



Ana Isabel Martins de Freitas

**Plataforma de Simbioses Industriais -  
Estudo, Definição e Modelação de  
Processos**

**Universidade do Minho**  
Escola de Engenharia







**Universidade do Minho**  
Escola de Engenharia

Ana Isabel Martins de Freitas

**Plataforma de Simbioses Industriais –  
Estudo, Definição e Modelação de  
Processos**

Relatório de Dissertação de Mestrado Integrado em  
Engenharia e Gestão de Sistemas de Informação

Trabalho efetuado sob a orientação do  
**Professor Carlos Filipe Portela**

# DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

## ***Licença concedida aos utilizadores deste trabalho***



**Atribuição-NãoComercial-SemDerivações**

**CC BY-NC-ND**

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

*[Esta é a mais restritiva das nossas seis licenças principais, só permitindo que outros façam download dos seus trabalhos e os compartilhem desde que lhe sejam atribuídos a si os devidos créditos, mas sem que possam alterá-los de nenhuma forma ou utilizá-los para fins comerciais.]*

## **AGRADECIMENTOS**

Hoje, sinto-me imensamente grata ao olhar para estes últimos cinco anos e perceber o percurso maravilhoso que percorri. Foram cinco anos muito desafiantes que me permitiram absorver imenso conhecimento e crescer tanto a nível académico como a nível pessoal. Por estas razões, quero deixar o meu agradecimento a todos aqueles que contribuíram para a conclusão desta etapa.

Ao meu orientador, Professor Carlos Filipe Portela, por todo o apoio académico, pela partilha de conhecimento e por todas as críticas construtivas.

A toda a equipa da IOTech, pela oportunidade de efetuar este projeto e pela disponibilidade em ajudar. Em especial, um agradecimento à Rita Miranda por toda a partilha de conhecimento e pela prontidão em clarificar todas as dúvidas que foram surgindo.

Ao meu namorado, por ser uma das minhas maiores forças e estar sempre presente nos momentos mais complicados e desafiantes deste percurso.

Por último, quero deixar um especial agradecimento aos meus pais, ao meu irmão e cunhada que foram uns grandes pilares nestes últimos cinco anos, acreditando sempre em mim e nas minhas capacidades. Sem eles nada disto seria possível.

## **DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE**

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio, nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

## RESUMO

### **Plataforma de Simbioses Industriais – Estudo, Definição e Modelação de Processos**

Com a constante evolução ao longo dos anos do setor tecnológico e económico, vão surgindo novos hábitos de consumo no dia a dia das pessoas e das indústrias, o que por sua vez, se traduz num aumento significativo da extração de recursos naturais. Recursos esses, que irão sofrer todo um processo de transformação para se tornarem em produtos que mais tarde serão descartados, passando a ser meramente considerados resíduos. Deste modo, é cada vez mais importante haver um controlo bem definido de todos os resíduos e desperdícios e até mesmo a adoção de novas práticas e de novos mecanismos, tanto a nível pessoal como industrial, com o objetivo de minimizar a quantidade de resíduos. Assim, foram abordados conceitos como economia circular, simbiose industrial e muitos outros.

A proposta de soluções de plataformas de simbiose industrial é um fator bastante importante para a problemática das quantidades elevadas de resíduos existentes. A mesma permite assim alcançar o desenvolvimento sustentável.

Este projeto teve como objetivo efetuar a modelação de uma plataforma de tecnologias de informação (TI). A modelação da mesma visa possibilitar a criação de simbioses industriais, facilitar a comunicação e cooperação entre indústrias de diferentes setores de forma a maximizar as interações, promover a troca de informação de resíduos/ subprodutos e potenciar a economia circular.

Esta dissertação aborda as várias metodologias utilizadas para o desenvolvimento do projeto como, metodologia *Scrum*, metodologia de investigação *Case Study*, que é utilizada em combinação com duas metodologias de teor mais prático: *Focus Groupe Benchmarking*. Com este estudo, foi possível identificar vinte e nove plataformas de simbiose industrial (SI), onde foram analisadas consoante um conjunto de funcionalidades mais gerais e outras mais específicas, de modo a obter uma plataforma mais completa. Descoberta esta mesma plataforma, procedeu-se um trabalho articulado juntamente com a equipa de design e de desenvolvimento, por forma a unificar os resultados ao desenvolvimento da modelação BPMN (*Business Process Modeling Notation*) de todos os processos pertencentes à plataforma, dando assim origem a quatro processos e vinte e dois subprocessos.

**Palavras-chave:** Economia Circular; Resíduos Industriais; Plataformas de Simbiose Industrial; Sustentabilidade; Indústria têxtil.

# ABSTRACT

## **Industrial Symbiosis Platform - Study, Definition and Modeling of Processes**

With the constant evolution of the technological and economic sector over the years, new consumption habits are emerging in the daily routine of people and industries, which translates into a significant increase in the extraction of natural resources. These resources will go through a whole process of transformation to become products. These products will later be discarded, becoming merely considered waste.

Therefore, it is increasingly important to have a well-defined control of all waste and even the adoption of new practices and new mechanisms, both at a personal and industrial level, with the aim of minimizing the amount of waste. Overall, concepts such as circular economy, industrial symbiosis and many others were addressed.

The offer of industrial symbiosis platform solutions is a very important factor for the problem of high amounts of existing waste. This makes it possible to achieve sustainable development.

The goal of this project was to model an information technology (IT) platform. Its modelling aims to enable the creation of industrial symbioses, facilitate communication and cooperation between industries from different sectors in order to maximize interactions, promote the exchange of waste/subproduct information and enhance the circular economy.

This dissertation addresses the various methodologies used for the development of the project such as Scrum methodology, Case Study research methodology, which is used in combination with two methodologies of more practical content: Focus Group and Benchmarking.

With this study, it was possible to identify twenty-nine industrial symbiosis (IS) platforms, where they were analyzed according to a set of more general and other more specific functionalities, in order to obtain a more complete platform.

Once this same platform was discovered, an articulated work was carried out together with the design and development team, in order to unify the results to the development of BPMN (Business Process Modeling Notation) modeling of all the processes belonging to the platform, thus giving rise to four processes and twenty-two subprocesses.

**Keywords:** Circular Economy; Industrial Waste; Industrial Symbiosis Platforms; Sustainability; Textile Industry.

## ÍNDICE

1	Introdução .....	1
1.1	Enquadramento e Motivação.....	1
1.2	Objetivos .....	2
1.3	Estrutura do Documento .....	3
2	Estado da Arte .....	5
2.1	Economia Circular .....	5
2.2	Simbiose Industrial .....	6
2.3	Resíduos Industriais.....	7
2.4	Valorização dos resíduos.....	8
2.5	Avaliação de ciclo de vida (ACV) .....	9
2.6	Cadeias de Circuitos curtos.....	10
2.7	Indústria Têxtil .....	10
2.8	Soluções Existentes .....	11
3	Metodologia .....	18
3.1	Metodologia Scrum.....	18
3.2	Metodologia <i>Case Study</i> .....	20
3.3	<i>Focus Group</i> .....	21
3.4	<i>Benchmarking</i> .....	22
3.5	Fluxo de trabalho .....	22
3.6	Ferramentas utilizadas.....	24
4	Trabalho realizado .....	29
4.1	Casos de estudo: Estratégias de investigação .....	29
4.2	<i>Focus Group</i> .....	30
4.3	Identificação de variáveis .....	31

4.4	Comparação das plataformas .....	33
4.5	Seleção dos melhores casos de estudo .....	38
4.6	Recolha e análise de dados do estudo do melhor caso .....	38
4.7	Especificação das variáveis .....	41
4.8	Comparação das plataformas .....	43
4.9	Mapeamento entre o estudo realizado e os modelos a realizar.....	45
4.10	Descrição dos processos modelados.....	47
4.10.1	Processo Login.....	48
4.10.2	Processo Registo .....	49
4.10.3	Processo “Menu Utilizador” .....	51
4.10.4	Processo “Ver menu” .....	58
5	Discussão de resultados .....	71
6	Conclusão .....	73
6.1	Considerações Finais .....	73
6.2	Análise de Riscos.....	77
	Referências .....	79
	Apêndice I.....	86
	Plano de atividades.....	86

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APA	Agência Portuguesa do Ambiente
ACV	Avaliação de Ciclo de Vida
Be@T	<i>Bioeconomy at Textiles</i>
BPMN	<i>Business Process Modeling Notation</i>
B2B	<i>Business to Business</i>
B2C	<i>Business to Customer</i>
CER	Código Europeu de Resíduos
CO2	Dióxido de Carbono
CVR	Centro de Valorização de Resíduos
FISVA	<i>Fair Industrial Symbiosis Value Allocation</i>
IA	Inteligência Artificial
LER	Lista Europeia de Resíduos
PWA	<i>Progressive Web App</i>
SI	Sistema de Informação
TI	Tecnologias de Informação

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Metodologia do caso de estudo .....	20
Figura 2 - Etapas da técnica de discussão de <i>Focus Group</i> .....	21
Figura 3 - Processo de avaliação comparativa .....	22
Figura 4 - Fluxo de trabalho do estudo .....	23
Figura 5 - Eventos de início, intermédio e de fim .....	25
Figura 6 - Atividades: tarefa e subprocesso .....	25
Figura 7 - Tipos de <i>Gateways</i> .....	26
Figura 8 - Tipo de dados .....	26
Figura 9 - Tipos de objetos de ligação .....	27
Figura 10 - Tipos de <i>Swimlanes</i> .....	27
Figura 11 - Tipos de artefactos.....	28
Figura 12 - Percentagem de países/áreas disponíveis .....	35
Figura 13 - (a) Percentagem do tipo de solução; (b) Percentagem do estado da plataforma .....	35
Figura 14 - Percentagem de tipos de resíduos.....	36
Figura 15 - Processo Login .....	49
Figura 16 - Processo Registo.....	50
Figura 17 - Subprocesso Validar Entidade .....	51
Figura 18 - Processo Menu Utilizador .....	52
Figura 19 - Subprocesso Visualizar Áreas .....	53
Figura 20 - Subprocesso Visualizar Sobre Nós.....	53
Figura 21 - Subprocesso Visualizar <i>Home</i> .....	54
Figura 22 - Subprocesso Visualizar Serviço de Suporte .....	55
Figura 23 - Subprocesso Visualizar Marketplace .....	55
Figura 24 - Subprocesso Visualizar Contactos .....	56
Figura 25 - Subprocesso Efetuar Login/Registo .....	56
Figura 26 - Subprocesso Visualizar Marketplace Mobile .....	57
Figura 27 - Subprocesso Visualizar Perfil e Notificações.....	58
Figura 28 - Processo "Ver menu" .....	59
Figura 29 - Subprocesso Ver informação do consumidor/vendedor .....	60
Figura 30 - Subprocesso Visualizar Contactos .....	60

Figura 31 - Subprocesso Sugerir vendedor .....	61
Figura 32 - Subprocesso Visualizar sugestões .....	61
Figura 33 - Subprocesso Visualizar Áreas .....	62
Figura 34 - Subprocesso Visualizar Sobre Nós.....	62
Figura 35 - Subprocesso Visualizar <i>Home</i> .....	63
Figura 36 - Subprocesso Visualizar Serviço de Suporte .....	63
Figura 37 - Subprocesso Visualizar Perfil.....	64
Figura 38 - Subprocesso "Aceder a menu ECOPoints".....	65
Figura 39 - Subprocesso Notificar .....	65
Figura 40 - Subprocesso Sugerir Parceria.....	66
Figura 41 - Subprocesso Visualizar Marketplace .....	67
Figura 42 - Subprocesso Solicitar Produto .....	68
Figura 43 - Subprocesso "Reservar Produto" .....	69
Figura 44 - Subprocesso Sugerir Produto .....	70
Figura 45 - Plano de Atividades.....	86

## LISTA DE SÍMBOLOS

- ✓ Afirma que a funcionalidade consta na plataforma
- ± Afirma que a funcionalidade não consta na plataforma

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Número de soluções existentes.....	12
Tabela 2 - Descrição das soluções existentes .....	12
Tabela 3 - Descrição das Sprints .....	19
Tabela 4 - Aplicação da metodologia a cada fase do estudo.....	24
Tabela 5 - Ferramentas utilizadas .....	24
Tabela 6 - Características da plataforma .....	33
Tabela 7 - Comparação das plataformas .....	36
Tabela 8 - Comparação dos melhores estudos de caso .....	43
Tabela 9 - Lista de requisitos .....	45
Tabela 10 - Conjunto de todos os processos e subprocessos existentes.....	48
Tabela 11 - Objetivos e resultados.....	76
Tabela 12 - Lista de Riscos .....	77

# 1 INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta o enquadramento e motivação desta dissertação, e também os objetivos e estrutura da mesma.

## 1.1 Enquadramento e Motivação

A indústria 4.0 trouxe uma nova forma de perceber as empresas e a forma como as tecnologias interagem com as mesmas (DANTAS et al., 2018). Assim, a Indústria do Têxtil e Vestuário pretendia desenvolver uma plataforma de simbioses industriais que promovesse a circularidade de produtos, onde os resíduos de uns são matérias-primas de outros, contudo, antes de a implementar foi necessário compreender a realidade atual, definir os requisitos, *backlog* e modelar todos os processos da plataforma (Lopes, 2021).

Compreende-se por simbiose industrial, como um ecossistema industrial que pode representar um componente da economia circular, consistindo assim, na capacidade que as empresas têm de usar resíduos não utilizados e subprodutos de outras indústrias, e introduzi-los em novos processos produtivos (Trevisan et al., 2016). A incorporação de resíduos e subprodutos na forma de nova matéria-prima num novo sistema produtivo, permite não só usar os recursos de forma mais eficiente, como também aumentar a produtividade desses recursos na economia com maior valor acrescentado, usando menos recursos naturais (Silva, 2019). Por outro lado, as simbioses industriais beneficiam da transparência e rastreabilidade dos recursos e da transação neste ecossistema. Assim, para além de se evitar o aterro do resíduo através da simbiose industrial, o resíduo ganha outro valor quando introduzido num novo sistema de produção (Fraga, 2017).

Atualmente, a sustentabilidade é uma das maiores preocupações da população. Há uma necessidade urgente de combater os efeitos adversos da indústria da moda para a sustentabilidade através de abordagens de economia circular, mudando o paradigma de produção através de uma produção mais sustentável e amiga do ambiente (Chen et al., 2021).

Nesse sentido, vários projetos têm vindo a ser desenvolvidos de maneira a explorar a melhor forma de aplicar um crescimento económico sustentável, como é o caso do projeto *Be@T (Bioeconomy at Textiles)*.

O projeto *Be@T - Bioeconomy at Textiles* é constituído por um consórcio de cinquenta e quatro entidades (empresas, universidades, centros tecnológicos e outras entidades) e visa a promoção e valorização da bioeconomia no setor Têxtil e Vestuário, com vista a acelerar a produção de produtos de alto valor acrescentado a partir de recursos biológicos, em alternativa às matérias de base fóssil.

Nesta dissertação foi pressuposta a realização e o desenvolvimento da modelação *Business Process Modeling Notation* (BPMN) da plataforma que se pretendia desenvolver com o projeto global. Assim, esta plataforma modular e inteligente, teve como necessidade realizar uma análise do estado da arte e também executar e analisar a modelação BPMN dos processos.

Esta modelação foi bastante importante para o projeto, uma vez que, permitiu ter uma visão mais geral de todo o processo e também forneceu um conhecimento mais abrangente do que teria de ser realizado. A motivação para a realização deste projeto de dissertação concentrou-se num interesse elevado pela área, e também pelo forte interesse de contribuir para um meio ambiente mais forte e cuidado.

## **1.2 Objetivos**

Com este projeto de dissertação foi expectável dar resposta à seguinte questão de investigação “É viável representar de forma visual os modelos de uma plataforma de simbioses industrial que seja capaz de combater os efeitos adversos da indústria têxtil para a sustentabilidade?”

Este projeto de dissertação pretendia obter resultados, e para isso, foi realizada a modelação de uma plataforma de tecnologias de informação (TI). A modelação da mesma visa possibilitar a criação de simbioses industriais, facilitar a comunicação e cooperação entre indústrias de diferentes setores de forma a maximizar as interações, promover a troca de informação de resíduos/ subprodutos e potenciar a economia circular.

Assim sendo, surgiram como objetivos secundários:

- Desenvolver modelos de *Business Process Modeling Notation* (BPMN) da plataforma que se pretende desenvolver;
- Levantar soluções existentes na área de Simbiose Industrial;
- Explorar abordagens inovadoras de ecodesign e ecoengenharia para garantir a circularidade de produtos têxteis;
- Promover a reutilização, recolha e reciclagem de têxteis;

Por fim, para a concretização dos objetivos e obtenção dos resultados foi seguida a metodologia *Scrum* e a metodologia de investigação *Case Study*, que foi utilizada em combinação com duas metodologias de teor mais prático: *Focus Group* e *Benchmarking*.

### **1.3 Estrutura do Documento**

Este documento de dissertação é composto por sete capítulos.

O primeiro capítulo caracteriza-se por Introdução, onde estão inseridos três subcapítulos, sendo estes:

- Enquadramento e motivação;
- Objetivos;
- Estrutura do documento.

Neste capítulo, é apresentada uma abordagem do projeto, são mostrados os resultados esperados do mesmo e os principais objetivos.

Relativamente ao segundo capítulo, este é designado por Estado da Arte, onde são dados a conhecer os conceitos fundamentais para a realização e desenvolvimento deste projeto de dissertação. Este capítulo subdivide-se em oito subcapítulos, sendo estes:

- Economia Industrial;
- Simbiose Industrial;
- Resíduos Industriais;
- Valorização de Resíduos;
- Avaliação do Ciclo de Vida;
- Cadeias de Circuitos Curtos;
- Indústria Têxtil;
- Soluções Existentes.

No terceiro capítulo, são apresentadas as metodologias utilizadas no decorrer do projeto e as respetivas ferramentas utilizadas. Neste capítulo, estão descritas as metodologias adotadas para o desenvolvimento do projeto. Inicialmente é descrita a metodologia *Scrum* e de seguida, a metodologia de investigação *Case Study*, que é utilizada em combinação com duas metodologias de teor mais prático: *Focus Group* e *Benchmarking*. Por fim, é apresentado o fluxo de trabalho e todas as ferramentas utilizadas. Assim, este capítulo divide-se em seis subcapítulos, sendo estes:

- Metodologia *Scrum*;

- Metodologia *Case Study*;
- *Focus Group*;
- *Benchmarking*;
- Fluxo de trabalho;
- Ferramentas utilizadas.

No quarto capítulo, está representado o trabalho realizado neste projeto. Este capítulo subdivide-se em dez subcapítulos, sendo estes:

- Casos de estudo: Estratégias de investigação;
- *Focus Group*;
- Identificação de variáveis;
- Comparação das plataformas;
- Seleção dos melhores casos de estudo;
- Recolha e análise de dados do estudo do melhor caso;
- Especificação das variáveis;
- Comparação das plataformas;
- Mapeamento entre o estudo realizador e os modelos a realizar;
- Descrição dos processos modelados.

No quinto capítulo, designado por Discussão de Resultados é feita uma análise de todos os resultados atingidos com os estudos realizados.

Por último, o sexto capítulo é composto pela Conclusão. Este subdivide-se em dois subcapítulos, onde é efetuada uma breve reflexão de tudo o que foi realizado e uma análise sobre a ocorrência de riscos.

## **2 ESTADO DA ARTE**

O presente capítulo tem como objetivo dar a conhecer os conceitos fundamentais para a realização e desenvolvimento deste projeto de dissertação, e subdivide-se em oito subcapítulos. O primeiro é designado por Economia Circular, onde é abordada a prática de tornar o desperdício industrial numa economia sustentável. No segundo subcapítulo, temos a Simbiose Industrial onde é pretendido dar ao leitor um conhecimento mais pormenorizado sobre o tema. No terceiro subcapítulo, caracterizado por Resíduos Industriais, está demonstrado o que define e o que é um resíduo industrial pelas normas europeias. A Valorização de Resíduos é apresentada no subcapítulo quatro, e é apresentado o poder da transformação de lixo em dinheiro. Quinto subcapítulo, designado por Avaliação do Ciclo de Vida, é demonstrada a forma como são avaliados os potenciais aspetos ambientais e os potenciais impactos associados a um produto ou serviço ao longo do seu ciclo de vida. No subcapítulo seis, designado por Cadeias de Circuitos Curtos, mostra como a sua utilização em processos de simbiose industrial permite alcançar uma maior sustentabilidade do processo. No subcapítulo sete, é realizada uma análise sobre a indústria têxtil. Por fim, no subcapítulo oito são apresentadas todas as soluções existentes.

### **2.1 Economia Circular**

Com o avanço tecnológico, vão surgindo novos hábitos de consumo no dia a dia das pessoas e das indústrias, o que, por sua vez, se traduz num aumento significativo da extração de recursos naturais. Deste modo, é cada vez mais importante haver um controlo e consciência bem definido de todos os resíduos e desperdícios, e até mesmo a adoção de novas práticas e novos mecanismos, tanto a nível pessoal como industrial, com o objetivo de minimizar a quantidade de resíduos.

Através do desenvolvimento de novos mecanismos de cooperação e também da criação de plataformas de TI que possibilitem a criação de simbioses industriais, e que facilitem a comunicação e cooperação entre as diversas indústrias. Desta forma, promovem a troca de informação e de resíduos, assim como o aumento da economia circular.

Entende-se então, por economia circular, o desenvolvimento e a aplicação de novas estratégias tanto a nível tecnológico, de inovação, de serviços, de modelos de negócio e de utilização, que permitam um aumento na reutilização dos produtos dando-lhes assim uma nova 'vida'. Porém, passar de uma economia linear, para uma economia circular, não é fácil. A economia linear é predominante desde a revolução industrial e o padrão de crescimento é visto como “recolher, fazer, usar e descartar”. Para

conseguirmos uma economia circular, seria necessário que a produção de resíduos por parte das indústrias fosse quase nula. Para além disto, é preciso descobrir modelos de negócio que tragam valor e que permitam a circularidade. Para que tal aconteça, é necessário que os produtos sejam pensados de forma ecológica, de maneira que a utilização dos recursos naturais seja menor e que haja uma maior reutilização dos produtos noutros equipamentos. Também é necessário identificar novos negócios e entender os mesmos a nível financeiro, uma vez que, é necessário comprovar aos investidores e bancos que esta nova atividade é segura, sendo que tem uma lucratividade diferente do normal. Também é importante promover simbioses industriais, onde seja possível transformar um resíduo num subproduto, de modo que este tenha a possibilidade de se incluir no processo de produção de outro produto (Circular, 2017).

A passagem para este tipo de economia promove mais a reutilização, renovação e reciclagem de materiais e produtos existentes, passando então a considerar os resíduos como recursos. Este tipo de economia circular, está implementado na área da produção industrial havendo uma ligação ao conceito de ecologia industrial, que consiste na diminuição de saídas do sistema de produção, no desenvolvimento de fontes de energia renováveis, na seleção e aquisição de materiais que tenham um impacto ambiental quase nulo, no desenvolvimento de processos industriais com uma melhor eficiência e também no desenvolvimento de simbioses industriais. A ecologia industrial está diretamente relacionada com o conceito de economia industrial, contribuindo para a origem de uma nova estratégia - sendo esta a simbiose industrial.

## **2.2 Simbiose Industrial**

Entende-se por simbiose industrial como um ecossistema industrial representativo da economia circular, e assim, consiste na capacidade que as empresas têm em dar uma nova vida aos resíduos e subprodutos de outras indústrias, e introduzi-los em novos processos produtivos. Esta envolve a partilha de ativos que já foram utilizados, entre empresas ou até mesmo a troca de produtos residuais, de forma que estes sejam utilizados como matérias-primas numa outra empresa (Krom et al., 2022a).

Um fator bastante importante, mas que se encontra muito pouco desenvolvido, é a correspondência, ou seja, a comunicação entre as empresas, de modo que se proceda à troca de resíduos e até mesmo à partilha de ativos subutilizados entre as mesmas, tanto a nível de oferta como a nível de procura (Fraccascia & Yazan, 2018).

A digitalização da indústria pode oferecer novas oportunidades para alcançar uma economia circular através de simbioses industriais. Com a utilização e adoção de plataformas online, o desempenho económico e ambiental das redes de SI irá aumentar significativamente (Krom et al., 2022a).

Com isto, o conceito de Simbiose Industrial também está ligado ao conceito de ecologia industrial, na medida em que, estimula a utilização de processos dentro de um ecossistema industrial. A integração num sistema produtivo diferente de resíduos e subprodutos transformados numa nova matéria-prima, proporciona uma utilização dos recursos de um modo mais eficiente, isto é, haverá uma diminuição do consumo de energia, de água e também de desperdícios. Será proporcionado também um aumento da produtividade desses recursos na economia, com maior valor acrescentado e usando menos recursos naturais. Em contrapartida, existirá uma transparência e rastreabilidade dos recursos onde as simbioses industriais irão beneficiar. Uma das formas de combinar as simbioses industriais com a sustentabilidade, é através da aplicação de cadeias de circuitos curtos, que podem reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> (Dióxido de Carbono) provenientes dos transportes.

### **2.3 Resíduos Industriais**

Segundo a APA (Agência Portuguesa do Ambiente) (APA, 2023), os resíduos são materiais criados intencionalmente nos processos de produção. Estes resíduos podem ser desperdícios ou subprodutos, dois conceitos erradamente utilizados como sinónimos. Contudo, existem entre eles várias diferenças no que diz respeito à legislação a que estão sujeitos.

Com a aplicação das medidas de simbiose industrial referidas anteriormente, a quantidade de resíduos para aterro será menor, uma vez que, o resíduo passa a ter um valor diferente a partir do momento em que é introduzido num sistema de produção novo. Assim sendo, este tipo de medida permite a outras indústrias explorar as suas necessidades, com o intuito de terem uma vantagem competitiva mais sustentável. Desta forma, podem ocorrer três tipos de ações numa relação de simbiose industrial segundo (Chertow, 2007), sendo estas, a partilha de infraestruturas, partilha de necessidades e troca de subprodutos entre indústrias.

Para que isto aconteça, é essencial que os resíduos sejam separados e classificados devidamente, de modo a terem um término adequado e um impacto negativo reduzido para o ambiente. Assim sendo, existe o Guia de Classificação de Resíduos, onde o objetivo consiste em tornar perceptível o processo de classificação dos resíduos.

Este Guia foi construído pela APA (Agência Portuguesa do Ambiente), que é “a Autoridade Nacional de Resíduos”, assegurando o seu planeamento e gestão, de forma a prevenir ou reduzir a sua produção, o seu caráter nocivo e os possíveis impactos adversos. Por outro lado, procura promover a eficiência na utilização dos recursos, baseada nos princípios da hierarquia dos resíduos e da Economia Circular” (APA, 2021).

De acordo com o Decreto-Lei n.º 178/2006 de 05 de setembro, resíduos é “qualquer substância ou objeto de que o detentor se desfaz ou tem a intenção ou obrigação de se desfazer”. Em termos simples, os resíduos industriais são materiais excedentes, equivalentes a sobras, que derivam dos processos de produção e que, devido às suas características, completam o seu ciclo de vida.

Devido à diversidade de atividades industriais existentes, podemos classificar os resíduos resultantes em perigosos ou não perigosos. Alguns exemplos de resíduos industriais são os metais, borrachas, cinzas, madeiras (soalhos, contraplacados, paletes, entre outros), e resíduos de construção e demolição (RCD), tecidos, óleos, escórias, lodos e os plásticos<sup>1</sup>.

A lista Europeia de Resíduos está dividida em perigosos ou não perigosos, inertes (se forem imunes a alterações físicas, químicas ou biológicas) ou biodegradáveis. Os resíduos precisam de ser geridos e orientados para o fazer, sendo classificados por categorias para facilitar o processo. A Lista Europeia de Resíduos (LER) classifica os resíduos de acordo com a sua origem e propriedades, tanto físico-químicas como biológicas, atribuindo-lhes um código de 6 dígitos – o código LER - reconhecido no espaço europeu (APA, 2020).

## **2.4 Valorização dos resíduos**

A valorização de resíduos consiste no poder da transformação de lixo em dinheiro e é uma atividade ambientalmente sustentável e economicamente vantajosa, que tem tudo para moldar o futuro (ambipar, 2021). Posto isto, a valorização dos resíduos tem-se manifestado numa crescente tendência em diversas indústrias, onde as empresas incorporam a economia circular e os seus processos produtivos. De acordo com o Centro para a Valorização de Resíduos, todas as ações que envolvam a mão humana, têm impactos ambientais, a nível da criação de produtos, serviços ou processos. Para que seja possível avaliar os aspetos ambientais e os impactos associados a um produto ao longo do seu ciclo de vida, a ACV

---

<sup>1</sup> <https://www.ecodeal.pt/pt/blog/qual-a-importancia-da-recolha-de-residuos-industriais-enquanto-parte-da-sua-gestao-integrada>

(Avaliação de Ciclo de Vida) consiste numa ferramenta técnica de análise sistemática com potencial de uso (Centro para a Valorização de Resíduos, 2021).

## **2.5 Avaliação de ciclo de vida (ACV)**

De acordo com a CVR (Centro de Valorização de Resíduos) a ACV (Avaliação do Ciclo de Vida) consiste em “todas as atividades antrópicas introduzem impactos ambientais, seja para a criação de um processo, produto ou serviço. Os impactos são causados desde a obtenção da matéria-prima, a produção de um bem ou serviço, o destino final ou a sua reciclagem para ser reincorporada na cadeia de valor” (Centro para a Valorização de Resíduos, 2021). Podemos utilizar uma ferramenta técnica de análise, denominada de ACV, para avaliar os aspetos ambientais e os impactos associados a um produto/serviço (Centro para a Valorização de Resíduos, 2021).

