar significativamente decisões das empresas para iniciar a logística inversa (Van Der Wiel e outros, 2012). A implementação da logística inversa pode abrir portas para novas oportunidades de negócio no mercado, descobrindo novas soluções para os materiais reutilizados e podendo assim recuperar valor. Um exemplo podem ser os *outlets*, onde os produtos de uma época anterior ou com pequeno defeito são vendidos a um preço inferior. Assim ao recondicionar ou reciclar estes recursos, a empresa pode obter valor económico a partir deles. Segundo Zhuraleva e Aminoff (2021), a valorização de produtos ou materiais pode ter um forte potencial económico e pode estar associada ao crescimento do negócio ao nível do aumento da margem ou lucros ou da obtenção do valor que anteriormente não foi captado no produto.

Outro dos principais motivos para decidirem implementar práticas de logística inversa e para muitos o motivo mais relevante é devido à minimização do impacto ambiental. A crescente preocupação com a sustentabilidade ambiental por parte da sociedade faz com que as empresas adotem práticas para reduzir o impacto ambiental e assim promovem e implementam a reciclagem, reutilização, e o descarte adequado. A logística inversa pode então ser um empreendimento económico e ecologicamente correto, pois a vida útil dos produtos é estendida. E segundo Rogers e Tibben-Lembke (2001), todas as atividades da logística inversa pertencentes à cadeia de abastecimento reduzem o impacto ambiental na própria cadeia de abastecimentos.

Além dos motivos já referenciados, existem outros que influenciam as organizações a implementarem os processos de logística inversa. Um exemplo dado por Vaz e outros (2013) é que melhorar a imagem corporativa pode ser um objetivo prioritário na logística inversa pois ajuda a diferenciar uma empresa/ produtos dos seus concorrentes. Os consumidores geralmente descrevem as características de uma empresa com adjetivos personalizados, como confiável, respeitável, amigável ou de mau ou bom comportamento.

A soma dos tais traços de personalidade forma a chamada imagem corporativa (Hong e Huang, 2021).

A logística inversa também pode ser uma das formas da empresa demonstrar responsabilidade social perante o resto da sociedade porque assim mostra que se importa com o meio-ambiente e a comunidade. Os investidores e principalmente os clientes, atualmente, têm atenção por quem aplica práticas de logística inversa. Os trabalhadores também dão grande importância aos valores da empresa e ao que ela defende e por isso implementar práticas que sejam benéficas para o ambiente faz com que haja uma maior produtividade no trabalho. Devido às inúmeras vantagens que a logística inversa traz, muitas empresas de grande dimensão como a Kodak, Canon, Xerox, General Motors ou Dell estão envolvidas no processo de logística inversa (Krumwiede e Sheu, 2002; Agrawal et al., 2015).

Os motivos para a implementação da logística inversa varia conforme o setor industrial em que a empresa está inserida. Concluo, que de uma maneira geral, a implementação da logística inversa é uma estratégia essencial para as empresas de modo que estas atuem de uma forma mais responsável e consciente.

2.1.2.3 A Logística Inversa no Desenvolvimento Sustentável

A logística inversa tem um papel crucial no desenvolvimento sustentável das empresas. Isto porque as empresas podem implementar um conjunto de medidas (reaproveitamento, reutilização, reciclagem) e políticas corretas que vão de encontro com as necessidades humanas, aumentar a eficiência, criar emprego e permitir um acesso mais alargado às soluções (Moura, 2006).

Govindan et al. (2015) diz-nos que a logística inversa é amplamente reconhecida como uma prática ambientalmente correta que pode contribuir para tornar verde as cadeias de abastecimento. Além disso, desempenha um papel importante na cadeia de abastecimento verde ao mitigar e reduzir os danos ambientais, reduzir os problemas de aquisição e produção de matérias-primas e aumentar o valor económico. O valor económico aumenta ao promover a venda de produtos descartados num mercado secundário e isso fornece uma vantagem competitiva e alta satisfação do cliente (Prakash e Barua, 2016).

A logística inversa pode ser considerada uma tendência que surgiu como a preocupação das empresas em tornarem-se mais sustentáveis e amigas do ambiente ao

mesmo tempo que obtém lucro. Tornou-se popular em muitos setores, pois ajuda a desenvolver uma economia circular e de baixo carbono e a construir uma sociedade que economiza recursos e respeita o meio ambiente. É até normal considerar que a logística inversa se tornou mesmo uma parte obrigatória da cadeia de abastecimento das empresas devido à sua rentabilidade e ao seu benefício ambiental. E além disso, os investigadores Ageron, Gunasekaran e Spalanzani (2012) relataram vários benefícios que podem ser alcançados com a logística inversa, como por exemplo, a utilização eficiente de recursos e a proteção ambiental. Um desses benefícios está diretamente relacionado com o conceito de sustentabilidade.

Segundo Figge (2002), o conceito de sustentabilidade assenta em três pilares: pessoas, planeta e lucro. Estes três pilares são interdependentes e interconectados entre si e são fundamentais para garantir um desenvolvimento verdadeiramente sustentável. O pilar “pessoas” pode ser considerado como sustentabilidade social e diz respeito à igualdade, justiça e bem-estar das comunidades. Envolve normas que ajudem o quotidiano da sociedade. Em relação à sustentabilidade do planeta ou ambiente o principal objetivo é garantir que nos ecossistemas continuem a existir recursos naturais disponíveis para as gerações futuras. A última dimensão é a sustentabilidade a nível da economia ou lucro onde envolve atividades económicas com a finalidade de garantir um crescimento económico, distribuição de riqueza e estabilidade financeira para a empresa.

Johnson e outros (2007) estimaram aproximadamente 300 definições de sustentabilidade. Algumas das definições mais citadas incluem “a sustentabilidade pode ser definida como uma situação na qual a atividade humana é conduzida de forma a conservar as funções dos ecossistemas da terra” (ISO 15392, 2008). O interesse por trás do uso do termo “sustentabilidade” é minimizar o desperdício, gerar lucro para a organização e entregar o produto aos consumidores a preços satisfatórios.

A redução do impacto ambiental é fulcral na sustentabilidade e foca-se na minimização dos efeitos negativos criados pelas atividades da sociedade no meio ambiente. Existem várias maneiras de reduzir esse impacto como a adoção de medidas que diminuam a utilização em excesso dos recursos naturais. Algumas dessas medidas podem ser a reutilização de produtos e a reciclagem.

A reutilização de produtos e reciclagem visam proporcionar benefícios económicos e ambientais por se usar menos materiais e por se consumir menos recursos enquanto se cria

produtos em bom estado para vender. Ambas desempenham um papel fundamental principalmente na redução do impacto negativo que as atividades humanas provocam.

A logística ambiental está concentrada especificamente em minimizar o impacto ambiental durante as operações logísticas, incluindo as compras, transporte, armazenamento, logística inversa e gestão de resíduos (Gonzalez-Benito, 2006), enquanto a sustentabilidade é um conceito mais amplo e inclui a harmonização dos aspectos económicos, sociais e ambientais.

De uma maneira geral, é possível afirmar que as empresas de comércio eletrónico precisam de se concentrar mais na logística inversa devido ao aumento da quantidade de devoluções dos produtos. Além dos custos, fatores como preocupações ambientais, consciencialização do cliente e pressão legal levaram a um interesse em projetar a rede da cadeia de abastecimento da logística inversa de forma mais sustentável (Dutta et al., 2020).

Em resumo, o que retiro de mais importante acerca da logística inversa e da sustentabilidade é que ambos os conceitos estão diretamente relacionados. As empresas ao implementarem práticas de logística inversa estão automaticamente a ajudar o meio ambiente e a ser sustentáveis, mesmo que as suas intenções no momento da implementação não sejam essas.

2.1.2.4 Barreiras na Implementação da Logística Inversa

A logística inversa tem as suas fortes vantagens para ser implementada, mas a verdade é que não é assim tão fácil de fazê-lo e tal como a logística tradicional defronta-se também com distintas barreiras que passam as variadas dimensões, sendo elas de cunho cultural, territorial e tecnológico (Demajorovic et al., 2016).

Além da falta de conhecimento e experiência, existem outras barreiras de logística inversa que dificultam o processo, como a falta de apoio do governo e o interesse corporativo. Agrawal e Singh (2019) referem que isso pode ser o motivo pelo qual muitas atividades de logística inversa não são realizadas por setores desorganizados, como por exemplo, na Índia, um país em desenvolvimento. A cadeia de abastecimentos na logística inversa também é considerada normalmente mais complexa que na logística tradicional pois envolve mais processos e por ser mais complexa tende a ter um planeamento mais detalhado e difícil de executar para que os produtos retornem de maneira eficiente.

Outro possível entrave para a implementação da logística inversa são os custos associados a ela. É normalmente mais dispendiosa pois inclui custos de recolha, triagem, reparo, remanufactura ou um adequado descarte. Produtos devolvidos com defeito ou danificados podem gerar também custos extras. A logística inversa, de uma maneira geral, inclui a colaboração entre as várias partes da cadeia de abastecimento, como por exemplo, os fabricantes, colaboradores, vendedores, transportadoras ou centros de reciclagem/ aterro. A falta de entendimento e cooperação entre os vários colaboradores da empresa pode ser muito prejudicial para a empresa e levar a atrasos e ineficiências.

Uma das dificuldades que a organização encontra é em relação à grande variedade de produtos devolvidos, uma vez que, estes podem ser muito diferentes entre si, podem variar em termos de tamanhos, qualidade, tipo e condição em que se encontra. Esta variedade pode criar desafios em relação à triagem ou à classificação de cada item e por isso lidar com essa variedade exige que os processos de logística inversa sejam bem estruturados.

De forma resumida e de acordo com os autores Abbas e Farooquié (2020) muitas barreiras devem ser superadas na implantação de um sistema de logística inversa e essas barreiras estão relacionadas principalmente a divergências internas e externas. Os sistemas financeiros e tecnológicos de gestão e recursos humanos em conjunto com os comportamentos sociais são obstáculos para a atribuição de uma logística inversa na organização e exige que o governo de cada região especifique e facilite os processos, tornando-os menos burocráticos.

2.1.2.5 Características do produto que influenciam a logística inversa

A logística inversa é o processo de fluxo de produtos, materiais e peças desde o ponto de consumidor até ao ponto de origem dos mesmos. De Brito considera que além do produto também as suas características devem ser tomadas em atenção para projetar sistemas de logística inversa. As diferentes características dos produtos podem influenciar a forma como a logística inversa é processada e desta forma influencia, facilitando ou dificultando, a gestão da mesma.

As principais características do produto que podem influenciar a logística inversa são a composição, a deterioração, a dimensão, o uso padrão, a contaminação e a necessidade no mercado principal, tal como está representado na tabela 2.

Tabela 2 – Características dos produtos que influenciam a logística inversa

Características do produto	Descrição	Referências
Composição	facilidade de desmontagem, homogeneidade dos constituintes do produto, presença de materiais perigosos, etc.	(Cline et al., 2015; Ortegon et al., 2013; Van Der Wiel et al., 2012)
Deterioração	determina o nível de funcionalidade deixado no produto para uso posterior ou para recapturar o valor residual das suas peças/ componentes.	(Abdessalem et al., 2012; Van Der Wiel et al., 2012; Xie & Breen, 2014)
Dimensão	produtos pequenos são descartados ou armazenados facilmente. Os produtos grandes são difíceis de serem transportados e armazenados.	(Ortegon et al., 2013; Xie & Breen, 2014)
Uso padrão	a forma como o produto é usado varia com o tipo de cliente (B2B e B2C), com o local de uso do produto e a intensidade de uso.	(Van Der Wiel et al., 2012)
Contaminação	pode vir das sobras de produtos na embalagem ou manuseio descuidado do produto durante a sua remoção quando caem detritos indesejados na carga.	(Cline et al., 2015)
Necessidade no mercado principal	há uma necessidade do produto no mercado principal onde os produtos são normalmente vendidos. Distinto do mercado secundário (venda de produtos devolvidos e reprocessados).	(Abdessalem et al., 2012)

A composição do produto é uma das características consideradas com mais relevância na influência sobre os sistemas de logística inversa (Cline et al., 2015). No caso da composição é fundamental considerar o tipo e a complexidade do produto. Se o produto for mais sensível, como medicamentos, produtos químicos ou líquidos, é necessário haver um maior cuidado no transporte da devolução para não estragar ou verter na embalagem. Caso isso aconteça pode prejudicar os processos de logística inversa como a reutilização dos produtos.

Alguns aspetos como a dimensão e o uso padrão podem influenciar principalmente os sistemas de recolha, enquanto, outras características, como a composição, a deterioração e a necessidade no mercado principal influenciam principalmente os sistemas de recuperação.

Van Der Wiel (2012) refere que em relação ao tempo e à simplicidade, a presença de materiais perigosos influencia não apenas as opções de recuperação, como também a economia do sistema de logística inversa. E segundo o mesmo autor quando os componentes são padronizados em diferentes produtos é mais fácil e lucrativo reutilizar os componentes num próximo produto. De outro lado, temos os produtos únicos e personalizados que são normalmente feitos para clientes mais específicos, ou para uso ou momento exclusivo, então, eles não podem ser reutilizados diretamente.

Em relação à deterioração, geralmente, quanto menor for o nível de funcionalidade do produto deixado para uso posterior menor o valor económico que pode ser recuperado num produto seguinte. Se alguns produtos se deteriorarem mais rapidamente e o produto ainda for procurado e relevante no mercado, uma opção pode ser explorar possibilidades de recondicionamento ou reparo para uso posterior. Caso os produtos estejam há muito tempo no mercado, há hipóteses de que agora tenham caído em desuso ou que os modelos tenham mudado radicalmente e para muito melhor, limitando assim as opções de reutilização (Abdessalem e outros, 2012).

Um produto também se pode tornar fora de uso devido à legislação que restringe o reaproveitamento dos produtos devolvidos, como é o caso de alguns tipos de medicamentos (Xie e Breen, 2014). Algumas categorias dos produtos estão sujeitas a leis e regulamentações que podem afetar o fluxo logístico como em alguns casos em que os produtos têm de cumprir certas regras para voltar a ser usado por outro cliente.

O tipo de condicionamentos e embalagem do produto por parte do cliente durante a devolução são importantes para garantir que os produtos estão protegidos no processo de logística inversa, e se for necessário, há um cuidado extra para ser devolvido em boas condições ao local de origem.

Os padrões de uso do produto podem também influenciar a logística inversa, como por exemplo, as empresas que vendem os seus produtos b2b (produto é transferido de uma empresa para outra empresa) podem achar mais fácil recuperar os seus produtos porque normalmente sabem onde e como os produtos acabam enquanto os produtores b2c (produto

é transferido de uma empresa para o consumidor final) podem ter dificuldade em saber onde é o ponto final dos produtos (Van Der Wiel e outros, 2012).

Ao considerar e tomar uma maior atenção às várias características dos produtos, a empresa pode assim desenvolver estratégias mais eficientes e eficazes para a logística inversa, como a redução ou otimização de custos.

2.1.2.6 Logística Inversa Pós-Consumo

É importante entender que as devoluções dos produtos podem ocorrer por qualquer causa, como pedido errado por parte do cliente, engano na entrega por culpa do vendedor, mudança de planos, reclamações nos produtos, produtos danificados ou partidos (Autry et al., 2001). Esses produtos devolvidos são processados pelos fabricantes para extrair valor ou então descartados adequadamente.

De modo a recuperar grande parte do valor económico dos produtos em final de vida, as empresas no processo de logística inversa tentam, sempre que possível, dar uma segunda vida aos produtos. Quando isso não é possível, devem seguir na mesma, práticas sustentáveis nos produtos que já não estão na sua vida útil ou que já foram utilizados pelos consumidores. Estas práticas são fundamentais para promover bons hábitos de sustentabilidade ambiental e assim reduzir resíduos sólidos inúteis no meio ambiente.

Atualmente, já existem muitos países que estabelecem regras com o intuito de ajudar o meio-ambiente, como por exemplo, o Brasil. No Brasil foi implementada uma lei, em 2010, que tem o intuito de reduzir o impacto negativo dos resíduos sólidos em final de vida. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), conhecida como a lei nº 12.305/2010, foi implementada para melhorar a maneira como os resíduos são tratados no país e tem vários objetivos que incluem proteger a saúde pública e do meio ambiente, estimular a reutilização e reciclagem e etc. A situação da lei no Brasil é apenas um caso de medidas que entidades superiores estão a tomar para a sociedade ter mais consciência do que fazer aos produtos de pós consumo.

