



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Sandra Daniela Dias Gonçalves

**Modelação e automação de processos
administrativos num Centro de Tecnologia e
Inovação**

outubro de 2024



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Sandra Daniela Dias Gonçalves

**Modelação e automação de processos
administrativos num Centro de Tecnologia e
Inovação**

Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão de
Operações – ramo de especialização em Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação dos

Professor Doutor Cristiano de Jesus

Professor Doutor Rui Manuel Sá Pereira Lima

outubro de 2024

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

CC BY

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

AGRADECIMENTOS

Terminado este projeto não poderia deixar de agradecer a todos os que de alguma forma fizeram parte dele.

Ao Centro de Interface Tecnológico Industrial, por me ter acolhido e confiado a realização deste projeto. Foi sem dúvida uma experiência muito enriquecedora. A todos os colaboradores, que desde o primeiro dia fizeram-me sentir à vontade e ajudaram-me em tudo o que precisei.

Aos meus orientadores, Professor Doutor Cristiano de Jesus e Professor Doutor Rui Lima, obrigada por toda a ajuda, disponibilidade e partilha de conhecimento, que permitiu que este projeto fosse desenvolvido da melhor forma possível.

Um agradecimento especial aos meus pais por todo o esforço que depositaram ao longo do meu percurso académico e por me apoiarem sempre ao longo desta jornada de muitos altos e baixos. À minha madrinha, por acreditar em mim como ninguém e ser um grande suporte e exemplo.

À restante família, por todos os momentos de diversão e por apoiarem sempre todas as minhas decisões.

Aos meus amigos de longa data, com quem partilho histórias há muitos anos e sabem sempre como me ajudar. Obrigada por todos os momentos que partilhamos e que venham muitos mais.

Às amigas mais recentes, a sorte que tive por esta academia ter-vos colocado no meu caminho. Em especial a cinco pessoas muito importantes, Carina, Catarina, Diane, Inês e Mariana. Existem amigas que sabemos que vão ser para a vida e eu ganhei cinco irmãs que vou levar sempre comigo. Obrigada por me ouvirem, por todos os conselhos e ajuda, e por celebrarem as minhas conquistas como se fossem vossas.

A todos, o meu muito obrigada.

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.

Modelação e automação de processos administrativos num Centro de Tecnologia e Inovação

RESUMO

A presente dissertação foi desenvolvida como parte integrante do Mestrado em Engenharia e Gestão de Operações no CiTin - Centro de Interface Tecnológico Industrial, um Centro de Tecnologia e Inovação. Neste projeto pretende-se abordar a combinação de *Lean Manufacturing* com a Indústria 4.0, conhecida como *Digital Lean*, no contexto de processos administrativos. Assim, o objetivo deste trabalho será o de efetuar melhorias ao procedimento de compras do CiTin por meio da sua digitalização e automação. A metodologia seguida foi a Investigação-Ação, cujas fases são o diagnóstico, planeamento de ações, implementação das ações planeadas, avaliação dos resultados obtidos e descrição da aprendizagem. Numa primeira fase, foi feita uma priorização dos procedimentos administrativos, de modo a selecionar o procedimento a ser digitalizado. Seguiu-se a modelação em BPMN do procedimento selecionado, o de compras, e a realização de um estudo de tempos e custos. As análises efetuadas permitiram identificar alguns problemas, como a falta de normalização dos processos, elevado *lead time* e retrabalho frequente. Para tentar solucionar os problemas identificados procedeu-se à digitalização do procedimento de compras, por meio da integração do *Camunda*, ferramenta de orquestração de processos, com o *OpenProject*, *software* utilizado pelo CiTin para a gestão de projetos. Com a digitalização e, consequentemente, a eliminação ou automação (parcial ou total) das atividades consideradas desperdícios, obteve-se uma redução de 30% no tempo total gasto na realização de cada procedimento de compras. Isto refletiu-se no custo médio por ordem de compras, que sofreu uma redução de 10,92€. Em paralelo com a análise e digitalização do procedimento de compras, foi também feita uma análise comum a todos os procedimentos administrativos, com a realização de simulações no *software* Simio. O estudo realizado permitiu determinar a eficiência atual dos procedimentos (70,57%) e o valor que se espera alcançar com a digitalização de todos (95,55%), refletindo-se numa redução mensal de 331,32€. Uma vez que para a implementação dos processos digitalizados será feito um investimento de 1348,63€, serão necessários 5 meses para que esse valor seja recuperado.

PALAVRAS-CHAVE

BPMN, Digitalização, Indústria 4.0, *Lean Office*, Procedimentos Administrativos

Modeling and automation of administrative processes in a Technology and Innovation Center

ABSTRACT

This dissertation was developed as part of the Master's Degree in Operations Engineering and Management at CiTin - Centro de Interface Tecnológico Industrial, a Technology and Innovation Center. This project aims to address the combination of Lean Manufacturing with Industry 4.0, known as Digital Lean, in the context of administrative processes. Thus, this work will aim to improve CiTin's purchasing procedure by digitizing and automating it.

The methodology followed was Action-Research, whose phases are diagnosis, action planning, implementation of the planned actions, evaluation of the results obtained, and description of the learning. In the first phase, administrative procedures were prioritized in order to select the procedure to be digitized. This was followed by BPMN modeling of the selected procedure, purchasing, and a time and cost study. The analysis made it possible to identify some problems, such as the lack of standardization of processes, high lead times, and frequent rework.

To solve the problems identified, the purchasing procedure was digitized by integrating Camunda, a process orchestration tool, with OpenProject, the software used by CiTin for project management. With digitalization and, consequently, the elimination or automation (partial or total) of activities considered wasteful, a 30% reduction was achieved in the total time spent carrying out each purchasing procedure. This was reflected in the average cost per purchase order, which fell by 10.92€.

In parallel with the analysis and digitization of the purchasing procedure, a common analysis was also carried out for all administrative procedures, with simulations being carried out in the Simio software. The study made it possible to determine the current efficiency of the procedures (70.57%) and the value expected to be achieved by digitizing all of them (95.55%), resulting in a monthly reduction of 331.32€. Since an investment of 1348.63€ will be made to implement the digitized processes, it will take 5 months for this amount to be recovered.

KEYWORDS

Administrative Procedures, BPMN, Digitization, Industry 4.0, Lean Office

ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vi
Índice.....	vii
Índice de Figuras.....	xi
Índice de Tabelas	xiv
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos	1
1. Introdução	3
1.1 Enquadramento	3
1.2 Objetivos	4
1.3 Metodologia de Investigação.....	4
1.4 Estrutura da Dissertação	5
2. Revisão De Literatura	6
2.1 <i>Lean Production</i>	6
2.2 <i>Lean Office</i>	10
2.2.1 As duas perspetivas principais	10
2.2.2 Os cinco princípios <i>Lean</i> adaptados ao <i>Lean Office</i>	11
2.2.3 Os desperdícios associados ao <i>Lean Office</i>	11
2.2.4 Etapas para a implementação do <i>Lean Office</i>	13
2.3 <i>Business Process Management</i>	15
2.3.1 Comparação entre Ciclo PDCA e Ciclo BPM	16
2.3.2 <i>Business Process Model and Notation</i>	18
2.3.3 Orquestração de Processos.....	20
2.3.4 <i>Decision Model and Notation</i>	21
2.4 Indústria 4.0.....	21
2.4.1 Evolução histórica.....	21
2.4.2 Conceito de Indústria 4.0.....	22
2.4.3 Pilares da Indústria 4.0.....	25

2.4.4	Índice de Maturidade da Indústria 4.0 da Acatech	27
2.5	Indústria 5.0	31
2.5.1	Caraterísticas da Indústria 5.0	32
2.5.2	Fundamentos e princípios da Indústria 5.0	32
2.6	<i>Digital Lean</i>	34
2.7	Outras ferramentas e métodos utilizados	37
2.7.1	Matriz GUT	37
2.7.2	<i>Process Mining</i>	38
2.7.3	SIPOC	38
2.7.4	Gráfico de Fluxo de Processo	40
2.7.5	Matriz de Responsabilidades	41
2.7.6	Simio.....	41
3.	Apresentação do Centro de Interface Tecnológico Industrial	45
3.1	Centros de Tecnologia e Inovação e Centros de Interface Tecnológica.....	45
3.2	CiTIn.....	48
3.2.1	Organização Interna.....	48
3.2.2	Cadeia de Valor	49
3.2.3	Visão, Missão e Valores.....	50
3.2.4	Principais Atividades	51
4.	Estruturação e Análise da Situação Atual	52
4.1	Avaliação do Nível de Prontidão.....	52
4.2	Avaliação do Nível de Maturidade	53
4.3	Matriz GUT	54
4.4	Procedimento de Compras.....	55
4.4.1	SIPOC	56
4.4.2	Modelação AS-IS.....	56
4.4.3	Determinação e análise dos tempos do procedimento AS-IS	59
4.4.4	Determinação do custo do procedimento AS-IS	67
4.5	Procedimentos Administrativos em Curso	68

4.5.1	Modelação AS-IS dos procedimentos em curso.....	69
4.5.2	Determinação e análise dos tempos dos procedimentos AS-IS por simulação	70
4.5.3	Eficiência dos procedimentos AS-IS.....	77
4.5.4	Determinação do custo mensal dos procedimentos AS-IS	77
4.6	Análise Crítica.....	78
4.7	Identificação de problemas	80
5.	Apresentação e aplicação de propostas de melhoria	82
5.1	Digitalização do procedimento de compras.....	82
5.1.1	Parametrização do <i>OpenProject</i>	82
5.1.2	Utilização do <i>Camunda</i> para orquestração de processos	83
5.1.3	Modelação TO-BE	83
5.1.4	Matriz de Responsabilidades.....	86
5.1.5	<i>Workflow</i> do procedimento de compras.....	86
5.1.6	Determinação e análise dos tempos do procedimento TO-BE.....	87
5.1.7	Determinação do custo do procedimento TO-BE.....	89
5.1.8	<i>Dashboard</i> do procedimento de compras	90
5.2	Digitalização dos restantes procedimentos administrativos em curso	91
5.2.1	Modelo TO-BE comum dos procedimentos	91
5.2.2	<i>Workflow</i> para os procedimentos.....	92
5.2.3	Determinação e análise dos tempos dos procedimentos TO-BE por simulação	92
5.2.4	Eficiência dos procedimentos TO-BE	95
5.2.5	Determinação do custo mensal dos procedimentos TO-BE.....	95
6.	Análise dos Resultados	97
6.1	Oportunidades com a digitalização do procedimento de compras.....	97
6.2	Oportunidades com a digitalização dos restantes procedimentos	98
6.3	Redução de desperdícios <i>Lean Office</i>	101
7.	Conclusões	102
7.1	Outros Projetos	102
7.1.1	Artigo: <i>Impact of Adopting Industry 4.0 Practices and Technologies on Time and Motion Study: A Pilot Study Revealing Efficiency Gains in Automotive Assembly</i>	102

7.1.2	Encontro Ciência 2024	103
7.2	Considerações Finais	103
7.3	Trabalhos Futuros.....	106
	Referências Bibliográficas	107
	Apêndices	113
	Apêndice 1 – Exemplo de Questão Utilizada no Questionário para Avaliação do Nível de Prontidão ..	113
	Apêndice 2 – Exemplo de Questão Utilizada no Questionário para Avaliação do Nível de Maturidade	114
	Apêndice 3 – SIPOCs para o Modelo AS-IS do Procedimento de Compras	115
	Apêndice 4 – Modelo AS-IS do Procedimento de Compras	118
	Apêndice 5 – Folhas de Cálculo com as Datas de Realização das Principais Etapas dos Procedimento de Compras	119
	Apêndice 6 – Modelos AS-IS dos Procedimentos Administrativos	121
	Apêndice 7 – Modelo AS-IS Comum aos Procedimentos Administrativos.....	126
	Apêndice 8 – Modelos dos Procedimentos Administrativos Desenvolvidos no Simio	128
	Apêndice 9 – Modelo TO-BE do Procedimento de Compras	130
	Apêndice 9 – Modelo TO-BE Comum aos Procedimentos Administrativos	131
	Apêndice 10 – <i>Workflows</i> para os Procedimentos Administrativos Digitalizados	132

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Casa <i>Lean</i>	8
Figura 2 - Etapas para a implementação do <i>Lean Office</i>	14
Figura 3 - Ciclo PDCA	17
Figura 4 - Sinergia entre os ciclos PDCA e BPM.....	17
Figura 5 - Representação dos objetos de fluxo	19
Figura 6 - Representação dos conectores	19
Figura 7 - Representação das divisões.....	19
Figura 8 - Representação dos artefactos.....	20
Figura 9 - Evolução histórica	22
Figura 10 - Pilares da Indústria 4.0	25
Figura 11 - Etapas do percurso de desenvolvimento da Indústria 4.0	28
Figura 12 - Conceção do modelo do Índice de Maturidade da Indústria 4.0 da Acatech.....	29
Figura 13 - Definição das áreas onde é necessário atuar	30
Figura 14 - Identificação das medidas.....	31
Figura 15 - Diagrama SIPOC	39
Figura 16 - Janela principal do Simio	42
Figura 17 - Principais áreas temáticas dos CTIs	46
Figura 18 - Distribuição geográfica dos CTIs.....	47
Figura 19 - Organograma do CiTin	49
Figura 20 - Cadeia de Valor do CiTin	50
Figura 21 - Nível de Prontidão.....	53
Figura 22 - Nível de Maturidade	54
Figura 23 - Símbolos do Gráfico de Fluxo de Processo.....	59
Figura 24 - Gráfico de Fluxo de Processo AS-IS para o procedimento de compras	61
Figura 25 - Custo médio do procedimento de compras AS-IS.....	68
Figura 26 - Número de procedimentos ocorridos na simulação.....	71
Figura 27 - Representação do modelo AS-IS comum aos procedimentos administrativos no Simio	73
Figura 28 - Tempo total gasto em cada atividade (horas)	74
Figura 29 - Gráfico de Fluxo de Processo AS-IS para os procedimentos administrativos	76
Figura 30 - Custo médio mensal dos procedimentos administrativos AS-IS	78

Figura 31 – Impacto do valor da eficiência na produtividade.....	79
Figura 32 - Representação através de DMN dos casos possíveis consoante valor da despesa.....	84
Figura 33 - Matriz de Responsabilidades	86
Figura 34 - <i>Workflow</i> do procedimento de compras digitalizado	87
Figura 35 - Gráfico de Fluxo de Processo TO-BE para o procedimento de compras.....	88
Figura 36 - Custo médio do procedimento de compras TO-BE	89
Figura 37 - <i>Heatmap</i> do procedimento de compras.....	90
Figura 38 - Número de procedimentos ocorridos na simulação utilizando o modelo TO-BE.....	92
Figura 39 - Representação do modelo TO-BE comum aos procedimentos administrativos no Simio....	93
Figura 40 - Gráfico de Fluxo de Processo TO-BE para os procedimentos administrativos	94
Figura 41 - Custo médio mensal dos procedimentos administrativos TO-BE	96
Figura 42 - SIPOC do procedimento de compras AS-IS para despesas inferiores ou iguais a 5.000€	115
Figura 43 - SIPOC do procedimento de compras AS-IS para despesas superiores a 5.000€ e inferiores ou iguais a 10.000€	116
Figura 44 - SIPOC do procedimento de compras AS-IS para despesas superiores a 10.000€.....	117
Figura 45 - Modelo AS-IS do procedimento de compras.....	118
Figura 46 - Datas de realização das principais etapas de procedimentos de compras realizados anteriormente (sem elaboração de contrato)	119
Figura 47 - Datas de realização das principais etapas de procedimentos de compras realizados anteriormente (com elaboração de contrato)	120
Figura 48 - Modelo AS-IS do mapa de horas.....	121
Figura 49 - Modelo AS-IS do mapa de Kms	121
Figura 50 - Modelo AS-IS dos pedidos de deslocação e formação em serviço	122
Figura 51 - Modelo AS-IS do pedido de férias	123
Figura 52 - Modelo AS-IS do reembolso de despesas.....	124
Figura 53 - Modelo AS-IS do requerimento de aulas	125
Figura 54 - Modelo AS-IS comum aos procedimentos administrativos que utilizam PDF forms.....	126
Figura 55 - Modelo AS-IS comum aos procedimentos administrativos que utilizam Web forms	127
Figura 56 – Representação no Simio do modelo AS-IS comum aos procedimentos administrativos com identificação das atividades	128
Figura 57 - Representação no Simio do modelo TO-BE comum aos procedimentos administrativos com identificação das atividades	129

Figura 58 - Modelo TO-BE do procedimento de compras	130
Figura 59 - Modelo TO-BE comum aos procedimentos administrativos.....	131
Figura 60 - <i>Workflow</i> para o mapa de horas digitalizado	132
Figura 61 - <i>Workflow</i> para o mapa de Kms digitalizado.....	133
Figura 62 - <i>Workflow</i> para o pedido de deslocação em serviço digitalizado.....	133
Figura 63 - <i>Workflow</i> para o pedido de formação em serviço digitalizado	134
Figura 64 - <i>Workflow</i> para o pedido de férias digitalizado	134
Figura 65 - <i>Workflow</i> para o reembolso de despesas digitalizado	135
Figura 66 - <i>Workflow</i> para o requerimento de aulas digitalizado	136

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Aplicação dos cinco princípios <i>Lean</i> aos processos administrativos	11
Tabela 2 - Como o <i>Digital Lean</i> pode melhorar a redução de desperdícios <i>Lean</i>	35
Tabela 3 - Fatores qualitativos para criar a matriz GUT	37
Tabela 4 - Simbologia utilizada no Gráfico de Fluxo de Processo	40
Tabela 5 - Principais objetos do Simio	42
Tabela 6 - Matriz GUT para os procedimentos administrativos	55
Tabela 7 - Tempos para a realização do procedimento de compras AS-IS	61
Tabela 8 - Número mínimo, médio e máximo de dias decorridos entre as principais etapas do procedimento de compras sem realização de contrato	64
Tabela 9 - Número mínimo, médio e máximo de dias decorridos entre as principais etapas do procedimento de compras envolvendo realização de contrato.....	64
Tabela 10 - Número mínimo, médio e máximo de dias para a realização do procedimento de compras	66
Tabela 11 - Cálculo do número médio de ocorrências de cada procedimento em 3 meses	71
Tabela 12 - Tempos de chegada para cada procedimento (horas)	72
Tabela 13 - Tempo de processamento das atividades (segundos)	72
Tabela 14 - Tempo de processamento das atividades (minutos)	73
Tabela 15 - Tempos para a realização dos procedimentos administrativos AS-IS.....	76
Tabela 16 – Dois exemplos de programas europeus e nacionais de financiamento de projetos	79
Tabela 17 - Tempos para a realização do procedimento de compras TO-BE.....	88
Tabela 18 - Tempo de processamento das atividades no modelo TO-BE (minutos).....	93
Tabela 19 - Tempos para a realização dos procedimentos administrativos TO-BE	94
Tabela 20 – Resultados dos tempos do procedimento de compras AS-IS vs TO-BE	97
Tabela 21 - Resultados do custo do procedimento de compras AS-IS vs TO-BE	98
Tabela 22 - Resultados dos tempos dos procedimentos administrativos AS-IS vs TO-BE	99
Tabela 23 - Resultados do custo mensal dos procedimentos administrativos AS-IS vs TO-BE.....	100
Tabela 24 - Cálculo do <i>payback</i>	100

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

B2B	– <i>Business-to-Business</i>
BPM	– <i>Business Process Management</i>
BPMI	– <i>Business Process Management Initiative</i>
BPMN	– <i>Business Process Model and Notation</i>
CA	– Conselho de Administração
CIT	– Centro de Interface Tecnológico
CPS	– Sistemas Ciber-Físicos
CTI	– Centro de Tecnologia e Inovação
DG	– Diretor Geral
DMAIC	– <i>Define-Measure-Analyze-Improve-Control</i>
DML	– <i>Digital Manufacturing Lab</i>
DMN	– <i>Decision Model and Notation</i>
FEEL	– <i>Friendly Enough Expression Language</i>
GC	– Gestor de Contrato
I&D	– Investigação e Desenvolvimento
I4.0	– Indústria 4.0
IoT	– Internet das Coisas
ISL	– <i>Intelligent Systems Lab</i>
ISO	– <i>International Organization for Standardization</i>
JIT	– <i>Just in Time</i>
PAD	– Pedido de Autorização de Despesa
PDCA	– <i>Plan-Do-Check-Act</i>
PME	– Pequena e Média Empresa
RACI	– <i>Responsible, Accountable, Consulted, Informed</i>
ROI	– Retorno Sobre os Investimentos
SAF	– Serviços Administrativos e Financeiros
SCM	– Sistemas de Comunicação e <i>Marketing</i>
SGQ	– Sistemas de Gestão da Qualidade
SIPOC	– <i>Supplier-Input-Process-Output-Customer</i>
SMED	– <i>Single Minute Exchange Of Dies</i>

TIC – Tecnologias da Informação e Comunicação

TPM – *Total Productive Maintenance*

TPS – *Toyota Production System*

UGP – Unidade de Gestão de Projetos

UNV – Unidade de Negócios e Vendas

VSM – *Value Stream Mapping*

1. INTRODUÇÃO

Neste primeiro capítulo é feito um enquadramento da presente dissertação e uma descrição dos principais objetivos da mesma. Adicionalmente, é apresentada a metodologia de investigação sob a qual este projeto se baseou e, por fim, é descrita a estrutura da dissertação.

1.1 Enquadramento

O mundo dos negócios foi transformado pela globalização e pela alteração do significado de valor de um produto para os clientes. Assim, as empresas têm operado em ambientes voláteis e altamente complexos. As expectativas dos clientes, aliadas ao aumento da concorrência, exigem que as empresas saibam como obter uma vantagem competitiva (Aguado et al., 2013, Pakdil & Leonard, 2014).

Uma abordagem para enfrentar esse desafio é o *Toyota Production System* (TPS), atualmente conhecido como *Lean Production*, que tem como objetivo reduzir o desperdício na cadeia de valor, centrando-se no valor do cliente e num processo de melhoria contínua (J. P. Womack et al., 1990). Apesar da origem do *Lean* assentar na manufatura e no chão de fábrica, os seus princípios básicos aplicam-se a qualquer parte de uma organização, incluindo o escritório e os processos administrativos, conhecidos como *Lean Office* (Kuriger et al., 2010). Com o *Lean Office*, as organizações procuram melhorar a sua eficiência operacional e produtividade por meio da revisão dos seus processos administrativos, em que os desperdícios nos fluxos de trabalho são identificados e, sempre que possível, eliminados (R. de C. Freitas et al., 2018).

Com o avanço da tecnologia surge um novo capítulo no panorama industrial, a Indústria 4.0 (I4.0), que se baseia em Sistemas Ciber-Físicos (CPS), que organizam por si próprios o processo de criação de valor, permitindo uma comunicação de dados mundialmente em tempo real (Akman & Karaman, 2021). A mudança para a Indústria 4.0 significa a capacidade de adotar e integrar tecnologias digitais e físicas, para melhorar as operações, crescer, inovar e aumentar a produtividade (Deloitte, 2018).

Como resultado, as tecnologias digitais e os princípios *Lean Manufacturing* estão a convergir no que é denominado *Digital Lean*, uma poderosa combinação de princípios *Lean* atemporais e tecnologias digitais em constante evolução para reduzir desperdícios e variabilidade nos processos (Deloitte, 2018). Aliado a uma abordagem deliberada e orientada para o valor, pode levar as empresas a uma nova fronteira de produtividade (Laaper & Kiefer, 2020).

As tecnologias digitais deram origem a uma nova era de *Lean Manufacturing*, que estende a filosofia *Lean* ao mundo cibernético, mediante conversões “físico para digital”, conhecidas como “transformações

digitais” ou “digitalização”, das atividades de valor acrescentado, a fim de alcançar novas alavancas de manufatura digital (Romero et al., 2018).

Este projeto de dissertação foi desenvolvido no Centro de Interface Tecnológico Industrial (CiTin) e incidiu nos procedimentos administrativos da organização, com foco no procedimento de compras. Visando tornar os procedimentos mais eficientes, foram utilizados os princípios *Lean Office* e identificadas as oportunidades de melhoria nas práticas *Lean* dentro do contexto da Indústria 4.0.

1.2 Objetivos

Este projeto tem como principal objetivo efetuar melhorias ao procedimento de compras do CiTin por meio da sua digitalização e automação. Para tal, estabeleceram-se as seguintes fases:

- Realização do estado da arte sobre *Lean Office* e *Digital Lean* (adequação e modernização das ferramentas *Lean* no contexto da Indústria 4.0);
- Modelação e normalização do procedimento de compras;
- Identificação de oportunidades de melhoria no procedimento atual;
- Proposta de soluções digitais para melhorar o procedimento e aumentar a eficiência operacional.

1.3 Metodologia de Investigação

A definição da metodologia de investigação adequada é um passo fundamental para atingir os objetivos do projeto, uma vez que o planeamento e gestão que um investigador realiza durante a condução da sua investigação tem um impacto direto nos resultados esperados (Saunders et al., 2009).

Tendo em consideração as características deste estudo, a metodologia aplicada será a Investigação-Ação. Trata-se de um processo de investigação iterativo concebido para criar soluções para problemas organizacionais reais mediante uma abordagem colaborativa (Coghlan, 2011).

Segundo Santos et al. (2013), a Investigação-Ação pode ser descrita como um conjunto de metodologias de investigação que integram ação (ou mudança) e investigação (ou compreensão) de forma simultânea, seguindo um processo cíclico, que alterna entre ação e reflexão crítica, permitindo um aperfeiçoamento contínuo com base no conhecimento adquirido em cada um dos ciclos. Para a sua aplicação devem ser seguidas cinco fases: diagnóstico, planeamento, execução, avaliação e aprendizagem.

Assim, na fase de diagnóstico deve ser feita uma análise e recolha de informação acerca do modo atual de atuação dos procedimentos. De seguida, devem ser planeadas o conjunto de ações a realizar para resolver os problemas identificados e, conseqüentemente, proceder à execução das mesmas. Após a

fase de execução surge a avaliação, onde deve ser verificado se as ações efetuadas tiveram o resultado esperado e se foram adequadas para a resolução dos problemas identificados. Por fim, deve ser feita uma identificação e registo das conclusões que resultarem do processo.

1.4 Estrutura da Dissertação

A presente dissertação encontra-se dividida em sete capítulos.

O primeiro capítulo é a presente introdução, em que é apresentado o enquadramento da dissertação, os objetivos e a metodologia de investigação aplicada.

O segundo capítulo é destinado à revisão de literatura, na qual são abordados os temas presentes na dissertação, tais como a comparação entre a filosofia *Lean Production* e o *Lean Office*, a Indústria 4.0 e 5.0 e o surgimento do *Digital Lean*. É também feita uma descrição das ferramentas e métodos utilizados ao longo do projeto.

O terceiro capítulo é iniciado com um enquadramento sobre Centros de Tecnologia e Inovação (CTI) e Centros de Interface Tecnológicos (CIT), seguindo-se a apresentação da organização na qual este projeto foi desenvolvido, explicando o seu surgimento, a sua organização interna, cadeia de valor, visão, missão e valores, e principais atividades.

No quarto capítulo é feita uma estruturação e análise da situação atual da organização, com o desenvolvimento de questionários para avaliação do seu nível de prontidão e maturidade. É também definida a prioridade de intervenção para os procedimentos administrativos, dividindo-se posteriormente em duas partes: a análise individual do procedimento escolhido e a análise comum para todos os procedimentos, permitindo identificar os problemas.

No quinto capítulo são apresentadas as propostas de melhoria encontradas para solucionar os problemas levantados no capítulo anterior.

No sexto capítulo é feita a análise dos resultados, com a implementação das propostas definidas, e de que forma reduzem os desperdícios do ponto de vista do *Lean Office*.

Por fim, no sétimo capítulo são apresentados dois projetos enquadrados no tema da presente dissertação, para os quais foi dada a minha contribuição. De seguida, são apresentadas as conclusões finais do projeto e sugeridos trabalhos futuros nos quais a organização se deve focar.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Ao longo deste segundo capítulo é apresentada a revisão de literatura sobre os conceitos abordados ao longo do projeto de dissertação. Inicialmente é feita uma descrição sobre a filosofia *Lean Production* e a sua expansão para as áreas administrativas, com a designação de *Lean Office*. Adiante, são abordados os principais conceitos da Indústria 4.0, com ênfase no desenvolvimento e aplicação do Índice de Maturidade da Indústria 4.0 da Acatech, bem como da mais recente Revolução Industrial, conhecida como Indústria 5.0. Segue-se uma descrição do surgimento do *Digital Lean* e da forma como complementa o *Lean* tradicional. Por fim, são apresentadas algumas das ferramentas e métodos utilizados ao longo do projeto.

2.1 *Lean Production*

A filosofia *Lean Production* surgiu no Japão após a Segunda Guerra Mundial e teve origem no sistema produtivo da Toyota, o *Toyota Production System* (TPS), criado por Eiji Toyoda e Taiichi Ohno (Womack et al., 1990). Trata-se de uma abordagem sistemática para eliminar qualquer tipo de desperdício nas operações de manufatura (Salonitis & Tsinopoulos, 2016). Segundo o *National Institute of Standards and Technology* (NIST, 2019), consiste numa série de ferramentas e técnicas para gerir os processos da organização, concentrando-se na eliminação de todas as atividades que não acrescentam valor, e no desperdício dos processos.

De acordo com Womack & Jones (1996), o termo *Lean Thinking* baseia-se em cinco princípios fundamentais para a eliminação do desperdício, servindo como base para a filosofia *Lean Production*:

Valor: É o ponto de partida para o *Lean Thinking*. O valor só pode ser definido pelo cliente final e só tem significado quando expresso em termos de um produto específico que atende às necessidades do cliente, a um preço e num momento específicos.

Cadeia de Valor: Engloba todas as ações necessárias para levar um produto ao cliente, desde o seu planeamento até à sua comercialização. Esta análise permite diferenciar três tipos de atividades: as que acrescentam valor, as que não acrescentam valor, mas são necessárias, e as que não acrescentam valor e não são necessárias.

Fluxo: Uma vez aplicados os princípios anteriores, é necessário fazer com que as etapas de criação de valor fluam de forma contínua, eliminando os departamentos que executem processos de tarefas únicas em lotes grandes.

Produção Pull: Só deve ser produzido o que é encomendado pelo cliente, nas quantidades pedidas e no momento em que o cliente precisa.

Perseguir a Perfeição: Após aplicados os quatro princípios anteriores, estes interagem entre si permitindo que não haja fim no processo de redução de tempo, espaço, custo e erros, existindo sempre possibilidade de melhoria contínua.

O desperdício é conhecido como qualquer atividade que adiciona custo ou tempo, sem adicionar valor ao cliente. Geralmente, é difícil de identificar por estar "oculto" nos processos (Melara et al., 2017). Taiichi Ohno identificou sete tipos de desperdício presentes em qualquer processo (Womack & Jones, 1996):

- **Transporte:** Transporte desnecessário de peças durante a produção;
- **Inventário:** Pilhas de peças à espera de serem concluídas ou produtos acabados à espera de serem enviados;
- **Movimento:** Movimento desnecessário de pessoas durante o trabalho;
- **Espera:** Tempo de espera desnecessário das pessoas para iniciar o próximo passo;
- **Sobreprocessamento:** Processar o produto com etapas extras;
- **Sobreprodução:** Produção excessiva de produtos não necessários;
- **Defeitos** no produto.

Para atingir o objetivo *Lean*, foram desenvolvidos vários processos e ferramentas, que podem ser classificados conforme o seu objetivo. Estes podem ser apresentados graficamente na "Casa do *Lean*" (Figura 1), a qual representa uma sequência lógica que precisa de ser seguida para implementar *Lean*. Assim, os "alicerces" precisam de ser estabelecidos antes que a "casa" *Lean* possa ser construída. O ponto de partida é estabilizar o desempenho do sistema de produção, e para fazer isso, várias ferramentas podem ser usadas, como 5S. Em seguida, o foco deve estar na "construção" das paredes, e assim por diante (Alefari et al., 2017).

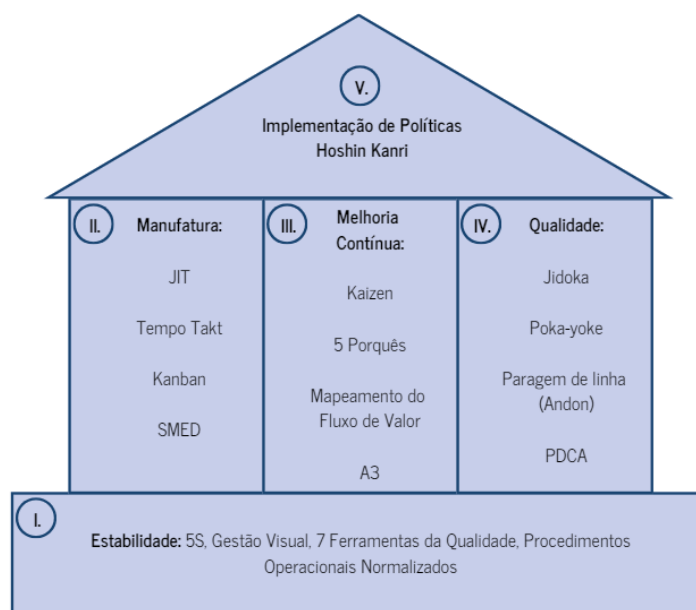


Figura 1 - Casa *Lean*
Adaptado de Alefari et al. (2017)

5S: Procura melhorar a área de trabalho para facilitar o fluxo de materiais e pessoas, reduzindo assim os erros e o tempo desperdiçado. Significam Seiri (organizar), Seiton (ordenar), Seiso (limpar), Seiketsu (padronizar) e Shitsuke (manter) (Jiménez et al., 2011).

Gestão Visual: Prática de visualizar a informação ou de apresentar os requisitos para definir direções (Eaidgah Torghabehi et al., 2016).

7 Ferramentas da Qualidade: Ferramentas estatísticas simples utilizadas para a resolução de problemas de qualidade - Diagrama de Pareto, Diagrama de Causa e Efeito, Histograma, Cartas de Controlo, Diagramas de Dispersão, Gráficos e Folhas de Verificação (Magar & Shinde, 2014).

Procedimentos Operacionais Normalizados: Conjunto de instruções escritas que documentam uma rotina ou atividade repetitiva seguida por uma organização (United States Environmental Protection Agency, 2007).

Just In Time (JIT): Produzir e entregar apenas o artigo certo, no momento certo e na quantidade certa (J. Womack & Jones, 1996).

Tempo Takt: Relaciona a procura do cliente com o tempo de produção disponível e é utilizado para controlar o ritmo da produção (Linck & Cochran, 1999).

Kanban: Mecanismo de controlo do fluxo de materiais que controla a quantidade e o tempo de produção dos produtos necessários (Lage Junior & Godinho Filho, 2010).

Single Minute Exchange Of Dies (SMED): Diminui o tempo operacional que não acrescenta valor, reduzindo o tempo de *setup* dos equipamentos, ao tornar os processos internos em externos (Shahriar et al., 2022).

Kaizen: Movimento que conduz a uma melhoria contínua e incremental. As atividades *kaizen* incluem: operar de acordo com um padrão de trabalho, avaliar a operação com base na norma de trabalho, corrigir e melhorar a operação se for reconhecido um desvio da norma, reforçar as melhores práticas para a norma (Inoki & Fukazawa, 2007).

5 Porquês: Ao colocar a questão “Porquê”, é possível separar os sintomas das causas de um problema. A utilização sucessiva da questão determinará a causa principal de quaisquer não conformidades e, conseqüentemente, levará as organizações a desenvolverem ações corretivas eficazes a longo prazo e, eventualmente, ações preventivas (Benjamin et al., 2015).

Value Stream Mapping (VSM): O VSM, ou mapeamento do fluxo de valor, mapeia, identifica as lacunas e reivindica a parte de melhoria de um processo de forma sistemática (Shahriar et al., 2022).

A3: O relatório A3 é utilizado para propor soluções para os problemas, apresentar relatórios sobre o estado dos projetos em curso e comunicar os resultados da atividade de recolha de informações (Sobek & Jimmerson, 2004).

Jidoka: Capacidade de parar a linha de produção ou a máquina pelo operador no momento do aparecimento de uma avaria ou de problemas durante a produção (Rewers et al., 2016).

Poka-Yoke: Também designado por sistema à prova de erros, procura criar mecanismos simples para que as operações só possam ser efetuadas corretamente (Jiménez et al., 2011).

Andon: Sistema visual, normalmente uma pilha de luzes coloridas de semáforo, que fornece um sinal visual da situação na linha de produção (verde - sem problemas, amarelo - problema que requer atenção e vermelho - produção parada devido a problema) (Hirvonen, 2018).

Hoshin Kanri: Permite concentrar toda a capacidade da empresa para melhorar o seu desempenho através do desenvolvimento de uma política unificada e de planos de gestão anuais baseados no conceito básico de gestão da empresa (Rewers et al., 2016).

As ferramentas e processos *Lean* também podem ser classificados com base no seu foco. Em seguida, é apresentada a classificação das ferramentas sugerida por Salonitis & Tsinopoulos (2016):

- **Relações com os clientes**
- **Relações com os fornecedores:** Qualidade dos fornecedores; Cadeia de abastecimento *Lean*; JIT.

- **Recursos Humanos:** Compromisso da força de trabalho; Envolvimento dos colaboradores; Círculos de Qualidade.
- **Planeamento e controlo da produção:** Planeamento nivelado (*Heijunka*); Controlo visual (*Andon*); Produção *pull* (*Kanban*); Envolvimento dos trabalhadores.
- **Processo e equipamento:** Produção celular; VSM; *Six Sigma*; *Total Productive Maintenance* (TPM); Fluxo contínuo; *Kaizen*; Identificação de desperdícios; 5S; *Poka-Yoke*; SMED.

No entanto, é necessário destacar que a transformação *Lean* diz respeito a toda a organização e não apenas à produção. Todos os departamentos e as suas operações dentro da organização devem ser otimizados de forma coordenada, responsabilidade da gestão de topo (Alefari et al., 2017).

2.2 *Lean Office*

Os resultados positivos da implementação do *Lean* em áreas produtivas foram comprovados por vários estudos e publicações sobre o tema *Lean Manufacturing*, o que levou a que essa filosofia fosse expandida para outras áreas nas empresas, como a parte administrativa - *Lean Office* (Melara et al., 2017).

O *Lean Office* é a aplicação da filosofia *Lean Manufacturing* aos processos administrativos e de escritório e ajuda empresas com qualquer tipo de função administrativa a otimizar o fluxo de informações, tais como a sua recolha, melhoria, movimentação e armazenamento. Assim como o *Lean Production*, o *Lean Office* pretende reduzir o tempo total do ciclo, neste caso, o tempo entre a realização de pedidos e o recebimento dos pagamentos (Wang, 2011).

2.2.1 As duas perspetivas principais

No contexto de *Lean Office*, podem ser identificadas duas perspetivas principais (Danielsson, 2013):

- *Lean Office* Neo-Taylorista: Aplica uma abordagem de gestão científica defendendo uma "normalização" da conceção do escritório;
- *Lean Office* Baseado em Equipa: Centra-se na resolução de problemas e nas "organizações de aprendizagem", como métodos para reduzir os prazos de execução e libertar tempo.

Apesar de diferirem entre si, as duas perspetivas partilham algumas características devido ao seu objetivo comum de tornar o processo de trabalho mais eficiente através da eliminação de fatores que não criam valor para o consumidor final (Danielsson, 2013).

2.2.2 Os cinco princípios *Lean* adaptados ao *Lean Office*

Segundo Mcmanus (2005), para tornar a transição para o *Lean Office* eficaz, é necessário adaptar os cinco princípios *Lean* do processo de manufatura, para adequá-los aos processos administrativos, como descrito na Tabela 1.

Tabela 1 - Aplicação dos cinco princípios *Lean* aos processos administrativos
Adaptado de Mcmanus (2005)

Princípios	Processos de Manufatura	Processos Administrativos
Valor	Visível em cada etapa, com objetivos definidos.	Mais difícil de identificar, com objetivos emergentes.
Cadeia de Valor	Materiais e peças.	Informação e conhecimento.
Fluxo	As iterações são um desperdício.	As iterações planejadas devem ser eficientes.
Produção Pull	Orientada pelas necessidades do cliente.	Orientada pelas necessidades da organização.
Perseguir a Perfeição	Processo repetível e sem erros.	Processo que possibilita melhorias na organização.

2.2.3 Os desperdícios associados ao *Lean Office*

Como já referido anteriormente, foram definidos os sete desperdícios encontrados na fábrica. No entanto, de acordo com Tapping & Shuker (2003), a identificação de desperdícios nos escritórios é ainda mais difícil devido às características do processo. Os autores adaptaram os sete desperdícios da *Lean Production* para os sete desperdícios administrativos:

- **Transporte:** Transportar, armazenar ou mover excessivamente materiais, informações ou papéis desperdiça tempo e energia e ainda os torna propensos a quebras, roubo ou danos;
- **Inventário:** Refere-se à acumulação excessiva de materiais, como arquivos desnecessários e cópias excessivas;
- **Movimento:** Qualquer movimento desnecessário para o trabalho ou serviço contratado pelo cliente, por exemplo, *layout* ineficiente entre setores;
- **Espera:** Esperar por qualquer atividade, por exemplo, esperar por assinaturas, máquinas, *e-mails*;
- **Sobreprocessamento:** Geralmente inclui atividades redundantes, como várias assinaturas em apenas um documento e revisão do trabalho feito por outra pessoa;

- **Sobreprodução:** Produzir informações ou papel em elevada quantidade ou antes do tempo necessário, por exemplo cópias, relatórios, etc.
- **Defeitos ou Retrabalho:** Produzir um trabalho com falhas é um desperdício que inclui a necessidade de ser refeito (mão de obra), os recursos envolvidos (matéria-prima) e a interrupção do processo normal para lidar com o retrabalho;

Também Lareau (2003) abordou os desperdícios associados ao *Lean Office* no seu livro *Office Kaizen: Transforming Office Operations into a Strategic Competitive Advantage*, dividindo-os em quatro categorias: desperdícios de pessoas, processos, informação e ativos.

Desperdícios de pessoas: Ocorrem quando as organizações não aproveitam plenamente o potencial existente em todos os grupos de trabalho. Um desses desperdícios é o de alinhamento de objetivos, que ocorre quando as pessoas trabalham em direções opostas, exigindo esforços adicionais para corrigir problemas e alcançar resultados satisfatórios. Outro é o esforço empregado na conclusão de tarefas desnecessárias ou inadequadas, assim como qualquer movimento que não contribui para adicionar valor, como caminhadas desnecessárias ou gestos repetitivos. A espera é também um desperdício, envolvendo a perda de recursos, enquanto as pessoas aguardam informações, reuniões, assinaturas, respostas a chamadas telefônicas, reparos, entre outros. Por fim, os desperdícios associados ao processamento ocorrem quando o trabalho é executado de uma forma não otimizada, representando ineficiência operacional.

Desperdícios de processos: Surgem durante a operação dos processos de negócio, como resultado de deficiências no *design* e na execução dos processos. Trata-se da energia utilizada para supervisão ou monitorização, que não produz melhorias sustentáveis e de longo prazo no desempenho geral, assim como dos recursos despendidos para compensar e/ou corrigir resultados que se desviam dos resultados esperados. Envolve o esforço utilizado para inspeção e compensar ou corrigir as consequências inesperadas de uma mudança arbitrária de um processo e para corrigir resultados imprevisíveis do processo devido a causas inicialmente desconhecidas. São consequência da perda de valor resultante da utilização de processos que atendem a objetivos de curto prazo e/ou necessidades internas dos clientes, mas que não proporcionam valor aos clientes e acionistas, e energia desperdiçada porque um trabalho não é feito da melhor maneira por todos os envolvidos. Os recursos investidos em material ou informação que se acumulam entre estações de trabalho, recursos necessários para duplicar o trabalho devido à ocorrência de erros e recursos desperdiçados ao compensar atividades mal agendadas são também considerados desperdícios de processos.

Desperdícios de informação: Trata-se da perda de valor causada por informações abaixo do que é considerado ótimo e envolve o esforço necessário para alterar dados, formatos e relatórios entre etapas de um processo ou entre proprietários. Também os recursos necessários para reparar as consequências da ausência de informações essenciais, bem como o esforço empregado para lidar com informações desnecessárias, ou o esforço necessário para corrigir os problemas que causam, são considerados desperdícios de informação. Por fim, estão envolvidos os desperdícios associados aos esforços necessários para transferir informações (ou materiais) numa organização, que não estão totalmente integrados à cadeia de processos em uso, assim como os esforços para lidar com as consequências da criação de informações incorretas.

Desperdícios de ativos: Ocorrem quando os materiais e propriedades não são utilizados da forma mais eficiente para acrescentar valor. Todos os recursos do processo aplicados a um serviço antes de serem necessários, todo o material não utilizado e todo o material pronto para envio, mas que se encontra retido, bem como os recursos despendidos num processo que ainda não podem ser utilizados, são considerados desperdícios de ativos. Por fim, o transporte de materiais e informações, exceto aquele usado para entregar produtos e serviços diretamente aos clientes.

2.2.4 Etapas para a implementação do *Lean Office*

No livro *Value Stream Management for the Lean Office: Eight Steps to Planning, Mapping, & Sustaining Lean Improvements in Administrative Areas*, Tapping & Shuker (2003) apresentam um método estruturado em oito etapas para facilitar a implementação do *Lean Office*, apresentadas na Figura 2 e explicadas a seguir.

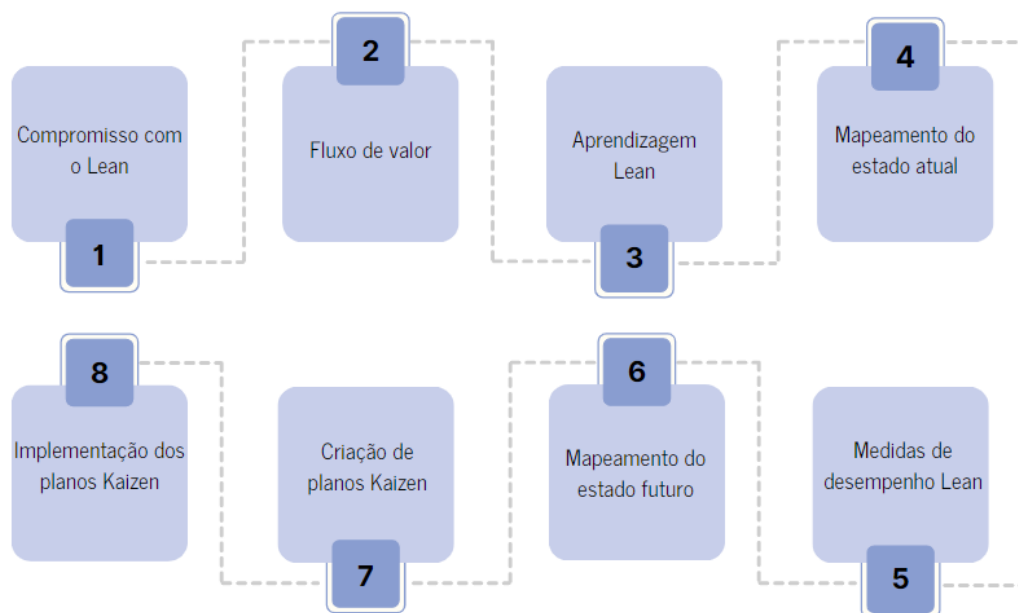


Figura 2 - Etapas para a implementação do *Lean Office*
Adaptado de *Tapping & Shuker (2003)*

Compromisso com a abordagem *Lean*: A alta direção e todos os colaboradores devem contribuir para a redução e eliminação de desperdícios, sendo importante incentivar o trabalho em equipa, assegurando que todos os envolvidos estão comprometidos em aplicar os conceitos *Lean*.