Para fazer um estudo de ACV, é necessário fazer “um balanço energético de materiais, entre os inputs e outputs, e calcula os impactos ambientais através da diferença da perda com o rendimento energético” (Centro para a Valorização de Resíduos, 2021), por consequência deste estudo ACV, estão associadas vantagens para o CVR, tais como:

- Calcula o impacto ambiental de um produto, processo ou serviço;
- Identifica os impactos positivos ou negativos;
- Compara e analisa vários processos com base nos seus impactos ambientais;
- Identifica qual o processo, material ou produto que produz mais impacto;
- Importante ferramenta para a tomada de decisões;
- Identificação de possibilidades de melhorarias;
- Possibilidade de utilização em ações de marketing, através do rótulo ambiental ou declaração ambiental de um produto/serviço;
- Metodologia de Suporte para as Declarações Ambientais de Produto (DAP), ISO 14001 – Sistema de Gestão Ambiental, e outras certificações específicas de setores ou organizações.

## 2.6 Cadeias de Circuitos curtos

Os circuitos curtos têm vindo a registar um desenvolvimento significativo desde o início do século XXI, principalmente no setor alimentar, embora existam também alguns exemplos de cadeias deste tipo criadas noutros setores, incluindo o setor energético e de reciclagem (Gallaud & Laperche, 2016). Este tipo de cadeias de circuitos curtos baseia-se na redução do número de pessoas envolvidas entre o produtor e o consumidor, e faz parte das estratégias que estão a ser desenvolvidas para um consumo responsável e apresenta o fator de proximidade que desempenha um papel vital na implementação operacional da economia circular à escala regional (Gallaud & Laperche, 2016).

A utilização destas cadeias de circuitos curtos em processos de simbiose industrial permite alcançar uma maior sustentabilidade do processo, principalmente através da redução da emissão de dióxido de carbono devido ao transporte de curtas distâncias.

Este termo é um conceito recente, mas promissor para aplicação em vários setores. Por conseguinte, é do interesse do consórcio explorar a aplicação destes circuitos à simbiose industrial.

## 2.7 Indústria Têxtil

A indústria têxtil é a segunda indústria mais poluente do mundo, a seguir à indústria petrolífera, representando aproximadamente 1,2 mil milhões de toneladas de emissões de gases com efeito de estufa (Chen et al., 2021). Segundo (Chen et al., 2021) prevê-se que, até 2050 a indústria da moda utilize até 25% do orçamento mundial de dióxido de carbono.

A indústria têxtil consiste numa das atividades mais marcantes a nível ambiental, relativamente aos processos e também aos resíduos produzidos. São inúmeras as toneladas de resíduos que todos os anos são direcionadas para aterro, resíduos estes que poderiam ter uma nova utilização, ou seja, um novo ciclo de produção potencializando assim a economia circular e a simbiose industrial. Inúmeros estudos comprovam que a indústria têxtil, tem adotado a metodologia de avaliação do ciclo de vida (ACV) e também o processo de *upcycling*.

O processo de *upcycling* consiste num processo de valorização de materiais e produtos. Materiais estes que seriam considerados lixo, passarão a ser separados, reutilizados, reaproveitados de forma a acrescentar valor aos seus componentes existentes. Uma das falhas sobre o conhecimento de *upcycling*, que se vive atualmente, é a falta de conhecimento sobre os desafios e fatores de sucesso relacionados à expansão dos negócios.

Segundo a (APA, 2021), do processo produtivo resulta o produto que é deliberadamente produzido e os resíduos que não o são. Estes resíduos de produção poderão ser resíduos ou subprodutos. Estes dois conceitos são, por vezes, erradamente, utilizados como sinónimos, no entanto existem diferenças significativas entre ambos, nomeadamente na legislação a que são regidos.

Os resíduos contam ainda com uma legislação no âmbito de transporte de resíduos, tanto em território nacional como internacional, onde são estabelecidas normas de transporte e documentos necessários para o mesmo (APA, 2021).

Os resíduos são assim regidos por uma regulamentação rígida, quer ao nível do manuseio, quer ao do transporte, que atua na prevenção da produção e gestão sustentável de resíduos, procurando evitar e minimizar impactos negativos na saúde pública e no ambiente (APA, 2021).

Segundo a legislação em vigor, um resíduo de produção pode ser considerado um subproduto e assim não se encontrar sujeito às regras relativas à gestão de resíduos, caso se verificarem, simultaneamente, estas quatro condições:

1. Existir a certeza do posterior uso legal da substância ou objeto;
2. A substância ou objeto serem utilizados diretamente sem qualquer outro processamento que não seja a prática industrial normal;
3. A produção da substância ou objeto ser parte integrante de um processo produtivo;
4. A substância ou objeto atender aos requisitos relevantes como produto em matéria ambiental e de proteção da saúde, e não causar efeitos adversos do ponto de vista ambiental ou da saúde humana, face à posterior utilização específica.

## **2.8 Soluções Existentes**

Com o intuito de explorar mais sobre a introdução de simbiose industrial no setor da indústria têxtil, foi realizado um estudo onde são comparadas diversas plataformas, *frameworks*, projetos e redes desenvolvidas para este fim com diversas áreas de aplicação e tipologias.

De forma a identificar a plataforma mais completa e global, o consórcio *Be@T (Bioeconomy at Textiles)* realizou sessões *Focus Group* com as várias entidades do projeto de forma a identificar as funcionalidades consideradas fundamentais e necessárias a que a plataforma de SI selecionada deve dar resposta, com base nas suas experiências e conhecimentos na área.

Na Tabela 1, encontra-se o número total de soluções existentes, sendo que vinte e nove correspondem a plataformas e dezoito a iniciativas, obtendo então um total de quarenta e sete soluções.

De salientar que, referente à coluna "tipo", entende-se por:

“Plataforma” consiste num modelo de negócio que funciona por meio da tecnologia, garantindo assim um suporte à execução de tarefas e também à facilitação de processos de gestão de negócios;

“Iniciativas” que consiste na junção de tudo o que é projeto, ecossistema e programa, sendo que: um

“Projeto” baseia-se em algo temporário onde devem existir datas de início e fim bem definidas, tendo como finalidade um resultado único; Um “Programa” é um plano ou projeto organizado por diversas atividades que devem ser realizadas, sem a adoção direta de tecnologias;

Tabela 1 - Número de soluções existentes

<b>Tipo</b>	<b>Quantidade</b>	
Plataforma	29	61,70%
Iniciativa	18	38,29%
Total	47	100,00%

De seguida, encontra-se na Tabela 2 o levantamento do estado de arte, constituída por diversas colunas, sendo estas, o tipo, nome associado a cada solução, bem como uma pequena descrição.

Tabela 2 - Descrição das soluções existentes

<b>Tipo</b>	<b>Nome</b>	<b>Descrição</b>
Plataforma	<i>Tech4Biowaste(Tech4BioWaste, 2021)</i>	Base de dados dinâmica de tecnologias relevantes para a utilização de bio resíduos.
Plataforma	<i>Pilots4U(Asset Database / Pilots4U, 2017)</i>	Visa agrupar todas as instalações de demonstração piloto e multiuso de bio economia de acesso aberto na Europa em uma rede muito visível e facilmente acessível.
Plataforma	<i>Kortex Industrial Hub(Kortex-Symbioses-Industriais-na-Economia-Circular.pdf, 2015)</i>	Esta plataforma visa contribuir para a dinamização da economia circular e das simbioses industriais agregando um conjunto de serviços e conhecimentos aplicados aos diferentes setores industriais.
Plataforma	<i>ENEA Symbiosis(Symbiosis - Home, 2013)</i>	Plataforma, desenvolvida pela ENEA como parte do Projeto de Eco inovação da Sicília, reúne oferta e procura de recursos, entendidos como materiais, subprodutos energéticos, água e serviços, e ativar as transferências entre empresas. A Plataforma foi criada para a região da Sicília, mas atualmente pode ser usada em toda a Itália.
Plataforma	<i>AI4B Platform(AI4B   ICT Infrastructure for Biomass Symbiotic Networks, 2013)</i>	Infraestrutura inovadora de sistemas de informação que visa contribuir para a utilização eficaz da biomassa, estabelecendo redes bioenergéticas entre produtores e coletores de biomassa.
Plataforma	<i>Vlaanderen SYMBIOSEPLATFORM(Symbiose Platform, 2017)</i>	Plataforma destinada a empresas, coordenadores e consultores ambientais, bem como instituições de investigação que procuram fluxos de materiais para uma nova tecnologia de valorização, mas também organizações que procuram materiais reutilizáveis.

<b>Tipo</b>	<b>Nome</b>	<b>Descrição</b>
Plataforma	<i>Circular Network - Materials Network(About, 2020)</i>	Plataforma que potencia a transformação de fluxos de resíduos em fluxos de receita, de forma a promover a transformação da cadeia de fornecimento intersectorial.
Plataforma	<i>FISSAC Software Platform(FISSAC Project platform, 2016)</i>	O objetivo fundamental da Plataforma TIC desenvolvida no âmbito do projeto FISSAC é demonstrar e maximizar os benefícios ambientais, sociais e financeiros das redes de SI para apoiar a estrutura da economia circular.
Plataforma	<i>BIOVOICES(BIOVOICES - Get To Know The Project, 2018)</i>	Esta plataforma potencia o envolvimento de uma pluralidade de empresas/entidades com diferentes perspetivas, conhecimentos e experiências, bem como, o diálogo aberto, a cocriação e a aprendizagem mútua, contribuindo para aproximar os vários intervenientes que fazem parte da bioeconomia.
Plataforma	<i>BIC bioeconomy platform<sup>2</sup></i>	A plataforma Bio-based Industry Consortium's (BIC) bioeconomy platform, é uma plataforma digital de parceria, onde as regiões e a indústria podem fazer contacto com base no interesse mútuo.
Plataforma	<i>CircLean(CircLean, 2020)</i>	Plataforma online de matching que facilita a configuração de transações de simbiose industrial e a avaliação de seus resultados.
Plataforma	<i>BE CIRCLE(BE CIRCLE   What if industrial ecology was operational for you?, 2013)</i>	Plataforma web desenvolvida para apoiar a transição dos ecossistemas industriais para a economia circular. Está já implementada em 8 locais da Europa.
Plataforma	<i>My Waste(myWaste, 2018)</i>	Plataforma online, desenvolvida no âmbito do projeto “Be Smart – Be Circular” da Associação Smart Waste Portugal (ASWP). Pretende promover o alojamento de uma bolsa nacional que consiste numa rede Business to Business (B2B) de partilha de resíduos/subprodutos/FER passíveis de serem valorizados.
Plataforma	<i>Tool SymbioSys(Portas &amp; Ruiz-Puente, 2017)</i>	Visa promover a utilização sustentável de recursos por meio de estratégias de SI e facilitar o networking entre empresas e negócios.
Plataforma	<i>Circular. Tèxtils.CAT(Circular Tèxtils Cat   El Marketplace Circular pels Tèxtils de Catalunya, 2014)</i>	Plataforma de marketplace circular de materiais têxteis da Catalunha. Apesar do seu lançamento estar programado para junho de 2022, ainda não se encontra disponível.
Plataforma	<i>Sharebox<sup>3</sup></i>	Plataforma online que fornece informações sobre resíduos que podem ser usados para substituir recursos primários em outras empresas.
Plataforma	<i>Symbiosis platform(SYMBIOSIS project - demo platform, 2019)</i>	Plataforma desenvolvida no âmbito do projeto SYMBIOSIS
Plataforma	<i>Syner(inicio, 2021)</i>	Plataforma espanhola de sinergias de deteção automática de potenciais sinergias/negociações entre empresas com base em recursos excedentes.
Plataforma	<i>Bourse-des-dechets.fr(Texte introduction, 2013)</i>	Plataforma de troca de materiais.

<sup>2</sup> <https://biconsortium.eu/downloads/bic-bioeconomy-platform-regions-leaflet>

<sup>3</sup> <https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/good-practices/sharebox-secure-management-platform-shared-process-resources>

<b>Tipo</b>	<b>Nome</b>	<b>Descrição</b>
Plataforma	<i>Mercado Organizado de Resíduos Online (Mercado Organizado de Resíduos. Também Online, 2018)</i>	Com o mote "porque o lixo de uns é muitas vezes a matéria-prima de outros", o Bourse-des-dechets.fr é um serviço gratuito de publicação de ofertas ou pedidos de materiais, objetos e equipamentos para venda ou doação para estabelecimentos da região de Île-de-France.
Plataforma	<i>ResiduoRecurso (Bienvenido a residuorecurso, 2012)</i>	É uma plataforma online gratuita de troca de subprodutos baseada no conceito de marketplace, dirigida a todo o tecido empresarial com o objetivo de promover a atividade económica e empresarial, promover a reutilização e reciclagem, competitividade, internacionalização e formação na Catalunha, através da prestação de serviços de apoio.
Plataforma	<i>Life M3P Material Match Making Platform (Life M3P – Material Match Making Platform, 2017)</i>	A Material Match Making Platform, com foco na Economia Circular e na Simbiose Industrial, visa desenvolver um sistema de valorização de resíduos industriais, baseado na caracterização e classificação das suas propriedades, através de uma plataforma online dedicada à combinação de materiais e resíduos.
Plataforma	<i>Parksharing De Hemrik (Parksharing De Hemrik, 2016)</i>	Plataforma on-line para todas as empresas, organizações e redes colaborarem regionalmente, localmente ou internamente através da troca/partilha de ativos, materiais (residuais), instalações e recursos humanos. Esta plataforma é uma das 22 plataformas desenvolvidas pela Flow2. Todas as plataformas têm praticamente as mesmas funcionalidades dizendo respeito a regiões diferentes. Cada região tem uma plataforma associada.
Plataforma	<i>Stichting InduSym (InduSym - Online Reststromen Platform, 2013)</i>	Plataforma de fluxos residuais onde as empresas podem inserir as suas matérias-primas e materiais residuais numa base de dados. Através da utilização de um algoritmo pretendem ajudar as empresas a encontrar um destino útil para seus fluxos residuais e/ou uma fonte de matéria-prima mais barata.
Plataforma	<i>RECIRCULAR (recircular   Plataforma especializada en compraventa de recursos, 2017)</i>	Plataforma especializada na compra e venda de recursos.
Plataforma	<i>Rheaply (Rheaply Resource Exchange - Rheaply, 2015)</i>	A Rheaply tem como missão construir uma comunidade ligada com a tecnologia transformadora, fazendo com que cada recurso do local de trabalho encontre o seu destino.
Plataforma	<i>EREK platform (  European Cluster Collaboration Platform, 2013)</i>	Plataforma que serve para os clusters industriais se unirem e fortalecerem a economia europeia através da colaboração e também, reforçar a competitividade e a sustentabilidade da economia e da indústria europeias.
Plataforma	<i>CIRCULAR ECONOMY CLUB (Circular Economy Club (CEC) – Local Action. Global Impact., 2014)</i>	Consiste numa rede global de economia circular com mais de 280 clubes locais. Esta plataforma, tem como objetivo permitir à comunidade da economia circular, se unir e tentar acabar com a era dos resíduos a nível local e global, simultaneamente.
Plataforma	<i>iNex Circular (iNex circular, 2014)</i>  <i>Kalundborg (Economia Circular - Exemplos -</i>	Plataforma web desenvolvida com o objetivo de encontrar soluções praticas na sua área, através do uso de técnicas de Big data e também no reaproveitamento de recursos.  Localizado na Dinamarca, este ecossistema é considerado o modelo pioneiro, e o exemplo paradigmático, de simbiose

<b>Tipo</b>	<b>Nome</b>	<b>Descrição</b>
Iniciativa	<i>Kalundborg (Dinamarca) - Simbiose industrial, 2016)</i>	industrial. Aqui, as maiores empresas industriais da cidade trabalham juntas em todos os setores para partilhar o excesso de energia, água e materiais, de modo que seja desperdiçado o menos possível. Como as empresas públicas e privadas estão fisicamente conectadas, o excedente de recursos de uma empresa acrescenta valor a outra.
Iniciativa	<i>SMILE Resource Exchange<sup>4</sup></i>	É um serviço gratuito para empresas que incentiva a troca de recursos e itens indesejados entre seus membros de negócios em toda a Irlanda.
Iniciativa	<i>REWEART'S INDUSTRIAL CIRCULAR SYMBIOSIS («industrial symbiosis», 2020)</i>	Tem como objetivo facilitar a correta separação, recuperação e reutilização ou reciclagem do calçado envolvendo desde os fabricantes de materiais e componentes até ao cliente final.
Iniciativa	<i>Western Cape Industrial Symbiosis Programme (WISP) («WISP», 2013)</i>	É um serviço gratuito que visa facilitar a criação de uma economia circular, através da organização de reuniões e visitas a empresas e, posterior, facilitação de sinergias entre estas.
Iniciativa	<i>UK's National Industrial Symbiosis Programme (NISP)<sup>5</sup></i>	Programa Nacional de Simbiose Industrial do Reino Unido (NISP) é um programa de oportunidades de negócios que visa aprimorar a cooperação e construir vínculos mutuamente lucrativos entre empresas, tradicionalmente separadas de todos os setores industriais e de todos os tamanhos, tipicamente através da realização de workshops, nos quais as empresas podem identificar sinergias mútuas.
Iniciativa	<i>RESYNTEX (Vončina, B., Volmajer Valh, J., Vajnhandl, S., Majcen le Marechal, A., Aneja, A., &amp; Lobnik, A, 2015)</i>	Este projeto visa conceber, desenvolver e demonstrar novas simbioses industriais de alto impacto ambiental entre resíduos têxteis e as indústrias de química e têxtil.
Iniciativa	<i>TEXTILE SYMBIOSIS HERNING<sup>6</sup></i>	Projeto de dois anos (2021-2022), iniciado na Dinamarca, que tem como objetivo garantir o melhor aproveitamento possível dos recursos têxteis. O projeto é uma colaboração com o município de Herning, um grupo de players centrais e 25 empresas locais que, identificarão e testarão sistemas inovadores que podem motivar e inspirar novos modelos de negócio circulares de forma a ser possível criar uma pegada ambiental menor para o setor têxtil.
Iniciativa	<i>UNLOCK (UNLOCK / Releasing the potential of feathers for circularity in agriculture, 2021)</i>	Projeto que demonstra uma cadeia de suprimentos econômica e ambientalmente sustentável para uma bioeconomia baseada em penas que gerará materiais funcionais inovadores para aplicações agrícolas. feito
Iniciativa	<i>EPOS (Enhanced energy and resource Efficiency and Performance in process industry Operations via onsite</i>	O principal objetivo do EPOS é habilitar a Simbiose Industrial (SI) intersectorial e fornecer uma ampla gama de opções tecnológicas e organizacionais para tornar os negócios e as

4 [https://ec.europa.eu/regional\\_policy/en/projects/europe/smile-saving-money-reducing-waste-and-creating-business-opportunities](https://ec.europa.eu/regional_policy/en/projects/europe/smile-saving-money-reducing-waste-and-creating-business-opportunities)

5 <https://www.inno4sd.net/one-companys-waste-is-anothers-raw-material-national-industrial-symbiosis-programme-nisp-551>

6 <https://ldcluster.com/en/portfolio-item/textile-symbiosis-herning/>

<b>Tipo</b>	<b>Nome</b>	<b>Descrição</b>
Iniciativa	<i>and cross-sectorial Symbiosis / A.SPIRE, 2021)</i>	operações mais eficientes, econômicos, competitivos e sustentáveis em todos os setores do processo.
Iniciativa	<i>"New plastic product made out of waste from the textile industry"<sup>7</sup></i>	Projeto de simbiose industrial, financiado pela Agência de Resíduos da Catalunha, realizado em colaboração entre membros do Cluster de Embalagem e AEI Têxtils, que teve como objetivo introduzir no mercado produtos plásticos feitos de polipropileno recuperado de resíduos da indústria têxtil.
Iniciativa	<i>PACTEX («PACTEX», 2017)</i>	O objetivo do projeto consiste em estabelecer sinergias entre as indústrias têxteis e de embalagens para a troca de matérias-primas, recursos e o design de novos produtos em um contexto de economia circular e inovação.
Iniciativa	<i>NEXTEX (Nextex, 2018)</i>	Um conceito de design de material desenvolvido pela The Loop Factory onde os materiais têxteis reciclados são refinados em novos materiais e onde o valor intrínseco e as propriedades das fibras têxteis são preservadas.
Iniciativa	<i>TEXCHAIN (TexChain 3, 2021)</i>	O objetivo do projeto é prevenir e reduzir a quantidade de resíduos através do estabelecimento de sistemas circulares e métodos de trabalho para fluxos residuais têxteis industriais/resíduos operacionais têxteis. Visa a criação de uma plataforma que permitirá negócios circulares para a indústria têxtil sueca e ajudará a aproveitar a matéria-prima têxtil.
Iniciativa	<i>Kujala Waste<sup>8</sup></i>	Centro de simbiose localizado na região de Lathi, Finlândia.
Iniciativa	<i>Eco Parque do Relvão (Reis, 2019)</i>	É um cluster nacional para o ambiente e energia, com uma comunidade empresarial crescente e sustentável, assente em estratégias de eficiência coletiva, de inovação e conhecimento.
Iniciativa	<i>EPR COLAB – Eco Parque do Relvão (Projeto EPR COLAB - Câmara Municipal de Chamusca, 2013)</i>	Este projeto pretende estabelecer os processos sistemáticos e integrados conducentes ao modelo de simbioses industriais no Eco parque do Relvão, por meio da criação de um sistema de gestão. Este sistema permitirá reforçar simultaneamente as interações entre empresas e adoção de melhores práticas na gestão de recursos.
Iniciativa	<i>Programa Mineiro de Simbiose Industrial<sup>9</sup></i>	Programa Mineiro de Simbiose Industrial (PMSI), tem a finalidade de estimular o desenvolvimento sustentável das indústrias, estimula a redução de gastos e uma melhor gestão.
Iniciativa	<i>TBNA - Nova Área de Tianjin Binhai<sup>10</sup></i>	Este projeto tem como objetivo estabelecer novos modelos de gestão ambiental da água para a cidade costeira na bacia do rio Hai, promovendo a produção sustentável entre pequenas e médias empresas, introduzindo a simbiose industrial.

Desta análise de soluções, foi feita uma comparação detalhada sobre as mesmas, onde foram selecionadas todas as soluções que abordassem o conceito de economia circular e que tivessem

<sup>7</sup> <https://clustercollaboration.eu/community-news/industrial-symbiosis-project-new-plastic-product-made-out-waste-textile-industry>

<sup>8</sup> <https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/good-practices/kujala-waste-symbiosis-smart-and-clean-lahti>

<sup>9</sup> <https://www.fiemg.com.br/area-de-interesse/sustentabilidade/rede-de-economia-circular/>

<sup>10</sup> <https://www.switch-asia.eu/project/industrial-symbiosis-in-tianjin-binhai-new-area/>

caraterísticas semelhantes ao objetivo do projeto a desenvolver. Todas as soluções encontradas foram listadas e categorizadas, de acordo com a sua tipologia. Assim, todas as soluções que não utilizam tecnologias foram classificadas como iniciativas, e as restantes que têm conteúdo tecnológico, foram classificadas com plataformas.

De forma a identificar a plataforma mais completa e global, foram apenas consideradas para exploração as soluções classificadas de acordo com o tipo plataforma, tendo como resultado a identificação e descrição de vinte e nove plataformas. Estas foram avaliadas através de uma metodologia prática de *Benchmarking*, como se pode verificar no capítulo quatro.

### 3 METODOLOGIA

Neste capítulo, estão descritas as metodologias adotadas para o desenvolvimento do projeto assim como as ferramentas utilizadas. Inicialmente é descrita a metodologia *Scrum*, que foi a metodologia adotada no decorrer do projeto, onde foi definido o *product backlog* e também o *sprint backlog*, permitindo assim perceber que metodologias seriam adotadas para o desenvolvimento do caso de estudo. Deste modo, é descrita a metodologia de investigação *Case Study*, que é utilizada em combinação com duas metodologias de teor mais prático: *Focus Group*, que é utilizado na fase de identificação das variáveis, e o *Benchmarking*, que é utilizado na fase de comparação dos melhores casos. Posto isto, segue-se a descrição de todas as ferramentas utilizadas na realização do projeto.

#### 3.1 Metodologia *Scrum*

A metodologia *Scrum* consiste numa metodologia de desenvolvimento ágil focada no trabalho em equipa, cujo objetivo é reduzir o tempo de entrega do produto e permitir uma maior facilidade na adaptação a mudanças no decorrer do projeto. Nesta fase, esteve envolvido o *Scrum Master* Filipe Portela, o *Product Owner* IOTech e a equipa de desenvolvimento que consiste na equipa do projeto, e a Ana Freitas.

Nesta metodologia, inicialmente é definido o *product backlog* que se refere à lista de requisitos do projeto por prioridades, assim, através desta lista é definido o *sprint backlog*.

Da definição do *product backlog* surgiram vários artefactos como, a modelação do processo *Login*, a modelação do processo *Registo*, modelação do processo *Ver menu*, modelação do processo *Menu Utilizador* e os respetivos subprocessos.

No decorrer do projeto de dissertação foram várias as atividades desenvolvidas, nomeadamente, compreensão da área de atuação, o levantamento de soluções, definição de requisitos, definição dos processos, desenvolvimento dos modelos BPMN (*Business Process Modeling Notation*), desenvolvimento de artigos científicos, escrita da dissertação e a sua respetiva apresentação, tudo isto seguindo a metodologia *Scrum*. No decorrer dos meses de dissertação para a elaboração e desenvolvimento da parte prática, existiram dezoito *sprints*, sendo que, cada *sprint* teve duração de duas semanas, começando em fevereiro de 2023 e terminando em outubro de 2023.

Na Tabela 3 encontram-se todas as *sprints* com as respetivas datas e principais tarefas do *backlog*.

Tabela 3 - Descrição das Sprints

<b>Principais tarefas do Backlog</b>	<b>Descrição</b>	<b>Data</b>
<i>Sprint 1</i>	Compreensão do contexto do projeto	01/02/2023 a 15/02/2023
<i>Sprint 2</i>	Levantamento das ferramentas Levantamento das soluções Definição dos requisitos	15/02/2023 a 01/03/2023
<i>Sprint 3</i>	Definição dos atores e funcionalidades a modelar	01/03/2023 a 15/03/2023
<i>Sprint 4</i>	Início do desenvolvimento do modelo <i>Login</i> Escrita da dissertação	15/03/2023 a 29/03/2023
<i>Sprint 5</i>	Modelação do modelo Registo Modulação do modelo Validar entidade Escrita da dissertação	29/03/2023 a 12/04/2023
<i>Sprint 6</i>	Otimizar modelo Registo, <i>Login</i> e Validar entidade Modelar processo Ver menu Escrita da dissertação	12/04/2023 a 26/04/2023
<i>Sprint 7</i>	Validar e otimizar os modelos desenvolvidos Elaborar lista de modelos em falta a implementar Escrita da dissertação	26/04/2023 a 10/05/2023
<i>Sprint 8</i>	Modelar processos de solicitar e requisitar produto Criar modelo Menu Utilizador Otimizar modelos Escrita da dissertação	10/05/2023 a 24/05/2023
<i>Sprint 9</i>	Desenvolver modelos <i>Marketplace</i> com circuitos curtos Escrita da dissertação	24/05/2023 a 07/06/2023
<i>Sprint 10</i>	Analisar lista de funcionalidades e modelos desenvolvidos Escrita da dissertação	07/06/2023 a 21/06/2023
<i>Sprint 11</i>	Analisar pendentes e necessidades Escrita da dissertação	21/06/2023 a 05/07/2023
<i>Sprint 12</i>	Desenvolver todos os modelos em falta e otimizar Escrita da dissertação	05/07/2023 a 19/07/2023
<i>Sprint 13</i>	Iniciar documentação dos modelos implementados Escrita da dissertação	19/07/2023 a 02/08/2023

<b>Principais tarefas do Backlog</b>	<b>Descrição</b>	<b>Data</b>
<i>Sprint 14</i>	Continuação da documentação dos modelos implementados Escrita da dissertação	02/08/2023 a 16/08/2023
<i>Sprint 15</i>	Finalização da documentação dos modelos Escrita da dissertação	16/08/2023 a 30/08/2023
<i>Sprint 16</i>	Validar documentação Escrita da dissertação	30/08/2023 a 13/09/2023
<i>Sprint 17</i>	Escrita da dissertação	13/09/2023 a 27/09/2023
<i>Sprint 18</i>	Otimização e entrega da dissertação	27/09/2023 a 11/09/2023

### 3.2 Metodologia Case Study

Um caso de estudo é uma abordagem de investigação utilizada para gerar uma compreensão profunda e multifacetada de uma questão complexa dentro de um contexto definido, utilizando uma variedade de fontes de dados (Crowe et al., 2011).

Algumas características fazem desta metodologia um método de investigação diferente dos existentes, nomeadamente, a elaboração da questão de investigação, procedimentos, recolha de dados, análise subsequente, e critérios de validação. A Figura 1 apresenta cinco passos normalmente seguidos numa investigação de estudo de caso, nomeadamente: Design do estudo de caso, onde se define a questão de investigação, o objetivo da investigação e os critérios de exploração que ditam a investigação como bem sucedida; Preparar a recolha de dados e recolher as evidências do caso de estudo, onde se identificam as fontes a utilizar; Analisar as evidências do caso de estudo, através de uma estratégia analítica geral desde o início do estudo e, por fim, relatar o estudo de caso (Yin, 2003).

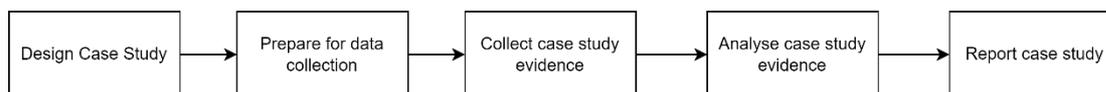


Figura 1 - Metodologia do caso de estudo (Yin, 2003)

### 3.3 Focus Group

*Focus Group* é uma técnica em que um investigador reúne um grupo de indivíduos para discutir um tema específico, com o objetivo de extrair das complexas experiências pessoais, crenças, percepções e atitudes dos participantes através de uma interação moderada (O.Nyumba et al., 2018).