As práticas de pós-consumo podem ir desde a reutilização de um produto, dando-lhe uma segunda vida, até um simples método de reciclagem. O processo de logística inversa caracteriza-se pela sua complexidade e antes de ser decidido o destino do produto devolvido são feitas várias etapas descritas no tópico acerca das atividades e práticas da logística

inversa. A escolha do destino do produto devolvido depende de vários critérios, incluindo a condição física do produto e o tempo de vida do produto (Yanikara e Kuhl, 2015).

As principais práticas de logística inversa pós-consumo estão representadas na Figura 2 e podem ser a reutilização, a reparação, a remanufatura, o acondicionamento, a reciclagem, e o descarte adequado. No comércio eletrónico também é muito utilizado o método de revenda, normalmente, é um método usado caso o produto se encontre em bom estado para voltar a ser vendido.

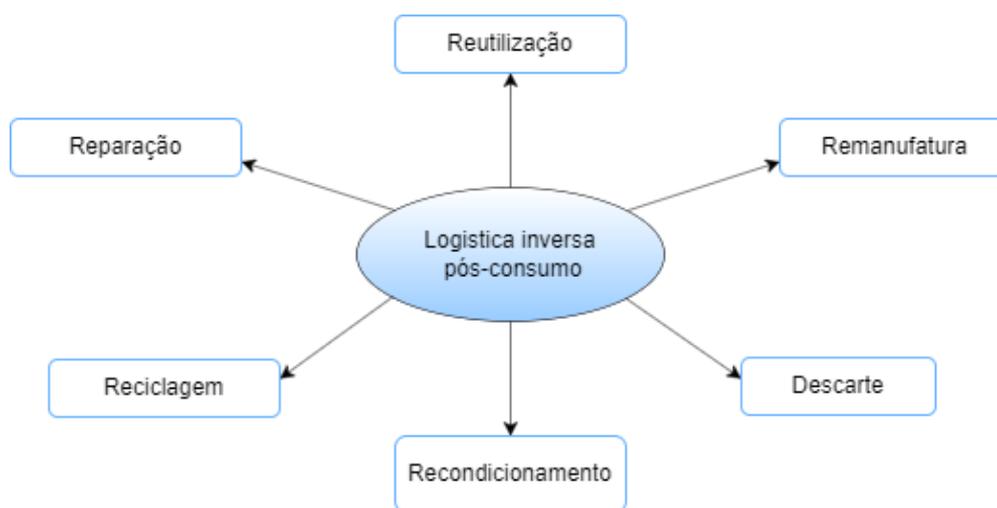


Figura 2 – Componentes das decisões da logística pós-consumo.

Começando pelo processo de revenda. Este processo é muito comum em empresas de e-commerce pois o cliente normalmente não tem uma perceção ao vivo do que compra e então há maior probabilidade de este comprar o produto errado.

A reutilização sempre que seja possível é a prática de logística inversa que as empresas priorizam, uma vez que assim o produto não perde totalmente o valor económico. Esta prática consiste na reutilização do produto ou materiais para a fabricação de outros produtos. Isso, habitualmente, diz respeito a processos realizados em lojas de segunda mão e inclui inspeção, limpeza, armazenamento e testagem de produtos, mas não inclui necessariamente desmontagem ou reproprocessamento (Matsumoto, 2010).

A reparação consiste em restaurar os componentes danificados até um estado funcional. É um processo mais específico e é direcionado para solucionar problemas mais pontuais num produto, sem ser necessário desmontá-lo.

Lund e Hauser (2010) referem que a remanufactura consiste em restaurar um produto não funcional, descartado ou trocado para a condição de novo. Este já é um processo mais abrangente do que a reparação e inclui normalmente a desmontagem total do produto e a substituição das peças desgastadas ou danificadas de modo a garantir que o produto siga as especificações originais.

Os mesmos autores do parágrafo anterior dizem que o acondicionamento são aqueles produtos que estão levemente danificados ou apresentam um problema técnico e podem ser reparados rapidamente. Diferentes tipos de produtos podem ser acondicionados, como computadores, impressoras, telemóveis, móveis, pneus. Muitas empresas começaram a acondicionar produtos devolvidos, especialmente na indústria eletrónica.

A reciclagem é um processo elaborado que inclui a recolha, triagem e transformação de materiais que se não forem reciclados vão para o aterro sanitário e com várias consequências para o meio-ambiente e para a nossa saúde. Gobbi (2011) disse que a reciclagem é a opção de descarte preferida para os produtos de baixa possibilidade de recuperação, enquanto a remanufactura deve ser a preferida para os produtos de alto valor de recuperação. Ele referiu ainda que a quantidade de produtos devolvidos é importante para economias de escala na reciclagem, enquanto o tempo e o custo são relevantes no caso de remanufactura. O descarte para o aterro é válido quando é feito de forma adequada e quando não existe outra alternativa mais vantajosa para o ambiente e sociedade.

Um dos casos mais pontuais sobre este assunto é referido por Skinner e outros (2008) que propuseram o seguinte “se o suporte adequado de recursos para a logística inversa não estiver disponível, escolham destruir o produto porque outras opções de descarte, como a reciclagem ou a remanufactura, requerem recursos significativos para recuperar valor”. Eles reconheceram que apenas a reciclagem e o descarte adequado são as opções viáveis de destino final do produto para melhorar o desempenho económico da logística inversa. De qualquer das maneiras, o mais comum é dizer que as empresas que adotam práticas de sustentabilidade nas suas atividades como a remanufactura, reciclagem ou reutilização, podem colher mais benefícios financeiros (Lalmazloumian, et al., 2014).

A logística inversa é uma componente chave da cadeia de abastecimento que a maioria das empresas presta muita atenção atualmente. A procura exponencialmente crescente do consumidor e os ciclos de vida dos produtos cada vez mais curtos, juntamente com a economia linear (produzir-utilizar-descartar), resultaram em escassez de recursos e

um aumento significativo nos resíduos criados (Bhatia, 2020; Gupt e Sahay, 2015). Por isso, houve uma grande necessidade das empresas estudarem práticas relacionadas com a logística inversa de modo a conseguir que os produtos em final de vida não fiquem como resíduos abandonados.

A verdade é que para criar um fluxo inverso nas cadeias de abastecimento, os fabricantes devem começar por apresentar ofertas de programas de devolução com fortes argumentos, que incentivam os revendedores a recolher e devolver os produtos usados (Dyckhoff, Lackes e Reese, 2013; Dekker, 2013).

Por exemplo, a Dell (uma empresa de hardware de computador dos Estados Unidos) foi uma das primeiras empresas a implementar um programa de devolução em 2014, quando conseguiu reciclar 10% do plástico usado nos seus processos de fabricação. Os plásticos reciclados foram posteriormente usados em novos computadores (Kazemi, Modak e Govindan 2019). Já a Kodak (uma companhia americana que produz produtos relacionados com a fotografia) começou a recuperar, reutilizar e reciclar as suas próprias câmeras usadas, em vez de descartá-las. Assim, até 80% das peças dessas câmeras foram reaproveitadas na produção de novas. Outras empresas como a Xerox e a Canon também remanufaturaram a maioria dos equipamentos usados (Jayaraman e Luo, 2007).

2.1.2.7 Logística Inversa no E-Commerce

O e-commerce, também designado por comércio eletrónico, diz respeito a um processo de transação, como a compra e venda de produtos ou serviços através da internet (Nisar & Prabhakar, 2017). Nos últimos anos houve um grande crescimento do e-commerce com os consumidores a preferirem fazer compras online. Um dos motivos para a sua popularidade pode ser explicado pelo aparecimento de companhias de pagamento como a PayPal, ao oferecerem um método de pagamento online seguro (Nisar & Prabhakar, 2017).

O crescimento das vendas no e-commerce é acompanhado por uma alta taxa de devolução de produtos igual a 30%, por isso agrega-se uma perspetiva única a essa complexidade (Dennis, 2018). Esse é um dos motivos por a logística inversa estar a ganhar grande importância e estar a ser adotada em muitas empresas.

Segundo os autores Govindan e Soleimani (2017), a logística inversa tem sido definida como um termo que se refere ao papel da logística na devolução de produtos, na

reciclagem, na substituição de materiais, na reutilização de materiais, no descarte de resíduos e no condicionamento. E também o autor Wang et al. (2021) refere que a logística inversa numa empresa de comércio eletrónico está associada principalmente ao processo de devolução. Portanto, para se implementar a logística inversa no e-commerce é fulcral a empresa ter uma estratégia clara da gestão de devoluções. A loja online deve ter a informação clara acerca da política de devolução da empresa, a forma como esta se procede e os valores que a empresa defende. Assim o cliente também sente que está próximo da empresa e dos seus procedimentos.

No contexto atual, a gestão de devoluções tornou-se um aspeto importante das operações de logística inversa para uma empresa de e-commerce. Rogers e outros (2002) definiram a gestão de devoluções como um processo de gestão das atividades associadas a devoluções e controlo destas, tanto dentro da empresa como dos colaboradores que fazem parte da cadeia de abastecimento.

A devolução de produtos pode acontecer por diversos motivos como por exemplo: pelos produtos estarem defeituosos, pelas recalls de produtos devido à mudança repentina de interesses, pode acontecer uma devolução para fins de manutenção, reparo e revisão geral (Bernon et al., 2018). Em empresas de e-commerce é comum os produtos também serem devolvidos por não corresponderem às expectativas do cliente uma vez que não há contacto com o produto antes de o comprar, ou então pode acontecer algum engano de envio por parte da empresa.

Vlachos e Dekker (2003) referem que no e-commerce, alguns produtos devolvidos possuem alta integridade e geralmente não precisam de reparos, podendo entrar nos canais de vendas imediatamente após uma simples reembalagem. Isto acontece porque, como foi referido no paragrafo anterior, muitas das devoluções do comércio online são apenas erros da empresa ou do cliente ou então mudança de opinião/ interesse do próprio cliente, mas o produto continua em bom estado.

Um processo de logística inversa bem estruturado e executado faz com que as devoluções que o cliente pediu sejam realizadas de uma forma eficiente e eficaz e assim melhora a satisfação e confiança do cliente perante a empresa. No e-commerce a eficiência e eficácia das devoluções são ainda mais importantes pois os clientes não têm contacto direto com a empresa e com o produto antes de o comprar e é uma forma do cliente ganhar confiança com a empresa e os seus colaboradores. Por consequência, os clientes ao lidarem

com processos de devoluções corretos e rápidos, isto é, ao terem uma experiência positiva e eficaz, ganham uma impressão positiva sobre a empresa. E assim as empresas conseguem construir um relacionamento mais forte com o cliente, demonstrando cuidado e preocupação com este.

As empresas ao adotarem práticas de logística inversa mostram que têm compromisso com a sustentabilidade enquanto se preocupam com a redução do impacto ambiental. Isso é relevante pelo facto das pessoas, atualmente, tomarem grande atenção a quem se preocupa com questões ambientais. No e-commerce a importância é maior pois as pessoas, por não ser um espaço físico, precisam de mais razões para confiar na empresa e se souberem que a organização defende práticas de sustentabilidade os clientes ficam com uma ótima impressão da empresa e dos seus valores.

Ao longo deste capítulo é possível concluir que a implementação da logística inversa no e-commerce traz muitas vantagens para a empresa e para o meio ambiente. Além disso, os estudos mostraram que uma gestão eficaz de devoluções pode resultar uma maior fidelidade do cliente, o que é benéfico num setor competitivo (Ramanathan et al., 2011). Concluindo, uma adequada logística inversa no e-commerce vai mais além de apenas umas simples devoluções de produtos, oferece oportunidade para as empresas melhorarem a satisfação do cliente e melhorarem as práticas de sustentabilidade.

2.2 Modelação e Simulação de Eventos Discretos

Neste subcapítulo “Simulação” vai ser apresentado uma parte teórica acerca do método de simulação, incluindo as vantagens e desvantagens, e uma parte teórica sobre a simulação de eventos discretos que foi a ferramenta utilizada neste caso de estudo. Logo a seguir, vai ser exposto e analisado o método de simulação real da logística direta e logística inversa da empresa em estudo, utilizando os dados recolhidos e analisados da empresa no capítulo anterior.

2.2.1 O conceito de simulação

Bruzzone (2004) menciona que a simulação tem sido amplamente conhecida como a melhor e mais apropriada metodologia para investigar e resolver problemas em sistemas

complexos do mundo real para fazer a escolha certa, entender o porquê, explorar possibilidades, analisar pontos fortes e pontos fracos dos problemas, encontrar soluções ótimas de sistemas reais (Sokolowski e Banks, 2010).

A maioria dos sistemas de interesse da vida real é muito complexa e enfrenta muitos desafios para ser capturada por modelos analíticos ou numéricos com fidelidade aceitável. Então, para modelar a complexidade dos problemas e processos de logística inversa, a simulação pode ser uma ferramenta muito útil.

A simulação tem vindo a ser utilizada como uma ferramenta para sistemas de apoio à decisão e pode ser considerado um recurso chave para as empresas. Alguns autores (S. Terzi e S. Cavaliere (2014)) consideram que em relação às cadeias de abastecimento de uma empresa esta ferramenta, a simulação, tem a capacidade de representar restrições complexas e de representar o comportamento do sistema ao longo do tempo. De forma simples, a simulação pode ser definida como a imitação da operação de um sistema ou processo do mundo real ao longo do tempo.

Na literatura, a simulação tem sido frequentemente distinguida pela falta da sua capacidade de otimização. Os resultados da simulação geralmente, são executados com um conjunto de observações em vez de uma solução ótima, como são encontrados em modelos normativos (por exemplo, programação linear, programação dinâmica, etc).

As vantagens de usar o método de simulação na minha dissertação e em outros estudos é bastante clara. Como vantagens do seu uso temos:

- Não é necessário modificar o sistema base atual para avaliar diferentes cenários. Isso é particularmente útil quando modificar um sistema real é muito difícil ou pode levar a encargos financeiros muito elevados.
- Experimentar mudanças e acréscimos propostos sem comprometer recursos;
- Manipulação do tempo da simulação sendo possível acelerar ou desacelerar os vários processos, para serem estudados.
- Perceber mais facilmente os problemas que um sistema pode ter na realidade, e por consequência ter uma melhor percepção das variáveis e das interações entre estas;
- Para os sistemas na fase do projeto avaliar medições de alto nível e avaliar como as mudanças afetam o desempenho (Calvi, 2015).
- Ajuda a perceber de forma fácil o funcionamento do sistema;

- Precisa de pouco investimento;

Mas além das vantagens, usar a ferramenta de simulação também tem as suas desvantagens. Algumas das desvantagens do seu uso são:

- Requer várias tentativas e um treino especializado até a simulação estar válida;
- Os resultados que se obtém podem ser incertos ou difíceis de analisar;
- A simulação e análise dos modelos pode gastar muito tempo;

As simulações têm os seus prós e contras, como foi referido anteriormente e Goldsman (2007) afirma que são frequentemente utilizadas para analisar sistemas que são muito complicados para aplicar por meio de métodos analíticos, como cálculo, probabilidade, estatística ou teoria das filas.

Existem diferentes técnicas que ocupam lugar de destaque nos processos de simulações. As principais categorias podem ser identificadas com base em três dimensões básicas: 1) momento de mudança; 2) aleatoriedade; 3) organização dos dados (Mourtzis et al., 2014). Alguns autores referem que os métodos de simulação também provaram ser uteis para a análise de diferentes configurações de sistemas complexos de logística ou manufatura (Li et al., 2009).

2.2.2 Simulação de Eventos Discretos

A simulação de eventos discretos (DES) é um dos métodos de simulação mais conhecidos para apoiar a tomada de decisões na produção e na logística. O software de simulação de eventos discretos gratuito e de código aberto pode ser uma alternativa interessante para pequenas e médias empresas e instituições educacionais. Os modelos são usados de forma a compreender melhor o procedimento do sistema a simular ao longo do tempo e como reage ao implementar diferentes situações.

Neste tipo de modelos faz-se representações detalhadas do sistema e as filas de espera são elementos essenciais. Quando se quer testar variações no modelo, a simulação de eventos discretos pode ser usada pois os modelos usados são geralmente aleatórios graças ao uso de distribuição nestes. Os parâmetros de entrada das distribuições são, normalmente, dados medidos ou recolhidos.

A seguir vão ser listados alguns dos principais critérios para considerar a utilização de ferramentas DES nas empresas:

- Capacidade para modelar problemas de produção e logística;
- Flexibilidade (para testar diferentes cenários);
- Experimentação sem risco (sem afetar o sistema real);
- Suporte e manutenção de software;
- Existência de uma documentação de software;
- Tamanho da comunidade de utilizadores;
- Redução de custos e tempo;
- Ferramentas para animação;
- Visualização e interpretação.