Seleção do fluxo de valor: Deve ser feita de forma que não seja observado apenas o processo individual, mas também os processos anteriores e posteriores que serão impactados. É fundamental que o fluxo de valor selecionado esteja relacionado com o cliente final e esteja dentro dos limites das instalações da organização.

Aprendizagem sobre *Lean*: A melhor forma de aprendizagem é através da prática, sendo o ponto inicial a explicação dos conceitos e ferramentas *Lean* aos colaboradores, incentivando a participação em cursos e *workshops*. Uma vez que cada grupo de pessoas representa um conjunto distinto de conhecimento, o plano de treino deve ser adaptado às suas necessidades.

Mapeamento do estado atual: O mapeamento consiste numa representação visual do fluxo de material e informação numa determinada cadeia de valor, através da utilização de símbolos ou ícones. Para ser eficiente, é fundamental observar e compreender a cadeia de valor, começando no ponto mais próximo ao cliente e retrocedendo até os processos ou atividades iniciais.

Identificação de medidas de desempenho *Lean*: As medidas definidas devem ser de fácil compreensão e recolha de dados, permitindo que sejam divididas em componentes que abordem os desperdícios identificados.

Mapeamento do estado futuro: Para mapear o estado futuro, o mapa do estado atual deve ser analisado de forma crítica, para resolver os problemas detetados. Além disso, é necessário compreender

a procura do cliente, ou seja, as suas solicitações. Todos devem colaborar com ideias para o plano e, para alcançar o estado futuro, essas ideias devem ser pensadas como um processo de evolução.

Criação de planos *Kaizen*: O termo *kaizen* significa melhorar o fluxo de valor ou um processo para aumentar o seu valor agregado, reduzindo desperdícios. Dessa forma, os processos são modificados para que se tornem melhores. O processo de planeamento é fundamental, pois permite alcançar melhorias e reconhecer esforços. Portanto, para implementar ideias de melhoria do fluxo de valor, é necessário dividi-las em fases e essa sequência de planeamento irá ajudar na implementação eficaz dos planos *kaizen*.

Implementação dos planos *Kaizen*: Etapa final na transformação *Lean*, dividindo-se em três passos: preparação, implementação e acompanhamento. A procura constante de formas de melhorar o fluxo de valor é a chave para que a transformação *Lean* numa organização seja bem sucedida.

2.3 *Business Process Management*

Business Process Management (BPM) surge através da ligação de várias disciplinas de gestão, que partilham um entendimento comum de como uma abordagem centrada nos processos de negócio conduz a melhorias substanciais em termos de desempenho e realização dos objetivos de uma organização (Brocke & Rosemann, 2010). Pode ser considerado como o resultado da ligação entre a Tecnologia da Informação e a Gestão, resultando em vários métodos e técnicas para a gestão de processos, reunindo pessoas e organizações, que fornecem procedimentos, políticas e métricas para a prática de gestão, bem como ferramentas de *software* para gerir e otimizar os processos de negócio de uma organização (Netjes et al., 2006).

Benedict et al. (2019) definem BPM como “*uma abordagem de gestão disciplinada para identificar, desenhar, executar, documentar, medir, monitorizar e controlar processos de negócio, tanto automatizados como não automatizados, para alcançar resultados consistentes e específicos alinhados com os objetivos estratégicos de uma organização. BPM envolve a definição, melhoria, inovação e gestão deliberada, colaborativa, e cada vez mais assistida por tecnologia, de processos de negócio ponta-a-ponta que impulsionam resultados empresariais, criam valor para os clientes e permitem que uma organização alcance os seus objetivos de negócio com maior agilidade.*”

A prática de gestão de BPM segue um ciclo de vida de atividades integradas e faseadas. A maioria dos ciclos de vida pode ser resumido num conjunto iterativo de atividades que inclui (Benedict et al., 2019):

1. Alinhamento com a estratégia e objetivos;

2. Arquitetar mudanças;
3. Desenvolver iniciativas;
4. Implementar mudanças;
5. Medir o sucesso.

A melhoria contínua é uma parte essencial da última fase. Os profissionais de BPM avaliam o desempenho dos processos de negócio e, se os resultados ficarem abaixo das expectativas, iniciam o ciclo de vida de BPM novamente (Benedict et al., 2019).

2.3.1 Comparação entre Ciclo PDCA e Ciclo BPM

O *Kaizen* é um movimento que leva à melhoria contínua e incremental, envolvendo executivos, gestores e trabalhadores. A definição dos processos do *kaizen* consiste na iteração do ciclo PDCA, *plan-do-check-act* (Figura 3). O ciclo PDCA é uma ferramenta de gestão que afirma que cada ação de gestão pode ser aprimorada pela aplicação cuidadosa da sequência: planejar, fazer, verificar e agir (Imai, 1986). Através deste ciclo, uma organização melhora, tanto os principais ativos, como o padrão de trabalho. As funções do PDCA são descritas da seguinte forma (Inoki & Fukazawa, 2007):

- *Plan* envolve especificar níveis de cobertura e consistência, definir e analisar o tipo atual e desejado dos principais ativos alvo, escolher um padrão de *kaizen* adequado, analisar cenários e definir um cenário com base nessa análise, criando um plano de *kaizen*;
- *Do* é executar o *kaizen*, ou seja, colocar o plano de *kaizen* em prática. Inclui também o desenvolvimento de produtos através da reutilização dos principais ativos;
- *Check* é avaliar os resultados do *kaizen*;
- *Act* é melhorar o padrão de trabalho para o *kaizen* e conceber um novo plano de *kaizen*.

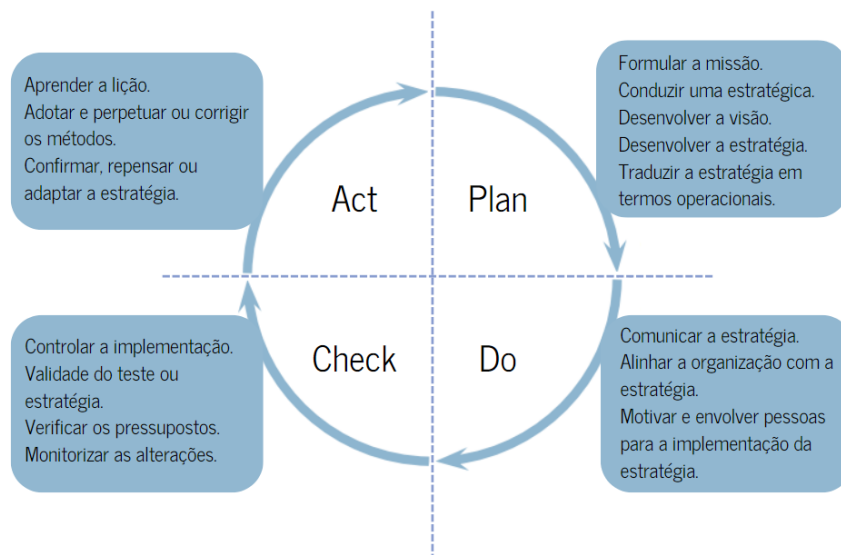


Figura 3 - Ciclo PDCA
Adaptado de Pietrzak & Palisziewicz (2015)

O princípio fundamental é a iteração. Ao repetir o ciclo, o plano é confirmado ou negado, é adquirido mais conhecimento e o processo gerido no quadro PDCA é continuamente aprimorado (Pietrzak & Palisziewicz, 2015).

Através da Figura 4 é possível observar que, embora as etapas tenham nomes diferentes, ambos os ciclos seguem a mesma lógica, que é um ciclo interminável de melhoria de processos (Maldonado et al., 2020).

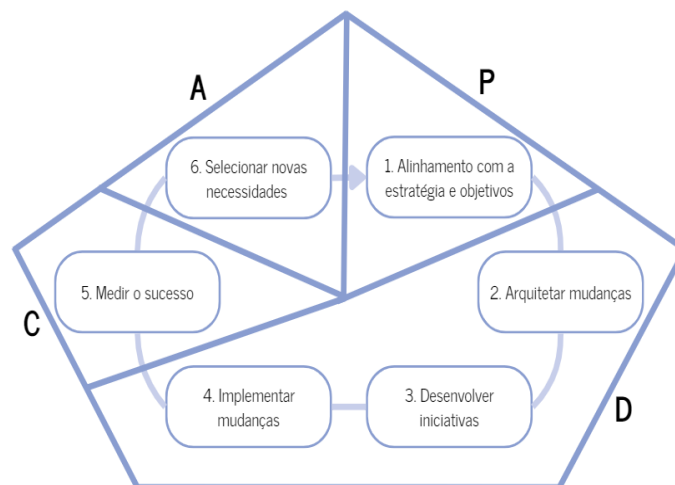


Figura 4 - Sinergia entre os ciclos PDCA e BPM
Adaptado de Maldonado et al. (2020)

O Ciclo PDCA é utilizado maioritariamente em indústrias de manufatura, como a alimentar, automóvel, aeronáutica, cujo principal objetivo é reduzir desperdícios e melhorar as atividades de valor acrescentado. Por outro lado, o Ciclo BPM é mais comum nas indústrias de serviços, como *software*, educação, construção, saúde e organizações sem fins lucrativos. Os casos de utilização de BPM centram-se em

soluções baseadas nas tecnologias de informação para melhorar o fluxo de trabalho e a eficiência dos processos, sendo por isso mais relevante no setor de serviços do que na manufatura, onde os problemas estão mais relacionados com fluxos físicos de mercadorias (Maldonado et al., 2020).

Deste modo, o Ciclo BPM é utilizado em organizações onde o principal fluxo é o de informações, enquanto em organizações focadas nos fluxos físicos, é utilizado o Ciclo PDCA. No entanto, para ambos, é essencial ter uma visão de longo prazo para criar uma cultura de melhoria contínua, com o apoio da gestão de topo (Maldonado et al., 2020).

2.3.2 *Business Process Model and Notation*

BPMN significa *Business Process Model and Notation* e é uma linguagem que surgiu em 2004, desenvolvida e patrocinada pela *Business Process Management Initiative* (BPMI) e posteriormente adotada como padrão pelo *Object Management Group*. A primeira versão do BPMN foi desenvolvida para padronizar a representação gráfica de processos de negócio, fornecendo um conjunto de "símbolos gráficos" para os vários elementos do processo, com um significado coerente e a capacidade de representar as suas possíveis combinações (OMG, 2011).

Os elementos do BPMN estão divididos em quatro categorias: *Flow Objects*, *Connecting Objects*, *Swimlanes*, *Artifacts* (White, 2004).

Os *Flow objects*, ou objetos de fluxo (Figura 5), são os principais elementos gráficos para representar o comportamento de um processo de negócio (A. Freitas & Pereira, 2015) e estão divididos em três grupos (White, 2004):

- **Evento:** Representado por um círculo e é um acontecimento que ocorre durante o processo, afetando o fluxo do processo, tendo geralmente uma causa (*trigger*) ou um impacto (*result*). Existem três tipos de eventos, com base no momento em que ocorrem no processo: inicial, intermédio e final. São representados por círculos com o tipo de limite a diferenciar o tipo de evento;
- **Atividade:** Representada por um retângulo com cantos arredondados e representa o trabalho a ser realizado dentro do processo. Existem dois tipos de atividades: tarefa e subprocesso, sendo que o subprocesso é distinguido por um pequeno sinal de adição no centro inferior da forma;
- **Gateway:** Representado pela forma de diamante e é utilizado para controlar a divergência e convergência do fluxo do processo.



Figura 5 - Representação dos objetos de fluxo
(White, 2004)

Os *Connecting objects*, ou conectores (Figura 6), definem como os objetos são vinculados e a ordem pela qual as atividades são realizadas durante o processo (A. Freitas & Pereira, 2015). Existem três grupos de conectores (White, 2004):

- Fluxo de sequência: Utilizado para mostrar a ordem (a sequência) pela qual as atividades serão realizadas no processo;
- Fluxo de mensagem: Utilizado para mostrar o fluxo de mensagens entre dois participantes do processo (entidades ou papéis de negócios) que as enviam e as recebem;
- Associação: Utilizada para associar dados, texto e outros artefactos a objetos de fluxo. As associações são usadas para mostrar as entradas e saídas das atividades.

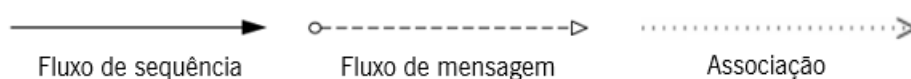


Figura 6 - Representação dos conectores
(White, 2004)

As *Swimlanes*, ou divisões (Figura 7), são utilizadas para dividir e organizar as atividades em categorias visuais separadas, a fim de ilustrar diferentes capacidades funcionais ou responsabilidades (A. Freitas & Pereira, 2015). Estão divididas em duas categorias (White, 2004):

- *Pool* (piscina): Permitem a identificação dos intervenientes envolvidos no processo;
- *Lane* (pista): Representa cada uma das divisões de uma Pool.



Figura 7 - Representação das divisões
(White, 2004)

Os *Artifacts*, ou artefactos (Figura 8), são utilizados para fornecer informações adicionais sobre o processo representado (A. Freitas & Pereira, 2015). Existem três tipos de artefactos (White, 2004):

- Objeto de Dados: São utilizados para mostrar de que forma os dados são necessários ou produzidos pelas atividades e estão conectados às atividades por meio de associações;
- Grupo: Pode ser usado para fins de documentação ou análise, mas não afeta o fluxo do processo;
- Anotações: Utilizadas para fornecer informações de texto adicionais sobre o processo.

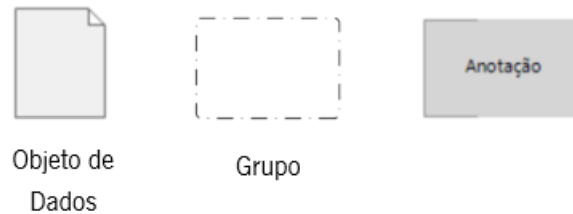


Figura 8 - Representação dos artefactos
(White & Miers, 2008)

A modelação de processos é utilizada para comunicar uma grande variedade de informações para diferentes públicos. O BPMN é projetado para abranger diversos tipos de modelação e permite a criação de segmentos de processos, bem como processos de negócio de ponta a ponta, em diferentes níveis de fidelidade (White, 2004).

2.3.3 Orquestração de Processos

A orquestração de processos coordena os vários pontos finais (*endpoints*) de um processo empresarial, integrando, por vezes, múltiplos processos. Essa orquestração permite trabalhar com as pessoas, sistemas e dispositivos já existentes, alcançando objetivos ambiciosos na automação de processos de ponta a ponta. Embora relacionadas, a orquestração e automação de processos não são o mesmo. Enquanto a automação é o resultado do uso de tecnologia para executar automaticamente tarefas específicas sem necessidade de intervenção humana, a orquestração integra diferentes processos, automatizados e manuais. Automatizar uma tarefa específica, ou uma série de tarefas, não proporciona necessariamente uma visão abrangente do fluxo de processos de ponta a ponta. A orquestração de processos oferece maior visibilidade e controlo sobre todo o fluxo de trabalho, garantindo uma gestão mais eficiente e integrada (Camunda, 2024b).

Um *software* de orquestração de processos é necessário quando o processo envolve uma diversidade de *endpoints*. Cada processo é composto por tarefas que, para executarem o processo, precisam de ser coordenadas. O *software* de orquestração de processos executa o processo, mas as tarefas são executadas por *endpoints*, que podem ser pessoas, sistemas de *software* ou dispositivos físicos. Quanto mais variados forem os *endpoints*, mais importante é ter um *software* de orquestração poderoso para integrá-los de forma rápida e flexível (Camunda, 2024b).

2.3.4 *Decision Model and Notation*

Decision Model na Notation (DMN) é uma linguagem de modelação e notação para a especificação das decisões e regras de negócio (Object Management Group, 2024). As empresas utilizam DMN para conceber modelos de decisão utilizados para automatizar os processos de tomada de decisão (Camunda, 2024a).

Os principais elementos da DMN incluem: tabelas de decisão, que permitem uma representação simples e intuitiva de decisões que consistem num *input*, numa condição e num *output*; *Friendly Enough Expression Language* (FEEL) ou Linguagem de Expressão Suficientemente Amigável, que é usada para expressar condições nas tabelas de decisão para poderem ser executadas; diagramas de requisitos de decisão, que são criados quando uma decisão não pode ser descrita numa tabela simples, por exemplo, quando existem dependências entre decisões intermédias cujo resultado serve de *input* para a decisão final (Camunda, 2024a).

2.4 **Indústria 4.0**

Nos últimos anos a I4.0 emergiu como um quadro tecnológico promissor utilizado para integrar e alargar os processos de manufatura a nível intra e interorganizacional. Essa ascensão foi impulsionada pelos avanços recentes nas Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), que proporcionaram uma gama viável de soluções para as crescentes necessidades de informatização nas indústrias de manufatura. Esta viabilidade foi comprovada pelo facto de que um número crescente de empresas em todo o mundo tem explorado os benefícios da digitalização das cadeias horizontais e verticais das empresas, adotando a Indústria 4.0 no processo de se tornarem empresas digitais líderes nos complexos ecossistemas industriais do futuro (PWC, 2016).

Na economia global e nas operações comerciais mundiais, temos testemunhado a necessidade da Indústria 4.0 em aumentar dramaticamente o nível geral de industrialização, informatização e digitalização da manufatura para alcançar maior eficiência, competência e competitividade. É amplamente reconhecido que a Indústria 4.0 possui um importante impacto estratégico de longo prazo no desenvolvimento industrial global (Xu et al., 2018).

2.4.1 *Evolução histórica*

Os avanços na indústria são definidos como revoluções industriais, sendo amplamente aceite que a civilização testemunhou quatro dessas revoluções (Figura 9). Os recursos energéticos, as ferramentas

de produção na manufatura, assim como os processos de negócios, caracterizam as eras industriais (Akman & Karaman, 2021).

A Primeira Revolução Industrial teve início no final do século XVIII e início do século XIX, sendo caracterizada pela introdução de sistemas de manufatura mecânica que utilizavam energia hídrica e a vapor. A descoberta das máquinas a vapor melhorou o estilo de vida humano, reduzindo a necessidade de mão-de-obra e aumentando a eficiência nos fluxos de trabalho (Xu et al., 2018).

A Segunda Revolução Industrial iniciou no final do século XIX, sendo simbolizada pela introdução do uso de energia elétrica e da produção em massa, com a criação de linhas de montagem (Xu et al., 2018).

A Terceira Revolução Industrial iniciou na segunda metade do século XX e trouxe o lançamento de sistemas eletrônicos, tecnologia da informação e automação computacional, tornando todo o processo de produção automático, sem a necessidade de intervenção humana (Xu et al., 2018).

A Quarta Revolução Industrial, conhecida como Indústria 4.0, surge em 2011 e trata-se de uma iniciativa estratégica do governo alemão adotada como parte do *"High-Tech Strategy 2020 Action Plan"* (Kagermann et al., 2013). A Indústria 4.0 descreve um estilo de produção no qual a Internet, redes conectadas, automação e digitalização estão em ascensão, dando lugar a uma ciber-revolução, provocando a transformação de sistemas desenvolvidos durante as três primeiras revoluções industriais em sistemas inteligentes (Akman & Karaman, 2021).

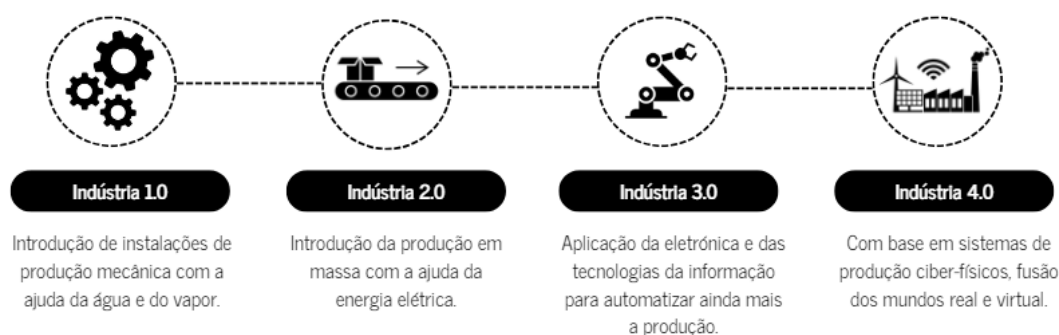


Figura 9 - Evolução histórica
Adaptado de Deloitte (2015)

2.4.2 Conceito de Indústria 4.0

A abordagem à Indústria 4.0 foi definida pelo governo alemão como uma forma de promover vantagens competitivas através da aplicação e integração de novas tecnologias, sendo caracterizada pela forte conexão entre processos, produtos e serviços, representada pela Internet das Coisas (IoT). O seu elevado nível de integração forma uma rede de trabalho que liga o espaço físico e o mundo virtual através dos Sistemas Ciber-Físicos. Nesse sentido, o conceito de I4.0 pode ser interpretado como uma estratégia para aumentar a competitividade no futuro, centrando-se na otimização da cadeia de valor devido à

produção dinâmica e controlada de forma autónoma. Como resultado, promove melhorias nos processos industriais envolvidos na produção, utilização de materiais, cadeia de abastecimento e gestão do ciclo de vida (Kagermann et al., 2013).

Hermann et al. (2016) definiram a Indústria 4.0 da seguinte forma:

"A Indústria 4.0 é um termo coletivo para tecnologias e conceitos de organização da cadeia de valor. Nas fábricas inteligentes estruturadas modularmente da Indústria 4.0, os CPS monitorizam os processos físicos, criam uma cópia virtual do mundo físico e tomam decisões descentralizadas. Através da IoT, os CPS comunicam e cooperam entre si e com os seres humanos em tempo real. Através da Internet dos Serviços, os serviços internos e inter-organizacionais são oferecidos e utilizados pelos participantes da cadeia de valor."

A I4.0 representa uma nova fase para a indústria, oferecendo avanços tecnológicos significativos que permitem a integração em tempo real entre todos os participantes da cadeia de valor, tornando-os mais produtivos, inteligentes e ágeis (Pagliosa et al., 2021). De acordo com Şenkayas & Gürsoy (2018) o principal objetivo da Indústria 4.0 é impulsionar a manufatura para ser mais eficaz, rápida e orientada para o cliente. Representa uma melhoria na digitalização e automação do ambiente de manufatura, criando uma comunicação robusta entre produtos, máquinas e parceiros de negócios, através de uma cadeia de valor digital.

A Indústria 4.0 possibilita às indústrias a incorporação de características-chave que potenciam o seu sucesso (Kagermann et al., 2013):

- Satisfação das necessidades individuais dos clientes: A Indústria 4.0 permite a inclusão de critérios individuais e específicos do cliente nas fases de *design*, configuração, pedido, planeamento, manufatura e operação, possibilitando a incorporação de alterações de última hora. Na Indústria 4.0, é possível fabricar itens únicos e ter volumes de produção muito baixos (lotes de 1 unidade), mantendo ainda assim a rentabilidade.
- Flexibilidade: A interligação *ad hoc* baseada em CPS permite a configuração dinâmica de diferentes aspetos dos processos empresariais, como qualidade, tempo, risco, robustez, preço e amigabilidade ambiental. Isso facilita o ajuste contínuo de materiais e cadeias de abastecimento. Além disso, significa que os processos de engenharia podem ser tornados mais ágeis, os processos de manufatura podem ser alterados, escassez temporária (por exemplo, devido a problemas de fornecimento) pode ser compensada e aumentos significativos na produção podem ser alcançados em pouco tempo.

- Tomada de decisão otimizada: Para ter sucesso num mercado global, tornou-se crucial ser capaz de tomar decisões certas, muitas vezes em prazos muito curtos. A Indústria 4.0 proporciona transparência em tempo real de ponta a ponta, permitindo a verificação precoce de decisões de *design* na esfera da engenharia e respostas mais flexíveis a interrupções, além de otimização global em todas as instalações de uma empresa na esfera da produção.
- Produtividade e eficiência de recursos: Os objetivos estratégicos predominantes para os processos de manufatura industrial ainda se aplicam à Indústria 4.0: fornecer o maior rendimento possível de produtos a partir de um determinado volume de recursos (produtividade de recursos) e utilizar a menor quantidade possível de recursos para produzir uma saída específica (eficiência de recursos). Os CPS permitem a otimização dos processos de manufatura caso a caso, em toda a rede de valor. Além disso, em vez de interromper a produção, os sistemas podem ser continuamente otimizados durante a produção em termos do seu consumo de recursos e energia ou na redução das emissões.
- Criação de oportunidades de valor por novos serviços: A Indústria 4.0 abre novas formas de criar valor e novas formas de emprego, por exemplo, através de serviços *downstream*. Algoritmos inteligentes podem ser aplicados às grandes quantidades de dados diversos (*Big Data*) registados por dispositivos inteligentes para fornecer serviços inovadores. Existem oportunidades especialmente significativas para pequenas e médias empresas (PMEs) e *startups* desenvolverem serviços B2B (*business-to-business*) para a Indústria 4.0.
- Resposta às mudanças demográficas no local de trabalho: Em conjunto com iniciativas de organização do trabalho e desenvolvimento de competências, a colaboração interativa entre seres humanos e sistemas tecnológicos proporcionará às empresas novas formas de aproveitar as mudanças demográficas a seu favor. Diante da escassez de mão-de-obra qualificada e da crescente diversidade da força de trabalho (em termos de idade, género e origem cultural), a Indústria 4.0 permitirá percursos de carreira diversos e flexíveis, que possibilitarão que as pessoas continuem a trabalhar e permaneçam produtivas por mais tempo.
- Equilíbrio entre trabalho e vida pessoal: Os modelos mais flexíveis de organização do trabalho adotados por empresas que utilizam CPS posicionam-nas bem para atender à crescente necessidade dos funcionários de encontrar um melhor equilíbrio entre trabalho e vida pessoal, bem como entre desenvolvimento pessoal e desenvolvimento profissional contínuo. Sistemas inteligentes de assistência, por exemplo, proporcionarão novas oportunidades para organizar o trabalho de maneira a oferecer um novo padrão de flexibilidade para atender aos requisitos das

empresas e às necessidades pessoais dos funcionários. À medida que o tamanho da força de trabalho diminui, isso dará às empresas com CPS uma clara vantagem na contratação dos melhores colaboradores.

2.4.3 Pilares da Indústria 4.0

A geração atual está a passar por transformações significativas devido à disponibilidade de conexão a qualquer coisa, em qualquer lugar e a qualquer momento. A presença de dispositivos sem fio e tecnologias móveis inteligentes proporciona uma comunicação de baixo custo, sensores miniaturizados e serviços eficientes em termos de custo e tempo. Com a ajuda das novas infraestruturas de *hardware*, as indústrias alcançam um novo nível em termos de qualidade e eficiência de custos (Singh et al., 2023). De acordo com Singh et al. (2023), a Indústria 4.0 é sustentada por 9 pilares que desempenham um papel fundamental no crescimento da manufatura industrial: Internet das Coisas, *Big Data*, Computação em Nuvem, Simulação, Cibersegurança, Integração de Sistemas, Manufatura Aditiva, Realidade Aumentada e Robôs Autônomos, como mostrado na Figura 10. Estes encontram-se descritos em seguida (Rehman & Ejaz, 2020).

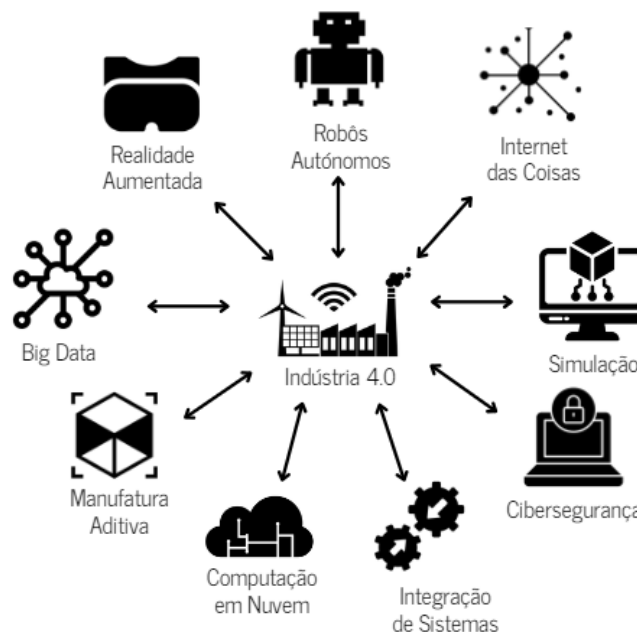


Figura 10 - Pilares da Indústria 4.0
Adaptado de Singh et al. (2023)

Internet das Coisas: A IoT abrange bilhões de dispositivos físicos em todo o mundo que estão interligados à Internet, recolhendo e partilhando dados. Através da utilização de processadores avançados e redes sem fios, é possível integrar praticamente qualquer objeto.

Big Data: A emergência de grandes conjuntos de dados na indústria abriu caminho para a análise de *big data*. O foco reside na otimização da qualidade da produção, na economia de energia e na melhoria de equipamentos e serviços associados. O objetivo principal é recolher dados provenientes das fontes envolvidas na manufatura e relacionar as informações capturadas e processadas. Este processo visa aprimorar a identificação de falhas e fortalecer as relações com os clientes, fornecendo uma base sólida para decisões comerciais informadas.

Computação em Nuvem: Nas fábricas inteligentes com operações intensificadas associadas à manufatura, é necessário um aumento na partilha de dados entre organizações, os seus colaboradores e clientes. A transferência das informações do sistema e das suas operações para a nuvem permite um aumento nas operações orientadas por dados nas estações de manufatura.

Simulação: Cada problema físico com um produto pode ser representado na forma de um modelo computacional. Este modelo computacional é simulado para reduzir as falhas no produto final. A necessidade de testes físicos foi reduzida com a implementação da tecnologia de simulação. Técnicas de simulação, como dinâmica computacional dos fluidos, análise de elementos finitos, simulação térmica, simulação digital e analógica, têm economizado milhões de euros para as indústrias.

Cibersegurança: Com o avanço e padronização das tecnologias cibernéticas, existe a necessidade de proteção da informação e dos dados. Isso garante resguardo contra roubo e oferece abrigo para superar danos ao *hardware*, *software* e dados eletrónicos. A indústria inteligente, predominantemente baseada em protocolos de comunicação e redes, depende da cibersegurança para a sua segurança.

Integração de Sistemas: Na integração horizontal de sistemas, uma empresa associa-se a outra para formar uma cadeia de valor de ponta a ponta. Por outro lado, na integração vertical de sistemas, a empresa procura manter internamente o máximo possível da cadeia de valor, desde o *design* e desenvolvimento do produto, até à sua distribuição.

Manufatura Aditiva: A manufatura aditiva, como a impressão 3D, tem sido amplamente utilizada na Indústria 4.0, podendo ser empregue para produzir protótipos e componentes menores de máquinas. É possível obter *designs* personalizados, complexos e leves. A indústria aeroespacial, por exemplo, utiliza extensivamente esta tecnologia para aliviar o peso dos aviões, reduzindo assim o consumo de combustível.

Realidade Aumentada: A realidade aumentada analisa o ambiente existente e adiciona informações para estabelecer um novo ambiente artificial. Este ambiente artificial é amplamente utilizado em setores, como saúde e automóvel, para simulações computacionais do mundo real.

Robôs Autônomos: Desde a terceira revolução industrial, os robôs foram amplamente utilizados para lidar com tarefas complexas, estando a evoluir para uma utilidade ainda maior. Cada vez mais autônomos, flexíveis e colaborativos, será possível comunicarem entre si e trabalharem de forma cognitiva e segura com os seres humanos.

2.4.4 Índice de Maturidade da Indústria 4.0 da Acatech

O Índice de Maturidade da Indústria 4.0 da Acatech foi elaborado para auxiliar as empresas a determinar o estágio no qual se encontram na sua transformação para uma empresa ágil e de aprendizagem. Avalia as empresas a partir de uma perspectiva tecnológica, organizacional e cultural, concentrando-se nos processos de negócio das empresas de manufatura (Schuh et al., 2020).

A abordagem do modelo baseia-se numa sucessão de estágios de maturidade, isto é, níveis de desenvolvimento baseados em valor que auxiliam as empresas a navegar por cada fase na sua transformação, desde os requisitos básicos para a Indústria 4.0, até à implementação completa. Dado que o estado desejado de uma empresa dependerá da sua estratégia de negócio, cabe a cada empresa decidir qual estágio de maturidade representa o melhor equilíbrio entre custos, capacidades e benefícios para as suas circunstâncias individuais, tendo em conta como esses requisitos mudam ao longo do tempo em resposta às alterações no ambiente de negócios e na estratégia da empresa. Para garantir que todos os aspetos das empresas de manufatura são considerados, a estrutura do modelo baseia-se no "*Framework* de Produção e Gestão" (Schuh et al., 2020).

Esta estratégia requer uma abordagem passo a passo para o desenvolvimento da empresa e, para isso, foi concebido um caminho para a Indústria 4.0, que compreende seis etapas de desenvolvimento, como pode ser observado na Figura 11. Cada etapa é construída sobre a anterior e descreve as capacidades necessárias para alcançá-la e os benefícios resultantes para a empresa (Schuh et al., 2020).

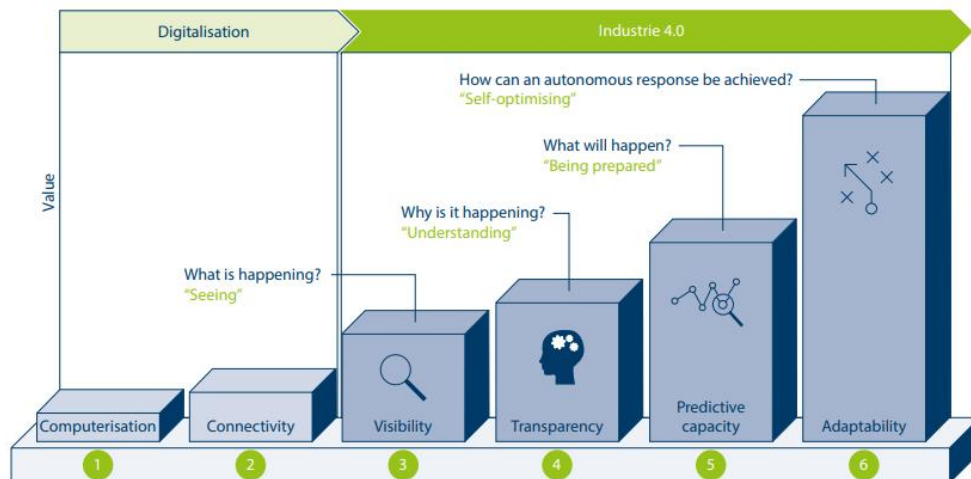


Figura 11 - Etapas do percurso de desenvolvimento da Indústria 4.0
(Schuh et al., 2020)

O *framework* divide os aspetos internos de uma empresa em estrutura corporativa, processos corporativos e desenvolvimento corporativo. A estrutura de uma empresa é distribuída em quatro áreas estruturais de recursos, sistemas de informação, cultura e estrutura organizacional. Para cada uma dessas áreas são identificados dois princípios orientadores, que permitem às empresas identificar as capacidades da Indústria 4.0 que ainda precisam de desenvolver. As capacidades são direcionadas para o alcance dos vários estágios de desenvolvimento e fornecem às empresas de manufatura a base para se transformarem em organizações ágeis. Os processos corporativos formam a base das cinco áreas funcionais investigadas pelo Índice: desenvolvimento, produção, logística, serviços e *marketing* & vendas, sendo delineada uma visão para cada área, ilustrando os aspetos que caracterizam empresas ágeis e de aprendizagem (Schuh et al., 2020). Estes aspetos mencionados encontram-se ilustrados na Figura 12.

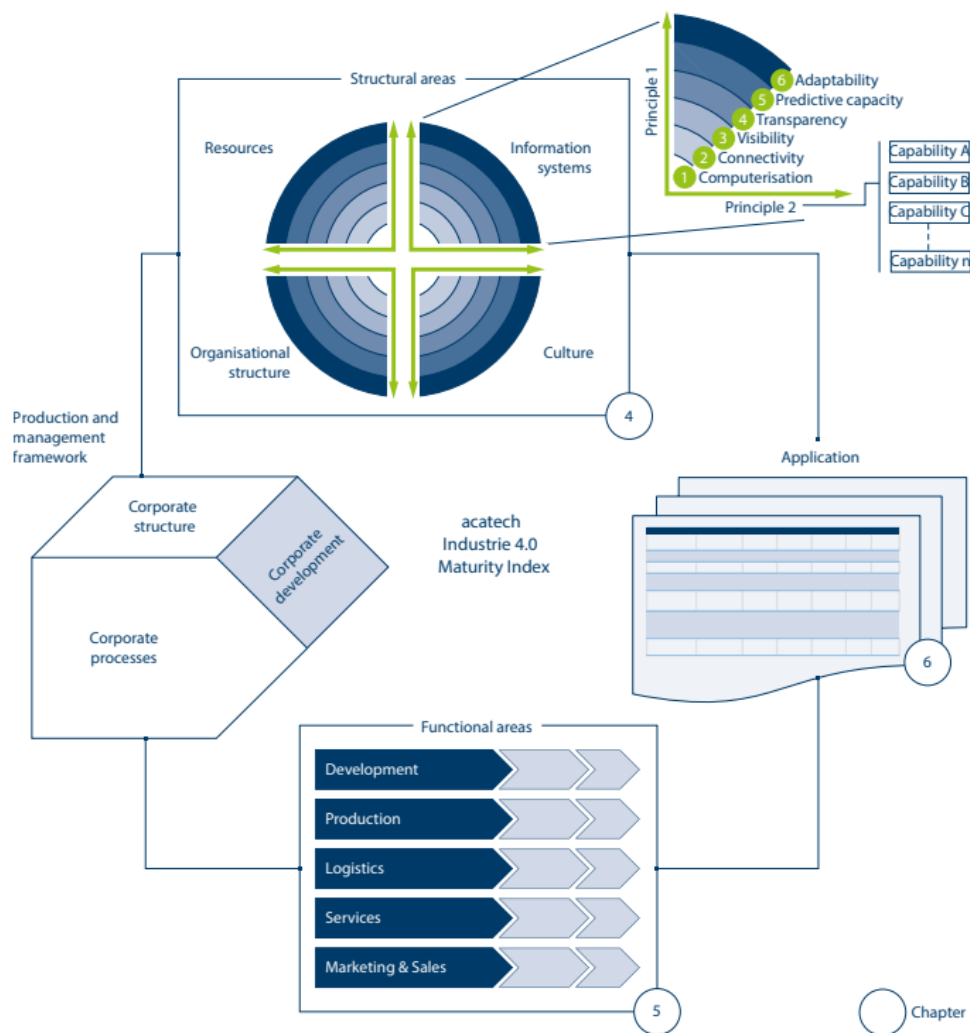


Figura 12 - Conceção do modelo do Índice de Maturidade da Indústria 4.0 da Acatech (Schuh et al., 2020)

A utilização do Índice compreende três fases sucessivas. A primeira fase é a identificação do estágio atual de maturidade nas diferentes áreas funcionais. A segunda fase envolve a empresa identificar o estágio de desenvolvimento que deseja alcançar no final do processo de transformação, com base na sua estratégia corporativa. Isso envolve analisar as suas capacidades existentes de Indústria 4.0 por área funcional e estrutural. É também realizada uma análise de lacunas para identificar as capacidades necessárias ausentes e que são necessárias desenvolver. A terceira fase envolve formular ações e incorporá-las num plano com vista a desenvolver as capacidades identificadas na segunda fase (Schuh et al., 2020).

Segundo Schuh et al. (2020) as três fases de aplicação são caracterizadas da seguinte forma:

Fase 1: Identificação do atual estágio de maturidade da Indústria 4.0

A identificação do atual estágio de maturidade da Indústria 4.0 baseia-se nas capacidades da Indústria 4.0. Estas são determinadas com base nos processos de negócio nas áreas funcionais e avaliadas por

meio de um questionário, que classifica as capacidades para cada processo. Cada pergunta possui respostas de escolha múltipla, que estão vinculadas aos seis estágios de desenvolvimento.

Os processos são posteriormente avaliados, sendo analisado o *status quo*, com base no processo de gestão de pedidos. As pontuações para as capacidades pertencentes ao princípio relevante são agregadas e apresentadas para cada processo individual. O Índice de Maturidade da Indústria 4.0 da Acatech utiliza círculos concêntricos (Figura 13) para representar os estágios de maturidade das quatro áreas estruturais. Quanto maior o raio do círculo, maior a maturidade da empresa de manufatura, conforme determinado pela avaliação.



Figura 13 - Definição das áreas onde é necessário atuar
(Schuh et al., 2020)

Fase 2: Identificação de capacidades que necessitam de desenvolvimento

As pontuações para os processos individuais são agregadas para produzir uma pontuação geral para cada área funcional e para a empresa na totalidade. A representação visual das pontuações permite determinar rapidamente o estágio médio de maturidade e destaca as diferenças no estágio de desenvolvimento das quatro áreas estruturais. O principal objetivo de entender como as diferentes áreas estruturais se comparam entre si é garantir que sejam desenvolvidas a uma taxa semelhante.

Assim, é recomendável que, como regra geral, as empresas comecem por abordar as áreas onde é necessária ação para atingir o mesmo estágio de maturidade para todas as quatro áreas estruturais, para que todos os benefícios desse estágio de maturidade possam ser realizados (alcançar consistência no estágio de maturidade). Pode haver algumas áreas ou funções operacionais onde a maioria dos benefícios disponíveis possa ser alcançado sem a necessidade de equilíbrio e níveis iguais de maturidade entre as quatro componentes. Uma vez atingidos os níveis necessários de maturidade e alinhamento, a empresa pode prosseguir para abordar as ações adicionais necessárias para atingir o alvo, isto é, um estágio de maturidade mais elevado.

Fase 3: Identificação de medidas concretas

O próximo passo consiste em formular medidas para abordar as áreas identificadas como necessitando de ação. As medidas necessárias podem ser deduzidas das capacidades em falta nas quatro áreas estruturais. A avaliação dos processos individuais possibilita direcionar essas medidas de forma muito precisa. A empresa encontra-se agora em posição de criar um plano de desenvolvimento e começar a implementar as medidas o mais rápido possível. As medidas para os processos individuais podem ser atribuídas às áreas funcionais, dependendo a qual destas áreas pertencem esses processos. Além disso, medidas tematicamente semelhantes são agrupadas sob "áreas operacionais". O plano estabelece as medidas para cada área operacional, como confiabilidade do processo, produtividade ou relacionamentos com clientes/fornecedores, numa sequência que apoia o aumento progressivo do nível de maturidade da Indústria 4.0 (Figura 14).

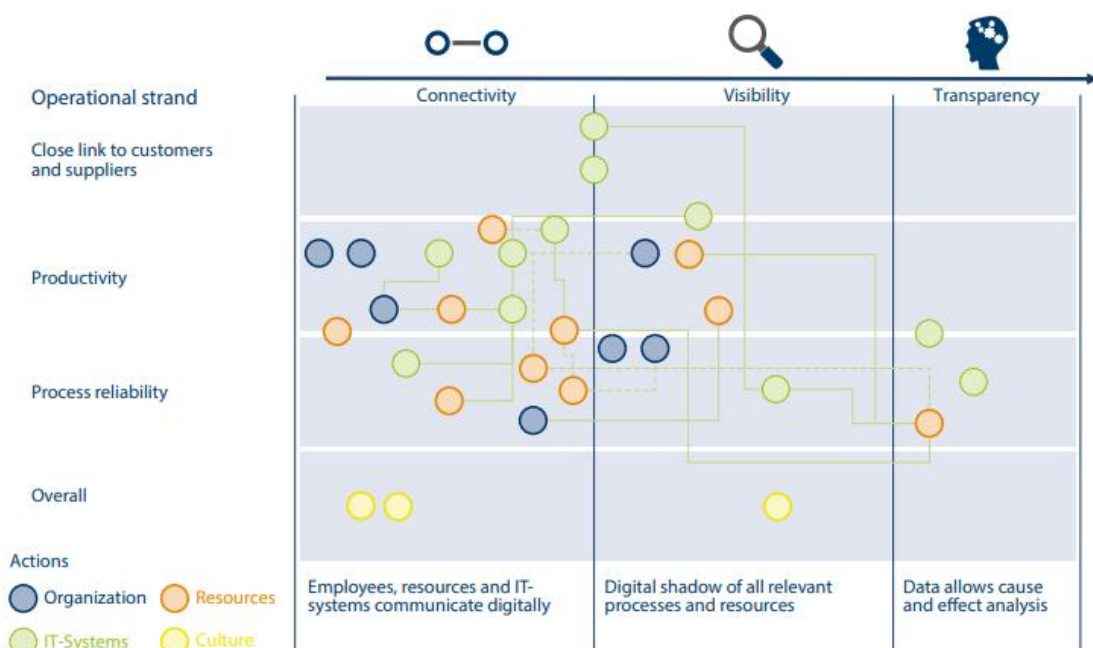


Figura 14 - Identificação das medidas
(Schuh et al., 2020)

2.5 Indústria 5.0

Ao longo da última década, a Europa tem intensificado gradualmente o seu compromisso com a transformação industrial, principalmente trabalhando na transição para a Indústria 4.0, um paradigma essencialmente tecnológico. A Quinta Revolução Industrial, conhecida como Indústria 5.0, chegou quando as empresas começaram a adotar a Indústria 4.0. Enquanto a principal preocupação da Indústria 4.0 é a automação, a Indústria 5.0 tem como propósito envolver a cooperação entre humanos e máquinas autónomas. Os resultados desta colaboração serão um processo de manufatura altamente

eficaz com valor acrescentado, uma autonomia de confiança próspera e menos desperdício e despesas (Leng et al., 2022).