Desta forma, esta metodologia é utilizada para a identificação da plataforma mais completa e global, uma vez que, o consórcio Be@T (*Bioeconomy at Textiles*) realizou sessões *Focus Group* com as várias entidades do projeto de forma a identificar as funcionalidades consideradas fundamentais e necessárias a que a plataforma de simbiose industrial (SI) selecionada deve dar resposta, com base nas suas experiências e conhecimentos na área. As discussões de *Focus Group* têm quatro fases principais, como mostra a Figura 2.

Estas incluem a conceção da investigação, a recolha de dados, a análise e a comunicação dos resultados (O.Nyumba et al., 2018).

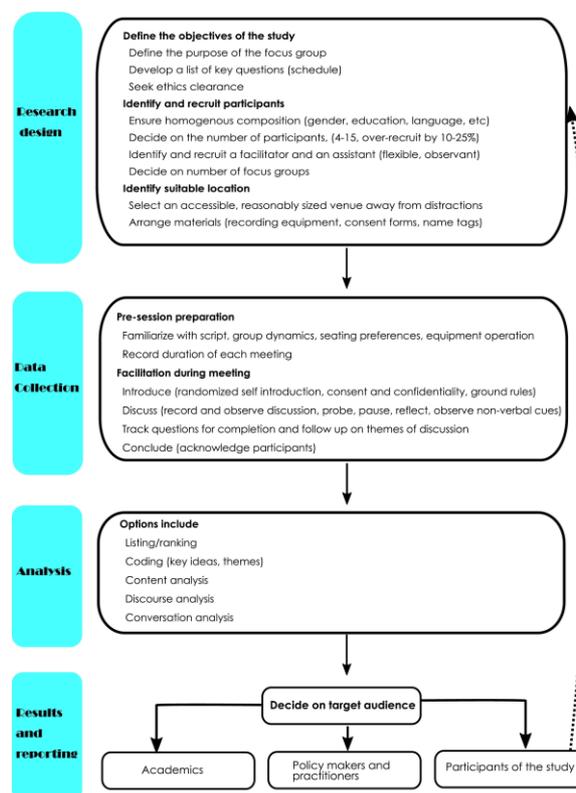


Figura 2 - Etapas da técnica de discussão de *Focus Group* (O.Nyumba et al., 2018)

### 3.4 Benchmarking

*Benchmarking* é definido como “o processo de identificar e aprender com as melhores práticas em qualquer lugar do mundo” (Elmuti & Kathawala, 1997), analisando e comparando outros projetos/iniciativas/empresas.

O processo de *Benchmarking* utilizado neste estudo foi baseado na abordagem apresentada no artigo “An overview of the benchmarking process: a tool for continuous improvement and competitive advantage” (Elmuti & Kathawala, 1997), demonstrada na Figura 3. A secção seguinte descreve a aplicação das metodologias acima identificadas no contexto deste estudo.

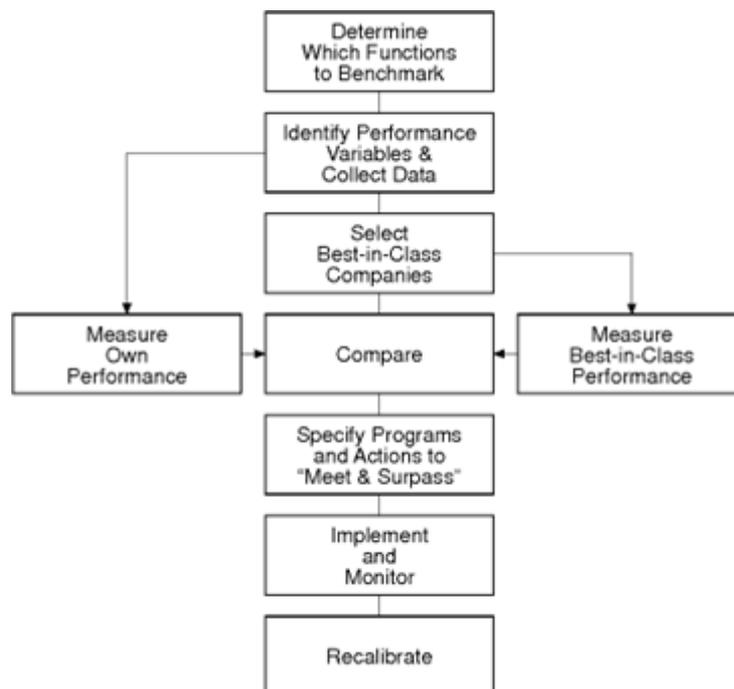


Figura 3 - Processo de avaliação comparativa (Elmuti & Kathawala, 1997)

### 3.5 Fluxo de trabalho

O estudo divide-se em três partes:

- A primeira parte consistiu no levantamento das plataformas de SI e na consequente análise e comparação (efetuando sessões de *Focus Group* e um estudo de *Benchmarking*);
- A segunda parte contempla a análise e comparação dos melhores casos de utilização resultantes da investigação efetuada na primeira parte (através de um estudo *Benchmarking*);
- A terceira parte consistiu na modelação dos processos que representam a plataforma a ser desenvolvida (utilizando a metodologia *Scrum*).

A Figura 4 apresenta o fluxo de trabalho do estudo, composto por dez etapas.

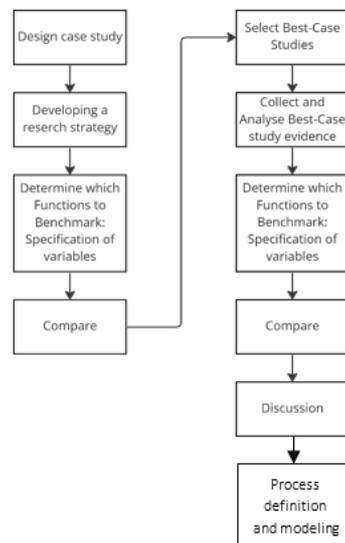


Figura 4 - Fluxo de trabalho do estudo

O fluxo de trabalho do caso de estudo contemplou:

- Etapa 1 – Design do caso de estudo, onde foram definidas a questão de investigação e o objetivo do estudo;
- Etapa 2 – Desenvolvimento da estratégia de investigação, o que resultou num inquérito inicial às plataformas de Simbiose Industrial;
- Etapa 3 – Identificação das funcionalidades fundamentais que a plataforma de SI deve apresentar. As funcionalidades foram identificadas através de sessões de *Focus Group* realizadas pelas várias entidades que compõem o consórcio. Estas funcionalidades foram utilizadas como variáveis para análise posterior;
- Etapa 4 – Uma comparação das plataformas de SI identificadas;
- Etapa 5 – Início da segunda parte do estudo com a seleção dos melhores casos de utilização, resultantes da comparação efetuada anteriormente;
- Etapa 6 – Análise destes casos;
- Etapa 7 – Especificação das variáveis de comparação;
- Etapa 8 – Comparação dos melhores casos de utilização;
- Etapa 9 – Realização de uma discussão dos resultados das comparações efetuadas;
- Etapa 10 – Definição e modelação dos processos.

A Tabela 4 resume as metodologias do estudo, permitindo visualizar em que fase do fluxo de trabalho cada método é aplicado, por exemplo, na etapa “Design do caso de estudo”, é utilizada a metodologia de *Case Study*.

Tabela 4 - Aplicação da metodologia a cada fase do estudo

		<i>Case Study</i>	<i>Benchmarking</i>	<i>Focus group</i>	<i>Scrum</i>	
<i>Study</i>	<i>Design case study</i>	✓				
	<i>Developing a research strategy</i>	✓				
	<i>Phase I</i>	<i>Specification of variables</i>			✓	
		<i>Compare</i>		✓		
		<i>Select Best Case Studies</i>	✓		✓	
	<i>Phase II</i>	<i>Collect and Analyse Best-Case study evidence</i>	✓			
		<i>Specification of variables</i>	✓		✓	
		<i>Compare</i>		✓		
		<i>Discussion</i>	✓	✓	✓	
	<i>Phase III</i>	<i>Process definition and modeling</i>				✓

Assim, o estudo de desenvolvimento foi realizado em prol do fluxo de trabalho descrito neste subcapítulo.

### 3.6 Ferramentas utilizadas

No presente subcapítulo desta dissertação, serão descritas todas as ferramentas utilizadas no desenvolvimento do projeto, a fim de proporcionar uma melhor compreensão relativamente a todas as fases, bem como os materiais imprescindíveis para alcançar todos os objetivos do projeto.

Na Tabela 5, é feito um breve resumo das ferramentas utilizadas.

Tabela 5 - Ferramentas utilizadas

<b>Ferramenta Utilizada</b>	<b>Justificar utilização</b>	<b>Tipo</b>
<i>Business Process Modeling Notation (BPMN)</i>	Linguagem utilizada no desenvolvimento dos modelos BPMN da plataforma de simbiose industrial.	Linguagem de modelação de processos de negócio.
<i>Bizagi Modeler</i>	Para a realização da modelação dos processos BPMN foi essencial a utilização desta ferramenta.	Ferramenta de modelação de processos de negócio.

- **Business Process Modeling Notation (BPMN)**

*Business Process Modeling Notation* (BPMN), consiste numa linguagem de modelação de processos de negócio e surgiu para apoiar a gestão de processos de negócios. Esta linguagem é facilmente compreendida por todos os utilizadores (Von Rosing et al., 2015).

Para a realização da modelação dos processos, foi desenvolvido pelo *Object Management Group* (OMG), um conjunto de elementos gráficos, a fim de tornar mais fácil a compreensão do modelo. A linguagem BPMN divide-se em cinco categorias, sendo estas:

1. **Objetos de Fluxo:** Correspondem a elementos gráficos, que possibilitam a definição do comportamento dos processos de negócios. Assim, existem três tipos de objetos de fluxo (OMG, 2021) como:

- **Eventos:** Os eventos têm forma circular e representam uma ocorrência durante o processo. Existem três tipos de eventos, o evento de início, o evento de intermédio e o evento de fim.



Figura 5 - Eventos de início, intermédio e de fim (OMG, 2021)

- **Atividades:** Uma atividade tem a forma de um retângulo com os cantos arredondados e corresponde a uma tarefa efetuada por uma pessoa ou sistema.



Figura 6 - Atividades: tarefa e subprocesso (OMG, 2021)

- **Gateways:** Os *gateways* são representados por losangos e são utilizados para controlar o fluxo de sequência do processo. Os tipos de *gateways* existentes são, *Gateway* Exclusivo, *Gateway* Inclusivo, *Gateway* Paralelo, *Gateway* Baseado em eventos, *Gateway* Paralelo baseado em eventos e *Gateway* Complexo.

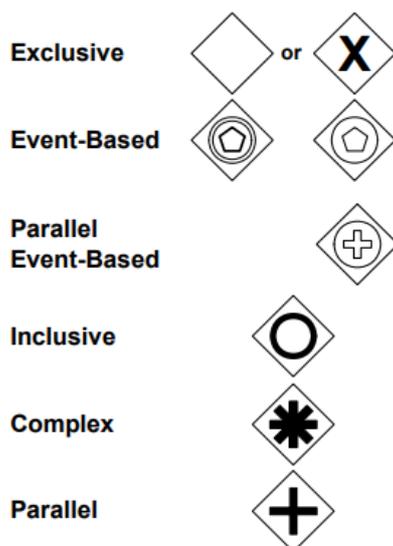


Figura 7 - Tipos de *Gateways* (OMG, 2021)

2. **Dados:** Os objetos de dados são representados por símbolo de ficheiro e oferecem todas as informações necessárias para a realização de um processo de negócio. Existem quatro tipos de dados: *Data Object* (os dados fundamentais para uma atividade são exibidos), *Data Inputs* (representa a entrada de dados externos), *Data Outputs* (exibe os resultados dos dados ao longo do processo) e *Data Store* (corresponde ao local onde o processo pode ler ou escrever dados que persistem ao longo do processo).

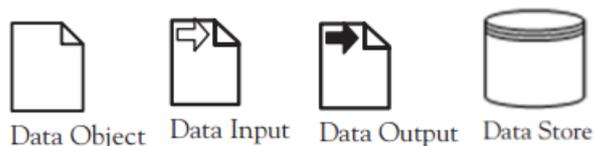


Figura 8 - Tipo de dados (OMG, 2021)

3. **Objetos de ligação:** São responsáveis por ligar os objetos de fluxos no processo de forma a criar uma estrutura básica de um processo de negócio. Existem quatro tipos de objetos de ligação:
- **Fluxo de sequência:** Este é utilizado para representar a ordem de execução das atividades através de uma linha sólida com uma seta na ponta.
  - **Fluxo de mensagens:** Este é representado através de uma linha tracejada com uma seta e um círculo na ponta, e é utilizado para mostrar as mensagens transmitidas entre dois participantes do processo.

- **Associação:** As associações são representadas por uma linha desenhada em pontos e ligam artefactos ou textos a objetos de fluxo (atividades ou *gateways*).
- **Associação de dados:** As associações de dados são utilizadas para mostrar as entradas e saídas das atividades, e também para associar dados a objetos de fluxo. São representadas através de uma linha desenhada em pontos com uma seta na ponta.

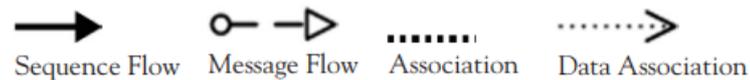


Figura 9 - Tipos de objetos de ligação (Von Rosing et al., 2015)

4. **Swimlanes:** São utilizadas para organizar atividades em categorias separadas, a fim de mostrar diferentes capacidades funcionais ou responsabilidades. Existem dois tipos de *swimlanes*, sendo estas, *Pools* (que representam um participante no processo) e *Lanes* (consiste numa subpartição dentro de uma *Pool*).

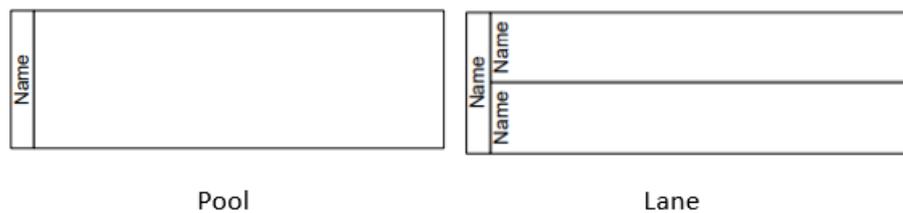


Figura 10 - Tipos de *Swimlanes* (OMG, 2021)

5. **Artefactos:** Os artefactos têm como função principal clarificar informações adicionais ao processo sem afetar o fluxo. Existem dois tipos de artefactos, sendo estes, *Group* (agrupar logicamente as atividades sem alterar o fluxo do diagrama) e *Text Annotation* (disponibiliza informações adicionais sobre uma parte do diagrama).

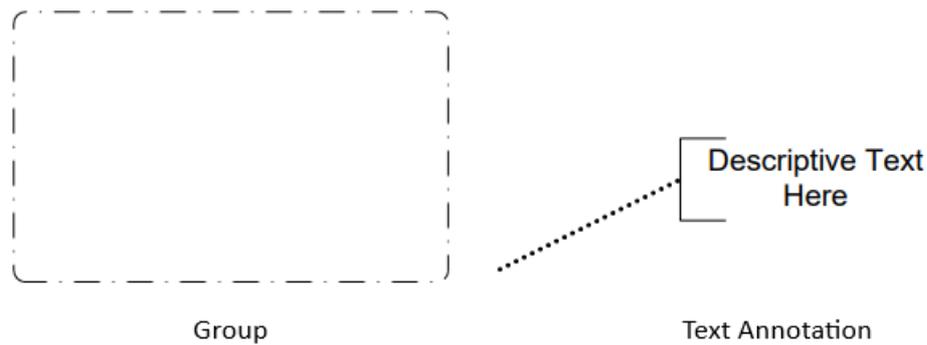


Figura 11 - Tipos de artefactos (OMG, 2021)

Assim, com a correta utilização de todos os elementos é possível criar processos de negócio simples, eficazes e eficientes. Contudo, para se realizar a modelação de processos de negócio é necessário existir um *software* que permita criar, documentar e simular esses mesmos processos. Assim sendo, neste projeto de dissertação foi utilizada a ferramenta *Bizagi Modeler*.

- ***Bizagi Modeler***

*Bizagi Modeler* consiste numa ferramenta de modelação de processos de negócio que possibilita analisar, descrever e otimizar os processos de negócio de uma organização. Com a utilização desta ferramenta foi possível detalhar todos os processos necessários para a criação de uma plataforma de simbiose industrial. A utilização do *Bizagi Modeler* para a modelação de processos de negócio permite uma eficiência e eficácia dos processos, possibilitando uma visão mais sistematizada do fluxo de trabalho.

## 4 TRABALHO REALIZADO

Para a realização deste estudo, foi utilizada uma combinação de metodologias, incluindo métodos de *Benchmarking* e de *Focus Group* com uma metodologia global de *Case Study*. Para além destas metodologias, foi utilizada a linguagem *Business Process Modeling Notation* (BPMN), juntamente com a ferramenta *Bizagi Modeler* para proceder à realização da modelação dos processos.

### 4.1 Casos de estudo: Estratégias de investigação

Esta secção contempla um levantamento preliminar de soluções de Simbiose Industrial (SI) realizado entre outubro de 2022 a dezembro de 2022.

Para proceder à recolha de soluções, foi adotada uma abordagem interdisciplinar uma vez que a literatura sobre “simbiose industrial” está dispersa por uma multiplicidade de campos disciplinares. Para a introdução de plataformas foi tido como ponto de partida o artigo *“Promoting Circular Economy Through Industrial Symbiosis Platforms: A Comparative Analysis”* (Jaca et al., 2021a).

Seguidamente, foi realizada uma pesquisa baseada em processos manuais, aplicando um conjunto de palavras-chaves e as suas diversas combinações em várias plataformas como *Google*, *Google Scholar*, *Science Direct*, *Web of Science* e *Research Gate*. As palavras-chave selecionadas refletiam os conceitos de “economia circular”, “troca de resíduos”, “simbiose industrial” e “plataformas”.

Foram selecionadas todas as soluções encontradas que abordavam o conceito de economia circular, e apresentavam características similares ao objetivo do projeto a desenvolver, ou seja, promoviam a criação de simbioses industriais.

Seguidamente foi elaborada uma listagem e categorização das soluções encontradas, categorizando as mesmas segundo a sua tipologia, definida de acordo com a natureza de cada solução. Assim, todas as soluções com teor tecnológico foram classificadas por Plataforma, tendo as restantes (que não utilizam tecnologias) sido classificadas como Iniciativas, como se pode verificar na Tabela 2.

Este estudo de projeto visa a exploração das soluções classificadas segundo o tipo Plataforma. Da pesquisa realizada resultou a identificação e descrição de vinte e nove plataformas.

Identificadas as vinte e nove plataformas, procedeu-se à avaliação das mesmas utilizando uma metodologia prática de *Benchmarking*, cujo objetivo é efetuar uma comparação entre as diversas plataformas. Para a utilização desta metodologia prática, foi importante basear no processo de

*Benchmarking* apresentado no artigo “*An overview of benchmarking process: a tool for continuous improvement and competitive advantage*” (Elmuti & Kathawala, 1997).

## **4.2 Focus Group**

Com o intuito de identificar a plataforma mais completa e global, o consórcio *Be@T (Bioeconomy at Textiles)* constituído por membros da IOTech, da Kortex e da Citeve, realizou três *sessões Focus Group* com as várias entidades do projeto de forma a identificar as funcionalidades consideradas fundamentais e necessárias a que a plataforma de SI selecionada deve dar resposta, com base nas suas experiências e conhecimentos na área.

Na primeira reunião onde apenas estiveram membro da IOTech, com o objetivo de identificar um conjunto de funcionalidades gerais, foi feito um levantamento do estado da arte. Desta reunião resultaram seis funcionalidades, sendo estas:

- País/zonas disponíveis;
- Idiomas Suportados;
- Estado;
- Tipo de Solução;
- Tipo de Aplicação;
- Tipo de Resíduos.

Na segunda reunião, para além dos elementos da IOTech também estiveram presentes elementos da Kortex, onde foi feita uma análise das funcionalidades resultantes da primeira reunião, e acrescentadas mais funcionalidades que ao nível do setor industrial fizessem sentido inserir. Desta reunião resultaram mais onze funcionalidades, sendo estas:

- Registo de resíduos;
- Registo de oferta;
- Registo de procura;
- Usa IA (Inteligência Artificial);
- Registo de resíduos em *real time*;
- Suporta registo de resíduos da Indústria Têxtil;
- Considera o cumprimento das normas legais;

- Fornece apoio na tomada de decisão;
- Identifica possíveis utilizadores para os resíduos;
- Rastreamento dos produtos;
- Serviço de suporte.

Na terceira e última reunião, estiveram presentes todos os elementos do consórcio, ou seja, os membros da IOTech, os elementos da Kortex e os elementos da Citeve. Esta reunião permitiu discutir as funcionalidades identificadas, e também criar o *backlog* com os requisitos da plataforma. Assim, surgiram cinco tipos de requisitos, sendo estes:

- Requisitos da conta;
- Requisitos das atividades do consumidor;
- Requisitos das atividades do vendedor;
- Requisitos do *Admin*;
- Requisitos da transportadora.

De salientar, que deste consórcio quatro pessoas são de TI (Tecnologias de informação) sendo duas pertencentes à IOTech e duas outras mais direcionadas para a área de ecologia industrial pertencentes à Kortex. Existem também mais duas pessoas que trabalham no setor têxtil e pertencem ao Citeve.

### 4.3 Identificação de variáveis

Para a identificação das funcionalidades consideradas fundamentais e necessárias a que cada plataforma de SI selecionada devia dar resposta, foram realizadas três sessões de *Focus Group* (Subcapítulo 4.2).

Em seguida são apresentadas as funcionalidades gerais identificadas:

- **País/Zonas disponíveis** - Visa identificar o país ou regiões em que a plataforma se encontra disponível, para perceber que a mesma é escalável e prevê o registo de entidades de diferentes partes do mundo;
- **Idiomas Suportados** - Apresenta os idiomas suportados por cada plataforma;
- **Estado** - Apresenta o estado da plataforma, ou seja, se a mesma se encontra concluída ou ainda em desenvolvimento;

- **Tipo de Solução** - Distingue a natureza da solução como sendo comercial ou de investigação. Uma solução é comercial quando traz lucro para a empresa e de investigação quando o seu objetivo é causar benefícios futuros;
- **Tipo de Aplicação** - A plataforma pode ser uma aplicação web, uma PWA (*Progressive Web App*), uma aplicação *desktop*, uma aplicação *mobile*, ou uma aplicação *web/mobile*;
- **Tipo de Resíduos** - Identifica a natureza dos resíduos que a plataforma permite contemplar.

No que diz respeito as funcionalidades foram identificadas as seguintes:

- **Registo de resíduos** - Verifica se apresenta a funcionalidade de registar resíduos na plataforma;
- **Registo de oferta** - Verifica se apresenta a funcionalidade de registar oferta de resíduos na plataforma;
- **Registo de procura** - Verifica se apresenta a funcionalidade de registar procura de resíduos na plataforma;
- **Usa IA (Inteligência Artificial)** - Afere a utilização de inteligência artificial na plataforma;
- **Registo de resíduos em *Real time*** - Apura se o registo de resíduos é realizado em *real time*, ou seja, quando são produzidos;
- **Suporta registo de resíduos da Indústria Têxtil** - Averigua se a plataforma suporta registo de resíduos da Indústria Têxtil;
- **Considera o cumprimento das normas legais** - Averigua se a plataforma tem em consideração as normas legais inerentes à produção de resíduos, bem como ao seu transporte;
- **Fornece apoio na tomada de decisão** - Averigua se a plataforma fornece apoio ao utilizador no processo de tomada de decisão, nomeadamente quando este tem de seleccionar a empresa a que pretende ceder os seus resíduos ou, porventura escolher o resíduo que mais se adequa às suas necessidades;
- **Identifica possíveis utilizadores para os resíduos** - Verifica se a plataforma identifica possíveis utilizadores para o resíduo registado, ou seja, quando é registado um resíduo, o mesmo é sugerido um potencial utilizador, tendo em conta as suas necessidades e preferências;
- **Rastreamento dos produtos** - Afere se a plataforma contempla a funcionalidade de rastreamento de produtos, de forma a perceber os circuitos realizados por estes;
- **Serviço de suporte** - Confere se a plataforma dispõe de um serviço de suporte que auxilia o utilizador a explorar a mesma.

## 4.4 Comparação das plataformas

Depois de identificadas as vinte e nove plataformas, foi preparado um processo de *Benchmarking*, onde as mesmas foram comparadas utilizando as variáveis de comparação acima mencionadas. De forma a verificar se as plataformas continham as funcionalidades identificadas, foi realizada uma pesquisa baseada em processos manuais, aplicando um conjunto de palavras-chaves e as suas diversas combinações em várias plataformas como *Google*, *Google Scholar*, *Science Direct*, *Web of Science* e *Research Gate*, a fim de analisar cada uma das plataformas e perceber a que funcionalidades respondia. Aquando da realização da análise comparativa denotou-se uma escassez de informação relativa às funcionalidades de algumas plataformas, sendo que, em alguns casos, esta comparação não foi possível de realizar na íntegra com todas as funcionalidades definidas. A Tabela 6 apresenta o levantamento inicial das características gerais de cada plataforma de acordo com as variáveis explicadas no subcapítulo anterior. O termo “NA” é utilizado quando a informação não está disponível.

Tabela 6 - Características da plataforma

<b>Plataforma</b>	<b>Países/zonas disponíveis</b>	<b>Línguas suportadas</b>	<b>Estado</b>	<b>Tipo de solução</b>	<b>Tipo de aplicação</b>	<b>Tipo de resíduos</b>
<i>Tech4Biomwaste(Tech4BioWaste, 2021)</i>	Global	Inglês	Em desenvolvimento	Investigação	Web	Biológico
<i>Pilots4U(Asset Database   Pilots4U, 2017)</i>	Europa	Inglês	Concluído	Comercial	Web	Nenhum
<i>Kortex Industrial Hub(Kortex-Simbioses-Industriais-na-Economia-Circular.pdf, 2015)</i>	Portugal	Português	Em desenvolvimento	Investigação	Web	Indiscriminado
<i>ENEA Symbiosis(Symbiosis - Home, 2013)</i>	Itália	Italiano	Concluído	Investigação	Web	Indiscriminado
<i>AI4B Platform</i>	Grécia	Grego e inglês	Concluído	Investigação	Web	Biomassa
<i>Vlaanderen SYMBIOSEPLATFORM</i>	Europa	Holandês e inglês	Concluído	Investigação	Web	Indiscriminado
<i>Circular Network - Materials Network</i>	Europa	Inglês e norueguês	Em desenvolvimento	Comercial	Web	Indiscriminado
<i>FISSAC Software Platform</i>	Europa	Inglês	Concluído	Investigação	Web	Industrial
<i>BIOVOICES</i>	Europa	Inglês	Concluído	Investigação	Web	De base biológica

<b>Plataforma</b>	<b>Países/zonas disponíveis</b>	<b>Línguas suportadas</b>	<b>Estado</b>	<b>Tipo de solução</b>	<b>Tipo de aplicação</b>	<b>Tipo de resíduos</b>
<i>BIC bioeconomy platform</i>	Europa	Inglês	Em desenvolvimento	Investigação	Web	De base biológica
<i>CircLean</i>	Europa	Inglês	Em desenvolvimento	Investigação	Web	NA
<i>BE CIRCLE</i>	Europa	Inglês	Em desenvolvimento	Comercial	Web	Nenhum
<i>My Waste</i>	Portugal	Português	Concluído	Comercial	Web	Industrial
<i>Tool SymbioSys</i>	Global	<i>Open-source languages</i>	Em desenvolvimento	Investigação	Web	Industrial
<i>Circular. Tèxtils.CAT</i>	Catalunha	NA	Em desenvolvimento	NA		Têxteis
<i>Sharebox</i>	Europa	<i>Open-source languages</i>	Concluído	Investigação	Web	Industrial
<i>Symbiosis platform</i>	Global	Grego, macedónio e inglês	Concluído	Comercial	Web	Biológico
<i>Syner</i>	Espanha	Catalão e espanhol	Concluído	Investigação	Web	Indiscriminado
<i>Bourse-des-dechets.fr</i>	Região Île-de-France	Francês	Concluído	Comercial	Web	Indiscriminado
<i>Mercado Organizado de Resíduos Online</i>	Portugal	Português	Concluído	Comercial		NA
<i>ResiduoRecurso</i>	Catalunha	Espanhol	Concluído	Comercial	Web	Indiscriminado
<i>Life M3P Material Match Making Platform</i>	Global	Alemão, checo, inglês, húngaro, italiano e polaco	Concluído	Investigação	Web	Indiscriminado
<i>Parksharing De Hemrik</i>	Regional	Holandês e inglês	Concluído	Comercial	Web	Indiscriminado
<i>Stichting InduSym</i>	Global	Holandês	Concluído	Comercial	Web	Indiscriminado
<i>RECIRCULAR</i>	Global	Inglês e espanhol	Concluído	Comercial	Web	Indiscriminado
<i>Rheaply</i>	Global	Inglês	Concluído	Comercial	Web	Indiscriminado
<i>EREK platform</i>	Europa	Inglês	Concluído	Investigação	Web	Indiscriminado
<i>CIRCULAR ECONOMY CLUB</i>	Global	Inglês	Concluído	Investigação	Web	Indiscriminado
<i>iNex Circular</i>	Global	Inglês e francês	Concluído	Comercial	Web	De base biológica

Com os resultados obtidos na Tabela 6, foi possível tirar algumas conclusões estatísticas. Como se pode ver de forma concisa na Figura 12, apenas nove plataformas (31,03%) foram desenvolvidas a nível mundial e dez plataformas (34,48%) a nível europeu. Todas as outras plataformas foram criadas para

áreas mais restritas, apenas para satisfazer as necessidades de um país ou região, limitando a sua escala.



Figura 12 - Percentagem de países/áreas disponíveis

Como mostra a Figura 13 das vinte e nove plataformas identificadas, quinze (54%) correspondem a soluções desenvolvidas no âmbito de projetos financiados por entidades governamentais, que não foram posteriormente comercializadas no caso de conclusão do projeto. De referir ainda que oito das plataformas identificadas (28%) estão em fase de desenvolvimento (Figura 13).