Os investigadores Tako e Robinson (2012) realizaram um estudo acerca da utilização da simulação de eventos discretos e *System Dynamics* (utilizada em casos de simulação a nível estratégico) como sistemas de apoio à decisão nas áreas da logística e gestão da cadeia de abastecimento. Esse mesmo estudo mostrou que ambos os métodos de simulação podem ser utilizados nesse contexto, mas o que é mais frequente é o uso de simulação de eventos discretos para simular problemas de logística e gestão de cadeias de abastecimento.

A simulação de eventos discretos permite avaliar esquemas alternativos das cadeias de abastecimento e o impacto do *lead time* e níveis de qualidade nos custos (F. Persson e J. Olhager, 2002). A utilização da simulação mostrou-se bastante útil na gestão da cadeia de abastecimento e essa foi uma das razões para o seu uso ter crescido nesta área. Outros autores Terzi e Cavalieri (2004) realizaram uma revisão de literatura na área da simulação. Essa revisão comprovou, com ótimos resultados, que os modelos de simulação foram aplicados em diferentes estudos das áreas da logística e utilizando diferentes tipos de modelos (modelo único e múltiplos modelos), ferramentas e linguagens.

A ferramenta utilizada para este estudo foi o JaamSim. O JaamSim é uma ferramenta de simulação de eventos discretos de código aberto e amplamente utilizada para modelar e analisar processos logísticos e industriais. O JaamSim permite criar representações virtuais de sistemas complexos como armazéns e linhas de produção para avaliar o desempenho e identificar oportunidades de melhoria.

3 Materiais e Métodos

Neste capítulo é apresentada toda a informação que suporta o desenvolvimento da componente prática, nomeadamente a caracterização da empresa e o levantamento da cadeia logística da empresa de e-commerce. Os principais pontos a serem apresentados são: o caso de estudo, a simulação e os resultados. O caso de estudo da dissertação vai ser exposto em detalhe, onde vai começar a ser apresentado a informação acerca da empresa e de como se processa a sua logística direta e logística inversa. Em seguida, são apresentados, na simulação de eventos e nos resultados, o método de simulação e a sua aplicação na empresa em estudo para no final serem feitos e analisados diferentes cenários possíveis. Os métodos de simulação foram utilizados para analisar os impactos das mudanças de algumas etapas com base nos valores reais fornecidos pelos colaboradores da empresa que representam os meses de agosto e setembro de 2023

O presente caso de estudo, inicialmente, tem como principal objetivo mostrar e caracterizar especificamente a empresa em estudo e de seguida o foco é expor todos os seus processos detalhados de logística direta e logística inversa com as respetivas representações em fluxogramas. Neste subcapítulo também são apresentados os dados recolhidos aos colaboradores da empresa e que foram fundamentais para conseguir desenvolver toda a parte prática do projeto e em especial, conseguir aplicar o método de simulação.

3.1 Caracterização da Empresa

A empresa em estudo está inserida no ramo do e-commerce e tem o objetivo de satisfazer os clientes com os produtos e serviços de melhor qualidade. É uma pequena empresa de comércio eletrónico com sede em Braga e onde tem atualmente 6 colaboradores de diferentes áreas. A empresa de comércio eletrónico tem o objetivo de facilitar a tarefa dos cuidadores de animais de estimação e para isso disponibilizam, através da sua plataforma digital, uma grande variedade de produtos. No website da empresa é possível ficar a conhecer mais sobre a empresa em estudo:

“Tivemos o privilégio de ter patudos a correr pela casa, a brincar connosco na rua desde pequenos e também a responsabilidade de cuidar deles. A paixão pelos animais era algo inevitável e hoje não conseguimos viver sem eles. Sabemos exatamente o que significa cuidar de um animal, do amor sentido em cada lambidela, mas também das preocupações

constantes quando não temos todas as certezas. A NewPet nasce com esse amor e na vontade de ajudar todos os donos de animais. Uma plataforma digital, onde todos aqueles que partilham esta paixão podem encontrar, com pouco esforço, tudo o que precisam para cuidar do seu patudo e ainda esclarecer todas as dúvidas com especialistas em cuidar! A nossa missão é facilitar aos cuidadores de patudos a recompensadora, mas por vezes árdua tarefa de dar a melhor qualidade de vida aos nossos amigos de 4 patas, desde o momento em que nascem até velhinhos. Por isso, disponibilizamos uma grande variedade de produtos, desde suplementos, ração específica até aos brinquedos que eles tanto adoram.” (www.newpet.pt)

Na empresa em estudo, existem vários motivos para um cliente pedir a devolução dos produtos. Os principais a considerar são: o cliente enganar-se a comprar o produto, o cliente não gostar do produto que comprou, o produto enviado pela empresa está danificado, estragado ou partido, a empresa enganou-se na entrega do produto ou a transportadora atrasou-se muito na entrega da encomenda.

Na tabela 7, está indicada informação complementar sobre as principais seis categorias onde se inserem os produtos existentes na empresa.

Tabela 3 - Informação complementar sobre as principais seis categorias existentes na empresa.

Cat1	Cat2	Cat3	Cat4	Cat5	Cat6
Ração	Saúde	Snacks	Higiene	Acessórios	Brinquedos

3.2 Modelo de Logística Direta e Logística Inversa da Empresa

Todas as etapas da logística direta da empresa em estudo estão representadas no fluxograma abaixo correspondente à Figura 3. O processo de logística na organização em causa inicia-se quando o cliente entra no website da empresa e começa a navegar escolhendo os produtos favoritos e que necessita e adiciona-os ao carrinho de compras.

Depois da compra ficar finalizada é verificado o estado do pagamento do mesmo. A empresa disponibiliza diferentes métodos de pagamento, como o multibanco, a transferência bancária, o mbway, o cartão de crédito/débito, o paypal ou a cobrança. Se o pagamento não for efetuado ou aceite pelo software durante o tempo estipulado pela empresa, a encomenda é automaticamente cancelada.

A etapa seguinte ao pagamento efetuado refere-se à verificação de *stock*. No software é possível verificar se os produtos da encomenda têm *stock* em armazém ou não. Caso não haja *stock* em armazém dos produtos pedidos pelo cliente é feito um pedido de encomenda ao fornecedor para voltar a haver *stock* do produto em armazém. Enquanto isso a encomenda fica em espera antes de seguir para o embalamento. Se todos produtos da encomenda têm *stock* em armazém, esta passa logo para o processo de embalamento onde começa a ser tratada e preparada pelos colaboradores da empresa.

Depois da encomenda estar preparada de acordo com todas as condições implementadas pela empresa esta pode seguir dois caminhos diferentes em relação ao tipo de envio. Em primeiro, a encomenda pode ser colocada para levantamento, caso o cliente tenha escolhido essa opção no ato da compra no site. Em segundo, a encomenda pode ser enviada via transportadora (vasp ou correos) ou ctt para todo o país ou europa. Nesta segunda opção, e mais comum, o colaborador da empresa começa por colar a guia de transporte na embalagem e depois é colocada à parte para no final do dia ser recolhida pela transportadora.

Tal como mostra no fluxograma abaixo, a logística direta fica concluída quando a encomenda é entregue ao cliente. Apesar disso, a empresa em estudo tem cuidados e preocupações com o cliente acerca da sua experiência de compra.

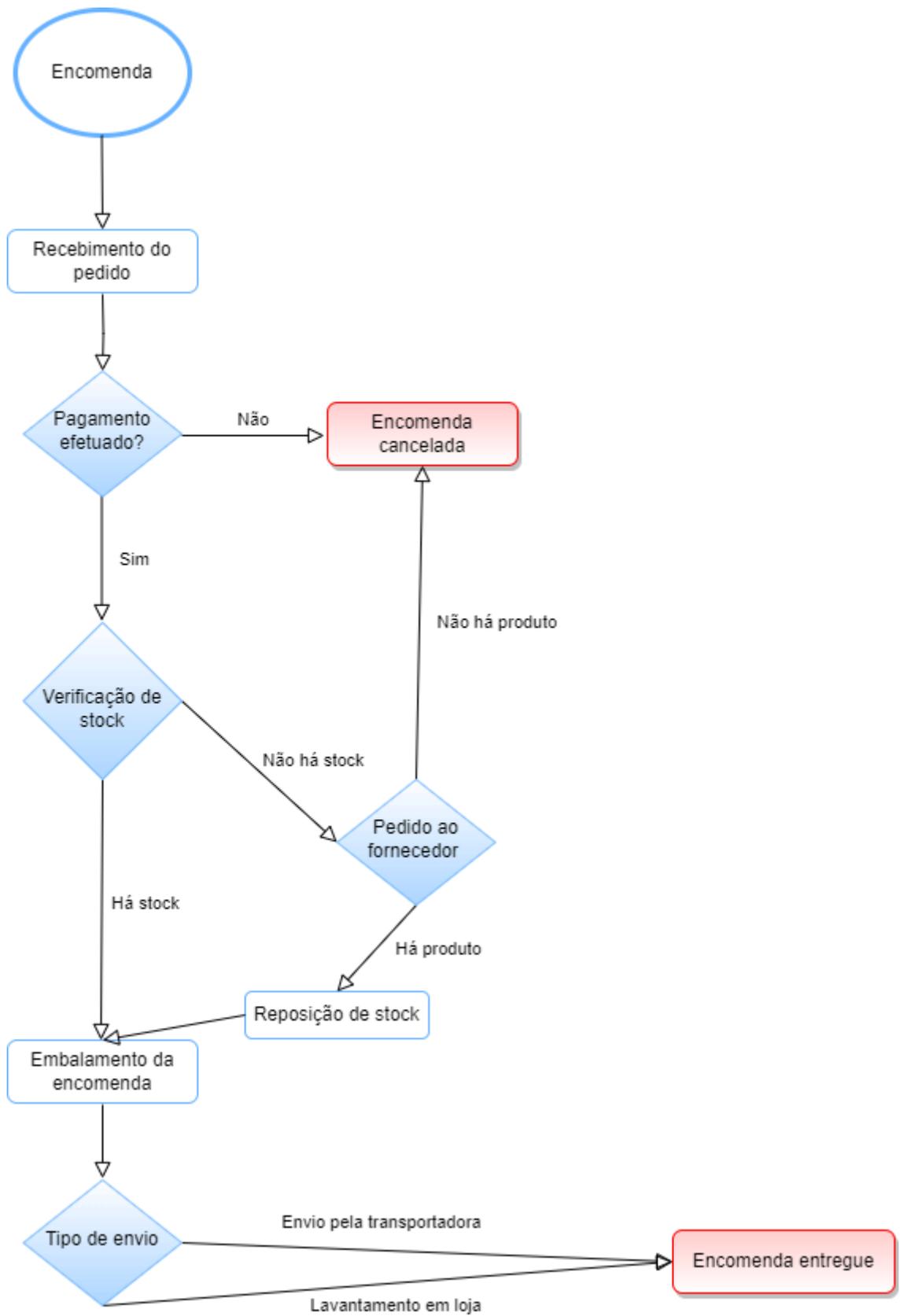


Figura 3 – Representação do fluxograma da logística na empresa.

Os processos de logística inversa da empresa estão representados no fluxograma abaixo como mostra na Figura 4. Idealmente, logo que o cliente recebe a encomenda deve validar se todos os produtos estão em bom estado. Se houver algum problema, este deve ser reportado no prazo de 48 horas.

O processo de logística inversa na empresa começa quando o cliente solicita a devolução. As solicitações devem ser reportadas, idealmente, através de um Pedido de Suporte na Área de Cliente, com a indicação do número da encomenda. Se o cliente preferir outro meio de contacto, os colaboradores também estão disponíveis por telemóvel, whatsapp, email ou formulário.

A devolução é solicitada pelo cliente e esta decisão pode acontecer por diversos motivos. Como conseguimos ver no fluxograma referente, as devoluções na empresa em estudo podem ser pedidas por três principais motivos.

O primeiro motivo para ser efetuado um pedido de devolução é por opção ou por erro do cliente no pedido, por exemplo, caso este não tenha gostado ou se tenha enganado na encomenda. O segundo motivo para o cliente solicitar a devolução é por erros cometidos pela empresa no momento de preparação da encomenda. O terceiro motivo acontece quando há um problema de qualidade no produto e este não está nas perfeitas condições, como estar estragado ou danificado.

Como diz também no site da empresa, caso apenas o cliente queira devolver um produto por opção própria (o primeiro motivo referido no parágrafo anterior), pode fazê-lo nos 14 dias seguintes à receção da encomenda e o produto deve estar sempre na embalagem original de forma que possa ser comercializado novamente.

A seguir, acontece um passo marcante nos processos de logística inversa que é o tipo de recolha feito ao cliente. No primeiro motivo o produto pode ser enviado de volta para a empresa de 2 formas:

- Pode fazê-lo por conta própria, enviando por uma transportadora à sua escolha. Nesse caso depois de receberem o produto em armazém e de verificarem que se encontra em condições de ser comercializado, o valor do mesmo será devolvido.
- Caso o cliente prefira a empresa pode fazer a recolha do produto e depois de receberem em armazém o produto e de verificarem que se encontra em perfeitas

condições de ser novamente comercializado, é devolvida parte do valor do produto, sendo descontado o valor da recolha.

No segundo motivo, onde o motivo de devolução é porque aconteceu erro da empresa, o normal é que apenas a empresa fique responsável pela recolha do produto.

No terceiro motivo, tal como no primeiro, a recolha do produto também pode ser feita por 2 formas:

- O caso mais habitual é a empresa fazer a recolha do produto ao cliente. Depois de receberem em armazém o produto e de verificarem o seu problema é feito envio do novo produto ou é colocado em crédito o valor do produto para descontar numa próxima encomenda.
- Em casos muito pontuais também pode ser feita uma recolha pelo fornecedor. Quando recebem o produto em armazém, é feita uma análise e faz-se uma nota de crédito ou então é enviado um novo produto ao cliente.

Assim que o produto chega ao armazém é verificado o seu estado pelos colaboradores. Se o produto chega em bom estado, volta a ser reintegrado no circuito de comercialização e depois devolver o valor pago pelo cliente. Se o produto não está em condições para voltar a ser revendido, a empresa encaminha o produto para o fornecedor ou para o descarte/ reciclagem. Um ponto muito positivo, na empresa em estudo, é que a maior parte dos produtos devolvidos conseguem seguir para revenda e isso é uma grande vantagem pois consegue ajudar o meio ambiente.

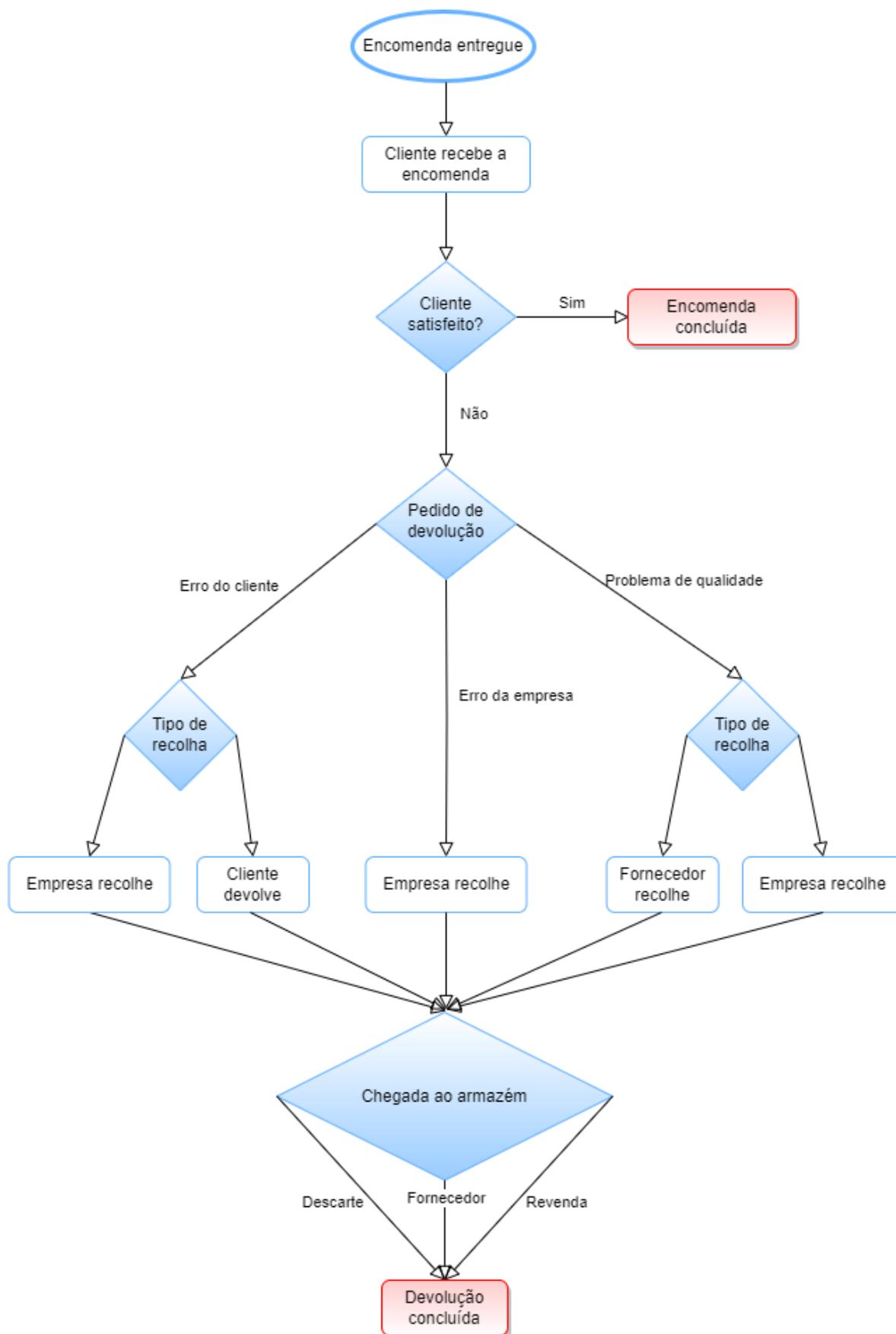


Figura 4 - Representação do fluxograma da logística inversa da empresa.