A Indústria 5.0 representa uma oportunidade para a Europa reformular a qualidade da sua liderança no mundo através da cooperação internacional, abertura e liderança na definição de padrões e normas para novas manufaturas, sustentabilidade, ética e uma economia/sociedade digital (Directorate-General for Research and Innovation - European Commission et al., 2021).

2.5.1 Caraterísticas da Indústria 5.0

Directorate-General for Research and Innovation - European Commission et al. (2021) identificaram as seguintes caraterísticas para a Indústria 5.0:

- Garante um quadro para a indústria que combina competitividade e sustentabilidade, permitindo que a indústria concretize o seu potencial como um dos pilares da transformação;
- Enfatiza o impacto de modos alternativos de governação (tecnológica) para a sustentabilidade e resiliência;
- Capacita os trabalhadores através da utilização de dispositivos digitais, apoiando uma abordagem da tecnologia centrada no ser humano;
- Cria percursos de transição para utilizações da tecnologia ambientalmente sustentáveis;
- Alarga a responsabilidade das empresas para toda a sua cadeia de valor;
- Introduce indicadores que mostram, para cada ecossistema industrial, o progresso alcançado no caminho para o bem-estar, resiliência e sustentabilidade global.

Assim, Leng et al. (2022) definiu o núcleo da Indústria 5.0 da seguinte forma:

“A Indústria 5.0 coloca o bem-estar dos trabalhadores no centro do processo de manufatura, fazendo com que a produção respeite os limites do nosso planeta e a simbiose harmoniosa entre humanos e máquinas, para atingir objetivos sociais que vão além do trabalho e do crescimento económico, e alcançar ainda mais o objetivo de desenvolvimento sustentável da sociedade super-inteligente e dos valores ecológicos, que se irá tornar um fornecedor robusto e resiliente de prosperidade numa Comunidade Industrial de Futuro Partilhado.”

2.5.2 Fundamentos e princípios da Indústria 5.0

Para a preparação das bases da Indústria 5.0 nas organizações, (Jesus & Lopes, 2023) identificaram os seguintes construtos, que representam fundamentos e princípios:

- **Análise de dados:** Embora as análises qualitativas sejam úteis, é importante procurar uma cultura em que a quantificação dos fenómenos seja valorizada, uma vez que os registos das operações e decisões diárias são essenciais. É necessário adotar a mentalidade de que decisões tomadas sem terem dados por base são meras conjecturas e não podem ser consideradas decisões.
- **Cooperação:** A horizontalidade na tomada de decisões estimula a capacidade de auto-organização e uma visão de *ownership* (pertença). Uma forma de melhorar a resolução de problemas e obter um desenvolvimento de melhorias é através da substituição do organograma por uma matriz de responsabilidades. Essa mentalidade leva a um hábito e vontade de mudança, indicando que os indivíduos estão dispostos a melhorar de forma contínua. O primeiro passo pode ser a substituição de ferramentas de comunicação unidirecionais, como o *e-mail*, por plataformas colaborativas.
- **Antecipação:** Os métodos convencionais de gestão utilizam uma abordagem de melhoria contínua baseada em ciclos de análise e intervenção. Contudo, se a capacidade de recolha de dados aumentar, é possível transformar as ferramentas convencionais, que se focam em ações preventivas, numa abordagem de previsão. Ou seja, em vez de apenas prevenir a ocorrência de erros, seria possível antecipar potenciais problemas. Desta forma, adotando medidas corretivas antecipadamente, os erros podem ser evitados.
- **Valor:** É evidente que a atenção aos desperdícios, ineficiências e erros é essencial para um desempenho eficiente. Contudo, para que haja evolução, é essencial que o foco esteja no aprimoramento do valor. A abordagem de que todos os processos iniciam e finalizam com o cliente e, por isso, o valor percebido pelo cliente acompanha todas as fases de produção, realça a importância de garantir que cada etapa (desde a fase de conceção até à entrega do produto final) contribui para adicionar valor ao cliente. Ao adotar esta mentalidade, a empresa procura constantemente uma forma de melhorar o valor que oferece, promovendo, assim, uma evolução e a satisfação do cliente.
- **Colaboração humano-máquina:** A automação, os equipamentos, as aplicações e os sistemas informáticos podem ser usados para substituir as pessoas em tarefas que envolvem processamento em massa e em operações de sequenciação simples. Por outro lado, também podem ser comparados com os humanos para aumentar a capacidade de produção de ambos. Desta forma, o suporte físico e cognitivo da máquina e dos sistemas ao humano é um princípio fundamental da Indústria 5.0, sendo a colaboração humano-máquina um conceito que não

requer necessariamente uma tecnologia específica, apesar da existência de tecnologias colaborativas.

A compreensão geral da Indústria 5.0 traz de volta o toque humano para a indústria, envolvendo também a incorporação da inteligência artificial nas operações humanas para melhorar a capacidade humana. O núcleo da Indústria 5.0 é a harmonia entre máquinas, humanos, valores, tarefas, conhecimento e habilidades, resultando em produtos e serviços personalizados e individualizados (Leng et al., 2022).

2.6 *Digital Lean*

Os princípios *Lean* têm desempenhado um papel significativo na promoção da eficiência em organizações, destacando-se pela redução de custos, foco na eliminação de desperdícios e ênfase na condução dos processos pelas necessidades dos clientes. Embora o *Lean* tenha surgido no contexto da manufatura, os seus princípios fundamentais são encontrados em diversos tipos de empresas e aplicados de diversas formas. O *Lean* pode ser eficaz em qualquer domínio em que seja aplicado, uma vez que oferece uma abordagem baseada em dados para a tomada de decisões (Henao et al., 2016).

Por outro lado, nos últimos anos, as tecnologias digitais e físicas da Indústria 4.0 possibilitaram novas conquistas em termos de velocidade, coesão, flexibilidade e automação, alterando permanentemente o panorama da produção (Laaper & Kiefer, 2020).

Como resultado, surgiu o *Digital Lean*, que aprimora os princípios *Lean* para tornar a sua aplicação mais poderosa, e utiliza a Indústria 4.0 e outras ferramentas digitais para fornecer informações mais precisas, detalhadas e oportunas sobre as operações. Não só ajuda a concretizar os princípios *Lean*, como também aumenta o impacto das principais ferramentas *Lean*. Além disso, a maior disponibilidade de dados de alta frequência provenientes das tecnologias da Indústria 4.0, aliada ao aumento da capacidade de processamento, tem proporcionado novas análises e percepções que há alguns anos eram virtualmente impossíveis (Laaper & Kiefer, 2020).

O *Digital Lean* pode complementar os ganhos obtidos com o *Lean* tradicional na redução dos desperdícios durante a produção, uma vez que identifica mais rapidamente os desperdícios, fornecendo informações direcionadas e detalhadas diretamente para aqueles que podem reduzir o desperdício. No entanto, o *Digital Lean* também oferece a oportunidade de focar em componentes ocultas do desperdício que frequentemente passam despercebidas e que se acumulam, resultando em custos de suporte mais elevados e na redução da eficiência e da produção, o que se traduz num impacto tangível nos resultados.

A Tabela 2 apresenta a forma como os processos *Lean* tradicionais e o *Digital Lean* atenuam tipicamente os sete tipos de desperdícios (Laaper & Kiefer, 2020).

Tabela 2 - Como o *Digital Lean* pode melhorar a redução de desperdícios *Lean*
Adaptado de Laaper & Kiefer (2020)

	O que o <i>Lean</i> tradicional identifica e reduz:	De que forma o <i>Digital Lean</i> melhora o <i>Lean</i> tradicional:
Transporte	Reduz os processos não lineares, ou seja, processos dispersos pelo chão de fábrica, que requerem o transporte de materiais desde o armazenamento até ao ponto de utilização.	Quantifica o tempo de transporte necessário por produto ou processo, permitindo a identificação de oportunidades para melhorar a eficiência e organizar de forma mais eficaz o chão de fábrica.
Inventário	Permite que os produtos sejam fabricados apenas na quantidade necessária e no momento requerido.	Melhora as operações, com visibilidade em tempo real, do <i>stock</i> ao longo do processo de produção, para identificar acumulações inesperadas.
Movimento	Aborda os movimentos adicionais que não acrescentam valor ao produto e contribuem para tempos de produção mais longos.	Através da análise de dados de desempenho ou do uso de simulações de realidade aumentada e virtual, propõe um <i>design</i> de <i>layout</i> e equipamento para otimizar os movimentos dos trabalhadores.
Espera	Ajuda a mitigar o tempo de espera.	Reduz o tempo de espera através do reencaminhamento dinâmico de operações, com base em atualizações sobre o estado em

		tempo real de ativos, identificação rápida de <i>bottlenecks</i> e múltiplas simulações de cenários otimizados.
Sobreprocessamento	Ajuda a evitar processamento não exigido pelo cliente e realizado ao longo da cadeia de valor, como inspeções excessivas ou tolerâncias desnecessariamente elevadas.	Conecta e integra o ciclo de vida de um produto (e a cadeia de valor) através de um <i>digital twin</i> , isto é, um fio contínuo de dados que reflete o desenvolvimento, a produção e a utilização que se estende desde o <i>design</i> inicial até o fim da vida útil do produto.
Sobreprodução	Reduz a sobreprodução causada pela falta de sincronização entre a procura e a oferta, incluindo sinais de procura atrasados e restrições rígidas nos processos.	Proporciona visibilidade em tempo real na cadeia de valor para ajustar proativamente a capacidade, evitando a produção de bens que não são necessários.
Defeitos	Reduz os defeitos, estabelecendo padrões na manutenção de ativos, definição de processos e <i>design</i> de produtos.	Identifica o ativo, a etapa do processo ou a característica do produto que está a causar defeitos, reduzindo a taxa de sucesso inicial.

O *Digital Lean* oferece novas formas de eliminar desperdícios e tornar as pessoas, processos e tecnologia mais produtivos. Aliado a uma abordagem deliberada e orientada para o valor, pode levar as empresas a uma nova fronteira de produtividade, resultando numa fábrica com eficiência superior e custos operacionais mais baixos do que seria possível com o *Lean Manufacturing* tradicional (Laaper & Kiefer, 2020).

2.7 Outras ferramentas e métodos utilizados

2.7.1 Matriz GUT

A matriz Gravidade-Urgência-Tendência (GUT) é uma ferramenta utilizada pelas empresas para avaliar e priorizar os problemas que a gestão enfrenta, bem como analisar a prioridade em que tarefas específicas devem ser realizadas (Pereira De Carvalho & Ferreira De Castro, 2020). Apesar de ser uma ferramenta simples, é muito eficaz para gerir problemas numa empresa, pois permite uma avaliação quantitativa e qualitativa, fornecendo um número consistente com um nível de prioridade específico. Assim, é possível priorizar ações corretivas e preventivas que permitam reduzir ou eliminar problemas (Mello et al., 2022). Para criar a matriz GUT é necessário listar todos os problemas e aspetos relacionados com o segmento analisado, tendo em consideração três parâmetros, denominados G.U.T. (gravidade, urgência, tendência), sendo:

- Gravidade: possíveis danos ou perdas que podem ocorrer como resultado de uma situação tratada incorretamente;
- Urgência: relacionada com o tempo disponível para corrigir ou resolver uma determinada situação ou problema;
- Tendência: padrão ou tendência de agravamento da situação (Mello et al., 2022).

Após a listagem dos problemas ou dos pontos de análise, é necessário pontuar de 1 a 5 cada problema em cada um dos três parâmetros, tendo como base para ponderação a Tabela 3 (Mello et al., 2022):

Tabela 3 - Fatores qualitativos para criar a matriz GUT
Adaptado de Mello et al. (2022)

Nota	Gravidade	Urgência	Tendência
5	Extremamente grave	Extremamente urgente	Vai piorar imediatamente
4	Muito grave	Muito urgente	Vai piorar em curto prazo
3	Grave	Urgente	Vai piorar em médio prazo
2	Pouco grave	Pouco urgente	Vai piorar em longo prazo
1	Sem gravidade	Sem urgência	Sem tendência a piorar

No final do processo de pontuação é identificado o índice, que será o nível de prioridade dos problemas. Para isso, são multiplicados os valores atribuídos a cada um dos três parâmetros e o item com o resultado mais alto deve ser o primeiro a ser abordado. Após a atribuição da pontuação, das notas e priorizar atividades, deve ser elaborado o plano de ação (Mello et al., 2022).

2.7.2 Process Mining

Process Mining é um método que aplica algoritmos especializados a dados de registo de eventos, de forma a identificar tendências, padrões e detalhes sobre como um processo se desenrola. Trata-se de aplicar *data science* para descobrir, validar e melhorar os fluxos de trabalho. A combinação de *data mining* e análise de processos permite às organizações explorar os dados de registo dos seus sistemas de informação e compreender o desempenho dos seus processos, revelando a existência de *bottlenecks* e outras áreas passíveis de melhoria (IBM, 2024).

Existem diversas formas de gerar receita, e metodologias *lean* demonstram como a redução dos custos operacionais pode aumentar o Retorno Sobre os Investimentos (ROI). As soluções encontradas através do *process mining* ajudam as empresas a reduzir esses custos, quantificando as ineficiências nos seus modelos operacionais (IBM, 2024).

2.7.3 SIPOC

De acordo com Simon (2023), SIPOC, sigla para *Supplier-Input-Process-Output-Customer*, é a ferramenta ideal para identificar todos os elementos relevantes de um projeto de melhoria de processos antes do início do trabalho. Ajuda a definir um projeto complexo que pode não estar bem delineado, e é tipicamente utilizada na fase de medição da metodologia *Six Sigma DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control)*.

Desde uma visão geral ao nível mais elevado da cadeia de abastecimento, até aos processos mais detalhados, os SIPOCs podem proporcionar, não só uma perspetiva macro da estrutura operacional, como também uma análise micro de tarefas individuais que suportam um processo, equipa, departamento ou unidade de negócio (Brown, 2018).

Ao criar um SIPOC é típico começar pelo processo, independentemente de onde está posicionado no diagrama. O processo é o ponto central do SIPOC e o componente ao qual a restante informação está associada. Uma vez que o processo tenha sido definido, não faz diferença qual secção do SIPOC é completada a seguir. Trabalhar numa secção do SIPOC irá desencadear informações que serão necessárias para completar outra (Brown, 2018).

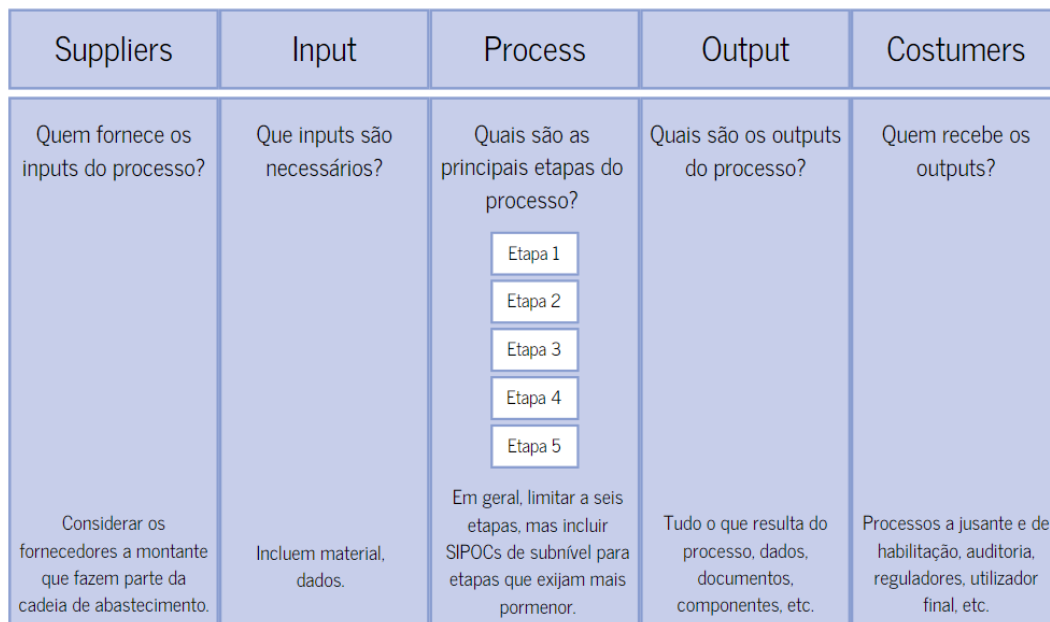


Figura 15 - Diagrama SIPOC
Adaptado de Brown (2018)

Como já referido, SIPOC provém das iniciais das palavras *Supplier-Input-Process-Output-Customer*, sendo (Brown, 2018):

Suppliers (fornecedores): Qualquer empresa, pessoa ou sistema que fornece os *inputs* necessários para completar as etapas delineadas na secção do processo;

Inputs (entradas): Tudo o que um processo requer para concluir todas as etapas. Isso inclui materiais, documentação, verificações, etc;

Process (processo): A progressão passo a passo das ações necessárias para entregar os *outputs* ao cliente;

Outputs (saídas): Tudo que seja produzido ao concluir as ações do processo. Assim como nos *inputs*, pode incluir materiais, documentação, verificações, etc;

Costumers (clientes): Os clientes podem ser internos ou externos. Qualquer pessoa na cadeia de abastecimento que seja recetora do *output* é um cliente.

O diagrama SIPOC (Figura 15) é uma ferramenta essencial para equipas que iniciam projetos de melhoria de processos, especialmente quando há ambiguidade relativamente ao âmbito do projeto. Ao decompor o processo nos seus componentes essenciais, as equipas podem obter uma visão integral de todo o sistema, o que garante que nenhum elemento crítico seja negligenciado. Além disso, ao identificar os fornecedores, entradas, processos, saídas e clientes, as equipas podem identificar potenciais *bottlenecks*, ineficiências ou desalinhamentos no processo existente (Simon, 2023).

2.7.4 Gráfico de Fluxo de Processo

Pode também ser designado por diagrama de sequência e estabelece a sequência do fluxo de um produto, de um equipamento ou de um homem, registando todos os acontecimentos em análise por símbolos de processo adequados (Kiran, 2020).

Como mencionado, os diagramas podem ser de três tipos (Kiran, 2020):

- Material: É registado o fluxo dos materiais, do produto ou dos componentes;
- Equipamento: É registado o movimento de certos equipamentos transportados regularmente de um local de trabalho para outro;
- Homem: São registadas as atividades de um único trabalhador ou de um grupo que se desloca de um local para o outro como parte do seu trabalho.

As atividades que ocorrem durante um determinado processo podem ser divididas em cinco tipos: operação, transporte, controlo, espera e armazenamento, e são representadas mediante símbolos, como mostrado na Tabela 4.

Tabela 4 - Simbologia utilizada no Gráfico de Fluxo de Processo
Adaptado de American Society of Mechanical Engineers (1947)

Atividade	Símbolo	Descrição
Operação		Quando um objeto é intencionalmente alterado, quando é arranjado ou preparado para outra operação, quando a informação é dada ou recebida e quando é feito um cálculo ou planeamento.
Transporte		Quando um objeto é deslocado de um local para outro, exceto quando esses movimentos fazem parte da operação.
Controlo		Quando um objeto é examinado para identificação ou é verificada a qualidade ou quantidade das suas características.
Espera		Ocorre a um objeto quando as condições não permitem ou não exigem a execução imediata da ação planeada seguinte.
Armazenamento		Quando um objeto é mantido e a sua remoção requer autorização.

2.7.5 Matriz de Responsabilidades

A matriz de responsabilidades mais utilizada é a matriz RACI e trata-se de uma representação visual do papel que cada indivíduo tem num processo, identificando-os como *Responsible*, *Accountable*, *Consulted* e *Informed*.

Responsible: Quem executa a atividade. Dependendo da complexidade da ação ou tarefa, pode haver mais de uma pessoa identificada como responsável.

Accountable: Tem autoridade para tomar a decisão final de fazer avançar o processo. Apenas deve haver um por tarefa.

Consulted: Pessoa que deve ser consultada antes do processo avançar, isto é, antes da conclusão de uma decisão ou ação. Pode haver mais do que uma pessoa a ser consultada.

Informed: Qualquer pessoa que precise de ser informada de que uma atividade está a ocorrer, mas que não precisa de fazer parte do processo.

A construção da matriz RACI também pode servir para eliminar enganos sobre o papel de cada pessoa, reduzir a duplicação de esforços e ajudar a criar consenso dentro da equipa (Jacka & Keller, 2009).

2.7.6 Simio

O Simio é uma ferramenta de simulação baseada em objetos inteligentes. Simula sistemas e processos através desses objetos, que combinam lógica e animação para refletir mudanças de estado e produzir o modelo solicitado (Simio LLC, 2024). Os sistemas modelados tanto podem ser propostas de sistemas ainda não construídos, como sistemas existentes, para os quais estão a ser consideradas modificações (Pegden, 2009).

Embora seja reconhecida a importância da simulação na análise de investimentos em novos sistemas, como novas instalações de manufatura, a simulação também desempenha um papel crucial na melhoria de processos. Muitas organizações utilizam técnicas como *Six Sigma* e *Lean* para analisar e melhorar os sistemas existentes, e a simulação complementa estas atividades, proporcionando uma forma de analisar e testar as melhorias propostas para os sistemas (Pegden, 2009).

A janela principal do Simio (Figura 16) contém sete menus na parte superior (*ProjectHome*, *Run*, *Animation*, *View*, *Visibility* e *Support*), abaixo um painel com seis separadores (*Facility*, *Processes*, *Definitions*, *Data*, *Results* e *Planning*), a biblioteca de objetos à esquerda (*Libraries*) e o painel de navegação (*Browse*) à direita (Pegden & Sturrock, 2013).

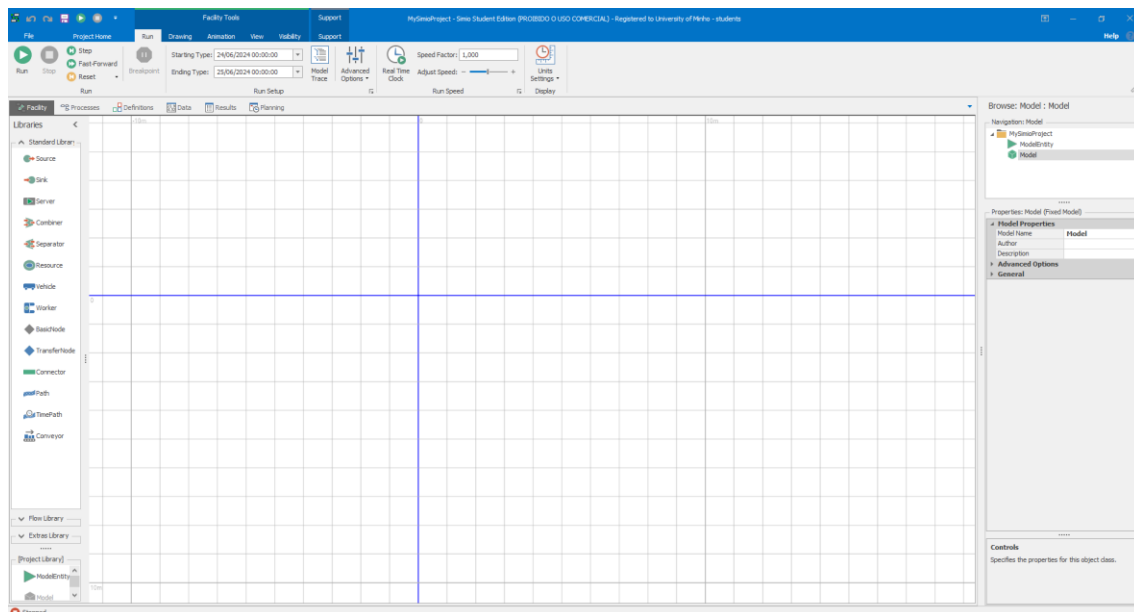


Figura 16 - Janela principal do Simio

Pegden & Sturrock (2013) classificaram os objetos numa biblioteca como um dos cinco tipos básicos:

- *Fixed*: Possui uma localização fixa no sistema, como uma máquina.
- *Link*: Fornece um caminho pelo qual as entidades podem mover-se.
- *Node*: Define uma interseção entre um ou mais *links* de entrada/saída. Os *nodes* também podem ser associados a objetos fixos para fornecer pontos de entrada e saída para o objeto.
- *Entity*: Define um objeto dinâmico que pode ser criado e destruído, mover-se por uma rede de links e nodos, e entrar/sair de objetos fixos através dos nodos associados.
- *Transporter*: Define um tipo especial de entidade que pode pegar e deixar outras entidades nos nodos.

Uma biblioteca pode conter objetos de qualquer um destes cinco tipos. A biblioteca padrão inclui objetos de todos os tipos (Tabela 5), que são a base dos modelos (Pegden & Sturrock, 2013):

Tabela 5 - Principais objetos do Simio
Adaptado de Pegden & Sturrock (2013)

Objeto	Descrição
<i>Source</i>	Gera entidades de um tipo especificado e com um determinado padrão de chegada.
<i>Sink</i>	Destroi as entidades que concluíram o processamento no modelo.
<i>Server</i>	Modela um local de processamento com restrições de capacidade. As operações efetuadas no servidor podem ser modeladas como um tempo de

	processamento ou como uma sequência de tarefas. Os recursos secundários ou requisitos de material podem ser especificados opcionalmente.
<i>Combiner</i>	Modela um processo que agrupa várias entidades e, em seguida, anexa os membros do lote a uma entidade pai.
<i>Separator</i>	Modela um processo que divide os membros do lote de uma entidade-mãe, faz cópias de uma entidade ou cria novas entidades ao processar uma entidade-mãe sem qualquer cópia.
<i>Resource</i>	Modela uma restrição de recursos com capacidade que pode ser utilizada e libertada por outros objetos.
<i>Vehicle</i>	Transporta entidades entre nodos e pode ser utilizado como um recurso móvel.
<i>Worker</i>	Recurso móvel que é utilizado e libertado para tarefas pela lógica do processo-modelo. Além disso, pode ser utilizado para transportar entidades entre nodos.
<i>BasicNode</i>	Utilizado por uma entidade para transferir para dentro ou para fora de um objeto. Este tipo de nodo também pode ser utilizado para definir um ponto de interseção numa rede de ligações.
<i>TransferNode</i>	Utilizado por uma entidade para transferir para dentro ou para fora de um objeto. Este tipo de nodo pode também ser utilizado para definir um ponto de interseção numa rede de ligações. É fornecida uma lógica de transporte e seleção de destino de entidade opcional.
<i>Connector</i>	Define uma ligação direta, com distância de viagem zero, de uma localização de nodo para outra.
<i>Path</i>	Define um percurso entre dois nodos, em que o tempo de viagem é determinado pelo comprimento do percurso e pela velocidade de uma entidade. A passagem pode ou não ser permitida.
<i>TimePath</i>	Define um caminho entre duas localizações de nodos, em que o tempo de viagem é especificado pelo utilizador.
<i>Conveyor</i>	Move entidades em viagem entre dois nodos, utilizando um transportador acumulativo ou não acumulativo.

O Simio oferece diversos benefícios que facilitam a criação e uso de modelos de simulação. Não é necessária programação, pois os modelos podem ser construídos por qualquer pessoa que conheça o sistema. Além disso, o Simio permite a construção de um único modelo completo, mesmo quando a

aplicação é de grande escala ou complexa. Também fornece um modelo exato, que serve como ambiente de teste perfeito para situações reais (Simio LLC, 2024).

3. APRESENTAÇÃO DO CENTRO DE INTERFACE TECNOLÓGICO INDUSTRIAL

Este capítulo divide-se em duas partes. Na primeira é feito um enquadramento sobre Centros de Tecnologia e Investigação e Centros de Interface Tecnológicos. Em seguida, é apresentado o CiTin – Centro de Interface Tecnológico Industrial, onde foi desenvolvido o presente projeto. É explicado o seu surgimento, de que forma está organizado internamente, a sua visão, missão e valores, as principais atividades e é também mostrada a sua cadeia de valor.

3.1 Centros de Tecnologia e Inovação e Centros de Interface Tecnológica

A Europa tem se focado no objetivo de liderança na tecnologia, inovação e competitividade económica, com o desenvolvimento de estratégias de pesquisa e inovação que promovam a especialização inteligente relativamente às competências e oportunidades dos territórios a se tornar cada vez mais conhecido. Em Portugal, os agentes económicos e não económicos trabalham cada vez mais juntos para promover a inovação e a competitividade, agregando recursos, infraestruturas e competências para desenvolver novas soluções para o mercado nacional e global (Agência Nacional de Inovação, 2023).

Segundo a Agência Nacional de Inovação (2023), os “*Centros de Tecnologia e Inovação são entidades que se dedicam à produção, difusão e transmissão de conhecimento, orientado para as empresas e para a criação de valor económico, contribuindo para a prossecução de objetivos de política pública, enquadrados nos domínios de especialização prioritários nacionais ou das regiões em que atuam.*”

Os CTI são associações de direito privado, sem fins lucrativos. Enquadrados nos domínios de especialização prioritários do país ou das regiões em que atuam, dedicam-se à produção, difusão e transmissão de conhecimento, orientado para as empresas e para a criação de valor económico, contribuindo para a prossecução de objetivos de política pública. Fornecem apoio técnico e tecnológico a empresas de um determinado setor industrial, setores afins ou complementares, ou de um, ou mais *clusters* de competitividade reconhecidos e promovem o uso da tecnologia e da inovação como ferramentas para melhorar a competitividade da empresa, acrescentar valor e qualificar a oferta, em particular para PMEs (Diário da República, 2024).

Atualmente, existem 31 CTIs em funcionamento em diferentes áreas do conhecimento a nível regional ou nacional. As áreas temáticas em que se enquadram são: Materiais avançados e nanotecnologia; Manufatura avançada e produção sustentável; Processamento de materiais; Agroalimentar, biodiversidade e florestas; Economia circular e sustentabilidade urbana; Sistemas digitais e de

comunicação; Saúde; Espaço, oceano, energia e sustentabilidade (Agência Nacional de Inovação, 2023).

Na Figura 17 estão representadas as diferentes áreas e os CTIs que se enquadram em cada uma.

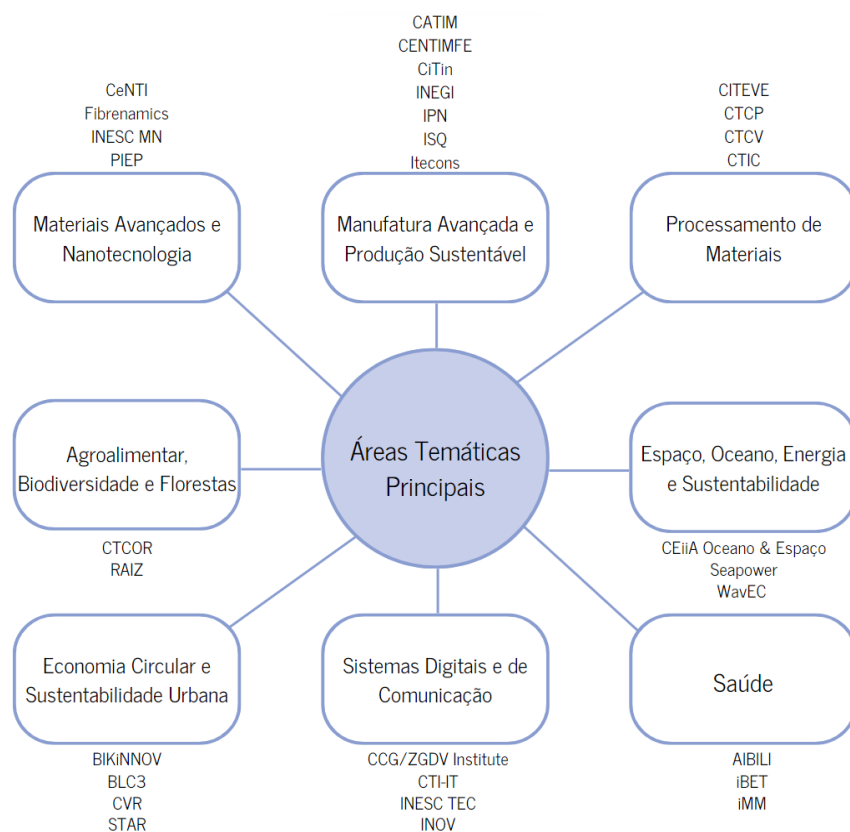


Figura 17 - Principais áreas temáticas dos CTIs
Adaptado de Agência Nacional de Inovação (2023)

Os CTIs encontram-se distribuídos pelas zonas Norte e Centro, concentrando-se maioritariamente na zona litoral, como pode ser observado na Figura 18.

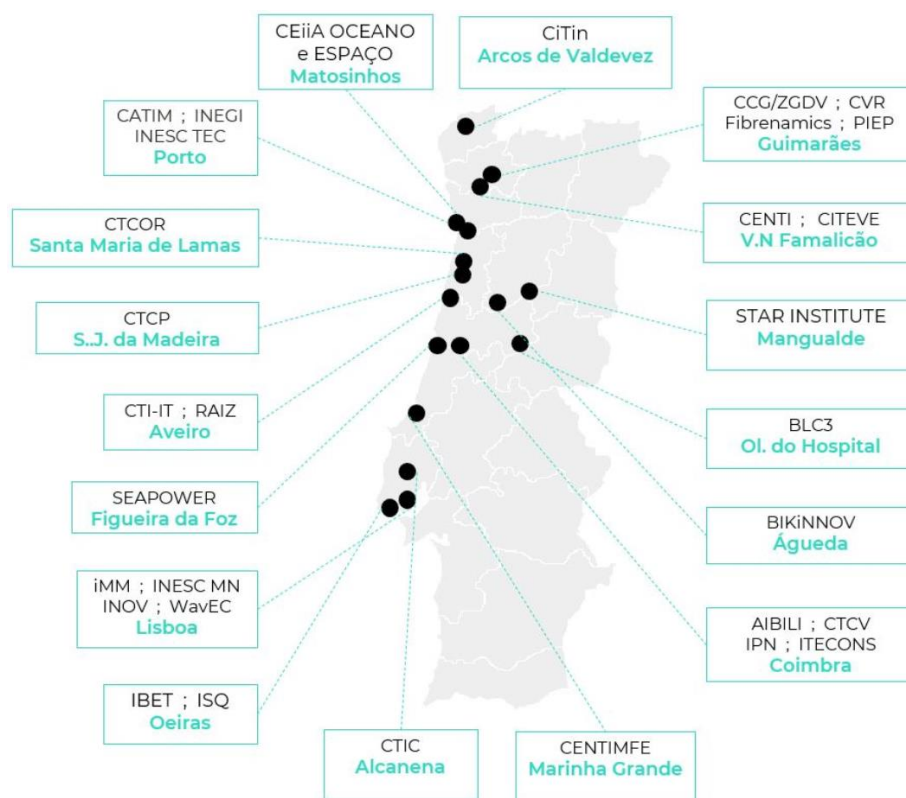


Figura 18 - Distribuição geográfica dos CTIs
(Agência Nacional de Inovação, 2023)

Segundo a Agência Nacional de Inovação (2024), “os Centros de Interface Tecnológica são entidades de ligação entre as instituições de ensino superior e as empresas, que se dedicam à valorização de produtos e serviços e à transferência de tecnologia.”

O objetivo desta iniciativa é capacitar os CIT e as empresas, principalmente as PME, nas atividades de Investigação e desenvolvimento (I&D) e inovação, promovendo a ligação entre as entidades do sistema de inovação e fornecendo a essas entidades acesso a recursos humanos altamente qualificados, além de aumentar o acesso ao conhecimento. Os CIT têm relevado ter um papel importante para conectar as instituições do sistema científico com as empresas em várias áreas, como certificação, melhoria da qualidade, melhoria da eficiência de produção, apoio à inovação, acesso a tecnologias em desenvolvimento e formação de recursos humanos (Agência Nacional de Inovação, 2024).

A sociedade necessita de fontes de conhecimento e da aplicação desse conhecimento em inovação, que resulta da pesquisa e do desenvolvimento, originando produtos que podem ser comercializados. As infraestruturas tecnológicas têm se revelado uma mais-valia, pois desempenham um papel de intermediário na relação entre a tecnologia e o conhecimento científico, facilitando a circulação e a transferência desse conhecimento. Além disso, são também fundamentais para o crescimento

económico, capacidade empreendedora e intensidade tecnológica, o que faz aumentar a competitividade e a qualidade de vida (Rodrigues, 2021).

A criação do CiTin, o primeiro e único Centro de Interface Tecnológico no Alto Minho, surgiu como uma oportunidade de aumentar a competitividade da região, bem como das instituições que compõem o seu ecossistema de inovação, como o ensino superior, a administração local, o associativismo e o tecido empresarial (Rodrigues, 2021).

3.2 CiTin

O CiTin é uma associação privada, sem fins lucrativos, de carácter científico, tecnológico e de assistência técnica, vocacionada para o desenvolvimento de I&D Aplicada, Transferência de Tecnologia e Formação Avançada, para fazer avançar a indústria para a revolução 5.0. Iniciou a sua atividade em 2021 e foi reconhecido como um Centro de Tecnologia e Inovação em 2022, tendo resultado da ação conjunta de 12 empresas industriais privadas, duas entidades públicas (CIM Alto Minho e Câmara Municipal de Arcos de Valdevez), duas instituições privadas de interesse público (CEVAL e In.Cubo) e uma instituição de ensino superior (Instituto Politécnico de Viana do Castelo).

Desde o início das suas atividades em 2021, o CiTin tem promovido o potencial económico da região, atraindo investimento, estabelecendo parcerias entre organizações, promovendo o desenvolvimento de atividades de transferência de tecnologia, divulgação científica e tecnológica, e criação tecnológica sustentável, por intermédio de iniciativas promovidas em parceria com empresas, academia e entidades públicas.

3.2.1 Organização Interna

A organização interna do CiTin é baseada numa estrutura hierárquica que inclui a nível estratégico a Assembleia Geral, Conselho Consultivo, Conselho Fiscal e Direção Geral, a nível tático a Unidade de Gestão de Projetos (UGP) e a Unidade de Negócios e Vendas (UNV), e a nível operacional, os serviços de suporte à produção, quais sejam, os Serviços Informáticos, Serviços Jurídicos e de Pessoal, Serviços Administrativos e Financeiros (SAF) e Serviços de Comunicação e *Marketing*, assim como os Departamentos de produção de I&D, isto é, Sistemas Avançados de Produção, Sistemas Ciber-Físicos Industriais e Mobilidade e Ambiente.

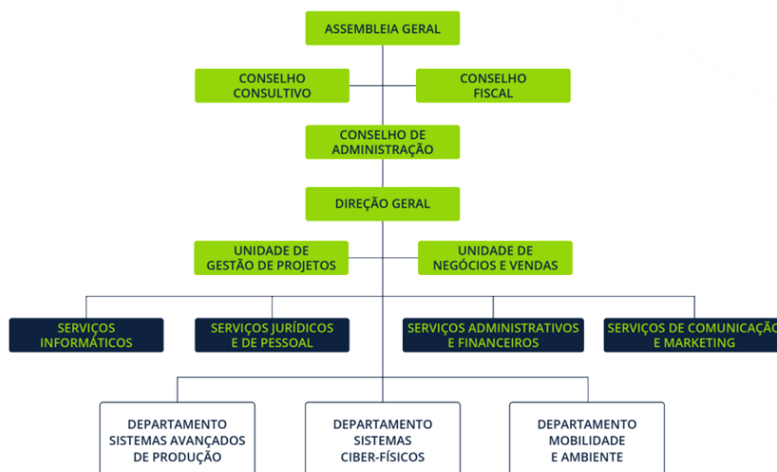


Figura 19 - Organograma do CiTin
(CiTin 2024)

Apesar de estarem planeados três departamentos, tendo em conta o processo de instalação do CiTin, ficou decidido pelo Conselho de Administração (CA) focar as operações nos dois departamentos mais relevantes, o Departamento de Sistemas Avançados de Produção e o Departamento de Sistemas Ciber-Físicos.

O Departamento de Sistemas Avançados de Produção centra-se no desenvolvimento de novos sistemas de produção, com base na introdução de novas tecnologias (*cobots*, manufatura aditiva, etc.) e processos inovadores (manufatura flexível), para melhorar a competitividade no setor industrial. O Departamento de Sistemas Ciber-Físicos centra-se no desenvolvimento de sistemas de manufatura inteligentes, que incluem digitalização, redes de comunicação e controlo de processos físicos, utilizando recursos de computação distribuídos, promovendo não só o potencial do chão de fábrica, como também de toda a cadeia de valor.

3.2.2 Cadeia de Valor

Michael Porter introduziu um modelo genérico de cadeia de valor, centrado no processo de negócios, que descreve uma sequência de cinco atividades primárias (logística de entrada; operações; logística de saída; *marketing* e vendas; serviços) e várias atividades de suporte (aquisição/compras; investigação, tecnologia e desenvolvimento de sistemas; gestão de recursos humanos; administração geral) comuns à maioria das organizações. Desde a introdução desses conceitos que se tornaram adaptáveis a todas as organizações (Benedict et al., 2019).

Tendo como base a cadeia de valor de Porter, é apresentada em seguida a cadeia de valor do CiTin:

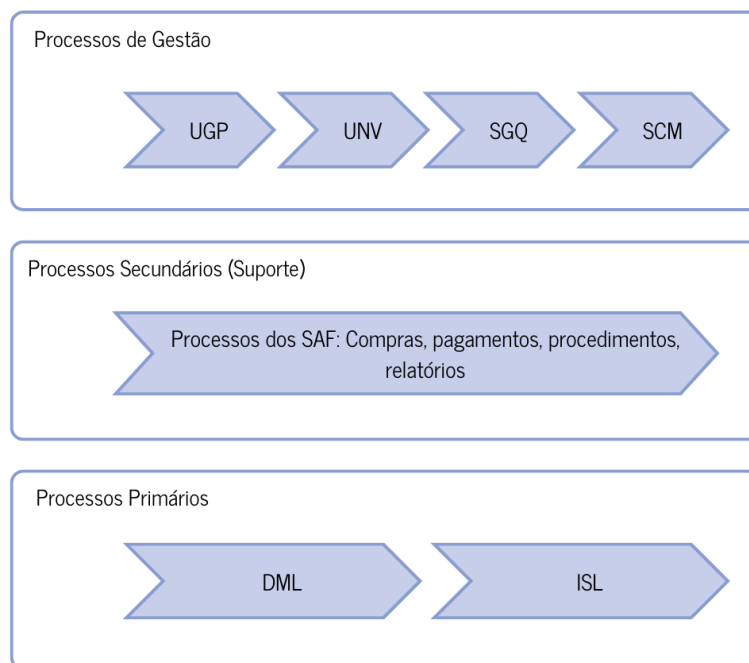


Figura 20 - Cadeia de Valor do CiTin
Adaptado de CiTin (2024)

A cadeia de valor do CiTin encontra-se dividida em três níveis de processos. Em primeiro lugar estão os processos primários, que se referem à produção, ou seja, são todas as atividades que acontecem dentro dos dois laboratórios: o laboratório de manufatura digital (DML - *Digital Manufacturing Lab*) e o laboratório de sistemas inteligentes (ISL – *Intelligent Systems Lab*). Os processos secundários, ou processos de suporte, incluem os processos dos Serviços Administrativos e Financeiros, como compras de materiais e equipamentos, pagamentos, procedimentos e relatórios que têm de ser entregues. Os processos de gestão incluem a Unidade de Gestão de Projetos, a Unidade de Negócios e Vendas, os Sistemas de Gestão da Qualidade (SGQ) e os Sistemas de Comunicação e *Marketing* (SCM).

3.2.3 Visão, Missão e Valores

O CiTin tem como visão ser reconhecido, até 2026, como um centro de excelência em tecnologia e inovação industrial que fomente a investigação aplicada e a transferência de conhecimento no contexto dos Sistemas Ciber-Físicos e dos sistemas avançados de produção.

A sua missão assenta em promover um desenvolvimento industrial sustentável e resiliente através da criação de novos processos e tecnologias de manufatura centrados no ser humano.

A cultura organizacional do CiTin assenta nos seguintes valores: honestidade, confiança, excelência, responsabilidade, disrupção, inovação, sustentabilidade, pertença e criatividade, e pretende fomentar uma comunidade inclusiva e solidária, baseada na confiança e sustentada pela excelência técnico-científica que valoriza a interseção de diferentes áreas do conhecimento.

3.2.4 Principais Atividades

O CiTin pretende apoiar as empresas na resolução dos problemas que dificultam não só o seu crescimento, como também a melhoria contínua dos seus processos, atuando como motor de inovação ao promover o desenvolvimento das suas competências no contexto do paradigma da Indústria 5.0, onde humanos e máquinas cooperam para construir a fábrica do futuro.

Assim, o CiTin tem como principais atividades:

Vigilância e Inteligência Tecnológica

- Serviço de carácter informativo (divulgação tecnológica, financiamento, etc.)
- Serviço de cooperação institucional (cooperação técnico-científica, formação, etc.)
- Serviço de apoio à propriedade industrial e intelectual
- Serviço de transferência de tecnologia

Técnico-Científica

- Serviços de I&D
- Serviços de Tecnologia e Inovação
- Serviços de Diagnóstico e Consultoria
- Serviços de Prototipagem Rápida

Formação Avançada

- Serviços de formação técnica especializada
- Pós-Graduações e Mestrados (parcerias com Instituições de Ensino Superior)
- Doutoramentos (parcerias com Instituições de Ensino Superior)

4. ESTRUTURAÇÃO E ANÁLISE DA SITUAÇÃO ATUAL

Este capítulo é iniciado com a avaliação do nível de prontidão do CiTin nas práticas científicas e profissionais de gestão estratégica, melhoria contínua, gestão de processos e gestão de projetos, e do seu nível de maturidade em Indústria 4.0 em recursos, cultura organizacional, estrutura organizacional e sistemas de informação, através do desenvolvimento de dois questionários.

De seguida, é feito o levantamento dos processos administrativos do CiTin e a elaboração de uma matriz GUT, para serem ordenados conforme a prioridade de intervenção. Uma vez que o procedimento de compras obteve maior classificação, foi o escolhido para ser digitalizado. Deste modo, segue-se uma análise pormenorizada de todas as atividades do procedimento e o desenvolvimento do modelo AS-IS através da notação BPMN. Seguidamente, é elaborado o Gráfico de Fluxo de Processo e são recolhidos os dados de procedimentos anteriores, analisando o tempo gasto, e de que forma se reflete em custos. Adicionalmente, é também feita uma análise comum a todos os procedimentos administrativos, uma vez que o objetivo do CiTin é que todos sejam digitalizados. Para tal, são seguidos os passos realizados na análise individual do procedimento de compras, começando com o estudo e modelação AS-IS para cada procedimento, visando fazer o modelo AS-IS comum a todos. Segue-se a realização de uma simulação de 3 meses dos procedimentos através do Simio, da qual foram obtidos os tempos totais gastos em cada atividade naquele período, que permitem calcular a eficiência e os custos dos procedimentos administrativos.