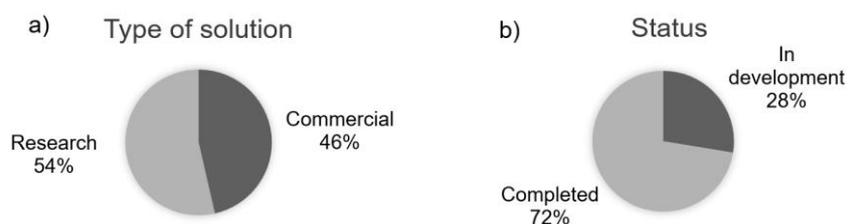


Figura 13 - (a) Percentagem do tipo de solução; (b) Percentagem do estado da plataforma

Todas as plataformas identificadas promovem a simbiose industrial, contudo, algumas não permitem a troca de resíduos ou restringem o tipo de resíduos a transacionar. Na Figura 14 foi possível observar que 51,85% das plataformas permitem a transação de qualquer tipo de resíduo, sendo que 14,81% são apenas para resíduos industriais.

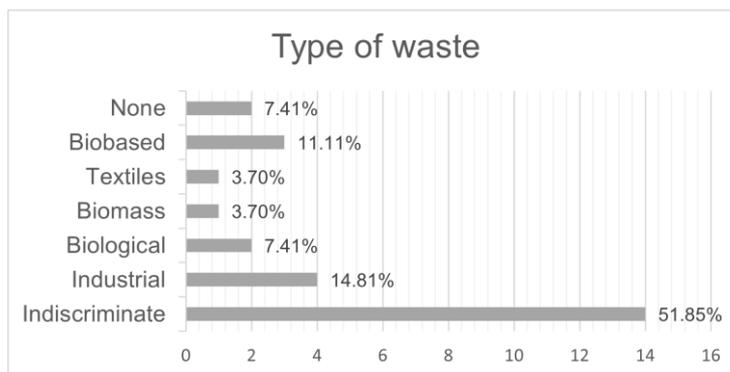


Figura 14 - Percentagem de tipos de resíduos

A Tabela 7 compara as plataformas e as funcionalidades mais específicas identificadas pelo consórcio de acordo com as variáveis explicadas no subcapítulo 4.3.

Tabela 7 - Comparação das plataformas

Caraterísticas													
Plataforma	Registo de resíduos	Registo de oferta	Registo de procura	Usa Inteligência artificial (IA)	Registo de resíduos em Real-	Suporta registo de resíduos da indústria têxtil	Considera o cumprimento das normas legais	Fornecer apoio na tomada de decisão	Identifica possíveis utilizadores para	Rastreamento dos produtos	Serviço de suporte	Total (%)	
<i>Tech4Biowaste</i>	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim	36.36	
<i>Pilots4U</i>	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	18.18	
<i>Kortex Industrial Hub</i>	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	63.64	
<i>ENEA Symbiosis</i>	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim	45.45	
<i>AI4B Platform</i>	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	27.27	
<i>Vlaanderen SYMBOIOSEPLATFORM</i>	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim	54.55	
<i>Circular Network - Materials Network</i>	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	72.73	
<i>FISSAC Software Platform</i>	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	63.64	
<i>BIOVOICES</i>	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	9.09	
<i>BIC bioeconomy platform</i>	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	9.09	
<i>CircLean</i>	NA											NA	
<i>BE CIRCLE</i>	Não	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim	Não	Sim	Sim	45.45	
<i>My Waste</i>	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim	45.45	
<i>Tool SymbioSys</i>	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Não	63.64	
<i>Circular. Textils.CAT</i>	Sim	Sim	NA					NA					18.18
<i>Sharebox</i>	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	90.91	
<i>Symbiosis platform</i>	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	72.73	

Caraterísticas												
Plataforma	Registo de resíduos	Registo de oferta	Registo de procura	Usa Inteligência artificial (IA)	Registo de resíduos em Real-time	Suporta registo de resíduos da indústria têxtil	Considera o cumprimento das normas legais	Fornecer apoio na tomada de decisão	Identifica possíveis utilizadores para produtos	Rastreamento dos produtos	Serviço de suporte	Total (%)
<i>Syner</i>	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	72.73
<i>Bourse-des-dechets.fr</i>	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim	36.36
<i>Mercado Organizado de Resíduos Online</i>	NA						Sim	NA				9.09
<i>ResiduoRecurso</i>	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim	45.45
<i>Life M3P</i>	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não	Sim	54.55
<i>Parksharing De Hemrik</i>	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim	45.45
<i>Stichting InduSym</i>	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	90.91
<i>RECIRCULAR</i>	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Sim	63.64
<i>Rheaply</i>	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Sim	54.55
<i>EREK platform</i>	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	9.09
<i>CIRCULAR ECONOMY CLUB</i>	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	9.09
<i>iNex Circular</i>	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim	Não	Sim	Sim	45.45
<b>Número de soluções</b>	29	27	27	26	26	26	27	26	26	26	26	
<b>Sim</b>	21	20	16	6	0	16	8	14	8	10	21	
<b>Percentagem (%)</b>	<b>72.41</b>	<b>74.07</b>	<b>59.26</b>	<b>23.08</b>	<b>0.00</b>	<b>61.54</b>	<b>29.63</b>	<b>53.85</b>	<b>30.77</b>	<b>38.46</b>	<b>80.77</b>	

Analisando cada plataforma face às funcionalidades identificadas pelo consórcio, é possível verificar que funcionalidades como o registo de resíduos, registo de oferta e serviço de suporte estão normalmente incluídas nas plataformas de simbiose industrial. Numa análise breve da Tabela 7 podem ser destacados alguns resultados:

- Mais de 70% das plataformas identificadas não utilizam Inteligência Artificial nem consideram o cumprimento das normas legais.
- Nenhuma das plataformas identificadas (0%) inclui a funcionalidade Registo de resíduos em *real time*.
- Cerca de 55,17% das plataformas cobrem menos de metade das funcionalidades identificadas (< 6 funcionalidades).

## 4.5 Seleção dos melhores casos de estudo

Realizada a comparação entre as vinte e nove plataformas de Simbiose Industrial identificadas, procedeu-se a uma análise mais pormenorizada das plataformas que alcançaram maior pontuação na matriz de comparação, ou seja, aquelas que, com base no conjunto de funcionalidades definidas, demonstraram ser mais completas. Assim, como nas sessões de *Focus Group* (Subcapítulo 4.2) os especialistas definiram que as plataformas selecionadas foram aquelas que apresentavam, pelo menos, 70% das funcionalidades referidas anteriormente, então estas plataformas são, *Circular Network – Materials Network*, *Sharebox*, *Symbiosis platform*, *Syner* e *Stichting InduSym*.

## 4.6 Recolha e análise de dados do estudo do melhor caso

De seguida, as plataformas foram comparadas, apresentando uma descrição e uma lista das funcionalidades mais diferenciadoras e impactantes para o utilizador.

### **a) *Circular Network – Materials Network***

Com o lema "o desperdício de uma organização pode tornar-se o recurso de outra organização", a *plataforma Circular Network - Materials Network* tem como objetivo dar a conhecer os fluxos de materiais e as suas múltiplas formas, apoiar o ecossistema e desbloquear a cooperação entre organizações. Para além disso, disponibiliza um livro de instruções para os membros, *webinars* e documentação de apoio. Contém também mecanismos de gamificação em desenvolvimento, por exemplo, os membros ativos podem ter uma palavra a dizer sobre quais os novos recursos a que será dada prioridade de acordo com as políticas da rede e, por último, permite a encomenda avançada de materiais.

Esta plataforma liga uma rede global de nós regionais que apoiam soluções intersetoriais para materiais secundários e subprodutos. Os utilizadores da *plataforma Circular Network - Materials Network* podem aceder a mercados públicos e privados com base nas suas prioridades e a transações B2B (*Business to Business*) e B2C (*Business to Customer*).

### **Funcionalidades:**

- Facilitar a identificação e a seleção de fornecedores com materiais de qualidade;
- Contempla sistemas de certificação;
- Serviço de apoio disponível no momento da introdução na plataforma, bem como serviço de apoio personalizado;

- Possibilidade de adicionar taxas empresariais de envio, embalagem, venda, administração ou mesmo de angariação de fundos para uma boa causa;
- Configuração dos métodos de pagamento e de envio dos materiais da empresa.

### **b) SHAREBOX**

A plataforma *SHAREBOX* consiste numa plataforma online que permite às empresas registar os seus recursos necessários ou os que excedem as quantidades necessárias, facilitando a correspondência entre a oferta e a procura através de algoritmos alimentados por IA (Inteligência Artificial). Os módulos especializados ajudam os utilizadores a avaliar as oportunidades de transação, a entrar em discussões técnicas, a negociar acordos bilaterais e, subsequentemente, a acompanhar, gerir e comunicar as sinergias criadas (Krom et al., 2022b).

A plataforma *SHAREBOX* cobre todo o ciclo de vida da simbiose industrial, desde a identificação de novas sinergias simbióticas até ao estabelecimento, manutenção e otimização destas relações entre empresas e organizações<sup>11</sup>.

Assim, através das suas funcionalidades, a *SHAREBOX* permite às empresas identificar, avaliar e implementar sinergias na venda e compra de recursos residuais. Assim, foram evitadas 515.500 toneladas de resíduos, poupadas 635.500.000 toneladas de recursos virgens, evitadas 1,38 milhões de toneladas de emissões de CO<sub>2</sub> (Dióxido de Carbono) equivalentes, 53,85 milhões de euros de vendas adicionais, 14,12 milhões de euros de redução de custos e, finalmente, foram criados setenta e quatro novos postos de trabalho.

#### **Funcionalidades:**

- Contém algoritmos que ajudam os utilizadores a identificar os melhores recursos e oportunidades;
- Tomar decisões baseadas em FISVA's (*Fair Industrial Symbiosis Value Allocation*);
- Espaço de discussão entre empresas para negociação de oportunidades;
- Monitoriza, gere e reporta as sinergias com total controlo da confidencialidade dos dados;
- Cada resíduo registado tem um Código Europeu de Resíduos (CER) associado (Gatzioura et al., 2019).

---

<sup>11</sup> <https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/good-practices/sharebox-secure-management-platform-shared-process-resources>

### **c) Syner**

A plataforma *Syner* gere dados sobre os recursos que excedem as quantidades necessárias das indústrias dum território para identificar possíveis sinergias entre as entidades de um ecossistema industrial.

Com esta plataforma, é possível obter uma lista de soluções inovadoras para dar valor acrescentado às empresas, e é também possível ligar novas empresas que podem ser potenciais parceiros. Os principais benefícios desta plataforma são a poupança de tempo, uma vez que é possível obter um relatório técnico em poucos cliques, apoiar decisões estratégicas sobre projetos de inovação, procura de parceiros, investimentos em novos projetos, localizações, ..., com uma análise do ecossistema industrial e oferece ainda informação para apoiar a definição de estratégias para o desenvolvimento económico do território.

#### **Funcionalidades:**

- Lista de soluções inovadoras para acrescentar valor aos resíduos industriais;
- Sites de empresas com informação sobre o sector económico - complementado com visualização de mapas;
- Listagem de materiais, recursos, água e energia que as empresas consomem e geram;
- Identificar os resíduos industriais que podem ser convertidos em recursos;
- Identificar empresas que possam realizar sinergias (com base no registo de materiais e recursos gerados e consumidos).

### **d) Stichting InduSym**

A plataforma *Stichting InduSym* tem como objetivo apoiar as PME na transição para uma economia circular, pretendendo ajudar as empresas a encontrar um destino valioso para os seus fluxos de resíduos e/ou uma fonte mais barata de matérias-primas. As empresas podem utilizar este *software* gratuitamente para introduzir as suas matérias-primas e resíduos numa base de dados. Um algoritmo procura na base de dados as semelhanças com outras empresas, e mostra onde pode ser efetuada uma troca simbiótica de materiais. Para além disso, o *software* também pode ser utilizado para a análise do parque empresarial, uma vez que representa os fluxos de resíduos disponíveis e os materiais com maior procura.

Inclui ainda um serviço de consultoria adicional pago, capaz de analisar as oportunidades que uma empresa pode aproveitar da troca de resíduos e materiais.

Cerca de duzentas e cinquenta empresas já aderiram à plataforma.

#### **Funcionalidades:**

- As empresas podem especificar todos os seus fluxos de resíduos e todas as matérias-primas;
- Para além de materiais, as empresas podem também trocar veículos, ferramentas, espaço, serviços ou mesmo recursos humanos;
- Todos os resíduos registados são associados ao seu código Eural (Lista Europeia de Resíduos), permitindo uma caracterização inequívoca dos resíduos;
- As informações sobre as empresas só são apresentadas depois de ambas as empresas se terem contactado uma com a outra;
- O algoritmo inteligente ajuda a sugerir onde pode ocorrer uma troca simbiótica de materiais.

### **4.7 Especificação das variáveis**

Para seleccionar corretamente a plataforma que melhor responde às necessidades das organizações, é necessário, em primeiro lugar, identificar, com base na literatura existente e no *know-how* do consórcio, as características que devem ser consideradas para análise.

Assim, a plataforma deve ter em conta os desafios e os obstáculos que se verificam noutras plataformas semelhantes e pode dar-lhes resposta. Um dos desafios enfrentados por Benedict et al. (*recircular / Plataforma especializada em compraventa de recursos*, 2023) prende-se com a falta de interoperabilidade entre a plataforma de simbiose industrial (SI) e diferentes sistemas (por exemplo, bases de dados de ACV (Avaliação do Ciclo de Vida) e catálogos de resíduos normalizados). É importante que as plataformas de SI (Simbiose Industrial) atuem como um facilitador e intermediário destes sistemas, facilitando as tarefas do utilizador, que deixará de ter de "duplicar" trabalho e introduzir manualmente dados no sistema (Benedict et al., 2018). Esta funcionalidade é designada na Tabela 8 como **"interoperável com outros sistemas"**.

Outra barreira identificada por Benedict et al. (*recircular / Plataforma especializada em compraventa de recursos*, 2023) é a falta de conhecimentos necessários e especializados para interpretar grandes quantidades de dados heterogéneos (por exemplo, técnicos, ambientais e organizacionais) necessários para identificar e avaliar as oportunidades de sinergia dos SI. Assim, para além de um mecanismo inteligente que facilite a identificação e a avaliação das sinergias, é necessário um serviço de apoio

adequado que inclua todas as informações necessárias sobre as oportunidades de sinergia de uma forma simples, concisa, mas completa. Estas funcionalidades são referidas na Tabela 8 como "**mecanismo de correspondência inteligente**" e "**serviço de apoio**".

A resistência à mudança também pode ser uma barreira à adoção de uma plataforma SI. Neste sentido, o consórcio do projeto propõe a inclusão de um mecanismo de gamificação que promova o envolvimento das indústrias e organizações, inspirando a colaboração, a partilha e a interação, apresentado na Tabela 8 como "**gamificação**".

Por último, muitas plataformas SI são exclusivas de determinados parques industriais ou comunidades de projetos específicos, o que dificulta e limita a existência de sinergias empresariais (Krom et al., 2022b). Uma plataforma SI deve ser escalável, permitindo o registo de entidades de diferentes localizações, não sendo a sua localização geográfica um fator delimitador. A escala da plataforma é apresentada na Tabela 8 como "**escalável**".

Krom et al. (Krom et al., 2022b) acrescentam que os ganhos ambientais e económicos devem ser quantificados e visualizados nas plataformas SI para tranquilizar as empresas quanto à viabilidade financeira das transações SI e motivar as empresas empenhadas na sustentabilidade. Esta funcionalidade é referida no Tabela 8 como a "**visualização dos ganhos ambientais e económicos**".

Uma simbiose industrial requer a troca de resíduos/subprodutos entre empresas, o que implica necessariamente o transporte dessas substâncias. Sendo o transporte um requisito nas simbioses industriais é fundamental que a plataforma selecionada facilite também as relações entre empresas e transportadoras. O consórcio considera então essencial que uma plataforma SI contemple uma área dedicada às transportadoras, para que o transporte de resíduos seja incluído na plataforma, tornando-a mais completa e presente em todo o processo de simbiose industrial. Esta funcionalidade é referida na Tabela 8 como "**Transporte**".

As plataformas devem incluir um mecanismo de filtragem para **cadeias de circuitos curtos**, de forma a melhorar a sustentabilidade do transporte. Desta forma, as organizações preferirão selecionar fornecedores mais próximos de si, diminuindo assim a pegada ecológica do transporte.

A comunicação entre as empresas que realizam ou pretendem realizar uma SI é crucial e deve ser fomentada pela plataforma SI. É, por isso, essencial incorporar na plataforma um chat onde as empresas possam comunicar entre si. Na Tabela 8, esta funcionalidade é identificada por "**chat**".

Jaca et al. (Jaca et al., 2021b) consideram que a "**intermediação**" de agentes externos ou especialistas é muito útil para promover a simbiose industrial. Outros fatores facilitadores são a proximidade geográfica

e a informação sobre a disponibilidade de produtos", referidos na Tabela 8 como "**localização no mapa**", "**informações sobre os produtos**" e "**transações de resíduos**" (presente quando a plataforma promove as transações de resíduos entre organizações).

O autor também considera relevante a apresentação dos "regulamentos que afetam as transações de resíduos" na Tabela 8 como "**informação sobre requisitos legais**". "Outras características que possam facilitar as ligações e as ações de cocriação entre empresas são um fator importante para facilitar a SI" (Jaca et al., 2021b). Para tal, as melhores práticas, exemplos e informações sobre SI são apresentados como **Notícias**, os eventos organizados para os seus membros como **Eventos** e as informações sobre projetos como **Eco inovação**" (Jaca et al., 2021b).

## 4.8 Comparação das plataformas

A Tabela 8 compara as cinco melhores plataformas tendo em conta as variáveis identificadas como cruciais no subcapítulo anterior. Quando a plataforma possui a funcionalidade, esta é apresentada na Tabela 8 com "✓". O símbolo "±" é utilizado quando a funcionalidade não está disponível na plataforma, mas está planeada para ser implementada.

Tabela 8 - Comparação dos melhores estudos de caso

	<i>Circular Network</i>	<i>SHAREBOX</i>	<i>Symbiosis</i>	<i>Syner</i>	<i>Stichting InduSym</i>	Percentage m (%)
<b>Intermediação</b>	✓	✓	✓	✓	✓	100
<b>Interoperável com outros sistemas</b>						0
<b>Escalável</b>	✓	✓	✓	✓	✓	100
<b>Localização no mapa</b>	✓	✓	✓	✓	✓	100
<b>Transações de resíduos</b>	✓	✓	✓	✓	✓	100
<b>Informações sobre os produtos</b>	✓	✓	✓	✓	✓	100
<b>Informação sobre os requisitos legais</b>	✓				✓	40
<b>Mecanismo de correspondência inteligente</b>		✓	✓		✓	60
<b>Visualização dos ganhos ambientais e económicos</b>					✓	20
<b>Chat</b>		✓			✓	40
<b>Notícias</b>	✓				✓	40
<b>Eventos</b>	✓				✓	40
<b>Eco inovação</b>					✓	20
<b>Serviço de apoio</b>	✓				✓	40
<b>Transporte</b>	✓					20

	<i>Circular Network</i>	<i>SHAREBOX</i>	<i>Symbiosis</i>	<i>Syner</i>	<i>Stichting InduSym</i>	Percentage m (%)
<b>Cadeias de circuitos curtos</b>						0
<b>Gamificação</b>	±					10
	<b>58,82%</b>	<b>32,29%</b>	<b>29,41%</b>	<b>29,41%</b>	<b>76,47%</b>	

Com a análise realizada na primeira fase, foi possível verificar que várias plataformas são desenvolvidas para responder às necessidades de um país ou região, delimitando a área de atuação e a escala da solução.

Através da análise inicial, foi possível verificar que muitas das plataformas identificadas estão incompletas. Analisando mais detalhadamente as plataformas mais abrangentes e completas (% de resposta superior a 70%) foi possível verificar que existem características fundamentais que as plataformas não possuem.

Como se pode verificar na Tabela 8, as plataformas analisadas não permitem a ligação entre diferentes sistemas, o que leva as organizações a registar informação duplicada noutros sistemas, aumentando o tempo e o esforço despendido.

A possibilidade de visualizar os ganhos ambientais e económicos das transações efetuadas, motiva as organizações a utilizarem mais a plataforma. No entanto, esta funcionalidade só está contemplada na plataforma *Stichting InduSym*.

Apesar da mais-valia da utilização de circuitos curtos para promover a sustentabilidade e reduzir a poluição proveniente do transporte de produtos (neste caso, subprodutos ou resíduos), qualquer plataforma tem este mecanismo de filtragem incorporado.

A maioria das plataformas SI funciona como intermediário entre entidades. No entanto, uma figura fundamental foi esquecida nas plataformas: a transportadora. Para que as organizações possam transacionar resíduos entre si, é necessária a intervenção de uma transportadora certificada. A figura da transportadora deve ser incorporada nas plataformas SI para facilitar os esforços das organizações.

Sem dúvida que incentivar as organizações a participar neste tipo de plataformas é um desafio. No entanto, até ao momento, nenhuma plataforma analisada possuiu mecanismos de gamificação que incentivassem a partilha das organizações. A plataforma *Circular Network* planeia incorporar este tipo de mecanismo.

A comparação dos melhores casos de estudo revelou que a plataforma existente mais completa foi a *Stichting InduSym*, com uma taxa de resposta aos requisitos identificados de 76,47%. Apesar de ser uma percentagem elevada, o facto de a *Stichting InduSym* apenas suportar a língua holandesa limita a área de atuação da plataforma.

## 4.9 Mapeamento entre o estudo realizado e os modelos a realizar

Através do estudo realizado foi possível definir o *backlog* de todo o projeto, ou seja, os requisitos da plataforma. Com os requisitos da aplicação definidos, estes foram analisados de modo a perceber se deveriam ser modelados e em que processo de modelação fazia sentido implementá-los. Desta análise, surgiram cinco tipos de requisitos, sendo estes: requisitos da conta, requisitos das atividades do consumidor, requisitos das atividades do vendedor, requisitos do *Admin* e por fim, requisitos da transportadora.

Na Tabela 9, encontram-se todos os requisitos definidos, assim como, o processo onde foram implementados.

Tabela 9 - Lista de requisitos

<b>Tipo</b>	<b>Nome do requisito</b>	<b>Descrição</b>	<b>Nome do processo</b>
Conta	Cria conta	Consiste no registo de uma nova conta.	Processo Registo
Conta	Área de Login	O utilizador pode fazer o login com email e password ou com redes sociais.	Processo Login
Conta	Ver menu principal com login efetuado	O utilizador pode visualizar vários detalhes neste menu, sendo que já tem o login efetuado.	Processo Ver menu
Conta	Ver informações sobre a plataforma sem login efetuado	O utilizador mesmo não tendo o login efetuado pode visualizar as informações gerais da plataforma.	Processo Menu utilizador
Conta	Visualizar perfil	Quando o utilizador tem login efetuado pode visualizar o seu perfil.	Subprocesso Visualizar Perfil pertencente ao processo Ver menu
Conta	Editar perfil	O utilizador pode editar o seu perfil.	Subprocesso Visualizar perfil
Atividades   Consumidor	Possibilidade de o utilizador pesquisar e filtrar pelo produto	O utilizador pode pesquisar pela popularidade do produto e o tipo de circuito curto.	Subprocesso visualizar Marketplace
Atividades   Consumidor	Ver detalhes do produto	Tipo de resíduo, localização, quantidade, data de publicação, aplicabilidade, detalhes da entidade, sustentabilidade do processo/produto	Subprocesso visualizar Marketplace
Atividades   Consumidor	Dar <i>like</i> no produto	Quando o utilizador gosta do produto pode colocar o seu <i>like</i> .	Subprocesso visualizar Marketplace
Atividades   Consumidor	Ver classificação do produto	O estado em que o produto de encontra.	Subprocesso visualizar Marketplace
Atividades   Consumidor	Sugerir produto a outro consumidor	Partilhar com outra entidade um produto que considera "útil" para a mesma	Subprocesso visualizar Marketplace
Atividades   Consumidor	Solicitar produto	Permite a simulação de uma solicitação, acompanhar o estado da solicitação, comparar ofertas, ver sistema de conversação e receber notificação.	Subprocesso Solicitar produto

<b>Tipo</b>	<b>Nome do requisito</b>	<b>Descrição</b>	<b>Nome do processo</b>
Atividades   Consumidor	Validar aquisição do produto	O utilizador confirma que quer reservar o produto.	Subprocesso Reservar produto
Atividades   Consumidor	Acompanhar rastreabilidade do produto	O utilizador acompanha o percurso do produto até o mesmo estar nas suas mãos.	Subprocesso Reservar produto
Atividades   Consumidor	Ter acesso aos <i>ECOPoints</i>	Modelo de gamificação de consumidor.	Subprocesso Aceder a menu <i>ECOPoints</i>
Atividades   Consumidor	Sugerir vendedor	Sugerir um novo vendedor ao consumidor.	Processo Ver menu
Atividades   Consumidor	Visualizar áreas	Área com informações sobre projetos de simbioses indústrias e relacionados, com notícias sobre simbiose industrial e com eventos de dinamização de simbiose industrial.	Processo Ver menu e processo Menu Utilizador
Atividades   Consumidor	Visualizar sobre Nós	Conteúdo sobre a plataforma e a sua missão.	Processo Ver menu e processo Menu Utilizador
Atividades   Consumidor	Visualizar <i>Home</i>	Toda as informações disponíveis na <i>Home</i> .	Processo Ver menu e processo Menu Utilizador
Atividades   Consumidor	Visualizar serviço de suporte	Serviço de suporte completo que apresente ao utilizador as informações e requisitos legais necessários para realizar a transação, bem como outras informações relevantes.	Processo Ver menu e processo Menu Utilizador
Atividades   Vendedor	Ver sistema de conversação	Contemplar chat para interação entre consumidor-vendedor.	Subprocesso Visualizar Marketplace
Atividades   Vendedor	Notificar vendedor de pedido de reserva do produto	O sistema deve enviar notificação ao "vendedor" cada vez que alguém manifesta a intenção de reservar o seu produto.	Subprocesso Reservar produto
Atividades   Vendedor	Criar/Editar/Apagar Produto	O sistema permitirá que o vendedor crie o seu produto com todos os detalhes e informações e também permite que o vendedor pode definir se o seu produto vai estar disponível em circuitos curto.	Subprocesso Visualizar Marketplace
Atividades   Vendedor	Validar solicitação	Aprova a solicitação do produto conforme disponibilidade do mesmo.	Subprocesso Visualizar Marketplace
Atividades   Vendedor	Visualizar indicadores de utilização e procura	Contemplar <i>dashboard</i> com esse indicador.	Subprocesso Visualizar Marketplace
Atividades   Vendedor	Sugerir parceria	Pode ver lista de possíveis parceiros, enviar um pedido de parceria.	Subprocesso Sugerir Parceria
Atividades   Vendedor	Ver áreas de aplicação/transformação	Visualizar onde o produto pode ser aplicado.	Subprocesso Sugerir produto
<i>Admin</i>	Poder aceitar ou recusar a criação de uma conta na aplicação	Se a informação não for valida o registo da conta não é aprovado.	Subprocesso Validar Entidade
<i>Admin</i>	Consultar indicadores dos seus "vendedores"	Toda a informação enviada pelos utilizadores tem de ser analisada.	Subprocesso Validar Entidade

<b>Tipo</b>	<b>Nome do requisito</b>	<b>Descrição</b>	<b>Nome do processo</b>
<i>Admin</i>	Consultar indicadores globais	Toda a informação enviada pelos utilizadores tem de ser analisada.	Subprocesso Validar Entidade
<i>Admin</i>	Notificar utilizadores	Todos os utilizadores devem ser notificados para obter todas as informações necessárias.	Subprocesso Notificar
Atividades   Transportadora	Aceitar pedidos de transporte	Enviar resposta ao vendedor relativamente à realização do transporte.	Subprocesso Reservar Produto
Atividades   Transportadora	Ver guias de transporte	Consultar dados de entrega.	Subprocesso Reservar Produto

Após toda a definição dos requisitos foi feita a modelação dos processos da plataforma de simbiose industrial, de forma a modelar todos os requisitos e a representar todos os participantes. Desta modelação surgiram quatro processos e vinte e dois subprocessos.

#### **4.10 Descrição dos processos modelados**

Com a exploração das soluções já existentes, e com a devida identificação da plataforma mais completa e global, foi possível iniciar a modelação da plataforma de simbiose industrial. Todo o estudo das soluções já existentes foi fundamental para que, no desenvolver da plataforma, tudo estivesse mais claro. Isto é, todos os requisitos fundamentais estivessem presentes. Com base na criação de uma plataforma de simbiose industrial, é necessária a modelação de todos os processos existentes na mesma. Para isso, foram modelados quatro processos principais sendo estes:

- Processo *Login* - Correspondente à entrada do utilizador na plataforma e não contém subprocessos;
- Processo Registo - Referente ao registo dos utilizadores, que podem ser do tipo vendedor ou consumidor na plataforma. Este processo apenas contém um subprocesso associado.
- Processo Menu Utilizador – Alusivo a um menu inicial onde o utilizador que ainda não efetuou registo na plataforma, pode obter mais informações sobre a mesma. Este processo contém oito subprocessos.
- Processo Ver Menu – Consiste no menu principal da plataforma, onde o utilizador que já se encontra com o login efetuado, pode aceder a todas as funcionalidades que a plataforma permite. Neste processo existem treze subprocessos.

Seguidamente encontra-se uma tabela geral com todos os subprocessos existentes.