3.3 Recolha e Análise de Dados

Os meses utilizados para este estudo de caso foram agosto e setembro de 2023. Durante esse período, a empresa recebeu 2921 encomendas. De acordo com os dados fornecidos pela base de dados da empresa, aproximadamente 95,38% dessas encomendas, ou 2786 encomendas, prosseguiram para a fase seguinte da logística direta, pois o pagamento foi efetuado pelo cliente. Os restantes 4,62%, correspondendo a 135 encomendas, foram cancelados devido à falta de pagamento. O pagamento pode ser realizado por diversos métodos, cada um com um tempo médio diferente para confirmação, conforme mostrado na Tabela 3.

Tabela 4 - Dados fornecidos pela empresa sobre os seus processos de logística durante os meses de agosto e setembro de 2023.

Descrição	Valores
1. Nº de encomendas	
Nº total de encomendas recebidas durante os dois meses.	2921
2. Pagamento efetuado?	
Nº/ % dos clientes que efetuaram o pagamento durante os dois meses.	2786 (95,38%)
Nº/ % dos clientes que não efetuaram o pagamento durante os dois meses e por isso a encomenda ficou cancelada.	135 (4,62%)
Tempo médio, dependendo dos vários métodos de pagamento, que os clientes demoram a efetuar o pagamento de uma encomenda durante os dois meses	Cartão crédito/Paypal (266 encomendas): 0 minutos; MBway (1312 encomendas): 2 minutos; Ref MB (942 encomendas): 0,28 dias = 403,2 minutos; Transf. Bancária (214 encomendas): 0,8 dias = 1152 minutos; Envio à cobrança (53 encomendas): Pagamento na entrega/só para PT continental.

Tempo médio total e aproximado que os clientes demoraram a pagar uma encomenda durante os dois meses (através da média ponderada).	230 minutos					
3. N° de itens na encomenda						
Quantidade de produtos que cada encomenda pode ter	1, 2, 3, 4					
4. Verificação do <i>stock</i>	Cat1	Cat2	Cat3	Cat4	Cat5	Cat6
% de haver <i>stock</i> no momento do pedido de cada categoria considerada	0,9	0,8	0,75	0,75	0,65	0,6
% de não haver <i>stock</i> no momento do pedido de cada categoria considerada	0,1	0,2	0,25	0,25	0,35	0,4
5. Encomendas por categoria						
% de pedidos por cada categoria (% de ser encomendado um produto da categoria 1 – razão)	0,5	0,3	0,1	0,05	0,03	0,02
6. Pedido ao fornecedor						
% de haver o produto quando é feito um pedido ao fornecedor	90%					
% de não haver o produto quando é feito um pedido ao fornecedor	10%					
7. Reposição de <i>stock</i>	Fornecedor X (considerando o principal fornecedor)					
Tempo médio para repor o <i>stock</i> de um produto para este ser enviado	2 h					
8. Embalamento da encomenda						
Tempo médio que demora a embalar uma encomenda	2 min					
9. Tipo de envio						
N°/ % do envio da encomenda ser feito pela transportadora durante os dois meses	2485 (89,2%)					
N°/ % de ser o cliente a fazer levantamento em loja da encomenda	301 (10,8%)					

Tempo médio da entrega ao cliente se o envio for feito pela transportadora	Envio para as ilhas (6 encomendas): 12,7 dias; Envio para PT continental (2394 encomendas): 1,6 dias; Envio para pontos kios (68 encomendas): 2,7 dias; Envios para Espanha (17 encomendas): 2,3 dias.
Tempo médio total e aproximado que os clientes demoraram a pagar uma encomenda durante os dois meses (através da média ponderada).	1,7 dias
Tempo médio do cliente ir fazer o levantamento à loja	4,2 dias
10. Tempo total	
Tempo médio total de todos os processos da logística	3,6 dias

O tempo médio indicado para ser realizado o pagamento de uma encomenda foi feito através de uma média ponderada, visto que cada método corresponde a diferentes quantidades de encomendas e de acordo com a tabela 4 a média aproximada que o cliente demora a efetuar o pagamento é de 230 minutos.

Tabela 5 - Cálculos da média ponderada sobre tempos de pagamento

$\text{Média ponderada do pagamento} = (0 \text{ min} \times 9,73\% + 2 \text{ min} \times 48,00\% + 403,2 \text{ min} \times 34,47\% + 1152 \text{ min} \times 7,83\%) / (9,73\% + 48,00\% + 34,47\% + 7,83\%)$
$= (0 + 0,96 + 138,98304 + 90,2016) / 1$
$\approx 230 \text{ min}$
<u>Cálculos auxiliares:</u> cartão/paypal = 9,73%; mbway = 48,00%; Ref.MB = 34,47%; Transferência = 7,83%.
<u>Nota:</u> Não considerei o pagamento quando o envio é à cobrança porque não faz sentido contabilizar o tempo de pagamento visto que este só é feito no momento de entrega.

No seguimento da informação dada pela tabela 3, informação essa que foi dada pelos colaboradores da empresa, podemos observar que a encomenda pode conter vários itens, mas que o mais comum acontecer é a encomenda conter 1, 2, 3 ou 4 itens. Sendo que podem acontecer casos muito pontuais em que cada encomenda contem mais do que 4 produtos.

Sobre a verificação de *stock* foi feita uma descrição mais detalhada pelos colaboradores da empresa, dividindo os produtos da empresa pelas categorias que acharam mais pertinente. Sobre a categoria 1 há uma probabilidade de 90% de haver *stock* no momento do pedido por parte do cliente. Na categoria 2 consideraram que há 80% de probabilidade de haver *stock* no momento pedido. Se for encomendado um produto da categoria 3 ou da categoria 4 a probabilidade de existir é de 75%. Já a probabilidade de haver *stock* ao ser pedido produtos da categoria 5 ou 6 é de 65% e 60%, respetivamente.

Os itens encomendados pelos clientes podem ser encaixados nas categorias 1, 2, 3, 4, 5 e 6 e respetivamente há a seguinte probabilidade de serem encomendados: 50%, 30%, 10%, 5%, 3% e 2%.

Quando é feito um pedido ao fornecedor X (considere o fornecedor X por questões de confidencialidade) para repor o *stock* há uma probabilidade de 90% do fornecedor corresponder a esse pedido. E o principal e mais habitual fornecedor da empresa leva em média a repor o *stock* em 2 horas.

Já o embalamento da encomenda depende de vários fatores como o tamanho e a quantidade de produtos que esta contem, mas em média o colaborador demora 2 minutos e embalar uma encomenda.

O primeiro e principal tipo de envio que uma encomenda pode seguir é pela transportadora, onde nos dois meses de estudo das encomendas que receberam pagamento cerca de 89,2% ou seja 2485 das encomendas são enviadas por esse método. Neste tipo de envio, os envios podem subdivididos conforme indicado na tabela 3 e visto que o tempo de entregue depende da localização foi feita uma média ponderada para o envio por transportadora. De acordo com essa média ponderada, indicado na tabela 5, as encomendas costumam ser entregues, numa média aproximada, em 1,7 dias depois de serem expedidas. O segundo tipo de envio que os clientes podem escolher é o levantamento em loja, que representa 10,8%, ou seja, 301 das encomendas seguem esse caminho. Nesta segunda opção o tempo de levantamento varia mais, mas segundo a base de dados, em média, o cliente vai levantar a sua encomenda em 4.2 dias.

Tabela 6 - cálculos da média ponderada sobre os envios por transportadora.

$\begin{aligned} & \text{Média ponderada dos envios por transportadora} = (12,7 \text{ dias} \times 0,2414\% + 1,6 \text{ dias} \\ & \times 96,338\% + 2,7 \text{ dias} \times 2,74\% + 2,3 \text{ dias} \times 0,684\%) / (0,2414\% + 96,338\% + \\ & 2,74\% + 0,684\%) \\ & = (0,031 + 1,5414 + 0,07398 + 0,016) / 1 \end{aligned}$

≈ 1,7 dias
Informação auxiliar: Ilhas = 0,2414%; PT continental = 96,338%; Ponto Kios = 2,74%; Espanha = 0,684%.

O tempo total de todos os processos de logística direta da empresa em estudo e segundo o que o colaborador nos transmitiu e confirmou demora uma média de 3.6 dias, dados esses que estão representados na tabela3. Naturalmente existem casos onde demora muito menos tempo (quando a encomenda é expedida pouco tempo depois de ter sido feita) e casos onde pode demorar mais um pouco (quando é necessário esperar por uma reposição de *stock*).

Após a logística direta, segue-se a análise dos dados da logística inversa, especificamente a gestão de devoluções da empresa. Os meses de estudo para a logística inversa são os mesmos utilizados para a logística direta: agosto e setembro de 2023. Das 2.921 encomendas recebidas durante esses dois meses, apenas 2786 foram pagas e prosseguiram para os processos logísticos subsequentes. Destas 2786 encomendas, menos de 1% (apenas 12 encomendas) foram devolvidas pelos clientes.

Tabela 7 - Dados fornecidos pela empresa sobre os seus processos de logística inversa durante os meses de agosto e setembro de 2023.

Descrição	Valores
1. Nº de devoluções	
Qual a quantidade de produtos devolvidos?	12
% dos clientes que pediram a devolução nos dois meses.	0,43%
% dos clientes que ficaram satisfeitos e não pediram devolução nos dois meses.	99,57%
2. Pedido de devolução	
% do motivo do pedido de devolução ser por erro do cliente	55%
% do motivo do pedido de devolução ser por erro da empresa	25%
% do motivo do pedido de devolução ser devido a um problema de qualidade	20%

3. Tipo de recolha se o motivo da devolução é por erro do cliente	
% se é o cliente que faz o envio do produto a devolver	80%
Tempo se é o cliente que faz o envio do produto a devolver	24 h/ 48h
% se é a empresa que faz a recolha do produto a devolver	20%
Tempo se é a empresa que faz a recolha do produto a devolver	48h/72h
4. Tipo de recolha se o motivo da devolução é por erro da empresa	
% da empresa a fazer a recolha	100%
Tempo da empresa a fazer a recolha do produto a devolver	48h/72h
5. Tipo de recolha se o motivo da devolução é devido a um problema de qualidade	
% se é a empresa que trata da recolha do produto	85%
Tempo se é a empresa que faz a recolha do produto a devolver	48h/72h
% se é o fornecedor que trata da recolha do produto	15%
Tempo se é o fornecedor que trata da recolha do produto	48h/72h
6. Destino final do produto devolvido quando chega ao armazém	
% do produto que vai para revenda	65%
% do produto que vai para o fornecedor	25%
% do produto que vai ser descartado	10%
7. Tempo total	
Tempo total de todos os processos de logística inversa	2,5 dias

Existem três principais motivos para ser feito um pedido de devolução. O primeiro motivo que acontece por erro do cliente no pedido representa cerca de 55%. O segundo

motivo, referente a um erro da empresa no aviamento corresponde a 25%. E o último motivo, quando a devolução acontece devido a um problema de qualidade no produto, corresponde a 20%.

Caso o motivo da solicitação da devolução seja por um erro do cliente, a recolha do produto pode acontecer pela empresa, ou seja, por uma transportadora e representa cerca de 20%, e demora entre 48 e 72 horas. Os outros 80% é a percentagem correspondente aos clientes quando tratam sozinhos do envio do produto para o armazém e normalmente num espaço de 24 a 48 horas. Quando o motivo da devolução é porque a empresa cometeu qualquer tipo de erro no aviamento, a empresa, ou seja, uma transportadora paga pela empresa, trata de toda a logística de recolha e demora cerca de 48 a 72 horas. Quando um problema de qualidade do produto é o motivo para o cliente efetuar o pedido de devolução, a maioria das vezes, 85%, a recolha é tratada pela empresa num tempo de 48 a 72 horas ou então, em casos muito raros, 15%, é o fornecedor que recolhe o produto no mesmo período.

Depois do produto chegar em armazém e ser avaliado, existe três principais destinos que pode seguir. A maioria dos produtos, cerca de 65%, segue para revenda, já 25% segue para o fornecedor e uma pequena percentagem, apenas 10%, segue para descarte.

O tempo total de todos os processos de logística inversa da empresa em estudo e segundo o que o colaborador nos transmitiu e confirmou demora uma média de 2.5 dias. É normal que existem casos onde isso varia. Há situações onde demora muito menos tempo (quando o produto a devolver chega ao armazém pouco tempo depois de ser pedida a devolução) e casos onde pode demorar mais um pouco. Anteriormente foi exposta toda a informação e dados detalhados que os colaboradores da empresa forneceram, como os valores e tempos de todos os processos de logística direta e logística inversa da empresa.

3.4 Validação do Modelo de Simulação da Empresa em Estudo

O software de simulação JaamSim foi utilizado para representar os processos reais de logística direta e logística inversa na empresa em estudo. JaamSim é uma ferramenta de simulação de eventos discretos e é um software de simulação de código aberto, que permite modelar e representar o comportamento de sistemas em tempo real ou num período

específico. Fornece todas as funcionalidades necessárias para modelar tarefas típicas de planeamento em produção e logística e mostra-se uma alternativa viável às ferramentas comerciais de simulação de eventos discretos.

Depois dos dados recolhidos e expostos no capítulo anterior foi possível identificar os seguintes dados a introduzir no modelo:

- Volume de encomendas e devoluções;
- Tempo de pagamento de uma encomenda;
- A probabilidade e tempo de cada tipo de envio;
- Tempo de reposição de *stock*;
- Tempo total dos processos de logística direta;
- Tempo total dos processos de logística inversa;

Estes dados permitiram representar através do software de simulação de eventos discretos os processos de logística direta e de logística inversa que acontecem na empresa. Na Figura 5 está representada, com recurso ao software JaamSim, a visão geral da logística direta da empresa em estudo.

Como mencionado anteriormente, uma das primeiras etapas na logística direta refere-se ao pagamento feito pelo cliente, representado na simulação pelo “Pago?”. Os produtos de cada encomenda estão divididos em quatro categorias principais. Para representar essas diferentes categorias na simulação, utilizei o processo “Duplicate”. Em cada uma das categorias, é feita uma verificação de *stock* pelo processo “Verificar_*stock*”. Caso não haja *stock*, através do mesmo processo aciona-se um “Pedido_forne”. Após a análise separada de cada produto em diferentes categorias, eles são reunidos no processo “Embalamento”. A etapa final trata do “Tipo_Envio” da encomenda ao cliente. Os dois tipos de envio dizem respeito à “Transportadora” e ao “Levantamento”. Por último, a “ChegadaAoCliente” é usada para finalizar a simulação logística direta.