Após as análises efetuadas é feita uma análise crítica e são discutidos os problemas identificados.

4.1 Avaliação do Nível de Prontidão

A avaliação do nível de maturidade implica a avaliação do nível de prontidão, que consiste no desenvolvimento de competências e se baseia em 5 níveis possíveis (Jesus et al., 2022):

Inicial: Existe um apoio visível da direção de topo e dos gestores funcionais, e são utilizadas técnicas e ferramentas de planeamento e gestão. Isto é conseguido através da utilização de ferramentas digitais.

Básico: Existe um alinhamento com o planeamento estratégico, revisão da cadeia de valor para incluir novas referências e é utilizada uma metodologia de planeamento e gestão. Isto é conseguido através da utilização de sistemas integrados.

Intermédio: A organização possui projetos, forma gestores e existe um compromisso com o planeamento. Isto é conseguido através da monitorização do desempenho.

Avançado: Existe uma disponibilidade para a mudança, divulgação dos novos padrões e participação na tomada de decisões. Isto é conseguido através do planeamento e ações de melhoria.

Melhoria Contínua: A organização possui políticas e práticas de gestão da melhoria contínua de processos.

O questionário para avaliação do nível de prontidão da organização foi desenvolvido em conjunto com colaboradores do CiTin. No Apêndice 1 é apresentada uma das questões presentes no questionário, sendo que, no total, conta com 28 e todas seguem o mesmo método de elaboração.

O questionário foi respondido por 4 colaboradores previamente definidos e os resultados podem ser observados na Figura 21:

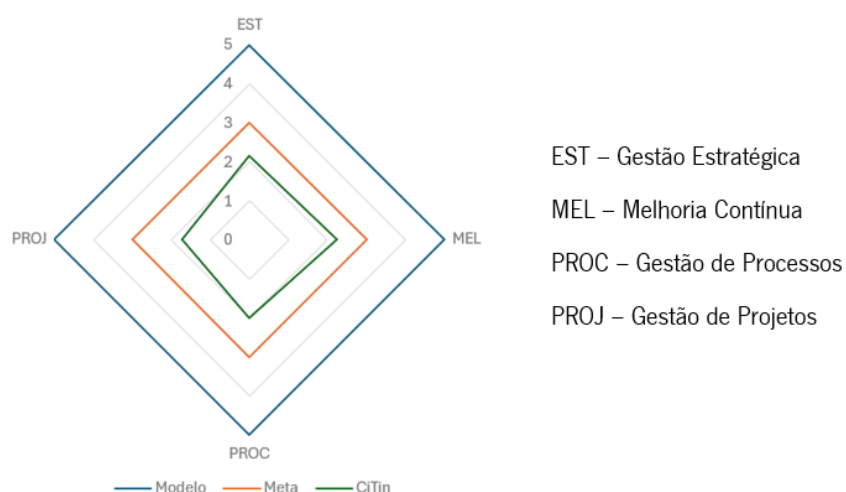


Figura 21 - Nível de Prontidão

O CiTin definiu como meta alcançar o nível 3 em todas as dimensões. Atualmente, o nível de prontidão do CiTin é composto por 2,15 em Gestão Estratégica, 2,25 em Melhoria Contínua, 2 em Gestão de Processos e 1,73 em Gestão de Projetos.

4.2 Avaliação do Nível de Maturidade

A avaliação no nível de maturidade foi realizada conforme o modelo de referência da Acatech para a Indústria 4.0 consoante as quatro áreas estruturais (recursos, cultura organizacional, estrutura organizacional e sistemas de informação) e baseia-se em 6 níveis possíveis (Jesus & Lima, 2020):

Informatização: Fornece a base para a digitalização e refere-se ao nível em que as ferramentas tecnológicas são utilizadas separadamente.

Conectividade: A utilização isolada das tecnologias de informação é substituída por componentes conectados e que representam os principais processos organizacionais.

Visibilidade: Há uma utilização de sensores que permite a recolha de dados do início ao fim dos processos.

Transparência: É possível obter uma sombra digital que representa a situação da organização.

Capacidade preditiva: A organização é capaz de simular diferentes cenários futuros e identificar os prováveis.

Adaptabilidade: A organização tem capacidade de adaptação contínua.

O questionário para avaliação do nível de maturidade da organização foi desenvolvido em conjunto com colaboradores do CiTin. No Apêndice 2 é apresentada uma das questões presentes no questionário, sendo que, no total, conta com 28 e todas seguem o mesmo método de elaboração.

O questionário foi respondido por 4 colaboradores previamente definidos e os resultados podem ser observados na Figura 22:



Figura 22 - Nível de Maturidade

O CiTin definiu como meta alcançar o nível 3 em todas as dimensões. Atualmente, o nível de maturidade do CiTin é composto por 2,05 em Recursos, 3,16 em Cultura Organizacional, 2,92 em Estrutura Organizacional e 2,08 em Sistemas de Informação.

4.3 Matriz GUT

A fase inicial do projeto prendeu-se com o levantamento dos procedimentos administrativos e a escolha do procedimento a ser estudado. Para tal, foi necessário recorrer à matriz GUT, onde cada um dos

procedimentos foi submetido a uma análise, tendo em conta os critérios de gravidade, urgência e tendência. Para cada um dos critérios foi atribuída uma pontuação de 1 a 5.

Quanto à sua gravidade, foi analisado o impacto que a não intervenção no procedimento teria. Relativamente à urgência, foi tido em consideração o tempo no qual o procedimento tinha de ser resolvido, ou seja, se seria necessário intervir rapidamente ou não. Relativamente à tendência, foi analisada a probabilidade de o problema agravar se não houvesse intervenção no procedimento.

Após a análise dos procedimentos para cada um dos critérios, procedeu-se à multiplicação das pontuações dadas, resultando na classificação final. Com os valores obtidos foi possível ordenar os procedimentos conforme a sua prioridade. Como pode ser observado na Tabela 6, o procedimento de requisição de compras destacou-se com maior classificação na matriz GUT e, por isso, foi o procedimento escolhido para ser estudado e digitalizado neste projeto.

Tabela 6 - Matriz GUT para os procedimentos administrativos

Procedimentos	Gravidade	Urgência	Tendência	GUT
Requisição de compras	5	3	5	75
Mapa Kms	4	3	3	36
Pedido de deslocação em serviço	4	3	3	36
Pedido de formação em serviço	4	3	3	36
Reembolso de despesas	4	3	3	36
Mapa horas	1	1	1	1
Pedido de férias	1	1	1	1
Requerimento de aulas	1	1	1	1

4.4 Procedimento de Compras

Após a utilização da Matriz GUT para priorização dos procedimentos administrativos e a escolha do procedimento de compras para ser estudado, o passo seguinte consistiu na sua modelação em BPMN. Dada a complexidade do procedimento, foi essencial realizar uma análise detalhada do regulamento aplicado e consultar os principais intervenientes do procedimento, para construir um SIPOC.

Desta forma, o primeiro passo envolveu uma análise exaustiva ao regulamento interno relativo ao procedimento de compras, que estabelece os procedimentos e diretrizes a serem seguidos. Em paralelo com a análise do regulamento, foram realizadas reuniões com os principais envolvidos no procedimento, que proporcionaram uma visão mais abrangente das atividades, responsabilidades e interações envolvidas. Além disso, também permitiram analisar a conformidade entre o que é feito na prática e o que está estipulado no regulamento.

4.4.1 SIPOC

Com base na análise do regulamento e nas informações recolhidas junto dos colaboradores foi elaborado o SIPOC, uma ferramenta visual que mapeia os elementos-chave de um processo: Fornecedores (*Suppliers*), Entradas (*Inputs*), Processo (*Process*), Saídas (*Outputs*) e Clientes (*Customers*). Devido à complexidade do processo, uma vez que sofre alterações consoante o valor da despesa, foram elaborados três SIPOCs: para despesas inferiores ou iguais a 5.000€, para despesas superiores a 5.000€ e inferiores ou iguais a 10.000€, e para despesas superiores a 10.000€, que se encontram no Apêndice 3.

Os *Suppliers* referem-se aos fornecedores, externos ou internos, que fornecem os *inputs* necessários para o processo. É de destacar o Gestor de Contrato (GC), uma vez que é o responsável por analisar o pedido assim que é identificada a necessidade por parte de algum colaborador, bem como escolher o fornecedor mais adequado e comunicar com os Serviços Administrativos e Financeiros.

Relativamente aos *Inputs*, foram registados todos os dados, materiais, informações ou requisitos necessários para conduzir o processo, como a solicitação de compra, os orçamentos, documentos (que variam consoante o montante do pedido), autorizações e dados de pagamento.

O *Process* envolve as principais etapas envolvidas na execução do processo de compras.

Os *Outputs* são os resultados, ou seja, tudo o que é gerado pelo processo de compras. Isto envolve a solicitação de informações, envio de documentos, autorizações, pagamento e verificação das encomendas.

Os *Customers* são os clientes, internos ou externos, que recebem os *outputs* do processo. Destacam-se os SAF, pois recebem o pedido formalizado por parte do Gestor de Contrato e são responsáveis por analisá-lo, assim como enviar os restantes documentos necessários e receber informação por parte dos órgãos superiores e dos fornecedores.

A elaboração do SIPOC revelou ser um passo crucial para a modelação detalhada do procedimento de compras em BPMN, pois permitiu estabelecer uma compreensão clara e precisa de todas as atividades envolvidas.

4.4.2 Modelação AS-IS

Com a elaboração do SIPOC, foi então possível realizar a modelação AS-IS do procedimento de compras em BPMN, representada no Apêndice 4.

Assim, o procedimento de compras é iniciado com a identificação de uma necessidade por parte de qualquer colaborador (requerente). Este deve relatar a necessidade por escrito ao Responsável de

Laboratório, que elabora um parecer de aprovação ou rejeição da mesma. Se a necessidade for aprovada, o requerente deve realizar uma consulta ao mercado, cujo número de entidades a consultar deverá ser definido em função do valor da contratação:

- Se o valor da despesa for inferior a 5.000€, é necessário consultar, no mínimo, um fornecedor;
- Se o valor da despesa for superior a 5.000€ e inferior a 10.000€, é necessário consultar, no mínimo, dois fornecedores;
- Se o valor da despesa for superior a 10.000€, é necessário consultar, no mínimo, três fornecedores.

Se ocorrer alguma situação na qual não seja possível realizar a consulta ao mercado nos termos definidos, é necessário pedir ao fornecedor uma declaração de exclusividade.

Após a obtenção dos orçamentos, estes devem ser enviados para o Gestor de Contrato, que seleciona o fornecedor, tendo em conta critérios de preço, qualidade e/ou outros que considere relevantes. A seguir, deve preencher o Pedido de Autorização de Despesa (PAD), no qual deverá constar:

- a) Objeto do procedimento (com menção/anexo de especificações técnicas);
- b) Fundamentação da necessidade;
- c) Enquadramento da aquisição nas atividades I&D;
- d) Identificação do projeto e respetivo centro de custos I&D;
- e) Identificação da entidade a contratar e fundamentação;
- f) Preço (sem IVA);
- g) Condições e prazo de execução/entrega e de pagamento;
- h) No caso de aquisição de equipamento(s) deverá ser incluída na requisição de compra as Especificações Técnicas;
- i) Identificação do gestor do contrato;
- j) Anexação da(s) Declaração(ões) de inexistência de conflito de interesses, quando o valor da despesa é superior a 10.000€;
- k) Anexação dos orçamentos das entidades consultadas.

Cada PAD elaborado tem um número de referência, no formato PAD_0X_MÊS_ANO, que deve ser solicitado à Técnica Administrativa dos SAF.

Segue-se o envio do PAD para a Responsável dos SAF, que analisa a conformidade da informação e verifica se há disponibilidade financeira para a realização da despesa. A partir deste momento o procedimento segue caminhos diferentes, consoante o valor da despesa.

Caso 1 - Valor da despesa é inferior ou igual a 10.000€

Caso o PAD esteja devidamente preenchido e haja disponibilidade financeira, o pedido é validado e o PAD, o orçamento e a informação de validação são enviados para o Diretor Geral (DG), para aprovação de despesa e decisão de adjudicação, comunicando a decisão aos SAF e ao Gestor de Contrato. Se o Diretor Geral aprovar a despesa e decidir adjudicar e:

- Se o valor da despesa for inferior ou igual a 5.000€ e a compra seja efetuada *online*, procede-se de imediato ao pagamento;
- Se o valor da despesa for inferior ou igual a 5.000€ e a compra não seja efetuada *online* ou se o valor da despesa for superior a 5.000€, a Responsável dos SAF comunica ao fornecedor a decisão de adjudicação, que envia os dados para ser efetuado o pagamento.

Caso 2 - Valor da despesa é superior a 10.000€

Caso o PAD esteja devidamente preenchido e haja disponibilidade financeira, o pedido é validado. Se a relação contratual não se extinguir, com prejuízo da manutenção de obrigações acessórias, com o fornecimento integral dos bens ou com a prestação dos serviços, a Responsável dos SAF elabora uma Proposta de Minuta de Contrato. O PAD e a Proposta de Minuta de Contrato são enviados para o Diretor Geral para aprovação de despesa, comunicando a decisão aos SAF e ao Gestor de Contrato. Se o Diretor Geral aprovar a despesa, o procedimento segue para reunião do Conselho de Administração para deliberação quanto à decisão de adjudicação e aprovação da Minuta de Contrato, comunicada aos SAF. Se o Conselho de Administração decidir adjudicar, a responsável dos SAF comunica à entidade a contratar a decisão de contratar/adjudicar, solicita que se pronuncie sobre a Minuta do Contrato e que apresente os documentos de habilitação exigidos. Quando a Minuta do Contrato é aceite pela entidade a contratar e apresentam a documentação exigida, os SAF promovem a assinatura do contrato pelas partes. Após assinatura do contrato por ambas as partes é enviada uma cópia do contrato, com a nota de encomenda.

Caso 3 - Valor da despesa é superior ao limiar comunitário relevante (250.000€)

O procedimento pré-contratual é sujeito à aplicação da parte II do Código dos Contratos Públicos e o procedimento contratual é efetuado recorrendo a plataforma de contratação pública e publicado no Portal dos Contratos Públicos, pelo que este caso não foi analisado.

Após a receção dos bens e/ou serviços, o Gestor de Contrato verifica a conformidade e remete essa informação para a Responsável dos SAF. Se estiverem em conformidade, o processo é arquivado. Caso contrário, o processo fica em aberto, devendo os SAF e o Gestor de Contrato tomar as diligências para a receção, em conformidade, dos bens e/ou serviços contratados.

4.4.3 Determinação e análise dos tempos do procedimento AS-IS

Após a modelação AS-IS em BPMN do procedimento de compras, foi necessário estimar os tempos despendidos na realização de cada atividade do procedimento, bem como analisar procedimentos realizados anteriormente, para que pudessem ser identificados os problemas e definidos pontos de melhoria.

Em primeiro lugar, foi construído o Gráfico de Fluxo de Processo, que permite distinguir as atividades em operação, transporte, controlo, espera e armazenamento. Os tipos de atividades são representados através de símbolos, como é mostrado na Figura 23:



Figura 23 - Símbolos do Gráfico de Fluxo de Processo

Enquanto na modelação o objetivo foi detalhar ao máximo o procedimento, nesta fase foi necessário resumir o procedimento para que a recolha dos tempos fosse possível.

O primeiro passo consistiu em listar as atividades do procedimento de compras, isto é, as etapas envolvidas. A seguir, passou-se à associação de cada etapa ao tipo de atividade que representa.

Operação: São as atividades que acrescentam valor, referindo-se a tarefas centrais, que representam o trabalho necessário para que os objetivos do procedimento de compras sejam obtidos. Assim, foram consideradas operações as atividades em que é elaborado um parecer, a pesquisa de mercado feita pelo requerente, o preenchimento do PAD e a realização da encomenda.

Transporte: Envolve o movimento, físico ou virtual, de informações ou documentos. Deste modo, todas as atividades em que há envio de mensagens ou *e-mails* com informações e documentos foram consideradas transporte. A preparação de pagamentos enquadra-se nesta atividade, uma vez que envolve troca de informações e documentos entre a Responsável dos SAF e a Técnica Administrativa.

Controlo: São as atividades que garantem que o procedimento ocorra conforme as normas e padrões estabelecidos. Assim, a consulta da referência feita pela Técnica Administrativa para a elaboração do PAD, a escolha do fornecedor, análises feitas pela Responsável dos SAF e do Diretor Geral são atividades

de controlo, pois é necessário garantir que o bem/serviço escolhido é o mais adequado, tanto a nível de qualidade, como a nível financeiro. Também a verificação da encomenda se trata de uma atividade de controlo, uma vez que é necessário garantir que está tudo em conformidade.

Espera: Tempo em que o colaborador não está a realizar nenhuma atividade do procedimento, pois está a aguardar por alguma informação, item ou pessoa. Neste caso, como não foi possível fazer um acompanhamento do procedimento em tempo real, não foi registada nenhuma atividade em espera.

Armazenamento: Envolve a atividade de guardar ou arquivar informações, documentos ou materiais necessários para o processo, mas não estão ativamente em uso. Neste caso, é necessário que a Técnica Administrativa imprima e arquive numa pasta o formulário preenchido.

Após a definição do tipo de atividade, foi necessário obter o tempo despendido em cada uma delas. Para que tal fosse possível, foi necessário conversar com os intervenientes no processo, que deram uma estimativa do tempo médio normalmente gasto, que se espera que represente a realidade.

Deste modo, com toda a informação necessária e possível obtida, procedeu-se à realização do Gráfico de Fluxo de Processo, que se encontra representado na Figura 24:

Nº	Descrição da atividade	Tempo médio	Tipo de Atividade				
			●	➡	■	⬤	▼
1	Requerente relata, por escrito, a necessidade ao Responsável de Laboratório	5 min	○	➡	□	⬤	▼
2	Responsável de Laboratório elabora parecer	10 min	●	➡	□	⬤	▼
3	Responsável de Laboratório envia parecer para o requerente	45 seg	○	➡	□	⬤	▼
4	Requerente faz pesquisa de mercado	30 min	●	➡	□	⬤	▼
5	Requerente envia os orçamentos para o Gestor de Contrato	45 seg	○	➡	□	⬤	▼
6	Gestor de Contrato seleciona o fornecedor	10 min	○	➡	■	⬤	▼
7	Gestor de Contrato solicita referência à Técnica Administrativa	45 seg	○	➡	□	⬤	▼
8	Técnica Administrativa consulta a última referência	2 min	○	➡	■	⬤	▼
9	Técnica Administrativa envia a referência	45 seg	○	➡	□	⬤	▼
10	Gestor de Contrato preenche o PAD	15 min	●	➡	□	⬤	▼

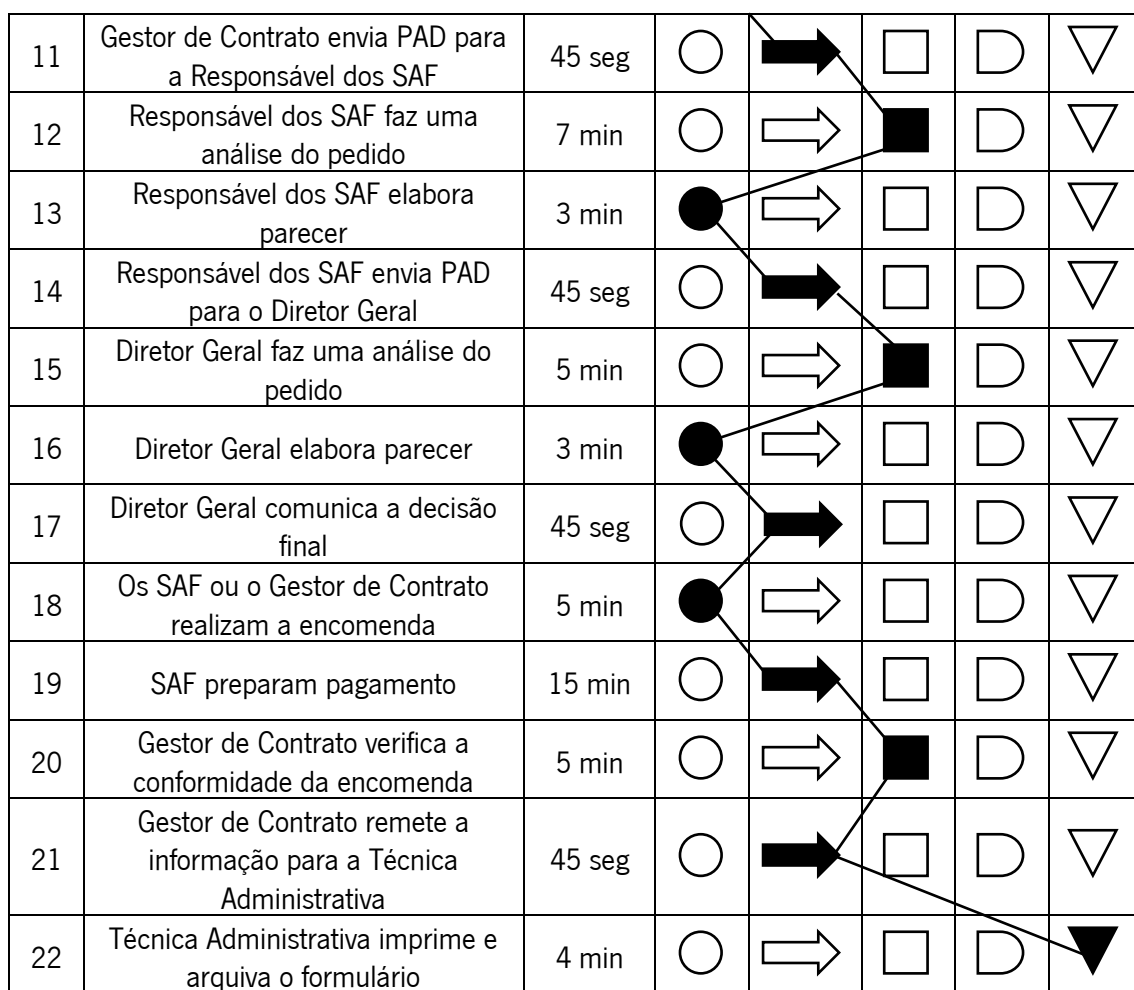


Figura 24 - Gráfico de Fluxo de Processo AS-IS para o procedimento de compras

Com base nos dados fornecidos pelos colaboradores para a elaboração do Gráfico de Fluxo de Processo, foi possível calcular o valor médio do tempo total despendido na realização de cada procedimento de compras, para cada um dos tipos de atividade. Os valores obtidos encontram-se na Tabela 7.

Tabela 7 - Tempos para a realização do procedimento de compras AS-IS

Tipo de Atividade	Atividade que acrescenta valor	Atividades que não acrescentam valor		
	Operação	Transporte	Controlo	Armazenamento
Tempo Total	66 min	26 min	29 min	4 min
	125 min – 2 horas 5 min			

Deste modo, verifica-se que, em média, são gastos 66 minutos nas atividades que acrescentam valor ao processo, ou seja, necessárias para que seja adquirido o bem e/ou serviço. As atividades com operações representam a maior parcela do tempo total do processo, 52,80%, o que é positivo, pois envolvem tarefas fundamentais para a realização do procedimento.

Com atividades de transporte são gastos, em média, 26 minutos, representando 20,80% do tempo total, o que revela que uma porção significativa do processo é dedicada à movimentação de informação. Este valor deve-se, sobretudo, à necessidade de troca de informações e documentos entre a Responsável dos SAF e a Técnica Administrativa antes da realização do pagamento, assim como à constante troca de mensagens e *e-mails* cada vez que o processo passa para um colaborador diferente.

Para as atividades de controlo são gastos, em média, 29 minutos, o que significa que 23,20% do tempo total é gasto a analisar se os padrões e critérios estabelecidos estão a ser garantidos.

Para a única atividade de armazenamento são gastos, em média, 4 minutos, o que representa apenas 3,20% do tempo total, uma vez que é necessário garantir que os documentos referentes ao processo sejam impressos e estejam arquivados, para que possam ser acedidos facilmente quando necessário.

Contudo, fazendo uma análise global, cada procedimento de compras demora, em média, 2 horas com a realização das atividades por parte dos colaboradores, excluindo os tempos de espera que existem. Deste valor, em média, o tempo total gasto em atividades que não acrescentam qualquer valor é de 59 minutos. Ou seja, 47,20% do tempo total gasto pelos colaboradores no procedimento de compras, fora os tempos de espera, é tempo que está a ser desperdiçado e que os colaboradores deveriam estar a usar para a realização de outras atividades.

Uma vez que para a elaboração do Gráfico de Fluxo de Processo não foi possível registar tempos de espera, procedeu-se à recolha de mais dados, de modo a fazer uma análise mais aprofundada. Para tal, foram obtidas informações sobre as datas de ocorrência das principais etapas do procedimento de compras, para calcular os intervalos de tempo ocorridos entre as mesmas.

Como referido previamente, o objetivo inicial era acompanhar em tempo real os pedidos que fossem realizados e, mediante *Work Sampling*, registar as datas em que cada etapa ocorresse. Contudo, os pedidos que estavam a ser feitos não eram considerados uma prioridade, o que fez com que o processo estivesse parado durante muito tempo. Devido a esta limitação, e tendo em conta o curto período de tempo para a realização deste projeto, optou-se por uma abordagem diferente, de *process mining*, que permitiu uma análise do histórico dos processos. Para tal, com ajuda dos colaboradores envolvidos no processo, acedeu-se aos registos disponíveis na organização, maioritariamente *e-mails*, de procedimentos realizados anteriormente, que culminaram no registo das datas de ocorrência das várias etapas.

Como mencionado aquando da descrição do procedimento de compras, este pode sofrer alterações conforme o valor da despesa. Desta forma, para compras com valor igual ou inferior a 10.000€ as principais etapas do procedimento são:

- Identificação da necessidade;
- Consulta ao mercado (pedido de orçamento);
- Consulta ao mercado (receção do orçamento);
- Emissão do PAD (envio para os SAF);
- Envio do pedido dos SAF para o Diretor Geral;
- Aprovação do pedido por parte do Diretor Geral;
- Realização da encomenda;
- Realização do pagamento;
- Receção da mercadoria;
- Encerramento do processo.

Para compras com valor superior a 10.000€ as principais etapas das quais há registo do procedimento são:

- Identificação da necessidade;
- Consulta ao mercado (pedido de orçamento);
- Consulta ao mercado (receção do orçamento);
- Emissão do PAD (envio para os SAF);
- Envio do pedido dos SAF para o Diretor Geral;
- Aprovação do pedido por parte do Diretor Geral;
- Aprovação do pedido por parte do Conselho de Administração;
- Comunicação da decisão ao fornecedor (com envio da Proposta de Minuta e pedido dos documentos de habilitações);
- Resposta do fornecedor;
- Envio do contrato para assinatura;
- Receção do contrato assinado;
- Realização da encomenda;
- Receção da mercadoria;
- Encerramento do processo.

Os dados obtidos foram compilados e organizados em folhas de cálculo, dispondo cada procedimento em linha e cada etapa envolvida na coluna, como pode ser observado no Apêndice 5.

Após a organização dos dados, o primeiro passo consistiu em calcular os intervalos de tempo entre cada etapa, para cada procedimento de compras disponibilizado. Desta forma, foram calculados o número de dias decorridos entre cada etapa, que permitiu calcular posteriormente o número mínimo, médio e

máximo de dias. Além disso, foram também calculados o número de dias decorridos para a realização de cada procedimento de compras, e posteriormente o número mínimo, médio e máximo. Este cálculo foi dividido em duas tabelas, uma vez que o procedimento difere consoante o valor da despesa, e os resultados estão representados nas Tabelas 8 e 9.

Tabela 8 - Número mínimo, médio e máximo de dias decorridos entre as principais etapas do procedimento de compras sem realização de contrato

Número de dias	Mínimo	Médio	Máximo
Entre o pedido de orçamento e a receção do mesmo	0	0,03	1
Entre a receção do orçamento e a emissão do PAD para os SAF	0	2,23	52
Entre a receção e análise do PAD pelos SAF e o envio para o DG	0	4,2	24
Entre a receção do PAD pelo DG e a sua aprovação (ou não) do mesmo	0	2,9	21
Entre a aprovação do PAD pelo DG e a realização da encomenda	0	5,6	44
Entre a realização da encomenda e o pagamento	0	2,3	21
Entre o pagamento e a receção da mercadoria	2	7,2	24
Entre a receção da mercadoria e o encerramento do processo	0	0,2	3

Tabela 9 - Número mínimo, médio e máximo de dias decorridos entre as principais etapas do procedimento de compras envolvendo realização de contrato

Número de dias	Mínimo	Médio	Máximo
Entre o pedido de orçamento e a receção do mesmo	0	1,3	2
Entre a receção do orçamento e a emissão do PAD para os SAF	0	1,8	4
Entre a receção e análise do PAD pelos SAF e o envio para o DG	0	3,3	11
Entre a receção do PAD pelo DG e a sua aprovação (ou não) do mesmo	0	2,3	7
Entre a aprovação do DG e do CA	7	13,5	29
Entre a aprovação do CA e a comunicação ao fornecedor/encomenda	19	19	19
Entre a comunicação ao fornecedor e a sua resposta	0	3,8	8
Entre a resposta do fornecedor e o envio do contrato para assinatura	0	2	5
Entre o envio do contrato para assinatura e a sua receção	0	1,8	4
entre a receção do contrato assinado e a realização da encomenda	2	7,8	14
Entre a realização da encomenda e a receção da mercadoria	0	12,5	29
Entre a receção da mercadoria e o encerramento do processo	0	0	0

Como já foi referido, a Figura 46 do Apêndice 5 mostra os dados obtidos dos procedimentos com valor igual ou inferior a 10.000€.

Com a observação dos dados fornecidos foi de imediato verificado que há informação em falta, maioritariamente na primeira etapa do procedimento, sendo a “Identificação da necessidade”. Apenas há registo de 3 datas entre 34 procedimentos, o que significa que para a maioria dos procedimentos não é possível saber exatamente quando é que foi iniciado. Como foi referido no momento da descrição do procedimento, entre a identificação da necessidade e a consulta ao mercado por parte do requerente é necessário um parecer de aprovação ou rejeição da necessidade do Responsável de Laboratório. O que realmente acontece é que o requerente tem uma conversa informal com o Responsável de Laboratório, o que faz com que o parecer não seja dado por escrito, e consequentemente não haja dados relativamente a essa etapa e à identificação da necessidade.

A falta de informação acontece também em outras etapas, embora seja num número reduzido de casos. O maior problema é nos casos em que, para além de não existir informação relativamente à data de encomenda, também não foi registada a sua receção na organização. Uma vez que a forma de pagamento, que será explicada a seguir, pode variar consoante o fornecedor, a falta dessa informação não permite perceber em que fase possa ter acontecido alguma demora, pois passa da etapa em que o pedido foi aprovado pelo Diretor Geral para a última etapa do procedimento, o qual é o seu encerramento. Também na última etapa do procedimento há informação em falta. Trata-se de uma etapa importante, uma vez que consiste no envio de *e-mail* para os SAF com a informação de que os bens estão em conformidade. Apesar de coincidir normalmente com a data de receção da encomenda, o que significa que não existiu nenhum problema com a mesma, é importante que essa informação esteja registada. Nos casos em que esta informação está em falta, o cálculo do número de dias decorridos para a realização do procedimento não é um valor correto, e por isso esses casos não foram considerados para a análise.

Há alguns pontos importantes mencionar, principalmente em relação à forma como são realizados os pagamentos. Dependendo do fornecedor, existem casos em que o pagamento pode ser realizado em 30 dias, o que explica o facto de existirem procedimentos nos quais a encomenda foi recebida antes do pagamento ter sido efetuado. Contudo, em muitos casos são geradas referências multibanco com um prazo curto, obrigando a que o pagamento seja efetuado logo após a realização da encomenda, o que explica o baixo valor do número médio de dias entre estas etapas. Existiu um caso, o PAD_03_DEZ, cuja última data disponível é a de aprovação do Diretor Geral. O que aconteceu foi que a encomenda foi realizada, mas não há registo porque foi cancelada por falta de pagamento, uma vez que tinha sido

ultrapassado o prazo da referência. O procedimento não seguiu, pois quando ia ser realizada nova encomenda já não havia *stock* disponível.

Deste modo, analisando os resultados obtidos na Tabela 8 por meio dos cálculos efetuados, é possível identificar que a etapa que leva mais tempo a ser concluída é a análise do PAD pelos SAF, seguindo-se da realização da encomenda, após o pedido ter sido aprovado pelo Diretor Geral. Apesar de entre algumas etapas, principalmente na fase inicial e final do procedimento, o número médio de dias ser baixo, quando é analisado todo o procedimento, esse número é relativamente elevado, o que revela a existência de espaço para melhorias.

Tendo como base a Figura 47 do Apêndice 5, que mostra os dados para os procedimentos com valor superior a 10.000€, foi realizado o mesmo tipo de análise.

Como pode ser observado, apenas ocorreram 4 procedimentos com este valor e verificou-se de imediato o mesmo problema dos procedimentos de valor inferior, a falta de identificação da necessidade, que não acontecia se tivesse sido elaborado o parecer do Responsável de Laboratório. Quando aos restantes dados, apenas não foi possível obter a data de pedido de orçamento de um dos pedidos.

Uma vez que se trata de um procedimento mais extenso, o número de dias decorridos para a sua realização será naturalmente mais elevado. Observando os resultados da Tabela 9, verificou-se que o número de dias não variou muito para os diferentes pedidos. Isto aconteceu porque os pedidos foram todos feitos num período de um mês, e após ter sido dada aprovação pelo Diretor Geral, foi agendada a reunião do Conselho de Administração, de forma que fossem analisados todos os pedidos. O maior período em que o procedimento esteve parado foi entre a aprovação do Conselho de Administração e a comunicação ao fornecedor (19 dias), isto porque, apesar da Responsável dos SAF saber que os pedidos tinham sido aprovados, apenas 19 dias depois é que recebeu a ata da reunião assinada por todos os membros presentes, sendo necessário ter esse documento antes de comunicar aos fornecedores.

Apesar de não haver informação das datas para todas as etapas, com a informação disponível relativamente à data de início e fim de cada procedimento foram calculados o número mínimo, médio e máximo de dias para a sua realização, apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 - Número mínimo, médio e máximo de dias para a realização do procedimento de compras

Número de dias	Mínimo	Médio	Máximo
Valor de despesa inferior a 10.000€	3	27	69
Valor de despesa superior a 10.000€	51	69	83

Para os pedidos cujo valor da despesa foi inferior a 10.000€, e por isso não foi necessária a elaboração de contrato, o número médio de dias que decorre desde a identificação da necessidade pelo requerente até ao encerramento do processo pelo Gestor de Contrato é de 27, nunca tendo sido ultrapassados os 69 dias. Para o caso em que o procedimento demorou 69 dias é importante mencionar que entre a emissão do PAD e a aprovação do mesmo pelo Diretor Geral o preço tinha aumentado. Isto fez com que o procedimento tivesse de começar do zero, o que provocou um atraso. Além deste caso, é também importante mencionar a existência de dois procedimentos de material em falta, identificados por PAD_07_JAN_2024 e PAD_08_JAN_2024, que à data da realização desta análise estão a esperar aprovação por parte do Diretor Geral há mais de dois meses, o que irá certamente provocar um aumento tanto no número médio como no número máximo de dias decorridos.

Para os pedidos cujo valor de despesa foi superior a 10.000€, e por isso foi necessária a elaboração de contrato, o número médio de dias que decorre desde a identificação da necessidade pelo requerente até ao encerramento do processo pelo Gestor de Contrato é de 69, tendo o número mínimo de dias sido de 51 e o máximo 83. A proximidade entre os números é explicada pelo facto dos pedidos terem sido todos realizados num curto espaço de tempo, o que levou ao agendamento da reunião do Conselho de Administração apenas após todos os pedidos terem sido aprovados pelo Diretor Geral. Foi essa situação e o número de dias decorridos entre a realização da encomenda e a sua receção que explica a variação que existiu.

4.4.4 Determinação do custo do procedimento AS-IS

Através dos valores dados pelos colaboradores do tempo médio gasto em cada atividade do procedimento de compras, foi calculado o custo médio por cada ordem de compras realizada. Para tal, o primeiro passo consistiu em procurar o salário médio para os cargos dos colaboradores envolvidos no procedimento através do site <https://pt.talent.com/salary>. Com esse valor, e tendo em conta a percentagem de impostos sobre os salários de 23,8%, procedeu-se ao cálculo do custo com pessoal por hora e por minuto.

De seguida, tendo em conta os minutos gastos para a realização das atividades, apresentados na Figura 24, e o respetivo valor do salário por minuto associado ao colaborador que realiza a atividade, calculou-se o custo com a realização das atividades necessárias e o respetivo custo total. Os resultados obtidos encontram-se na Figura 25:

Custo com pessoal	Valor	Unidade 1	Valor	Unidade 2	Valor	Unidade 3
Salário médio de Engenheiros	2 500,00 €	Por mês	19,34 €	Por hora	0,32 €	Por minuto
Salário médio de Engenheiros Técnicos	1 496,00 €	Por mês	11,57 €	Por hora	0,19 €	Por minuto
Salário médio de Investigadores	2 128,00 €	Por mês	16,46 €	Por hora	0,27 €	Por minuto
Salário médio de Diretores Gerais	3 146,00 €	Por mês	24,33 €	Por hora	0,41 €	Por minuto
Salário médio de Administrativos	1 240,00 €	Por mês	9,59 €	Por hora	0,16 €	Por minuto
Salário médio de Contabilistas	1 250,00 €	Por mês	9,67 €	Por hora	0,16 €	Por minuto
Impostos sobre os salários	23,8%					
Custo com atividades/operações	Valor	Unidade	Custo			
Relato por escrito da necessidade ao Responsável de Laboratório	5	Minutos	1,32 €			
Elaboração e envio do parecer do Responsável de Laboratório	10,75	Minutos	3,46 €			
Requerente faz pesquisa de mercado e envia orçamentos	30,75	Minutos	8,09 €			
Gestor de Contrato escolhe fornecedor, solicita referência, preenche e envia PAD	26,50	Minutos	8,54 €			
Técnica Administrativa fornece os dados necessários	2,75	Minutos	0,44 €			
Análise da Responsável dos SAF, elaboração e envio do parecer	10,75	Minutos	1,73 €			
Análise do Diretor Geral, elaboração do parecer e comunicação da decisão	8,75	Minutos	3,55 €			
Encomenda	5	Minutos	1,21 €			
SAF preparam pagamento	15	Minutos	2,41 €			
Gestor de Contrato verifica a encomenda	5,75	Minutos	1,85 €			
Técnica Administrativa imprime e arquiva o formulário	4	Minutos	0,64 €			
			33,24 €			

Figura 25 - Custo médio do procedimento de compras AS-IS

Assim, é possível concluir que o custo médio para a realização de um procedimento de compras é de 33,24€. Atualmente, como o volume de ordens de compra é baixo, o custo não gera preocupação. Contudo, se o volume escalar é possível ter uma ideia de valores tendo por base o custo unitário.

4.5 Procedimentos Administrativos em Curso

Como referido anteriormente, a organização tem atualmente oito procedimentos administrativos em curso:

- Pedido de deslocação em serviço
- Pedido de formação em serviço
- Reembolso de despesas
- Mapa Kms
- Pedido de férias
- Requerimento de aulas
- Mapa horas
- Requisição de compras

A implementação da digitalização de um procedimento é complexa e são necessários meses para que seja feita e para que todos os colaboradores adotem o novo formato por completo. A escolha do procedimento de compras já foi justificada, mas considerou-se que seria relevante analisar também os restantes procedimentos administrativos e as vantagens que a sua digitalização irá trazer no futuro, através do cálculo da eficiência. Para isso, o primeiro passo consistiu na modelação AS-IS de cada um dos restantes procedimentos administrativos, apresentada no Apêndice 6.

4.5.1 Modelação AS-IS dos procedimentos em curso

Como pode ser observado nos modelos AS-IS dos procedimentos, as etapas são bastante semelhantes e o processo segue sempre o mesmo fluxo. Desta forma, os modelos desenvolvidos serviram de base para a elaboração do modelo AS-IS comum a todos os procedimentos em curso na organização, apresentado no Apêndice 7.

Assim, em geral, os procedimentos ocorrem da seguinte forma:

Durante a atividade de produção podem surgir diversas ocorrências, os procedimentos mencionados, que dão suporte às atividades “core”, isto é, atividades de I&D. Após a ocorrência para algum dos procedimentos, o colaborador que efetua o pedido, designado por requerente, pode ter de realizar duas atividades: *tracking* de atividades, isto é, registar a ocorrência numa folha de cálculo e fazer um relatório para a Técnica Administrativa dos SAF, e preencher um PDF *forms*. Cada procedimento tem o respetivo PDF *forms* disponível no *Google Drive*, sendo que a cada um é atribuído um número de referência. Assim, o requerente deve pedir, através do *Discord*, a referência para o respetivo PDF *forms* do procedimento à Técnica Administrativa. Após obter a referência, o requerente preenche o PDF *forms* e envia por e-mail para a Técnica Administrativa, que verifica se o formulário está bem preenchido. Caso haja algum problema, é enviada uma solicitação de correção.

Como pode ser observado no Apêndice 7 foram elaborados dois modelos. Isto deve-se ao facto de que, para os procedimentos de pedido de deslocação em serviço e pedido de formação em serviço, já foi desenvolvido um *Web forms*, em substituição do PDF, deixando de ser necessário obter o número de referência e enviar consequentemente a solicitação inicial da referência à Técnica Administrativa. Contudo, após o preenchimento do *Web forms*, é necessário que esta seja notificada, verificando se o formulário está bem preenchido.

Após o preenchimento de forma correta do formulário, a Técnica Administrativa deve fazer sempre o *tracking* de solicitações, registando o pedido, e pode ser necessário enviar uma solicitação de parecer ao responsável do laboratório. Assim que recebe o parecer, é necessária a impressão do formulário preenchido pelo requerente, uma vez que têm de ser agrupados em pastas segundo o seu fluxo de registos e processamento.

Conforme o procedimento que esteja a ser tratado, pode ser necessário que a Técnica Administrativa envie uma solicitação do pedido à Responsável dos SAF, para que esta verifique se há disponibilidade financeira para atender ao pedido. Caso a resposta seja positiva, esta deve enviar o formulário para o Diretor Geral, que toma a decisão final. Após a decisão envia o formulário, assinado ou rejeitado, para a Técnica Administrativa, que procede ao seu arquivamento e notifica o requerente quanto à decisão.

Os pagamentos são feitos de forma mensal ou quinzenal, dependendo do tipo de procedimento. Para o procedimento de compras, esta é a forma adotada. Contudo, para os restantes procedimentos em que está envolvido um pagamento, este apenas é realizado mensalmente.

As etapas de preparação dos pagamentos naturalmente também têm algumas diferenças para cada procedimento, dependendo da sua complexidade. De uma forma geral, a Técnica Administrativa acede ao *tracking* de solicitações que realizou e, caso seja necessário, elabora um *e-mail* para a Responsável dos SAF, anexando todas as solicitações recebidas. Posteriormente, recebe a informação necessária da Responsável dos SAF e procede à realização do pagamento. Caso não seja necessário obter nenhuma informação por parte da Responsável dos SAF, procede de imediato ao pagamento.

4.5.2 Determinação e análise dos tempos dos procedimentos AS-IS por simulação

A análise de todos os procedimentos administrativos em curso teve como objetivo o cálculo da sua eficiência com a realização de uma simulação no Simio. Desta forma, a primeira fase consistiu em definir as atividades dos procedimentos, tendo por base a modelação em BPMN realizada anteriormente. A seguir foi necessário obter uma estimativa do tempo que cada atividade demora a ser realizada pelos colaboradores. Com estas informações, foi então desenhado o modelo no Simio e obtidos os tempos totais gastos.

A simulação realizada corresponde a 3 meses de trabalho, ou seja, 12 semanas nas quais se trabalha 5 dias. Isto dá um total de 60 dias de trabalho, com um horário de trabalho de 8 horas diárias. Assim, multiplicando os 60 dias pelo número diário de horas de trabalho, corresponde a um total de 480 horas de simulação.

Com o desenho do modelo feito no Simio, foi necessário definir os tempos de chegada para cada procedimento, isto é, de quanto em quanto tempo ocorre cada um dos procedimentos. Para conseguir definir o tempo de chegada para os procedimentos de compras, deslocação e formação em serviço, reembolso de despesas e mapa de Kms, foi disponibilizada pela Técnica Administrativa uma folha de cálculo na qual ela tinha feito o *tracking* de solicitações dos últimos 6 meses. Os dados para os procedimentos de pedido de férias e requerimento de aulas foram dados para o último ano, uma vez que o pedido de férias é feito anualmente por cada colaborador e o requerimento de aulas é também feito anualmente, apenas por dois colaboradores. O mapa de horas é feito semanalmente por cada colaborador. Desta forma, a Tabela 11 mostra os valores obtidos do número de procedimentos ocorridos por ano, em 6 meses ou por semana, e o cálculo posterior da média para 3 meses:

Tabela 11 - Cálculo do número médio de ocorrências de cada procedimento em 3 meses

Procedimento	Por ano	Em 6 meses	Por semana	Em 3 meses
Compras		38		19
Deslocação em Serviço		50		25
Formação em Serviço		3		1,5
Reembolso de Despesas		15		7,5
Mapa de Kms		16		8
Pedido de Férias	15			3,75
Requerimento de Aulas	2			0,5
Mapa de Horas			16	192

O cálculo dos valores médios para 3 meses foi feito para ser mais fácil de identificar se a simulação estava a ser realizada com valores próximos da realidade. Como se pode verificar na Figura 26, que representa o número de procedimentos que ocorreu durante a simulação, os valores retratam a realidade da organização, uma vez que se aproximam dos que foram obtidos na Tabela 11.

Object Type	Object Name	Data Source	Category	Data Item	Statistic	Average Total
ModelEntity	Aulas	[Population]	Throughput	NumberCreated	Total	2,0000
	Compras	[Population]	Throughput	NumberCreated	Total	22,0000
	Deslocação	[Population]	Throughput	NumberCreated	Total	25,0000
	Férias	[Population]	Throughput	NumberCreated	Total	5,0000
	Formação	[Population]	Throughput	NumberCreated	Total	3,0000
	Horas	[Population]	Throughput	NumberCreated	Total	193,0000
	Mapa_Kms	[Population]	Throughput	NumberCreated	Total	6,0000
	Reembolso	[Population]	Throughput	NumberCreated	Total	9,0000

Figura 26 - Número de procedimentos ocorridos na simulação

A partir do cálculo para 3 meses com os valores fornecidos pelos colaboradores, foram definidas as funções que representam de quanto em quanto tempo existe ocorrência para um procedimento (Tabela 12). Como a simulação foi conduzida para 480 horas, os tempos de chegadas foram convertidos para horas. Assim, foi adotada a distribuição *Random.Exponential*, que representa de quanto em quanto tempo chega um procedimento. Ou seja, para o procedimento de compras a distribuição é *Random.Exponential(27.4)*, o que significa que a cada 27.4 horas é feito um pedido de compras. Apesar de o número de procedimentos ocorridos variar consoante as necessidades dos colaboradores e os pedidos não serem feitos com esta exatidão, foi a melhor solução para tentar utilizar um valor que se aproximasse o mais possível da realidade.