Tabela 10 - Conjunto de todos os processos e subprocessos existentes

<b>Processos</b>	<b>Subprocessos</b>
Processo "Login"	Não existe.
Processo "Registo"	Subprocesso "Validar entidade".
Processo "Menu Utilizador"	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Subprocesso Visualizar "Marketplace";</li> <li>2. Subprocesso Visualizar "Home";</li> <li>3. Subprocesso Visualizar "Contactos";</li> <li>4. Subprocesso Visualizar "Áreas";</li> <li>5. Subprocesso Visualizar "Sobre Nós";</li> <li>6. Subprocesso Visualizar "Serviço de suporte";</li> <li>7. Subprocesso Efetuar Login/Registo;</li> <li>8. Subprocesso Visualizar "Perfil e notificações".</li> </ol>
Processo "Ver Menu"	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Subprocesso "Visualizar perfil";</li> <li>2. Subprocesso "Visualizar Marketplace";</li> <li>3. Subprocesso "Ver informação do consumidor/vendedor";</li> <li>4. Subprocesso "Sugerir vendedor";</li> <li>5. Subprocesso "Sugerir produtos";</li> <li>6. Subprocesso "Visualizar sugestões";</li> <li>7. Subprocesso "Visualizar áreas";</li> <li>8. Subprocesso "Visualizar Sobre Nós";</li> <li>9. Subprocesso "Visualizar Home";</li> <li>10. Subprocesso "Notificar";</li> <li>11. Subprocesso "Visualizar contactos"</li> <li>12. Subprocesso "Visualizar Serviço de Suporte";</li> <li>13. Subprocesso "Sugerir parceria".</li> </ol>

De seguida, é apresentada a descrição de todos os processos e seus respetivos subprocessos de forma detalhada.

#### 4.10.1 Processo Login

Na Figura 15, foi representado o processo "Login" que contém oito tarefas/atividades, como "Entrar com password e email", "Entrar com redes sociais", entre outras. Neste processo, não existem subprocessos associados.

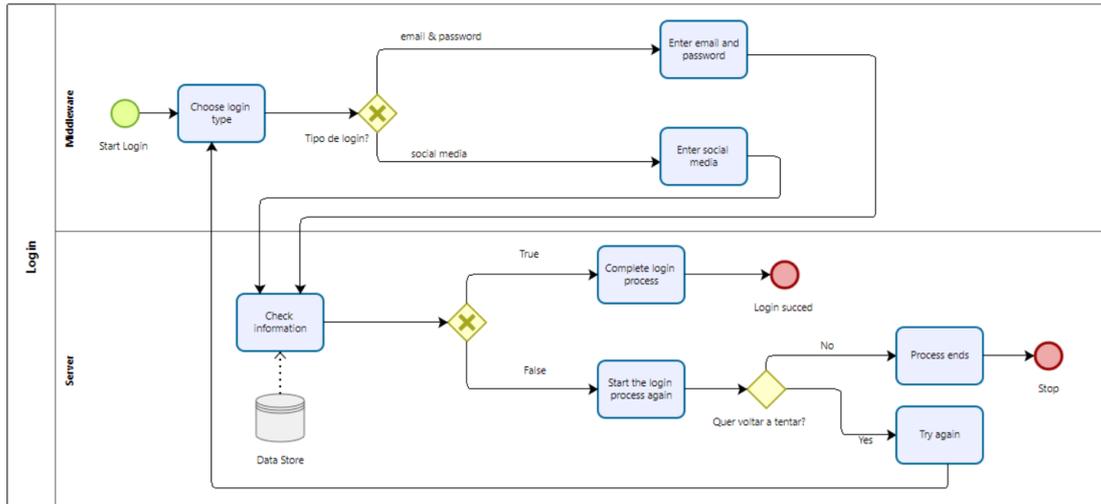
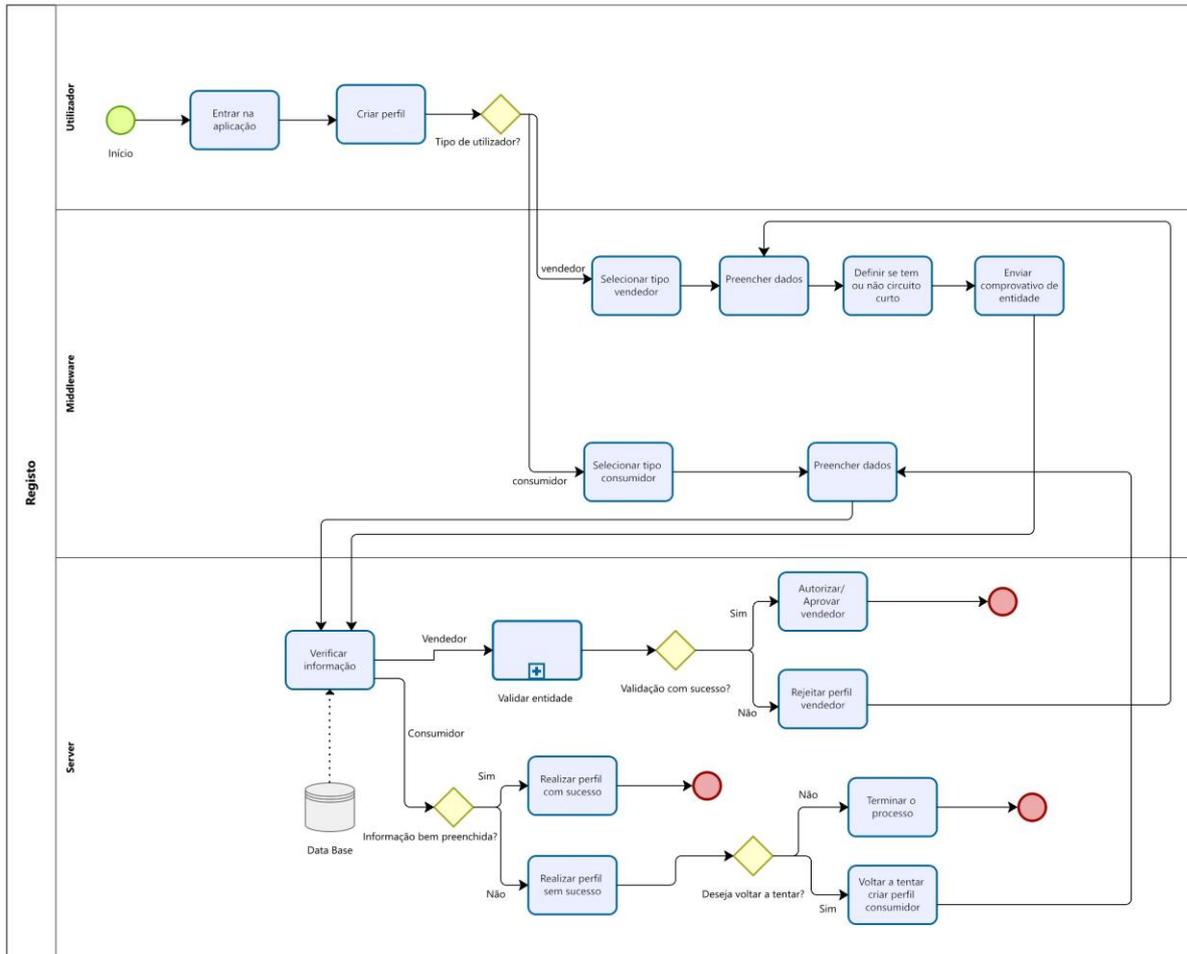


Figura 15 - Processo Login

Este processo dividiu-se em duas *lanes*, na primeira o cliente inicia o processo e escolhe o modo que deseja fazer *Login*. Isto é, entrar com o email e password, ou então através das redes sociais. Após esta decisão, o processo passa para a outra *lane*, onde toda a informação inserida vai ser verificada. Assim sendo, o *Login* pode ser efetuado com sucesso se todas as informações estiverem corretas, ou então o mesmo terá de ser realizado novamente.

#### 4.10.2 Processo Registo

Na Figura 16, foi representado o processo “Registo”, que contém dezasseis tarefas/atividades, como “Criar perfil”, “Selecionar tipo de vendedor”, “Entrar na aplicação”, entre outras. Neste processo, existe um subprocesso associado denominado “Validar entidade”.



Powered by

Figura 16 - Processo Registo

Este processo dividiu-se em três *lanes* sendo que o processo se inicia na primeira *lane*, onde o utilizador que pode ser do tipo vendedor ou consumidor, inicia o processo e entra na aplicação, onde pode criar o seu perfil, que pode ser do tipo consumidor ou vendedor.

Após isto, o processo passa para a *lane* seguinte, caso seja do tipo vendedor, então tem de preencher todos os dados necessários, definir se tem ou não circuitos curtos e enviar um comprovativo de entidade. Este será verificado na última *lane* através do subprocesso “Validar entidade”, e caso a validação seja realizada com sucesso, o processo termina e o mesmo fica com o perfil criado. Caso a validação não seja realizada com sucesso, então, o utilizador terá de voltar a preencher os dados.

Para o caso de o perfil ser do tipo “Consumidor”, têm de ser preenchidos todos os dados necessários, que serão verificados na última *lane*, onde existe um nó de decisão em que, o perfil é criado com sucesso

se os dados estiverem válidos e o processo é finalizado com sucesso. Se a informação não for válida, o perfil não é criado e o utilizador pode tentar novamente, ou então terminar o processo.

#### 4.10.2.1 Subprocesso do processo “Registo” denominado por “Validar Entidade”

Na Figura 17, foi representado o subprocesso “Validar Entidade” composto por seis tarefas/atividades, como “Preparar documentação necessária”, “Anexar documentação”, “Enviar resposta de validação”, entre outras. Neste subprocesso, não existem subprocessos associados.

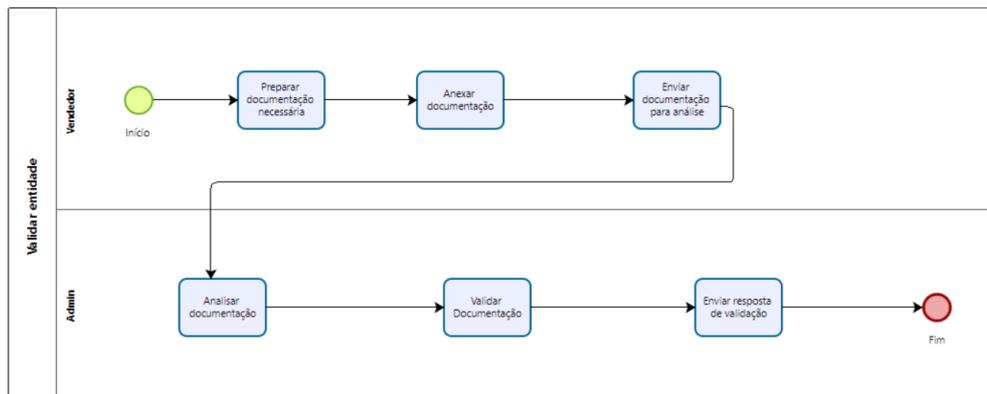


Figura 17 - Subprocesso Validar Entidade

O subprocesso inicia-se na primeira *lane*, onde o Vendedor inicia o processo, prepara a documentação necessária e anexa a mesma para proceder ao envio, de modo que seja analisada. Esta análise é realizada e validada na segunda *lane* pelo *Admin*. Após isto, é enviada uma resposta de validação ao Vendedor e o processo termina.

#### 4.10.3 Processo “Menu Utilizador”

Na Figura 18, foi representado o processo “Menu Utilizador” composto pelo participante “Utilizador” e por cinco tarefas/atividades, como “Visualizar em web”, “Visualizar em mobile”, “Encerrar programa”, entre outras. Neste processo existem dez subprocessos denominados, “Visualizar “Marketplace””, “Visualizar “Home””, “Visualizar “Contactos””, “Visualizar “Áreas””, “Visualizar “Sobre Nós””, “Visualizar “Serviço de suporte””, “Efetuar Login/Registo” e “Visualizar “Perfil e notificações”” e “Visualizar “Marketplace mobile””.

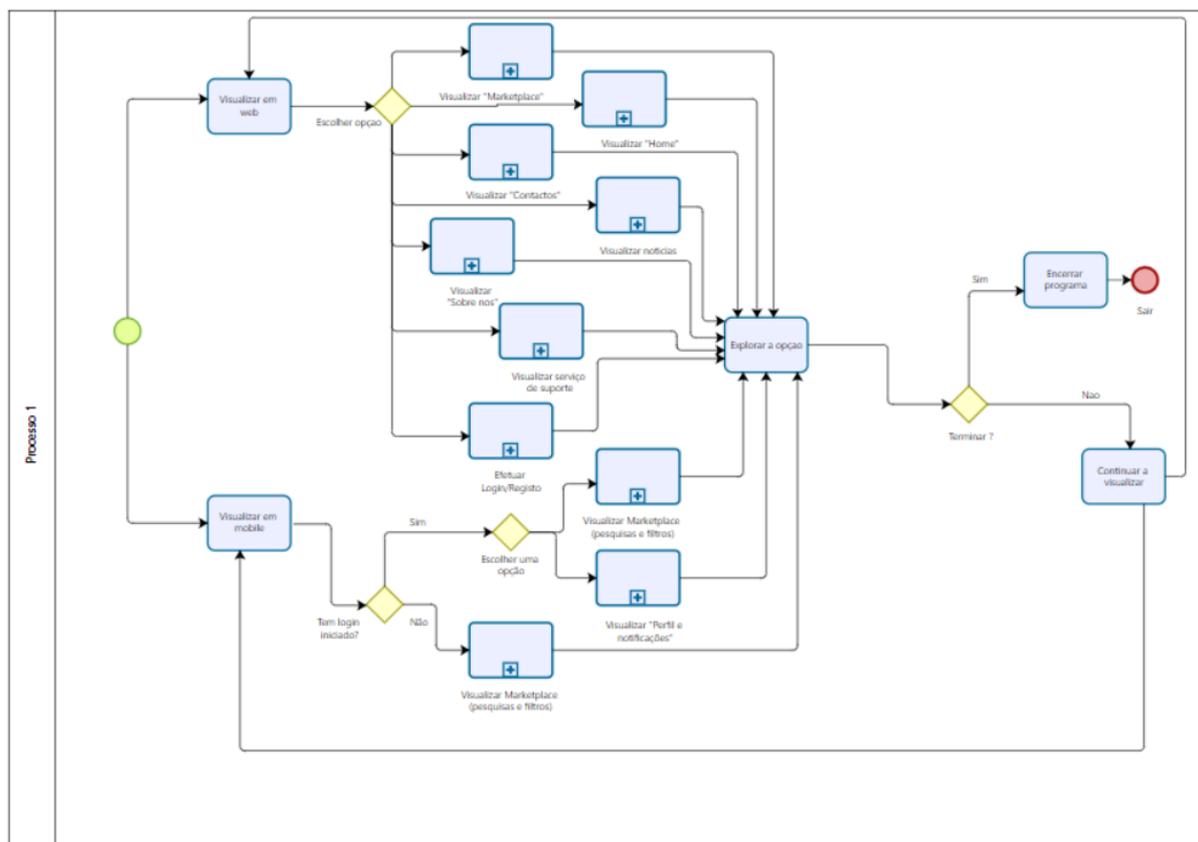


Figura 18 - Processo Menu Utilizador

Este processo dividiu-se em duas partes visto que, o utilizador pode visualizar a aplicação em formato Web ou Mobile. Assim sendo, as opções de visualização variam consoante o formato escolhido para ver a aplicação.

No formato Web, existem sete opções de subprocessos disponíveis, sendo estas, Visualizar “Marketplace”, Visualizar “Home”, Visualizar “Contactos”, Visualizar “Áreas”, Visualizar “Sobre Nós”, Visualizar “Serviço de suporte” e por fim “Efetuar Login/Registo”. Após a escolha e exploração da opção, o processo pode terminar ou então, pode voltar ao menu principal e escolher outra opção.

Para a visualização em formato Mobile o processo é exatamente o mesmo, porém as opções de visualização alteram-se, neste caso, se o utilizador tiver o Login efetuado consegue aceder ao subprocesso Visualizar “Marketplace mobile” e Visualizar “Perfil e notificações”. Caso o login não esteja efetuado, então só consegue aceder ao subprocesso Visualizar “Marketplace mobile”. Após a escolha e exploração do subprocesso que deseja visualizar, o processo pode terminar, ou então pode voltar ao menu principal e escolher outra opção.

#### 4.10.3.1 Subprocesso do processo “Menu utilizador” denominado por “Visualizar Áreas”

Na Figura 19, foi representado o subprocesso “Visualizar Áreas” composto pelo participante “Utilizador” e também contém cinco tarefas/atividades, como “Ver áreas”, “Visualizar projetos”, “Visualizar notícias”, “Visualizar eventos”, “Explorar opção”, entre outras. Neste subprocesso não existem subprocessos associados.

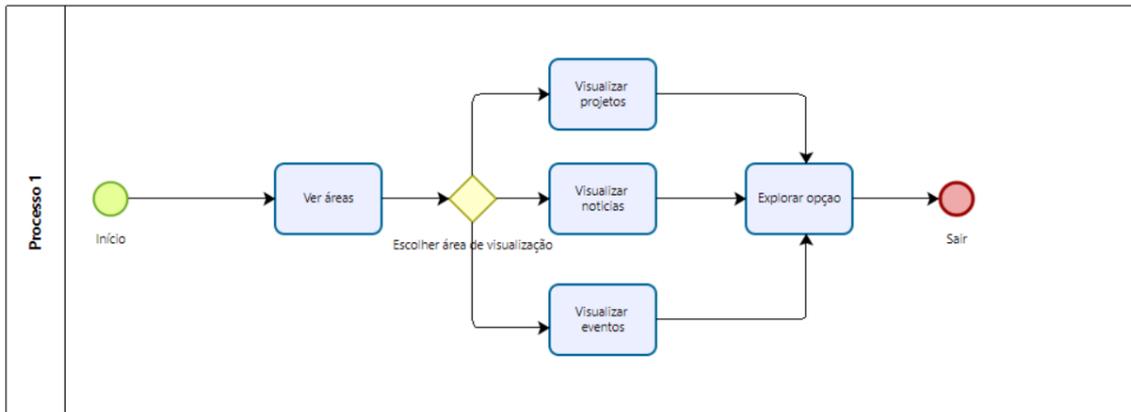


Figura 19 - Subprocesso Visualizar Áreas

Este subprocesso apenas contemplou uma *pool*, sendo esta a *pool* “Utilizador”, onde o mesmo inicia o processo, escolhe qual área quer visualizar, isto é, pode “visualizar projetos”, “visualizar notícias” ou “visualizar eventos”. Após a escolha e exploração de determinada área, sai do subprocesso onde se encontra e volta ao “Menu utilizador”.

#### 4.10.3.2 Subprocesso do processo “Menu utilizador” denominado por “Visualizar Sobre Nós”

Na Figura 20, foi representado o subprocesso “Visualizar Sobre Nós” composto pelo participante “Utilizador” e também contém duas tarefas/atividades, como “Visualizar informação sobre nós” e “Explorar opção”. Neste subprocesso não existem subprocessos associados.

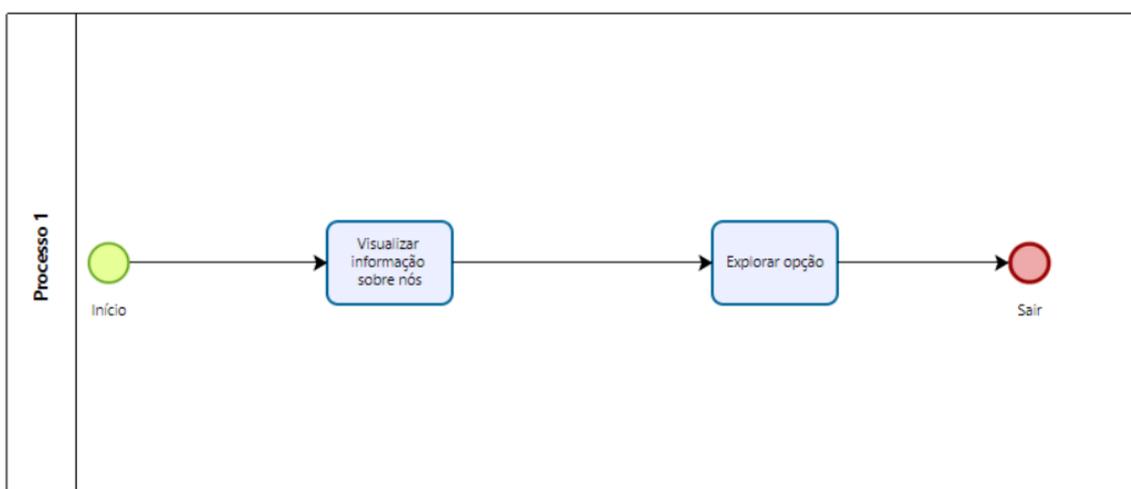


Figura 20 - Subprocesso Visualizar Sobre Nós

Este subprocesso apenas contemplou uma *pool*, sendo esta a *pool* “Utilizador”, onde o mesmo inicia o processo e visualiza toda a informação disponível. Após a exploração da opção, sai do subprocesso onde se encontra e volta ao “Menu utilizador”.

#### 4.10.3.3 Subprocesso do processo “Menu utilizador” denominado por “Visualizar Home”

Na Figura 21, foi representado o subprocesso “Visualizar Home” composto pelo participante “Utilizador” e também contém duas tarefas/atividades, como “Visualizar informação disponível na Home” e “Explorar opção”. Neste subprocesso não existem subprocessos associados.

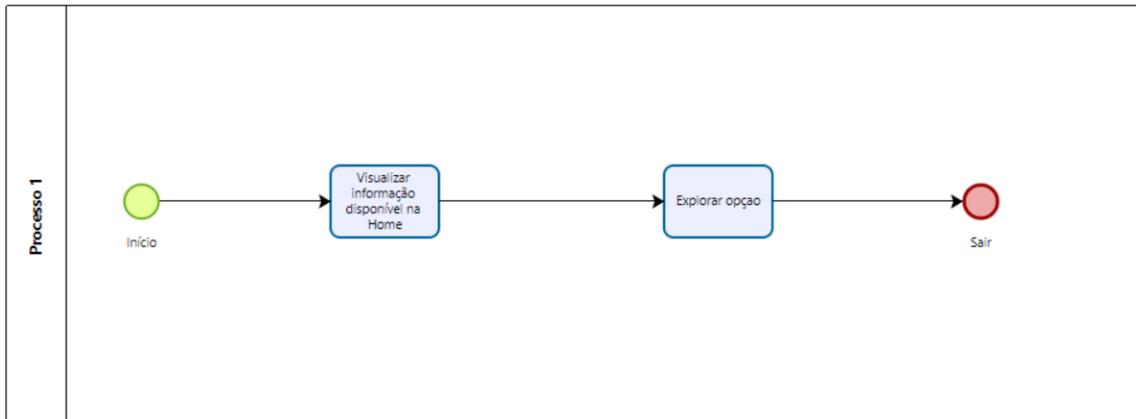


Figura 21 - Subprocesso Visualizar Home

Este subprocesso apenas contemplou uma *pool*, sendo esta a *pool* “Utilizador”, onde o mesmo inicia o processo e visualiza toda a informação disponível na Home. Após a exploração da opção, sai do subprocesso onde se encontra e volta ao “Menu utilizador”.

#### 4.10.3.4 Subprocesso do processo “Menu utilizador” denominado por “Visualizar Serviço de Suporte”

Na Figura 22, foi representado o subprocesso “Visualizar Serviço de Suporte” composto pelo participante “Utilizador” e também contém duas tarefas/atividades, como “Visualizar informação do serviço de suporte” e “Explorar opção”. Neste subprocesso não existem subprocessos associados.

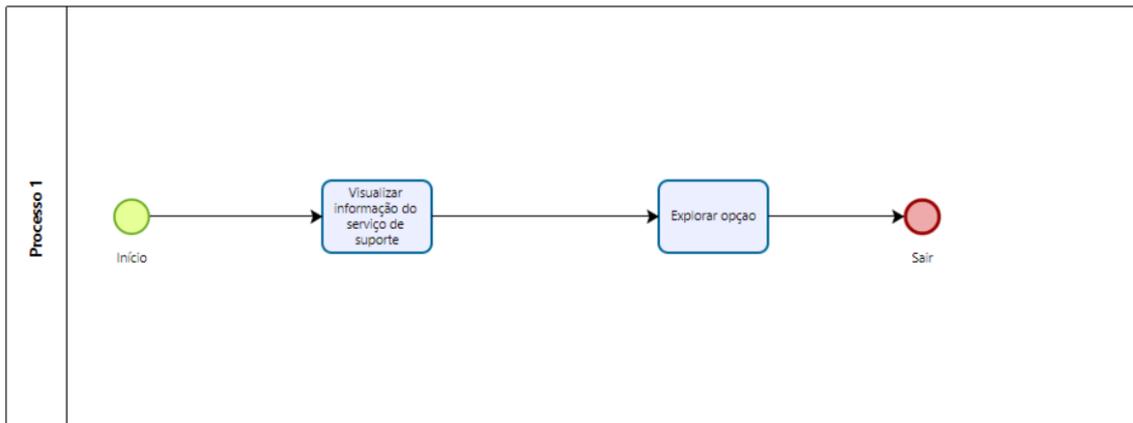


Figura 22 - Subprocesso Visualizar Serviço de Suporte

Este subprocesso apenas contemplou uma *pool*, sendo esta a *pool* “Utilizador”, onde o mesmo inicia o processo e visualiza toda a informação relativamente ao serviço de suporte. Após a exploração da opção, sai do subprocesso onde se encontra e volta ao “Menu utilizador”.

#### 4.10.3.5 Subprocesso do processo “Menu utilizador” denominado por “Visualizar Marketplace”

Na Figura 23, foi representado o subprocesso “Visualizar Marketplace” composto pelo participante, “Utilizador” e também contém duas tarefas/atividades, como “Visualizar informação disponível no Marketplace” e “Explorar opção”. Neste subprocesso não existem subprocessos associados.

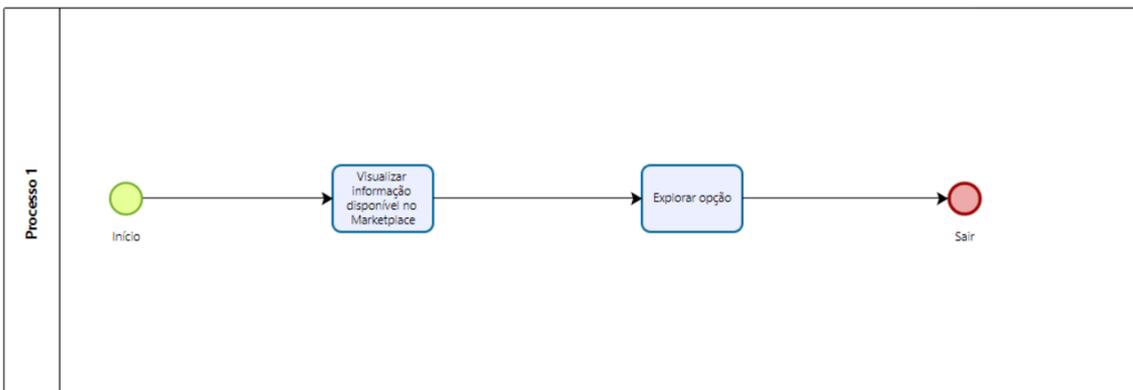


Figura 23 - Subprocesso Visualizar Marketplace

Este subprocesso apenas contemplou uma *pool*, sendo esta a *pool* “Utilizador”, onde o mesmo inicia o processo e visualiza toda a informação disponível no *Marketplace*. Após a exploração da opção, sai do subprocesso onde se encontra e volta ao “Menu utilizador”.

#### 4.10.3.6 Subprocesso do processo “Menu utilizador” denominado por “Visualizar Contactos”

Na Figura 24, foi representado o subprocesso “Visualizar Contactos” composto pelo participante, “Utilizador” e também contém duas tarefas/atividades, como “Visualizar informação de contactos” e “Explorar opção”. Neste subprocesso não existem subprocessos associados.

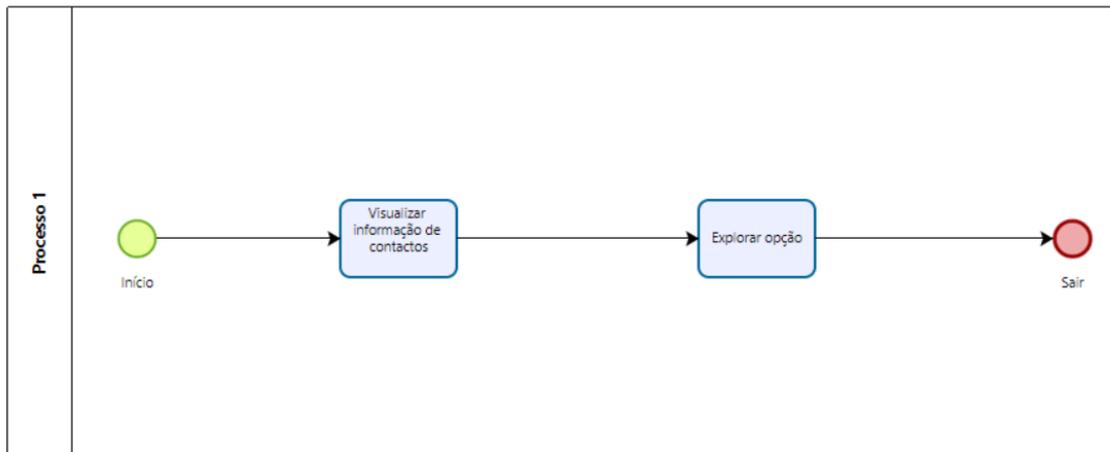


Figura 24 - Subprocesso Visualizar Contactos

Este subprocesso apenas contemplou uma *pool*, sendo esta a *pool* “Utilizador”, onde o mesmo inicia o processo e visualiza toda a informação de contactos. Após a exploração da opção, sai do subprocesso onde se encontra e volta ao “Menu utilizador”.

#### 4.10.3.7 Subprocesso do processo “Menu utilizador” denominado por “Efetuar Login/Registo”

Na Figura 25, foi representado o subprocesso “Efetuar *Login/Registo*” composto pelo participante, “Utilizador” e também contém quatro tarefas/atividades, como “Escolher opção de entrada”, “Reencaminhar para o Processo Login”, “Reencaminhar para o Processo registo”, “Explorar opção”, entre outras. Neste subprocesso não existem subprocessos associados.