Model Title

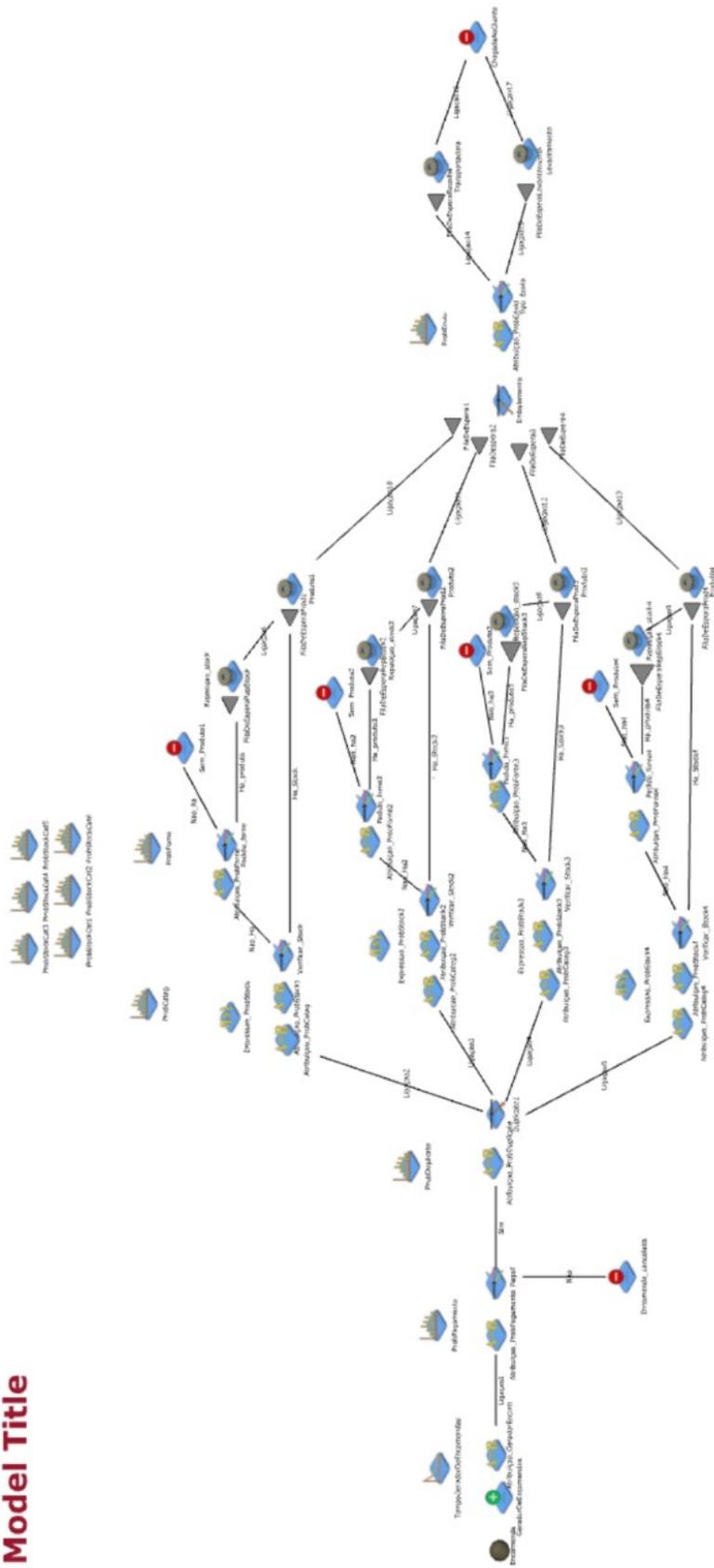


Figura 5 – Modelo Global da simulação no JaamSim da logística da empresa em estudo.

A Figura 5 é a representação do modelo global da logística direta da empresa em estudo através da simulação no JaamSim. Nos próximos parágrafos vão ser analisados em mais detalhe e de forma individual todos os processos de logística direta simulados.

Início da logística direta na simulação

A “Encomenda”, tal como o nome indica, logística representa um pedido feito pelo cliente. Para entender o processo de simulação, é importante mencionar o componente “Ligação”, uma ferramenta que guia a entidade através de todos os processos da simulação, proporcionando um mapeamento mais claro. A simulação inicia efetivamente com o "GeradorDeEncomendas", que gera entidades em intervalos de tempo definidos pela "TempoGeradorDeEncomendas". Esse componente fornece dados ao “Atribuição_GeradorEncom” sobre os tempos de entrada de cada pedido no sistema (Figura 6).



Figura 6 – Representação da parte inicial da simulação de logística.

Pagamento

Para simular as probabilidades de pagamento efetuado ou não pelo cliente, utilizou-se a ferramenta "DiscreteDistribution" com o nome de “ProbPagamento”, representada como

“ProbPagamento”. Além dessa ferramenta, como mostrado na Figura 7, também foi usado a “Atribuição_ProbPagamento” com intuito de atribuir as percentagens, dadas pelo “ProbPagamento” de pessoas que pagaram as encomendas. O “Pago?” nesta etapa direciona a entidade para um dos destinos escolhidos na lista de alternativas, conforme os valores do “ProbPagamento”.

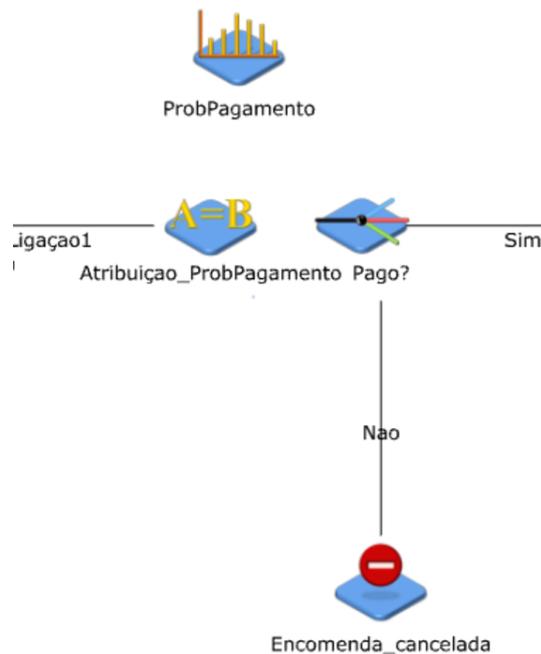


Figura 7 – Representação do processo de pagamento.

Verificação de stock

Antes de realizar a verificação de *stock*, as encomendas foram duplicadas em quatro ramificações, representando encomendas com 1, 2, 3 e 4 produtos, respectivamente. Essa informação foi fornecida pelos colaboradores da empresa, que indicaram que é comum uma encomenda conter de 1 a 4 produtos. A simulação dessas quatro probabilidades foi realizada através da ferramenta “Duplicate”, conforme ilustrado na Figura 8. A “Atribuição_ProbDuplicate” forneceu à simulação as percentagens para as 4 diferentes hipóteses de encomendas.

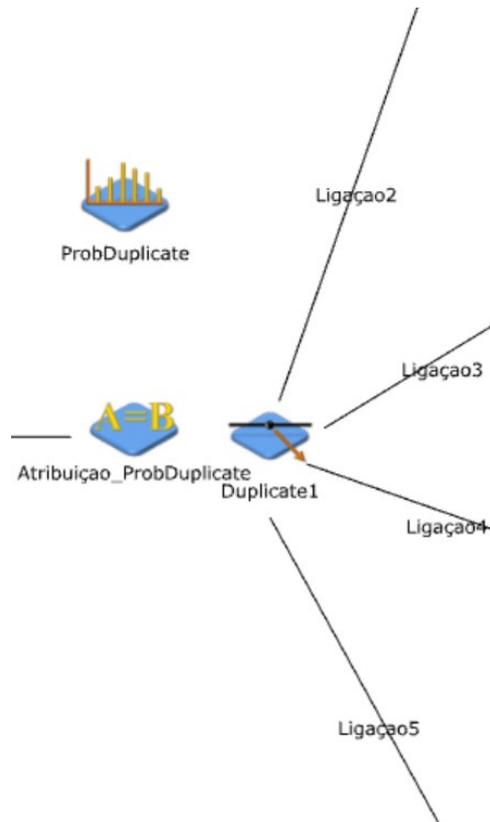


Figura 8 - Representação do processo "Verificação de Stock"

Em cada uma das ramificações, a verificação de *stock* é realizada individualmente utilizando a "ExpressionEntity". Essa expressão varia em cada ramificação conforme o número de itens da encomenda. A primeira ramificação ocorre sempre, correspondendo à expressão apresentada na Figura 9. As outras três ramificações funcionam normalmente, mas apenas se o número de itens na encomenda corresponder a elas. Por exemplo, se uma encomenda tiver dois itens, as ramificações um e dois funcionam normalmente, enquanto as ramificações três e quatro ficam inativas, com tempo igual a zero.

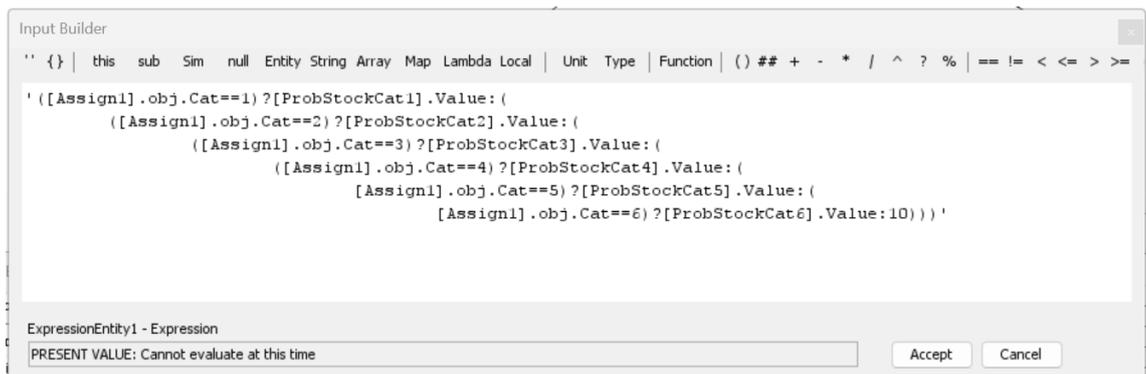


Figura 9 - Exemplo de Expressão do processo da verificação de stock.

Pedido ao fornecedor

O pedido ao fornecedor é realizado sempre que não há *stock* de algum produto. Para simular esse processo, conforme mostrado na Figura 10, a expressão “Atribuição_ProbForne” indica, através das informações dadas pela “ProbForne”, as probabilidades de o fornecedor ter *stock* ou não. Esse processo é acionado apenas quando não há *stock* disponível; caso contrário, ele não é executado.

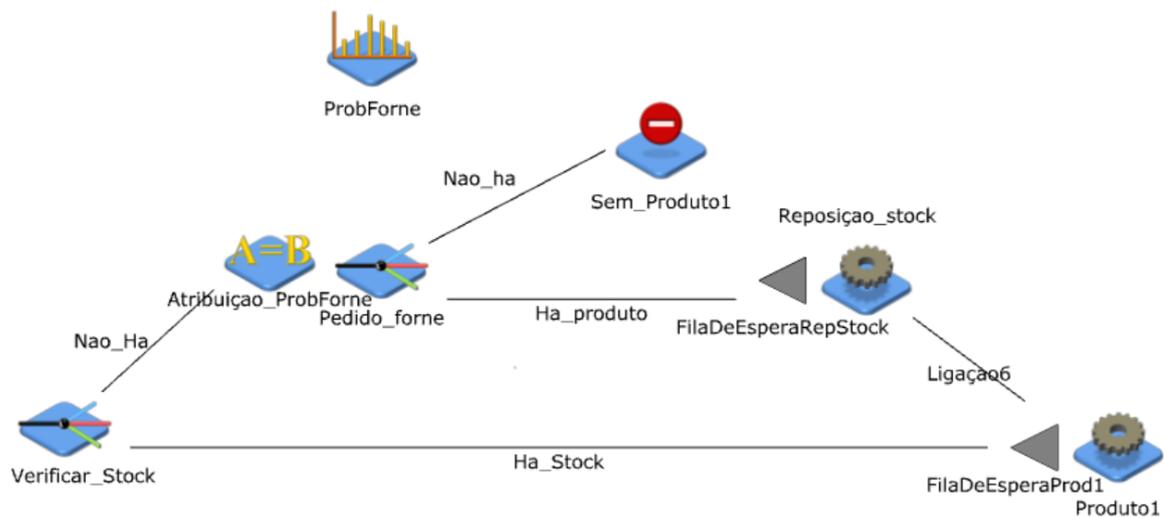


Figura 10 - Representação detalhada do processo do pedido ao fornecedor.

As quatro ramificações, correspondentes a encomendas com um, dois, três ou quatro produtos diferentes, juntam-se no final para formar uma única encomenda e seguir para o “Embalamento”, conforme apresentado na Figura 11.

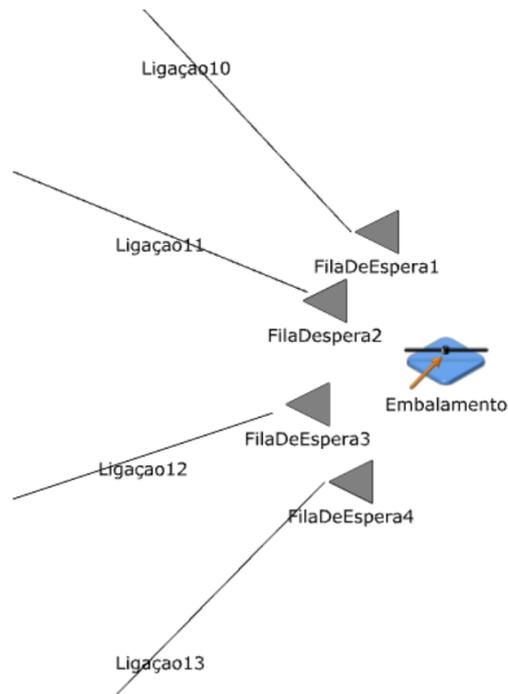


Figura 11 - Representação detalhada do processo de “Embalamento” da encomenda.

Tipo de envio

Como exposto nos capítulos anteriores, o envio pode ser feito por uma transportadora ou através de levantamento pelo cliente. A Figura 12 mostra que para representar esse processo final da logística, foi utilizada a expressão da “Atribuição_ProbEnvio” que utiliza as probabilidades definidas na “ProbEnvio”. O “Tipo_Envio” direciona a encomenda para a “Transportadora” ou para o “Levantamento” conforme as probabilidades indicadas no “ProbEnvio”.

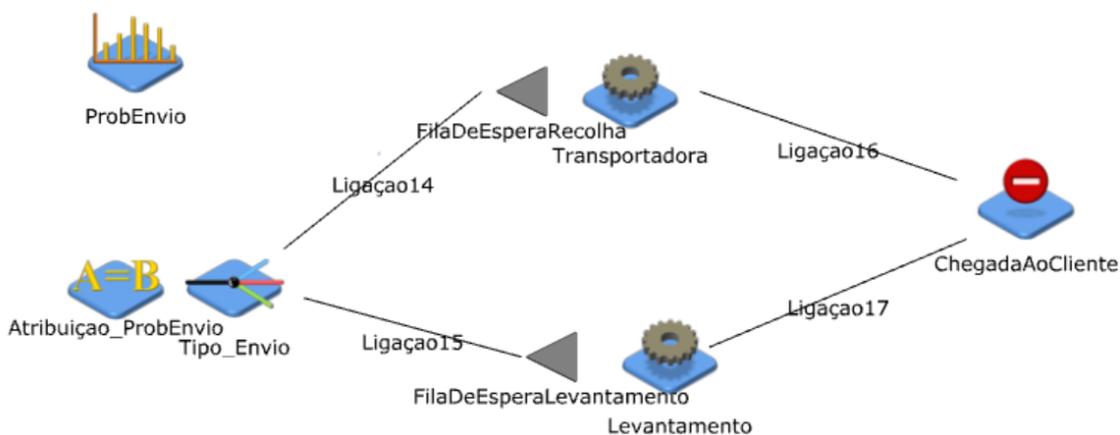


Figura 12 - Representação detalhada do processo do tipo de envio.