Tabela 12 - Tempos de chegada para cada procedimento (horas)

Procedimento	Tempos de chegada (horas)
Compras	<i>Random.Exponential(27.4)</i>
Deslocação em Serviço	<i>Random.Exponential(20.8)</i>
Formação em Serviço	<i>Random.Exponential(346.7)</i>
Reembolso de Despesas	<i>Random.Exponential(69.3)</i>
Mapa de Kms	<i>Random.Exponential(65)</i>
Pedido de Férias	<i>Random.Exponential(138.7)</i>
Requerimento de Aulas	<i>Random.Exponential(1040)</i>
Mapa de Horas	<i>Random.Exponential(2.5)</i>

Para definir o tempo que cada atividade leva a ser completada (Tabelas 13 e 14) foi pedida ajuda aos colaboradores, que contribuíram com base na sua experiência com os procedimentos ocorridos anteriormente. Neste caso os tempos variam entre segundos e minutos, e os tipos de distribuições utilizadas foram *Uniform* e *Triangular*. Por exemplo, a distribuição *Random.Uniform(30 , 60)* significa que todos os valores entre 30 e 60 segundos têm a mesma probabilidade de ser o tempo que o colaborador demora a realizar aquela tarefa. Já a distribuição *Random.Triangular(5 , 15 , 30)* significa que, no mínimo, a tarefa demora 5 minutos a ser completada e, no máximo, demora 30 minutos, com maior probabilidade de demorar 15 minutos. Este tipo de distribuição foi usado nas tarefas em que o tempo pode variar mais, conforme o tipo de procedimento que está a ser tratado.

Tabela 13 - Tempo de processamento das atividades (segundos)

Atividades	Tempos de processamento (segundos)
Solicitação de referência	<i>Random.Uniform(30 , 60)</i>
Envio da referência a ser utilizada	<i>Random.Uniform(30 , 60)</i>
Envio individual do formulário	<i>Random.Uniform(30 , 60)</i>
Envio de solicitação de correção	<i>Random.Uniform(30 , 60)</i>
Envio de solicitação de parecer ao Responsável de Laboratório	<i>Random.Uniform(30 , 60)</i>
Envio do parecer do Responsável de Laboratório	<i>Random.Uniform(30 , 60)</i>
Impressão do formulário	<i>Random.Uniform(30 , 90)</i>
Envio para aprovação dos SAF	<i>Random.Uniform(30 , 60)</i>
Envio para aprovação do Diretor Geral	<i>Random.Uniform(30 , 60)</i>

Tabela 14 - Tempo de processamento das atividades (minutos)

Atividades	Tempos de processamento (minutos)
<i>Tracking</i> de atividades	<i>Random.Triangular(5 , 15 , 30)</i>
Consulta da última referência	<i>Random.Uniform(1 , 2)</i>
Preenchimento do formulário	<i>Random.Triangular(5 , 10 , 20)</i>
Análise – Técnica Administrativa	<i>Random.Triangular(1 , 3 , 5)</i>
Registo em <i>Tracking</i> de Solicitações	<i>Random.Triangular(2 , 3 , 4)</i>
Parecer – Responsável de Laboratório	<i>Random.Triangular(5 , 10 , 15)</i>
Análise – Responsável dos SAF	<i>Random.Uniform(5 , 10)</i>
Parecer – Responsável dos SAF	<i>Random.Uniform(5 , 10)</i>
Análise – Diretor Geral	<i>Random.Uniform(5 , 10)</i>
Parecer – Diretor Geral	<i>Random.Uniform(2 , 5)</i>
Notificação da decisão	<i>Random.Uniform(1 , 2)</i>
Preparação de pagamentos e reembolsos	<i>Random.Triangular(5 , 15 , 60)</i>
Arquivo do formulário	<i>Random.Uniform(1 , 2)</i>

A Figura 27 representa o modelo AS-IS no Simio. O modelo com a identificação de todas as atividades encontra-se no Apêndice 8.

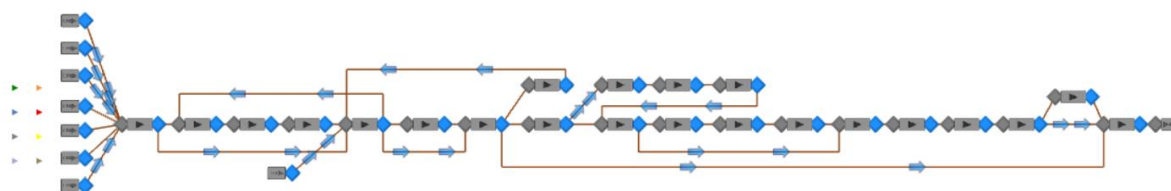


Figura 27 - Representação do modelo AS-IS comum aos procedimentos administrativos no Simio

Com toda a informação necessária obtida, foi então feita a simulação para as 480 horas, correspondentes a 3 meses de trabalho.

Como já foi referido, o objetivo da realização das simulações foi servir como base para calcular a eficiência dos procedimentos. Para esse cálculo, foi necessário obter o total de tempo gasto nos 3 meses pelos colaboradores em cada atividade, que é apresentado na secção dos resultados do Simio, com a denominação de *Time Processing* (Figura 28).

Object Type ▲ ▾	Object Name ▲	Data Source ▲	Category ▼	Data Item ▲ ▾	Statistic ▲ ▾	Average Total
Server	Análise_DG	[Resource]	ResourceState	TimeProcessing	Total (Hours)	6,9225
	Análise_SAF	[Resource]	ResourceState	TimeProcessing	Total (Hours)	5,4543
	Arquivamento	[Resource]	ResourceState	TimeProcessing	Total (Hours)	5,4944
	Conferência	[Resource]	ResourceState	TimeProcessing	Total (Hours)	17,5021
	Consulta_Referência	[Resource]	ResourceState	TimeProcessing	Total (Hours)	1,1706
	Envia_Parecer	[Resource]	ResourceState	TimeProcessing	Total (Hours)	0,5654
	Envio_DG	[Resource]	ResourceState	TimeProcessing	Total (Hours)	0,7516
	Envio_Formulário	[Resource]	ResourceState	TimeProcessing	Total (Hours)	3,8740
	Envio_Referência	[Resource]	ResourceState	TimeProcessing	Total (Hours)	0,5995
	Envio_SAF	[Resource]	ResourceState	TimeProcessing	Total (Hours)	0,5544
	Envio_Solicitação_Co...	[Resource]	ResourceState	TimeProcessing	Total (Hours)	1,4006
	Impressão_Formulário	[Resource]	ResourceState	TimeProcessing	Total (Hours)	0,9909
	Notificação_Decisão	[Resource]	ResourceState	TimeProcessing	Total (Hours)	1,4540
	Pagamentos_Reemb...	[Resource]	ResourceState	TimeProcessing	Total (Hours)	9,1255
	Parecer_DG	[Resource]	ResourceState	TimeProcessing	Total (Hours)	3,4257
	Parecer_RL	[Resource]	ResourceState	TimeProcessing	Total (Hours)	7,9056
	Parecer_SAF	[Resource]	ResourceState	TimeProcessing	Total (Hours)	5,3892
	Preenchimento_Form...	[Resource]	ResourceState	TimeProcessing	Total (Hours)	69,0850
	Registo_TrackingSoli...	[Resource]	ResourceState	TimeProcessing	Total (Hours)	3,1190
	Solicitação_Parecer	[Resource]	ResourceState	TimeProcessing	Total (Hours)	0,5642
	Solicitação_Referência	[Resource]	ResourceState	TimeProcessing	Total (Hours)	0,6090
	Tracking	[Resource]	ResourceState	TimeProcessing	Total (Hours)	17,4218

Figura 28 - Tempo total gasto em cada atividade (horas)

A obtenção destes valores permitiu a elaboração do Gráfico de Fluxo de Processo (Figura 29). Como foi feito de forma individual para o procedimento de compras, o primeiro passo consistiu em listar as atividades dos procedimentos, isto é, as etapas envolvidas. A seguir, passou-se à associação de cada etapa ao tipo de atividade que representa. Por fim, foi colocado o tempo total despendido em cada atividade durante 3 meses, resultado da simulação.

A descrição de cada um dos tipos de atividades encontra-se na Subsecção 4.4.3 e serviu de base para a associação feita.

Operação: Atividades em que é elaborado um parecer.

Transporte: Todas as atividades em que há envio de mensagens ou *e-mails* com informações e documentos. A preparação de pagamentos enquadra-se nesta atividade, uma vez que envolve também troca de informações e documentos, entre a Responsável dos SAF e a Técnica Administrativa.

Controlo: A consulta da referência feita pela Técnica Administrativa para a elaboração do formulário, as análises feitas pela Técnica Administrativa, para garantir que o formulário está bem preenchido, pela Responsável dos SAF e pelo Diretor Geral, que decidem se o pedido é, ou não, aceite, consoante as regras e políticas da organização.

Espera: Neste caso, como não foi possível fazer um acompanhamento dos procedimentos em tempo real, e para que a comparação com a simulação para os procedimentos TO-BE, que ainda não foram

implementados e por isso não há dados sobre tempos de espera, fosse o mais próxima possível do que será feito na realidade, não foi registrada nenhuma atividade em espera.

Armazenamento: A impressão e arquivo do formulário preenchido. O *tracking* feito, tanto pelo requerente, como pela Técnica Administrativa. Neste caso, o preenchimento do formulário é considerado armazenamento, uma vez que se trata de retrabalho, pois a informação já está disponível no momento em que o requerente faz o *tracking* de atividades.

Nº	Descrição da atividade	Tempo (horas)	Atividade				
			●	➡	■	◐	▼
1	Tracking de atividades	17,4218	○	➡	□	◐	▼
2	Solicitação de referência	0,6090	○	➡	□	◐	▽
3	Técnica Administrativa consulta a última referência	1,1706	○	➡	■	◐	▽
4	Técnica Administrativa envia a referência a ser utilizada	0,5995	○	➡	□	◐	▽
5	Preenchimento do formulário	69,0850	○	➡	□	◐	▼
6	Envio individual do formulário	3,9740	○	➡	□	◐	▽
7	Análise da Técnica Administrativa	17,5021	○	➡	■	◐	▽
8	Envio de solicitação de correção	1,4006	○	➡	□	◐	▽
9	Registo em <i>Tracking</i> de Solicitações	3,1190	○	➡	□	◐	▼
10	Envio de solicitação de parecer ao Responsável de Laboratório	0,5642	○	➡	□	◐	▽
11	Responsável de Laboratório elabora parecer	7,9056	●	➡	□	◐	▽
12	Envio do parecer do Responsável de Laboratório	0,5654	○	➡	□	◐	▽
13	Impressão do formulário	0,9909	○	➡	□	◐	▼
14	Envio para aprovação dos SAF	0,5544	○	➡	□	◐	▽
15	Análise da Responsável dos SAF	5,4543	○	➡	■	◐	▽
16	Responsável dos SAF elabora parecer	5,3892	●	➡	□	◐	▽
17	Envio para aprovação do Diretor Geral	0,7516	○	➡	□	◐	▽

18	Análise do Diretor Geral	6,9225	○	⇒	■	⊐	▽
19	Diretor Geral elabora parecer	3,4257	●	⇒	□	⊐	▽
20	Diretor Geral comunica decisão	1,4540	○	⇒	□	⊐	▽
21	SAF preparam pagamentos e reembolsos	9,1255	○	⇒	□	⊐	▽
22	Técnica Administrativa arquiva o formulário	5,4944	○	⇒	□	⊐	▽

Figura 29 - Gráfico de Fluxo de Processo AS-IS para os procedimentos administrativos

Assim como foi feito para a análise do procedimento de compras, desta vez com base nos dados obtidos através da simulação, foi calculado o tempo total despendido na realização dos procedimentos durante 3 meses, para cada um dos tipos de atividade. Os valores obtidos encontram-se na Tabela 15.

Tabela 15 - Tempos para a realização dos procedimentos administrativos AS-IS

Tipo de Atividade	Atividade que acrescenta valor	Atividades que não acrescentam valor		
	Operação	Transporte	Controlo	Armazenamento
Tempo Total	16 horas 43 min	19 horas 36 min	31 horas 3 min	90 horas 37 min
	158 horas – 19 dias 6 horas			

Olhando para a tabela com os resultados obtidos é possível identificar de imediato a existência de um problema. Do total de tempo gasto com atividades dos procedimentos, apenas 2 dias de trabalho são gastos com atividades de operação, representando o valor mais baixo. Isto significa que apenas 10,58% do tempo total despendido pelos colaboradores é utilizado para atividades que acrescentam valor ao procedimento. Todo o tempo restante é gasto com atividades que devem ser eliminadas ou automatizadas.

Grande parte do tempo é gasta com atividades de armazenamento, representando 57,36% do tempo total. Isto deve-se essencialmente ao facto de o preenchimento do formulário ter sido considerado armazenamento, uma vez que se trata de retrabalho, pois a informação já se encontra armazenada no momento da realização do *tracking* inicial pelo colaborador.

Com a segunda maior percentagem de tempo total gasto, 19,65%, estão as atividades de controlo. Embora sejam importantes e essenciais, pois garantem o correto preenchimento do formulário e que o procedimento ocorra dentro dos critérios estabelecidos, a quantidade de tempo que é gasto, quando comparado com as atividades que acrescentam valor, revela essencialmente uma necessidade de automatizar estas atividades.

Por fim, com uma percentagem de tempo total gasto mais próxima das atividades de operação, ainda que mais elevada, encontram-se as atividades de transporte, com 12,41%. Isto significa que, em 3 meses, mais de 2 dias de trabalho são gastos com o envio de mensagens e *e-mails*, relevando um grande desperdício do tempo dos colaboradores, uma vez que são atividades que não acrescentam qualquer valor e que devem ser completamente eliminadas.

No total são gastos quase 20 dias de trabalho, em 90 de simulação, para a realização de atividades relativas aos procedimentos administrativos, sendo um número bastante elevado e que se irá refletir no cálculo da eficiência dos procedimentos.

4.5.3 Eficiência dos procedimentos AS-IS

Utilizando os valores obtidos na simulação, e após a sua atribuição no tipo de atividade correspondente na elaboração do Gráfico de Fluxo de Processo, procedeu-se ao cálculo da eficiência dos procedimentos administrativos. O valor da eficiência foi determinado através da seguinte fórmula: $1 - (\text{SOMA (tempo total gasto com atividades de transferência, controlo, espera e armazenamento)} / \text{Capacidade instalada})$, isto é, a eficiência foi calculada subtraindo a 1 a fração do tempo gasto em atividades que não acrescentam valor pela capacidade instalada (480 horas, que correspondem aos 3 meses de trabalho). A eficiência obtida para os procedimentos administrativos foi de 70,57%. Este valor significa que, para 480 horas de trabalho disponíveis, apenas 339 são utilizadas para outras atividades, e 141 são dedicadas a atividades que não acrescentam qualquer valor à organização.

4.5.4 Determinação do custo mensal dos procedimentos AS-IS

De forma a traduzir os valores obtidos através da simulação em custos, foi calculado o custo médio mensal com a realização dos procedimentos. Assim, a partir dos valores do tempo gasto com a realização de cada atividade durante 3 meses, apresentados na Figura 29, e o respetivo valor do salário por hora associado ao colaborador que realiza a atividade, procedeu-se ao cálculo do custo com a realização das atividades. Os resultados obtidos encontram-se na Figura 30:

Custo com pessoal	Valor	Unidade 1	Valor	Unidade 2
Salário médio de Engenheiros	2 500,00 €	Por mês	19,34 €	Por hora
Salário médio de Engenheiros Técnicos	1 496,00 €	Por mês	11,57 €	Por hora
Salário médio de Investigadores	2 128,00 €	Por mês	16,46 €	Por hora
Salário médio de Diretores Gerais	3 146,00 €	Por mês	24,33 €	Por hora
Salário médio de Administrativos	1 240,00 €	Por mês	9,59 €	Por hora
Salário médio de Contabilistas	1 250,00 €	Por mês	9,67 €	Por hora
Impostos sobre os salários	23,8%			
Custo com atividades/operações	Valor	Unidade	Custo	Custo Mensal
Requerente faz tracking de atividades	17,4218	Horas em 3 meses	275,06 €	
Requerente solicita referência, preenche e envia o formulário	73,6680	Horas em 3 meses	1 163,10 €	
Técnica Administrativa fornece os dados necessários	1,7701	Horas em 3 meses	16,98 €	
Análise da Técnica Administrativa e envio de solicitação de correção	18,9027	Horas em 3 meses	181,29 €	
Registo em Tracking de Solicitações e envio de solicitação de parecer ao Responsável de Laboratório	3,6832	Horas em 3 meses	35,32 €	
Elaboração e envio do parecer do Responsável de Laboratório	8,4710	Horas em 3 meses	163,79 €	
Técnica Administrativa envia pedido para aprovação da Responsável dos SAF	0,5544	Horas em 3 meses	5,32 €	
Análise da Responsável dos SAF, elaboração e envio do parecer	11,5951	Horas em 3 meses	112,10 €	
Análise do Diretor Geral, elaboração do parecer e comunicação da decisão	11,8022	Horas em 3 meses	287,18 €	
SAF preparam pagamentos e reembolsos	9,1255	Horas em 3 meses	87,87 €	
Técnica Administrativa imprime e arquiva o formulário	6,4853	Horas em 3 meses	62,20 €	
			2 390,21 €	796,74 €

Figura 30 - Custo médio mensal dos procedimentos administrativos AS-IS

Desta forma, conclui-se que o custo com a realização dos procedimentos em 3 meses foi de 2 390,21€, o que se traduz num custo médio mensal de 796,74€.

4.6 Análise Crítica

Após as análises realizadas, quer individualmente para o procedimento de compras, quer para todos os procedimentos administrativos, há alguns pontos que não foram referidos e que são importantes mencionar.

Em primeiro lugar, e como foi referido no terceiro capítulo, o CiTin é uma organização recente e, por isso, ainda não possui projetos. Os projetos que tem são apenas internos, para desenvolvimento de demonstradores.

Como pode ser observado na análise do procedimento de compras, o volume de requisições é muito baixo e, por isso, os valores financeiros obtidos não devem ser indicadores de avaliação. Contudo, o *lead time* de um procedimento de compras é bastante elevado, se for tido em consideração a sua baixa complexidade e o baixo volume. Apesar de atualmente não ter grande impacto, uma vez que não existe a necessidade de entregar os produtos dos projetos a clientes, é importante servir de alerta, pois se houvesse essa necessidade seria um problema grave.

Após a análise da eficiência para os procedimentos administrativos e o que representa em termos de tempo de trabalho desperdiçado, é também importante fazer outra observação. Os custos relacionados com as áreas de gestão e administração são custos indiretos, isto é, são necessários para o funcionamento da organização, mas não estão ligados às atividades de produção. Desta forma, é essencial fazer uma boa gestão destes custos, pois podem ter um impacto significativo na rentabilidade de uma organização. Os custos indiretos são atribuídos a produtos ou serviços utilizando uma taxa de

despesas gerais pré-determinada, que é calculada dividindo o total dos custos indiretos estimados por uma base de alocação, como horas de mão de obra direta (Horngren et al., 2012).

Tendo isto em consideração, como pode ser observado na Figura 31, os custos associados às atividades de gestão e administração (custos indiretos) do CiTin representam 30%, com os processos a apresentarem uma eficiência de apenas 70%. Em termos de produtividade, isto significa que, se estiverem 7 pessoas diretamente focadas na produção, na prática, 2 dessas pessoas estão a ser pagas para a realização de tarefas que não acrescentam valor.

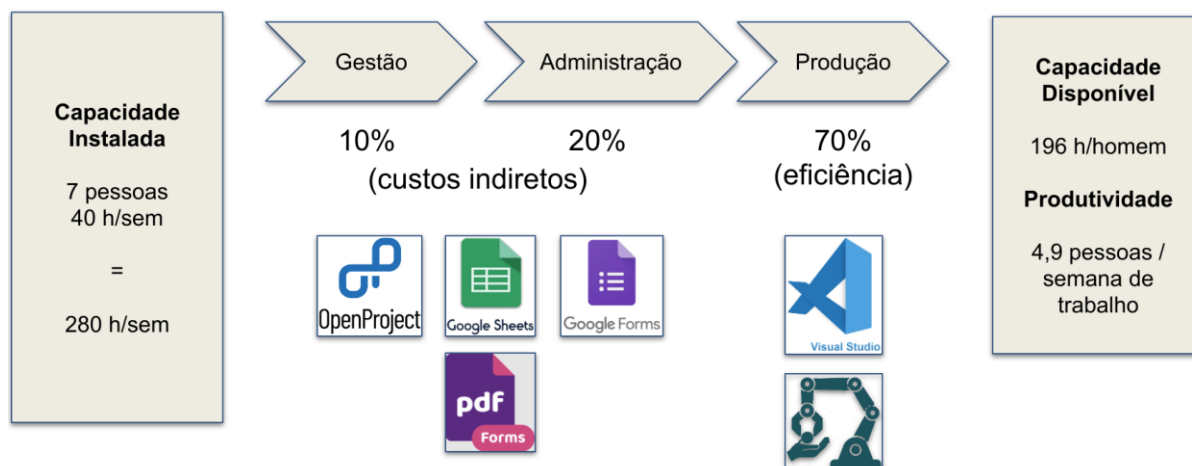


Figura 31 – Impacto do valor da eficiência na produtividade

Observando os dois exemplos mostrados na Tabela 16, relativos aos programas europeus e nacionais de financiamento de projetos, podemos concluir que:

Tabela 16 – Dois exemplos de programas europeus e nacionais de financiamento de projetos

Exemplo 1	Exemplo 2
<u>Orçamento</u> Produção: 88% <i>Overhead</i> : 12% (determinado)	<u>Orçamento</u> Investigadores Engenheiros de I&D Bolseiros Gestor de projetos Técnicos Administrativos Custeio

No exemplo 1, os programas europeus e nacionais de financiamento de projetos não cobrem o pagamento de salários de pessoal dedicado à gestão e à administração, reservando 12% do orçamento para esse fim. Isso significa que, para garantir uma eficiência de 88% nos custos é necessário garantir uma eficiência bastante elevada na produção. Caso não aconteça, a organização tem prejuízo, ou então

irá entregar serviços e produtos de inovação diferentes do que prometeu entregar nas propostas de projetos, por falta de capacidade de produção.

No exemplo 2, há programas europeus e nacionais que não determinam como o orçamento deve ser feito. Contudo, um projeto que destina uma parte elevada do orçamento para gestão e administração, dificilmente será competitivo em relação aos que tiverem um cuidado mais elevado com a gestão estratégica para garantir a excelência operacional.

O controlo dos custos indiretos envolve eficiência e planeamento estratégico (Horngren et al., 2012). Daqui vem a importância de encontrar formas de automatizar as atividades relativas à gestão e administração e, consequentemente, controlar estes custos.

4.7 Identificação de problemas

Após a análise detalhada do procedimento de compras e dos resultados da simulação realizada para os procedimentos administrativos, foram encontrados vários problemas existentes nos procedimentos, indicando a necessidade de melhorias. Com base nessa análise e na experiência durante os meses que estive na organização é de destacar:

Excesso de tempo com realização de *tracking*: A necessidade de o requente realizar *tracking* de atividades e depois repetir essa informação no preenchimento do formulário é tempo desperdiçado, assim como o facto de a Técnica Administrativa ter de fazer o *tracking* de solicitações num ficheiro Excel, atividade que podia ser evitada.

Movimentação ineficiente: Quando se analisa um único procedimento, o tempo dedicado ao envio de mensagens e *e-mails* parece baixo e com pouco impacto para os colaboradores. Contudo, ao fazer uma análise de meses de realização de procedimentos, o tempo dedicado a este tipo de atividades revela-se demasiado elevado.

Excesso de tempo com verificação por parte da Técnica Administrativa: É importante que os formulários sejam preenchidos corretamente. Contudo, o facto de que, para a maioria dos procedimentos, o formulário seja um PDF, faz com que haja maior probabilidade de ocorrência de erros no momento do preenchimento. Isto obriga a que a Técnica Administrativa esteja constantemente a ter de verificar se estão bem ou mal preenchidos, algo que podia ser melhorado com a adoção de outra ferramenta para o preenchimento do formulário.

Elevados tempos de espera: Como foi mencionado, não foi possível registrar os tempos de espera nos Gráficos de Fluxo de Processo. Contudo, com a informação disponibilizada pelos colaboradores e em conversa com os mesmos, percebeu-se que a maior causa de atraso dos procedimentos é o tempo que um colaborador demora a efetuar a sua atividade, acontecendo principalmente no procedimento de compras, o que origina os *bottlenecks*. Isto aconteceu enquanto tentava acompanhar em tempo real a realização de procedimentos de compras. O tempo de espera era tão elevado que a abordagem de recolha de tempos teve de ser alterada.

Subutilização de tecnologia: Há uma dependência excessiva de tarefas manuais, que também origina maior probabilidade de ocorrência de erros, por exemplo, no preenchimento do formulário, na referência que tem de ser utilizada e na preparação de pagamentos e reembolsos, onde algumas informações podem ser esquecidas.

Falta de normalização dos processos: Apesar de existir um regulamento para o procedimento de compras, o que acontece na realidade é que por vezes não é seguido, o que se reflete numa inconsistência nas etapas seguidas pelos colaboradores. Existiram casos em que o PAD foi preenchido pelo requerente e não pelo Gestor de Contrato, diversos casos em que os Responsáveis de Laboratório não deram o seu parecer, outros dos quais não se sabe quem encerrou o processo, se o Gestor de Contrato ou a Técnica Administrativa. Além disso, por vezes o Diretor Geral não elabora o seu parecer e comunica apenas a decisão, sendo que também não é feita sempre da mesma forma.

Retrabalho frequente: Como já foi mencionado, por vezes é necessário que o requerente preencha de novo o formulário, devido à existência de erros ou falta de informação, detetada pela Técnica Administrativa. Além disso, um dos maiores problemas identificados na análise da simulação dos procedimentos foi o tempo gasto com armazenamento, que se deve na maioria à necessidade de preenchimento do formulário, mesmo nos casos em que foi inicialmente feito um *tracking* de atividades. Se o *tracking* de atividades não contém todas as informações necessárias então essa atividade deve ser retirada e preencher apenas o formulário.

Falha na partilha de informação e comunicação: Em conversa com os colaboradores verificou-se que a informação não era partilhada da melhor forma e muitas vezes não se sabia em que fase o procedimento estava. É importante que o requerente consiga acompanhar o processo, o que não acontece com a forma como é realizado.

5. APRESENTAÇÃO E APLICAÇÃO DE PROPOSTAS DE MELHORIA

Neste capítulo são apresentadas as propostas de melhoria para os procedimentos administrativos, que se prendem com a sua digitalização. Assim, é explicada em detalhe como foi feita a digitalização do procedimento de compras, que irá servir de base para digitalizar os restantes procedimentos. Com base no modelo TO-BE, é elaborado o novo Gráfico de Fluxo de Processo para o procedimento de compras e apresentados os valores de tempo e custo que se esperam alcançar.

Adicionalmente, é desenvolvido o modelo TO-BE comum a todos os procedimentos administrativos e feita uma nova simulação no Simio, para determinar os valores de eficiência e custos possíveis de alcançar com a digitalização.

5.1 Digitalização do procedimento de compras

A digitalização do procedimento de compras foi feita por meio do *Camunda*, uma ferramenta de orquestração de processos, que foi integrada ao *software OpenProject*, utilizado para a gestão de projetos. A partir do desenvolvimento do modelo TO-BE em BPMN, as atividades foram automatizadas na totalidade, quando possível, e simplificadas ao máximo, para que os desperdícios e ineficiências identificados fossem eliminados do processo.

5.1.1 Parametrização do *OpenProject*

O *OpenProject* é o *software* utilizado pelo CiTin para a gestão de projetos e oferece um conjunto completo de funcionalidades para apoiar as equipas ao longo de todo o processo de gestão de um projeto.

Para cada projeto são criados *work packages*, que podem ser de vários tipos: *task*, *milestone*, *phase*, *feature*, *epic*, *user story*, *issue* e *bug*, e que permitem organizar os projetos.

A primeira etapa do procedimento de compras digitalizado consiste no preenchimento de uma solicitação no *OpenProject* por parte do colaborador que identificou a necessidade (requerente). Esta solicitação é feita com a criação de um *work package* no projeto definido especificamente para cada um dos procedimentos. Para isso, foi necessário fazer uma parametrização no *OpenProject*, com a criação de um novo tipo de *work package*, SAF (Serviços Administrativos e Financeiros). Dentro do *work package* do tipo SAF foi criada a categoria *Purchasing* para ser definido que se trata do procedimento de compras. No campo *Assignee* deve ser colocado o requerente, para poder monitorizar o procedimento no *OpenProject* à medida que vai avançando.

5.1.2 Utilização do *Camunda* para orquestração de processos

O *Camunda* fornece uma plataforma de orquestração de processos que permite conceber, automatizar e melhorar os processos. Integra motores de execução para processos BPMN e decisões DMN, juntamente com ferramentas para modelação colaborativa, operações e análises. Permite, então, a modelação dos processos, que são depois implementados para automação, orquestrando tarefas manuais, decisões, sistemas informáticos e *softwares* de infraestrutura. Além disso, fornece relatórios visuais e *heatmaps*, que identificam as áreas a otimizar, promovendo a melhoria contínua dos processos. Uma vez que o procedimento de compras requer a contribuição e interação humana, foi utilizado o *Camunda Tasklist*, que oferece uma *interface user friendly* para trabalhar nas tarefas que não podem ser totalmente automatizadas. Desta forma, foi concebido e configurado um formulário para a requisição de bens/serviços. Após estar configurado, foi ligado às tarefas dos utilizadores, representadas na modelação, aparecendo na sua *Tasklist* no momento que seja necessário preencherem o formulário. Assim, o *Camunda Tasklist* será utilizado por todos os colaboradores, visto que qualquer um pode fazer um pedido de compras. Cada um terá a sua respetiva conta, a partir da qual poderá aceder à sua *Tasklist* e visualizar as tarefas que tiver pendentes. Assim que um colaborador dê a sua tarefa como concluída, é(são) automaticamente gerada(s) a(s) tarefa(s) seguinte(s) para o(s) responsável(eis) por a(s) concretizar, aparecendo de imediato na sua *Tasklist*.

5.1.3 Modelação TO-BE

Tendo como regra o cumprimento dos critérios definidos pelo regulamento interno relativo ao procedimento de compras, isto é, o Procedimento para Aquisição de Bens e Serviços no âmbito de Atividades de I&D ao abrigo do Decreto-Lei n.º 60/2018, procedeu-se ao desenvolvimento do modelo TO-BE, representado no Apêndice 9.

Os colaboradores envolvidos no processo são o requerente (quem identifica a necessidade de adquirir o bem/serviço), os Responsáveis de Laboratório, a Técnica Administrativa dos SAF, a Responsável dos SAF e o Diretor Geral.

O procedimento de compras é iniciado com o preenchimento de uma solicitação no *OpenProject* por parte do requerente, na qual deve detalhar todas as informações que achar relevantes, podendo anexar ficheiros. De forma automática é criado um procedimento no *Camunda* associado à solicitação efetuada, gerando um formulário para a requisição de compra de bens/serviços, que deve preencher. Nos casos em que o valor da despesa é superior a 10.000€ deve também assinar a declaração de inexistência de conflito de interesses, que estará no formulário.

Após o requerente completar a tarefa, é gerada uma tarefa no *Camunda* para o Responsável de Laboratório, que deve aceder ao formulário e elaborar o seu parecer. Assim que esteja concluído, é gerada uma tarefa para que a Técnica Administrativa dos SAF aceda ao formulário e verifique se há algum erro. O procedimento passa para a Responsável dos SAF, que deve aceder ao formulário, analisar a conformidade da informação e verificar se há disponibilidade financeira para a realização da despesa, elaborando também o seu parecer, e colocando uma estimativa da data na qual existirão fundos para que a encomenda possa ser realizada. A partir deste momento o procedimento segue caminhos diferentes, consoante o valor da despesa. Os diferentes casos foram modelados com a utilização de DMN, e estão representados na Figura 32.

Purchase Release					Hit policy:	Unique	▼
	When		Then		And		
	valueTotal	+	agreement		noInConflictDecl	+	Annotations
	number		number		boolean		
1	<= 10000		0		false		No contract is required
2	]10000..250000[		1		true		Contract is required
3	>=250000		2		true		Public contract is required
+	-						

Figura 32 - Representação através de DMN dos casos possíveis consoante valor da despesa

Caso 1 – Valor da despesa é inferior ou igual a 10.000€

É gerada uma tarefa no *Camunda* para aprovação de despesa e decisão de adjudicação por parte do Diretor Geral, que analisa o pedido e dá o seu parecer.

Caso 2 – Valor da despesa é superior a 10.000€

Se a relação contratual não se extinguir, com prejuízo da manutenção de obrigações acessórias, com o fornecimento integral dos bens ou com a prestação dos serviços, a Responsável dos SAF deve elaborar uma Proposta de Minuta de Contrato.

Em simultâneo, enquanto a Responsável dos SAF elabora a Proposta de Minuta de Contrato, é também gerada uma tarefa no *Camunda* para que o Diretor Geral analise a informação do formulário e dê o seu parecer, aprovando ou rejeitando a despesa. Se o Diretor Geral aprovar a despesa, e assim que a Proposta de Minuta de Contrato esteja completada, o procedimento segue para reunião do Conselho de Administração para deliberação quanto à decisão de adjudicação e aprovação da Minuta de Contrato, comunicada aos SAF. A parte do procedimento que envolve o Conselho de Administração não está modelada, uma vez que tem de ser mantido da forma atual. Assim que existir uma decisão quanto à

adjudicação e aprovação da Minuta de Contrato, o Diretor Geral apenas tem de aceder ao formulário e colocar a decisão final.

Caso 3 – Valor da despesa é superior ao limiar comunitário relevante (250.000€)

O procedimento pré-contratual é sujeito à aplicação da parte II do Código dos Contratos Públicos e o procedimento contratual é efetuado recorrendo a plataforma de contratação pública e publicado no Portal dos Contratos Públicos, pelo que este caso não foi analisado.

É importante mencionar que na fase em que o procedimento está no Diretor Geral, pode ser necessário que este solicite ao Responsável de Laboratório e/ou à Responsável dos SAF uma revisão dos pareceres elaborados, para fornecerem mais informação, sendo emitida uma notificação caso esta situação ocorra. O processo foi desenvolvido para que, após a finalização da revisão, seja também emitida uma notificação para o Diretor Geral e gerada de imediato uma nova tarefa para dar o parecer final. Se o pedido for rejeitado, o processo termina. Se o pedido for aceite, volta para a Responsável dos SAF e o procedimento segue de novo diferentes caminhos, consoante o valor da despesa.

Caso 1 – Valor da despesa é inferior ou igual a 10.000€

Como os pagamentos são feitos a meio e ao fim de cada mês, a Responsável dos SAF pode manter a data de disponibilidade de fundos definida previamente ou atualizá-la.

Caso 2 – Valor da despesa é superior a 10.000€

O procedimento de assinatura de contrato e documentação necessária não foi modelado, uma vez que é tratado com a entidade a contratar. Também neste caso é necessário que a Responsável dos SAF aceda ao formulário caso a data de disponibilidade de fundos altere.

Assim que seja atingida a data definida pela Responsável dos SAF, a Técnica Administrativa realiza a encomenda, monitorizando a entrega. Após a receção dos bens e/ou serviços verifica se estão em conformidade. Caso não estejam o processo fica em aberto, devendo tomar as diligências para a sua receção em conformidade. Se estiverem em conformidade, a Técnica Administrativa acede ao formulário no *Camunda* e marca a data de receção.

Por fim, a Técnica Administrativa deve aceder ao formulário para gerar o relatório com toda a informação, arquivando-o em formato digital.

5.1.4 Matriz de Responsabilidades

Devido ao elevado número de intervenientes no procedimento de compras, foi elaborada a matriz de responsabilidades, também conhecida como matriz RACI, na qual foram definidas as funções e responsabilidades de cada um no processo de digitalização (Figura 33).

	Diretor Geral	Investigador Doutorado	Estagiária	Engenheiro Informático	Engenheiro Eletrotécnico	Técnica Administrativa	Contabilista
Procedimento de Compras	I	A	R	C	C	C	C

Figura 33 - Matriz de Responsabilidades

Responsible: Enquanto estagiária, sou responsável pela análise do procedimento de compras e desenvolvimento do novo modelo digitalizado.

Accountable: O Investigador Doutorado tem de aprovar as decisões tomadas ao longo do processo de digitalização do procedimento de compras.

Consulted: O engenheiro informático, o engenheiro eletrotécnico, a técnica administrativa e a contabilista são consultados ao longo do processo, verificando o modelo desenvolvido e dando sugestões de possíveis melhorias.

Informed: O Diretor Geral é informado acerca do modelo desenvolvido para a digitalização.

5.1.5 *Workflow* do procedimento de compras

O modelo TO-BE foi desenvolvido de forma a integrar o *OpenProject* com o *Camunda*. Um dos problemas identificados foi o facto de muitas vezes o requerente não saber em que fase do procedimento está o seu pedido. Com o novo modelo, à medida que o procedimento avança no *Camunda*, com a elaboração das tarefas, o requerente pode acompanhar o seu estado no *OpenProject*, que vai alterando automaticamente.

Assim, como pode ser observado na Figura 34, quando é criada a solicitação no *OpenProject*, o estado da tarefa fica como *New*, e é gerada a tarefa para o Responsável de Laboratório. Assim que este a dá como concluída o estado altera para *Confirmed* e é gerada a tarefa seguinte, para a Técnica Administrativa. Mais uma vez, quando a tarefa é concluída o estado altera-se, agora para *In Progress*, o que significa que a Responsável dos SAF pode realizar a sua tarefa. Quando for completada o estado altera para *Developed* e é gerada a tarefa para o Diretor Geral. Se o pedido for rejeitado, o estado é alterado para *Closed* e o processo termina. Se o pedido for aceite, o estado passa para *On Hold* e a

Técnica Administrativa dos SAF realiza a encomenda. Apenas quando a Técnica Administrativa verificar a conformidade dos bens e proceder ao registo de receção no respetivo formulário é que o estado se altera para *Closed* e o processo termina.

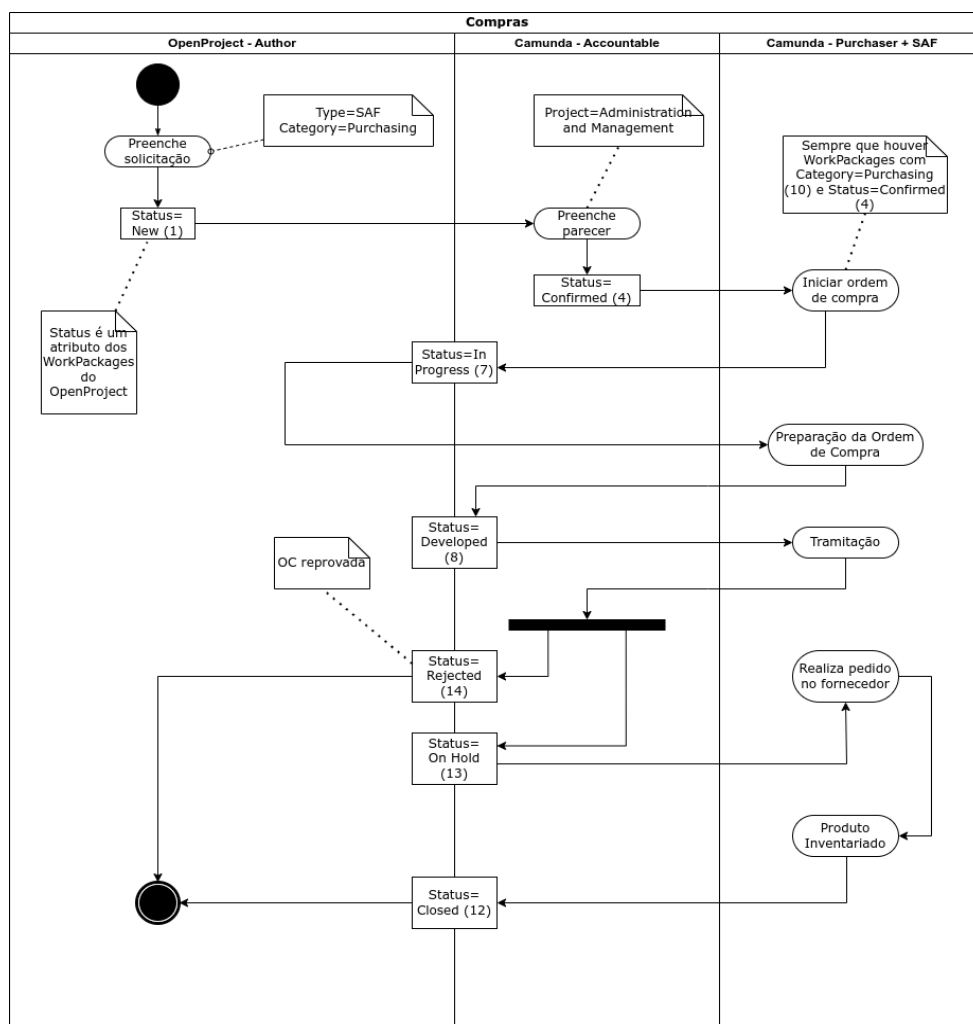


Figura 34 - Workflow do procedimento de compras digitalizado

5.1.6 Determinação e análise dos tempos do procedimento TO-BE

Assim como foi feito para o procedimento AS-IS, após o desenvolvimento do modelo TO-BE estimou-se o tempo gasto na realização de cada atividade, permitindo a elaboração do Gráfico de Fluxo de Processo (Figura 35), de modo a analisar as melhorias possíveis de alcançar com a digitalização do procedimento e o impacto que irá trazer para a organização.

Da mesma forma que já tinha sido feito para o modelo AS-IS, o primeiro passo para a elaboração do Gráfico de Fluxo de Processo consistiu em listar as atividades, isto é, as etapas do procedimento, e associá-las ao tipo de atividade. Por fim, foi definido o tempo médio para a realização de cada atividade. Uma vez que são necessários alguns meses de testes após a implementação do procedimento

digitalizado, não foi possível registar os tempos despendidos nas atividades, por isso os valores apresentados são uma estimativa.

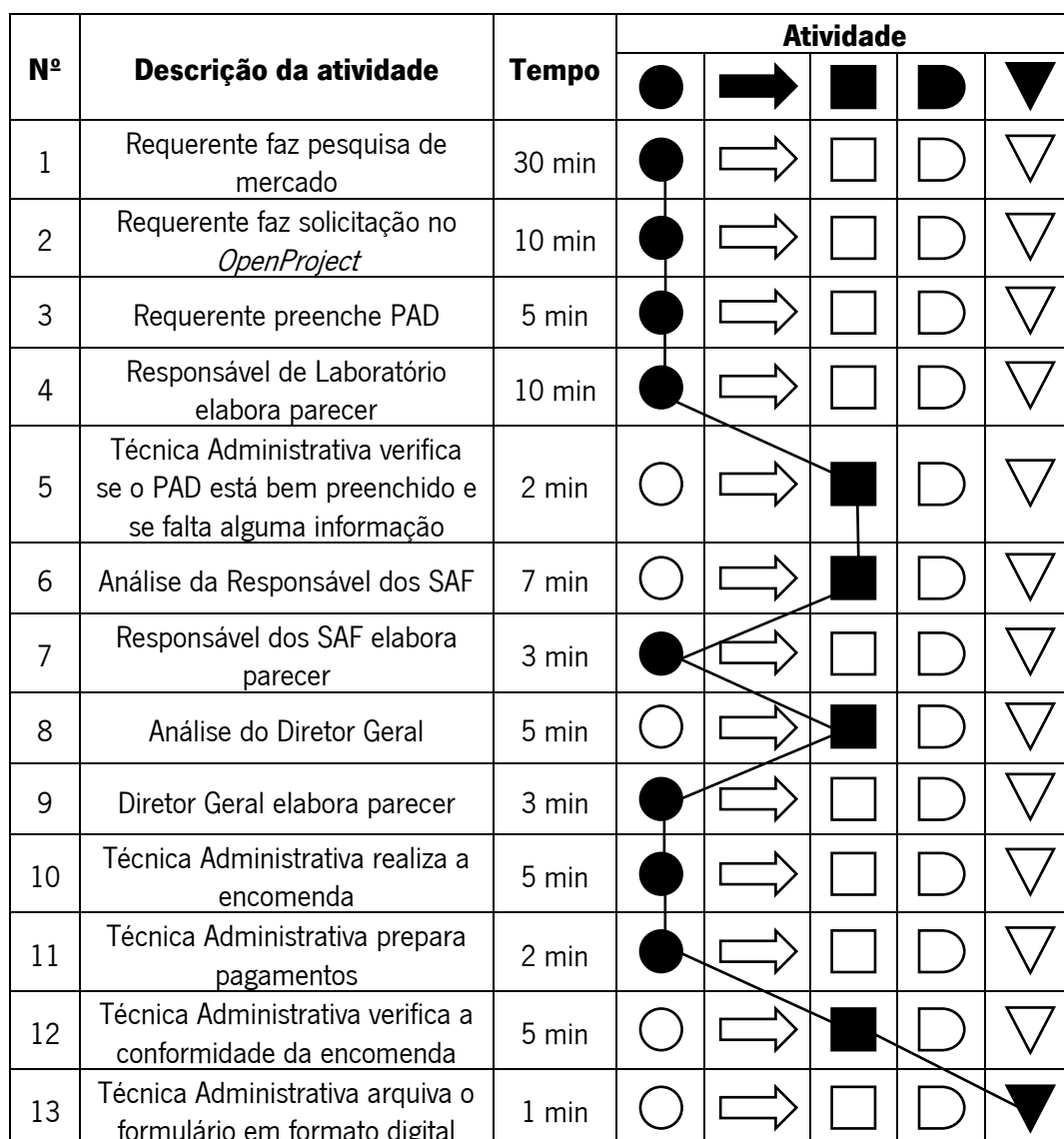


Figura 35 - Gráfico de Fluxo de Processo TO-BE para o procedimento de compras

A partir dos dados utilizados para a realização do Gráfico de Fluxo de Processo foi calculado o valor médio do tempo total despendido na realização de cada procedimento de compras, para cada um dos tipos de atividade. Os valores obtidos encontram-se na Tabela 17.