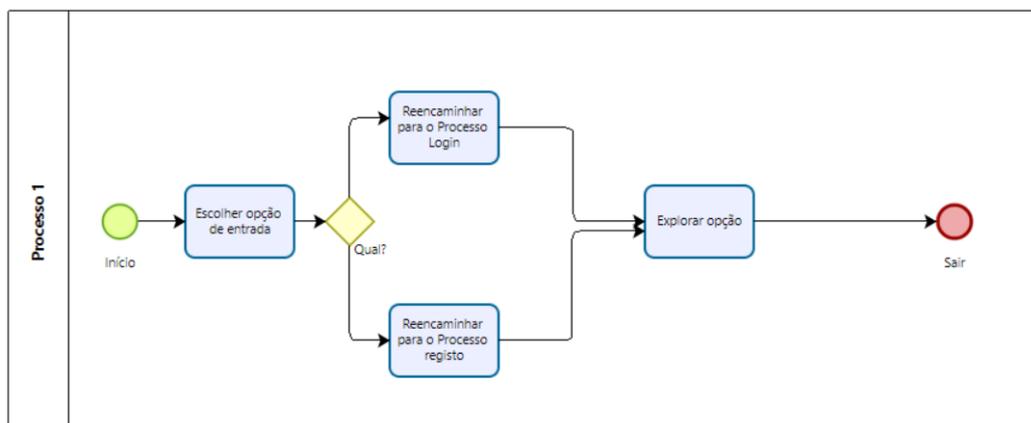


Figura 25 - Subprocesso Efetuar Login/Registo

Este subprocesso apenas contemplou uma *pool*, sendo esta a *pool* “Utilizador”, onde o mesmo inicia o processo e escolhe a opção de entrada que deseja, isto é, se pretende dar login ou se necessita efetuar o processo de registo, e assim é reencaminhado para o devido processo.

#### 4.10.3.8 Subprocesso do processo “Menu utilizador” denominado por “Visualizar Marketplace Mobile”

Na Figura 26, foi representado o subprocesso “Visualizar Marketplace Mobile” composto pelo participante, “Utilizador” e também contém cinco tarefas/atividades, como “Visualizar informações de Marketplace”, “Visualizar produto”, “Explorar opção”, entre outras. Neste subprocesso não existem subprocessos associados.

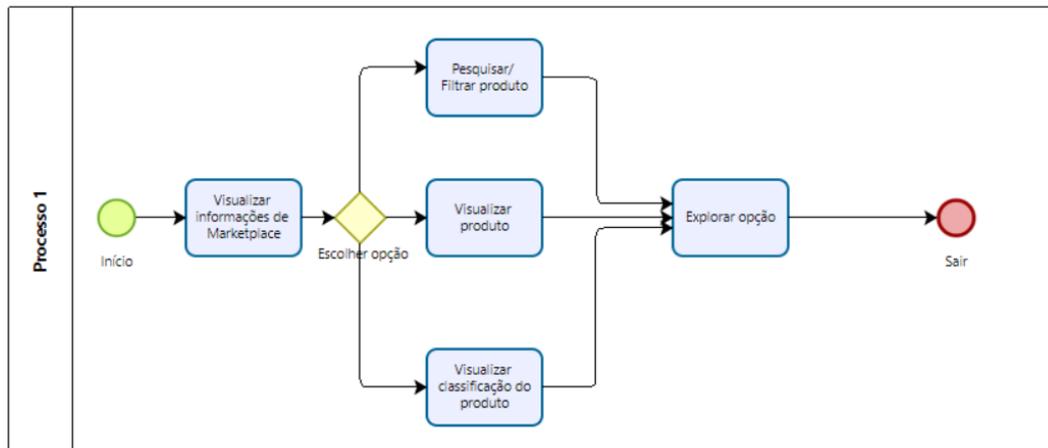


Figura 26 - Subprocesso Visualizar Marketplace Mobile

Este subprocesso sofreu uma ligeira diferença relativamente ao subprocesso correspondente ao formato *Web*, uma vez que, em formato mobile o utilizador tem várias opções para visualizar, como por exemplo, “Visualizar produto”, “Visualizar classificação do produto” e “Pesquisar/ filtrar produto”. Em *Web* apenas é possível visualizar informação geral disponível no *Marketplace*.

Assim, este subprocesso apenas contemplou uma *pool*, sendo esta a *pool* “Utilizador”, onde o mesmo inicia o processo e escolhe a opção que deseja visualizar. Isto é, pode “Visualizar produto”, “Visualizar classificação do produto” e “Pesquisar/ filtrar produto”. Após a escolha e exploração de determinada opção, sai do subprocesso onde se encontra e volta ao “Menu utilizador”.

#### 4.10.3.9 Subprocesso do processo “Menu utilizador” denominado por “Visualizar Perfil e Notificações”

Na Figura 27, foi representado o subprocesso “Visualizar Perfil e Notificações” composto pelo participante “Utilizador” e também contém duas tarefas/atividades, como “Visualizar Informações de Perfil e Notificações” e “Explorar opção”. Neste subprocesso não existem subprocessos associados.

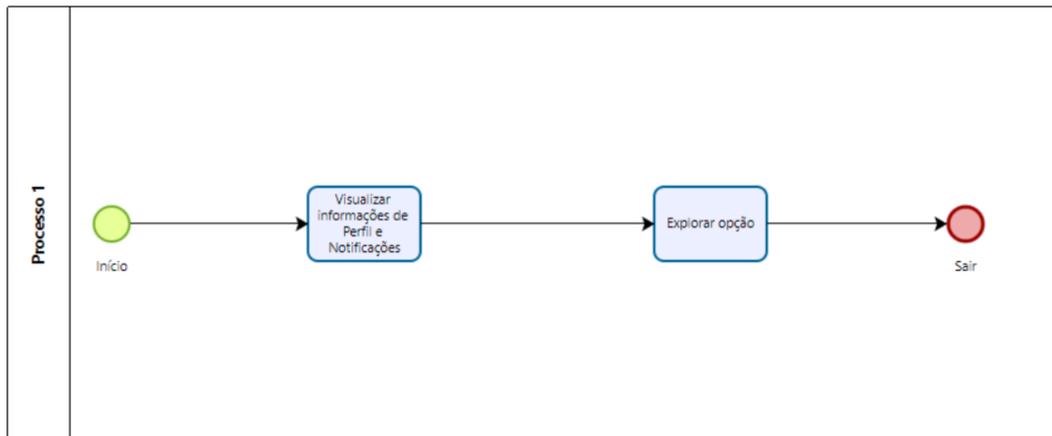


Figura 27 - Subprocesso Visualizar Perfil e Notificações

Este subprocesso apenas contemplou uma *pool*, sendo esta a *pool* “Utilizador”, onde o mesmo inicia o processo e visualiza toda a informação relativamente ao perfil e notificações. Após a exploração da opção, sai do subprocesso onde se encontra e volta ao “Menu utilizador”.

#### 4.10.4 Processo “Ver menu”

Na Figura 28, foi representado o processo “Ver menu” composto pelo participante “Utilizador” e também contém quatro tarefas/atividades, como “Ver menu”, “Explorar opção”, “Encerrar programa” e “Continuar a visualizar menu”. Neste processo existem treze subprocessos denominados, “Visualizar perfil”, “Visualizar *Marketplace*”, “Ver informação do consumidor/vendedor”, “Sugerir vendedor”, “Sugerir produtos”, “Visualizar sugestões”, “Visualizar áreas”, “Visualizar Sobre Nós”, “Visualizar *Home*”, “Notificar”, “Visualizar contactos”, “Visualizar Serviço de Suporte” e “Sugerir parceria”.

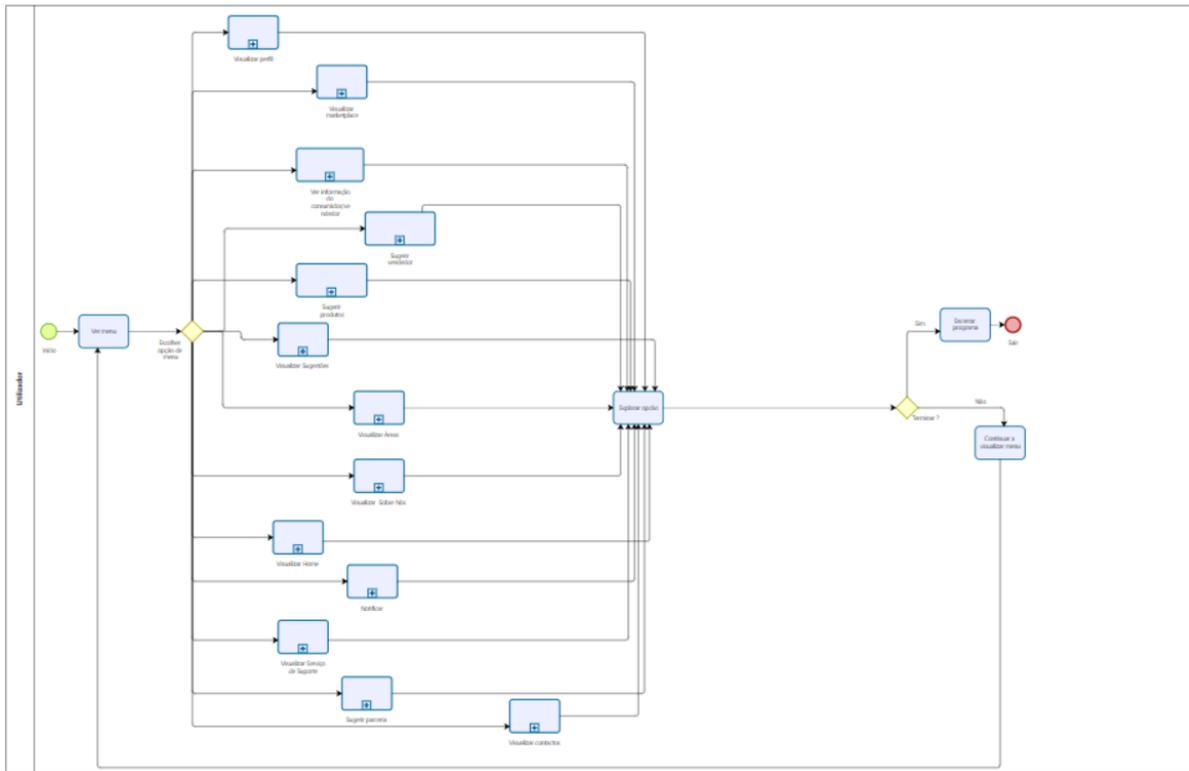


Figura 28 - Processo "Ver menu"

Este processo diz respeito à visualização do menu da aplicação quando o utilizador tem o login efetuado. Assim sendo, o utilizador abre a aplicação e tem a possibilidade de escolher qual a opção que deseja visualizar no menu. Estas diversas opções correspondem aos subprocessos referidos anteriormente. Após a escolha e exploração do subprocesso que deseja visualizar, o processo pode terminar ou então, pode voltar ao menu principal, e escolher outra opção. Este processo contempla uma *pool*, sendo esta, a *pool* "Utilizador".

#### 4.10.4.1 Subprocesso do processo "Ver menu" denominado por "Ver informação do consumidor/vendedor"

Na Figura 29, foi representado o subprocesso "Ver informação do consumidor/vendedor" composto pelo participante "Utilizador" e também contém duas tarefas/atividades, como "Find me" e "Explorar opção". Neste subprocesso não existem subprocessos associados.

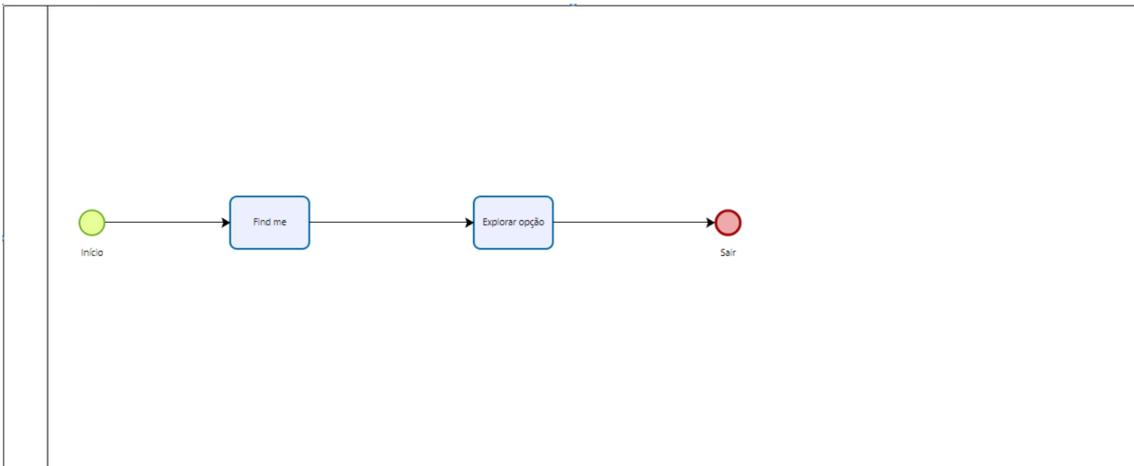


Figura 29 - Subprocesso Ver informação do consumidor/vendedor

Este subprocesso apenas contemplou uma *pool*, sendo esta a *pool* “Utilizador”, onde o mesmo inicia o processo e visualiza toda a informação disponível. Após a exploração da opção, sai do subprocesso onde se encontra e volta ao menu principal “Ver menu”.

#### 4.10.4.2 Subprocesso do processo “Ver menu” denominado por “Visualizar Contactos”

Na Figura 30, foi representado o subprocesso “Visualizar Contactos” composto pelo participante, “Utilizador” e contém também duas tarefas/atividades, como “Visualizar informação de contactos” e “Explorar opção”. Neste subprocesso não existem subprocessos associados.

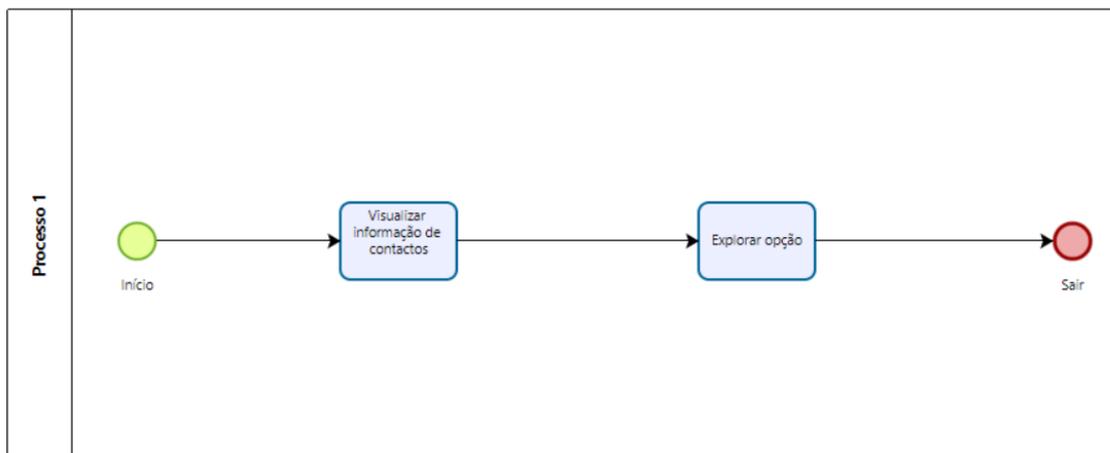


Figura 30 - Subprocesso Visualizar Contactos

Este subprocesso apenas contemplou uma *pool*, sendo esta, a *pool* “Utilizador”, onde o mesmo inicia o processo e visualiza toda a informação de contactos. Após a exploração da opção, sai do subprocesso onde se encontra e volta ao menu principal “Ver menu”.

#### 4.10.4.3 Subprocesso do processo “Ver menu” denominado por “Sugerir vendedor”

Na Figura 31, foi representado o subprocesso “Sugerir vendedor” composto pelo participante, “Utilizador” e por duas tarefas/atividades, como “Validar sugestão” e “Explorar opção”. Neste subprocesso não existem subprocessos associados.

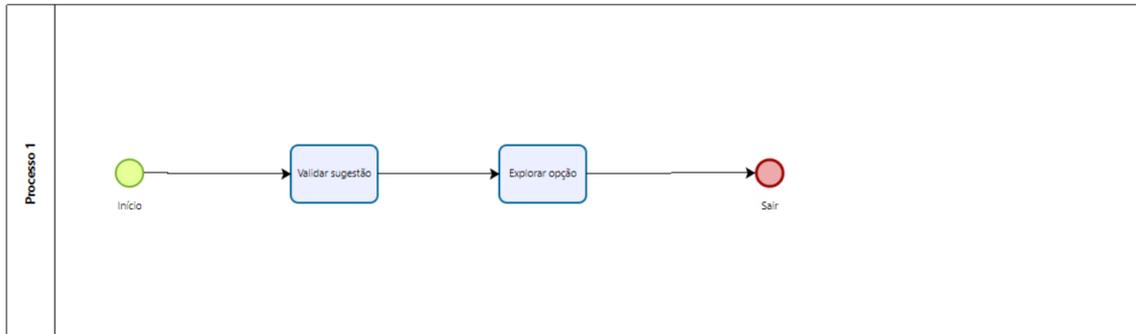


Figura 31 - Subprocesso Sugerir vendedor

Este subprocesso apenas contemplou uma *pool*, sendo esta, a *pool* “Utilizador”, onde o mesmo inicia o processo e valida as sugestões de vendedores. Após a exploração da opção, sai do subprocesso onde se encontra e volta ao menu principal “Ver menu”.

#### 4.10.4.4 Subprocesso do processo “Ver menu” denominado por “Visualizar sugestões”

Na Figura 32, foi representado o subprocesso “Visualizar sugestões” composto pelo participante, “Utilizador” e por duas tarefas/atividades, como “Visualizar sugestões de produtos” e “Explorar opção”. Neste subprocesso não existem subprocessos associados.

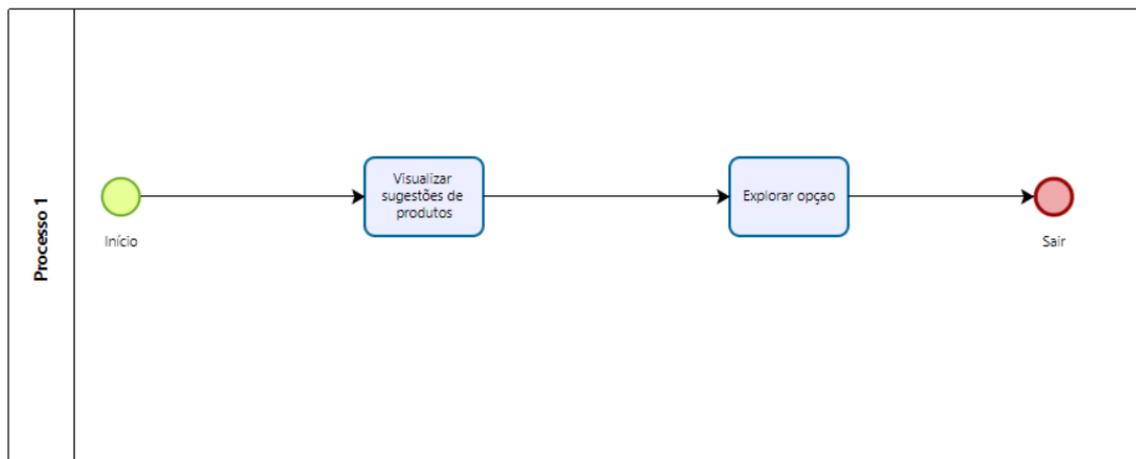


Figura 32 - Subprocesso Visualizar sugestões

Este subprocesso apenas contemplou uma *pool*, sendo esta, a *pool* “Utilizador”, onde o mesmo inicia o processo e visualiza todas as sugestões de produtos. Após a exploração da opção, sai do subprocesso onde se encontra e volta ao menu principal “Ver menu”.

#### 4.10.4.5 Subprocesso do processo “Ver menu” denominado por “Visualizar Áreas”

Na Figura 33, foi representado o subprocesso “Visualizar Áreas” composto pelo participante, “Utilizador” e contém também cinco tarefas/atividades, como “Ver áreas”, “Visualizar projetos”, “Visualizar notícias”, “Visualizar eventos”, “Explorar opção”, entre outras. Neste subprocesso não existem subprocessos associados.

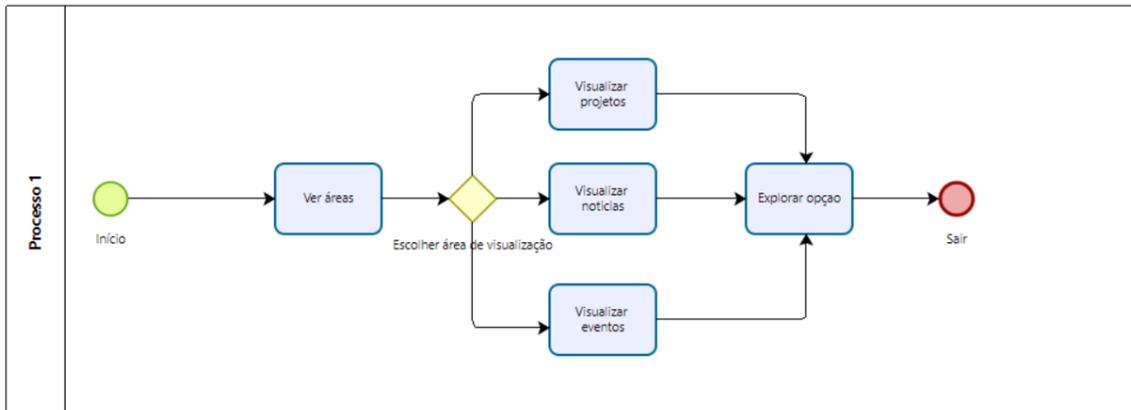


Figura 33 - Subprocesso Visualizar Áreas

Este subprocesso apenas contemplou uma *pool*, sendo esta, a *pool* “Utilizador”, onde o mesmo inicia o processo, escolhe qual área quer visualizar, isto é, pode visualizar projetos, notícias ou eventos. Após a escolha e exploração de determinada área, sai do subprocesso onde se encontra e volta ao menu principal “Ver menu”.

#### 4.10.4.6 Subprocesso do processo “Ver menu” denominado por “Visualizar Sobre Nós”

Na Figura 34, foi representado o subprocesso “Visualizar Sobre Nós” composto pelo participante, “Utilizador” e também contém duas tarefas/atividades, como “Visualizar informação sobre nós” e “Explorar opção”. Neste subprocesso não existem subprocessos associados.

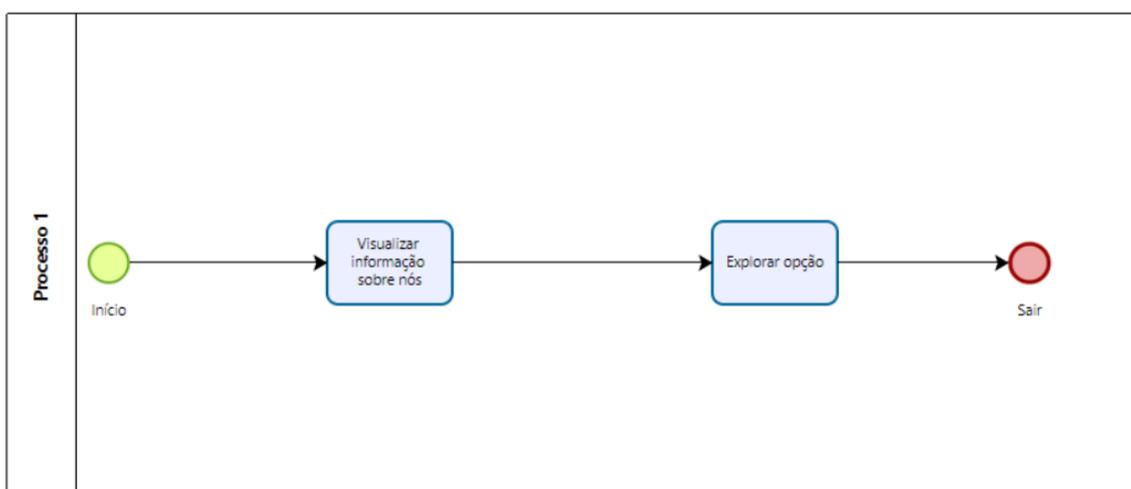


Figura 34 - Subprocesso Visualizar Sobre Nós

Este subprocesso apenas contemplou uma *pool*, sendo esta, a *pool* “Utilizador”, onde o mesmo inicia o processo e visualiza toda a informação disponível. Após a exploração da opção, sai do subprocesso onde se encontra e volta ao menu principal “Ver menu”.

#### 4.10.4.7 Subprocesso do processo “Ver menu” denominado por “Visualizar Home”

Na Figura 35, foi representado o subprocesso “Visualizar Home” composto pelo participante, “Utilizador” e também contém duas tarefas/atividades, como “Visualizar informação disponível na Home” e “Explorar opção”. Neste subprocesso não existem subprocessos associados.

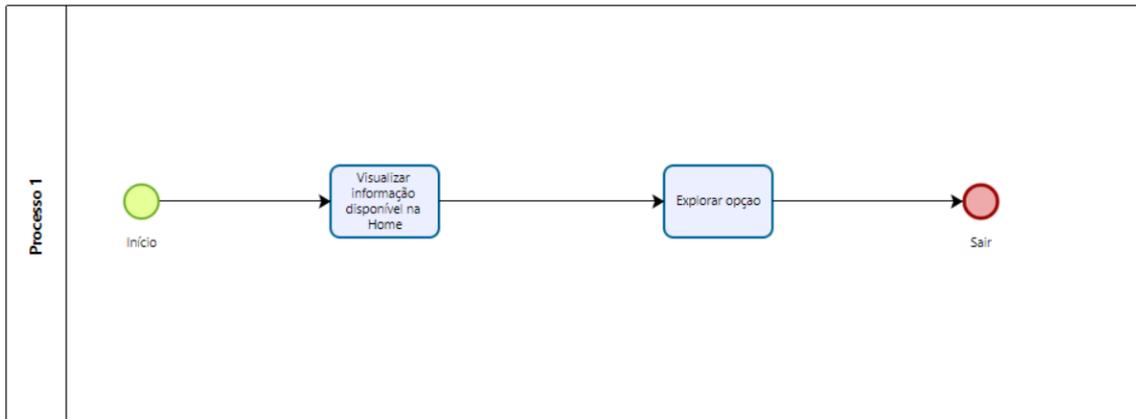


Figura 35 - Subprocesso Visualizar Home

Este subprocesso apenas contemplou uma *pool*, sendo esta, a *pool* “Utilizador”, onde o mesmo inicia o processo e visualiza toda a informação disponível na Home. Após a exploração da opção, sai do subprocesso onde se encontra e volta ao menu principal “Ver menu”.

#### 4.10.4.8 Subprocesso do processo “Ver menu” denominado por “Visualizar Serviço de Suporte”

Na Figura 36, foi representado o subprocesso “Visualizar Serviço de Suporte” composto pelo participante, “Utilizador” e contém também duas tarefas/atividades, como “Visualizar informação do serviço de suporte” e “Explorar opção”. Neste subprocesso não existem subprocessos associados.

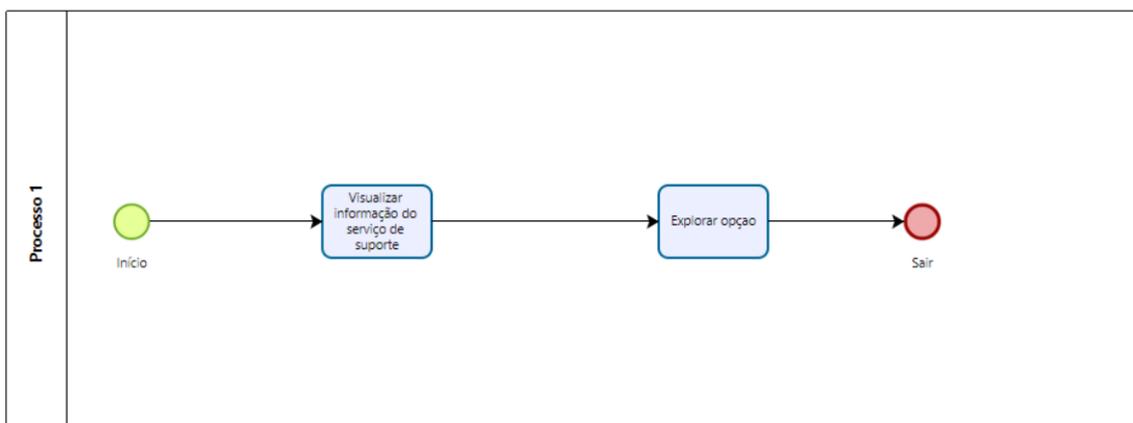


Figura 36 - Subprocesso Visualizar Serviço de Suporte

Este subprocesso apenas contemplou uma *pool*, sendo esta, a *pool* “Utilizador”, onde o mesmo inicia o processo e visualiza toda a informação relativamente ao serviço de suporte. Após a exploração da opção, sai do subprocesso onde se encontra e volta ao menu principal “Ver menu”.

#### 4.10.4.9 Subprocesso do processo “Ver menu” denominado por “Visualizar Perfil”

Na Figura 37, foi representado o subprocesso “Visualizar Perfil” composto pelo participante, “Utilizador” e também contém nove tarefas/atividades, como “Editar perfil”, “Visualizar encomendas ativas e pendentes”, “Explorar opção”, entre outras. Neste subprocesso existe um subprocesso associado denominado “Aceder a menu *ECOPoints*”.