Model Title

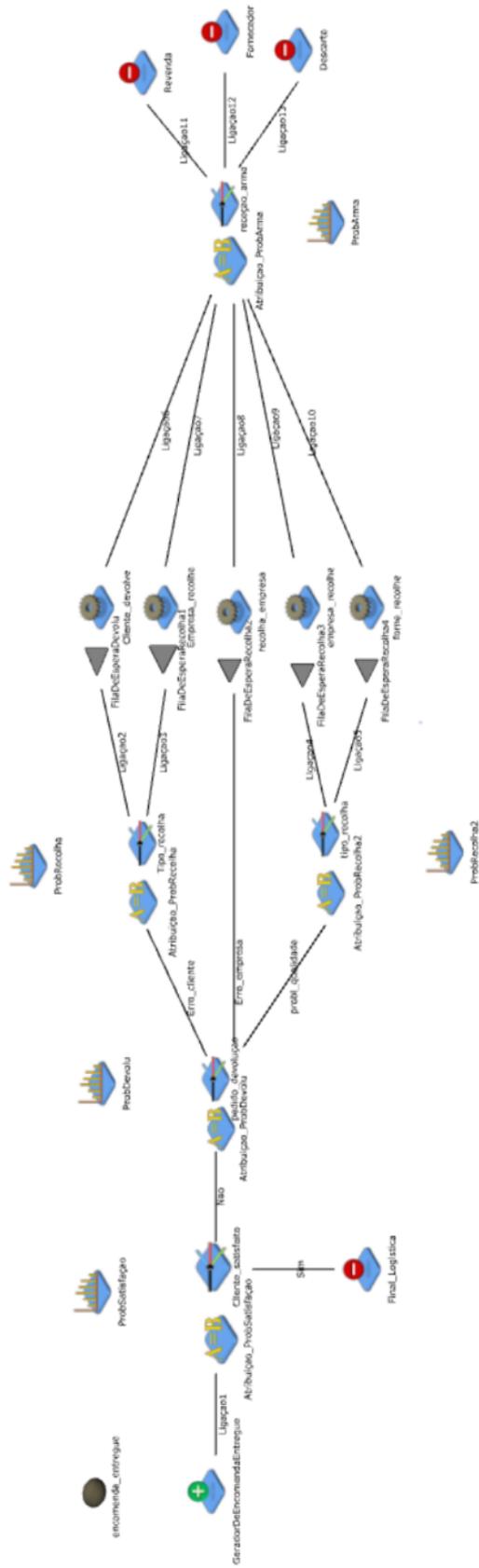


Figura 13 – Modelo Global da simulação no JaamSim da logística inversa da empresa em estudo.

Na Figura 13 está representada, através do software JaamSim, a visão geral da simulação da logística inversa da empresa em estudo. Nos parágrafos seguintes irão ser mostradas detalhadamente todas as fases da logística inversa.

Início da logística inversa na simulação

A logística inversa corresponde a todo o processo que ocorre durante a devolução de produtos. A “encomenda_entregue” da logística inversa representa, tal como o nome indica, a encomenda final entregue ao cliente. Após receber a encomenda, o cliente indica se ficou satisfeito ou insatisfeito com o produto recebido, sendo que o mais comum é que os clientes fiquem satisfeitos.

A simulação da logística inversa inicia-se efetivamente com o "GeradorDeEncomendaEntregue", que gera as “encomendas_entregues” em intervalos de tempo definidos pela "GeradorDeEncomendaEntregue". O “Cliente_satisfeito” recebe as probabilidades fornecidos pela expressão da “Atribuição_ProbSatisfação” de modo a perceberem se a logística fica concluída ou se segue para a devolução.

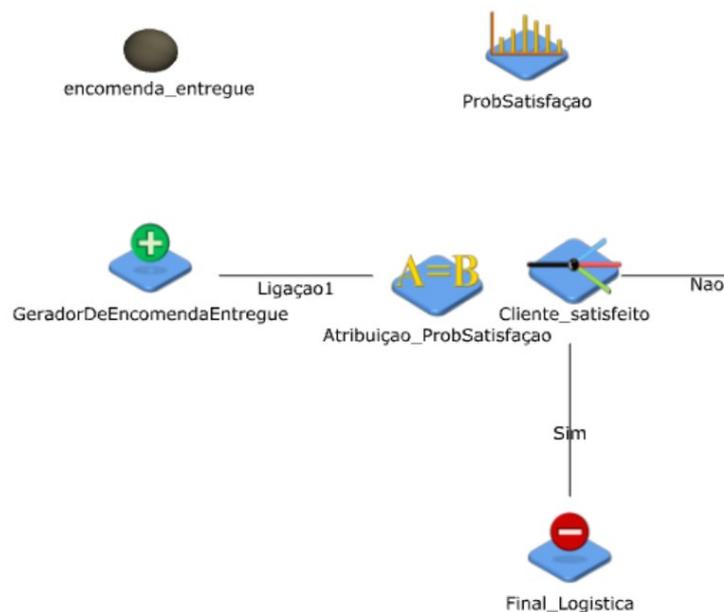


Figura 14 - Representação da parte inicial da simulação de logística inversa.

Pedido de devolução

O pedido de devolução feito pelo cliente ocorre sempre que ele não está satisfeito com a encomenda recebida. Isso pode acontecer por três diferentes motivos: erro do cliente, erro da empresa ou um problema de qualidade na encomenda. De forma a representar os três caminhos diferentes que pode seguir a encomenda devolvida utilizou-se a ferramenta da “Atribuição_ProbDevolu” que contém as probabilidades definidas no “ProbDevolu”.

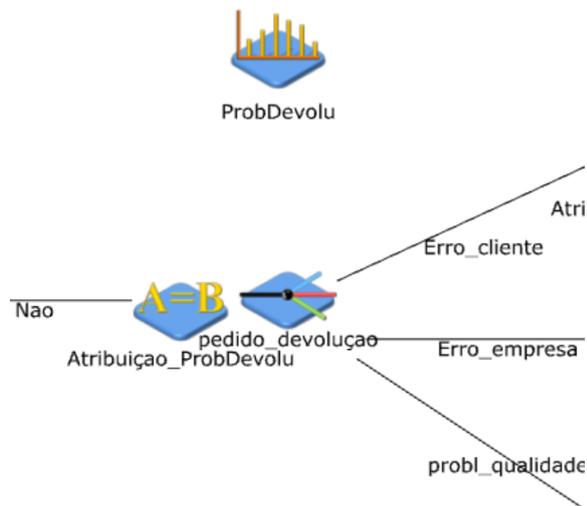


Figura 15 - Representação do processo de pedido de devolução da simulação

Tipo de recolha

A devolução de produtos pelo cliente pode ser realizada de diferentes formas, dependendo do motivo da devolução. Se o cliente deseja devolver devido a um erro que cometeu, ele pode optar por realizar a devolução por conta própria ou acionar a opção onde a empresa se encarrega do processo, cobrando os devidos custos. Para representar o tipo de recolha na simulação, foi utilizada a ferramenta “AtribuiçãoProbRecolha”, que foi buscar os dados à “ProbRecolha”.

Se a devolução é solicitada devido a problemas de qualidade dos produtos, a recolha fica a cargo da empresa ou do fornecedor dos produtos. Para simular este “tipo_recolha”, foi utilizada a ferramenta “AtribuiçãoProbRecolha2”, que foi buscar os dados à “ProbRecolha2”.

Quando a empresa comete um erro na encomenda do cliente, a recolha e todos os custos associados ficam sempre a cargo da empresa, eliminando a necessidade de passar por qualquer etapa intermediária de "tipo_recolha".

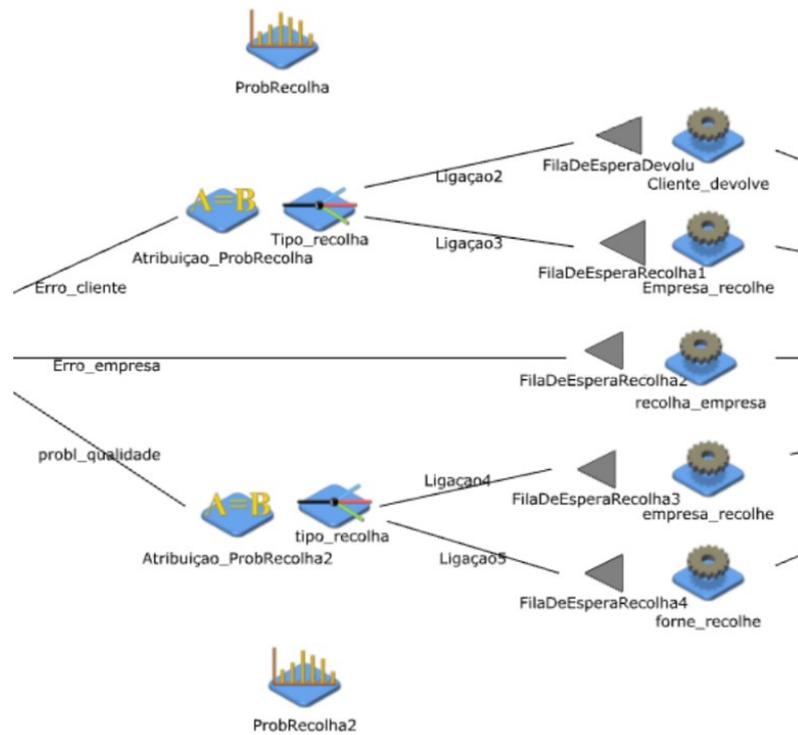


Figura 16 - Representação do processo de tipo de recolha.

Receção em armazém e destinos finais na logística inversa

Após a recolha do produto pelo cliente, o item devolvido é recebido no armazém e avaliado pelos colaboradores da empresa (Figura 17). Depois da avaliação, o produto é encaminhado para um dos três destinos possíveis: revenda, reciclagem ou descarte completo.

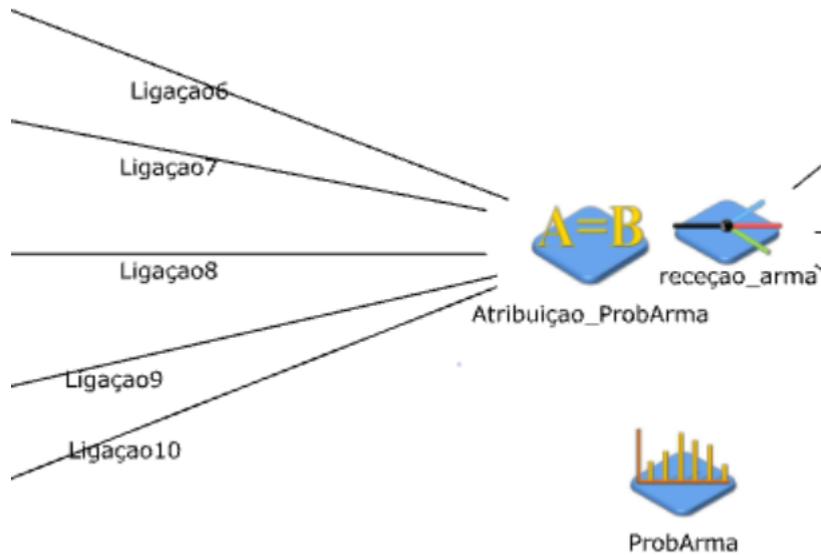


Figura 17 - Representação da simulação sobre a recepção da encomenda no armazém.

A Figura 18 representa o final da logística inversa na simulação JaamSim. Para simular o processo sobre o destino final da encomenda, foi aplicada a ferramenta “Atribuição_ProbArma”, que utilizou as probabilidades definidas em “ProbArma”. A Figura 18 detalha o término da logística inversa da empresa em estudo. Após a recepção no armazém, o produto devolvido pode seguir três caminhos diferentes, dependendo do seu estado. Pode seguir para revenda, fornecedor ou descarte. Se o produto estiver em bom estado, ele é encaminhado para revenda. Caso haja algum problema de qualidade, o produto é enviado de volta ao fornecedor. Por último, se o produto não puder ser revendido, ele é descartado de forma adequada.

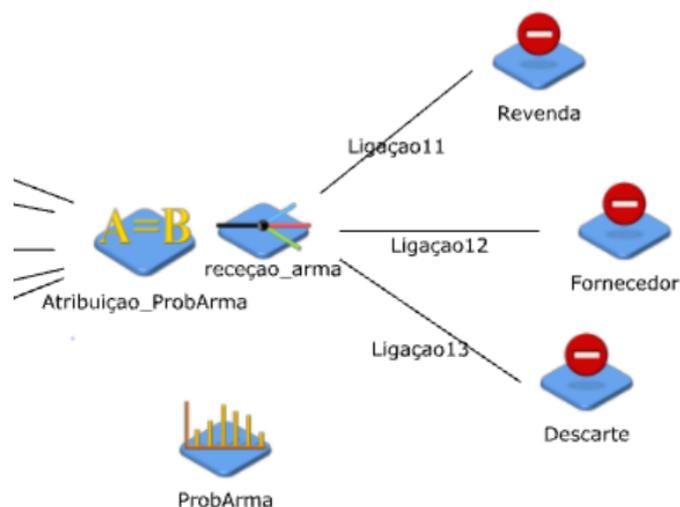


Figura 18 - Representação da simulação sobre os destinos finais na logística inversa.

3.5 Resultados

Depois dos processos de logística direta e logística inversa da empresa em estudo terem sido anteriormente validados, neste subcapítulo serão testados e apresentados dois diferentes cenários. Nesses dois cenários, através do modelo de simulação, foram alterados certos componentes ou etapas da logística direta e logística inversa com o propósito de criar métodos mais sustentáveis. Depois dessas modificações foram analisados os resultados obtidos nos dois cenários.

3.5.1 Cenário 1

No primeiro cenário, será testada uma alteração no processo logístico. Especificamente, será adicionado um passo de dupla verificação nos produtos de cada encomenda. O objetivo desta mudança é reduzir o número de erros nas encomendas e, conseqüentemente, diminuir o número de devoluções.

A alteração na logística direta para testar o cenário 1 está representada no fluxograma da Figura 19. O processo acrescentado está destacado em verde. Como mencionado anteriormente, o principal objetivo de introduzir uma verificação adicional na cadeia logística é reduzir o número de devoluções solicitadas pelos clientes. Nesta etapa, os colaboradores da empresa confirmam os produtos no pedido de encomenda antes de proceder à verificação de *stock*. Além de reduzir as devoluções, essa medida evita verificações de *stock* desnecessárias e pedidos ao fornecedor em vão.

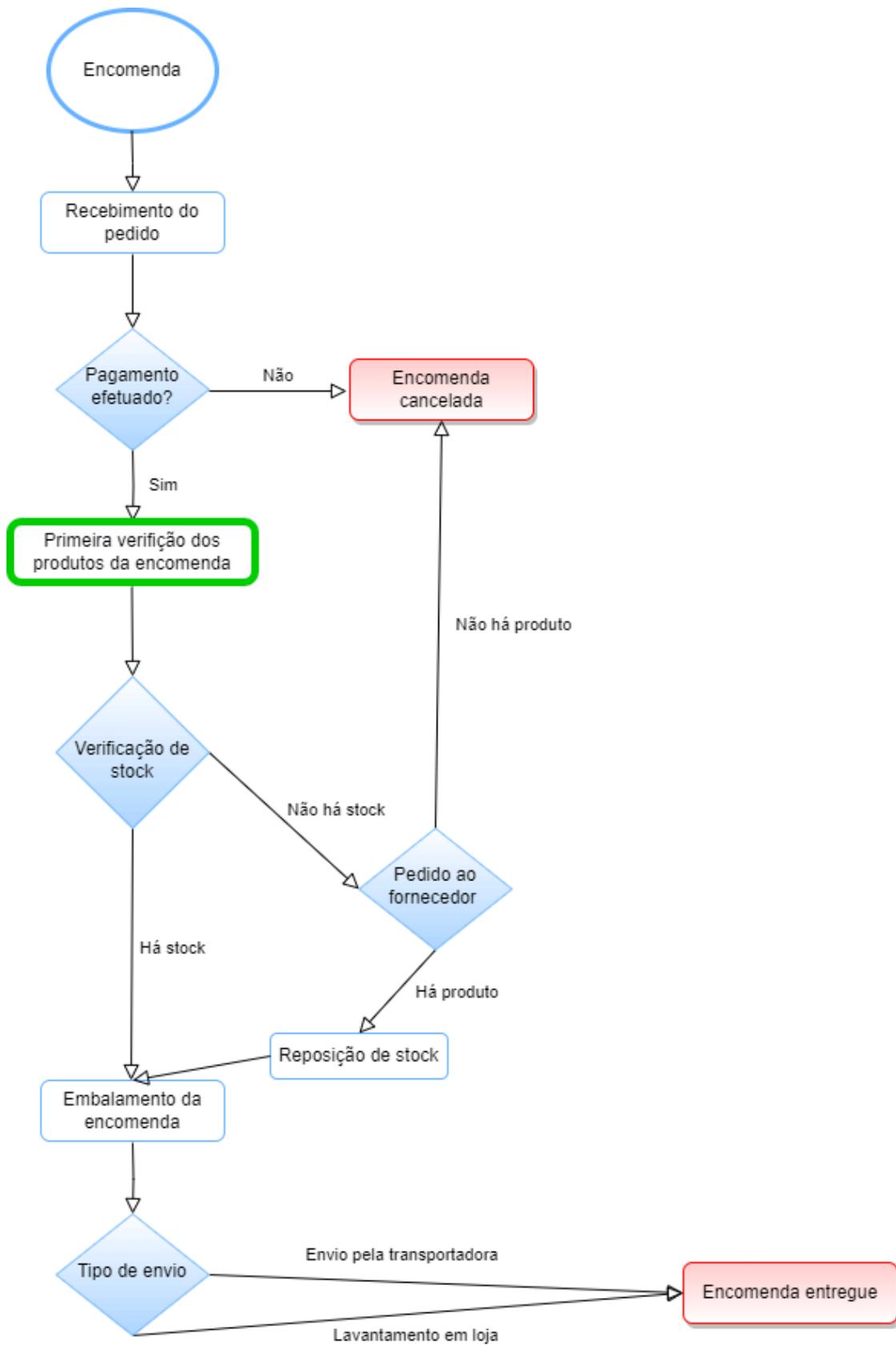


Figura 19 - Representação do fluxograma com a alteração para o cenário 1.