Tabela 17 - Tempos para a realização do procedimento de compras TO-BE

	Atividade que acrescenta valor	Atividades que não acrescentam valor	
Tipo de Atividade	Operação	Controlo	Armazenamento
Tempo Total	68 min	19 min	1 min
	88 min – 1 hora 28 min		

Um dos maiores pontos positivos foi o aumento da percentagem de tempo gasto com atividades que acrescentam valor, que atingiu os 77,27%. Este aumento é bastante positivo, uma vez que se trata de atividades necessárias para adquirir o bem e/ou serviço.

Dentro das atividades que não acrescentam valor, a atividade de controlo é a que tem uma maior percentagem, de 21,59%. Isto prende-se com o facto de continuar a ser necessária a análise por parte da Responsável dos SAF e do Diretor Geral, assim como a verificação por parte da Técnica Administrativa da conformidade da encomenda e que o PAD está bem preenchido e com a informação necessária para as análises posteriores.

Dentro das atividades de armazenamento está apenas o arquivo do formulário, representando 1,14% do tempo gasto, uma tarefa bastante simples e rápida, pois será feita de forma digital, como explicado anteriormente.

Uma vez que o procedimento passou a ser realizado através do *Camunda*, deixando de ser necessário o envio de mensagens e *e-mails*, não existem atividades de transporte.

A redução do número de atividades para o procedimento TO-BE reflete-se no tempo total despendido para a sua realização, que, como era de esperar, diminui consideravelmente, não chegando a atingir 1 hora e meia.

5.1.7 Determinação do custo do procedimento TO-BE

Da mesma forma que foi feito para o procedimento AS-IS, foi calculado o custo médio por cada ordem de compras realizada. Assim, a partir dos valores estimados para o tempo que será gasto na realização de cada atividade, apresentados na Figura 35, e o respetivo valor do salário por minuto associado ao colaborador que realiza a atividade, foi feita uma estimativa do custo gasto com a realização das atividades necessárias e o respetivo custo total. Os resultados obtidos encontram-se na Figura 36:

Custo com pessoal	Valor	Unidade 1	Valor	Unidade 2	Valor	Unidade 3
Salário médio de Engenheiros	2 500,00 €	Por mês	19,34 €	Por hora	0,32 €	Por minuto
Salário médio de Engenheiros Técnicos	1 496,00 €	Por mês	11,57 €	Por hora	0,19 €	Por minuto
Salário médio de Investigadores	2 128,00 €	Por mês	16,46 €	Por hora	0,27 €	Por minuto
Salário médio de Diretores Gerais	3 146,00 €	Por mês	24,33 €	Por hora	0,41 €	Por minuto
Salário médio de Administrativos	1 240,00 €	Por mês	9,59 €	Por hora	0,16 €	Por minuto
Salário médio de Contabilistas	1 250,00 €	Por mês	9,67 €	Por hora	0,16 €	Por minuto
Impostos sobre os salários	23,8%					
Custo com atividades/operações	Valor	Unidade	Custo			
Requerente faz pesquisa de mercado	30	Minutos	7,89 €			
Requerente faz solicitação no OpenProject e preenche PAD	15	Minutos	3,95 €			
Elaboração do parecer do Responsável de Laboratório	10	Minutos	3,22 €			
Verificação da Técnica Administrativa	2	Minutos	0,32 €			
Análise da Responsável dos SAF e elaboração do parecer	10	Minutos	1,61 €			
Análise do Diretor Geral e elaboração do parecer	8	Minutos	3,24 €			
Técnica Administrativa faz encomenda e prepara pagamento	7	Minutos	1,12 €			
Técnica Administrativa verifica a encomenda	5	Minutos	0,80 €			
Técnica Administrativa arquiva o formulário	1	Minutos	0,16 €			
			22,32 €			

Figura 36 - Custo médio do procedimento de compras TO-BE

Desta forma, é esperado que com a digitalização do procedimento, o custo médio para a sua realização diminua para 22,32€.

5.1.8 *Dashboard* do procedimento de compras

Uma das principais funcionalidades do *Camunda* é o *Camunda Optimize*, que possibilita a criação de *dashboards* utilizando os dados do processo. Permite uma visibilidade em tempo real para monitorizar e analisar os processos, tornando mais fácil a resolução de problemas que surjam. Além disso, utiliza os dados do processo para ilustrar o seu desempenho real, através da criação de *heatmaps*. Como pode ser observado na Figura 37, que se trata apenas de um exemplo, uma vez que à data do término do estágio o processo digitalizado ainda não tinha sido implementado, o *heatmap* possibilita uma fácil identificação dos *bottlenecks*, isto é, as etapas que estão a atrasar o procedimento e nas quais pode ser necessário efetuar melhorias.

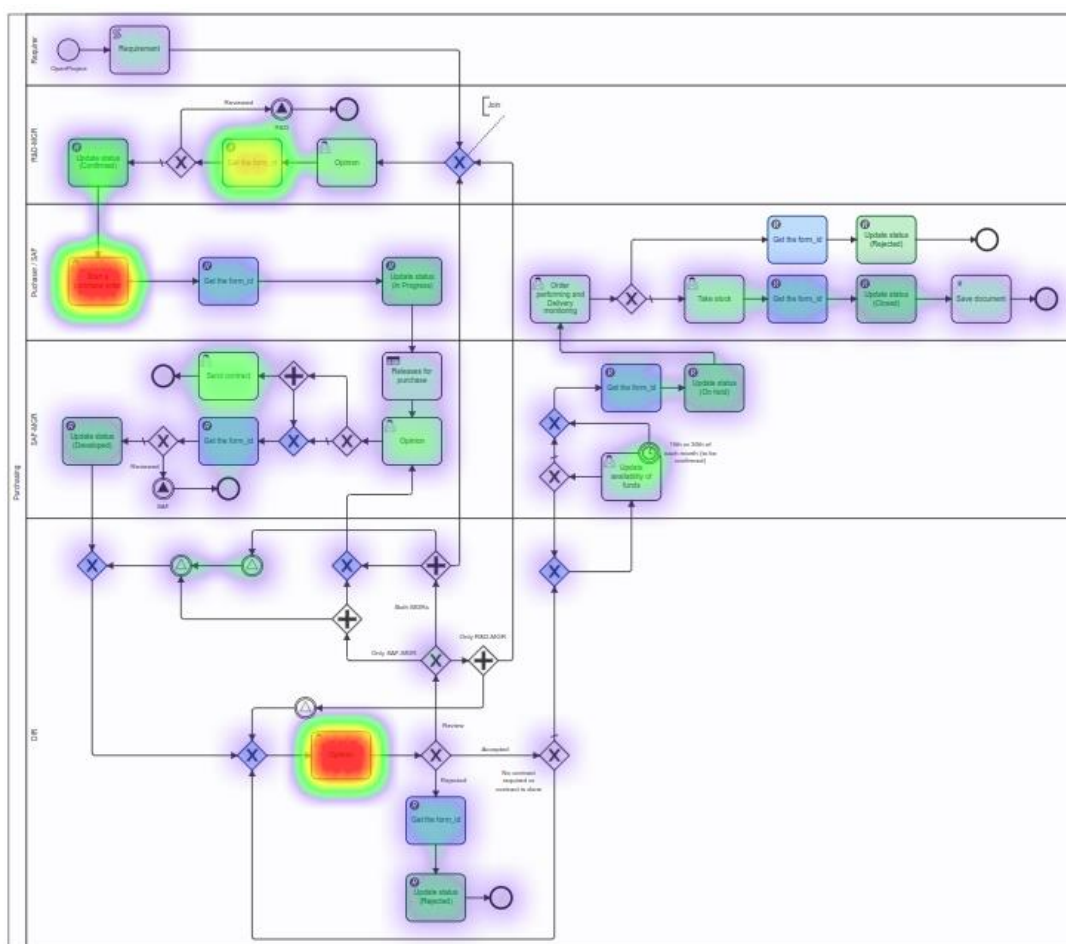


Figura 37 - *Heatmap* do procedimento de compras

5.2 Digitalização dos restantes procedimentos administrativos em curso

A digitalização feita para o procedimento de compras vai servir como base para os restantes procedimentos administrativos, sendo adaptada consoante a complexidade de cada um. Desta forma, o modelo apresentado é distinto do que foi elaborado para o procedimento de compras, uma vez que não contém a parte de programação, tratando-se de um modelo simples, apenas para ilustração.

5.2.1 Modelo TO-BE comum dos procedimentos

Relativamente ao modelo TO-BE, foi apenas desenvolvido um único modelo em BPMN comum a todos os procedimentos, uma vez que os modelos individuais apenas serão desenvolvidos no momento da digitalização de cada procedimento tendo como base o modelo desenvolvido no *Camunda* para o procedimento de compras, e encontra-se no Apêndice 10.

Assim, a primeira etapa do modelo TO-BE será a solicitação do requerente, com o preenchimento do formulário. Após o preenchimento do formulário, a Técnica Administrativa deve verificar se contém algum erro. É importante mencionar que, assim que uma tarefa esteja concluída, será automaticamente gerada a tarefa seguinte para o respetivo colaborador. De seguida, consoante o procedimento que esteja a ser tratado, podem ser necessárias mais ou menos aprovações.

Em primeiro lugar, pode ser necessário um parecer do Responsável de Laboratório. De seguida, pode também ser necessária uma análise por parte da Responsável dos SAF e a elaboração do respetivo parecer. A última fase de aprovações é do Diretor Geral, que deve realizar também a sua análise e elaborar o parecer, aprovando ou não o pedido.

Como mencionado anteriormente, os pagamentos são feitos de forma mensal ou quinzenal, dependendo do tipo de procedimento. Para o procedimento de compras, esta é a forma adotada. Contudo, para os restantes procedimentos em que está envolvido um pagamento, este apenas é realizado mensalmente. Esta etapa será simplificada, deixando de ser necessária a troca de *e-mails* entre a Responsável dos SAF e a Técnica Administrativa com informações dos pedidos, uma vez que a Técnica Administrativa dos SAF poderá aceder diretamente à base de dados e realizar os pagamentos que forem necessários à data definida.

O arquivamento dos procedimentos será também bastante simples, sendo apenas necessário que a Técnica Administrativa aceda ao formulário do respetivo procedimento para gerar o respetivo relatório, guardando-o na pasta correspondente ao tipo de procedimento no *Google Drive*.

5.2.2 Workflow para os procedimentos

Apesar dos modelos TO-BE para os restantes procedimentos administrativos serem apenas desenvolvidos no momento da sua digitalização, é possível mostrar o *workflow* que cada um deverá seguir. Como pode ser observado no Apêndice 11, todos os procedimentos terão início no *OpenProject*, sendo que será criada uma categoria para cada procedimento, estando todos associados ao *work package* do tipo SAF, que já foi criado para o procedimento de compras. No *Camunda* serão executadas as restantes atividades, e estará sempre integrado com o *OpenProject*, permitindo que o requerente acompanhe o estado do processo.

5.2.3 Determinação e análise dos tempos dos procedimentos TO-BE por simulação

Com base no modelo TO-BE desenvolvido, foram definidas as atividades dos procedimentos administrativos, seguindo-se de uma estimativa do tempo que será gasto em cada uma dessas atividades. Com estas informações, foi desenhado o modelo no Simio e realizada a simulação, de forma a obter os tempos despendidos em cada atividade durante 3 meses, tal como foi feito para o modelo AS-IS.

O tempo de simulação e a definição dos tempos de chegada para cada procedimento foram os mesmos que os definidos para a simulação do modelo AS-IS.

As funções definidas para os tempos de chegada, que representam de quanto em quanto tempo existe ocorrência para um procedimento são também iguais às definidas para a simulação dos procedimentos AS-IS. Da mesma forma que foi mostrado na simulação para os procedimentos AS-IS, a Figura 38 representa o número de procedimentos que ocorreu durante a simulação realizada para o modelo TO-BE, verificando-se que os valores retratam a realidade, aproximando-se daqueles que foram disponibilizados. Uma vez que se trata de uma simulação, os valores nunca poderiam ser exatamente iguais aos que ocorreram para os procedimentos AS-IS.

Object Type ▲ ▾	Object Name ▲	Data Source ▲	Category ▼	Data Item ▲ ▾	Statistic ▲ ▾	Average Total
ModelEntity	Aulas	[Population]	Throughput	NumberCreated	Total	2,0000
	Compras	[Population]	Throughput	NumberCreated	Total	24,0000
	Deslocação	[Population]	Throughput	NumberCreated	Total	20,0000
	Férias	[Population]	Throughput	NumberCreated	Total	4,0000
	Formação	[Population]	Throughput	NumberCreated	Total	2,0000
	Horas	[Population]	Throughput	NumberCreated	Total	174,0000
	Mapa_Kms	[Population]	Throughput	NumberCreated	Total	9,0000
	Reembolso	[Population]	Throughput	NumberCreated	Total	5,0000

Figura 38 - Número de procedimentos ocorridos na simulação utilizando o modelo TO-BE

Para definir os tempos de processamento, isto é, o tempo que cada atividade demora para ser completada, foi feita uma estimativa, uma vez que se trata de uma proposta de melhoria e, por isso, não é possível saber os valores exatos. Os tempos foram todos definidos em minutos e foram também utilizadas as distribuições do tipo *Uniform* e *Triangular* (Tabela 18).

Tabela 18 - Tempo de processamento das atividades no modelo TO-BE (minutos)

Atividades	Tempos de processamento (minutos)
Preenchimento do formulário	<i>Random.Triangular(5 , 10 , 20)</i>
Conferência	<i>Random.Uniform(1 , 2)</i>
Parecer - Responsável de Laboratório	<i>Random.Triangular(5 , 10 , 15)</i>
Análise - Responsável dos SAF	<i>Random.Uniform(5 , 10)</i>
Parecer - Responsável dos SAF	<i>Random.Uniform(5 , 10)</i>
Análise - Diretor Geral	<i>Random.Uniform(5 , 10)</i>
Parecer - Diretor Geral	<i>Random.Uniform(2 , 5)</i>
Preparação de pagamentos e reembolsos	<i>Random.Uniform(1 , 2)</i>
Arquivamento do formulário	<i>Random.Uniform(0.5 , 1)</i>

A Figura 39 representa o modelo TO-BE no Simio. O modelo com a identificação de todas as atividades encontra-se no Apêndice 8.

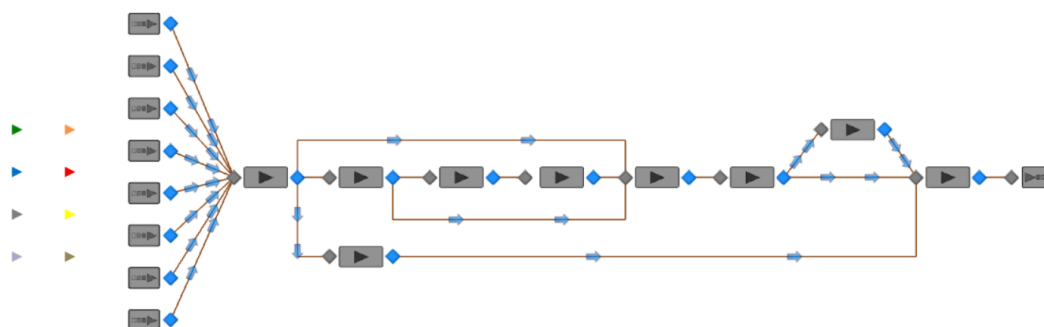


Figura 39 - Representação do modelo TO-BE comum aos procedimentos administrativos no Simio

Com toda a informação necessária obtida, foi feita a simulação para as 480 horas, correspondentes a 3 meses de trabalho.

De modo a analisar as melhorias possíveis de alcançar com a digitalização de todos os procedimentos administrativos, e a consequente alteração da sua eficiência, foi também elaborado o Gráfico de Fluxo de Processo. Da mesma forma que aconteceu para o modelo AS-IS, o tempo despendido em cada atividade resulta da simulação efetuada para 3 meses (Figura 40).

Nº	Descrição da atividade	Tempo (horas)	Atividade				
			●	➡	■	◐	▼
1	Preenchimento do formulário	48,4889	●	➡	□	◐	▽
2	Análise da Técnica Administrativa	4,8511	○	➡	■	◐	▽
3	Responsável de Laboratório elabora parecer	8,8494	●	➡	□	◐	▽
4	Análise da Responsável dos SAF	5,8650	○	➡	■	◐	▽
5	Responsável dos SAF elabora parecer	5,6474	●	➡	□	◐	▽
6	Análise do Diretor Geral	7,5665	○	➡	■	◐	▽
7	Diretor Geral elabora parecer	3,3660	●	➡	□	◐	▽
8	Técnica Administrativa prepara pagamentos e reembolsos	0,6686	●	➡	□	◐	▽
9	Técnica Administrativa arquiva o formulário em formato digital	3,0591	○	➡	□	◐	▼

Figura 40 - Gráfico de Fluxo de Processo TO-BE para os procedimentos administrativos

Assim como foi feito para o procedimento de compras e como já tinha sido feito para o modelo AS-IS, com base nos dados obtidos através da simulação foi calculado o tempo total despendido na realização dos procedimentos durante 3 meses, para cada um dos tipos de atividade. Os valores obtidos encontram-se na Tabela 19.

Tabela 19 - Tempos para a realização dos procedimentos administrativos TO-BE

Tipo de Atividade	Atividade que acrescenta valor	Atividades que não acrescentam valor	
	Operação	Controlo	Armazenamento
Tempo Total	67 horas	18 horas 17 min	3 horas 4 min
	88 horas 21 min - 11 dias 21 min		

Como era expectável, tendo em conta os resultados obtidos na análise individual do modelo TO-BE do procedimento de compras, não será necessário o envio de mensagens e *e-mails*, o que resulta na inexistência de atividades de transporte.

Uma das maiores diferenças prende-se com o tempo gasto em atividades de armazenamento, cuja percentagem é de apenas 3,46%. Esta diminuição acontece, uma vez que a única atividade de

armazenamento necessária será o arquivo dos formulários dos processos, que como será feito digitalmente, será uma tarefa bastante rápida.

Da mesma forma que acontece quando analisado apenas o procedimento de compras, das atividades que não acrescentam valor, as atividades de controlo apresentam a maior percentagem de tempo total gasto, 20,69%. A explicação é a mesma, deve-se à necessidade da verificação dos formulários feita pela Técnica Administrativa e da análise da Responsável dos SAF e do Diretor Geral.

Para além da diminuição significativa do número de dias gastos para as atividades relativas aos procedimentos administrativos, consequência da diminuição do número de atividades, a percentagem de tempo total gasto com atividades de operação passa de ser a mais baixa para a mais elevada, 75,85%. O objetivo com a digitalização dos procedimentos é exatamente este, diminuir ao máximo o tempo gasto com atividades que não acrescentam qualquer valor, o que mostra que o resultado que é possível alcançar será bastante positivo e irá estar refletido no cálculo da eficiência.

5.2.4 Eficiência dos procedimentos TO-BE

A partir dos valores obtidos na simulação e após a sua atribuição no tipo de atividade correspondente na elaboração do Gráfico de Fluxo de Processo, procedeu-se ao cálculo da eficiência dos procedimentos administrativos, seguindo a fórmula utilizada no cálculo para o modelo AS-IS.

Ao projetar o processo com base na digitalização, foram identificadas oportunidades para simplificar e automatizar as etapas, diminuindo assim o tempo gasto. A eficiência dos procedimentos administrativos com o modelo TO-BE foi de 95,55%. Este valor significa que, para 480 horas de trabalho disponíveis, 459 são utilizadas para outras atividades, e apenas 21 são dedicadas a atividades que não acrescentam qualquer valor à organização.

5.2.5 Determinação do custo mensal dos procedimentos TO-BE

Para que possa ser comparado com os procedimentos AS-IS, foi feita uma estimativa do custo médio mensal dos procedimentos após a sua digitalização. Assim, a partir dos valores obtidos na simulação do tempo gasto com a realização de cada atividade durante 3 meses, apresentados na Figura 40, e o respetivo valor do salário por hora associado ao colaborador que realiza a atividade, os resultados obtidos foram os seguintes:

Custo com pessoal	Valor	Unidade 1	Valor	Unidade 2
Salário médio de Engenheiros	2 500,00 €	Por mês	19,34 €	Por hora
Salário médio de Engenheiros Técnicos	1 496,00 €	Por mês	11,57 €	Por hora
Salário médio de Investigadores	2 128,00 €	Por mês	16,46 €	Por hora
Salário médio de Diretores Gerais	3 146,00 €	Por mês	24,33 €	Por hora
Salário médio de Administrativos	1 240,00 €	Por mês	9,59 €	Por hora
Salário médio de Contabilistas	1 250,00 €	Por mês	9,67 €	Por hora
Impostos sobre os salários	23,8%			
Custo com atividades/operações	Valor	Unidade	Custo	Custo Mensal
Requerente preenche o formulário	48,4889	Horas em 3 meses	765,56 €	
Análise da Técnica Administrativa	4,8511	Horas em 3 meses	46,53 €	
Elaboração do parecer do Responsável de Laboratório	8,8494	Horas em 3 meses	171,11 €	
Análise da Responsável dos SAF e elaboração do parecer	11,5124	Horas em 3 meses	111,30 €	
Análise do Diretor Geral e elaboração do parecer	10,9325	Horas em 3 meses	266,01 €	
Técnica Administrativa prepara pagamentos e reembolsos	0,6686	Horas em 3 meses	6,41 €	
Técnica Administrativa arquiva o formulário	3,0591	Horas em 3 meses	29,34 €	
			1 396,27 €	465,42 €

Figura 41 - Custo médio mensal dos procedimentos administrativos TO-BE

Como pode ser observado na Figura 41, é esperado que com a digitalização de todos os procedimentos administrativos, o custo médio mensal diminua para 465,42€.

6. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo são avaliados os resultados que poderão ser obtidos com a digitalização e é analisado de que forma podem reduzir os desperdícios considerados no *Lean Office*.

6.1 Oportunidades com a digitalização do procedimento de compras

A utilização de uma plataforma digital para a realização do procedimento de compras permite melhorar o processo em vários aspetos. No capítulo 4 foi feita uma análise dos tempos e custos do procedimento AS-IS e no capítulo 5 foi descrito de que forma a digitalização foi feita e apresentados os resultados que se esperam alcançar.

Tabela 20 – Resultados dos tempos do procedimento de compras AS-IS vs TO-BE

Tempo Gasto	Processo AS-IS	Processo TO-BE	Variação
Atividades de Operação	66 min	68 min	+2 min
Atividades de Transporte	26 min	-	-26 min
Atividades de Controlo	29 min	19 min	-10 min
Atividades de Armazenamento	4 min	1 min	-3 min
Total	125 min	88 min	-37 min

A Tabela 20 mostra os resultados obtidos dos tempos para cada tipo de atividade e para a realização de todo o procedimento, permitindo identificar as principais diferenças entre os procedimentos AS-IS e TO-BE. Para cada procedimento de compras realizado será possível reduzir o tempo total em 37 minutos, que corresponde a uma redução de 30%. Essa redução deve-se essencialmente à eliminação total das atividades de transporte, que representavam 20,80% do tempo total gasto, uma vez que deixa de ser necessário o envio de mensagens e *e-mails* com informações.

O aumento do tempo gasto com atividades de operação, isto é, aquelas que acrescentam valor, é explicado essencialmente pelas mudanças na atividade de preparação de pagamentos. Por exemplo, para o procedimento AS-IS a atividade de preparação de pagamentos envolve sempre a troca de documentos e informações através do e-mail entre a Técnica Administrativa e a Responsável dos SAF e, por isso, é uma atividade que não acrescenta valor ao processo. Com o procedimento TO-BE, toda a informação que a Técnica Administrativa precisa para saber quando e como realizar o pagamento estará no formulário criado no *Camunda*, evitando a necessidade de recorrer à Responsável dos SAF para fazer o pagamento, o que resulta numa atividade que acrescenta valor ao processo. Ou seja, este aumento

com atividades de operação não é algo negativo, contribuindo para melhorar a qualidade e a consistência do processo como um todo.

Como era esperado, com a digitalização o processo apresenta melhorias significativas, com reduções no tempo gasto nas atividades que não acrescentam valor. Enquanto que no procedimento AS-IS eram gastos 59 minutos, com o procedimento TO-BE passam a ser gastos apenas 20 minutos, verificando-se uma redução de 66% no tempo gasto com atividades que não acrescentam valor, resultado da sua eliminação ou automação, parcial ou total.

Apesar do pequeno aumento no tempo das atividades que acrescentam valor, o novo modelo resulta numa redução do tempo total gasto no procedimento de compras em 30%, permitindo que os recursos humanos e tecnológicos sejam utilizados de forma mais eficiente.

Após a determinação e análise dos tempos do procedimento, foi calculado o custo médio por ordem de compras realizada para o procedimento atual (AS-IS), e feita uma estimativa do custo para o procedimento futuro digitalizado (TO-BE).

Tabela 21 - Resultados do custo do procedimento de compras AS-IS vs TO-BE

	Processo AS-IS	Processo TO-BE	Variação
Custo	33,24€	22,32€	-10,92€

Como pode ser observado na Tabela 21, atualmente o custo médio para a realização de uma ordem de compras é de 33,24€. Com a digitalização do procedimento, espera-se que esse valor diminua para 22,32€, refletindo a redução no número de atividades e no tempo necessário para que sejam completadas. Isto representa uma redução de 10,92€ por ordem de compras, o que equivale a uma diminuição de 32,85% no custo médio. Trata-se de uma redução significativa, que terá ainda mais impacto à medida que o volume de ordens de compra aumentar.

6.2 Oportunidades com a digitalização dos restantes procedimentos

Com o objetivo de calcular a eficiência dos procedimentos administrativos em curso, no capítulo 4 foi também realizada uma análise dos tempos dos procedimentos AS-IS e no capítulo 5 dos procedimentos TO-BE. Como mencionado anteriormente, estas análises foram possíveis devido à utilização do *software* Simio, que permitiu simular a ocorrência dos procedimentos durante 3 meses e, dessa forma, obter resultados para o tempo gasto.

Tabela 22 - Resultados dos tempos dos procedimentos administrativos AS-IS vs TO-BE

Tempo Gasto	Processo AS-IS	Processo TO-BE	Variação
Atividades de Operação	16 horas 43 min	67 horas	+51 horas 43 min
Atividades de Transporte	19 horas 36 min	-	-19 horas 36 min
Atividades de Controlo	31 horas 3 min	18 horas 17 min	-12 horas 46 min
Atividades de Armazenamento	90 horas 37 min	3 horas 4 min	-87 horas 33 min
Total	158 horas	88 horas	-70 horas

A Tabela 22 mostra os resultados obtidos com as simulações realizadas para os procedimentos AS-IS e TO-BE. Como seria de esperar assemelham-se aos resultados da análise individual do procedimento de compras, isto é, aumenta o tempo gasto com as atividades que acrescentam valor e diminui com as atividades que não acrescentam valor.

O aumento do tempo com as atividades que acrescentam valor deve-se sobretudo à eliminação da atividade inicial de *tracking* que, com o modelo AS-IS, é necessário fazer em alguns dos procedimentos administrativos, sendo considerada armazenamento. Nessa atividade é colocada informação que depois se repete no preenchimento do formulário, levando a que esta tarefa não acrescente valor ao processo. Com a digitalização, o *tracking* deixa de ser necessário, existindo apenas o preenchimento do formulário, que passa a ser uma atividade que acrescenta valor ao processo. Esta eliminação da atividade de *tracking*, e consequente alteração no tipo de atividade associada ao preenchimento do formulário, reflete-se bastante na redução do tempo com as atividades de armazenamento, que atinge os 97%.

No total, para os 3 meses de simulação, as 158 horas gastas na realização de procedimentos administrativos com o modelo praticado atualmente na organização passam para apenas 88 horas com a digitalização de todos os procedimentos. Trata-se de uma redução de 70 horas, que podem ser utilizadas pelos colaboradores para fazer outras atividades que irão certamente beneficiar mais a organização.

Através destes resultados foi calculada a eficiência dos procedimentos administrativos, que era o principal objetivo com a realização das simulações. Os resultados da eficiência foram mostrados aos colaboradores numa reunião. Para além de ser uma forma de mostrar o trabalho que estava a ser desenvolvido, foi feito também para que aqueles que por vezes se encontram recetivos em alterar a forma a que estão habituados a realizar determinadas tarefas, percebessem o resultado positivo que a digitalização consegue trazer para a organização. Desta forma, como foi apresentado anteriormente, a eficiência dos procedimentos para o modelo AS-IS é de 70,57%. Com a sua digitalização, poderá ser alcançada uma eficiência de 95,55%. Isto significa que, em 3 meses, que correspondem a 480 horas de

trabalho, as 141 horas atualmente desperdiçadas com atividades que não acrescentam valor podem passar a apenas 21 horas, libertando os colaboradores para a realização de outras atividades. Este aumento deve-se à redução significativa do número de etapas e à automação parcial ou total de outras, levando a uma execução mais rápida e eficiente dos procedimentos.

Esta análise permitiu mostrar aos colaboradores o impacto que a introdução de tecnologias digitais terá na otimização dos procedimentos e o quanto irá afetar de forma positiva o seu trabalho, e consequentemente, a organização. Sendo o objetivo de um CTI desenvolver uma excelência operacional nos seus processos, a sua digitalização é uma parte essencial para que seja possível de ser alcançada.

Adicionalmente, foi também calculado o custo médio mensal para a realização de todos os procedimentos administrativos seguindo o modelo atual (AS-IS), e feita uma estimativa desse custo para os procedimentos digitalizados (TO-BE).

Tabela 23 - Resultados do custo mensal dos procedimentos administrativos AS-IS vs TO-BE

	Processo AS-IS	Processo TO-BE	Variação
Custo Mensal	796,74€	465,42€	-331,32€

Como pode ser observado na Tabela 23, em média, o custo mensal com a realização dos procedimentos administrativos é de 796,74€. Após a digitalização de todos os procedimentos, estima-se que esse custo mensal diminua para 465,42€. Isto representa uma redução de 331,32€ por mês, o que equivale a uma diminuição de 41,58% no custo médio. Esta comparação de custos foi feita com o objetivo de calcular o *payback*, isto é, o número de meses necessários para recuperar o investimento que a organização terá de fazer para que os procedimentos possam ser todos digitalizados. Os valores necessários para o cálculo do *payback* e o respetivo resultado são apresentados na Tabela 24:

Tabela 24 - Cálculo do *payback*

	Valor	Unidade
Custo	796,74€	Por mês
Investimento proposto	1 348,63€	Total
Redução no custo com a digitalização	331,32€	Por mês
<i>Payback</i>	5	Meses

O investimento proposto para a implementação dos processos digitalizados trata-se apenas da necessidade de aquisição de um servidor, no valor de 1348,63€. A partir deste valor e do valor da poupança por mês, foi determinado o *payback*. O resultado foi de 5 meses, ou seja, com todos os

procedimentos administrativos digitalizados irá demorar 5 meses ao CiTin para recuperar o investimento feito.

A implementação dos procedimentos administrativos digitalizados irá proporcionar uma economia mensal significativa, permitindo que o investimento seja recuperado rapidamente. Estima-se que, ao fim de 1 ano, a poupança acumulada seja de 3 975,84€. Num horizonte de 5 anos, essa poupança poderá alcançar 19 879,20€, o que evidencia o elevado retorno esperado.

6.3 Redução de desperdícios *Lean Office*

De seguida foi feita uma análise do impacto que a digitalização dos procedimentos tem na redução dos desperdícios considerados no *Lean Office*:

Sobreprocessamento: Permite eliminar tarefas repetitivas, como a realização do *tracking* de atividades, quando depois é necessário preencher o formulário com toda a informação. Isso elimina a necessidade de duplicação de informações e reduz o tempo gasto na verificação manual de erros, minimizando o excesso de processamento.

Transporte: Facilita a troca de informações de forma instantânea e segura através de uma plataforma digital, eliminando a necessidade de envio de *e-mails* ou mensagens e, consequentemente, o transporte desnecessário de informações.

Inventário: Os documentos passam a ser armazenados eletronicamente, eliminando a necessidade de manter arquivos físicos em pastas. Isto não só economiza espaço físico, como também facilita o acesso às informações e reduz o tempo gasto na organização dos arquivos.

Defeitos: A plataforma digital utilizada possui os campos para garantir que todas as informações necessárias são inseridas, de forma que sejam minimizados os erros de preenchimento.

7. CONCLUSÕES

Neste último capítulo são apresentados dois projetos adicionais para os quais tive a oportunidade de contribuir. O primeiro prendeu-se com a participação num artigo desenvolvido em conjunto com colaboradores do CiTin, e o segundo com a apresentação do trabalho de simulação de processos desenvolvido no Simio no evento Encontro Ciência 2024.

De seguida, são apresentadas as considerações finais do projeto, abordando os resultados obtidos e identificando as principais dificuldades sentidas. Por fim, são sugeridos os trabalhos futuros em que a organização se deverá focar para dar continuidade ao trabalho desenvolvido.

7.1 Outros Projetos

7.1.1 Artigo: *Impact of Adopting Industry 4.0 Practices and Technologies on Time and Motion Study: A Pilot Study Revealing Efficiency Gains in Automotive Assembly*

Além do trabalho desenvolvido para a digitalização dos procedimentos administrativos, tive a oportunidade de participar na escrita de um artigo sobre o desenvolvimento de uma ferramenta digital *Lean* para o estudo de tempos e movimentos.

A ferramenta desenvolvida e que é apresentada no artigo foi concebida para resolver um problema específico, que é o de proporcionar agilidade no trabalho de recolha e análise de dados. Deste modo, trata-se de uma ferramenta digital de estudo de tempos e movimentos, migrando de uma abordagem descritiva tradicional para uma abordagem baseada na análise de dados, em linha com os objetivos da Indústria 4.0 e os princípios do *Lean* 4.0.

Através da instalação de três câmaras num posto de trabalho de uma empresa de fabrico de componentes automóveis, foram filmados três dias de trabalho. Com as filmagens obtidas, o objetivo era captar os tempos de operações e de ocorrências específicas, como a deslocação do carrinho, a preparação da máquina, receber orientações, reabastecer e estar em espera.

Através de um leitor que executa os vídeos de forma acelerada, chegando a 6 vezes a velocidade original do vídeo, a ferramenta digital de estudo de tempos e movimentos trata-se de uma aplicação de *software* que facilita a análise de vídeo ao fornecer um conjunto de funcionalidades. No final da análise, a aplicação exporta automaticamente todos os dados registados para um ficheiro CSV, que facilita o acesso e a análise dos dados em programas externos.

Esta ferramenta oferece meios para uma recolha intensiva de dados, ao contrário dos métodos convencionais baseados em amostragem. Assim, permite uma análise de dados que leva em conta a possibilidade de fatores e variáveis imprevisíveis à partida, mas que podem interferir no comportamento do fluxo de dados e, portanto, na eficiência das operações.

O meu contributo dividiu-se em duas fases. Inicialmente foi realizada uma pesquisa sobre as ferramentas *Time Study* e *Work Sampling* e incluída no artigo uma explicação teórica das mesmas. Mais tarde tive também a oportunidade de trabalhar com a ferramenta desenvolvida, analisando três vídeos, com o objetivo de ser feita uma comparação com a análise que realizada por outro colaborador, de modo a identificar possíveis fragilidades da ferramenta que pudessem levar a interferências, o que distorceria os dados recolhidos. Os resultados obtidos foram positivos e encontram-se no artigo.

7.1.2 Encontro Ciência 2024

O CiTin esteve presente no evento Encontro Ciência 2024, no qual apresentou um trabalho na área da transformação digital e orquestração de processos como oportunidade na Gestão Hospitalar. O estudo consistiu na modelação, análise, aprimoramento e digitalização dos processos. A minha contribuição para este estudo prendeu-se com a utilização da simulação realizada no Simio para análise da eficiência dos processos, antes e após a sua digitalização, permitindo mostrar os ganhos possíveis de alcançar.

7.2 Considerações Finais

Este projeto, desenvolvido no Centro de Interface Tecnológico Industrial, teve como principal objetivo definir e melhorar os procedimentos administrativos, através da sua digitalização. Para tal, foi necessário utilizar as ferramentas *Lean* mais adequadas e analisar de que forma a aplicação de tecnologias da Indústria 4.0 potencia as práticas *Lean*.

Uma vez que foi informado desde o início que não seria possível a digitalização de todos os procedimentos, a primeira fase consistiu na realização de uma matriz GUT. Esta ferramenta permite priorizar os procedimentos com base em três critérios: Gravidade, Urgência e Tendência. O procedimento com maior pontuação foi o de compras e, por isso, foi o escolhido para ser digitalizado.

Após a escolha do procedimento administrativo, procedeu-se à modelação do procedimento em BPMN e a realização de uma análise aprofundada. O primeiro passo consistiu em analisar o regulamento interno relativo ao procedimento de compras e realizar reuniões com os principais envolvidos no processo. Com a informação obtida, e devido à complexidade do processo, foram elaborados três SIPOCs, uma ferramenta visual que mapeia os elementos-chave de um processo: Fornecedores (*Suppliers*), Entradas

(*Inputs*), Processo (*Process*), Saídas (*Outputs*) e Clientes (*Customers*). Em seguida, passou-se à sua modelação em BPMN, tendo sido feita com o máximo detalhe possível, para que fossem identificadas todas as etapas que deviam ser eliminadas e aquelas que podiam ser automatizadas parcialmente ou totalmente. Com o modelo em BPMN feito e as etapas identificadas, passou-se para a análise dos tempos. Foram disponibilizadas pelos colaboradores as informações disponíveis das datas nas quais ocorreram as principais etapas de procedimentos anteriores, que ajudaram a perceber as fases do procedimento que causam mais atrasos. Além disso, através da análise realizada com essa informação concluiu-se que um procedimento de compras demora, em média, 27 dias para ser realizado. Para os casos de maior valor, em que o procedimento de compras é diferente, fez-se apenas esta análise, uma vez que só existiram 4, um número bastante reduzido. Como era de esperar o valor foi bastante mais elevado, demorando, em média, 69 dias para ser realizado. Para que o estudo fosse o mais completo possível, foi também elaborado o Gráfico de Fluxo de Processo, através do qual foi concluído que apenas 52,80% do tempo gasto com o procedimento, excluindo os tempos de espera, é dedicado a tarefas que acrescentam valor, sendo que 47,20% é tempo desperdiçado. Traduzindo o tempo gasto para custos, que são apenas com salários, em média são gastos 33,24€ por cada ordem de compras.

Em paralelo com o estudo do procedimento de compras, foi também feita uma análise comum a todos os procedimentos administrativos, com o objetivo de calcular a sua eficiência e posteriormente comparar com o valor possível de alcançar se todos forem digitalizados. Para tal, foi importante reunir com os colaboradores envolvidos, de forma a perceber como cada um dos procedimentos é realizado. De seguida, foi elaborado o modelo em BPMN comum a todos os procedimentos, e da mesma forma que foi feito para o procedimento de compras, foram identificadas todas as etapas que deviam ser eliminadas e aquelas que podiam ser automatizadas parcialmente ou totalmente. A partir disso, foi desenvolvido o Gráfico de Fluxo de Processo com os valores resultantes da simulação feita no Simio para 3 meses. Posteriormente foi calculada a eficiência, tendo sido obtido um resultado de 70,57%.

Para além das conclusões obtidas através da análise quantitativa, foram também identificados problemas como a dependência excessiva de tarefas manuais, falta de normalização dos processos, falhas na partilha de informação e fraca comunicação entre colaboradores.

Tendo em consideração os problemas identificados, a fase seguinte consistiu na digitalização do procedimento de compras, através da integração do *Camunda*, ferramenta de orquestração de processos, com o *OpenProject*, *software* utilizado pelo CiTin para a gestão de projetos. Toda a parte informática de programação relativa à digitalização no *Camunda* foi feita por um profissional. O meu trabalho consistiu no desenvolvimento, no próprio *Camunda*, do modelo TO-BE em BPMN, no qual as

atividades foram automatizadas na totalidade, quando possível, e simplificadas ao máximo, para que os desperdícios e ineficiências identificados fossem eliminados do processo. Procedeu-se à elaboração do Gráfico de Fluxo de Processo, tendo sido feita uma estimativa do tempo que será gasto em cada atividade. Os resultados mostraram uma redução de 66% do tempo gasto com atividades que não acrescentam valor. No total, serão gastos 88 minutos para a realização do procedimento, o que representa uma diminuição de 37 minutos, que corresponde a uma redução de 30% no tempo total gasto. Isto refletiu-se no valor médio gasto por ordem de compras, que sofreu uma redução de 10,92€.

De seguida, tendo como base o modelo TO-BE desenvolvido para o procedimento de compras, foi elaborado o modelo TO-BE comum para os procedimentos administrativos, apenas para ilustração e para ajudar a definir as atividades, uma vez que serão desenvolvidos os modelos individuais à medida que cada procedimento for digitalizado. Como tinha sido feito para o modelo AS-IS, procedeu-se à simulação através do Simio e construiu-se o Gráfico de Fluxo de Processo com os valores obtidos. A partir dos valores obtidos foi calculado o novo valor da eficiência, tendo resultado em 95,55%. Esta análise permitiu mostrar o impacto que a digitalização de todos os procedimentos administrativos pode trazer no objetivo o CiTin enquanto CTI de desenvolver uma excelência operacional nos seus processos. Adicionalmente, foi calculado o *payback* para o investimento que será necessário fazer pelo CiTin. Tendo em consideração que para a implementação dos processos digitalizados é necessário um investimento de 1348,63€ e que serão poupados 331,32€ por mês, foi obtido um resultado de 5 meses para que seja recuperado o investimento realizado.

A realização deste projeto revelou-se muito enriquecedora, uma vez que tive a oportunidade de trabalhar num dos 31 CTIs que existem atualmente em Portugal, perceber como funcionam e de que forma contribuem para o desenvolvimento de inovação tecnológica e de novos modelos de produção. Aprendi bastante sobre a digitalização e modelação de processos, que cada vez mais tem adquirido interesse por parte das empresas, tendo sentido sempre que fazia parte de uma equipa e que todos os colaboradores contribuíram da melhor forma para o projeto e perceberam a sua importância. Para além disso, foi um privilégio ter participado na escrita de um artigo relativo ao desenvolvimento de uma ferramenta digital *Lean*, e ter visto o trabalho de simulação no Simio para análise de eficiência de processos que desenvolvi apresentado no evento Encontro Ciência 2024.

Existiram também algumas limitações para a realização do projeto. A primeira prendeu-se com o facto de não ter sido possível acompanhar a realização dos procedimentos de compras em tempo real e utilizar o *Work Sampling* para registar as datas e tempos de realização de todas as atividades. Em vez disso, foi

necessário recorrer a *process mining* para obter o máximo de informação possível de procedimentos anteriores, o que alterou a forma como a análise foi feita.

Devido ao pouco tempo disponível para a realização do projeto, não foi possível acompanhar a realização dos procedimentos de compras depois da sua digitalização. Contudo, foi-me dito desde o início e é normal, uma vez que são necessários alguns meses de testes até estar completamente operacional. Ainda assim, o trabalho efetuado na digitalização foi bastante completo e espera-se que não sejam necessárias grandes alterações.

7.3 Trabalhos Futuros

Já foi referido que o objetivo da organização é digitalizar os restantes procedimentos administrativos, de modo a conseguir alcançar o valor de eficiência determinado anteriormente. Deste modo, assim que a fase de testes com o procedimento de compras esteja concluída, devem começar a ser desenvolvidos os modelos TO-BE para os restantes procedimentos, podendo ser seguida a ordem determinada previamente na matriz GUT. Com base no trabalho feito para o procedimento de compras, será importante continuar a explorar as ferramentas disponíveis no *OpenProject*, fazendo a sua integração com o *Camunda*. Para tal, já foram desenvolvidos os *workflows* que cada um dos procedimentos digitalizados deverá seguir.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agência Nacional de Inovação. (2023). *CTI - Centros de Tecnologia e Inovação*. <https://www.ani.pt/pt/valorizacao-do-conhecimento/interface/cti-centros-de-tecnologia-e-inova%C3%A7%C3%A3o/>
- Agência Nacional de Inovação. (2024). *Centros de Interface (CIT)*. <https://www.ani.pt/pt/valorizacao-do-conhecimento/interface/centros-de-interface-cit/>
- Aguado, S., Alvarez, R., & Domingo, R. (2013). Model of efficient and sustainable improvements in a lean production system through processes of environmental innovation. *Journal of Cleaner Production*, 47, 141–148. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.11.048>
- Akman, E., & Karaman, A. (2021). PILLARS IN THE MAKING, INDUSTRY 4.0 ON THE HORIZON. *International Journal of the Analytic Hierarchy Process*, 13(2), 240–277. <https://doi.org/10.13033/ijahp.v13i2.839>
- Alefari, M., Salonitis, K., & Xu, Y. (2017). The Role of Leadership in Implementing Lean Manufacturing. *Procedia CIRP*, 63, 756–761. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.03.169>
- American Society of Mechanical Engineers. (1947). *ASME Standard: Operation and Flow Process Charts*.
- Benedict, T., Kirchmer, M., Scarsig, M., Frantz, P., Saxena, R., Morris, D., & Hilty, J. (2019). *BPM CBOK Version 4.0: Guide to the Business Process Management Common Body Of Knowledge - Softcover*.
- Benjamin, S. J., Marathamuthu, M. S., & Murugaiah, U. (2015). The use of 5-WHYs technique to eliminate OEE's speed loss in a manufacturing firm. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 21(4), 419–435. <https://doi.org/10.1108/JQME-09-2013-0062>
- Brocke, J. vom, & Rosemann, M. (2010). *Handbook on Business Process Management 2: Strategic Alignment, Governance, People and Culture*. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-01982-1>
- Brown, C. (2018). Why and how to employ the SIPOC model. In *Journal of Business Continuity & Emergency Planning* (Vol. 12, Issue 3).
- Camunda. (2024a). *DMN Tutorial*. <https://camunda.com/dmn/>
- Camunda. (2024b). *The Process Orchestration Handbook*. <https://camunda.com/process-orchestration/>
- Coghlan, D. (2011). Action Research: Exploring Perspectives on a Philosophy of Practical Knowing. *The Academy of Management Annals*, 5(1), 53–87. <https://doi.org/10.1080/19416520.2011.571520>

- Danielsson, C. B. (2013). An explorative review of the Lean office concept. *Journal of Corporate Real Estate*, 15(3–4), 167–180. <https://doi.org/10.1108/JCRE-02-2013-0007>
- Deloitte. (2015). *Industry 4.0. Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies*.
- Deloitte. (2018). *The Fourth Industrial Revolution is here - are you ready?*
- Diário da República. (2024). *Centro de tecnologia e inovação*. <https://diariodarepublica.pt/dr/lexionario/termo/centro-tecnologia-inovacao>
- Directorate-General for Research and Innovation - European Commission, Renda, A., Schwaag Serger, S., Tataj, D., Morlet, A., Isaksoon, D., Martins, F., Mir Roca, M., Hidalgo, C., Huang, A., Dixon-Declève, S., Balland, P.-A., Bria, F., Charveriat, C., Dunlop, K., & Giovannini, E. (2021). *Industry 5.0, a transformative vision for Europe: Governing systemic transformations towards a sustainable industry*. <https://doi.org/10.2777/17322>
- Eaidgah Torghabehi, Y., Maki, A. A., Kurczewski, K., & Abdekhodaei, A. (2016). Visual management, performance management and continuous improvement: A lean manufacturing approach. *International Journal of Lean Six Sigma*, 7(2), 187–210. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-09-2014-0028>
- Freitas, A., & Pereira, J. (2015). *Process Simulation Support in BPM Tools: The Case of BPMN*. www.2100projects.org
- Freitas, R. de C., Freitas, M. do C. D., Gomes de Menezes, G., & Odorczyk, R. S. (2018). Lean Office contributions for organizational learning. *Journal of Organizational Change Management*, 31(5), 1027–1039. <https://doi.org/10.1108/JOCM-06-2017-0221>
- Henao, R., Sarache, W., & Gomez, I. (2016). *Lean Manufacturing and Sustainable Performance: trends and future challenges*. www.wokinfor.com
- Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2016). Design principles for industrie 4.0 scenarios. *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences, 2016-March*, 3928–3937. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2016.488>
- Hirvonen, J. (2018). *Design and implementation of Andon system for Lean manufacturing*. www.aalto.fi
- Horngren, C. T., Datar, S. M., & Rajan, M. V. (2012). *Cost Accounting: A Managerial Emphasis*. Pearson/Prentice Hall.
- IBM. (2024). *What is process mining?* <https://www.ibm.com/topics/process-mining>
- Imai, M. (1986). *Kaizen: The Key To Japan's Competitive Success*. McGraw-Hill Education.