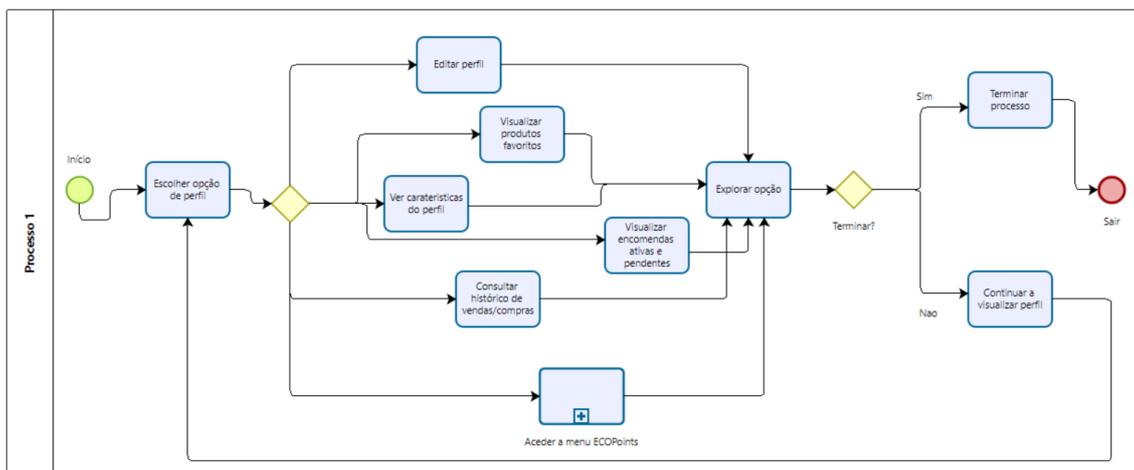


Figura 37 - Subprocesso Visualizar Perfil

Este subprocesso é proveniente do processo “Ver menu” e nele, o utilizador pode escolher a opção que deseja visualizar e explorar, como por exemplo, editar perfil, ver as características do perfil, consultar histórico de vender/ compras, visualizar produtos favoritos, visualizar encomendas ativas e pendentes e também aceder a menu *ECOPoints*. Após exploração de uma determinada opção, o utilizador pode optar por terminar e assim sai do subprocesso onde se encontra e volta ao menu principal “Ver menu” ou então pode continuar a visualizar o perfil e explorar outra opção.

#### 4.10.4.10 Subprocesso do subprocesso “Visualizar Perfil” denominado por “Aceder a menu *ECOPoints*”

Na Figura 38, foi representado o subprocesso “Aceder a menu *ECOPoints*”, proveniente do subprocesso “Visualizar Perfil”. Este subprocesso é composto pelo participante “Utilizador” e também contém seis tarefas/atividades, como “Ver os *ECOPoints*”, “Usar *ECOPoints*”, “Explorar opção”, entre outras. Neste subprocesso não existem subprocessos associados.

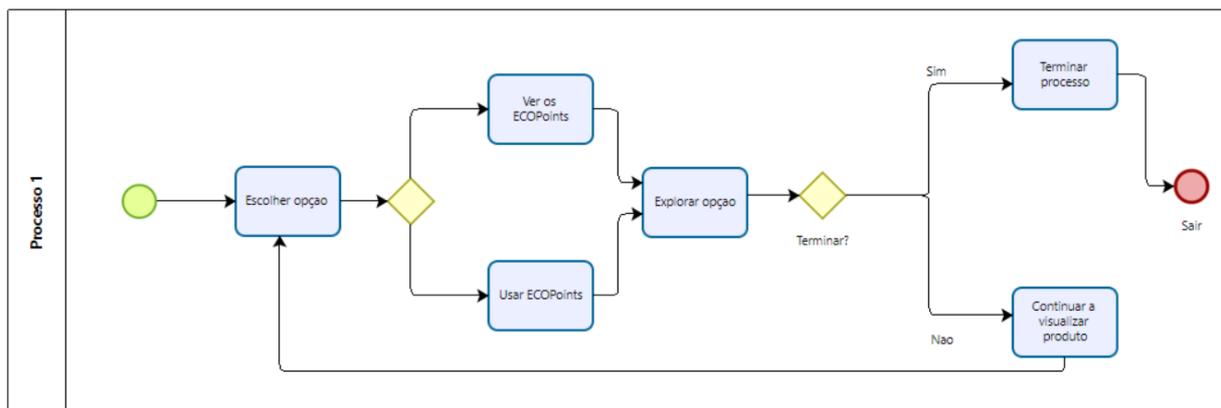


Figura 38 - Subprocesso "Aceder a menu *ECOPoints*"

Neste subprocesso, o utilizador pode escolher a opção que deseja visualizar e explorar, como por exemplo, ver os *ECOPoints* disponíveis ou então usar os *ECOPoints* da forma que desejar. Após exploração de uma determinada opção, o utilizador pode optar por terminar ou então pode continuar a visualizar o menu *ECOPoints* e explorar outra opção.

#### 4.10.4.11 Subprocesso do processo "Ver menu" denominado por "Notificar"

Na Figura 39, foi representado o subprocesso "Notificar" composto por quatro tarefas/atividades, como "Selecionar todos utilizadores", "Verificar informações necessárias a cada utilizador", entre outras. Neste subprocesso não existem subprocesso associados.

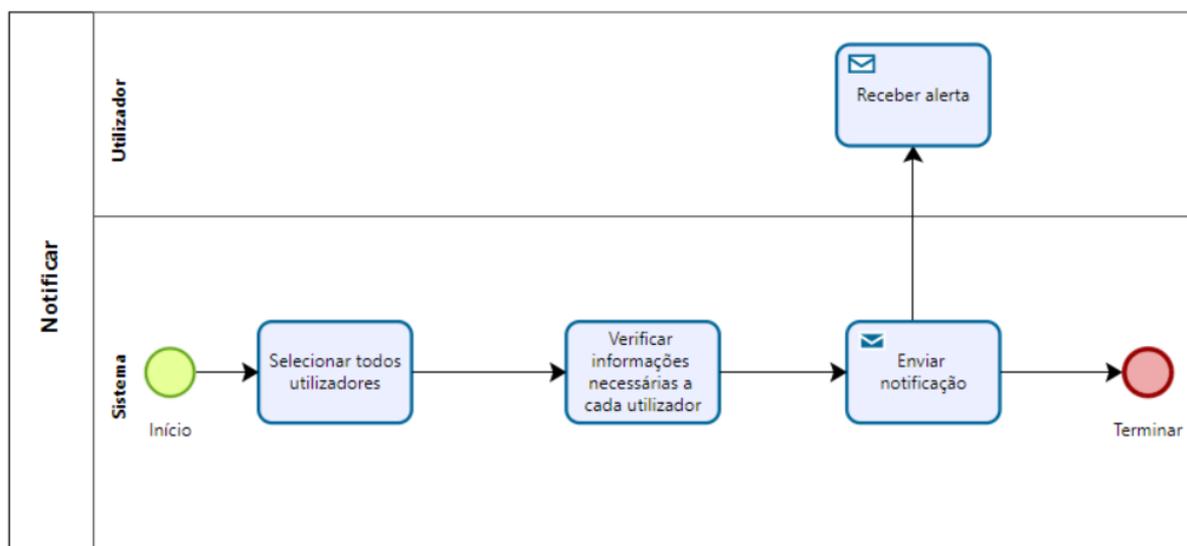


Figura 39 - Subprocesso Notificar

O subprocesso dividiu-se em duas *lanes*, tendo início na segunda *lane* onde são selecionados todos os utilizadores e verifica todas as informações que são necessárias enviar a cada um, posto isto, cada utilizador recebe um alerta com as informações que necessitam. Após isto, o subprocesso termina.

#### 4.10.4.12 Subprocesso do processo “Ver menu” denominado por “Sugerir parceria”

Na Figura 40, foi representado o subprocesso “Sugerir parceria” composto por sete tarefas/atividades, como “Visualizar lista de possíveis parceiros”, “Analisar pedido de parceria”, “Aguardar resposta de parceria”, entre outras. Neste subprocesso não existem subprocesso associados.

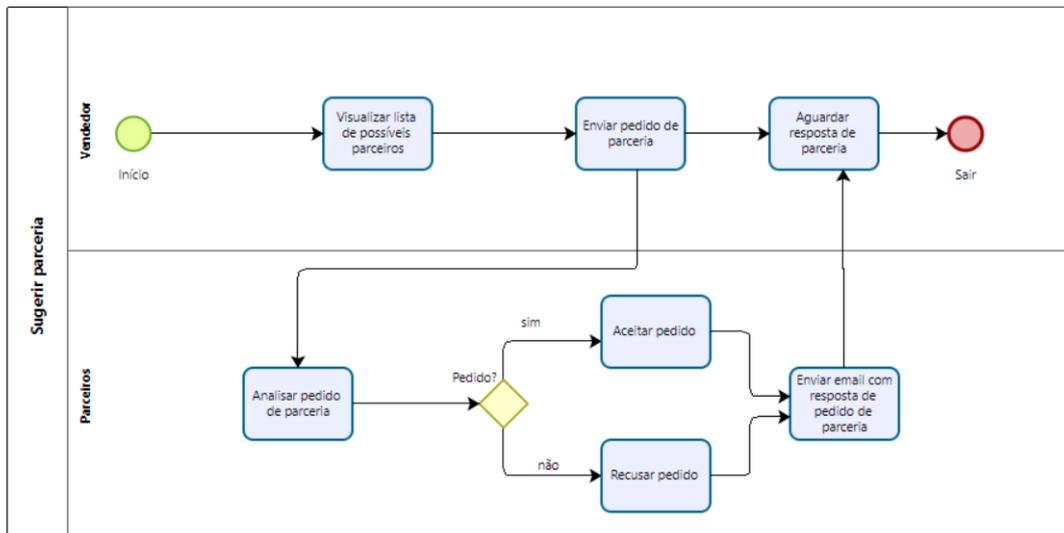


Figura 40 - Subprocesso Sugerir Parceria

Este subprocesso inicia-se na primeira *lane*, onde o vendedor inicia o processo e visualiza a lista de possíveis parceiros. Caso encontre um parceiro que vá de encontro às suas necessidades, envia um pedido de parceria ao mesmo e aguarda uma resposta.

Após enviar o pedido de parceria, o processo passa a realizar-se na outra *lane*, onde o pedido de parceria vai ser analisado e posteriormente aceite ou recusado. Conforme a decisão na resposta, é enviado um email para o vendedor com a informação de aceitação ou não do pedido de parceria. Após isto, o processo termina.

#### 4.10.4.13 Subprocesso do processo “Ver menu” denominado por “Visualizar Marketplace”

Na Figura 41, foi representado o subprocesso “Visualizar Marketplace” composto por vinte tarefas/atividades, como “Dar *like* no produto”, “Pesquisar/filtrar”, “Criar/Editar/Apagar produto”, entre outras. Neste subprocesso existe um subprocesso associado, denominado “Solicitar produto”.

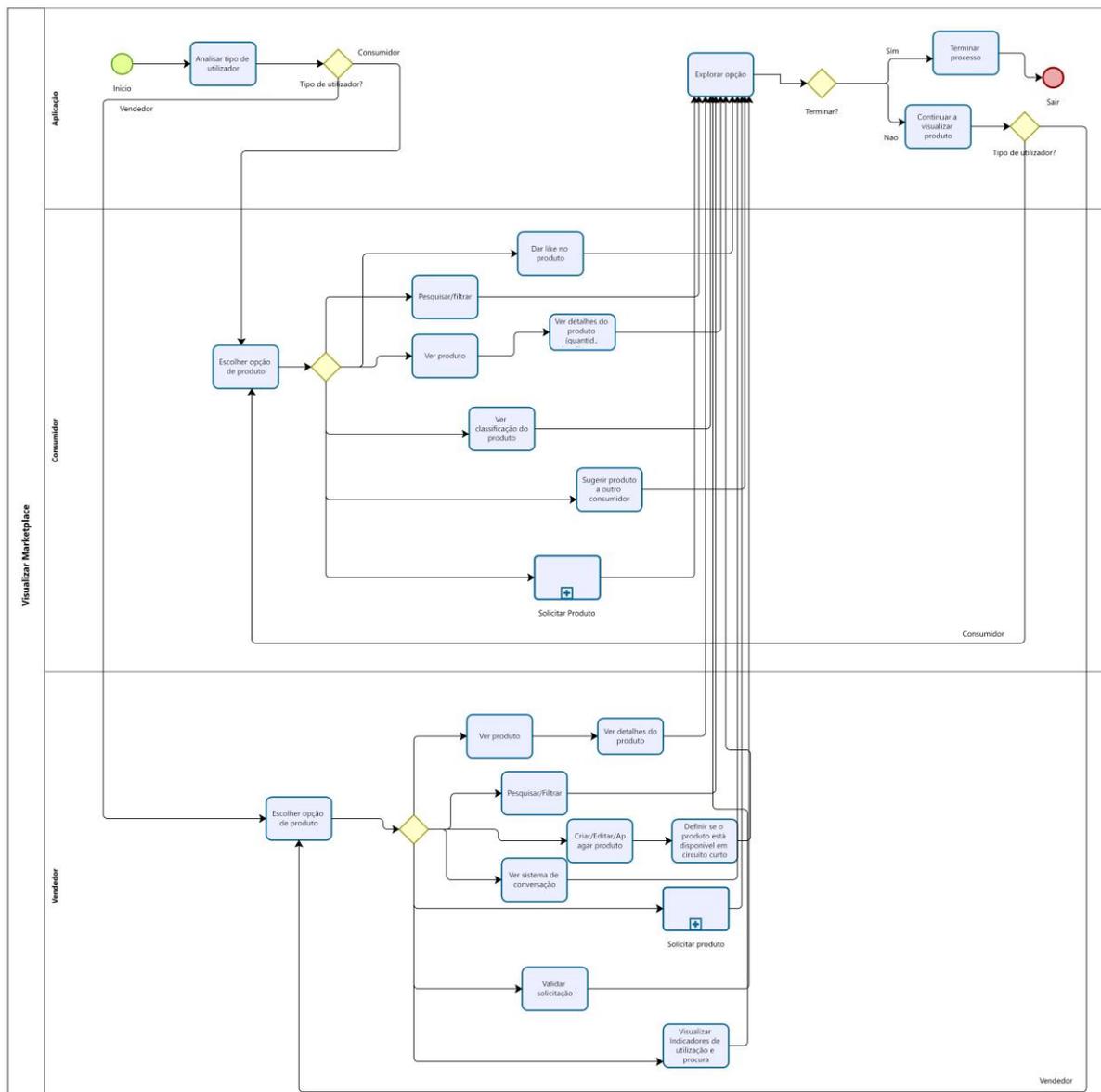


Figura 41 - Subprocesso Visualizar Marketplace

O utilizador entra na aplicação e é verificado o seu tipo, isto é, se é do tipo vendedor ou consumidor. Se o login for dado como consumidor, este pode visualizar opções como, dar *like* no produto, pesquisar/filtrar, ver produto e os seus respetivos detalhes, ver classificação do produto, sugerir produto a outro consumidor ou então solicitar produto que corresponde a um subprocesso.

Caso o utilizador tenha o login dado como vendedor, este pode visualizar as seguintes opções, ver produto e os seus respetivos detalhes, pesquisar/filtrar, criar/editar/apagar produto (onde pode definir se o mesmo está disponível em circuitos curtos), ver sistema de conversação, validar solicitação, visualizar indicadores de utilização e de procura e por fim solicitar produto.

Conforme a atividade escolhida dentro das diversas possibilidades e a sua respectiva exploração, o processo pode terminar ou então, pode voltar ao início e escolher outra opção.

#### 4.10.4.13.1 Subprocesso do subprocesso “Visualizar Marketplace” denominado por “Solicitar produto”

Na Figura 42, foi representado o subprocesso “Solicitar produto”, proveniente do subprocesso “Visualizar Marketplace”. Este subprocesso é composto pelo participante “Utilizador”, e também contém nove tarefas/atividades, como “Simular solicitação”, “Comparar oferta”, “Explorar opção”, entre outras. Neste subprocesso existe um subprocesso associado denominado “Reservar produto”.

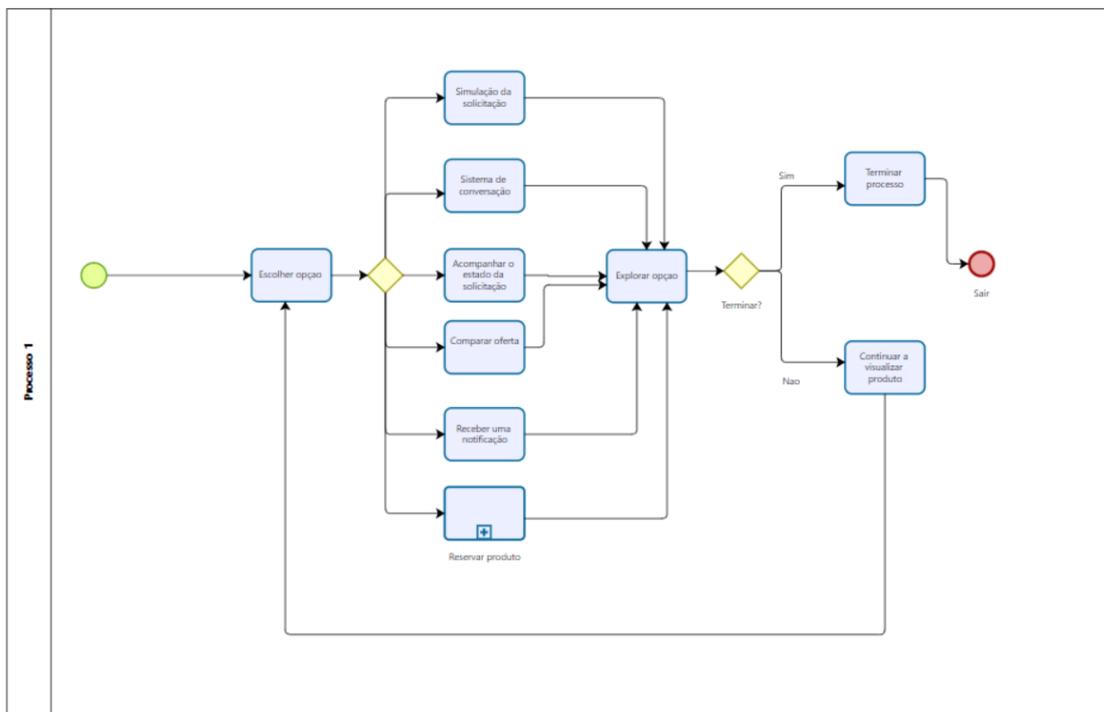


Figura 42 - Subprocesso Solicitar Produto

Este subprocesso contempla uma *pool* “Utilizador” onde utilizador pode escolher a opção que deseja visualizar e explorar, como por exemplo, simular solicitação, ver sistema de conversação, acompanhar o estado da solicitação, comparar ofertas, receber uma notificação e por fim reservar produto que consiste na realização da encomenda.

Após exploração de uma determinada opção, o utilizador pode optar por terminar ou então pode continuar a visualizar o produto e explorar outra opção.

#### 4.10.4.13.2 Subprocesso do subprocesso “Solicitar produto” denominado por “Reservar produto”

Na Figura 43, foi representado o subprocesso “Reservar produto”, proveniente do subprocesso “Solicitar produto”. Este subprocesso é composto por dezanove tarefas/atividades, como “Validar aquisição do

produto”, “Receber pedido de aquisição”, “Receber pedido de entrega do produto”, entre outras. Neste subprocesso não existem subprocessos associados.

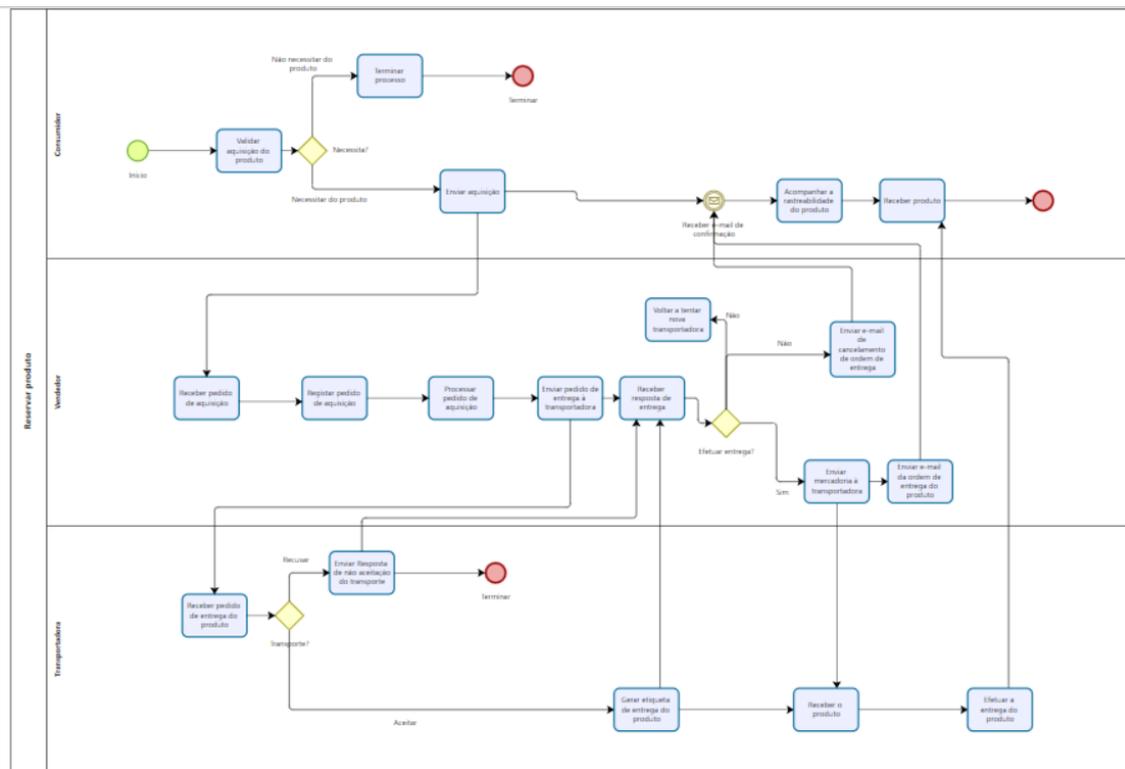


Figura 43 - Subprocesso “Reservar Produto”

Este processo diz respeito à validação, isto é, à decisão de aquisição ou não do produto.

Todo o processo começa na primeira *lane*, quando o consumidor decide se valida ou não a sua aquisição do produto. Caso não necessite do produto o processo termina, caso necessite, então é enviada uma aquisição para o vendedor e aguardada uma resposta por parte do mesmo.

Quando o vendedor recebe este pedido de aquisição, registra, processa, envia um pedido de entrega à transportadora e aguarda uma resposta da mesma.

A partir do momento em que a transportadora recebe o pedido de entrega, tem de decidir se entrega ou não. Caso não entregue, é enviada a resposta de não aceitação do transporte para o vendedor e o processo termina. Caso aceite efetuar o transporte, é gerada uma etiqueta de entrega do produto e é enviada uma resposta de aceitação do transporte ao vendedor.

Visto que, a transportadora envia a resposta da realização ou não do transporte para o vendedor, quando o transporte é efetuado, então o vendedor envia a mercadoria à transportadora e também envia um email da ordem de entrega do produto ao consumidor, a partir daí o consumidor consegue acompanhar a rastreabilidade do produto até receber o mesmo no destino, após a recepção o processo termina. Quando

o transporte não é efetuado, então o vendedor pode voltar a tentar outra transportadora ou então pode enviar um email de cancelamento da ordem de entrega do produto ao consumidor.

#### 4.10.4.14 Subprocesso do processo “Ver menu” denominado por “Sugerir produto”

Na Figura 44, foi representado o subprocesso “Sugerir produto”, este subprocesso é composto por treze tarefas/atividades, como “Ver produtos favoritos”, “Ver lista de possíveis resíduos”, “Ver áreas de aplicação/transformação”, entre outras. Neste subprocesso não existem subprocessos associados.

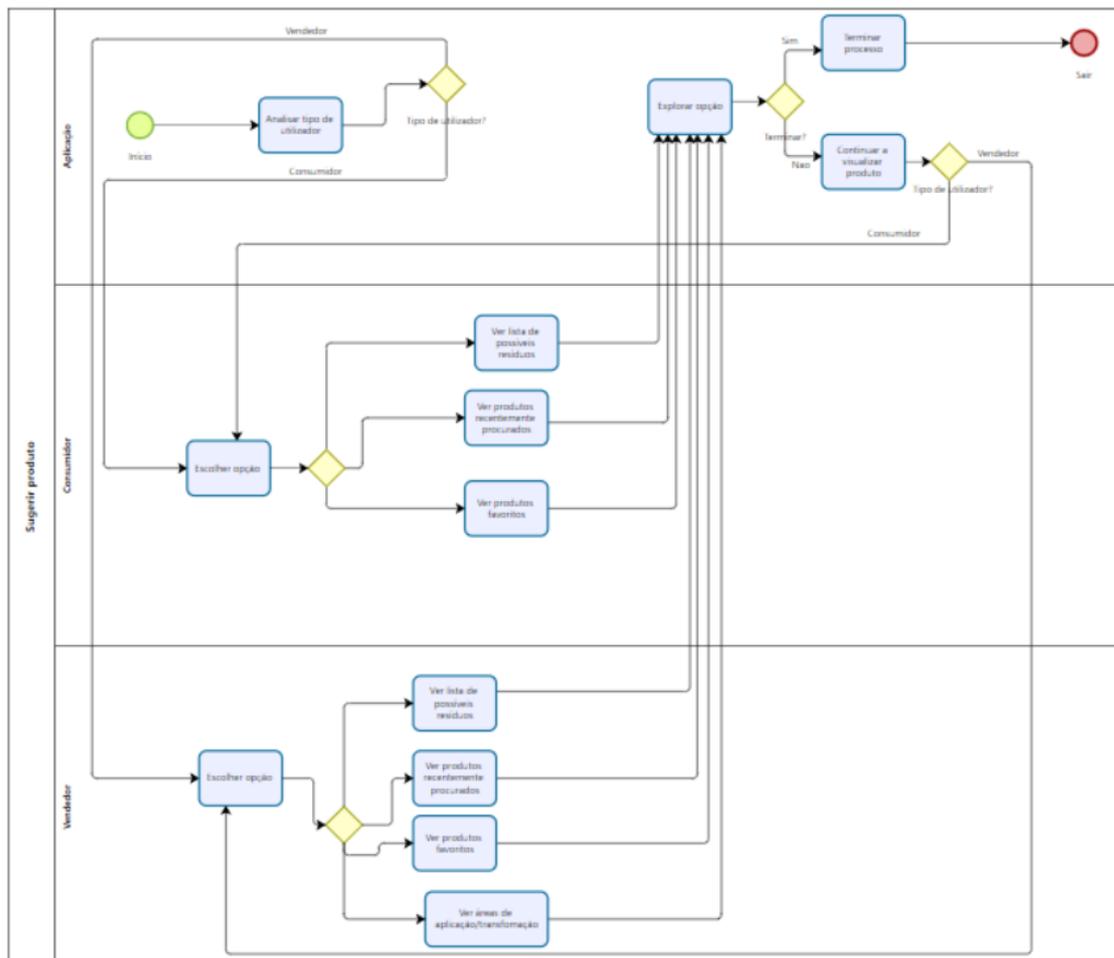


Figura 44 - Subprocesso Sugerir Produto

O utilizador entra na aplicação e é verificado o seu tipo, isto é, se é do tipo vendedor ou consumidor. Se o utilizador entra como consumidor, pode escolher a opção de visualizar lista de possíveis resíduos, ver produtos recentemente procurados ou então ver produtos favoritos. Caso o utilizador entre como vendedor, então pode escolher, ver lista de possíveis resíduos, ver produtos recentemente procurados, ver produtos favoritos ou então ver áreas de aplicação/ transformação.

Conforme a atividade escolhida dentro das diversas possibilidades e a sua respetiva exploração, o processo pode terminar ou então, pode voltar ao início e escolher outra opção.

## 5 DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Este estudo foi composto por três fases. Numa primeira fase, foram realizadas três sessões de *Focus Group* (Subcapítulo 4.2), onde estiveram presentes os elementos do consórcio. Nestas sessões, com base no levantamento do estado de arte, onde foi feito um levantamento de vinte e nove plataformas de simbiose industrial (SI), foram identificadas as funcionalidades fundamentais de uma plataforma de SI. Após identificadas as funcionalidades fundamentais, foi preparado um processo de *Benchmarking*, de modo a comparar as vinte e nove plataformas de acordo com as respectivas funcionalidades, e verificar qual a plataforma mais completa.

Aquando da realização da análise comparativa, denotou-se que apenas nove plataformas (31,03%) são desenvolvidas a nível mundial, dez plataformas (34,48%) a nível europeu e as restantes foram criadas para áreas mais restritas. Das vinte e nove plataformas, quinze (54%) correspondem a soluções desenvolvidas no âmbito de projetos financiados por entidades governamentais. Para além disso, todas as plataformas identificadas promovem a simbiose industrial, contudo, algumas não permitem a troca de resíduos ou restringem o tipo de resíduos a transacionar.

Com esta análise, foi possível verificar que funcionalidades como o registo de resíduos, registo de oferta e serviço de suporte estão normalmente incluídas nas plataformas de simbiose industrial. Porém, 70% das plataformas identificadas não utilizam Inteligência Artificial, nem consideram o cumprimento das normas legais. Nenhuma das plataformas inclui a funcionalidade Registo de resíduos em Real time e cerca de 55,17% cobrem menos de metade das funcionalidades identificadas.

Numa segunda fase, foram escolhidas as cinco plataformas que obtiveram maior percentagem na matriz de comparação na fase anterior, isto é, revelando-se assim mais completas. Assim, como nas sessões de *Focus Group* os especialistas definiram que as plataformas selecionadas como mais completas tinham de apresentar, pelo menos, 70% das funcionalidades identificadas. Essas plataformas foram, *Circular Network – Materials Network* com 72,73%, *Sharebox* com 90,91%, *Symbiosis platform* com 72,73%, *Syner* com 72,73% e *Stichting InduSym* com 90,91%.

Posto isto, a fim de identificar a plataforma mais completa dentro destas cinco, foram identificadas dezassete funcionalidades essenciais para uma plataforma de simbiose industrial, como mostra a Tabela 8.