Na tabela 8, a alteração nos dados fornecidos pelos colaboradores da empresa está destacada em verde. Esses dados foram utilizados para simular o cenário 1.

Tabela 8 - Alteração para o cenário 1 dos dados fornecidos pela empresa sobre os seus processos de logística durante os meses de agosto e setembro de 2023.

Descrição	Valores					
1. N° de encomendas						
N° total de encomendas recebidas durante os dois meses.	2921					
2. Pagamento efetuado?						
N°/ % dos clientes que efetuaram o pagamento durante os dois meses.	2786 (95,38%)					
N°/ % dos clientes que não efetuaram o pagamento durante os dois meses e por isso a encomenda ficou cancelada.	135 (4,62%)					
Tempo médio, dependendo dos vários métodos de pagamento, que os clientes demoram a efetuar o pagamento de uma encomenda durante os dois meses	Cartão crédito/Paypal (266 encomendas): 0 minutos; MBway (1312 encomendas): 2 minutos; Ref MB (942 encomendas): 0,28 dias = 403,2 minutos; Transf. Bancária (214 encomendas): 0,8 dias = 1152 minutos; Envio à cobrança (53 encomendas): Pagamento na entrega/só para PT continental.					
Tempo médio total e aproximado que os clientes demoraram a pagar uma encomenda durante os dois meses (através da média ponderada).	230 minutos					
3. 1ª verificação da encomenda	15 minutos					
4. N° de itens na encomenda						
Quantidade de produtos que cada encomenda pode ter	1, 2, 3, 4					
5. Verificação do <i>stock</i>	Cat1	Cat2	Cat3	Cat4	Cat5	Cat6
% de haver <i>stock</i> no momento do pedido de cada categoria considerada	0,9	0,8	0,75	0,75	0,65	0,6

% de não haver <i>stock</i> no momento do pedido de cada categoria considerada	0,1	0,2	0,25	0,25	0,35	0,4
6. Encomendas por categoria						
% de pedidos por cada categoria (% de ser encomendado um produto da categoria 1 – razão)	0,5	0,3	0,1	0,05	0,03	0,02
7. Pedido ao fornecedor						
% de haver o produto quando é feito um pedido ao fornecedor	90%					
% de não haver o produto quando é feito um pedido ao fornecedor	10%					
8. Reposição de <i>stock</i>	Fornecedor X (considerando o principal fornecedor)					
Tempo médio para repor o <i>stock</i> de um produto para este ser enviado	2 h					
9. Embalamento da encomenda						
Tempo médio que demora a embalar uma encomenda	2 min					
10. Tipo de envio						
Nº/ % do envio da encomenda ser feito pela transportadora durante os dois meses	2485 (89,2%)					
Nº/ % de ser o cliente a fazer levantamento em loja da encomenda	301 (10,8%)					
Tempo médio da entrega ao cliente se o envio for feito pela transportadora	Envio para as ilhas (6 encomendas): 12,7 dias; Envio para PT continental (2394 encomendas): 1,6 dias; Envio para pontos kios (68 encomendas): 2,7 dias; Envios para Espanha (17 encomendas): 2,3 dias.					
Tempo médio total e aproximado que os clientes demoraram a pagar uma encomenda durante os dois meses (através da média ponderada).	1,7 dias					
Tempo médio do cliente ir fazer o levantamento à loja	4,2 dias					

11. Tempo total	
Tempo médio total de todos os processos da logística	3,6 dias

Nas figuras 20 e 21 estão representadas através do software JaamSim os processos de logística direta do cenário 1.

Model Title

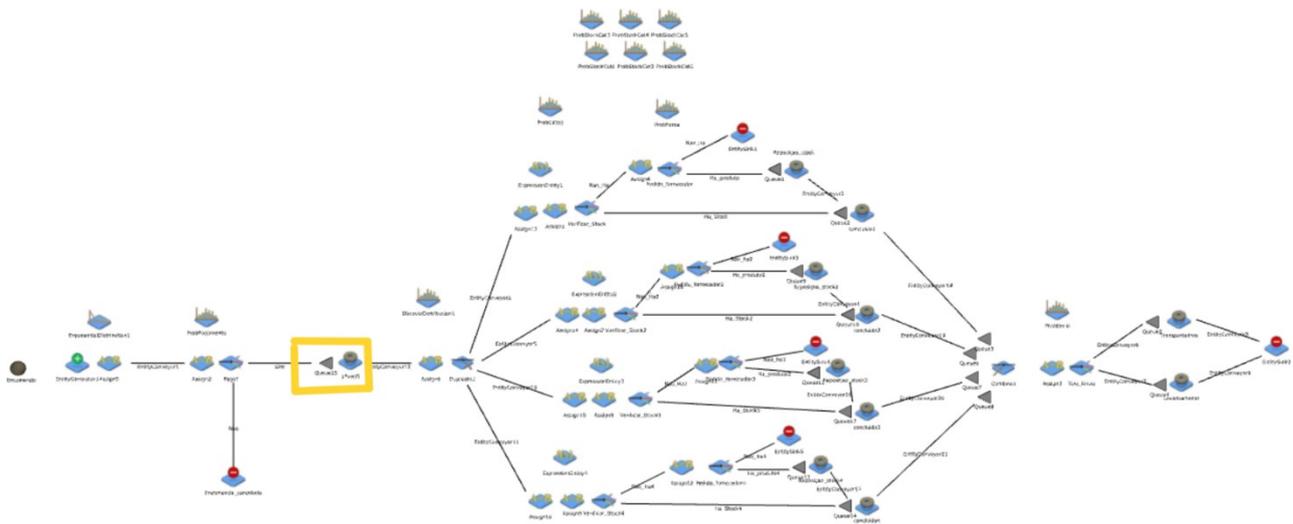


Figura 20 - Representação da visão geral da simulação com a alteração para o cenário 1.

Na Figura 20 e de forma mais detalhada na Figura 21 está representada a alteração feita para o cenário 1. Nesse cenário, depois de ser efetuado o pagamento e antes da verificação de disponibilidade com o fornecedor é feita uma primeira verificação (1ªverifi). Essa verificação demora poucos minutos até estar efetuada e passar para a fase seguinte por isso não impacta de forma significativa o modelo de simulação. O passo adicionado e que diz respeito ao cenário 1 é representada pela ferramenta “Branch” (1ºverifi).

Model Title

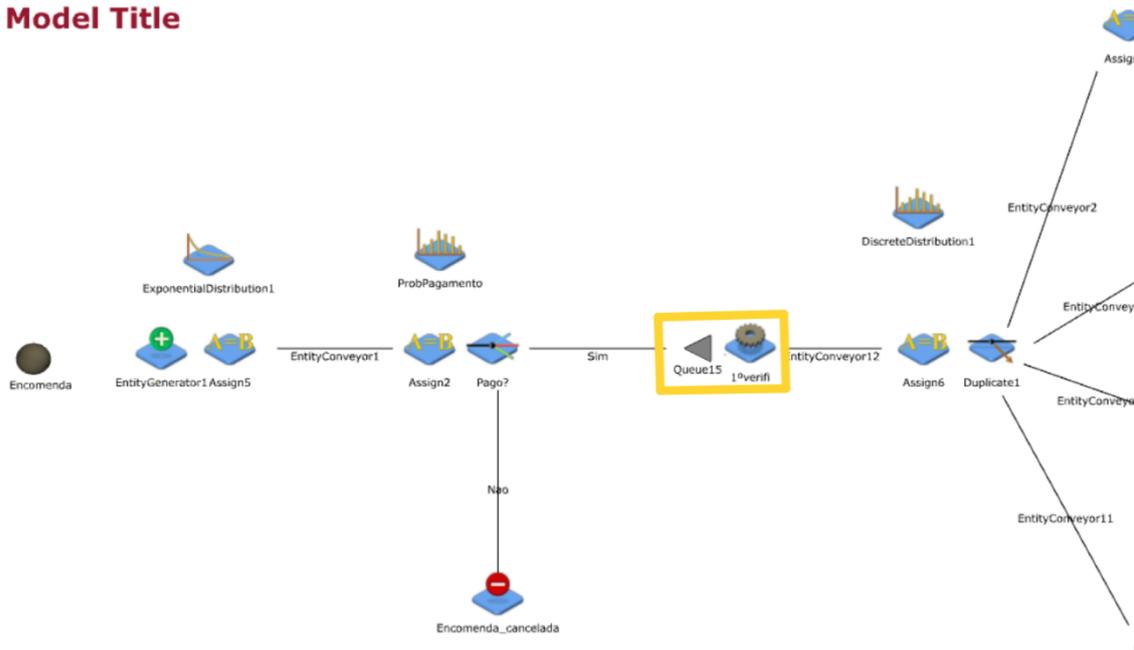


Figura 21 - Representação da simulação com a alteração para o cenário 1.

3.5.1.1 Análise dos Resultados

Os resultados do primeiro cenário são positivos. Um dos principais pontos positivos desta alteração é a redução significativa do número de devoluções, chegando a uma redução de devoluções de 50% em termos gerais, devido à dupla verificação no envio dos produtos ao cliente. Isso é crucial, pois, conforme mencionado na logística inversa, uma grande percentagem das devoluções ocorre por erro dos colaboradores.

Embora o cenário seja geralmente positivo, há alguns pontos negativos a considerar. Neste primeiro cenário, o lead time da logística aumenta cerca de 15 minutos. Embora o aumento seja pouco significativo, ainda pode ser considerado um ponto negativo, pois a encomenda demorará um pouco mais para chegar ao cliente, o que pode resultar em insatisfação.

Conclui-se que o principal objetivo de reduzir o número de devoluções será eventualmente alcançado com a implementação deste cenário. A redução das devoluções é um fator positivo para a sustentabilidade das empresas.

3.5.2 Cenário 2

No segundo cenário, foram feitas alterações no processo de logística inversa da empresa. A mudança focou no tipo de recolha do produto devolvido. Neste cenário, o produto passa a ser recolhido por uma transportadora expressa, independentemente do motivo da devolução. A alteração feita para testar o cenário 2 está representada no fluxograma da Figura 22, destacada em verde.

O principal objetivo dessa alteração é garantir que o produto chegue mais rapidamente ao armazém, acelerando assim todo o processo de logística inversa. Se o processo de devolução, desde a solicitação do cliente até a chegada do produto à origem, ocorrer em um curto espaço de tempo, a satisfação e fidelidade do cliente aumentarão para futuras compras. Os clientes valorizam serviços eficazes e, por isso, escolhem empresas que cumprem rapidamente os seus objetivos.

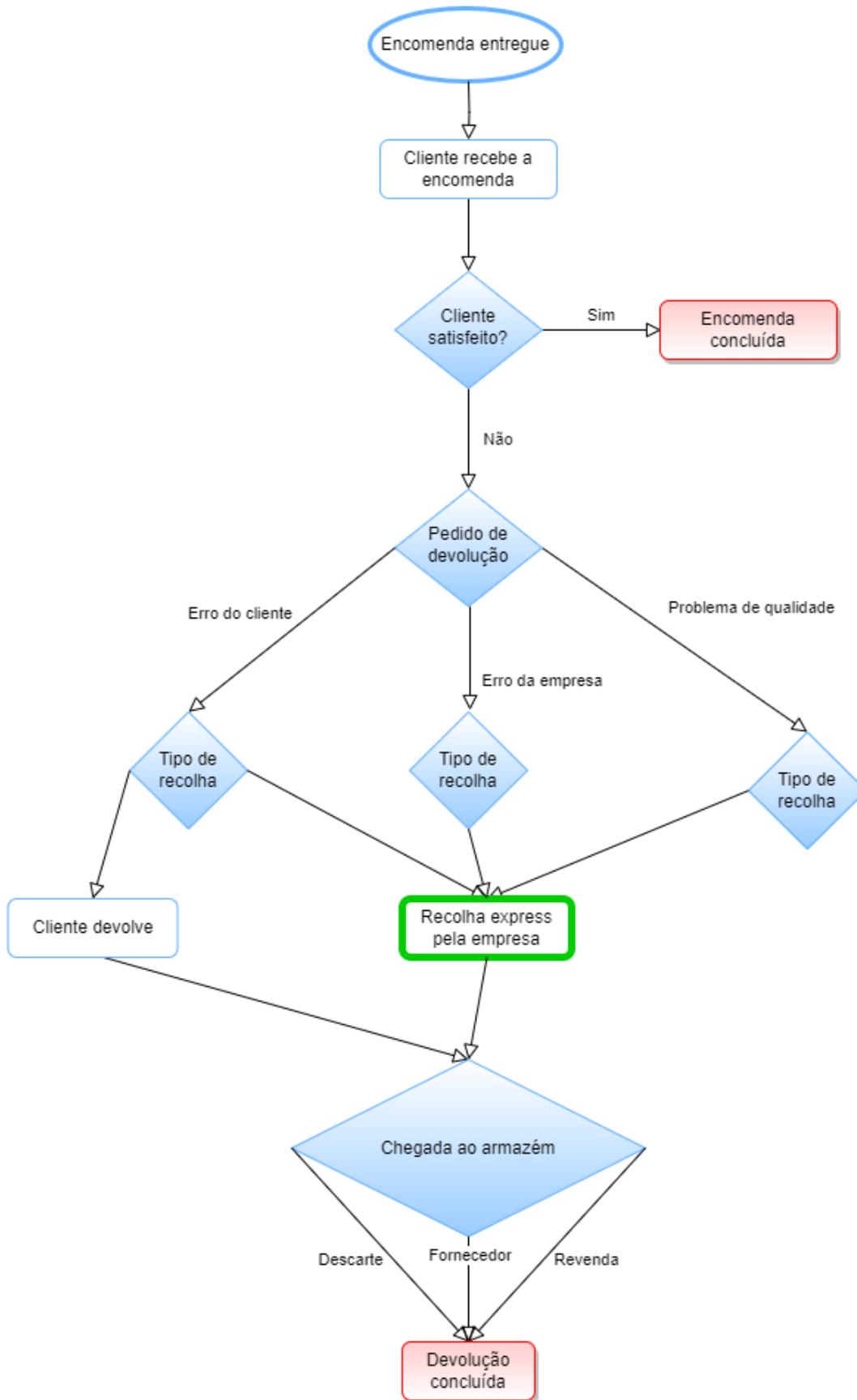


Figura 22 - Representação do fluxograma com a alteração para o cenário 2.

Na tabela 9, as alterações nos dados fornecidos pelos colaboradores da empresa estão destacadas em verde. Esses dados foram utilizados para simular o cenário 2.

Tabela 9 - Alteração para o cenário 2 dos dados fornecidos pela empresa sobre os seus processos de logística inversa durante os meses de agosto e setembro de 2023.