- Inoki, M., & Fukazawa, Y. (2007). *Software Product Line Evolution Method Based on Kaizen Approach*.
<https://doi.org/10.1145/1244002.1244266>
- Jacka, J. M., & Keller, P. J. (2009). *Business Process Mapping: Improving Customer Satisfaction* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- Jesus, C., & Lima, R. M. (2020). Literature search of key factors for the development of generic and specific maturity models for industry 4.0. In *Applied Sciences (Switzerland)* (Vol. 10, Issue 17). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/app10175825>
- Jesus, C., Lima, R. M., Barretiri, L., & Lopes, S. I. (2022). A Maturity Model Proposal with Readiness Level Assessment for Organizational Processes Improvement. *Iberian Conference on Information Systems and Technologies, CISTI, 2022-June*.
<https://doi.org/10.23919/CISTI54924.2022.9820072>
- Jesus, C., & Lopes, S. (2023). Capacitando as PME para uma transformação digital mais humanizada, sustentável e resiliente - Um roteiro para a Indústria 5.0. In *Indústria 5.0: Pessoas, Tecnologia e Sustentabilidade* (pp. 207–254). Actual.
- Jiménez, E., Tejada, A. S., Pérez, M., Blanco, J., Martínez, E., & Applicability, E. M. (2011). Applicability of lean production with VSM to the Rioja wine sector. *International Journal of Production Research*.
<https://doi.org/10.1080/00207543.2011.561370i>
- Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (2013). *Securing the future of German manufacturing industry: Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. Final report of the Industrie 4.0 Working Group*.
- Kiran, D. R. (2020). *Work Organization and Methods Engineering for Productivity*.
- Kuriger, G. W., Wan, H., Mirehei, S. M., Tamma, S., & Chen, F. F. (2010). A Web-Based Lean Simulation Game for Office Operations: Training the Other Side of a Lean Enterprise. *Simulation & Gaming, 41*(4), 487–510. <https://doi.org/10.1177/1046878109334945>
- Laaper, S., & Kiefer, B. (2020). *Digital lean manufacturing Industry 4.0 technologies transform lean processes to advance the enterprise. A report from the Deloitte Center for Integrated Research*.
www.deloitte.com/us/cir.
- Lage Junior, M., & Godinho Filho, M. (2010). Variations of the kanban system: Literature review and classification. In *International Journal of Production Economics* (Vol. 125, Issue 1, pp. 13–21).
<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.01.009>
- Lareau, W. (2003). *Transforming Office Operations Into A Strategic Competitive Advantage*.
<http://qualitypress.asq.org>

- Leng, J., Sha, W., Wang, B., Zheng, P., Zhuang, C., Liu, Q., Wuest, T., Mourtzis, D., & Wang, L. (2022). Industry 5.0: Prospect and retrospect. *Journal of Manufacturing Systems*, 65, 279–295. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2022.09.017>
- Linck, J., & Cochran, D. S. (1999). The importance of takt time in manufacturing system design. *SAE Technical Papers*. <https://doi.org/10.4271/1999-01-1635>
- Magar, V. M., & Shinde, V. B. (2014). Application of 7 Quality Control (7 QC) Tools for Continuous Improvement of Manufacturing Processes. *International Journal of Engineering Research and General Science*, 2(4). www.ijergs.org
- Maldonado, M. U., Leusin, M. E., Bernardes, T. C. de A., & Vaz, C. R. (2020). Similarities and differences between business process management and lean management. In *Business Process Management Journal* (Vol. 26, Issue 7, pp. 1807–1831). Emerald Group Holdings Ltd. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-09-2019-0368>
- Mcmanus, H. L. (2005). *Product Development Value Stream Mapping (PDVSM) Manual*.
- Melara, J., Lima, R., & Souza, T. (2017). *Lean Office: a Systematic Literature Review*. <https://www.researchgate.net/publication/348754912>
- Mello, J. A. V. B., Pito, B. G. J., & Mello, A. J. R. (2022). SWOT analysis and GUT matrix for business management and problem solving: an application in a Brazilian case-study. *Cuadernos de Gestion*, 22(1), 81–93. <https://doi.org/10.5295/CDG.211472JV>
- Netjes, M., Reijers, H., & Aalst, W. (2006). Supporting the BPM life-cycle with FileNet. In *Studies in Surface Science and Catalysis - STUD SURF SCI CATAL*.
- NIST. (2019, November 15). *Lean, ISO, and Six Sigma*.
- Object Management Group. (2024). *Precise Specification Of Business Decisions And Business Rules*. <https://www.omg.org/dmn/>
- OMG. (2011). *Business Process Model and Notation (BPMN)*. <http://www.omg.org/spec/BPMN/20100501>
- Pagliosa, M., Tortorella, G., & Ferreira, J. C. E. (2021). Industry 4.0 and Lean Manufacturing: A systematic literature review and future research directions. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 32(3), 543–569. <https://doi.org/10.1108/JMTM-12-2018-0446>
- Pakdil, F., & Leonard, K. (2014). Criteria for a lean organisation: Development of a lean assessment tool. *International Journal of Production Research*, 52. <https://doi.org/10.1080/00207543.2013.879614>
- Pegden, C. D. (2009). *An Introduction to Simio ® for Beginners*. www.simio.biz

- Pegden, C. D., & Sturrock, D. T. (2013). *Rapid Modeling Solutions: Introduction to Simulation and Simio*. *Rapid Modeling Solutions: Introduction to Simulation and Simio-Color Interior*. www.simio.com/products.
- Pereira De Carvalho, C., & Ferreira De Castro, C. (2020). Application of a tool based on the GUT matrix for the improvement of quality Indicators in the automotive industry. *World Journal of Advanced Engineering Technology and Sciences*, 2020(01), 37–043. <https://doi.org/10.30574/wjaets>
- Pietrzak, M., & Paliszkievicz, J. (2015). *Framework of Strategic Learning: The PDCA Cycle*.
- PWC. (2016). *Industry 4.0: Building the digital enterprise*. www.pwc.com/industry40
- Rehman, S. U., & Ejaz, S. (2020). AN IMPLEMENTATION OF 9 PILLARS OF INDUSTRY 4.0 IN CONVENTIONAL FOOTWEAR INDUSTRY MODEL. In *International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology* (Vol. 4). <http://www.ijeast.com>
- Rewers, P., Trojanowska, J., & Chabowski, P. (2016). *Tools and methods of Lean Manufacturing - A literature review*. <https://www.researchgate.net/publication/308171328>
- Rodrigues, E. (2021, April 28). *CiTIn - A Nova Aposta da Região do Alto Minho*. <https://multisector.pt/2021/04/28/citin-a-nova-aposta-da-regiao-do-alto-minho/>
- Romero, D., Gaiardelli, P., Powell, D., Wuest, T., & Thürer, M. (2018). Digital Lean Cyber-Physical Production Systems: The Emergence of Digital Lean Manufacturing and the Significance of Digital Waste. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, 535, 11–20. https://doi.org/10.1007/978-3-319-99704-9_2
- Salonitis, K., & Tsinopoulos, C. (2016). Drivers and Barriers of Lean Implementation in the Greek Manufacturing Sector. *Procedia CIRP*, 57, 189–194. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.11.033>
- Santos, V., Amaral, L., & Mamede, H. (2013). *Using the Action-Research Method in Information Systems Planning creativity research*. <https://www.researchgate.net/publication/261464482>
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2009). *Research Methods for Business Students*. Pearson Education.
- Schuh, G., Anderl, R., Dumitrescu, R., Krüger, A., & Hompel, M. (2020). *Industrie 4.0 Maturity Index. Managing the Digital Transformation of Companies (Acatech Study)*.
- Şenkayas, H., & Gürsoy, Ö. (2018). *Industry 4.0 Applications And Digitalization Of Lean Production Lines*.
- Shahriar, M. M., Parvez, M. S., Islam, M. A., & Talapatra, S. (2022). Implementation of 5S in a plastic bag manufacturing industry: A case study. *Cleaner Engineering and Technology*, 8. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2022.100488>

- Simio LLC. (2024). *Simio Simulation Software*. <https://www.simio.com/software/simulation-software.php>
- Simon, K. (2023, September 26). *SIPOC Diagram*. ISixSigma. <https://www.isixsigma.com/sipoc-copis/sipoc-diagram/>
- Singh, M., Goyat, R., & Panwar, R. (2023). Fundamental pillars for industry 4.0 development: implementation framework and challenges in manufacturing environment. *TQM Journal*. <https://doi.org/10.1108/TQM-07-2022-0231>
- Sobek, D. K., & Jimmerson, C. (2004). *A3 Reports: Tool for Process Improvement*.
- Tapping, D., & Shuker, T. (2003). *Value Stream Management for the Lean Office: Eight Steps to Planning, Mapping, & Sustaining Lean Improvements in Administrative Areas*. Productivity Press.
- United States Environmental Protection Agency. (2007). *Guidance for Preparing Standard Operating Procedures (SOPs)*. www.epa.gov/quality
- Wang, J. (2011). *Lean Manufacturing: Business Bottom - Line Based*. CRC Press.
- White, S. (2004). *Introduction to BPMN*. www.bptrends.com
- White, S., & Miers, D. (2008). *BPMN Modeling and Reference Guide: Understanding and Using BPMN*. Future Strategies Inc.
- Womack, J., & Jones, D. (1996). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Free Press.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production - Toyota's Secret Weapon in the Global Car Wars That Is Now Revolutionizing World Industry*. Free Press.
- Xu, L. Da, Xu, E. L., & Li, L. (2018). Industry 4.0: State of the art and future trends. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2941–2962. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1444806>

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – EXEMPLO DE QUESTÃO UTILIZADA NO QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE PRONTIDÃO

Como são geridos os processos da sua organização?

1. A minha organização não tem um processo formal para gerir processos, de modo que esta é realizada com base na minha experiência e de outros profissionais.
2. A minha organização tem iniciativas isoladas para identificar e mapear os processos, que são aplicadas quando necessário.
3. A minha organização possui uma política interna para identificar e mapear os processos, baseada na *International Organization for Standardization* (ISO), BPM ou equivalente, que é documentada e seguida.
4. A identificação e mapeamento de processos ocorre de forma integrada a outros processos e departamentos.
5. A identificação, mapeamento e melhoria dos processos é normalizada por uma política institucional e a sua eficiência é avaliada permanentemente para indicação de ações que garantem a sua melhoria contínua.

APÊNDICE 2 – EXEMPLO DE QUESTÃO UTILIZADA NO QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE MATURIDADE

A organização possui competências internas relacionadas com a utilização de tecnologias da Indústria 4.0?

1. A organização utiliza algumas tecnologias da Indústria 4.0. No entanto, como não possui competências internas para utilizar os recursos de forma eficaz e sistematizada, estas são utilizadas isoladamente uma das outras.
2. A organização segue uma estratégia organizada para formar os seus profissionais com competências internas. Porém, persiste nos métodos tradicionais de gestão. Isso significa que, apesar de ter uma abordagem estruturada para o desenvolvimento de competências, o processo é difícil e lento, pois a organização não tem agilidade e flexibilidade para fazer ajustes rápidos.
3. A organização possui uma política institucional para identificar, avaliar e desenvolver competências dos colaboradores, de modo que estejam alinhadas com as metas e objetivos de inovação.
4. A organização utiliza tecnologias da Indústria 4.0 de forma integrada nas suas operações e processos. Os colaboradores são responsáveis por iniciar e implementar mudanças, o que promove a colaboração entre diferentes áreas. A adoção de técnicas ágeis de gestão acelera a obtenção de resultados.
5. A organização utiliza tecnologias da Indústria 4.0 de forma integrada nas suas operações. Utiliza dados históricos e em tempo real para simular diferentes cenários. A simulação é feita para identificar ameaças e oportunidades, usados para tomar decisões mais informadas.
6. A organização registra eventos e condições em tempo real de toda a organização. Esta informação é utilizada para tomar decisões informadas que visam maximizar os resultados no menor tempo possível. Além disso, implementa as ações necessárias de forma automatizada com base nessas decisões, de modo a garantir um sistema integrado de melhoria contínua.

APÊNDICE 3 – SIPOCs PARA O MODELO AS-IS DO PROCEDIMENTO DE COMPRAS

Suppliers	Inputs	Process	Outputs	Costumers
Requerente (qualquer colaborador)	Identificação de necessidade	1. Justificação da necessidade de aquisição do bem/serviço	Preenchimento da identificação de necessidade	Responsável do laboratório (RL)
RL	Aprovação da necessidade		Parecer do RL	Requerente
Requerente	Despesa < 5.000€	2. Consulta ao mercado	Solicitar orçamento, no mínimo, a 1 fornecedor	Requerente
Requerente	Orçamentos obtidos	3. Seleção do fornecedor	Seleção do fornecedor	Gestor de Contrato (GC - Emanuel)
GC	Documento PAD (Google Drive)	4. Pedido de autorização de despesa (PAD)	Solicitação de referência	SAF (Elsa)
SAF (Elsa)	Consulta da última referência		Envio	GC
GC	PAD		Preenchimento e envio	SAF (Cláudia)
	Orçamento obtido		Envio	
SAF (Cláudia)	PAD + orçamento	5. Validação, cabimentação e elegibilidade da despesa	Análise da conformidade da informação	SAF (Cláudia)
			Verificação da disponibilidade financeira para realização da despesa	
	PAD preenchido corretamente / há disponibilidade financeira		Validação do pedido	
	PAD		Envio para aprovação da despesa e decisão de adjudicação	Diretor Geral (DG - Sérgio)
DG	PAD + orçamento + informação de validação	6. Decisão de autorização da despesa e de adjudicação	Deliberação quanto à aprovação de despesa e decisão de adjudicação	DG
DG	Decisão		Comunicação da decisão	SAF (Cláudia) e GC
SAF (Cláudia)	Caso a compra não seja efetuada online		Comunicação da decisão de adjudicação	Fornecedor
Fornecedor	Dados de pagamento	7. Pagamento	Realização do pagamento	GC
Fornecedor	Bens e/ou serviços recebidos	8. Encerramento do processo	Verificação da encomenda	GC
GC	Verificação realizada		Email com a informação acerca da conformidade	SAF (Cláudia)
GC/SAF	Conformidade dos bens recebidos		Inventariar	Aplicação informática
GC	Dados do fornecedor e respetivo fornecimento		Avaliação do fornecedor	

Figura 42 - SIPOC do procedimento de compras AS-IS para despesas inferiores ou iguais a 5.000€

Suppliers	Inputs	Process	Outputs	Costumers
Requerente (qualquer colaborador)	Identificação de necessidade	1. Justificação da necessidade de aquisição do bem/serviço	Preenchimento da identificação de necessidade	Responsável do laboratório (RL)
RL	Aprovação da necessidade		Parecer do RL	Requerente
Requerente	Despesa entre 5.000€ e 10.000€	2. Consulta ao mercado	Solicitar orçamento, no mínimo, a 2 fornecedores	Fornecedor
	Se não houver possibilidade de realizar a consulta		Pedido de declaração de exclusividade	
Fornecedor	Declaração de exclusividade		Envio da declaração de exclusividade	Requerente/SAF
Requerente	Orçamentos obtidos	3. Seleção do fornecedor	Seleção do fornecedor	Gestor de Contrato (GC - Emanuel)
GC	Documento PAD (Google Drive)	4. Pedido de autorização de despesa (PAD)	Solicitação de referência	SAF (Elsa)
SAF (Elsa)	Consulta da última referência		Envio	GC
GC	PAD		Preenchimento e envio	SAF (Cláudia)
	Orçamentos obtidos		Envio	
SAF (Cláudia)	PAD + orçamento	5. Validação, cabimentação e elegibilidade da despesa	Análise da conformidade da informação	SAF (Cláudia)
			Verificação da disponibilidade financeira para realização da despesa	
	PAD preenchido corretamente / há disponibilidade financeira		Validação do pedido	
	PAD + orçamento + informação de validação		Envio para aprovação da despesa e decisão de adjudicação	Diretor Geral (DG - Sérgio)
DG	PAD + orçamento + informação de validação	6. Decisão de autorização da despesa e de adjudicação	Deliberação quanto à aprovação de despesa e decisão de adjudicação	DG
DG	Decisão		Comunicação da decisão	SAF (Cláudia) e GC
SAF (Cláudia)			Comunicação da decisão de adjudicação, por correio eletrónico	Fornecedor
Fornecedor	Dados de pagamento	7. Pagamento	Realização do pagamento	GC
Fornecedor	Bens e/ou serviços recebidos	8. Encerramento do processo	Verificação da encomenda	GC
GC	Verificação realizada		Email com a informação acerca da conformidade	SAF (Cláudia)
GC/SAF	Conformidade dos bens recebidos		Inventariar	Aplicação informática
GC	Dados do fornecedor e respetivo fornecimento		Avaliação do fornecedor	

Figura 43 - SIPOC do procedimento de compras AS-IS para despesas superiores a 5.000€ e inferiores ou iguais a 10.000€

Suppliers	Inputs	Process	Outputs	Costumers
Requerente (qualquer colaborador)	Identificação de necessidade	1. Justificação da necessidade de aquisição do bem/serviço	Preenchimento da identificação de necessidade	Responsável do laboratório (RL)
RL	Aprovação da necessidade		Parecer do RL	Requerente
Requerente	Despesa > 10.000€	2. Consulta ao mercado	Solicitar orçamento, no mínimo, a 3 fornecedores	Requerente
	Se não houver possibilidade de realizar a consulta		Pedido de declaração de exclusividade	Fornecedor
Fornecedor	Declaração de exclusividade		Envio da declaração de exclusividade	Requerente/SAF
Requerente	Orçamentos obtidos	3. Seleção do fornecedor	Seleção do fornecedor	Gestor de Contrato (GC - Emanuel)
GC	Documento PAD (Google Drive)	4. Pedido de autorização de despesa (PAD)	Solicitação de referência	SAF (Elsa)
SAF (Elsa)	Consulta da última referência		Envio	GC
GC	Declaração de inexistência de conflito de interesses (Anexo II do PAD1)		Preenchimento e envio	SAF (Cláudia)
	PAD		Envio	
SAF (Cláudia)	Orçamentos obtidos	5. Validação, cabimentação e elegibilidade da despesa	Análise da conformidade da informação	SAF (Cláudia)
	PAD + orçamento + declaração de inexistência de conflito de interesses		Verificação da disponibilidade financeira para realização da despesa	
	PAD preenchido corretamente / há disponibilidade financeira		Validação do pedido	
	Se a relação contratual não se extinguir, com prejuízo da manutenção de obrigações acessórias, com o fornecimento integral dos bens ou com a prestação dos serviços		Elaboração de Proposta de Minuta de Contrato	Diretor Geral (DG - Sérgio)
	Proposta de Minuta de Contrato		Envio formal, via informática (em inglês se a entidade fornecedora for estrangeira)	
DG	PAD + Proposta de Minuta de Contrato	6. Decisão de autorização da despesa	Deliberação quanto à decisão de autorização de despesa	DG
DG	Decisão do DG		Comunicação da decisão	SAF (Cláudia) e GC
DG	PAD + Proposta de Minuta de Contrato	7. Decisão de adjudicação	Análise em reunião	Conselho de Administração
Conselho de Administração	Decisão final		Comunicação da decisão de adjudicação e de aprovação da minuta	DG/SAF (Cláudia)
SAF (Cláudia)	Decisão de adjudicação e aprovação da minuta	8. Formalização da contratação	Comunicação da decisão de adjudicação, por correio eletrónico	Fornecedor
	Proposta de minuta		Envio da proposta de minuta	
	Documentos de habilitação: Declaração prevista na alínea a) do n.º 1 do artigo 81.º do CCP / Documentos previstos na alínea b) do n.º 1 do artigo 81.º do CCP		Pedido de entrega dos documentos	
	Documentos comprovativos da titularidade das habilitações legalmente exigidas para execução das prestações objeto do contrato a celebrar		Caso se aplique, pedido de entrega dos documentos	
Fornecedor	Análise da minuta		Aceitação da minuta	SAF (Cláudia)
	Preparação dos documentos exigidos		Receção dos documentos exigidos	
SAF (Cláudia)	Minuta aceite e documentos exigidos entregues		Assinatura do contrato	Conselho de Administração e Fornecedor
	Contrato assinado		Enviar cópia do contrato e nota de encomenda	Fornecedor
Fornecedor	Bens e/ou serviços recebidos	8. Encerramento do processo	Verificação da encomenda	GC
GC	Verificação realizada		Email com a informação acerca da conformidade	SAF (Cláudia)
GC/SAF	Conformidade dos bens recebidos		Inventariar	Aplicação informática
GC	Dados do fornecedor e respetivo fornecimento		Avaliação do fornecedor	

Figura 44 - SIPOC do procedimento de compras AS-IS para despesas superiores a 10.000€

APÊNDICE 4 – MODELO AS-IS DO PROCEDIMENTO DE COMPRAS

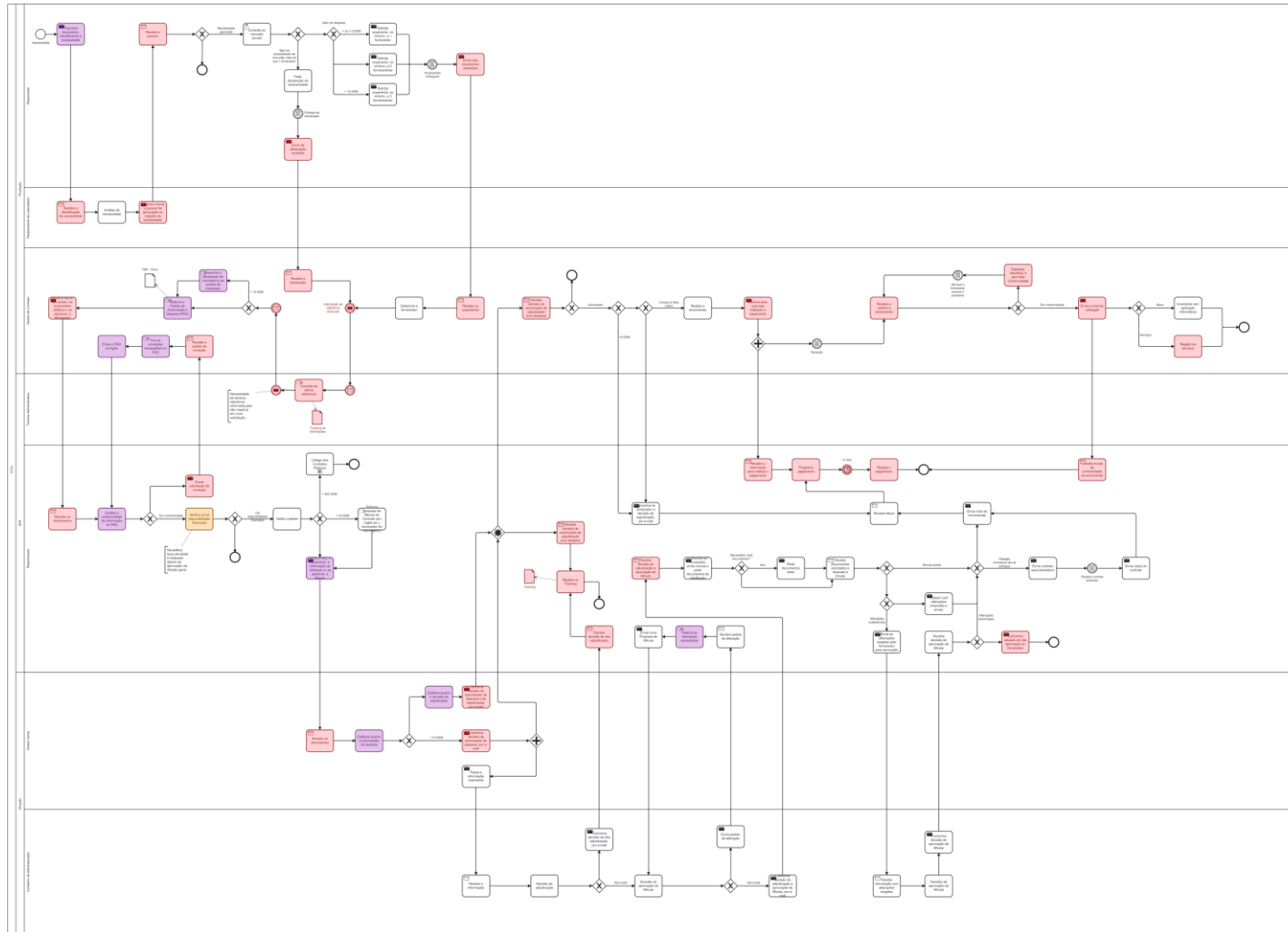


Figura 45 - Modelo AS-IS do procedimento de compras

APÊNDICE 5 – FOLHAS DE CÁLCULO COM AS DATAS DE REALIZAÇÃO DAS PRINCIPAIS ETAPAS DOS PROCEDIMENTOS DE COMPRAS

Referência	Descrição	Identificação da necessidade	Consulta do mercado (pedido de orçamento)	Consulta do mercado (recebimento do orçamento)	Emissão do PAD (envio para SAF)	do SAF para o DG	Aprovação do DG	Encomenda	Pagamento	Receção da mercadoria	Encerramento do processo
RC_01_JUL_2023	Impressora Bambu X1		04-09-2023	04-09-2023	04-09-2023	04-09-2023	04-09-2023	13-09-2023	14-09-2023	20-09-2023	20-09-2023
RC_02_JUL_2023	Impressora Anycubic		14-07-2023	14-07-2023	30-07-2023	30-07-2023	31-07-2023	11-08-2023	11-08-2023	04-09-2023	04-09-2023
RC_03_JUL_2023	PC e monitores		14-07-2023	14-07-2023	14-07-2023	20-07-2023	31-07-2023				
			12-09-2023	12-09-2023	12-09-2023	12-09-2023	13-09-2023	13-09-2023	13-09-2023	21-09-2023	21-09-2023
RC_04_JUL_2023	Portáteis		21-07-2023	21-07-2023	21-07-2023	21-07-2023	21-07-2023	21-07-2023	24-07-2023	28-07-2023	28-07-2023
RC_05_JUL_2023	Teclado + rato		20-07-2023	20-07-2023	20-07-2023	20-07-2023	31-07-2023	11-08-2023	11-08-2023	14-08-2023	14-08-2023
RC_06_JUL_2023	Alumínios		20-07-2023	20-07-2023	20-07-2023	20-07-2023	10-08-2023	11-08-2023	11-08-2023	04-09-2023	04-09-2023
RC_07_JUL_2023	Monitores		19-07-2023	20-07-2023	20-07-2023	20-07-2023	21-07-2023	21-07-2023	21-07-2023	28-07-2023	28-07-2023
RC_10_JUL_2023	TV e suporte		30-07-2023	30-07-2023	30-07-2023	10-08-2023	10-08-2023	11-08-2023	11-08-2023	14-08-2023	14-08-2023
RC_01_AGO_2023	Componentes		11-08-2023	11-08-2023	11-08-2023	28-08-2023	13-09-2023	16-09-2023	13-09-2023	18-09-2023	18-09-2023
RC_05_AGO_2023	Equipamento de soldar		11-08-2023	11-08-2023	11-08-2023	28-08-2023	29-08-2023		27-09-2023		07-09-2023
RC_06_AGO_2023	Componentes		11-08-2023	11-08-2023	11-08-2023	28-08-2023	29-08-2023		27-09-2023		21-09-2023
RC_07_AGO_2023	UWB gateway		11-08-2023	11-08-2023	11-08-2023	04-09-2023	04-09-2023		27-09-2023		20-09-2023
RC_08_AGO_2023	Quadro branco para DML		14-08-2023	14-08-2023	14-08-2023	04-09-2023	04-09-2023	15-09-2023	13-09-2023		26-09-2023
PAD_04_SET_2023	Cameras para CogCell	13-09-2023	13-09-2023	13-09-2023	13-09-2023	13-09-2023	14-09-2023	14-09-2023	14-09-2023	20-09-2023	20-09-2023
PAD_05_SET_2023	Sapata móvel para CoBot	18-09-2023	18-09-2023	18-09-2023	18-09-2023	18-09-2023	18-09-2023	19-09-2023	19-09-2023	26-09-2023	
PAD_07_SET_2023	CIPS	27-09-2023	27-09-2023	27-09-2023	27-09-2023	27-09-2023	27-09-2023	27-09-2023	18-10-2023	29-09-2023	02-10-2023
PAD_08_SET_2023	Carregador Apple		27-09-2023	27-09-2023	27-09-2023	27-09-2023	27-09-2023		18-10-2023		26-10-2023
PAD_09_SET_2023	Máquina de café		27-09-2023	27-09-2023	27-09-2023	27-09-2023	27-09-2023	02-10-2023	03-10-2023		10-10-2023
PAD_10_SET_2023	DML		28-09-2023	28-09-2023	28-09-2023	02-10-2023	05-10-2023	19-10-2023	19-10-2023	23-10-2023	23-10-2023
PAD_11_SET_2023	Ferramentas		28-09-2023	28-09-2023	28-09-2023	02-10-2023	05-10-2023		09-10-2023		10-10-2023
PAD_01_OUT_2023	Componentes		23-10-2023	23-10-2023	23-10-2023	23-10-2023	23-10-2023		27-10-2023		26-10-2023
PAD_03_OUT_2023	Multímetro de bancada		23-10-2023	23-10-2023	23-10-2023	23-10-2023	23-10-2023	24-10-2023	27-10-2023	26-10-2023	26-10-2023
PAD_05_OUT_2023	HMI			30-10-2023	31-10-2023	31-10-2023	01-11-2023	09-11-2023	09-11-2023		23-11-2023
PAD_01_NOV_2023	Caminhos de cabos		07-11-2023	07-11-2023	07-11-2023	07-11-2023	07-11-2023	07-11-2023	09-11-2023		
PAD_02_NOV_2023	Televisões e suportes		09-11-2023	09-11-2023	09-11-2023	09-11-2023	09-11-2023	09-11-2023	09-11-2023		05-12-2023
PAD_04_NOV_2023	Equipamento de bancada		09-11-2023	09-11-2023	09-11-2023	09-11-2023	09-11-2023	09-11-2023	28-11-2023	13-11-2023	13-11-2023
PAD_05_NOV_2023	Leitor RFID		18-09-2023	18-09-2023	09-11-2023	09-11-2023	09-11-2023	09-11-2023	09-11-2023	15-11-2023	15-11-2023
PAD_07_NOV_2023	Alumínio para bancadas DML		15-11-2023	15-11-2023	15-11-2023	16-11-2023	16-11-2023		29-11-2023		19-12-2023
PAD_03_DEZ_2023	Cabo HDMI e UPS (DML)		11-12-2023	11-12-2023	11-12-2023	11-12-2023	21-12-2023				
PAD_06_JAN_2024	Monitores para ISL		24-01-2024	24-01-2024	24-01-2024	26-01-2024	06-02-2024	19-02-2024	19-02-2024	21-02-2024	
PAD_07_JAN_2024	Material para DML		25-01-2024	25-01-2024	25-01-2024	26-01-2024					
PAD_08_JAN_2024	Filamentos PLA		26-01-2024	26-01-2024	26-01-2024	01-02-2024					
PAD_09_JAN_2024	Ferramentas		29-01-2024	29-01-2024	29-01-2024	01-02-2024	06-02-2024	07-02-2024	07-02-2024	09-02-2024	
PAD_10_JAN_2024	Material RFID		30-01-2024	30-01-2024	30-01-2024	01-02-2024	05-02-2024	06-02-2024	06-02-2024	08-02-2024	

Figura 46 - Datas de realização das principais etapas de procedimentos de compras realizados anteriormente (sem elaboração de contrato)

Referência	Descrição	Identificação da necessidade	Consulta do mercado (pedido de orçamento)	Consulta do mercado (recebimento do orçamento)	Emissão do PAD (envio para SAF)	do SAF para o Sérgio	Aprovação do Sérgio	Aprovação do Conselho de Administração	Comunicação ao fornecedor	Resposta do fornecedor	Envio do contrato para assinatura	Receção do contrato assinado	Encomenda	Pagamento	Receção da mercadoria	Encerramento do processo
RC_08_JUL_2023	CoBot EC-63		18-07-2023	18-07-2023	18-07-2023	18-07-2023	20-07-2023	18-08-2023	06-09-2023	14-09-2023	14-09-2023	18-09-2023	20-09-2023	28-09-2023	20-09-2023	20-09-2023
RC_09_JUL_2023	CoBot UR5e		24-07-2023	26-07-2023	30-07-2023	10-08-2023	10-08-2023	18-08-2023	06-09-2023	06-09-2023	11-09-2023	11-09-2023	13-09-2023	30-10-2023	13-09-2023	13-09-2023
RC_11_JUL_2023	MIR100		25-07-2023	27-07-2023	30-07-2023	01-08-2023	08-08-2023	18-08-2023	06-09-2023	11-09-2023	11-09-2023	12-09-2023	25-09-2023	13-11-2023	16-10-2023	16-10-2023
RC_03_AGO_2023	Impressora 3D			11-08-2023	11-08-2023	11-08-2023	11-08-2023	18-08-2023	06-09-2023	08-09-2023	11-09-2023	13-09-2023	27-09-2023	12-04-2023	26-10-2023	26-10-2023

Figura 47 - Datas de realização das principais etapas de procedimentos de compras realizados anteriormente (com elaboração de contrato)