As cinco plataformas foram depois analisadas de acordo com as dezassete características identificadas, e foi possível verificar que as plataformas analisadas não permitem a ligação entre diferentes sistemas,

o que leva as organizações a registar informação duplicada noutros sistemas, aumentando o tempo e o esforço despendido.

Desta análise, a plataforma mais completa foi a *Stichting InduSym*, com 76,47% dentro das características selecionadas. Apesar de ser uma percentagem elevada, o facto de apenas suportar a língua holandesa, limita a sua área de atuação. Embora a plataforma *Sharebox* tenha apresentado uma ótima percentagem na primeira fase, nesta segunda análise, apresentou uma percentagem de resposta de apenas 32,29%. Esta diferença de valor, deve-se às funcionalidades analisadas, visto que, a segunda análise incluiu mais funcionalidades globais, pelo que é normal existir uma diminuição desta percentagem. Após a comparação de *Benchmarking* foi possível perceber que qualquer plataforma pode satisfazer todos os requisitos das organizações.

Numa terceira fase, com a realização do estudo feito na primeira e na segunda fase, foi possível definir o backlog de todo o projeto. Os requisitos da aplicação definidos permitiram proceder ao desenvolvimento da plataforma de simbiose industrial, uma vez que, o consórcio perante esta realidade e com base na experiência e know-how, propôs o desenvolvimento de uma plataforma global que respondesse aos requisitos do projeto Be@T (*Bioeconomy at Textiles*). Deste modo, juntamente com um trabalho articulado com a equipa de design e de desenvolvimento, por forma a unificar os resultados, foi realizada a modelação BPMN (*Business Process Modeling Notation*) de todos os processos pertencentes à plataforma, dando assim origem a quatro processos e vinte e dois subprocessos.

## 6 CONCLUSÃO

Este capítulo, consiste numa visão geral de todo o trabalho desenvolvido ao longo do documento, realçando as conclusões obtidas no decorrer do mesmo. De forma a tornar mais perceptível todos os pontos atingidos ao longo desta dissertação, esta secção encontra-se dividida em duas partes. A primeira parte consiste nas considerações finais desta dissertação, onde é feito um *overview* do trabalho realizado ao longo do documento. Por conclusão, na segunda parte, é efetuada uma análise de riscos do projeto e as respetivas soluções.

### 6.1 Considerações Finais

Com o objetivo de sintetizar todo o trabalho desenvolvido acerca da questão de investigação sobre a temática da viabilidade de representar de forma visual os modelos de uma plataforma de simbioses industrial (SI) que seja capaz de combater os efeitos adversos da indústria têxtil para a sustentabilidade, foi através de todo o estudo desenvolvido ao longo deste documento, possível compreender que com a representação visual dos modelos de uma plataforma industrial é mais perceptível para a equipa de desenvolvimento todas as funcionalidades fundamentais que a aplicação necessita ter e todas as ligações que precisam existir.

Este projeto, a fim de obter resultados concentrou-se na realização da modelação de uma plataforma de tecnologia de informação que possibilite a criação de simbioses industriais, que facilite a comunicação e cooperação entre indústrias de diferentes setores maximizando as interações, promovendo a troca de informação e de resíduos/ subprodutos, potenciando a economia circular. Assim, esta dissertação tinha como objetivos secundários o desenvolvimento de modelos de *Business Process Modeling Notation* (BPMN) da plataforma, o levantamento de soluções na área de Simbiose Industrial, a exploração de abordagens inovadoras de ecodesign e ecoengenharia para garantir a circularidade de produtos têxteis e por fim, a promoção da reutilização, recolha e reciclagem de têxteis.

Para a realização do estudo, com o intuito de explorar mais sobre a introdução de simbiose industrial no setor da indústria têxtil, foi realizado um estudo onde foram comparadas diversas plataformas, *frameworks*, projetos e redes desenvolvidas para este fim com diversas áreas de aplicação e tipologias. Deste estudo comparativo, surgiu um total de quarenta e sete soluções, sendo que, vinte e nove correspondem a Plataformas, ou seja, consistem em modelos de negócio que funcionam por meio da tecnologia, garantindo assim um suporte à execução de tarefas e também à facilitação de processos de

gestão de negócios e as restantes dezoito correspondem a Iniciativas, isto é, consiste na junção de tudo o que é projeto, ecossistema e programa que não adotam a utilização de tecnologia. De forma a identificar a plataforma mais completa e global, foram apenas consideradas para exploração as soluções classificadas de acordo com o tipo plataforma.

Definidas as vinte e nove plataformas de simbiose industrial (SI), foram realizadas três sessões de *Focus Group* com os elementos do consórcio, onde foi feito o levantamento das mesmas de forma a identificar as funcionalidades essenciais de uma plataforma de SI. Depois de identificadas as vinte e nove plataformas e as respetivas funcionalidades essenciais foi preparado um processo de *Benchmarking* e cada plataforma foi analisada tendo em conta essas mesmas funcionalidades.

Desta análise, foi perceptível que funcionalidades como o *registo de resíduos*, o *registo de ofertas* e o *serviço de apoio* normalmente estão presentes em plataformas de SI, em contrapartida, nenhuma plataforma identificada inclui a funcionalidade *Registo em Real-time*. Também foi possível verificar que mais de 70% das plataformas não utilizam Inteligência Artificial nem consideram o cumprimento das normas legais e cerca de 55,17% das plataformas cobrem menos de metade das funcionalidades identificadas. Segundo esta análise, as plataformas *Stichting InduSym* e *Sharebox* foram as mais bem classificadas com uma percentagem de 90,91% das funcionalidades identificadas.

Após a realização da comparação das vinte e nove plataformas procedeu-se a uma análise mais pormenorizada daquelas que obtiveram uma maior pontuação na matriz de comparação. Assim, como nas sessões de *Focus Group* os especialistas definiram que as plataformas selecionadas foram aquelas que apresentavam, pelo menos, 70% das funcionalidades referidas anteriormente, então estas plataformas são, *Circular Network – Materials Network*, *Sharebox*, *Symbiosis platform*, *Syner* e *Stichting InduSym*.

Seguidamente, as plataformas foram comparadas, apresentando uma descrição e uma lista das funcionalidades mais diferenciadoras e impactantes para o utilizador. Contudo, para selecionar corretamente a plataforma que melhor responde às necessidades das organizações, foi necessário, identificar, com base na literatura existente e no know-how do consórcio, as características que deviam ser consideradas para análise. Posto isto, foram identificadas dezassete funcionalidades essenciais para uma plataforma de simbiose industrial.

As cinco plataformas foram analisadas perante as dezassete características identificadas, demonstrando que a plataforma mais completa foi a *Stichting InduSym*, com uma percentagem de 76,47%. Embora tenha uma percentagem elevada, o facto de suportar apenas a língua holandesa faz com que a sua área de atuação seja limitada.

Com a exploração das soluções já existentes e com a devida identificação da plataforma mais completa e global foi possível iniciar a modelação da plataforma de simbiose industrial. Todo o estudo das soluções já existentes foi fundamental para que, no desenvolver da plataforma, tudo estivesse mais claro, isto é, todos os requisitos fundamentais estivessem presentes. Deste modo, juntamente com um trabalho articulado com a equipa de design e de desenvolvimento por forma a unificar os resultados, foi realizada a modelação BPMN (*Business Process Modeling Notation*) de todos os processos pertencentes à plataforma, dando assim origem a quatro processos e vinte e dois subprocessos, sendo estes:

- **Processo Login** - Corresponde à entrada do utilizador na plataforma e não contém subprocessos.
- **Processo Registo** - Corresponde ao registo dos utilizadores que podem ser do tipo vendedor ou consumidor na plataforma e apenas contém um subprocesso associado denominado por:
  - ✓ Subprocesso “Validar entidade”.
- **Processo Menu Utilizador** - Corresponde a um menu inicial onde o utilizador que ainda não efetuou registo na plataforma, pode obter mais informações sobre a mesma, este processo contém oito subprocessos denominados por:
  - ✓ Subprocesso Visualizar “Marketplace”;
  - ✓ Subprocesso Visualizar “Home”;
  - ✓ Subprocesso Visualizar “Contactos”;
  - ✓ Subprocesso Visualizar “Áreas”;
  - ✓ Subprocesso Visualizar “Sobre Nós”;
  - ✓ Subprocesso Visualizar “Serviço de suporte”;
  - ✓ Subprocesso Efetuar Login/Registo;
  - ✓ Subprocesso Visualizar “Perfil e notificações”.
- **Processo Ver Menu** - Este processo refere-se ao menu principal da plataforma, onde o utilizador que já se encontra com o login efetuado pode aceder a todas as funcionalidades que a plataforma permite e neste processo existem treze subprocessos, sendo estes:
  - ✓ Subprocesso “Visualizar perfil”;
  - ✓ Subprocesso “Visualizar Marketplace”;
  - ✓ Subprocesso “Ver informação do consumidor/vendedor”;
  - ✓ Subprocesso “Sugerir vendedor”;
  - ✓ Subprocesso “Sugerir produtos”;
  - ✓ Subprocesso “Visualizar sugestões”;

- ✓ Subprocesso “Visualizar áreas”;
- ✓ Subprocesso “Visualizar Sobre Nós”;
- ✓ Subprocesso “Visualizar *Home*”;
- ✓ Subprocesso “Notificar”;
- ✓ Subprocesso “Visualizar contactos”
- ✓ Subprocesso “Visualizar Serviço de Suporte”;
- ✓ Subprocesso “Sugerir parceria”.

Posto isto, na Tabela 11 é feito um breve resumo dos resultados obtidos conforme os objetivos do projeto.

Tabela 11 - Objetivos e resultados

<b>Objetivos</b>	<b>Resultados</b>
Levantar soluções existentes na área de Simbiose Industrial.	Levantamento de quarenta e sete soluções, sendo vinte e nove consideradas plataformas e dezoito iniciativas. Para análise apenas foram consideradas as soluções designadas por “Plataformas”.
Explorar abordagens inovadoras de ecodesign e ecoengenharia para garantir a circularidade de produtos têxteis;	Para a realização destes objetivos, foram realizadas três sessões de <i>Focus Group</i> que resultaram na identificação de dezassete funcionalidades e também no <i>backlog</i> do projeto.
Promover a reutilização, recolha e reciclagem de têxteis.	Foi também efetuado um estudo de <i>Benchmarking</i> , que permitiu identificar a plataforma mais global.
Desenvolver modelos de <i>Business Process Modeling Notation</i> (BPMN).	Desenvolvimento de quatro processos principais e vinte e dois subprocessos.

Por conclusão, este documento identifica as características fundamentais que uma plataforma de simbiose industrial deve conter para melhorar as simbioses industriais e a economia circular entre entidade. Contribuindo também para a partilha das melhores plataformas de simbiose industrial a adotar com as organizações e também com um desenvolvimento detalhado da modelação de todos os processos que uma plataforma de simbiose industrial deve conter. Para além disto, com a representação visual dos modelos de uma plataforma de simbiose industrial, foi possível responder à questão de investigação "É viável representar de forma visual os modelos de uma plataforma de simbioses industrial que seja capaz de combater os efeitos adversos da indústria têxtil para a sustentabilidade?", uma vez que, permitiu combater os efeitos adversos da indústria têxtil para a sustentabilidade. Visto que, com todo o estudo realizado e com a definição da melhor plataforma, a realização da modelação teve em conta todas as funcionalidades exploradas tornando-se mais completa e assim sendo, contribuindo para a sustentabilidade ambiental, permitindo a interação entre empresas, contribuindo para a qualidade de

vida da sociedade, permitindo um aumento na esperança média de vida dos resíduos, bem como um aumento da sua utilização.

## 6.2 Análise de Riscos

Para a realização deste documento foram definidos desde início, os principais riscos que podiam surgir e deste modo, impedir a conclusão do mesmo com sucesso. Para que tal não acontecesse, foram tomadas várias medidas que permitiram combater esses riscos, fazendo com que nenhum se realizasse. Desta análise dos riscos foram tidos em conta 4 parâmetros bastante importantes, como, probabilidade de ocorrência (P), impacto (I), gravidade (G) e a ocorrência (O).

Relativamente à probabilidade de ocorrência (P), esta foi avaliada de 1 até 5, sendo que 1 significa pouca probabilidade e 5 significa elevada probabilidade; no que diz respeito ao impacto (I), este foi avaliado de 1 até 5, onde 1 significa baixo impacto e 5 significa extremo impacto; relativamente à gravidade (G), esta foi o resultado da multiplicação da probabilidade com o impacto e pode variar entre 1 e 25, quanto maior mais gravidade existe; por fim, a ocorrência (O), foi avaliada em sim (S) caso o risco se tenha verificado, para o caso de não se ter verificado, então foi deixado em branco.

Assim, foram tidos em conta seis riscos principais, como mostra a Tabela 12:

Tabela 12 - Lista de Riscos

<b>Risco</b>	<b>Mitigação</b>	<b>P</b>	<b>I</b>	<b>G</b>	<b>O</b>	<b>Decisões implementadas</b>
Falha na data de entrega	Maior esforço de forma a cumprimento dos prazos.	2	5	10		Foram definidas horas de trabalho semanais dedicadas à realização desta dissertação, permitindo assim que fossem cumpridos todos os prazos de entregas.
Falta de informação sobre o tema	Realizar reuniões com o orientador e ir tirando todas as dúvidas.	1	3	3		De modo a obter toda a informação necessária acerca do tema, para além da realização de reuniões com o orientador foram também realizadas diversas pesquisas em artigos, livros, entre outros, que permitiram entender mais sobre o tema, bem como o que lhe estava associado.
Definição incorreta dos objetivos do projeto	Fazer uma análise pormenorizada dos objetivos, discutir e possivelmente alterar.	1	4	4		Foi feita uma análise pormenorizada dos objetivos do projeto e posto isto, foram discutidos com o orientador;
Perda de documentação	Fazer armazenamento numa fonte externa.	1	4	4		Toda a documentação esteve sempre armazenada e atualizada numa fonte externa, impedindo a perda da documentação;
Dificuldade em atingir todos os resultados esperados	Voltar a analisar o tema e adaptar os objetivos.	2	4	8		Todos os objetivos foram cumpridos, devido ao trabalho árduo efetuado e também à colaboração do orientador.

<b>Risco</b>	<b>Mitigação</b>	<b>P</b>	<b>I</b>	<b>G</b>	<b>O</b>	<b>Decisões implementadas</b>
Falta de comunicação com o orientador	Fazer a calendarização de reuniões com bastante antecedência.	1	3	3		Para além de terem sido efetuadas reuniões com o orientador, foram sempre trocadas várias mensagens de esclarecimento que permitiram que o trabalho não ficasse estagnado.

Em suma, este projeto foi impactante para a indústria têxtil uma vez que permitiu através de uma plataforma de simbiose industrial (SI), combater a quantidade de resíduos produzidos dando-lhes assim uma nova vida. Os resultados obtidos neste estudo salientam, para além, de um contributo ao nível da sustentabilidade ambiental, um contributo para a qualidade de vida da sociedade.

## REFERÊNCIAS

- European Cluster Collaboration Platform*. (2013). Acedido 7 de março de 2023, em:  
<https://clustercollaboration.eu/erek/database>
- About*. (2020). Circular Materials Network. Acedido 7 de março de 2023, em:  
<https://about.materials.network/>
- AI4B | ICT infrastructure for biomass symbiotic networks*. (2013). Acedido 6 de março de 2023, em:  
<https://www.ai4b.gr/?lang=en>
- ambipar. (2021). *Valorização de resíduos: O que é?* Ambipar. A líder em gestão ambiental.  
<https://ambipar.com/noticias/valorizacao-de-residuos-o-que-e/>
- APA. (2021). *Resíduos | Agência Portuguesa do Ambiente*. <https://apambiente.pt/residuos>
- APA. (2023). *Subprodutos | Agência Portuguesa do Ambiente*.  
<https://apambiente.pt/residuos/subprodutos>
- Asset Database | Pilots4U*. (2017). Acedido 6 de março de 2023, em: <https://biopilots4u.eu/database>
- BE CIRCLE | What if industrial ecology was operational for you?* (2013). Acedido 6 de março de 2023,  
em: <https://be-circle.com/>
- Benedict, M., Kosmol, L., & Esswein, W. (2018). *Designing Industrial Symbiosis Platforms—From Platform Ecosystems to Industrial Ecosystems*.
- Bienvenido a residuorecurso*. (2012). Acedido 6 de março de 2023, em:  
<https://www.residuorecurso.com/es>
- BIOVOICES - Get To Know The Project*. (2018). Acedido 6 de março de 2023, em:  
<https://www.biovoices.eu/about-us/the-scope-/>
- Centro para a Valorização de Resíduos. (2021). *A importância da Avaliação de Ciclo de Vida (ACV)*.  
<https://www.cvresiduos.pt/pt/comunicacao/2021/04/16/a-importancia-da-avaliacao-de-ciclo-de-vida-acv>

- Chen, X., Memon, H. A., Wang, Y., Marriam, I., & Tebyetekerwa, M. (2021). Circular Economy and Sustainability of the Clothing and Textile Industry. *Materials Circular Economy*, 3(1), 12. <https://doi.org/10.1007/s42824-021-00026-2>
- Chertow, M. R. (2007). "Uncovering" Industrial Symbiosis. *Journal of Industrial Ecology*, 11(1), 11–30. <https://doi.org/10.1162/jiec.2007.1110>
- CircLean. (2020). Online matching tool. *CircLean*. Acedido 6 de março de 2023, em: <https://circlean-symbiosis.eu/online-matching-tool/>
- Circular Economy Club (CEC) – Local action. Global impact.* (2014). Acedido 6 de março de 2023, em: <https://www.circulareconomyclub.com/>
- Circular, F. E. (2017). Economía circular. *Recuperado el*, 15.
- Circular Tèxtils Cat | El Marketplace Circular pels Tèxtils de Catalunya.* (2014). Acedido 6 de março de 2023, em: <https://circular.textils.cat/>
- Crowe, S., Cresswell, K., Robertson, A., Huby, G., Avery, A., & Sheikh, A. (2011). The case study approach. *BMC Medical Research Methodology*, 11(1), 100. <https://doi.org/10.1186/1471-2288-11-100>
- DANTAS, T. E. T., HAMMES, G., DE SOUZA, E. D., CAMPOS, L. M. D. S., & SOARES, S. R. (2018). Convergências entre as práticas da Indústria 4.0 e os princípios da Economia Circular. *Anais [...] XX Engema–USP-SP, São Paulo-SP.*
- DocTransporte.pdf.* (2015). Acedido 13 de fevereiro de 2023, em: [https://apambiente.pt/sites/default/files/\\_Residuos/Producao\\_Gest%C3%A3o\\_Residuos/DocTransporte.pdf](https://apambiente.pt/sites/default/files/_Residuos/Producao_Gest%C3%A3o_Residuos/DocTransporte.pdf)
- Economia Circular—Exemplos—Kalundborg (Dinamarca)—Simbiose industrial.* (2016). Acedido 18 de outubro de 2023, em: <https://eco.nomia.pt/pt/exemplos/kalundborg-symbiosis>

- Elmuti, D., & Kathawala, Y. (1997). An overview of benchmarking process: A tool for continuous improvement and competitive advantage. *Benchmarking for Quality Management & Technology*, 4(4), 229–243. <https://doi.org/10.1108/14635779710195087>
- Enhanced energy and resource Efficiency and Performance in process industry Operations via onsite and cross-sectorial Symbiosis / A.SPIRE.* (2021). Acedido 18 de outubro de 2023, em: <https://www.aspire2050.eu/epos>
- FISSAC Project platform.* (2016). Acedido 6 de março de 2023, em: <http://platform.fissacproject.eu/>
- Fraccascia, L., & Yazan, D. M. (2018). The role of online information-sharing platforms on the performance of industrial symbiosis networks. *Resources, Conservation and Recycling*, 136, 473–485. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.03.009>
- Fraga, M. A. C. H. de C. (2017). *A economia circular na indústria portuguesa de pasta, papel e cartão.*
- Gallaud, D., & Laperche, B. (2016). *Circular Economy, Industrial Ecology and Short Supply Chain* (Vol. 4).
- Gatzioura, A., Sánchez-Marrè, M., & Gibert, K. (2019). A Hybrid Recommender System to Improve Circular Economy in Industrial Symbiotic Networks. *Energies*, 12(18), Artigo 18. <https://doi.org/10.3390/en12183546>
- Guia de Classificação\_versão 2.0\_20200107.pdf.* (2020). Acedido 13 de fevereiro de 2023, em: [https://apambiente.pt/sites/default/files/2021-06/Guia%20de%20Classifica%C3%A7%C3%A3o\\_vers%C3%A3o%202.0\\_20200107.pdf](https://apambiente.pt/sites/default/files/2021-06/Guia%20de%20Classifica%C3%A7%C3%A3o_vers%C3%A3o%202.0_20200107.pdf)
- GuiaClassificacaoSubprodutoRegistoDados.pdf.* (2021). Acedido 13 de fevereiro de 2023, em: [https://apambiente.pt/sites/default/files/\\_Residuos/Producao\\_Gest%C3%A3o\\_Residuos/GuiaClassifica%C3%A7aoSubprodutoRegistoDados.pdf](https://apambiente.pt/sites/default/files/_Residuos/Producao_Gest%C3%A3o_Residuos/GuiaClassifica%C3%A7aoSubprodutoRegistoDados.pdf)
- Industrial symbiosis. (2020). *Life Reweart.* Acedido 18 de outubro de 2023, em: <https://life-reweart.eu/industrial-symbiosis/>

- InduSym—Online reststromen platform*. (2013). SBH. Acedido 7 de março de 2023, em:  
<http://www.bedrijventerreinenhelmond.nl/indusym>
- iNex circular*. (2014). Acedido 6 de março de 2023, em: <https://sourcing.inex-circular.com/#solutions>
- Inicio*. (2021). SYNER. Acedido 7 de março de 2023, em: <https://synerplatform.com/>
- Jaca, C., Rincón-Moreno, J., Barrenechea, P., & Ormazabal, M. (2021a). Promoting Circular Economy Through Industrial Symbiosis Platforms: A Comparative Analysis. Em D. De la Fuente, R. Pino, B. Ponte, & R. Rosillo (Eds.), *Organizational Engineering in Industry 4.0* (pp. 205–212). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-67708-4\\_21](https://doi.org/10.1007/978-3-030-67708-4_21)
- Jaca, C., Rincón-Moreno, J., Barrenechea, P., & Ormazabal, M. (Eds.). (2021b). *Promoting Circular Economy Through Industrial Symbiosis Platforms: A Comparative Analysis*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-67708-4>
- Kortex-Simbioses-Industriais-na-Economia-Circular.pdf*. (2015). Acedido 6 de março de 2023, em:  
<https://kortexworld.com/wp-content/uploads/2019/01/Kortex-Simbioses-Industriais-na-Economia-Circular.pdf>
- Krom, P., Piscicelli, L., & Frenken, K. (2022a). Digital Platforms for Industrial Symbiosis. *Journal of Innovation Economics & Management*, 39(3), 215–240. <https://doi.org/10.3917/jie.pr1.0124>
- Krom, P., Piscicelli, L., & Frenken, K. (2022b). Digital Platforms for Industrial Symbiosis. *Journal of Innovation Economics & Management*, 39(3), Artigo 3. <https://doi.org/10.3917/jie.pr1.0124>
- Legislação | Agência Portuguesa do Ambiente*. (2021). Acedido 13 de fevereiro de 2023, em:  
<https://apambiente.pt/residuos/legislacao>
- Life M3P – Material Match Making Platform*. (2017). Acedido 7 de março de 2023, em:  
<https://www.lifem3p.eu/en/>
- Lopes, J. C. M. (2021). *O Papel da Economia Circular no Setor Têxtil Português*.

*Mercado Organizado de Resíduos. Também Online!* (2018). Acedido 6 de março de 2023, em: <https://www.saibamais.net/mercado-organizado-de-residuos-tambem-online-120/?amp>

*myWaste*. (2018). myWaste. Acedido 6 de março de 2023, em: <https://mywaste.pt>

*Nextex*. (2018). The Loop Factory. Acedido 18 de outubro de 2023, em: <https://www.loopfactory.se/textile/nextex>

OMG. (2021). *Business Process Model and Notation (BPMN), Version 2.0*.

O.Nyumba, T., Wilson, K., Derrick, C. J., & Mukherjee, N. (2018). The use of focus group discussion methodology: Insights from two decades of application in conservation. *Methods in Ecology and Evolution*, 9(1), 20–32. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12860>

PACTEX. (2017). *AEI Tèxtils*. <https://www.textils.cat/project/pactex/>

*Parksharing De Hemrik*. (2016). Acedido 6 de março de 2023, em: <https://www.floow2.community/dehemrik.html>

Portas, R., & Ruiz-Puente, C. (2017). Development of the Tool SymbioSyS to Support the Transition Towards a Circular Economy Based on Industrial Symbiosis Strategies. *Waste and Biomass Valorization*, 8. <https://doi.org/10.1007/s12649-016-9748-1>

*Projeto EPR COLAB - Câmara Municipal de Chamusca*. (2013). Acedido 18 de outubro de 2023, em: <https://www.cm-chamusca.pt/informacoes/noticias/item/1308-relvao-epr-colab>

*Recircular | Plataforma especializada em compraventa de recursos*. (2017). Acedido 7 de março de 2023, em: <https://www.recircular.net/>

Reis, S. G. F. (2019). *Barreiras e determinantes para a implementação de uma simbiose industrial: O caso do Relvão e o modelo Holandês* [masterThesis]. <https://repositorio.ucp.pt/handle/10400.14/28573>

*Rheaply Resource Exchange—Rheaply*. (2015). Acedido 6 de março de 2023, em: <https://rheaply.com/>

- Silva, C. G. P. A. (2019). *Incentivos para a implementação alargada da simbiose industrial e avaliação dos respetivos benefícios*.
- Symbiose Platform*. (2017). Acedido 6 de março de 2023, em: <https://www.smartsymbiose.com/#/>
- SYMBIOSIS project—Demo platform*. (2019). Acedido 6 de março de 2023, em: <https://platform.symbiosisproject.eu/>
- Symbiosis—Home*. (2013). Acedido 7 de março de 2023, em: <http://www.industrialsymbiosis.it/piattaforma>
- Tech4BioWaste*. (2021). Tech4BioWaste. Acedido 6 de março de 2023, em: <https://tech4biowaste.eu/>
- TexChain 3*. (2021). The Loop Factory. Acedido 18 de outubro de 2023, em: <https://www.loopfactory.se/textile/texchain3>
- Texte introduction*. (2013). Bourse des Déchets. Acedido 6 de março de 2023, em: <https://www.bourse-des-dechets.fr/accueil>
- Trevisan, M., Nascimento, L. F., Madruga, L. R. da R. G., Neutzling, D. M., Figueiró, P. S., & Bossle, M. B. (2016). Ecologia Industrial, Simbiose Industrial e Ecoparque Industrial: Conhecer para aplicar. *Sistemas & Gestão*, 11(2), Artigo 2. <https://doi.org/10.20985/1980-5160.2016.v11n2.993>
- UNLOCK | Releasing the potential of feathers for circularity in agriculture*. (2021). UNLOCK. Acedido 18 de outubro de 2023, em: <https://unlock-project.eu/>
- Von Rosing, M., White, S., Cummins, F., & De Man, H. (2015). Business Process Model and Notation—BPMN. Em *The Complete Business Process Handbook* (pp. 433–457). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-799959-3.00021-5>
- Vončina, B., Volmajer Valh, J., Vajnhandl, S., Majcen le Marechal, A., Aneja, A., & Lobnik, A. (2015). *A new circular economy concept: From textile waste towards chemical and textile industries feedstock | RESYNTEX Project | Fact Sheet | H2020*. CORDIS | European Commission. <https://cordis.europa.eu/project/id/641942> (accessed Aug. 20,2023).

WISP. (2013). *GreenCape*. Acedido 18 de outubro de 2023, em:

<https://greencape.co.za/sector/circular-economy/wisp/>

Yin, R. K. (2003). *Case Study Research: Design and Methods*. SAGE.

# APÊNDICE I

## Plano de atividades

Neste subcapítulo foram demonstradas todas as atividades e as suas respectivas datas de realização existentes no decorrer do projeto.

	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	
Efetuar compreensão da área	■														
Elaboração do plano de trabalho		■	■												
Entrega do plano de trabalho			■												
Escrita do estado da arte		■	■	■	■	■									
Entrega do estado da arte						■									
Desenvolvimento da parte prática (Sprint 1)						■									
Desenvolvimento da parte prática (Sprint 2)						■									
Desenvolvimento da parte prática (Sprint 3)							■								
Desenvolvimento da parte prática (Sprint 4)							■								
Desenvolvimento da parte prática (Sprint 5)								■							
Desenvolvimento da parte prática (Sprint 6)								■							
Desenvolvimento da parte prática (Sprint 7)									■						
Desenvolvimento da parte prática (Sprint 8)									■						
Desenvolvimento da parte prática (Sprint 9)										■					
Desenvolvimento da parte prática (Sprint 10)											■				
Desenvolvimento da parte prática (Sprint 11)												■			
Desenvolvimento da parte prática (Sprint 12)												■			
Desenvolvimento da parte prática (Sprint 13)													■		
Desenvolvimento da parte prática (Sprint 14)														■	
Desenvolvimento da parte prática (Sprint 15)															■
Desenvolvimento da parte prática (Sprint 16)															■
Desenvolvimento da parte prática (Sprint 17)															■
Desenvolvimento da parte prática (Sprint 18)															■
Escrita do artigo científico			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Escrita da dissertação			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Entrega do artigo científico										■	■	■	■	■	■
Entrega da dissertação										■	■	■	■	■	■
Apresentação da dissertação										■	■	■	■	■	■

Figura 45 - Plano de Atividades

No decorrer dos meses de dissertação para a elaboração e desenvolvimento da parte prática, existiram 18 sprints, sendo que, cada sprint tem duração de 2 semanas, começando em fevereiro de 2023 e terminando em outubro de 2023.