Descrição	Valores
1. N° de devoluções	
Qual a quantidade de produtos devolvidos?	12
% dos clientes que pediram a devolução nos dois meses.	0,43%
% dos clientes que ficaram satisfeitos e não pediram devolução nos dois meses.	99,57%
2. Pedido de devolução	
% do motivo do pedido de devolução ser por erro do cliente	55%
% do motivo do pedido de devolução ser por erro da empresa	25%
% do motivo do pedido de devolução ser devido a um problema de qualidade	20%
3. Tipo de recolha se o motivo da devolução é por erro do cliente	
% se é o cliente que faz o envio do produto a devolver	80%
Tempo se é o cliente que faz o envio do produto a devolver	24 h/ 48h
% se é a empresa que faz a recolha do produto a devolver	20%
Tempo se é a empresa que faz a recolha express do produto a devolver	24h/48h
4. Tipo de recolha se o motivo da devolução é por erro da empresa	
% se é a empresa que trata da recolha do produto	100%
Tempo se é a empresa que faz a recolha express do produto a devolver	24h/48h

5. Tipo de recolha se o motivo da devolução é devido a um problema de qualidade	
% se é a empresa que trata da recolha do produto	100%
Tempo se é a empresa que faz a recolha express do produto a devolver	24h/48h
6. Destino final do produto devolvido quando chega ao armazém	
% do produto que vai para revenda	65%
% do produto que vai para o fornecedor	25%
% do produto que vai ser descartado	10%
7. Tempo total	
Tempo total de todos os processos de logística inversa	1,5/ 2 dias

Na Figura 23, está representada, através do software JaamSim, a alteração implementada para o cenário 2. Neste cenário, sempre que a empresa recolhe um produto devolvido pelo comprador, a recolha é feita por uma transportadora express. Esta mudança acelera o processo de devolução, mas também aumenta os custos para a empresa. As alterações relativas ao cenário 2 são destacadas pela cor amarela ferramenta e tem o nome de "empres_recolha_express".

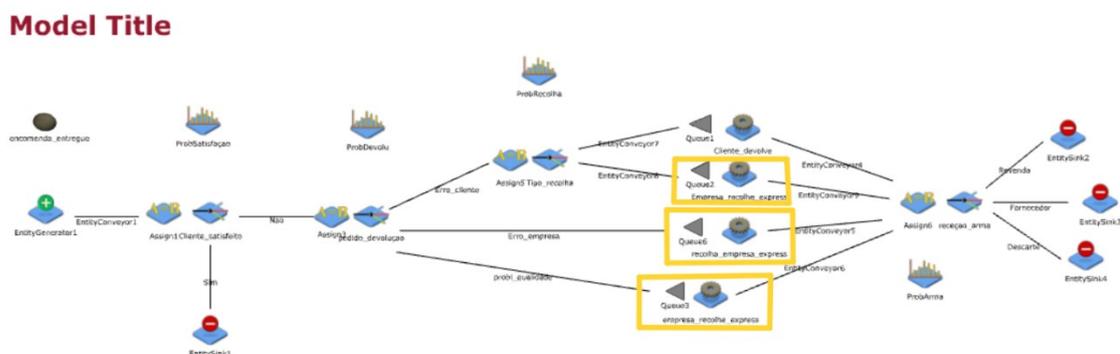


Figura 23 - Representação da visão geral da simulação com a alteração para o cenário 2.

3.5.2.1 Análise dos Resultados

O cenário 2 foi simulado com base no modelo real da empresa e por isso utiliza esses dados e não os dados conforme as alterações do cenário 1. Logo, a percentagem de devoluções é segundo os dados fornecidos pelos colaboradores da empresa.

No segundo cenário, o *lead time* da logística inversa da empresa diminuiu significativamente com a alteração implementada. Inicialmente, isso pode ser visto como um ponto negativo, pois utilizar uma transportadora “express” aumenta os custos para a empresa. No entanto, essa mudança traz vantagens importantes a longo prazo. Se o processo de devolução for concluído em 1,5 dias, em vez de 2,5 dias, os clientes ficarão muito satisfeitos e confiarão na empresa devido à sua rapidez e eficiência.

Como já mencionado, a rapidez é crucial não apenas nos processos de logística direta, mas também na logística inversa. Portanto, o tempo de devolução de um produto deve ser o menor possível.

Conclui-se que este cenário impactou positivamente o lead time de todo o sistema de logística inversa. O investimento em transportadoras expressas para a recolha de produtos valerá a pena, pois a satisfação do cliente em relação ao serviço compensará os custos adicionais. Um cliente totalmente satisfeito tem maior probabilidade de realizar compras futuras do que um cliente que tenha tido uma má experiência.

4 Conclusões

O principal objetivo desta dissertação foi o de modelar e caracterizar todo o processo de logística direta e logística inversa de uma empresa de e-commerce propondo depois, com recurso a software de simulação, ciclos alternativos e mais sustentáveis para a cadeia logística. Para isso, foram desenvolvidos modelos de simulação de eventos discretos tanto para a logística direta quanto para a logística inversa da empresa. Esses modelos foram utilizados para analisar os impactos das mudanças ou eliminações de determinadas etapas ou valores e com base nos valores reais fornecidos pelos colaboradores da empresa recolhidos nos meses de agosto e setembro de 2023

Inicialmente, foi apresentada uma revisão da literatura sobre logística direta e logística inversa para fundamentar o capítulo sobre o estudo de caso e a simulação. Para o desenvolvimento dos modelos de simulação foi analisada toda a cadeia logística da empresa e feita uma caracterização dos diferentes elementos da cadeia por forma registar todos os detalhes pertinentes à simulação. Em seguida, utilizou-se o método de simulação de eventos discretos para representar toda a cadeia logística da empresa. O modelo de simulação de eventos discretos permitiu representar fielmente toda a cadeia logística da empresa de e-commerce em estudo, abrangendo tanto a logística direta quanto a logística inversa, de acordo com os dados reais recolhidos. Foram criadas várias fases para simular com precisão as etapas logísticas e obter os melhores resultados possíveis para análise.

Após a criação da simulação no programa JaamSim, foram desenvolvidos dois cenários com o objetivo de identificar alternativas mais sustentáveis para a empresa. No cenário 1, implementou-se um novo processo na cadeia logística: uma segunda verificação dos produtos encomendados, visando reduzir os erros nos produtos das encomendas, um dos principais motivos para devoluções. Essa nova etapa não acarretou custos adicionais, apenas aumentou o tempo de processamento das encomendas em 10 a 15 minutos, algo insignificante. No cenário 2, uma etapa da logística inversa foi modificada. Em qualquer situação de devolução, a recolha do produto pelo cliente foi realizada por uma transportadora expressa, com o objetivo principal de reduzir o tempo total do processo de devolução. A conclusão mais rápida da logística inversa aumenta a satisfação do cliente e, conseqüentemente, proporciona maior confiança para futuras compras. Embora essa alteração ofereça vantagens, ela também acarreta custos adicionais para a empresa, que

podem chegar a 20%, devido ao uso da transportadora express. Apesar das limitações decorrentes da dimensão da amostra, os resultados foram satisfatórios tanto no cenário 1 quanto no cenário 2.

Após a análise dos resultados dos dois cenários, é possível concluir que o primeiro cenário é mais vantajoso do que o segundo. O principal objetivo desta dissertação era encontrar alternativas sustentáveis para a cadeia logística da empresa, e o cenário 1 mostrou-se eficaz nesse aspecto. Com quase os mesmos recursos, aumentou apenas 15 minutos na cadeia logística, foi possível reduzir o número de devoluções, contribuindo para uma maior sustentabilidade do processo logístico. Embora o segundo cenário também apresente vantagens, ele possui a desvantagem dos custos adicionais. Em suma, fazer as alterações relativas ao primeiro cenário são mais vantajosas e podem reduzir o número de enganos nas encomendas e por consequência o número de devoluções. Este estudo destacou a necessidade de colocar maior ênfase no apoio à logística, tornando os procedimentos mais transparentes para os clientes e para a própria empresa.

As principais limitações encontradas ao longo da dissertação estão relacionadas com a parte prática, como a dimensão da amostra, uma vez que a empresa em estudo é pequena e possui poucos dados disponíveis. No que concerne ao trabalho futuro, e com base nas limitações apresentadas, será importante suportar as simulações numa amostra maior e desta forma robustecer a validação do modelo. E por isso, sendo um estudo exploratório que requer uma validação mais sólida, serão necessários mais testes com uma quantidade maior de dados e a utilização de cenários adicionais. Um outro aspecto a explorar será promover alterações ao modelo de simulação introduzindo outras propostas de melhoria como aumentar as alternativas ao nível da expedição. Recomenda-se que seja avaliado o comportamento e o desempenho dos fornecedores, selecionando rigorosamente aqueles que enviam produtos em modo expresso. Dessa forma, a empresa pode evitar longas esperas para a reposição de *stock*, aumentando a satisfação dos clientes com entregas rápidas. Essa medida seria vantajosa para responder rapidamente aos clientes e ganhar a sua confiança, incentivando-os a fazer uma segunda compra.

Referências Bibliográficas

Beamon, B.M. (1998). Supply chain design and analysis: Models and methods. *International Journal of Production Economics*. Volume 55, Issue 3, 15 August, Pages 281-294.

[https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(98\)00079-6](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(98)00079-6)

Dale S. Roger, B. Melamed, R. S. Lembke (2012). Modeling and Analysis of Reverse Logistics. *Journal of Business Logistics*. Volume 33, Issue 2, June, Pages 107-117.

<https://doi.org/10.1111/j.0000-0000.2012.01043.x>

Salma Abid & Fatima Zahra Mhada (2021) Simulation optimisation methods applied in reverse logistics: a systematic review. *International Journal of Sustainable Engineering*. Volume 14, Issue 6, 26 Nov, Pages 1463-1483.

<https://doi.org/10.1080/19397038.2021.2003470>

A. A. Tako e S. Robinson. (2012) The application of discrete event simulation and system dynamics in the logistics and supply chain context. *Decision Support Systems*. Volume 52, Issue 4, March, Pages 802-815.

<https://doi.org/10.1016/j.dss.2011.11.015>

P. O. Siebers, et al. (2010) Discrete-event simulation is dead, long live agent-based simulation! *Journal of Simulation*. Issue 4, September, Pages 204-210.

<https://doi.org/10.1057/jos.2010.14>

Engblom, J., et al. (2012) Multiple-method analysis of logistics costs. *International Journal of Production Economics*. Volume 137, Issue 1, May, Pages 29-35.

<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.01.007>

Nagendra Kumar Sharma, et al., (2021) Sustainable reverse logistics practices and performance evaluation with fuzzy TOPSIS: A study on Indian retailers. *Cleaner Logistics and Supply Chain*. Volume 1, October.

<https://doi.org/10.1016/j.clscn.2021.100007>

Lu Ding, Tong Wang, Paul W. Chan (2023). Forward and reverse logistics for circular economy in construction: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*. Volume 388, 15 February.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.135981>

CSCMP. (2013). *Supply Chain Management: Terms and Glossary*.

Frazelle, E. (2002). *Supply Chain Strategy: The Logistics of Supply Chain Management*. *Open Journal of Business and Management*, Volume 9 No.4, June 15, 2021.

Moura, B. (2006). *Logística: Conceitos e Tendências*. Vila Nova de Famalicão: Centro Atlântico.

Bowersox, D. J. & Closs, D. J. (1996). *Logistical Management: The Integrated Supply Chain Process*. McGraw-Hill Companies. International Editions

Christopher, M. (2005). *Logistics & Supply Chain Management*. Third Edition. Harlow: Prentice Hall.

D. J. Garcia e F. You. (2015). Supply chain design and optimization: Challenges and opportunities. *Computers and Chemical Engineering*. Volume 81, 4 October, Pages 153-170.

<https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2015.03.015>

Levi, D., Kaminsky, P., & Levi, E. (2003). Designing and managing the supply chain: Concepts, strategies, and case studies. *Journal of Business Logistics*.

<https://doi.org/10.1002/j.2158-1592.2001.tb00165.x>

F. You e I. E. Grossmann. (2008). Design of responsive supply chains under demand uncertainty. *Computers & Chemical Engineering*. Volume 32, Issue 12, 22 December, Pages 3090-3111.

<https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2008.05.004G>

J.R. Kinobe, et al. (2015). Reverse logistics system and recycling potential at a landfill: A case study from Kampala City. *Waste Management*. Volume 42, August, Pages 82-92. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.04.012>

Pamal R. Nanayakkara, et al. (2022). A circular reverse logistics framework for handling e-commerce returns. *Cleaner Logistics and Supply Chain*. Volume 5, December. <https://doi.org/10.1016/j.clscn.2022.100080>

Pravin Kumar Mallic, et al., (2023). Closing the loop: Establishing reverse logistics for a circular economy, a systematic review. *Journal of Environmental Management*. Volume 328, 15 February.

<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.117017>

Carolin Brix-Asala, Rüdiger Hahn, Stefan Seuring, (2016). Reverse logistics and informal valorisation at the Base of the Pyramid: A case study on sustainability synergies and trade-offs. *European Management Journal*. Volume 34, Issue 4, August, Pages 414-423.

<https://doi.org/10.1016/j.emj.2016.01.004>

Saurabh Agrawal & Rajesh Kr Singh, (2019). Analyzing disposition decisions for sustainable reverse logistics: Triple Bottom Line approach. *Resources, Conservation and Recycling*. Volume 150, November.

<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104448>

Rodrigo Cimas da Silva, et al., (2022). Study on the implementation of reverse logistics in medicines from health centers in Brazil. *Cleaner Waste Systems*. Volume 2, July.

<https://doi.org/10.1016/j.clwas.2022.100015>

M. Forkan, M. Forkan, M.M. Rizvi, M.A.M. Chowdhury, (2022). Multiobjective reverse logistics model for inventory management with environmental impacts: An

application in industry. *Intelligent Systems with Applications*. Volume 14, May.
<https://doi.org/10.1016/j.iswa.2022.200078>

Xiaoguang Zhou & Yanhui Zhou (2015). Designing a multi-echelon reverse logistics operation and network: A case study of office paper in Beijing. *Resources, Conservation and Recycling*. Volume 100, July, Pages 58-69.
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.04.009>

S. Terzi e S. Cavalieri. (2004). Simulation in the supply chain context: a survey. *Computers in Industry*. Volume 53, Issue 1, January, Pages 3-16.
[https://doi.org/10.1016/S0166-3615\(03\)00104-0](https://doi.org/10.1016/S0166-3615(03)00104-0)

Jerry Banks, (2000). Introduction to simulation. *Winter Simulation Conference Proceedings*, Volume 1, páginas 9–16.
doi:10.1109/WSC.2000.899690

Sebastian Lang et al., (2021). Open-source discrete-event simulation software for applications in production and logistics: An alternative to commercial tools? *Procedia Computer Science*. Volume 180, Pages 978-987.
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.349>

BRITO, T. B. Aplicabilidade da Simulação Híbrida em Sistemas logísticos. Dissertação (mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2011.

Guedes et al. (2017). em Carvalho, J. C., ed., *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento*. (2ª ed.), Lisboa: Edições Sílabo

Silva, E. F. S. (2016). Otimização de custos e processos logísticos numa empresa de distribuição de bebidas (Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho). Retirado de <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/47785>

Carvalho, J.; Guedes, A. ., Arantes, A. ., Martins, A. ., Póvoa, A. ., Luís, C. ., Dias, E. ., Dias, J. ., Menezes, J. ., Ferreira, L. ., Carvalho, M. ., Oliveira, R. ., Azevedo, S. ., & Ramos, T. (2012). *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento* (Edições sí).

Merchant, K. A., & Van der Stede, W. A. (2017). *Management control systems: performance measurement, evaluation and incentives* (Fourth edi). Pearson.

CSCMP. (2021). *CSCMP Supply Chain Management Definitions and Glossary*.

Sanders, N.R. (2020). *Supply Chain Management: A Global Perspective* (3º).

Chopra, S., Meindl, P. (2013). *Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operation* (5th ed.), Pearson Education.

Christopher, M. (2016). *Logistics and Supply Chain Management* (5th ed.), New York: Pearson Education

APLOG. (2019). Associação Portuguesa de Logística. Disponível em <http://www.aplog.pt>: Consultado em 20/10/2019.

Nisar, T. M., & Prabhakar, G. (2017). What factors determine e-satisfaction and consumer spending in e-commerce retailing? *Journal of Retailing and Consumer Services*, 39 (August), 135–144.

Fredrik Persson, Jan Olhager (2002). Performance simulation of supply chain designs. *International Journal of Production Economics*. Volume 77, Issue 3, 11 June, Pages 231-245.

[https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(00\)00088-8](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(00)00088-8)

JaamSim Development Team. (2023). JaamSim (versão 2023-05). Disponível em: <https://jaamsim.com/index.html>

www.newpet.pt