APÊNDICE 6 – MODELOS AS-IS DOS PROCEDIMENTOS ADMINISTRATIVOS

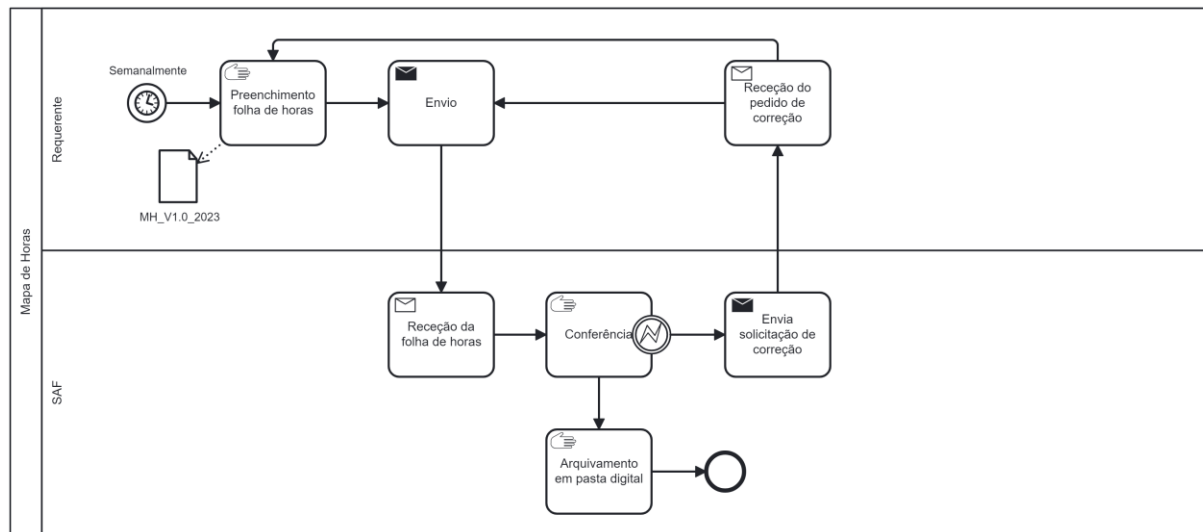


Figura 48 - Modelo AS-IS do mapa de horas

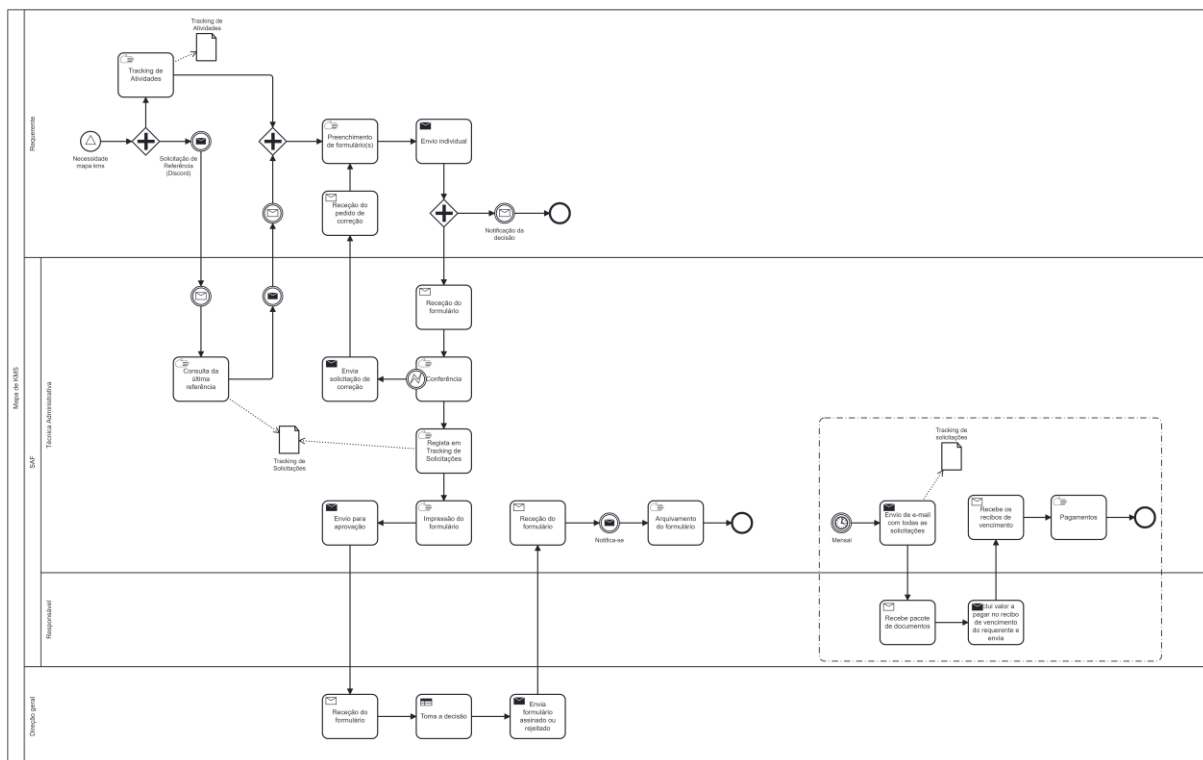


Figura 49 - Modelo AS-IS do mapa de Kms

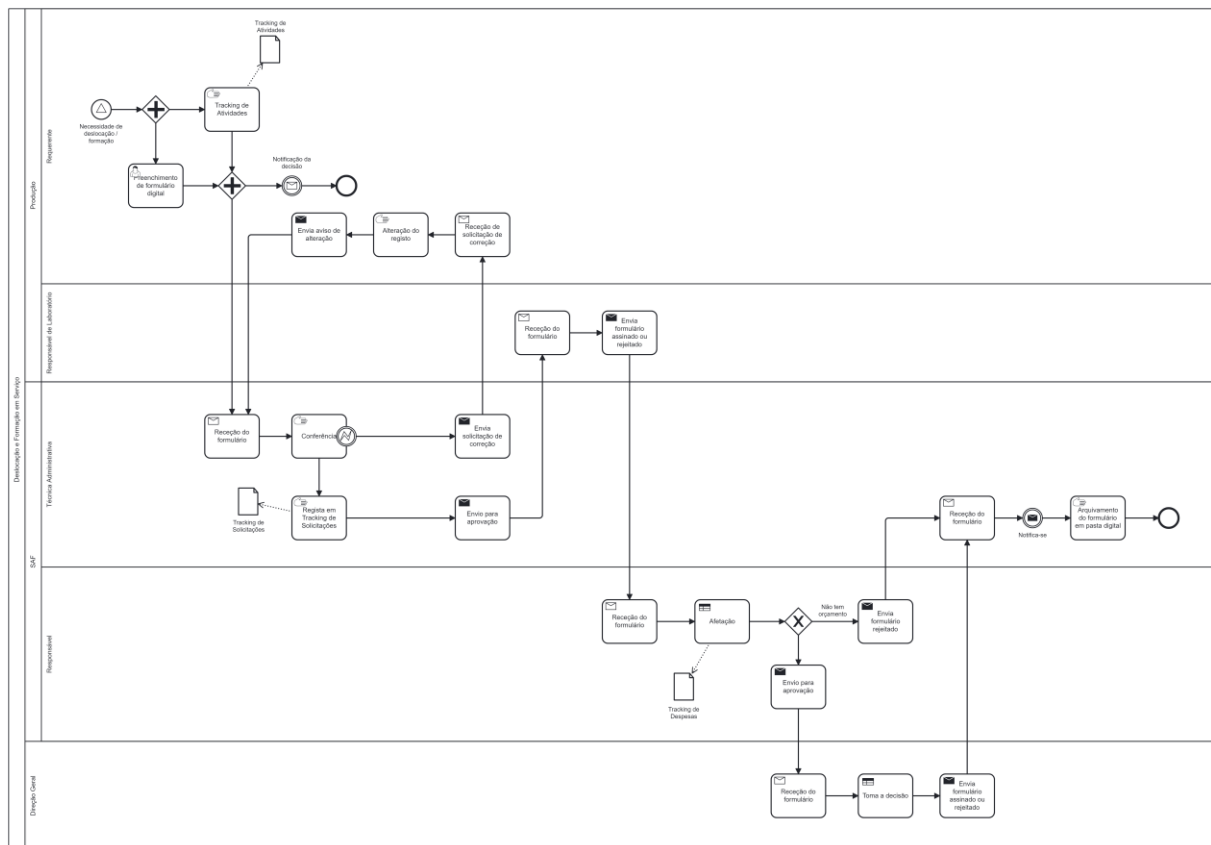


Figura 50 - Modelo AS-IS dos pedidos de deslocação e formação em serviço

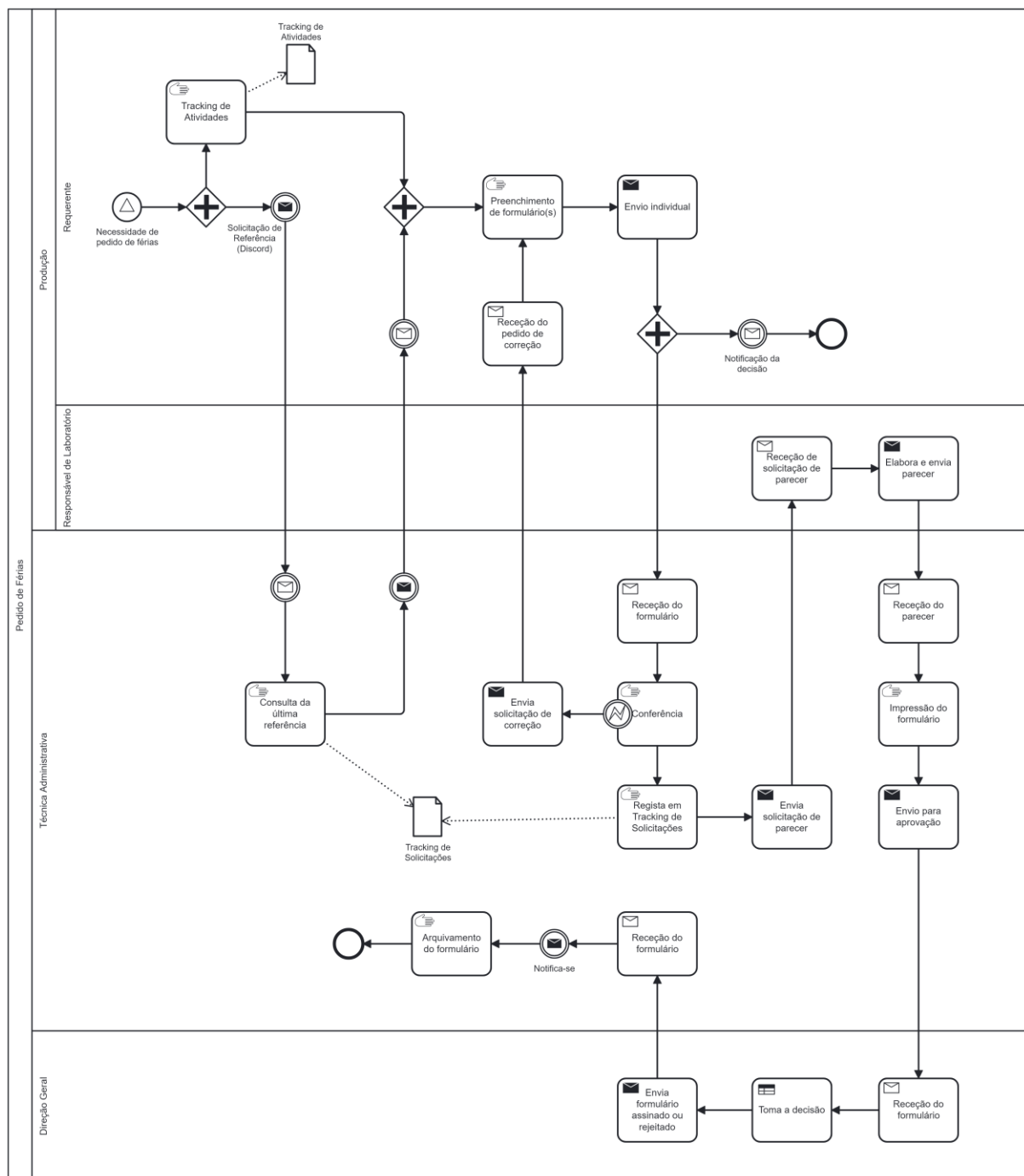


Figura 51 - Modelo AS-IS do pedido de férias

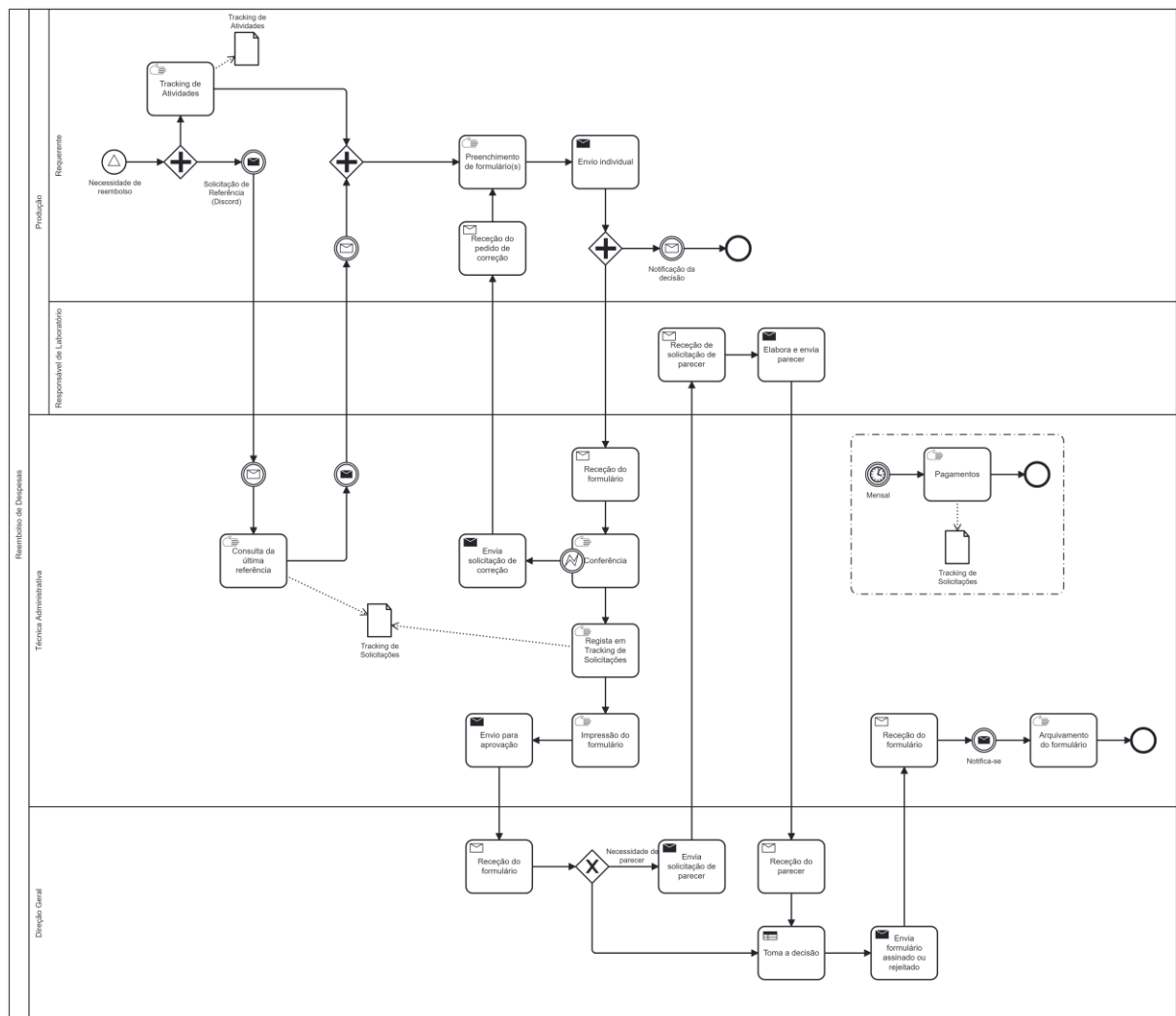


Figura 52 - Modelo AS-IS do reembolso de despesas

APÊNDICE 7 – MODELO AS-IS COMUM AOS PROCEDIMENTOS ADMINISTRATIVOS

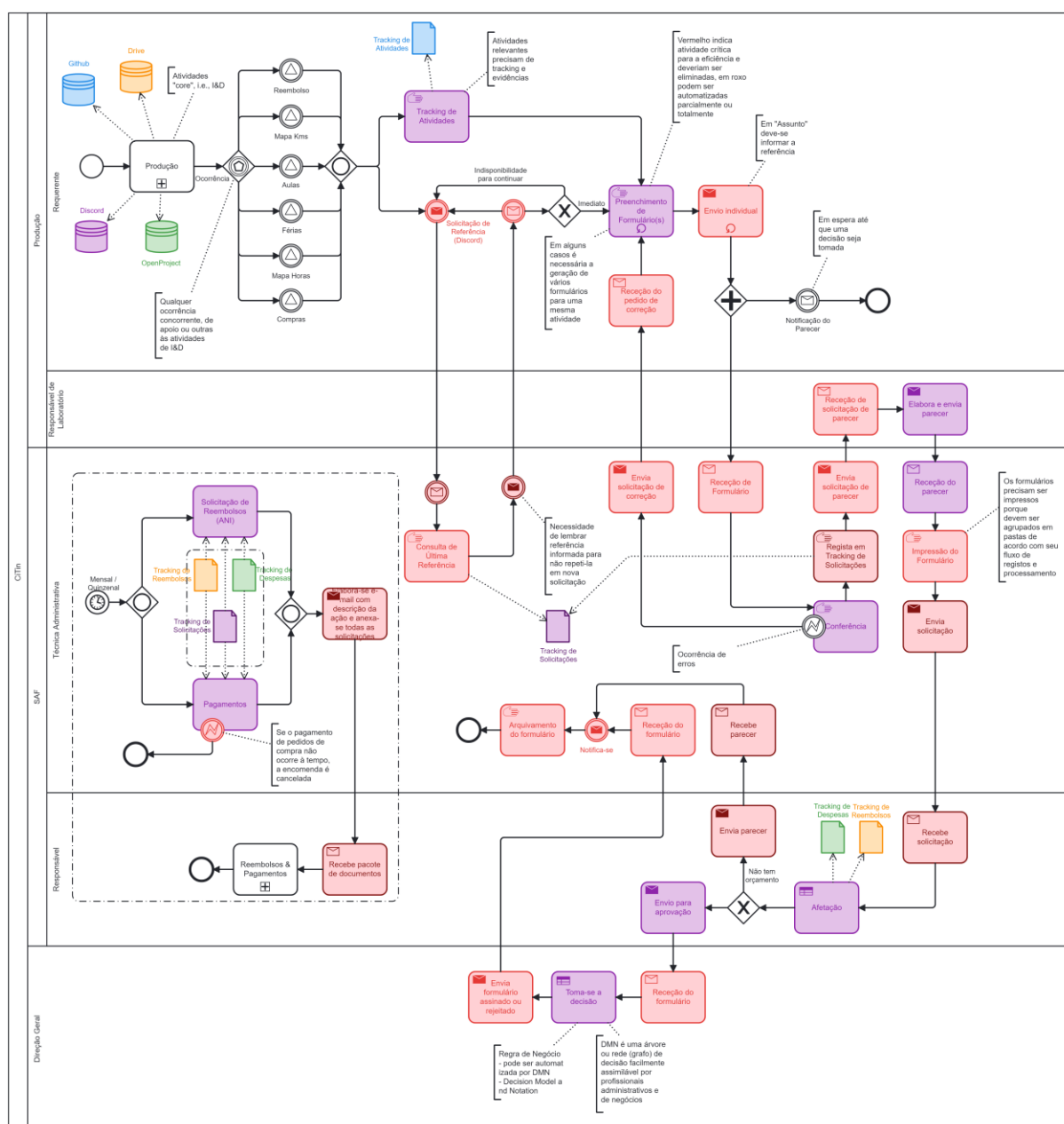


Figura 54 - Modelo AS-IS comum aos procedimentos administrativos que utilizam PDF *forms*

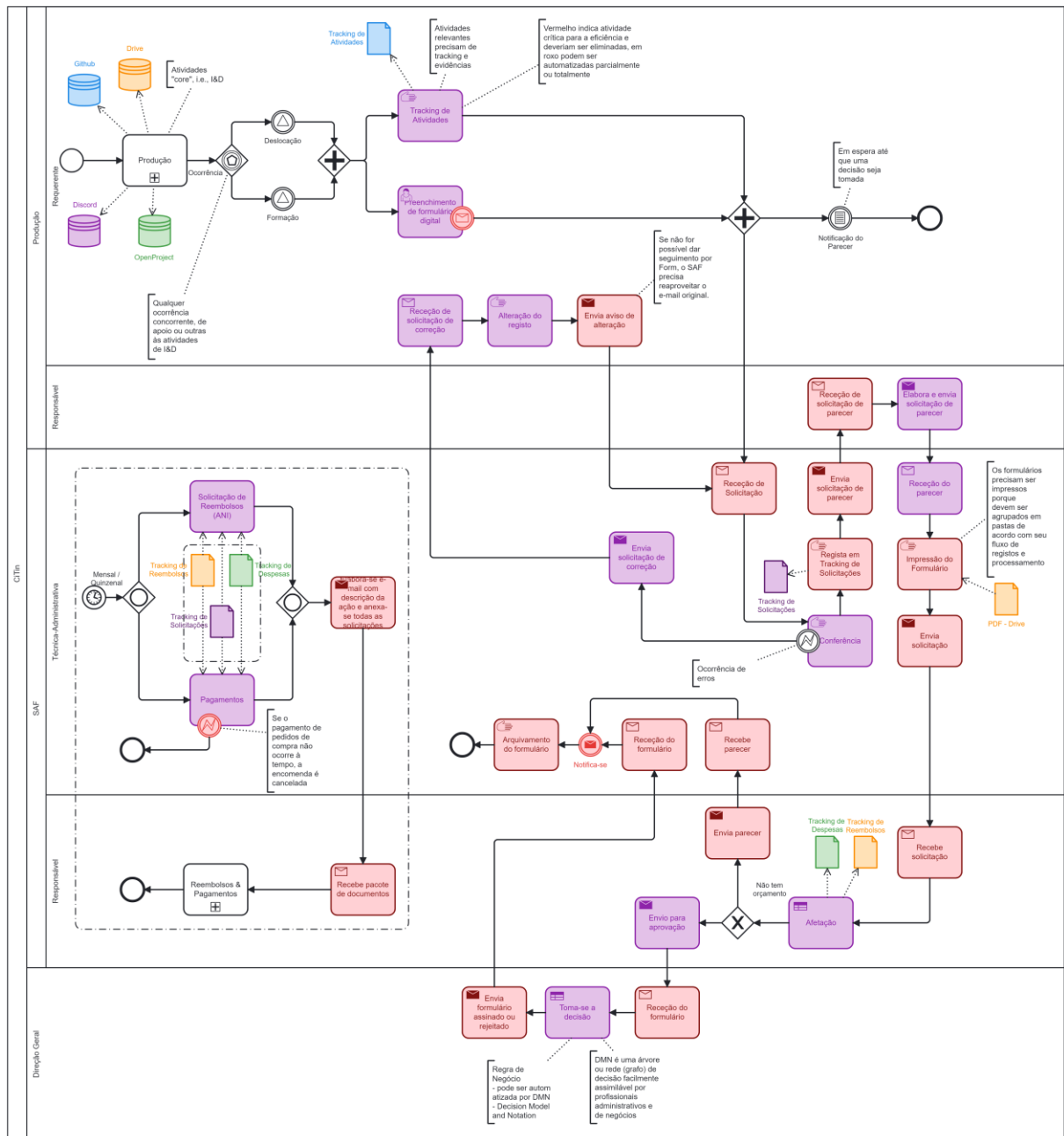


Figura 55 - Modelo AS-IS comum aos procedimentos administrativos que utilizam *Web forms*

APÊNDICE 8 – MODELOS DOS PROCEDIMENTOS ADMINISTRATIVOS DESENVOLVIDOS NO SIMIO

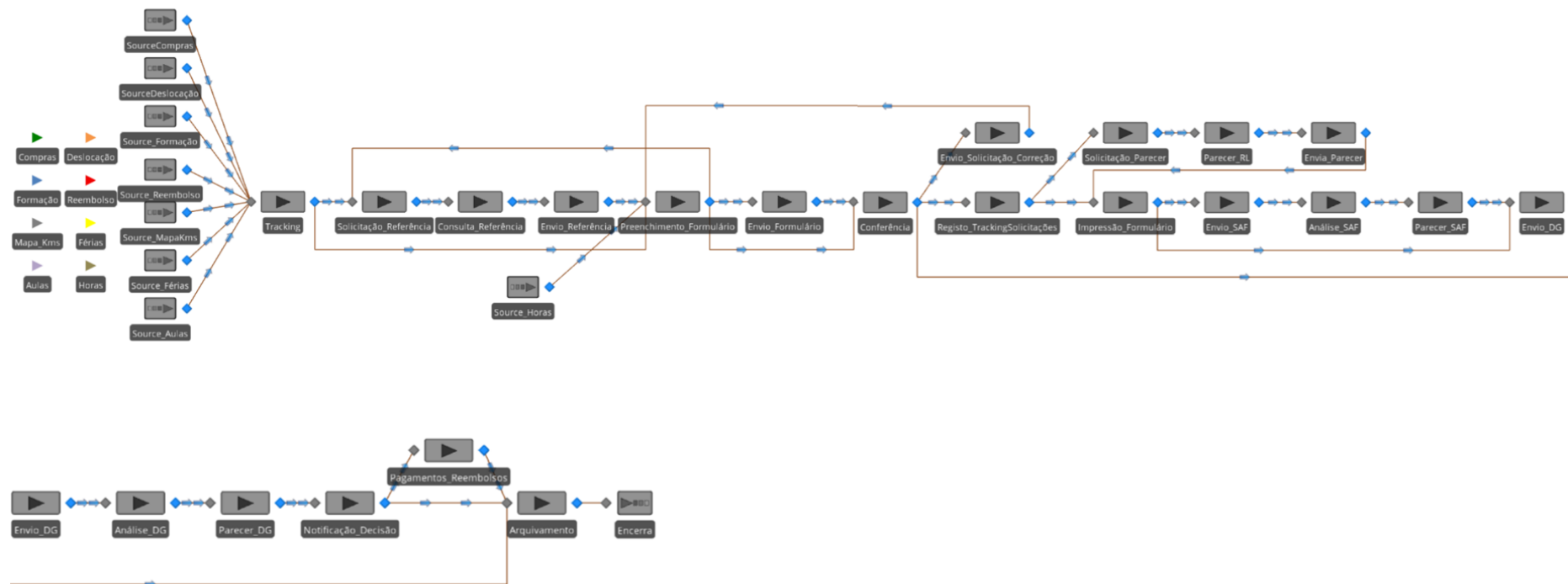


Figura 56 – Representação no Simio do modelo AS-IS comum aos procedimentos administrativos com identificação das atividades

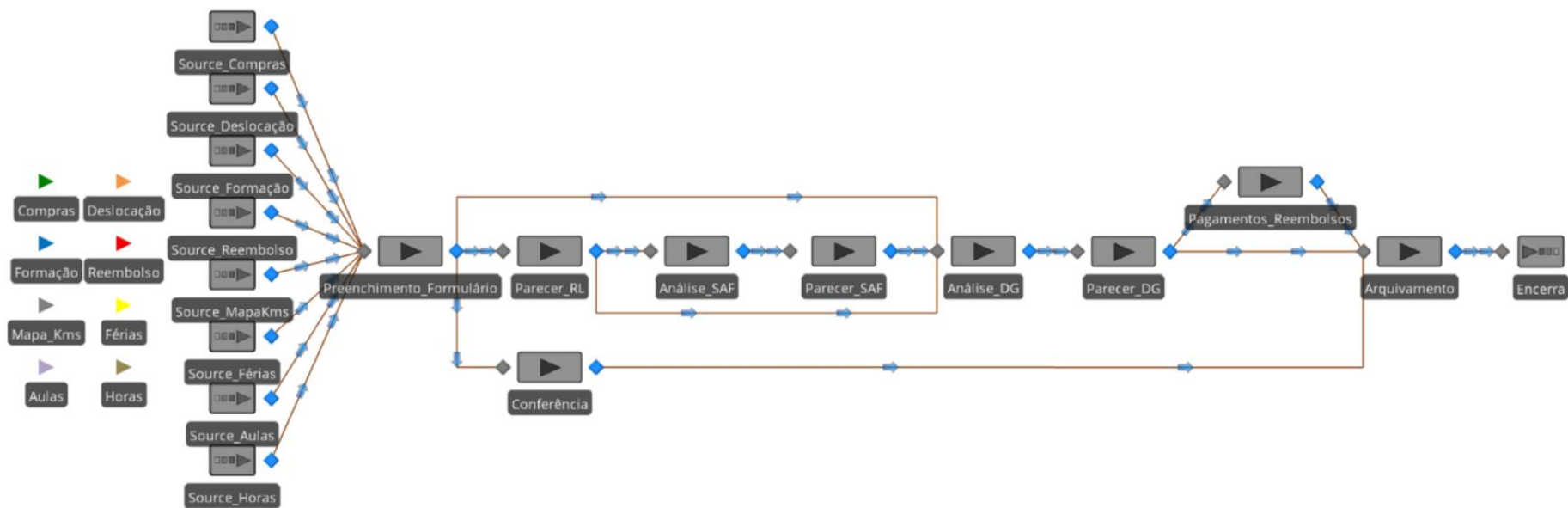


Figura 57 - Representação no Simio do modelo TO-BE comum aos procedimentos administrativos com identificação das atividades

APÊNDICE 9 – MODELO TO-BE DO PROCEDIMENTO DE COMPRAS

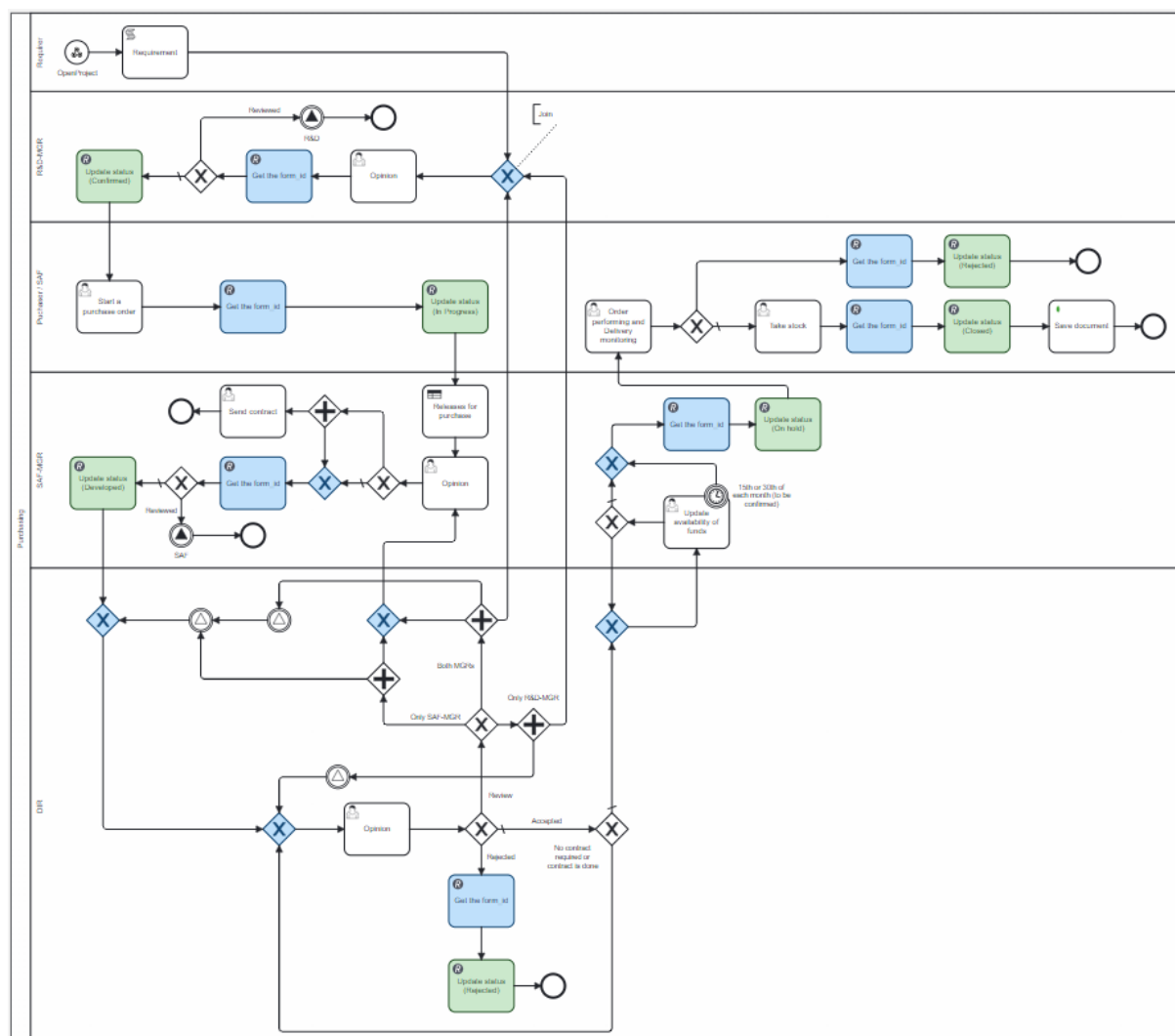


Figura 58 - Modelo TO-BE do procedimento de compras

APÊNDICE 9 – MODELO TO-BE COMUM AOS PROCEDIMENTOS ADMINISTRATIVOS

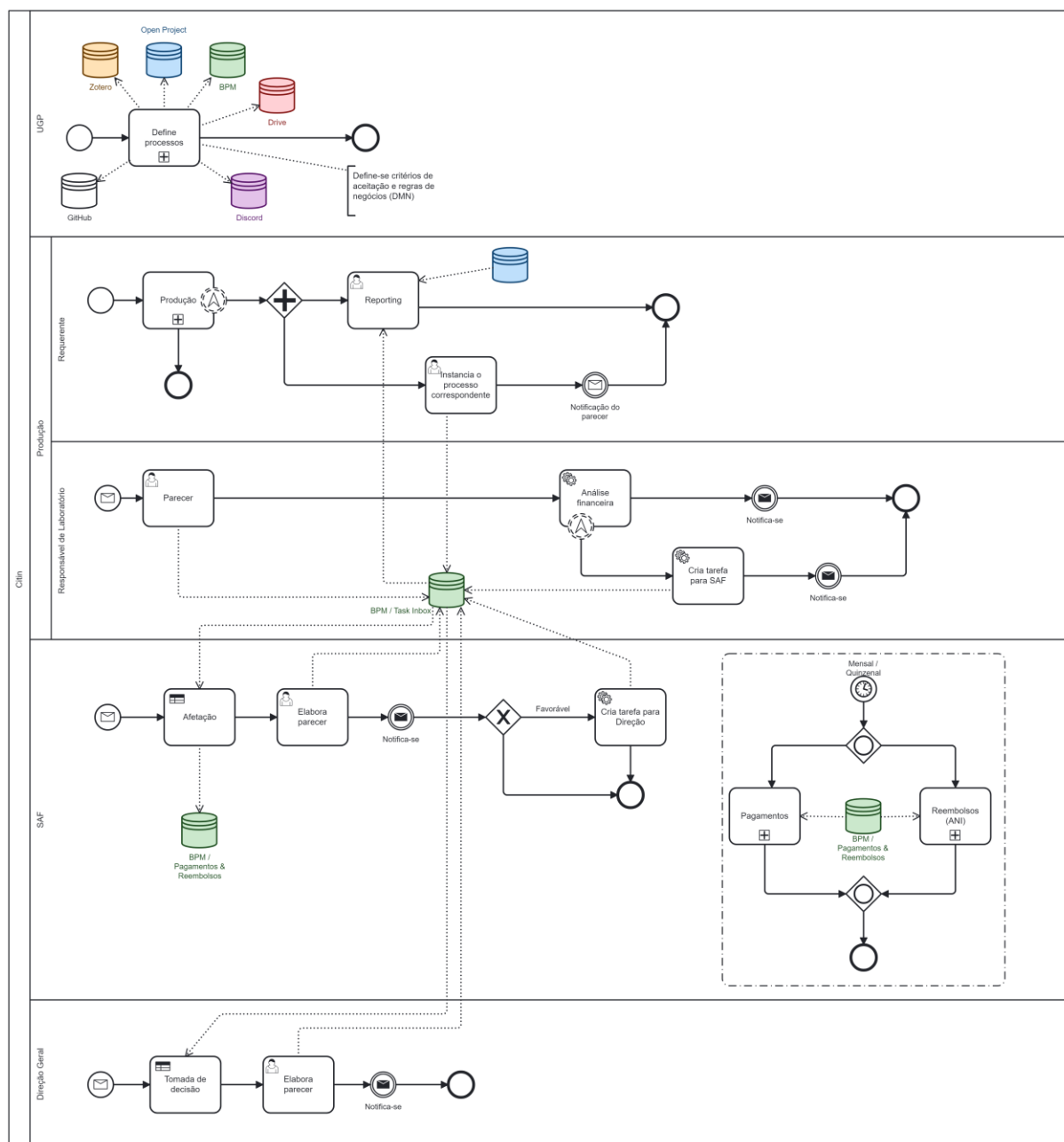


Figura 59 - Modelo TO-BE comum aos procedimentos administrativos

APÊNDICE 10 – *WORKFLOWS* PARA OS PROCEDIMENTOS ADMINISTRATIVOS DIGITALIZADOS

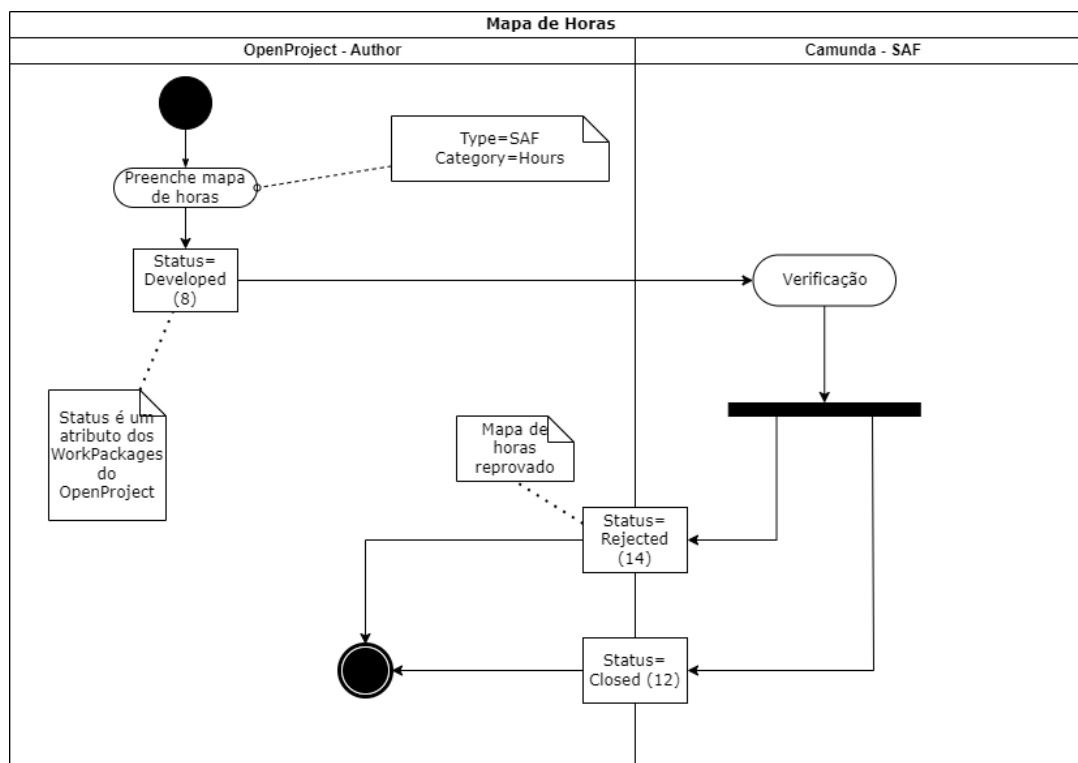


Figura 60 - *Workflow* para o mapa de horas digitalizado

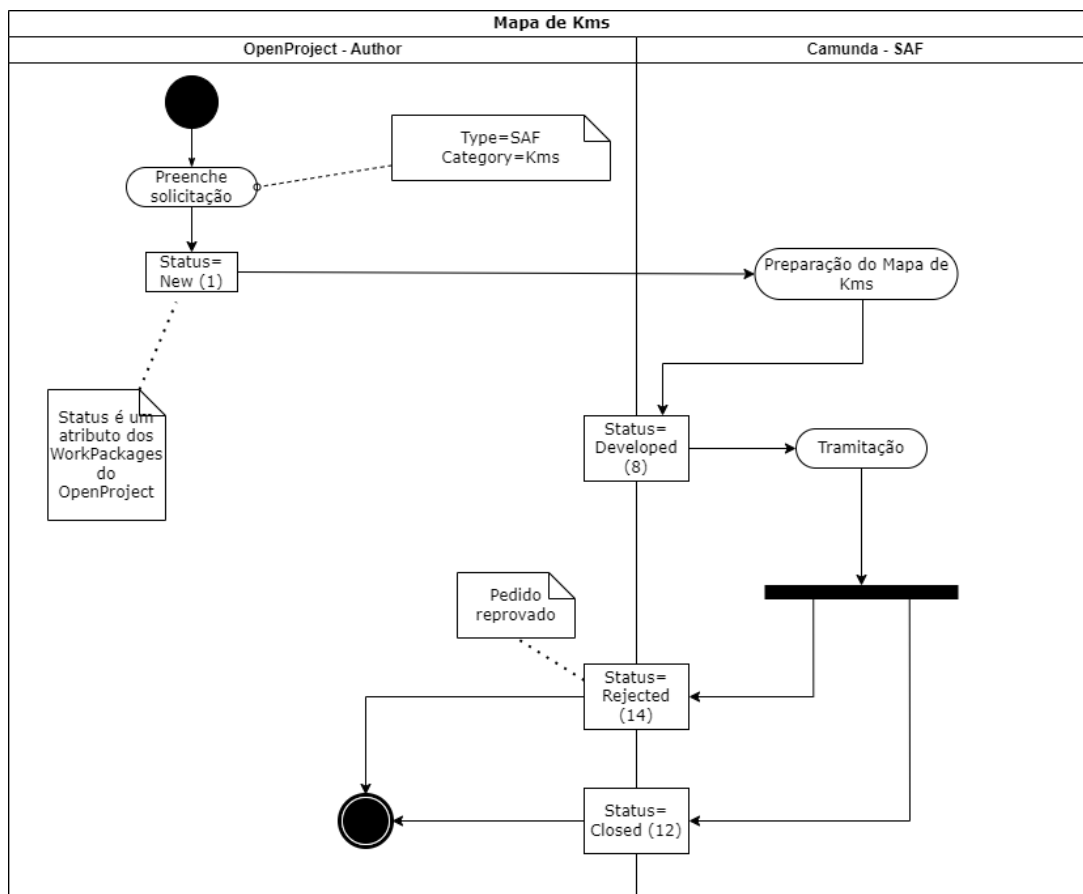


Figura 61 - Workflow para o mapa de Kms digitalizado

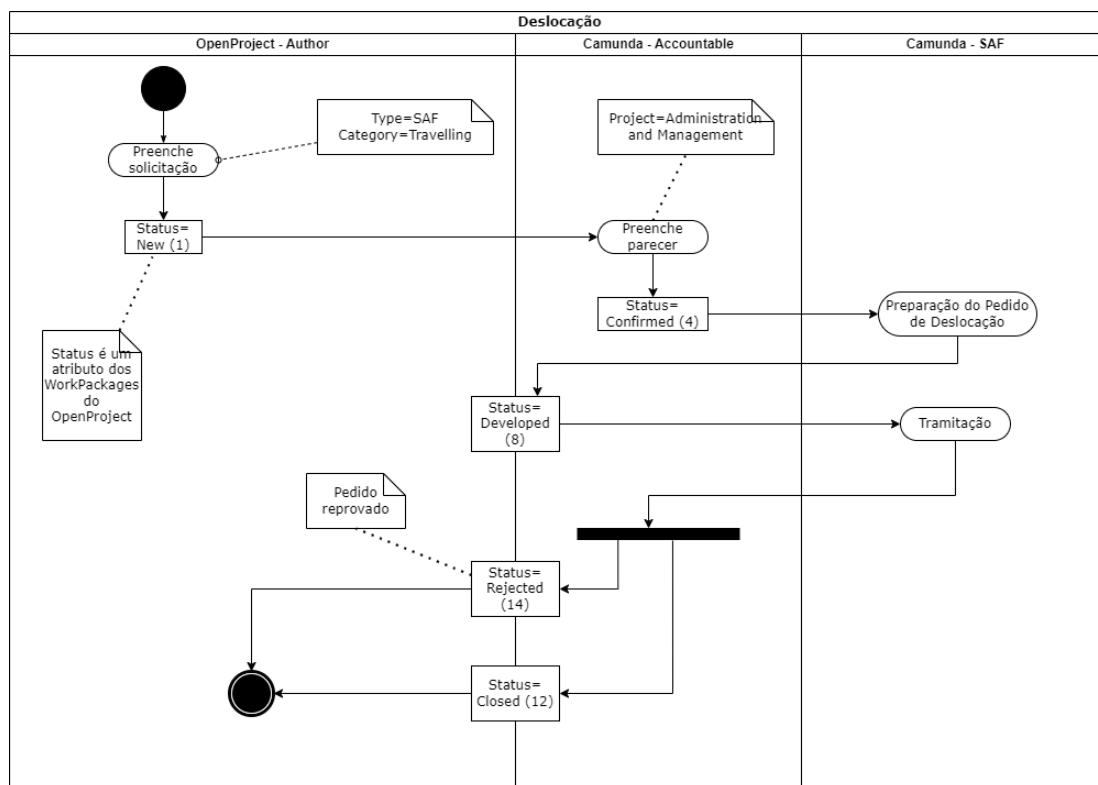


Figura 62 - Workflow para o pedido de deslocação em serviço digitalizado

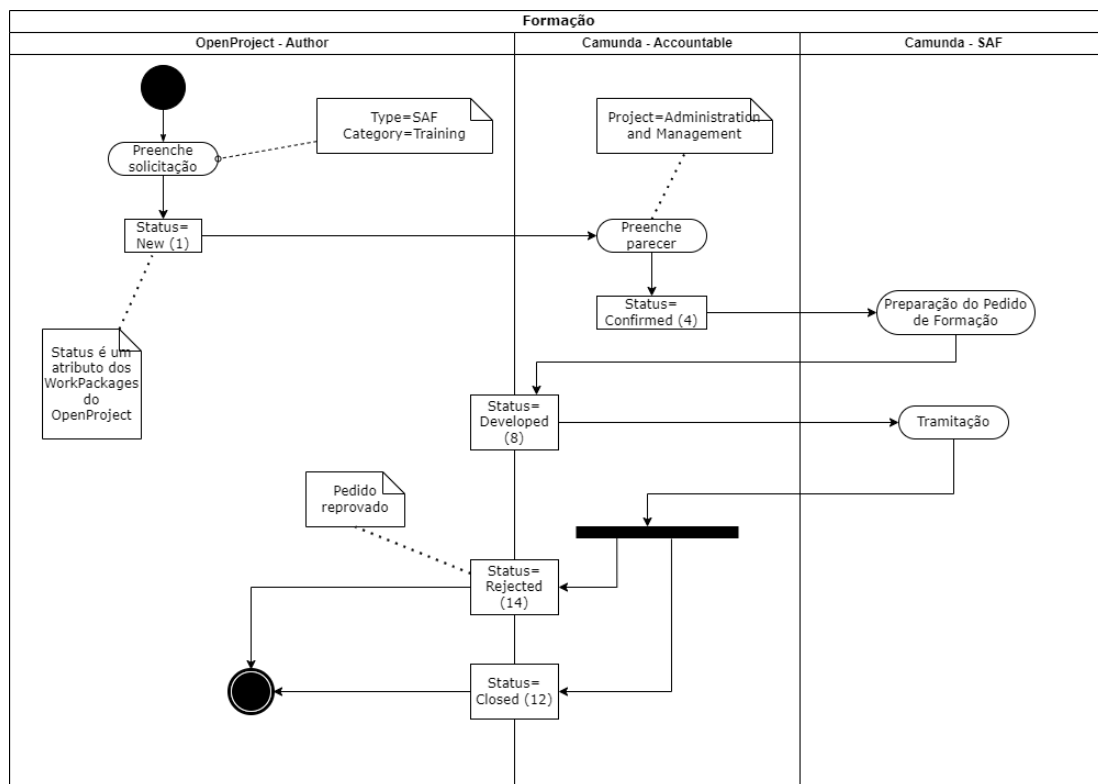


Figura 63 - Workflow para o pedido de formação em serviço digitalizado

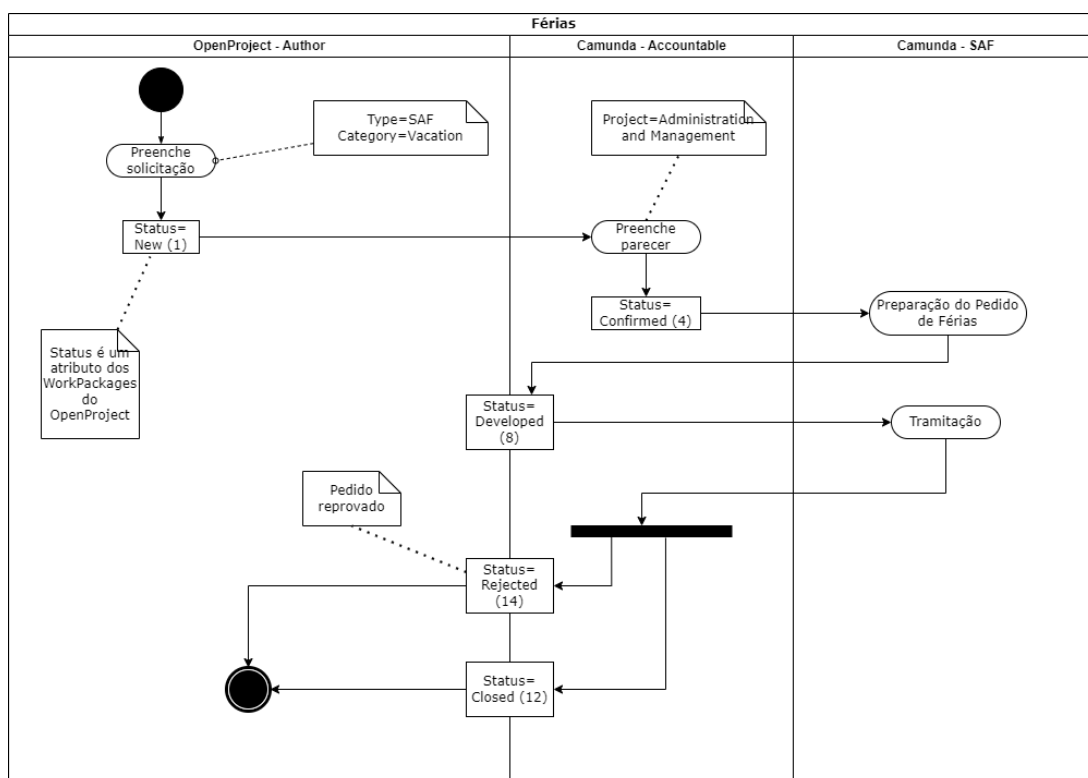


Figura 64 - Workflow para o pedido de férias digitalizado

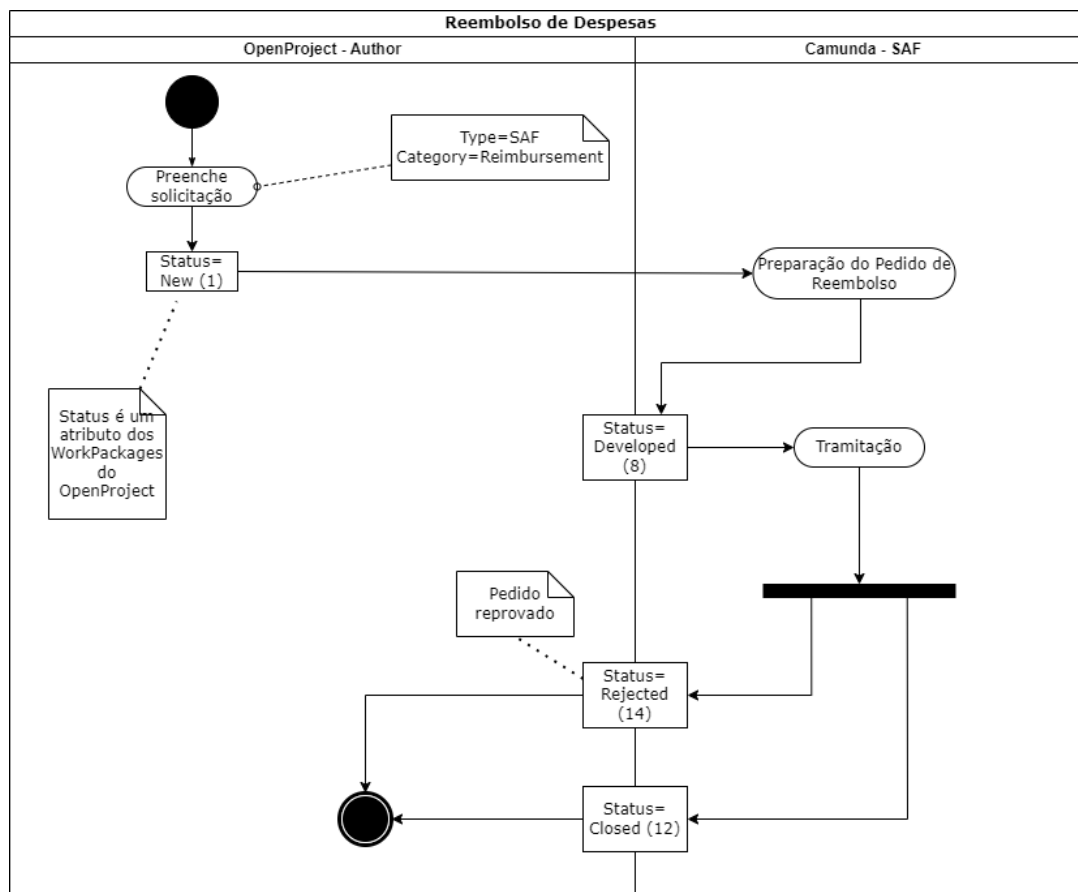


Figura 65 - *Workflow* para o reembolso de despesas digitalizado

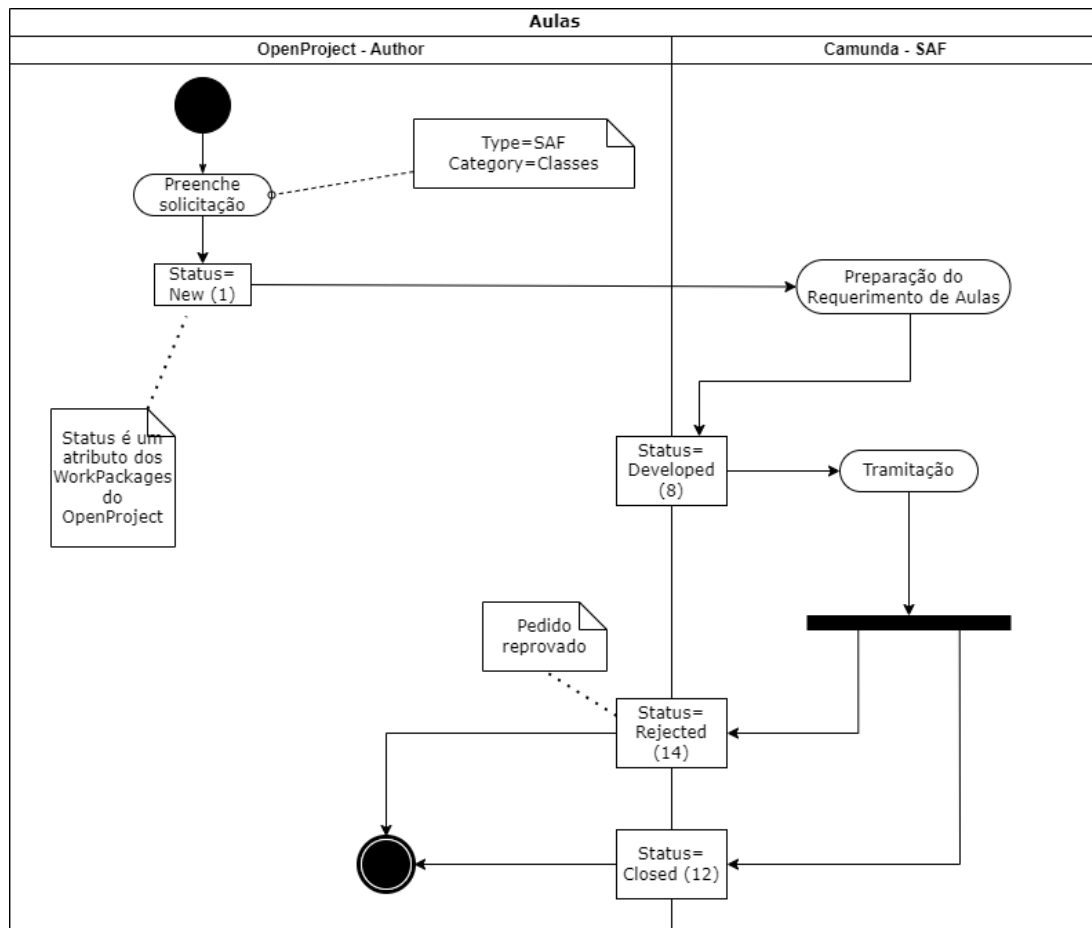


Figura 66 - *Workflow* para o requerimento de aulas digitalizado